

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

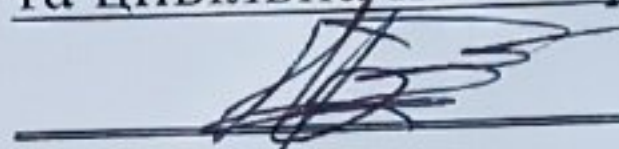
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

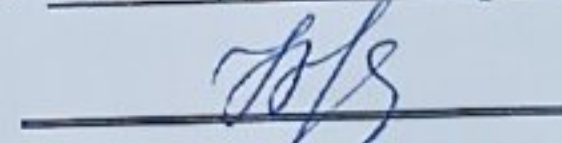
ВПЛИВ АРХІТЕКТУРНО-ПРОСТОРОВОГО КОМПУНУВАННЯ БУДІВЛІ НА ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Виконала: студентка 2-го курсу, групи Б-22мз

спеціальності 192 – «Будівництво
та цивільна інженерія»

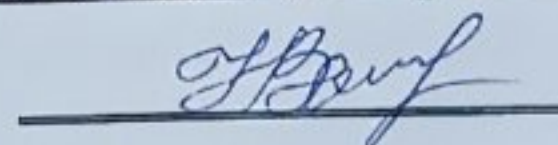
 Брижик Н.М.

Керівник: к.т.н., доц. каф. БМГА

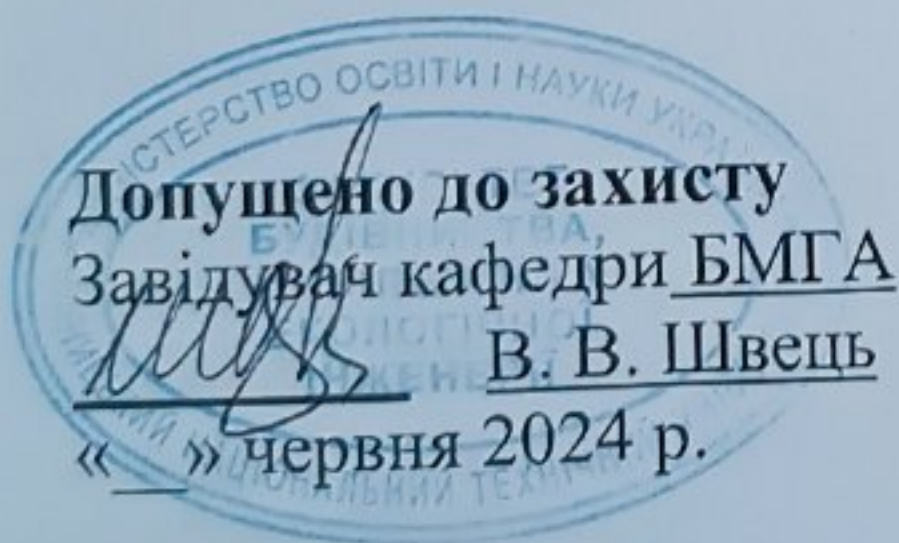
 Блащук Н.В.

«07» червня 2024 р.

Опонент: к.т.н., доц. каф. ТЕ

 Резидент Н.В.

«07» грудня 2024 р.



Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ.
Завідувач кафедри БМГА
Швець В. В.
“15” березня 2024 року

ЗАВДАННЯ **НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Брижик Наталії Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **ВПЛИВ АРХІТЕКТУРНО-ПРОСТОРОВОГО КОМПОНУВАННЯ БУДІВЛІ НА ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ**

керівник роботи **Блащук Наталія Вікторівна, к.т.н., доцент**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “11” березня 2024 року №81.

2. Строк подання магістрантом роботи 03.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література

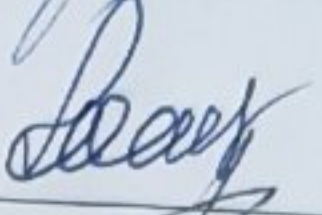
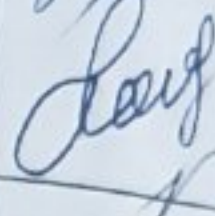
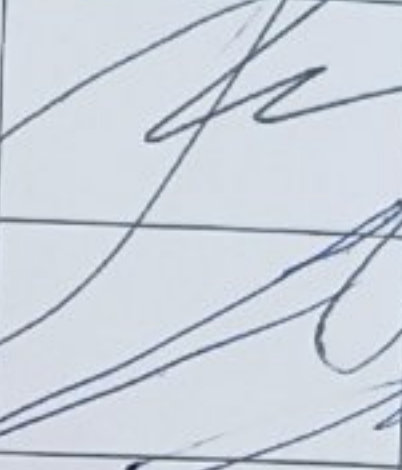
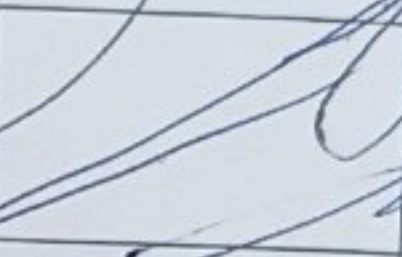
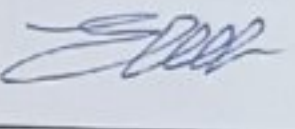
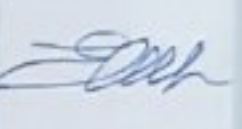
4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація). Розділ 1 Аналіз впливу форми будівлі на її енерговитрати (визначення оптимальної форми будівлі з точки зору енергозбереження, просторове розміщення енергозберігаючих будівель, вплив на енергозбереження вікон та світлопрозорих огорожуючих конструкцій фасадів, висновки). Розділ 2 Моделювання впливу форми на енергоефективність будівлі (моделювання впливу форми на енергоефективність офісних будівель, вплив вигнутих форм на енергоспоживання громадських будівель, висновки). Розділ 3 Аналіз і узагальнення результатів дослідження (приклади сучасних енергоефективних будівель, визначення основних критеріїв оцінки геометричних характеристик будівлі, архітектурно-будівельні прийоми підвищення енергетичної ефективності будівель, рішення енергоекономічних громадських будівель, висновки). Розділ 4 Технічна частина (Архітектурно-будівельні рішення. Організаційно-технологічні рішення). Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Розділ 6 Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік ілюстративно-графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Науково-дослідний розділ – 5-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 4 арк. (архітектурно-будівельні рішення будівлі концертного залу).

4. Організаційно-технологічні рішення – 1 арк. (Технологічна карта на влаштування сонячних панелей на даху будівлі).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Блащук Н. В., к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Архітектурно-будівельні рішення	Смоляк В. В., к.арх., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Організаційно-технологічні рішення	Кучеренко Л. В., к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М., к.пед.н., доц. каф. БЖДГБ		
Розділ 6. Економічна частина	Лялюк О. Г., к.т.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання 15.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	01.02-06.02.24	викон.
2	Науково-дослідна частина	07.02-15.03.24	викон.
3	Архітектурно-будівельні рішення	18.03-29.03.24	викон.
4	Організаційно-технологічні рішення	30.03-12.04.24	викон.
5	Охорона праці та цивільний захист	16.04-21.04.24	викон.
6	Економічна частина	22.04-30.04.24	викон.
7	Оформлення МКР	01.05-12.05.24	викон.
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	13.05-17.05.24	викон.
9	Попередній захист	23.05-24.05.24	викон.
10	Опонування	27.05-03.06.24	викон.
11	Захист МКР	14.06-21.06.24	

Студент

(підпис)

Брижик Н. М.

(прізвище та ініціал)

Керівник роботи

(підпис)

Блащук Н. І.

(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

УДК 721.012

Брижик Н. М., Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2024. 89 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 68 назв; рис.: 22; табл. 12; арк. граф. част.: 13.

Дана робота присвячена дослідженню оптимальних архітектурно-планувальних рішень для забезпечення енергоефективності будівель, зокрема громадських будівель різної поверховості.

Однією з найважливіших проблем сучасного суспільства є надмірне споживання енергії в будівельному секторі, особливо на етапі експлуатації. Сучасна будівельна галузь зосереджена на зниженні витрат на будівництво та експлуатацію, що потребує впровадження енергоефективних технологій та сталого розвитку. Енергозбереження значною мірою залежить від зменшення втрат енергії через будівельні конструкції та матеріали, а також від використання систем автоматичного управління інженерними системами будинку.

Основні результати дослідження висвітлено в 1-3 розділах.

Перший розділ роботи стосується визначення впливу форми будівлі на енерговитрати.

Другий розділ роботи стосується дослідженню впливу фасадних рішень на енергоефективність громадських будівель.

Результати наукових досліджень наведені в третьому розділі, в якому наведені основні заходи щодо покращення архітектурно-планувальних рішень громадських будівель для підвищення їх енергетичних показників.

У 4 розділі наведено проект будівлі громадського призначення – концертний зал в місті Черкаси, що враховує архітектурні, конструктивні та інженерні рішення для забезпечення комфортних умов та ефективної експлуатації.

Технологічні рішення стосуються встановлення сонячних панелей на даху будівлі, що сприяє зниженню енергоспоживання та екологічного впливу.

Також розглянуті заходи та засоби з охорони праці та цивільного захисту під час здійснення будівництва концертного залу.

В шостому розділі виконано техніко-економічне обґрунтування застосування сонячної електростанції при проектуванні будівлі.

Ключові слова: архітектурно-просторове компонування, енергоефективність будівлі, форма будівлі, фасад, архітектурно-планувальні рішення, громадська будівля, архітектурно-будівельні рішення, технологічні рішення, охорона праці.

ANNOTATION

I Bryzhik N.M., The influence of the architectural and spatial layout of the building on its energy efficiency. Master's thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 89 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 68 titles; Fig.: 22; table 12; sheets of the graphic part: 13.

This work is devoted to the research of optimal architectural and planning solutions to ensure the energy efficiency of buildings, in particular, public buildings of different storeys.

One of the most important problems of modern society is the excessive consumption of energy in the construction sector, especially at the stage of operation. The modern construction industry is focused on reducing construction and operation costs, which requires the introduction of energy-efficient technologies and sustainable development. Energy conservation largely depends on the reduction of energy losses through building structures and materials, as well as on the use of automatic control systems for engineering systems of the building.

The main results of the study are highlighted in chapters 1-3.

The first part of the work deals with determining the influence of the building shape on energy consumption.

The second part of the work concerns the study of the influence of facade solutions on the energy efficiency of public buildings.

The results of scientific research are presented in the third chapter, which outlines the main measures to improve the architectural and planning solutions of public buildings to increase their energy performance.

Chapter 4 presents the project of a public building - a concert hall in the city of Cherkasy, which takes into account architectural, constructive and engineering solutions to ensure comfortable conditions and efficient operation.

Technological solutions relate to the installation of solar panels on the roof of the building, which contributes to the reduction of energy consumption and environmental impact.

Measures and means of labor protection and civil protection during the construction of the concert hall are also considered.

In the sixth chapter, the technical and economic substantiation of the use of the solar power plant in the design of the building is performed.

Keywords: architectural and spatial layout, building energy efficiency, building shape, facade, architectural and planning solutions, public building, architectural and construction solutions, technological solutions, labor protection.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФОРМИ БУДІВЛІ НА ЇЇ ЕНЕРГОВИТРАТИ	8
1.1 Визначення оптимальної форми будівлі з точки зору енергозбереження	8
1.2 Просторове розміщення енергозберігаючих будівель	14
1.3 Вплив на енергозбереження вікон та світлопрозорих огорожуючих конструкцій фасадів	15
Висновки за розділом 1	19
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЛІ	20
2.1 Моделювання впливу форми на енергоефективність офісних будівель	20
2.2 Вплив вигнутих форм на енергоспоживання громадських будівель	22
Висновки за розділом 2	24
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
3.1 Приклади сучасних енергоефективних будівель	25
3.2 Визначення основних критеріїв оцінки геометричних характеристик будівлі	28
3.3 Архітектурно-будівельні прийоми підвищення енергетичної ефективності будівель	33
3.4 Рішення енергоекономічних громадських будівель	36
Висновки за розділом 3	38
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	39
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	39
4.1.1 Опис генерального плану	39
4.1.2 Об'ємно-планувальні рішення	40

4.1.3 Конструктивні рішення	44
4.1.4 Зовнішні стіни та теплотехнічний розрахунок	45
4.1.5 Інженерні системи проектного концертного залу	46
4.2 Організаційно-технологічні рішення	50
4.2.1 Загальні відомості	50
4.2.2 Вказівки з технології виконання робіт	53
4.2.3 Охорона праці та промислова безпека при установці і роботі з сонячними батареями	53
4.2.4 Техніко-економічні показники	55
Висновки за розділом 4	56
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	59
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	59
5.1.2 Електробезпека	62
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	63
5.2.1 Мікроклімат	63
5.2.2 Склад повітря робочої зони	63
5.2.3 Виробниче освітлення	64
5.2.4 Виробничий шум	65
5.2.5 Виробничі вібрації	66
5.2.6 Психофізіологічні фактори	67
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	68
5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини	68
5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту підвального приміщення	69
Висновки за розділом 5	73
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	74
Висновки за розділом 6	80

ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
ДОДАТКИ	90
ДОДАТОК А – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	91
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини	92

ВСТУП

Актуальність. Однією з найважливіших проблем сучасного суспільства є надмірне споживання енергії в будівельному секторі, в тому числі на етапі експлуатації. Тому останнім часом будівельна галузь зосередилася на зниженні вартості будівельних проектів з метою мінімізації витрат на зведення та експлуатацію будівель. Необхідно розглядати різні способи підвищення енергоефективності та запровадження сталого розвитку. Сьогодні питання енергоефективності є важливим і ключовим викликом для забезпечення комфортного середовища для мешканців будівлі при мінімізації споживання ресурсів. Енергозбереження в основному залежить від зменшення втрат енергії. Наприклад, витрати на споживання електроенергії складають значну частину експлуатаційних витрат будівель. Втрати тепла не обмежуються лише будівельними конструкціями та матеріалами. Нові будівлі повинні бути обладнані системами автоматичного управління інженерними системами будинку. Традиційними заходами з економії енергоресурсів є: встановлення лічильників води, тепла і газу, утеплення стін, вентиляція з рекуперацією тепла, енергозберігаюче скління, входні тамбури, утеплення даху, автоматизація управління системами будівлі, управління кондиціонерами та енергозберігаючими пристроями за рахунок створення енергії із альтернативних джерел.

Сучасна концепція екологічно нейтрального будівництва поєднує в собі переваги пасивного, інтелектуального, активного та екологічно безпечного будинку. Будівництво та проектування енергоефективних будівель вимагає врахування ряду факторів, в тому числі архітектурно-планувальних рішень, реалізація яких може забезпечити енергетичні та економічні цілі суспільства.

Мета роботи: визначення оптимальних архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності.

Задачі дослідження:

- визначення впливу форми будівлі на її енерговитрати;
- дослідження впливу фасадних вирішень будівлі на її енергоефективність;
- визначення основних заходів щодо покращення існуючих архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності;
- розробка проекту будівлі громадського призначення з врахуванням заходів для досягнення енергоефективності.

Об'єктом дослідження є архітектура громадських будівель різної поверховості.

Предметом дослідження є принципи формування архітектурно-просторової структури громадських будівель та їх вплив на енергоефективність.

Інноваційність: визначені закономірності та особливості формування енергоефективних архітектурно-просторових структур громадських будівель.

Практичне значення: визначено архітектурно-будівельні прийоми підвищення енергетичної ефективності будівель залежно від їх архітектурно-просторового компонування.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботі, опублікованій у співавторстві, автору належать такі: [1] – розглянуто аналіз прикладів основних об'ємно-планувальних параметрів будівель та припущення щодо їх впливу на тепловтрати та з метою виявлення енергоефективних та раціонально організованих рішень з урахуванням принципів енергозбереження в будівництві. Дано визначення коефіцієнту компактності будівлі.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції та підготовлено виступ на ЛІІІ Всеукраїнській науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024), яка відбулася 20-22 березня 2024 року.

Публікації [1]:

Брижик Н. М., Блащук Н. В. Вплив архітектурно-просторового компонування на енергоефективність будівлі. *LIII Всеукраїнська науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024)* : матеріали всеукр. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Вінниця, 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/21030/17426> (дата звернення: 25.04.2024).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФОРМИ БУДІВЛІ НА ЇЇ ЕНЕРГОВИТРАТИ

У більшості високорозвинених країн існують стандарти, які застосовуються для визначення вимог до коефіцієнта ізоляції зовнішніх стін, а також відповідні комп'ютерні програми для вимірювання тепловтрат у спроектованих будівлях і розрахунку кількості електричної та теплової енергії, необхідної для опалення та вентиляції будівлі. Хоча ці програми здатні розрахувати втрати тепла в спроектованих будівлях, вони не можуть визначити їхню оптимальну форму. Крім інших численних факторів, які впливають на екологічну та ергономічну цінність архітектурного проекту, сама форма будівлі може значно скоротити витрати на будівництво та обслуговування об'єкта. Оптимальна форма будівлі дуже важлива для енергоефективності, а також дотримання екологічних та ергономічних стандартів, що застосовуються для просторового вирішення будівлі [1]. Ці фактори повинні бути проаналізовані архітектором ще в початковий етап проектування, тобто поки розробляється візуальна концепція об'єкта. Для різних форм об'єкта, з однаковою площею плану та однаковою якістю ізоляції зовнішніх стін, площа цих стін може бути дуже різною, тому кількість будівельних матеріалів, необхідних для будівництва, а також тепловтрати в результаті його обслуговування також можуть істотно відрізнятись.

1.1 Визначення оптимальної форми будівлі з точки зору енергозбереження

Теоретично коло є ідеальною фігурою для будівлі (рис. 1.1), оскільки має найменший периметр зовнішніх стін порівняно з іншими геометричними фігурами такої ж площі [1, 2]. Переваги кола були підтверджені протягом багатьох років будівельної діяльності в багатьох різних культурах і на різних континентах. Так, круглі будинки є традиційним житлом в Азії та в Америці.

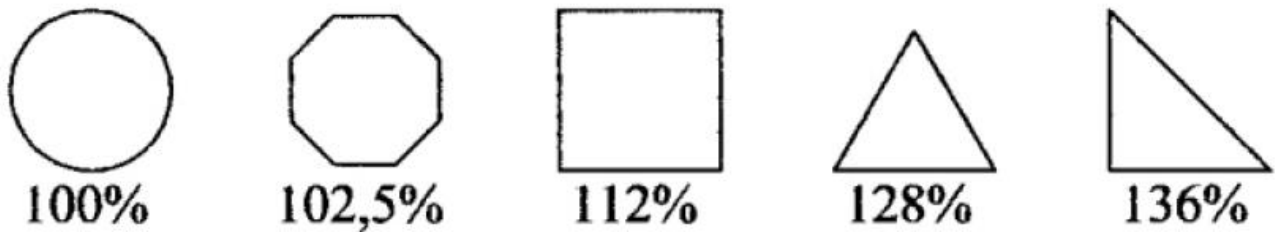


Рисунок 1.1 – Зростання зовнішнього периметру будівлі для базових геометричних фігур однієї площі

У сучасній цивілізації будинки зазвичай будуються прямокутної форми в планах. Це в основному є результатом індустріалізованого виробництва, оскільки легко виконувати масове виробництво простих, повторюваних і однакових будівельних елементів, а також предметів інтер'єру. Виготовлення прямокутних несучих конструкцій із бетону набагато дешевше, ніж виготовлення нетипових круглих збірних чи монолітних або гнутих сталевих конструкцій. Крім того, прямокутні елементи простіше комбінувати і складати з них більш складні функціональні конструкції. Крім того, неможливо спроектувати кожен будівлю круглою в плані – через розміри та форму будівельної ділянки, а також функціональні вимоги та комфорт житлових будинків, в яких кімнати досить малі та пристосовані до облаштування масово виготовленими прямокутними елементами.

Порівнюючи дві прямокутні будівлі однакової площі, можна легко помітити вплив деталювання більш скульптурного плану на збільшення довжини зовнішнього фасаду та – як наслідок – зростання вартості будівництва та втрати енергії у побудованому об'єкті. У двох спроектованих прямокутниках однакової площі (рис. 1.2), але з появою трьох спроектованих виступаючих або зубчастих елементів довжина зовнішніх стін збільшується на 57% [2]. При цьому виникає ефект розчленованого зовнішнього периметру будівлі, який математично можна розглядати як «геометричний дефект прямокутної проекції».

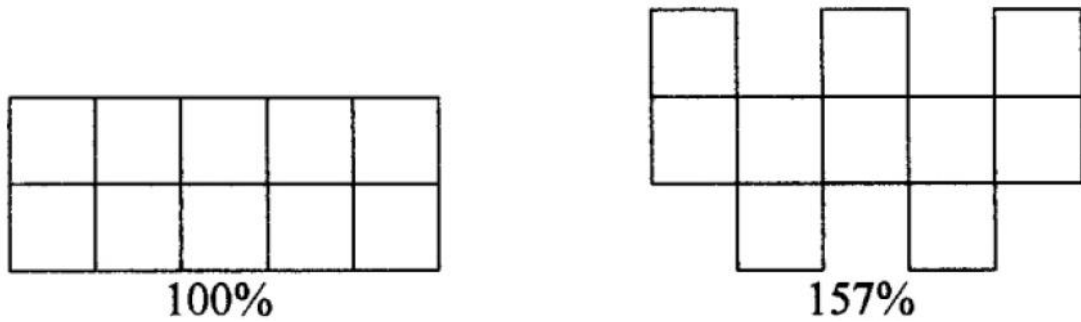


Рисунок 1.2 – Геометричний дефект прямокутної проекції будівлі

Зростання площі зовнішніх стін, можна дуже добре проілюструвати на іншому прикладі 8 кубічних модулів (рис. 1.3). По відношенню до розташування цих кубів площа стін, підлоги та стелі, а також вартість самої інвестиції, а згодом і вартість опалення об'єкта можуть зрости навіть у два рази в ситуації, коли модулі будуть організовані як окремі відокремлені будівлі [3].

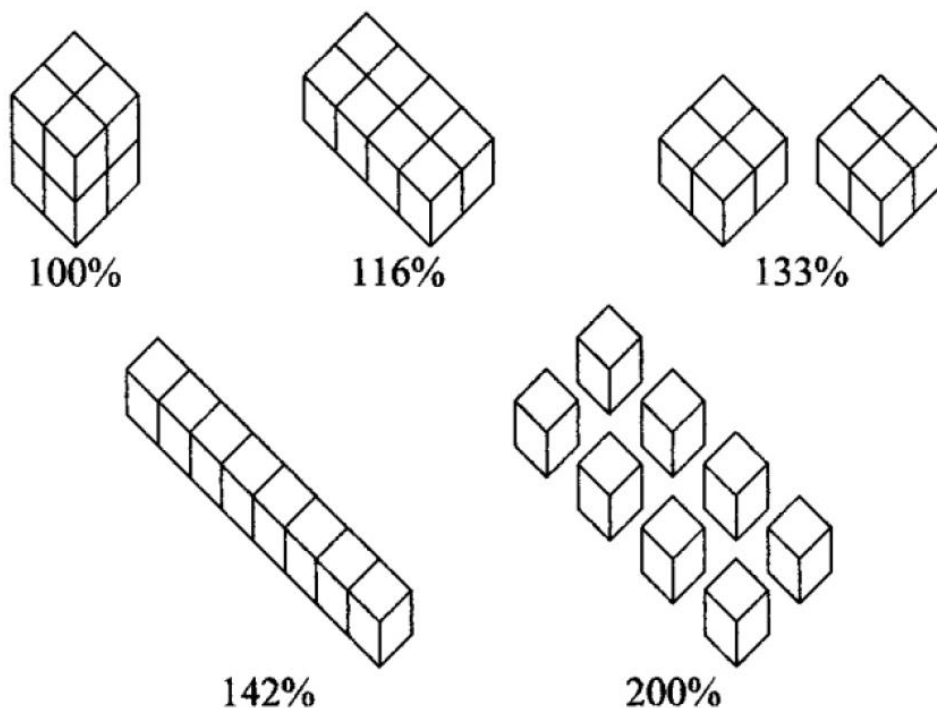


Рисунок 1.3 – Зростання площі зовнішніх стін в залежності від розташування модулів будівлі

При врахуванні сонячної радіації та вітру на тепловий баланс будівлі встановлено, що її оптимальна форма повинна бути прийнята наближеною до паралелограма. Витягнута і компактна форма без лишніх вигинів і вирізів

фасадів сприяє зменшенню втрат тепла. Вибір форми, орієнтації та розмірів будівлі дає можливість у теплий період року знизити вплив сонячної радіації на оболонку, і, відповідно, зменшити витрати будівлі на її охолодження (рис. 1.4). Принципи проектування повинні базуватись на підвищенні компактності об'ємної форми будівлі для зменшення питомої поверхні внутрішньої площі тепловіддачі з використанням коефіцієнта компактності K ($\text{м}^2/\text{м}^3$) [1, 4].

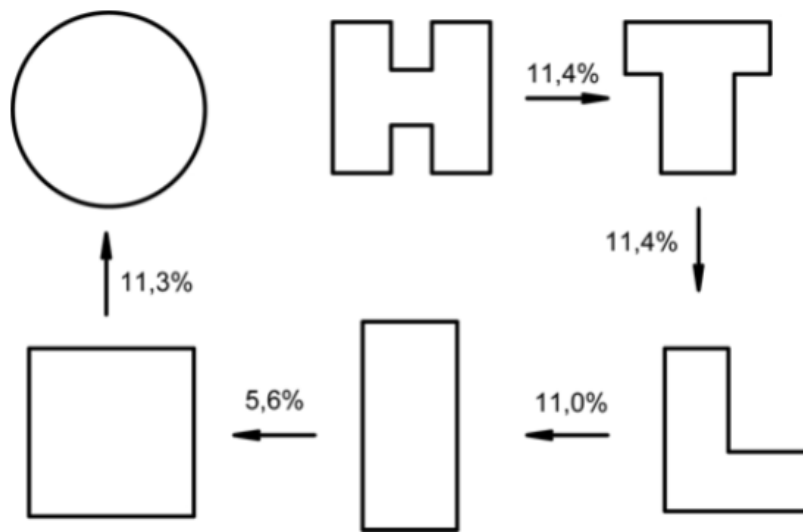


Рисунок 1.4 – Вплив конфігурації плану будівлі на його енергоспоживання (стрілкою показано напрямок зростання енергоефективності)

Коефіцієнт компактності (K) – показник геометричної компактності будівлі. Будівлі з високим K більш компактні і навпаки. K , фактор, що залежить від форми, генерується шляхом порівняння співвідношення об'єму до поверхні будівлі та куба з ідентичним об'ємом. Тут площа поверхні включає всю площу, яка піддається впливу зовнішнього середовища, тобто суму стін, даху та площі першого поверху. Чим вище значення K , тим компактніше будівля. Коефіцієнт компактності K ($\text{м}^2/\text{м}^3$) визначається як [1, 5]:

$$K = \frac{\left(\frac{\text{Об'єм}}{\text{Площа поверхні}} \right)_{\text{Будівлі}}}{\left(\frac{\text{Об'єм}}{\text{Площа поверхні}} \right)_{\text{Еталонного куба}}} = \frac{(\text{Площа поверхні})_{\text{Еталонного куба}}}{(\text{Площа поверхні})_{\text{Будівлі}}}. \quad (1.1)$$

Форма будівлі має величезний вплив на величину використання енергії, особливо в офісних будівлях через їх величезні площі скління. Проектування з належним урахуванням кліматичних питань веде до покращення енергетичних показників. Проаналізуємо вплив форм і орієнтацій будівель на енергетичну ефективність малих, середніх і високих офісних будівель у помірному кліматі. Метод базується на аналізі результатів моделювання, отриманих за допомогою програмного забезпечення для енергетичного моделювання з використанням методів кореляції та множинної лінійної регресії. Аналіз розглядає шість різних форм будівель: прямокутник (1:1, 1:1,5, 1:2), Т, L і U (рис. 1.5). Усі розглянуті форми мають ідентичну конструкцію та співвідношення вікон і стін. Мета полягає в тому, щоб встановити зв'язок між впливом відносної компактності будівлі (K) на енергетичну ефективність офісних будівель у трьох різних розмірах: малих, середніх і високих [6, 7].

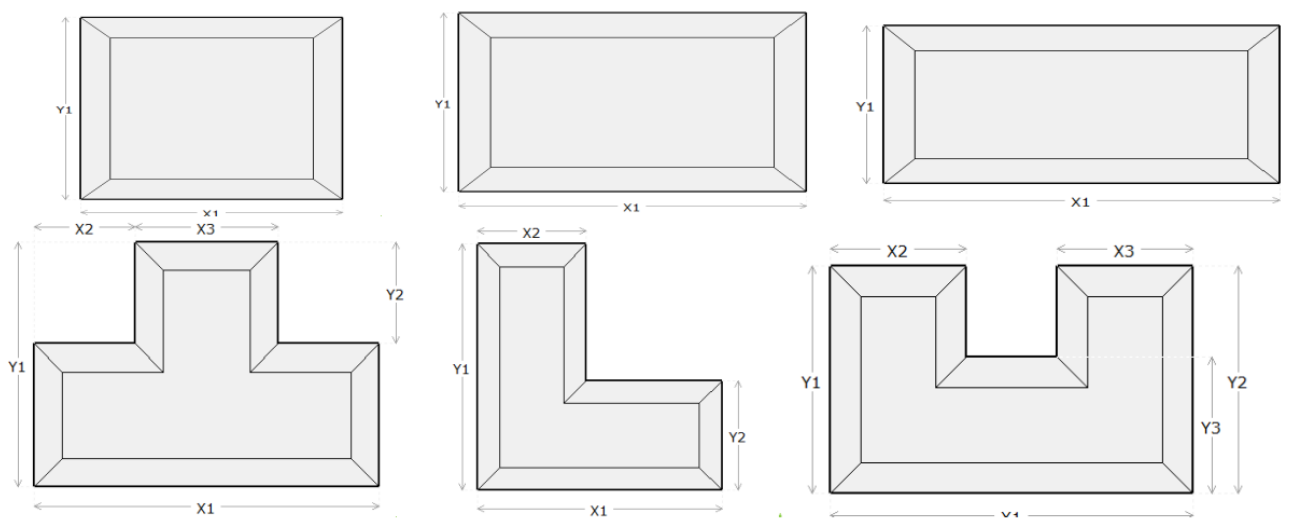


Рисунок 1.5 – Вибрані фігури будівель для енергетичного моделювання:

прямокутна (1:1, 1:1,5, 1:2), Т, L і U

Можна зробити наступні висновки щодо зв'язку між компактністю (K) та навантаженнями на охолодження та нагрівання в трьох групах висоти будівлі [8-10]:

- результати свідчать про те, що орієнтація має дуже незначний або незначний вплив на енергетичне навантаження офісної будівлі в помірному кліматі;

- оскільки будівля стає компактнішою, навантаження на охолодження для високих офісних будівель зменшується з вищою швидкістю, ніж для категорій середнього або малого розміру. K (компактність) має незначний вплив на охолоджувальні навантаження невеликої офісної будівлі;

- оскільки будівля стає більш компактною, навантаження на опалення для високих офісних будівель зменшується швидше, ніж для двох інших категорій розміру;

- вплив K (компактності) збільшується на опалювальне навантаження зі збільшенням висоти;

- кореляційний аналіз і моделі множинної лінійної регресії показують, що існує сильна негативна кореляція між K (компактністю) будівлі та опалювальним навантаженням у трьох категоріях будівель, тобто чим компактніша будівля, тим меншим буде навантаження на опалення в цьому кліматі.

Отже, для зменшення витрат енергії, необхідної для будівництва будівлі та в подальшому протягом років її обслуговування до етапу утилізації, оптимальною формою будівлі буде проста і компактна форма, яка, може виглядати як півсфера (купол) або прямокутна коробка чи куб, без заглиблень і виступаючих частин. Наведені міркування стосуються лише таких проблем, як енергоспоживання при будівництві будівлі та енергозбереження під час її обслуговування. Тут не враховуються інші архітектурні аспекти, такі як функціональна та естетична цінність, а також задоволення мешканців, що живуть в унікальному та красивому місці. Однак часто ускладнення форми будівлі чи її нестандартне вирішення може призвести до зростання витрат як на енергозабезпечення, так естетичні втрати.

1.2 Просторове розміщення енергозберігаючих будівель

Коли йдеться про проектування енергозберігаючих будівель, дуже важливо розробити правильне розташування корисних площ відповідно до географічних напрямків. Щоб досягти цього, слід враховувати наступні аспекти:

- приміщення, де люди перебувають найдовше, має мати найвищий тепловий комфорт, і повинні розташовуватися з південної, східної та західної сторін з найбільшою кількістю сонячного світла (у випадку окремого будинку це: житлові кімнати, а також кухня та санвузли);
- з північної сторони слід розташовувати допоміжні приміщення, в яких температура може бути нижчою, що служить своєрідним тепловим буфером (в приватному будинку це: підвал, гараж, комора, гардеробна, котельня, пральня тощо).

Визначено, що оптимальні розміри житлових приміщень по відношенню до їх географічного напрямку [7]:

- з південного, східного та західного боку житлові кімнати не повинні бути глибше 5,5 м;
- з північного боку – не глибше 3,5 м.

Однією з характерних рис енергозберігаючих будівель є зимові сади – або оранжереї, які розташовуються з того боку, де є найбільше сонячного світла. У існуючих будівлях це переважно кубічні простори, додані до початкової форми будівлі, тоді як у новозaproєктованих будівлях функція зимового саду може стати невід'ємною частиною всієї будівлі. Теплична функція може принести деякі переваги, такі як [8, 11]:

- термічний буфер для південної сторони, яка найбільше піддається сонячному світлу;
- взимку, особливо в сонячні дні, зимовий сад вловлює та збирає сонячну енергію.

Але влітку зимові сади можуть освітлюватись та нагріватись більше, ніж потрібно, тому необхідно передбачити відповідну систему затінення та вентиляції. Теплична ідея дуже близька до ідеї «будинок в будинку». Це цікаве рішення можна описати на прикладі Литви, де середньовічна будівля неподалік Вільнюса разом із землею навколо неї була перекрила скляними кубами під час реставрації (рис. 1.6).

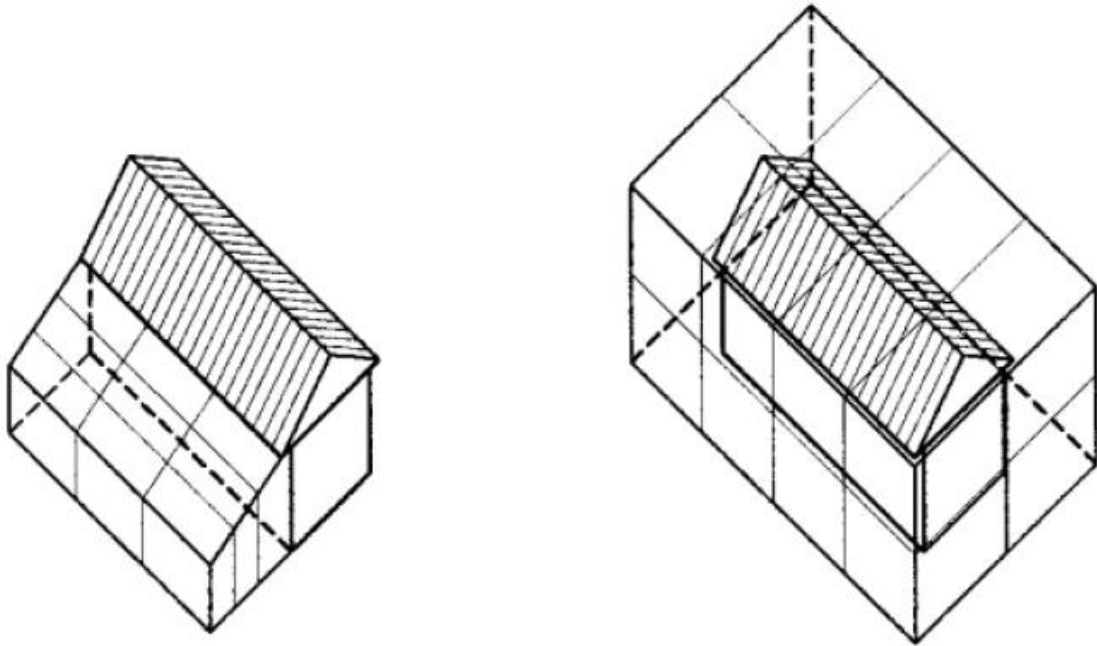


Рисунок 1.6 – Перехід від будинку із зимовим садом до ідеї «будинок в будинку»

1.3 Вплив на енергозбереження вікон та світлопрозорих огорожуючих конструкцій фасадів

Наступним важливим фактором, що впливає на енергозбереження є розмір вікон на фасадах будівлі.

Вікна є лідером серед огорожуючих конструкцій за втратами тепла [7]. Сучасні вікна можуть частково компенсувати витік теплової енергії припливом променистої сонячної енергії [12]. В умовах помірно континентального клімату вони можуть демонструвати такий же або навіть більш сприятливий тепловий баланс в холодну пору року, ніж у зовнішніх стін. Але це справедливо лише для

скління південних фасадів. Таким чином, можна констатувати, що розмір і пропорції будівлі значною мірою визначають площу огорожень, а також втрати та надходження енергії (залежно від кількості вікону будівлі) [13, 14].

Враховуючи розглянуті проблеми, енергетична ефективність вікон у зимовий період повинна бути особливо ефективною. Коли світить сонце, вони повинні пропускати максимальну кількість променистої енергії, щоб втрати тепла, зокрема, в темний час доби була мінімальною.

В Україні помірний клімат, де різниця між літньою та зимовою температурами може досягати кілька десятків градусів, а кількість сонячного світла становить близько 4500 годин на рік. Влітку близько 8 тижнів температура сягає до $+32^{\circ}\text{C}$, а в зимку вночі може опускатись до мінус $20-30^{\circ}\text{C}$. Приблизно 6 тижнів вдень можна спостерігати велику хмарність, яка практично унеможливорює вловлювати та збирати сонячну енергію. Проаналізувавши результати дослідження, проведеного згаданою групою експертів для будівельної компанії, можна зробити висновок, що для такого клімату оптимальні розміри вікон:

- На південній стороні фасаду: до 50% площі висоти;
- На східних і західних фасадах: до 30%;
- На північних: до 25% .

Інші пропозиції щодо вікон:

- Обов'язковість встановлення тіньових систем з півдня, сходу та заходу;
- Мінімальний коефіцієнт теплопровідності для вікна: $= 1,0 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Окрім уловлювання сонячної енергії взимку, будівлю слід захищати від надмірного сонячного світла влітку. Щоб зменшити кількість сонячного світла, слід розглядати зелені перегородки як природне та екологічне рішення. Ефективно не лише садити дерево на південній стороні, а ще й повзучу рослину біля стіни. Вони затіняють будівлю влітку, але коли восени опаде листя, сонячне світло матиме легкий доступ до них. Захист фасаду від надмірного нагрівання може здійснюватися за допомогою різноманітних жалюзей – від постійних

зовнішніх жалюзей, встановлених на фасаді будівлі до складних автоматично керованих рухомих жалюзей або рулонних штор. Такі автоматизовані рухомі системи затінення фасадів слід віднести до активного типу. Однак вони є лише технічним доповненням до всієї форми будівлі, яка сама по собі не забезпечує такого захисту.

Щоб захистити будівлю від перегріву природним шляхом, архітектор може спроектувати виступаючий дах, аркади або балкони з півдня, сходу та заходу. Це є пасивним планувальним рішенням. Взимку кут падіння сонячних променів інший, ніж влітку. Тому форму фасаду яка піддається впливу сонця, слід прораховувати під час проектування будівлі. Виступаючий карниз або глибокий балкон створюють свого роду пасивний захист від надмірного сонячного світла влітку, а взимку дозволяють сонячним променям проникати у приміщення (рис. 1.7).

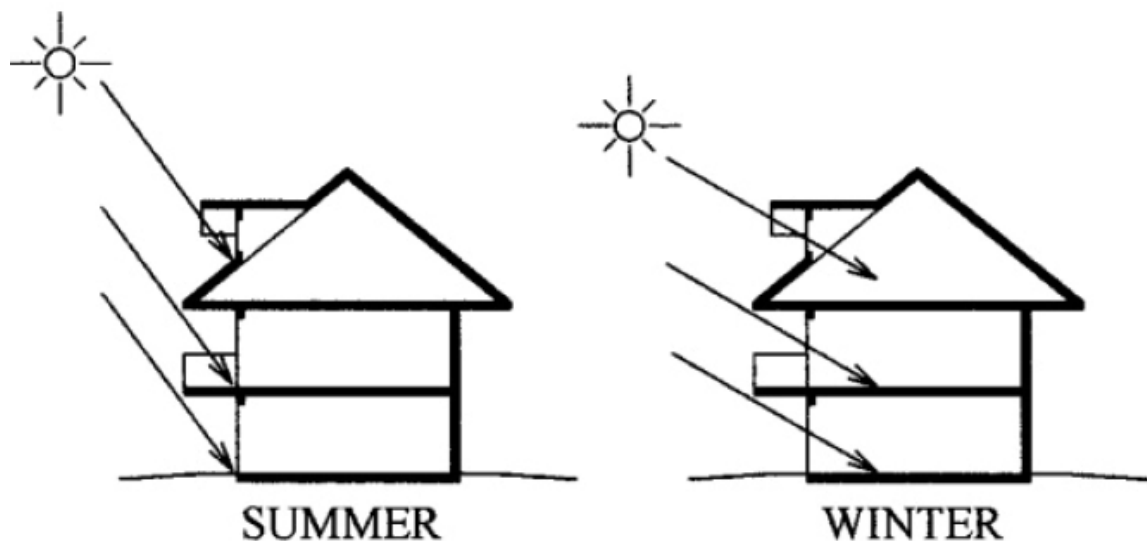
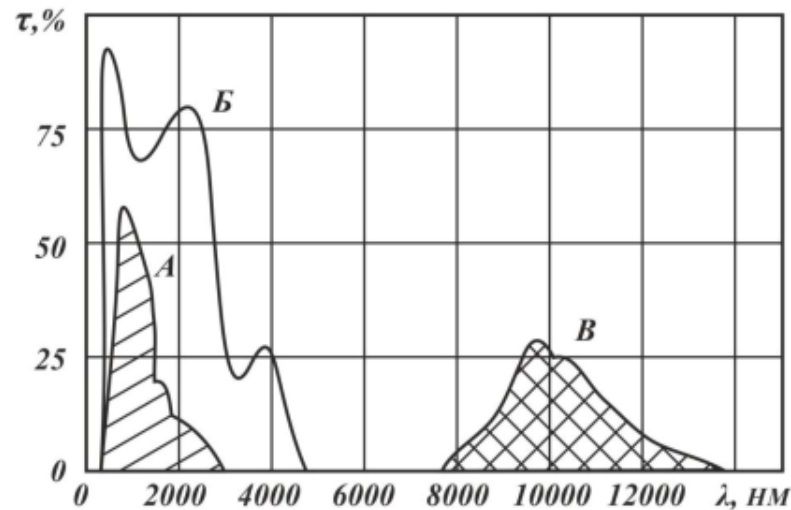


Рисунок 1.7 – Пасивний захист будівлі від надмірного сонячного світла

Надлишок енергії, який спостерігається в застаклених будівлях, може призвести до того, що влітку на охолодження будівель витрачається більше енергії, ніж на опалення взимку. У цьому випадку своєрідний парниковий ефект (рис. 1.8) можна обмежити використанням подвійного скла фасаду, а також застосуванням низькоемісійного скла. Це, однак, має негативний ефект, тобто шум, який є результатом прискорення гарячого повітря.



λ – довжина хвилі випромінювання; τ – значення величини енергії у відсотках

Рисунок 1.8 – Парниковий ефект та радіаційні властивості звичайного скла

У дуже високих будівлях існують спеціальні системи, що використовуються для зменшення швидкості повітря, що досягається переважно розділенням висоти на сектори. Теоретично природний потік гарячого повітря між скляними панелями у подвійному фасаді можна використовувати для приводу вітрових турбін, які вироблятимуть електроенергію (рис. 1.9).

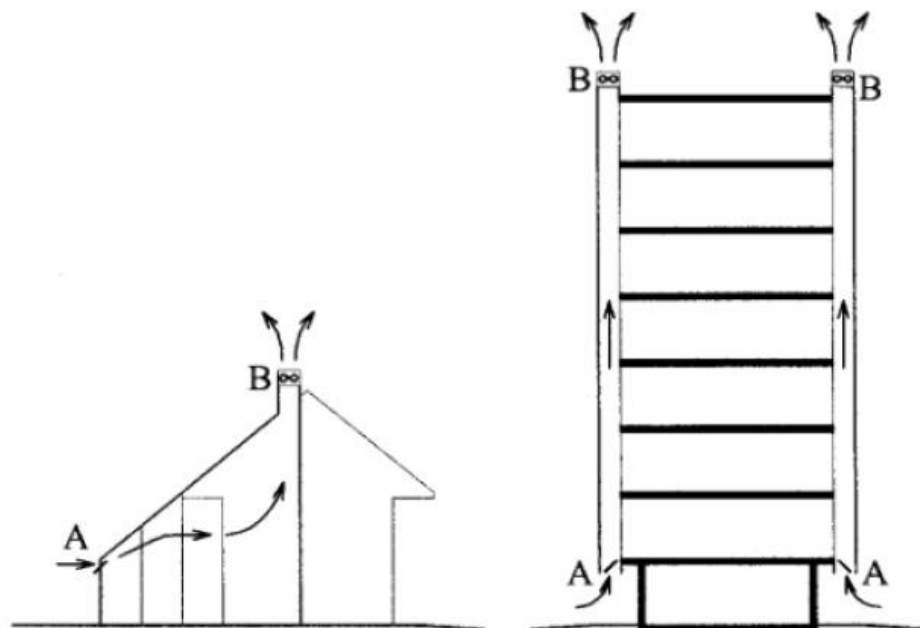


Рисунок 1.9 – Використання потоку гарячого повітря між скляними панелями у будинку із зимовим садом та висотній будівлі

Висновки за розділом 1

Отже, для зменшення витрат енергії, необхідної для будівництва будівлі та в подальшому протягом років її обслуговування до етапу утилізації, оптимальною формою будівлі буде проста і компактна форма, яка, може виглядати як півсфера (купол) або прямокутна коробка чи куб, без заглиблень і виступаючих частин.

Шукаючи шляхи збільшення поглинання сонячної енергії, пропонуються різні рішення для будівництва та модифікації фасаду. До них належать:

- а) склопакети фасадів, зимові сади та інші закриті зони будівлі, зменшення втрати енергії через витік тепла [15, 16];
- б) стіни «Тромбе» та інші системи непрямого теплообміну [17];
- в) сонячні колектори та інші активні енергопоглинальні системи [18].

Проте енергію в основному отримують сонячні промені, що проникають крізь вікна, а кожна додаткова проміжна зона або система накопичення зазнає деяких додаткових втрат, зменшуючи загальну кількість поглиненої енергії [19, 20].

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЛІ

2.1 Моделювання впливу форми на енергоефективність офісних будівель

Розглянемо моделювання впливу форми на енергоефективність офісних будівель, враховуючи широкий спектр типів клімату та енергетичним навантаженням будівель у вигляді освітлення, опалення та охолодження. Досліджували 16 модульних форм будівель, від одного до 25 поверхів висоти, але з такою ж корисною площею підлоги і об'ємом, які були змодельовані в 17 кліматичних зонах світу (рис. 2.1-2.2) [21].

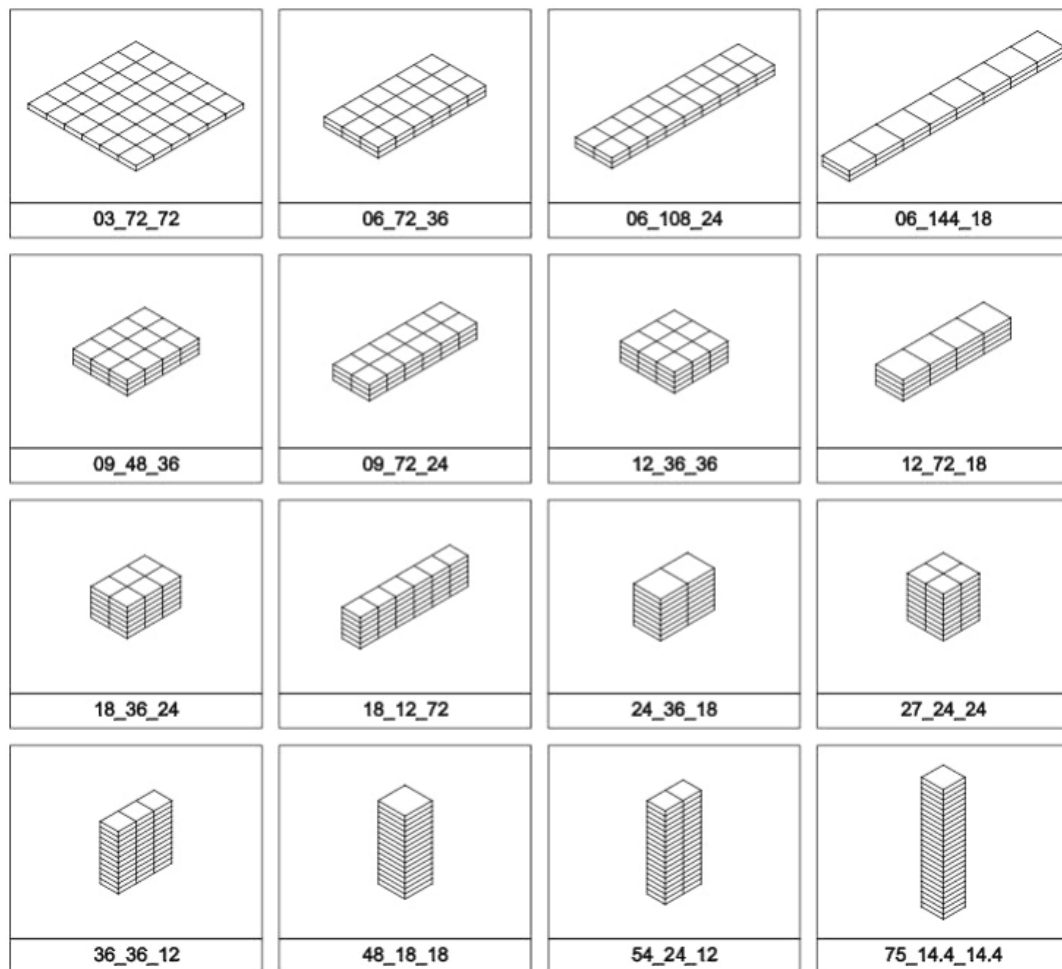


Рисунок 2.1 – Моделювання 16 ортоедричних форм будівлі

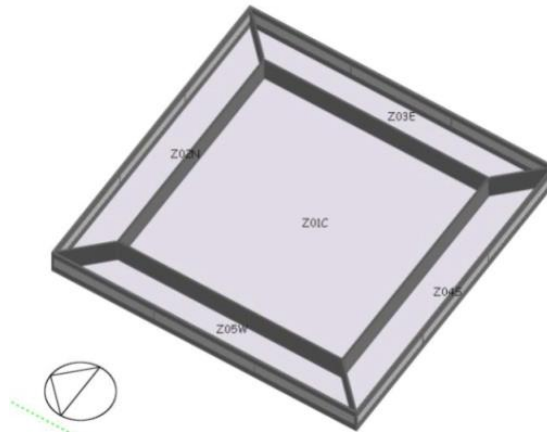


Рисунок 2.2 – Приклад внутрішнього розподілу кожного поверху в усіх формах будівлі

Основні висновки моделювання:

1) Виявлено чіткі закономірності зв'язку між формою будівлі та її енергетичними характеристиками відповідно до кліматичних умов. Найефективніші форми будівель у теплому кліматі – відносно невисокі та не надто компактні. Натомість більш компактні форми мають кращі характеристики енергоефективності в холодному кліматі. Загалом, вищі форми пропонують найгіршу енергоефективність у теплих кліматичних умовах, тоді як нижча форма забезпечує найгіршу енергоефективність у холодному кліматі. Перш за все, було показано, що надзвичайно низькі, високі або розширені форми, як правило, демонструють найгіршу енергоефективність.

2) Чітка залежність між річними тепловими балансами та моделями енергетичних навантажень була виявлена в кожному з досліджуваних кліматів. Наприклад, незалежно від композиції конструкцій оболонки, форми з більшою сонячною енергією та меншим розсіюванням тепла через оболонку, як правило, збільшують навантаження на охолодження. Так само фігури з більшими тепловтратами через оболонку та меншим сонячним випромінюванням, як правило, збільшують опалювальне навантаження.

3) Вплив форми на енергетичну ефективність будівлі, як в абсолютних, так і у відносних значеннях, значно змінюється залежно від клімату. Загалом форма

будівлі має більший вплив на енергоефективність в сухому теплому кліматі, ніж у вологому теплому кліматі. Більш помітно впливає форма будівлі на енергоефективність у холодному, ніж у теплому кліматі.

4) Дослідження дійшло висновку, що є параметри, які сильно співвідносяться із компонентами енергетичних навантажень. Отже, параметри Стіна/Об'єм, Зовнішня поверхня/Об'єм і Стіна/Зовнішня поверхня демонструють чітку кореляцію з навантаженнями на освітлення, нагрівання та охолодження, відповідно.

Отже, дане дослідження надає інформацію, яка може стати основою для загальних рекомендацій щодо форми офісних будівель на ранніх етапах архітектурного проектування, щоб мінімізувати енергетичні навантаження.

2.2 Вплив вигнутих форм на енергоспоживання громадських будівель

Проаналізуємо вплив вигнутих форм на остаточне енергоспоживання громадських будівель шляхом вивчення трьох різних форм (рис. 2.3): прямокутної, горизонтальної вигнутої та вертикальної вигнутої. Коефіцієнт кривизни задано 0,2. Кожну з них було змодельовано для зими та літа та з вивченням впливу площі скління та зміни коефіцієнтів кривизни [22, 23]. Встановлено, що відмінності у формі будівель впливають на кінцеве енергоспоживання.

В результаті першого етапу після порівняння горизонтальної кривої, вертикальної кривої та прямокутної форми без скління показано, що енергоефективність прямокутника краща, ніж інші вигнуті форми [24].

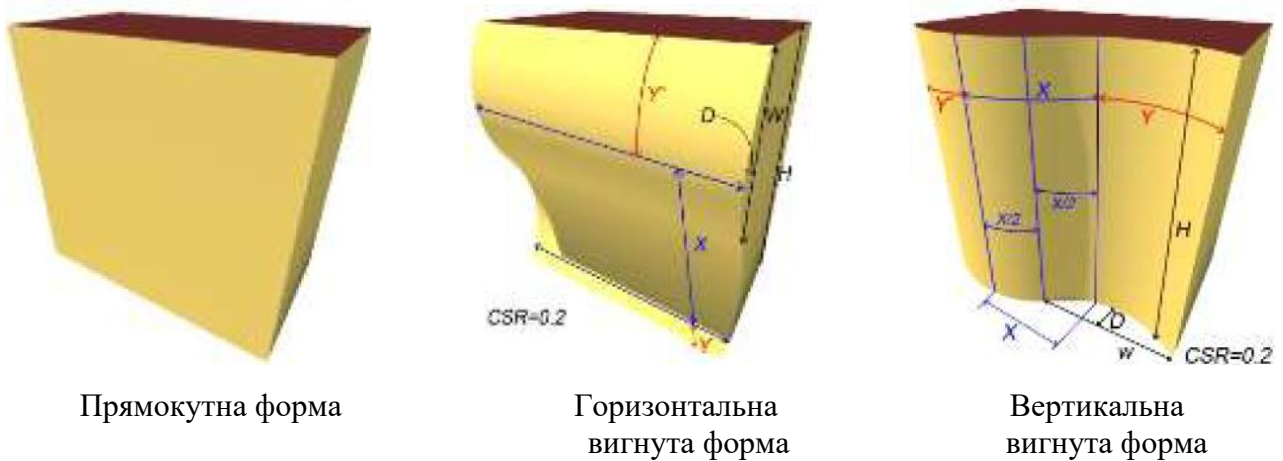


Рисунок 2.2 – Різні форми будівель для моделювання

Однак після додавання площі скління енергоефективність (рис. 2.4) горизонтальної кривої та прямокутної форми є майже однаковою та кращою, ніж вертикальна крива щодо навантаження на охолодження, але для опалення горизонтальна крива потребує менше енергії.

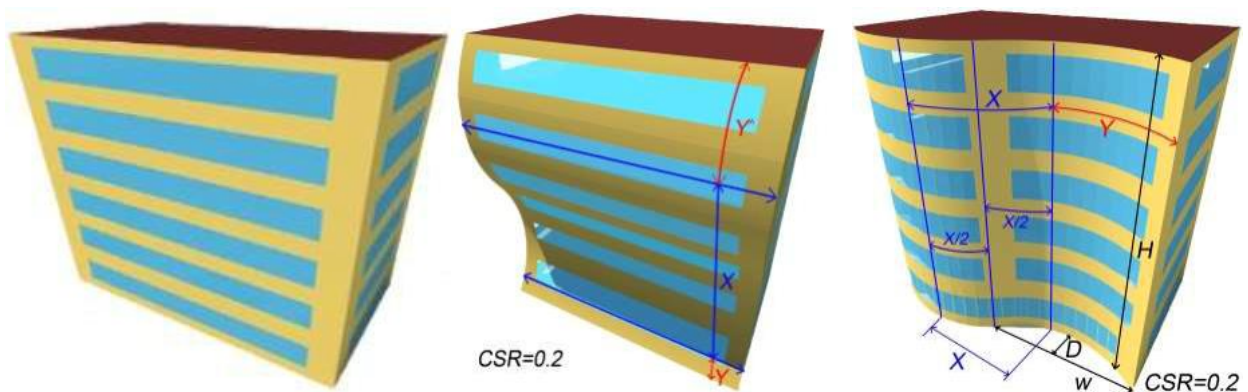


Рисунок 2.4 – Моделювання з додаванням площі скління відповідно до співвідношення площі скління до площі підлоги

Крім того, змодельовано вплив зміни коефіцієнта кривизни до 0,4 на енергетичну ефективність (рис. 2.5), і результат показує, що при збільшенні коефіцієнта величина охолоджувального навантаження для горизонтальної кривої значно зменшується. Однак для опалювального навантаження результат

абсолютно відмінний, це може бути пов'язано з впливом затінення на фасаді будівлі [25].

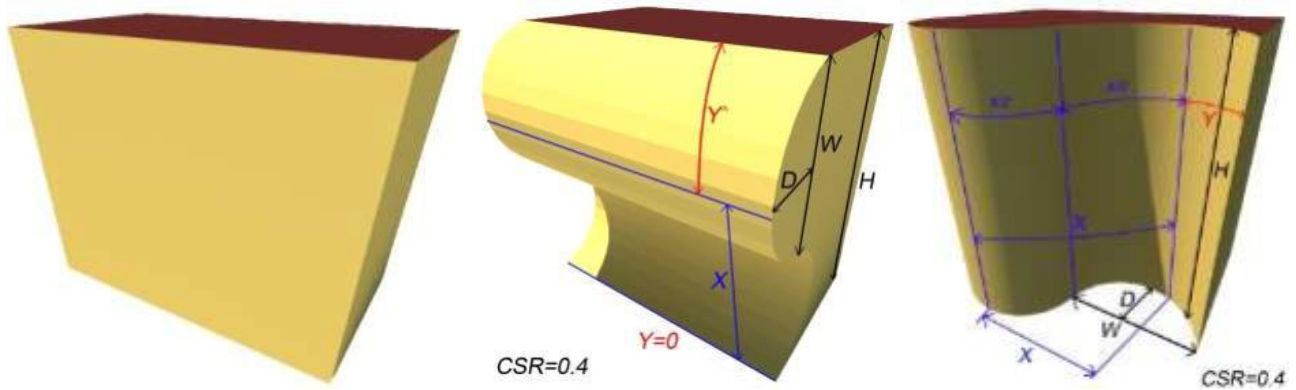


Рисунок 2.5 – Моделювання зі збільшенням коефіцієнта кривизни як для горизонтальних, так і для вертикальних форм

Висновки за розділом 2

Отже, горизонтальні вигнуті форми є більш придатними для жаркого клімату, оскільки зменшується кількості охолоджувального навантаження. Форми будівель з високим коефіцієнтом кривизни більш енергоефективні, ніж прямокутні з тим самим об'ємом і такими ж характеристиками.

Ретельний енергетичний аналіз проєктованих будівель дозволяє навіть в умовах несприятливої містобудівної ситуації розробити заходи щодо значного підвищення їх енергетичних показників. Конкретні заходи щодо коригування об'ємно-планувального, конструктивного та інженерно-технічного вирішення будівель необхідно розробляти з урахуванням аналізу природно-кліматичних умов будівельного майданчика.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Приклади сучасних енергоефективних будівель

Розглянемо цікаві приклади сучасних енергоефективних будівель [18, 26-27].

Перший проект – реконструкція заводу пива в Сан-Франциско (рис. 3.1). Архітектурною особливістю є використання оригінального фасаду з перфорованого металу, який виконує функцію сонцезахисту і дозволяє будівлі мати природну вентиляцію. Крім цього будівля має озеленену покрівлю, і ряд заходів по збору і рециркуляції води та інші технологічні особливості.



Рисунок 3.1 – Пивоварня в Сан-Франциско, США

Енергетична лабораторія при Підготовчій Академії Гаваїв є прикладом освітньої установи, яка отримала найвищий рейтинг по класу енергоефективності (рис. 3.2). Можна відзначити використання сонцезахисних елементів на південних фасадах, специфічну форму даху, що захищає від

північних вітрів, і організацію вентиляції всередині будівлі. Найбільші площі віконних проємів орієнтовані на південь. Ділянки даху, орієнтовані на південь, використовуються для геліоелементів. Вода з даху збирається в резервуар і частково використовується повторно.



Рисунок 3.2 – Енергетична лабораторія при Підготовчій Академії, Гаваї

One Angel Square – одна із найновіших офісних будівель з найвищою відзнакою по енергоефективності (рис. 3.3). Вдень будівля генерує сонячну енергію для освітлення в нічний час. Бізнес-центр здатний переробляти дощову воду, подвійне покриття фасаду економить теплову енергію, системи вентиляції забезпечують природну циркуляцію повітря. В архітектурному вигляді можна відзначити обтікаєму форму, подвійний фасад, вікна розташовані під кутом для більшої світлопропусканості. Між двома шарами застління фасаду над віконними проємами встановлені елементи сонцезахисту.



Рисунок 3.3 – Офісна будівля Angel Square, Манчестер, Велика Британія

Новий студентський центр, який в даний час будується в Лондоні, запроектований з усіма технологічних рекомендаціями і методами енергозбереження розглянутими вище. Особливістю енергоефективної архітектури, знову виступає сонцезахисна система у вигляді перфорованих металевих панелей (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – LSE's New Students' Centre, Лондон, Велика Британія

3.2 Визначення основних критеріїв оцінки геометричних характеристик будівлі

У загальному випадку архітектурні рішення будівлі залежать від вимог ділянки і навколишнього середовища, типу будівлі, естетики і систем функціональних зв'язків, що охоплюють об'єми певних пропорцій або їх поєднання. З точки зору потреби в енергії чи інших ресурсах, головною особливістю наведених комбінацій або композицій є їх компактність, пов'язана з проблемою ефективного використання сукупності зовнішніх огорожувальних елементів будівлі (огорожувальних конструкцій), що огорожують певну опалювальну площу та їх властивості.

Життєвий цикл будівлі складається з кількох етапів, включаючи будівництво, експлуатацію та знесення. На етапах будівництва та знесення компактність безпосередньо впливає на споживання ресурсів, тому що необхідна кількість будівельних матеріалів, а отже, і енергія, необхідна для їх видобутку, обробки, транспортування та використання для будівництва, залежить від можливості будівлі містити як якомога більше ефективної (корисної) площі підлоги в її об'ємі. Крім того, будівлі з меншою площею зовнішнього огороження, які охоплюють однакову опалювальну площу, будуть відчувати менші втрати енергії, що важливо на етапі експлуатації будівлі. На рис. 3.5 для порівняння представлені площі поверхні для різних тривимірних форм, що містять однаковий об'єм.

Для визначення ефекту компактності слід розглянути критерії його оцінки, що дозволить порівняти наявні рішення з найбільш компактним (еталонним) рішенням. Для цього в літературі пропонуються різні методи [28, 29].

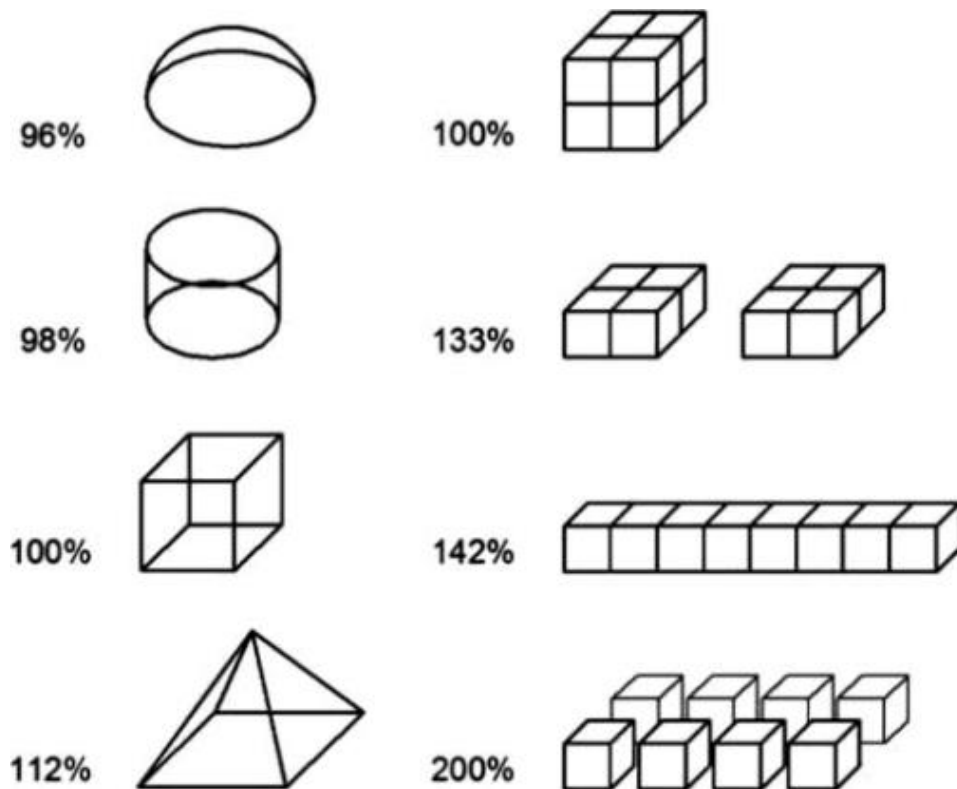


Рисунок 3.5 – Площі зовнішніх поверхонь будівель різної тривимірної форми з однаковим об'ємом

Для перевірки впливу форми на потребу в опаленні, виражають компактність через коефіцієнт форми SF , що відповідає відношенню довжини до глибини одного типового поверх будівлі.

Іншими варіантом при дослідженні вплив форми на будівництво, витрати на енергію та життєвий цикл шляхом порівняння прямокутних, Н- та зіркоподібних будівель однакового розміру, є акцент на співвідношенні площі зовнішніх стін (фасадів) до початкової площі підлоги EWA/FA .

Однак співвідношення площі зовнішньої оболонки будівлі до її внутрішнього об'єму A/S є найбільш широко використовуваними відносними значеннями для оцінки компактності будівлі. Це значення ще називається коефіцієнтом форми, що характеризує зв'язок між споживанням енергії та формою будівлі [30].

Спрощений метод аналізу для прогнозування впливу форми офісної будівлі на її річне охолодження та загальне споживання енергії базується на

заміні коефіцієнта форми відносною компактністю (RC), яка вказує на співвідношення між коефіцієнтом форми проекрованої будівлі (A/V) та мінімальним фактором форми прямокутної (еталонної) будівлі.

RC показує відхилення форми будівлі від найкращого (еталонного) результату [31]:

$$RC = \frac{(A/V)_{building}}{(A/V)_{ref}} = \frac{A_{ref}}{A_{building}}. \quad (3.1)$$

Проте виникає питання, чи є коефіцієнт форми A/V і похідне значення RC найкращим вираженням компактності, оскільки будівлі однакової архітектурної форми та об'єму можуть відрізнятися плановими рішеннями, а також поверховістю; тому їхня корисна (опалювана) площа підлоги може бути різною. RC не залежить від цих параметрів будівлі.

Будівля, яка містить більшу площу в тому самому огороженні, буде ефективнішою та енергоефективнішою. У формулі (3.2) пропонується виражати компактність через співвідношення між площею огорожень (A) будівлі та закритою корисною (опалюваною) площею підлоги (S) через співвідношення A/S , що показує ефективність використання геометрії будівлі, а не використання A/V . Безрозмірне співвідношення A/S може називатися «геометричною ефективністю, GE ($GE=A/S$) або площею огорожувальних конструкцій на одиницю опалювальної площі [31]:

$$RGE = \frac{(A/S)}{(A/S)_{ref}} = \frac{GE}{GE_{ref}}. \quad (3.2)$$

На рисунку 3.6 наведено значення GE об'ємів прямокутної форми різної компактності та пропорцій. Як показано на рис. 3.6, найкомпактніші та найбільші об'єми будівлі є найкращими.

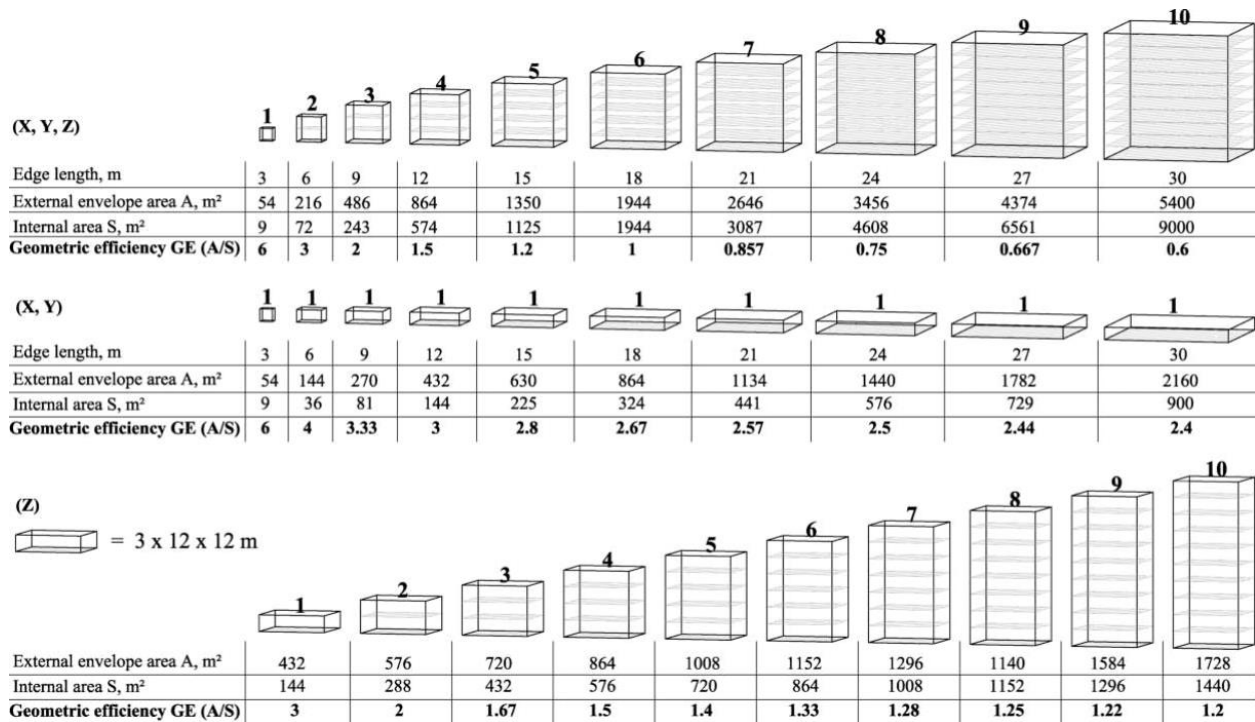


Рисунок 3.6 – Геометричні параметри різних ортогональних об'ємів різних розмірів і пропорцій

Будинки, які не є компактними, але містять більші площі, можуть отримати значення GE, подібні до тих, що є у компактних будівель. Це означає, що як компактні, так і некомпактні будівлі можуть мати однакові значення GE. Тому пропонується використовувати відносний GE (RGE) (3.2) замість співвідношення RC, рівного $RC = (A/V)/(A/V)_{ref}$.

$GE_{ref} = (A/S)_{ref}$ є оптимальною геометричною ефективністю будівлі з певною площею, що відображає її еталонну геометричну ефективність, тоді як RGE показує відхилення спроектованої будівлі геометричної ефективності від GE_{ref} або його потенціалу до ефективного використання енергетичних та матеріальних ресурсів [31]. Еталонним вважається об'ємне рішення будівлі, найближче до кубічної форми. Куб добре підходить для формування і ефективного використання внутрішніх просторів. Тому він більше підходить для цих цілей, ніж об'єми з криволінійними поверхнями.

Зазвичай висота поверху (h) будівлі приймається за фіксоване значення. Це означає, що лише в деяких випадках пропорції еталонної будівлі збігаються з

пропорціями звичайного куба. Тому GE_{ref} знаходиться шляхом розв'язання задачі оптимізації (мінімізації) площі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, коли загальна опалювальна площа будівлі S і бажана висота поверху h (які при перемноженні дають об'єм V) – вихідні дані. Довжина, ширина та поверховість будівлі є невідомими величинами. На рис. 3.7 наведена спрощена модель визначення енергоефективності будівлі [31].

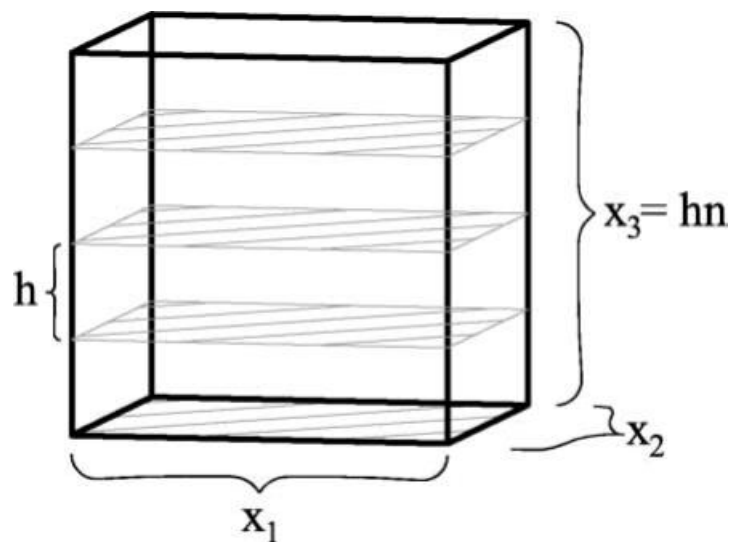


Рисунок 3.7 – Спрощена стандартна модель еталонної будівлі: x_1 – довжина будівлі; x_2 – ширина будівлі; x_3 – висота будівлі; h – висота поверху; n – поверховість

Описану математичну задачу знаходження GE_{ref} можна розв'язати вручну (шляхом виконання ряду ітерацій) або за допомогою різних пакетів математичних програм, у т. ч. Microsoft Office Excel.

3.3 Архітектурно-будівельні прийоми підвищення енергетичної ефективності будівель

Можна виділити три напрямки підвищення енергетичної ефективності будівель [32, 33]:

- скорочення енергетичних затрат на опалення, вентиляцію та забезпечення інших форм екологічного комфорту шляхом покращення технічних рішень в проєктованій будівлі;
- використання в енергетичному балансі будівлі відновлюваних джерел в межах власних енергоресурсів, якими володіє будівля;
- освоєння і залучення в енергетичний баланс будівлі додаткових резервів енергії відновлювальних джерел із навколишніх зон атмосфери, гідро- та літосфери, що примикають до будівлі.

Скорочення власних енергетичних затрат будівлі можливе на основі наступних технічних заходів:

А. На стадії містобудівного проєктування [18]:

1. Вивчення місцевих природно-кліматичних факторів району будівництва з енергетичної точки зору і їх поділ на дві умовні категорії – позитивну і негативну шляхом порівняння із необхідними енергетичними і екологічними параметрами проєктованої будівлі чи мікрорайону.

2. Прив'язка проєктованої будівлі на ділянці, яка має найбільше число природно-кліматичних факторів з енергетичним знаком (+), тобто в найбільшій мірі нейтралізує негативні фактори зовнішнього середовища (захищена від холодних вітрів взимку, розміщена в лісопарковій зоні з південного схилу рельєфу, захищена від перегрівання в найбільш спекотні години, мікроклімат локально пом'якшений впливом водойми, що примикає до ділянки, рясне затінення від дерев, кущів і т.п.).

3. Штучне підсилення енергетично нейтралізуючого впливу на негативні природно-кліматичні фактори умовно негативної категорії шляхом

ціленаправленої організації рельєфу і виконання інших ландшафтних заходів (створення захисного рослинного земляного бар'єру на шляху холодних вітрів, влаштування водойми чи системи водойм біля проектованої будівлі з метою локальної оптимізації енергетичних параметрів мікроклімату в районі розміщення будівлі).

4. Розміщення нового будівництва чи прив'язка нового об'єкту в районі існуючої забудови з групуванням об'єктів за ознакою протилежних енергетичних вимог до природно-кліматичних факторів зовнішнього середовища з метою оптимізації енергетичного балансу одного або всіх об'єктів групи шляхом захисту одного об'єкта іншим чи взаємного перерозподілу зовнішньої і внутрішньої енергії.

Б. На стадії архітектурного-проектування будівлі [17, 18]:

1. Зниження питомої площі зовнішнього огороження на одиницю об'єму будівлі шляхом максимально компактної компоновки будівлі, гранично допустимого збільшення об'єму єдиної будівлі на основі принципу блокування однорідних об'єктів, а також широкого застосування принципу об'ємного блокування різнорідних об'єктів, які об'єднують за ознакою протилежності знаку однотипних складових їх енергетичних балансів з забезпеченням економії енергії за рахунок взаємного врівноваження плюсів і мінусів енергобалансів взаємопов'язаних блоків.

2. Ціленаправлений вибір форми чи орієнтації будівлі чи її частини із врахуванням властивостей енергетичного поля відновлювального джерела чи інших енергетичних полів, які взаємодіють з будівлею.

3. Застосування прийомів об'ємної, просторової (геометричної) трансформації будівлі, споруди чи зміна енергетичних полів.

4. Більш широке використання літосферних форм будівель чи відносне збільшення об'ємів заглибленої частини будівель.

5. Введення зовнішніх конструктивних елементів, які забезпечують додатковий притік до будівлі енергії відновлювального джерела.

6. Поєднання в різних варіантах прийомів, наведених вище.

В. На стадії конструктивного проектування будівель [18, 20]:

1. Підвищення теплозахисних властивостей огорожуючих конструкцій наступними способами:

- нарощування товщини однорідного огороження чи теплоізоляційного шару в багатошаровому огороженні до значення, що забезпечує мінімум приведених затрат або заданий мінімальний рівень витрат енергії на опалення та вентиляцію будівлі;

- застосування ефективної теплоізоляції, в тому числі полегшеної, плитного, рулонного чи сипучого типу, що забезпечує досягнення тих же цілей;

- введення в огороження масивного тепло інерційного шару, наприклад, води, ґрунту, кам'яного набризку;

- введення повітряних прошарків і їх екранування, герметизація і наскрізне провітрювання;

- екрановане огороження (переважно зовнішнє), застосування насипного захисного шару із гравію чи інших матеріалів, що зменшують енергетичну проникність конструкції;

- застосування різного ступеню вакуумування огорожень чи введення в них вакуумованих елементів;

- зменшення теплової чорноти поверхонь повітряних прошарків чи вакуумованих елементів;

- геометрична трансформація огороження чи його чи їх елементів, наприклад, елементів захисту світлопрорізів, з метою регулювання термічного опору до значення, не меншого, ніж опір глухих ділянок конструкції;

- застосування трав'яного чи іншого рослинного шару, нанесеного на огороження чи розміщеного між його конструктивними елементами з метою підвищення захисних властивостей ґрунту;

- застосування інженерних рішень, які засновані на властивостях електростатичного, електромагнітного, магнітного та інших силових полів, для регулювання термічного опору і теплопередачі в огороженні;

- поєднання в різних варіантах прийомів, наведених вище.

2. Проектування конструкцій і систем, пов'язаних із застосуванням енергоактивних систем, розрахованих на відновлювальні джерела енергії з різною сутінню заміщення ними енергії невідновлюваних джерел.

3. Підвищення якості будівельних матеріалів та виробів, конструкцій і технологій їх монтажу.

3.4 Рішення енергоекономічних громадських будівель

В громадських енергоекономічних будівлях комфортність створюється архітектурними, об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, композиційними рішеннями, орієнтацією, розмірами і ступінь герметичності світлопрорізів, теплоізоляцією огороження, що представляє експлуатаційну ефективність і економічність опалення та вентиляції.

До заходів по підвищенню теплової ефективності відносяться [20, 32]:

- зменшення розчленованості зовнішніх стін будівель із скороченням показника питомого периметру зовнішніх стін до $0,25 \text{ м/м}^2$ загальної площі і менше (питомий периметр зовнішніх стін визначається як відношення периметру зовнішніх стін до загальної площі поверху);

- збільшення ширини корпусу будівлі за рахунок збільшення глибини приміщень і кухонь та санвузлів;

- максимальне можливе скорочення площі світлових прорізів (віконних і дверних);

- розміщення ліфтів в глибині корпусу будівлі;

- створення широтних чи меридіональних будівель (блок-секцій) з координатами через 1-2 поверхи.

Можна виділити кілька типів вихідних об'ємно-планувальних рішень: точковий, лінійний, терасний.

Зменшення тепловтрат точкових будівель досягається створенням компактних (близьких до квадрата) планувальних рішень, збільшенням їх розмірів в плані.

Лінійні будинки з меридіальною орієнтацією поздовжньої осі мають дворівневе блокування приміщень, що дозволяє організувати широкий корпус, підвищує теплову ефективність форми будівлі. Цьому сприяє також велика протяжність корпусів. Дворядне блокування приміщень сприяє зменшенню інфільтрації холодного повітря. Удосконалення форм лінійних будівель з широтною орієнтацією полягає в збільшенні протяжності корпусів і застосуванні максимально можливої поверховості. Для зменшення тепловтрат до північної стіни можуть влаштовуватись прибудови паркінгів, господарських приміщень.

На теплову ефективність будівель терасного типу впливає крутість схилу, а також конфігурація приміщень, розміщення їх вздовж чи поперек схилу, розміри в плані, конфігурація заглиблених в ґрунт і зовнішніх стін. Має значення також орієнтація схилу. Найбільш сприятливі для розміщення будівель схили, зорієнтовані на південь. У терасних будівель меридіальної орієнтації економія тепла досягається дворядним блокуванням приміщень двосторонньої орієнтації, забезпеченням більшої глибини приміщень, розміщенням по схилу максимальної кількості поверхів (до 8-9 рівнів), обмеженням інфільтрації досягається проектуванням приміщень без наскрізного провітрювання.

Теплова ефективність будівлі залежить від впливу орієнтації будівлі по сторонах світу. Необхідно прагнути, щоб на північ була орієнтована найменша поверхня фасадів.

Мінімальні тепловтрати через зовнішнє огороження при інших рівних умовах – у будівель круглих і квадратних в плані; сферичних, кубічних і циліндричних чи прямокутних в плані з широким корпусом.

Найменш енергоефективними є одноповерхові будівлі складної в плані форми. Збільшення протяжності будівлі з 4 до 10 секцій знижує питомі витрати енергії на опалення до 5-7%. Збільшення ширини корпусу з 12 до 15 м дає 9-20% економії тепла, а підвищення поверховості будівлі з 5 до 9 поверхів – 3-5% [33-35]. Раціональною слід вважати таку орієнтацію будівлі, яка забезпечує максимальне тепло надходження від сонячної радіації в холодну пору року.

Висновки за розділом 3

Представлені дослідження показують, що при розгляді проектних рішень будівель, які базуються на економії природних ресурсів, постає проблема компактності будівлі, яка дозволяє отримати оптимальне співвідношення площі зовнішніх огорожень (контурів) будівлі до конкретної опалювальної площі.

Методологія, яка використовується для оцінки компактності будівлі (геометрична ефективність, GE), допомагає порівняти об'ємно-просторові рішення будівель і визначити потенціал будівництва для економії енергії та сировини.

Було встановлено, що геометрична ефективність будівлі залежить як від її розміру, так і від пропорцій.

Кожна будівля з певною опалювальною площею має свій стандартний геометричний ККД. Діапазон 5% найкращих значень GE включає об'єми будівель із співвідношенням між їхніми сторонами ($x_1:x_2:x_3$), що досягається при пропорціях 2:1:1; 10% – 2,7:1:1 і 20% – 4:1:1.

Найсильніший вплив розміру на потребу в енергії та інших ресурсах визначається для будівель, що охоплюють до 3000 м² опалювальної площі.

Результати, отримані в дослідженні, є корисними для пошуку рішень для зменшення енергетичного попиту будівель та визначення попиту на природні ресурси при розбудові нових житлових районів залежно від пропорцій і розміру будівель.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

Будівля концертного залу спроектована у місті Черкаси на березі річки Дніпро у розрізі концепції реконструкції набережної. Черкаси знаходяться у першій температурній зоні. Середня температура літа складає 23,5°C, зими – -5,0°C [36]. Переважає помірно континентальний клімат. Глибина промерзання ґрунтів – 1,0 м [37].

4.1.1 Опис генерального плану

При розробці плану благоустрою ділянки були враховані такі фактори: характер рельєфу, орієнтація по сторонах світу, напрямки панівних вітрів, що пов'язано з відповідними вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [38].

Проектована 3-х поверхова будівля розташована в міста Черкаси на березі річки Дніпро. Розміри ділянки становлять 93х68 м. Головним фасадом будинок орієнтовані на північ. Генеральним планом передбачається комплексний благоустрій ділянки забудови. Проїзди та тротуари асфальтуються. Територія максимально озеленена. Передбачається влаштування 30 паркомісць, з яких 6 передбачено для людей з інвалідністю і розміщуються безпосередньо біля будівлі [38-40].

Експлікація будівель і споруд наведена в табл. 4.1 Техніко-економічні показники генплану наведені в табл. 4.2

Таблиця 4.1 – Експлікація будівель і споруд

№	Найменування	Примітка
1	Проектована будівля	Проект.
2	Існуючі будівлі	Існуючі

Таблиця 4.2 – Техніко-економічні показники генплану

№	Найменування	Кіл-ть елем.	Площа, м ²
1	Площа забудови		1 736,99
2	Поверховість	3	
3	Паркомісця для людей з інвалідністю	6	19,9
4	Паркомісця	30	375

4.1.2 Об'ємно-планувальні рішення

В будівлі, що проектується передбачено проведення і підключення мереж: електропостачання, водопостачання. Передбачається також автономне опалення та системи вентиляції.

Проектована будівля має прямокутну форму в плані, з розмірами у осях: 46,08х34,3 (м), висотою 11,53 (м).

Загальна площа будівлі становить 3764,8 м².

Будівля – 3-х поверхова, висота цокольного поверху становить – 2,5 (м), першого поверху – 3,62 (м), мансардного поверху – 2,2 (м).

На цокольному поверсі розміщуються приміщення під амфітеатром, клуб, підземна сцена, підземний вестибюль, санвузли, кафе, бар з виходом на зелену терасу, технічні та допоміжні приміщення.

На першому поверсі розміщена концертна зала площею 230,2 м², амфітеатр площею 160,7 м², сцена площею 110,4 м², музична майстерня, гардероби, санвузли, кав'ярні, тераси, а також різні адміністративні та допоміжні приміщення.

На мансардному поверсі розміщуються виставковий зал площею 143,7 м², відкриті тераси, санвузли, приміщення для оренди, балкони, санвузли.

Для з'єднання між поверхами у будівлі передбачений ліфт.

Площі та перелік всіх приміщень приведені в табл. 4.3-4.5 та в експлікаціях на листах графічної частини [41-43].

Таблиця 4.3 – Експлікація приміщень цокольного поверху

№	Найменування	Примітка
1	Приміщення під амфітеатром	159,8
2	Клуб	140,2
3	Підземна сцена	97,9
4	Підземний вестибюль	63,7
5	Технічне приміщення	20,9
6	Технічне приміщення	20,9
7	Технічне приміщення	50,2
8	С/В	4,2
9	Тамбур	2,8
10	С/В	9,6
11	С/В	10,6
12	Тамбур	5,6
13	Тамбур	3,8
14	Ліфт	3,9
15	Тамбур	18
16	Тамбур	3,7
17	Технічне приміщення	12,6
18	Приміщення під сценою	107,8
19	Зелена тераса	414,6
20	Допоміжне приміщення	21,2
21	Гараж	16,3
22	Бар	11,2
23	Кафе	40
24	Приміщення під терасою	191,1
		1430,6

Таблиця 4.4 – Експлікація приміщень першого поверху

№	Найменування	Примітка
1	2	3
1	Тераса	36,1
2	Зелена тераса	18,4
3	Музична майстерня	45,2
4	Хол	46,5
5	Склад	15,1
6	Коридор	7,9
7	Коридор	7
8	Склад	15,9
9	Зелена тераса	19,4
10	Передпокій	12,3
11	Інформаційна	30,9
12	Гардероб	18,1
13	Гардероб	10,8
14	Гардероб	15,2
15	С/В	3,5
16	С/В	3,1
17	С/В	2,7
18	С/В	2,4
19	Хол	73,6
20	Вбиральня	7,2
21	Ліфт	3,9
22	Сходи	19,3
23	Тамбур	5,2
24	Склад	23
25	Склад	23,3

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
26	Склад	22,8
27	Куліси	38,8
28	Сцена	57,1
29	Передсценок	24,4
30	Амфітеатр	160,7
31	Тераса	173,2
32	Зелена тераса	14,8
33	Сцена	110,4
34	Зелена тераса	37,6
35	Тамбур	83,8
36	Багатофункціональна концертна зала	230,2
37	Ліфт	1,3
38	Тамбур	5,1
39	Тамбур	6,7
40	Бар	5,5
41	Кавярня	33,8
42	Тераса	71,5
43	Зелена тераса	43
44	Тамбур	7
45	С/В	5,4
46	С/В	5,7
47	Хол	15,1
48	Хол	9,5
		1629,4

Таблиця 4.5– Експлікація приміщень мансардного поверху

№	Найменування	Примітка
1	Виставковий зал	143,7
2	Хол	71,3
3	Мовна зала	39,6
4	Склад	5,9
5	Мовна зала	37
6	Склад	4,1
7	С/В	4,1
8	Приміщення в оренду	18
9	Приміщення в оренду	12
10	Приміщення в оренду	10,3
11	Приміщення в оренду	9,8
12	Хол	11,5
13	Ліфт	3,9
14	Хол	18,2
15	Балкон	61,3
16	Відкрита тераса	97,4
17	Відкрита тераса	79,4
18	Ліфт	1,3
19	Зелена тераса	76
		704,8

4.1.3 Конструктивні рішення

Конструктивна схема – каркасна схема будівлі з колонами розміром 800×350 мм [44].

Стіни. Конструкція зовнішніх стін підвищеного тепло збереження, складається із двох шарів:

I. Кладки товщиною 250 мм (зовнішні повздовжні стіни є несучими з

центральною прив'язкою).

II. Ефективного плитного утеплювача із мінераловатних плит товщиною 150 мм, розміщеного з фасадного боку стіни.

Внутрішні стіни і перегородки. Внутрішні стіни – 250 мм мають центральну прив'язку, із керамічних блоків пустотних на цементно-піщаному розчині М 50.

Перегородки прийняті – керамічні блоки для перегородок товщиною 120мм. Для покращення звукоізоляції приміщень прийнято також влаштування металевого каркасу із заповнення мінеральною акустичною ватою.

На поверхні внутрішніх стін будівлі наноситься шар штукатурки товщиною 5мм.

Фундаменти запроектований суцільний, плитний монолітний по всьому периметру будівлі [45].

Дах будівлі запроектовано з багатоскатним з наявністю девяти слухових вікон. Похил даху становить $i - 35^\circ, 30^\circ$ та $28,5^\circ$. Покриття виконується із металочерепиці або композитної черепиці [46].

4.1.4 Зовнішні стіни та теплотехнічний розрахунок

Зовнішні стіни існуючої будівлі мають товщину 250 мм і виготовлені з керамічної цегли. Для поліпшення їх теплотехнічних характеристик планується здійснити зовнішнє утеплення теплоізоляційними матеріалами. Згідно з нормативами, опір теплопередачі огорожувальних конструкцій повинен бути рівним або перевищувати нормативний термічний опір для I температурної зони, в якій знаходиться місто Вінниця ($R_n = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$) [47].

Фактичний опір тепловтрат визначається за формулою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (4.1)$$

де $\alpha_{в}$, $\alpha_{в}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь розглянутої конструкції відповідно;

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_i – теплопровідність i -го шару конструкції, Вт/(м °С).

Представлений теплотехнічний розрахунок конструкції зовнішньої стіни, що складається з наступних шарів:

1. Внутрішнє облицювання: цементно-піщаний розчин з параметрами $\rho=1600$ кг/м³, $\lambda=0,7$ Вт/(м·К), $\delta=0,02$ м;

2. Стіна: звичайна глиняна цегла з параметрами $\rho=1800$ кг/м³, $\lambda=0,7$ Вт/(м·К), $\delta=0,25$ м;

3. Утеплювач: мінеральна вата з параметрами $\rho=75$ кг/м³, $\lambda=0,044$ Вт/(м·К), $\delta=0,15$ м;

4. Зовнішнє облицювання: цементно-піщаний розчин з параметрами $\rho=1600$ кг/м³, $\lambda=0,7$ Вт/(м·К), $\delta=0,02$ м;

Розрахунок фактичного опору тепловтрат R_{ϕ} дає значення $4,02$ м²·К/Вт, що перевищує нормативний опір $R_n = 4$ м²·К/Вт.

Отже, з урахуванням умови $R_{\phi} > R_n$, конструкція стіни відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" щодо економічно доцільного опору теплопередачі [47].

4.1.5 Інженерні системи проектного концертного залу

У концертному залі передбачається влаштування системи опалення для підтримання температурного режиму [48]. Для забезпечення тепlopостачання використовуються внутрішні джерела, такі як твердопаливний котел марки Viadrus потужністю 75 кВт та електричний настінний котел DAKON потужністю 60 кВт. Температура теплоносія на вході становить 95°C, а для внутрішньої системи опалення використовується вода з температурою 70°C. У комплексі передбачено індивідуальний тепловий пункт для розділення мереж теплофікації та підігрівання гарячої води, який оснащений приладами обліку та управління, а

також автоматичною системою регулювання кількості й температури теплоносія для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Для кожної групи приміщень передбачені окремі гілки систем опалення. У приміщеннях концертного залу встановлені біметалеві радіатори марки MIRADO 500 H=500 L=1000 з нижньою розводкою трубопроводів, що працюють у складі центральної системи опалення. Комплексний заклад здійснює ремонт та перевірку справності радіаторів та системи опалення один раз на рік з оформленням відповідного акту.

Система вентиляції має витяжні вентилятори, які працюють цілодобово з автоматичним перемиканням та резервним запасом, щоб забезпечити безперебійну роботу. Повітропроводи також обладнані пристроями для гідравлічного балансування системи.

Для забезпечення комфортних умов у приміщеннях для відвідувачів встановлені місцеві рециркуляційні системи кондиціонування повітря цілорічної дії. Ці системи призначені для підтримки комфортної температури та вологості, а також для фільтрації повітря. У адміністративно-побутових приміщеннях також встановлені системи кондиціонування.

Для забезпечення ефективної роботи системи вентиляції та кондиціонування повітря необхідно регулярно проводити профілактичну перевірку, ремонт та очищення або зміну фільтрів. Ці процедури рекомендується проводити двічі на рік зі складанням акту. Такі заходи забезпечать безперебійну та ефективну роботу систем вентиляції та кондиціонування повітря в концертному залі [48].

Водозабезпечення систем здійснюється з додержанням вимог ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.5-56, ДБН В.2.5-64, ДБН В.2.5-74, ДБН В.2.5-75, ДСТУ-Н Б В.2.5-43 [49]. Водопровід холодної води призначений для забезпечення водою господарсько-побутових потреб та протипожежні потреби. Магістральні трубопроводи прокладають уздовж внутрішньої капітальної стіни та проектують з ухилом 0,002 - 0,005 у бік введення для здійснення спуску води з системи водопостачання будинку.

Система поділяється на:

- протипожежну – з оцинкованих труб $\varnothing$ 500 мм із встановленням пожежних кранів;
- господарсько-побутову – з оцинкованих труб $\varnothing$ 500 мм з підключенням до змішувачів та кранів;
- виробничу – з оцинкованих труб $\varnothing$ 500 мм з підключенням до технологічного устаткування.

Система гарячого водозабезпечення централізована від нагрівача в тепlopункті з оцинкованих труб $\varnothing$ 500 мм, яка передбачає температуру у трубопроводі не нижче 40°C.

У концертному залі організовано зовнішню і внутрішню системи каналізації. Внутрішня складається з виробничої та побутової систем каналізації [50]. Внутрішня каналізація будівлі складається з: приймальних пристроїв; відвідних ліній з чавунних труб $\varnothing$ 100 мм; стояків, які виконуються з чавунних труб $\varnothing$ 100 мм. Стояки встановлені приховано у борознах спеціальних шахт. Стоки від побутової та виробничої каналізації збираються та відводяться до вуличної мережі окремо.

Енергозабезпечення. Проект електроустаткування виконується відповідно до вимог норм на напругу 380/220 В. Електропостачання будівлі здійснюється від окремо стоячої трансформаторної підстанції. Лінія живлення – кабельна. В якості ввідного розподільчого пристрою використовується щиток, який встановлюється на першому поверсі в приміщенні електрощитової. Електрощитова розташовується на першому поверсі концертного залу. В електрощитовій на головному розподільному щиті розміщуються загальний вимикач, облікові лічильники, вимірювальні прилади, запобіжники, автоматичні вимикачі та вимикачі живильних групових щитів [51].

Електричні мережі проектного закладу поділені на силові з напругою 380 В і освітлювальні з напругою 220 В. Групові щити силової та освітлювальної мережі виконані окремо. Групові щити силової мережі розташовані поблизу

споживачів із забезпеченням вільного доступу до них. Освітлювальна мережа підключена за магістральною схемою, силова – за радіальною. Управління освітленням є ручним та дистанційним [51].

Холодильне устаткування у цехах концертного залу підключено до відокремлених групових щитів за радіальною схемою.

Блискавкозахист. Захист будівель від блискавки здійснюється шляхом заземлення блискавкоприймача відповідно до вимог норм. У будівлі передбачені заземлені спуски, розташовані по периметру та підключені до зовнішнього контуру заземлення.

У концертному залі планується встановлення комбінованої системи сигналізації (пожежної та охоронної) ВБН В.2.5-78.11.01-2003. Датчики автоматичної охоронної сигналізації будуть встановлені на вікнах, дверях, стелях, стінах та інших елементах будівлі. При спрацюванні сигналізації, сигнал буде виводитись на центральний пост служби охорони, а в разі спрацювання пожежної сигналізації – на центральний пост районної пожежної частини. Датчики пожежної сигналізації будуть встановлені в коридорах, санвузлах, залі кафе, складах та інших приміщеннях заготівельної частини. Крім того, приміщення будуть обладнані відомчою охоронною сигналізацією.

Передбачена система відеоспостереження на основі кольорового зображення відеокамер. Ця система забезпечує перегляд у реальному часі та запис того, що відбувається при виникненні певних ситуацій. Відеокамери будуть встановлені при в'їзді на автостоянку, головному та службовому вході до закладу, вестибюлях, та концертному залі.

Передбачене влаштування міської радіотрансляційної мережі, міського телефонного зв'язку, супутникового телебачення та встановлення порту Wi-Fi для бездротового підключення до глобальної мережі Інтернет.

4.2 Організаційно-технологічні рішення

4.2.1 Загальні відомості

Технологічна карта розроблена для встановлення сонячних панелей на скаті покрівлі, що максимально освітлюється сонячними променями протягом дня. Площа встановлення сонячних панелей становить 240 м². Розміри однієї панелі складають 2220x1102±2 мм. Відповідно, для даного проекту передбачено встановлення 98 сонячних панелей, що враховується для подальших розрахунків і складання калькуляції працевитрат і заробітної плати.

Технологічна карта передбачає виконання робіт у двозмінному режимі у літні періоди, коли найбільше світлового дня. Основні етапи робіт включають:

- Підготовку поверхні покрівлі.
- Монтаж оцинкованого профілю на покрівлю.
- Прокладання кабельних магістралей.
- Монтаж сонячних панелей на профіль.
- Встановлення інвертора.
- Підключення інвертора до сонячних панелей.
- Виготовлення заземлюючого контуру.
- Пробний запуск сонячної електростанції та підключення системи

автоматизованого керування.

Перед початком влаштування сонячних панелей необхідно провести організаційно-підготовчі заходи, включаючи перевірку існуючого заземлення будівлі, тестування електропроводки, обстеження і очищення поверхні покрівлі, встановлення закладних деталей (при необхідності), оформлення наряд-допуску на роботи підвищеної небезпеки, підготовку необхідного інструменту та матеріалів [52, 53].

Роботи виконуються фронтами і захватками, з поділом на ділянки, при цьому виробництво робіт на кожній ділянці здійснюється протягом одного робочого дня [54].

У встановленні сонячних панелей беруть участь спеціалізовані робітники різних розрядів, включаючи робітників 4 розряду – 1 особу, робітників 3 розряду – 2-3 особи.

Для доставки матеріалів на покрівлю використовується будівельний підйомник типу ТП-12 з щогловою конструкцією, призначений для робіт на висоті до 27 метрів із максимальною вантажопідйомністю до 500 кг і швидкістю руху 22 м/с (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Підйомник щогловий ТП-12

Кріплення профілів і фотоелементів відбувається за допомогою ручного акумуляторного інструменту.

Потреба в інструменті, інвентарі і пристроях для влаштування сонячних

панелей приведена в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Перелік інструментів, інвентарів і пристроях

Назва інструментів машин та механізмів	Од. вим.	Кількість
Ножиці по металу	шт.	2
Підйомник ТП-12 висотою підйому до 27 м	шт.	1
Лопата	шт.	2
Відро	шт.	2
Окуляри захисні	шт.	4
Респіратор	шт.	4
Рулетка	м	20
Протипожежний інвентар	комплект	5
Дрель акумуляторна	шт.	2

Потреба в засобах індивідуального захисту та спецодягу для виконання робіт із влаштування сонячних панелей на покрівлі будівлі приведена в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Потреба в ЗІЗ та спецодягу на 1 бригаду

Найменування	Од. вим.	Кількість
Захисні каски	шт.	4
Комбінезони	шт.	4
Захистні окуляри	шт.	2
Рукавиці робочі	пари	4
Пояс запобіжний	шт.	4
Черевики шкіряні	шт.	4
Аптечка	комплект	1

4.2.2 Вказівки з технології виконання робіт

При встановленні сонячних панелей на покрівлі необхідно:

- Враховувати кут нахилу покрівлі і сонячних батарей, їх затіненість, ступінь запиленості та оптимальне розташування поруч з активними кабельними магістралями, а також орієнтацію фотоелементів на схід або південь.
- Кріплення необхідно виконувати таким чином, щоб не порушувати цілісність існуючої покрівлі. При необхідності сверління отворів в покрівлі слід використовувати кріпильні елементи зі спеціальними ущільнювальними прокладками, які запобігають протіканню під час дощу.
- Затінення між сонячними панелями може впливати на ефективність вироблення енергії, тому важливо дотримуватися необхідної відстані між панелями на одному рівні.
- Перед кріпленням сонячних панелей на профільні металеві конструкції необхідно обов'язково перевірити їх надійність, а також після монтажу перевірити всі кріплення.

4.2.3 Охорона праці та промислова безпека при установці і роботі з сонячними батареями

Під час влаштування сонячних панелей на покрівлі дотримуйтеся наступних вимог:

Відповідальність за виконання заходів з безпеки, охорони праці, промислової санітарії, пожежної та екологічної безпеки покладається на призначених керівників, згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та промислова безпека в будівництві» [55]. Інструкції з охорони праці та відповідальної особи є обов'язковими для всіх працівників установи.

Рішення техніки безпеки повинні враховуватися і відображатися в організаційно-технологічних картах і схемах виробництва робіт.

При виконанні робіт на плоских дахах без постійного огороження необхідно огорожувати робочі місця.

Будівельний підйомник для подачі матеріалів на покрівлю повинен встановлюватися і експлуатуватися відповідно до інструкцій виробника.

Поблизу місць підйому вантажу і виконання покрівельних робіт необхідно позначити небезпечні зони.

Запас матеріалу не повинен перевищувати змінної потреби. Під час перерв у роботі технічні пристосування, матеріали та інструменти повинні бути закріплені або прибрані з даху.

Не допускається виконання робіт під час ожеледі, туману, обмеженої видимості, грози або вітру зі швидкістю 15 м/с і більше.

Монтаж, експлуатація і технічне обслуговування систем на основі сонячних батарей вимагає відповідного рівня технічних знань і дотримання правил техніки безпеки при електромонтажних та налагоджувальних роботах [56-58].

Сонячні батареї повинні використовуватися відповідно до їх призначення і без внесення будь-яких технічних змін у їх конструкцію. Під час монтажу слід дотримуватися всіх місцевих правил і норм безпеки, а також вимог монтажу і експлуатації інших компонентів системи.

Під час роботи з сонячними батареями завжди враховуйте ризики ураження електричним струмом. Для безпечного відключення сонячних батарей від системи встановлюйте вмикачі або автоматичні вимикачі в доступних місцях.

При підключенні сонячних батарей слід дотримуватися правильної полярності проводів, щоб уникнути пошкодження обладнання.

Перед установкою перевіряйте, щоб сонячні батареї не були піддані надмірним механічним навантаженням від погодних умов.

Для зниження ризику пожежі чи ураження електричним струмом сонячні батареї повинні бути заземлені згідно з правилами безпеки.

4.2.4 Техніко-економічні показники

Об'єм робіт: $V=240 \text{ м}^2$.

Тривалість виконання робіт згідно календарного графіку:

$$t_{\text{заг}} = 39 \text{ днів.} \quad (4.1)$$

Прийнята трудомісткість виконання комплексу робіт по влаштуванню сонячної електростанції на покрівлі будівлі:

$$Q_{\text{заг}} = 596,0 \text{ люд-зм.} \quad (4.2)$$

Нормативна трудомісткість виконання комплексу робіт по влаштуванню сонячної електростанції на покрівлі будівлі:

$$Q_{\text{норм.}} = 621,585 \text{ люд-зм.} \quad (4.3)$$

Роботи виконуються в 2 зміни бригадою із 4 чоловік.

Питома трудомісткість влаштування сонячних панелей на покрівлі:

$$q_{\text{норм}} = Q_{\text{заг}}/V = 596,0/240,0 = 2,48 \text{ (люд-зм)}. \quad (4.4)$$

Виробіток на одного робітника по влаштуванню сонячних панелей на покрівлі:

$$B = V/Q_{\text{заг}} = 240,0/596,0 = 0,41 \text{ (м}^3\text{/люд-зм)}. \quad (4.5)$$

Згідно календарного графіку, наведеного у ГЧ роботи, загальна тривалість виконання робіт 39 днів, трудомісткість виконання комплексу робіт

596,0 люд-зм. або 4768 люд.-год.

Висновки за розділом 4

Спроековано будівлю концертного залу у місті Черкаси на березі річки Дніпро у розрізі концепції реконструкції набережної. Черкаси знаходяться в першій температурній зоні з помірно-континентальним кліматом. Проектована 3-х поверхова будівля розташована на ділянці розміром 93×68 м з головним фасадом на північ. Генеральним планом передбачено комплексний благоустрій ділянки з асфальтуванням проїздів і тротуарів та озелененням території. Заплановано 30 паркомісць, з яких 6 передбачено для людей з інвалідністю. Загальна площа забудови становить $1736,99 \text{ м}^2$.

Об'ємно-планувальні рішення: будівля концертного залу має прямокутну форму в плані розмірами $46,08 \times 34,3$ м і висотою 11,53 м. Загальна площа будівлі становить $3764,8 \text{ м}^2$. Будівля складається з трьох поверхів, кожна з яких має свою функціональну зону, включаючи концертний зал, амфітеатр, виставковий зал, кафе, бар, тераси та технічні приміщення. Цокольний, перший та мансардний поверхи сполучені ліфтом для забезпечення доступності для всіх відвідувачів.

Конструктивні рішення: проєктована будівля має каркасну конструктивну схему з колонами розміром 800×350 мм. Зовнішні стіни будівлі мають підвищену теплоізоляцію і складаються з двох шарів: кладки товщиною 250 мм та утеплювача з мінеральних плит товщиною 150 мм, що забезпечують опір теплопередачі $R_{\text{заг}} = 4,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Внутрішні стіни і перегородки виконані з керамічних блоків та мають додаткову звукоізоляцію. Фундаменти проєктований суцільний, плитний монолітний. Дах будівельний багатоскатний, з покриттям з металочерепиці або композитної черепиці.

Інженерні системи: будівля оснащена сучасними системами опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання та каналізації.

Організаційно-технологічні рішення: розроблена технологічна карта для встановлення 98 сонячних панелей на площі 240 м².

Основні етапи включають підготовку покриття, монтаж оцинкованого профілю, прокладання кабельних магістралей, монтаж панелей, встановлення інвертора та підключення.

Отже, розроблений проект концертного залу у місті Черкаси враховує всі необхідні архітектурні, конструктивні та інженерні рішення для забезпечення комфортних умов для відвідувачів та ефективної експлуатації будівлі. Встановлення сонячних панелей сприяє зниженню енергоспоживання та екологічного впливу.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цьому розділі магістерської роботи досліджуються принципи реалізації заходів з охорони праці під час будівництва енергоефективної будівлі. Аналіз потенційних небезпек проведемо за [59, 60] для будівельно-монтажного персоналу. Під час будівництва нової житлової будівлі необхідно передбачати заходи із запобігання впливу на працівників таких шкідливих виробничих факторів: фізичних, хімічних і трудового процесу.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо). Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил). Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

У розділі охорони праці потрібно дослідити такі питання як технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, виробничі вібрації, психофізіологічні фактори, безпека в надзвичайних ситуаціях для працівників і для об'єкта проектування в цілому під час будівництва та після прийняття його в експлуатацію.

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Під час монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів і обладнання (далі – виконання монтажних робіт) необхідно передбачати заходи із запобігання негативному впливу на працівників визначених у вступі небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За наявності цих факторів безпека монтажних робіт повинна бути забезпечена відповідно до [55], рішень проектно-технічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зазначених заходів безпеки праці: точного визначення місця встановлення крана із зазначенням його марки, позначенням небезпечних зон під час його роботи; зазначення ваги вантажу, що піднімається; забезпечення безпеки робочих місць на висоті; визначення послідовності та забезпечення безпечного встановлення конструкцій; забезпечення стійкості конструкцій і частин будинку під час зведення; зазначення схем і способів укрупнювального складання елементів конструкцій.

У робочій зоні монтажних робіт не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб. Під час зведення будинків і споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей на одній ділянці на поверхах (ярусах), над якими переміщують, встановлюють і тимчасово закріплюють елементи конструкцій та обладнання. За неможливості розподілення будинків і споруд на окремі ділянки одночасне виконання монтажних та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) дозволяється тільки за наявності між ними надійних (обґрунтованих відповідними розрахунками на дію ударних навантажень) міжповерхових перекриттів, що передбачені у ПВР. Використання встановлених конструкцій для прикріплення до них вантажних поліспастів, відвідних блоків та інших монтажних пристосувань допускається тільки за згодою проектною організацією, яка виконала робочі креслення конструкцій.

Монтаж конструкцій будинків (споруд) необхідно починати з просторово стійкої частини: сполучного елемента, ядра жорсткості тощо. Монтаж

конструкцій кожного розташованого вище поверху (ярусу) багатоповерхового будинку необхідно виконувати після закріплення усіх установлених монтажних елементів відповідно до проекту та досягнення бетоном (розчином) стиків несучих конструкцій необхідної міцності. Під час монтажу каркасних будинків установлювати наступний ярус каркаса допускається тільки після встановлення огорожувальних конструкцій чи тимчасових огорож на попередньому ярусі. Монтаж сходових маршів і площадок будинків (споруд), а також вантажопасажирських підйомників (ліфтів) необхідно здійснювати одночасно з монтажем конструкцій будинку. На змонтованих сходових маршах повинні бути негайно встановлені огорожі.

Під час монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцнування. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення. Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу потрібно застосовувати драбини, перехідні містки, трапи з огорожами.

Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця та способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР.

Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного. Під час монтажу огорожувальних панелей необхідно застосовувати запобіжний пояс разом із запобіжними пристроями, про що слід зазначити у ПВР. Не дозволяється перебування людей під елементами конструкцій і

обладнання, що монтуються. Навісні металеві драбини довжиною більше ніж 5 м необхідно огородити металевими дугами з вертикальними зв'язками і надійно прикріпити до конструкцій чи обладнання. Необхідно запобігати розгойдуванню й обертанню елементів конструкцій чи обладнання, що монтуються, під час переміщення. Стропування конструкцій і обладнання необхідно виконувати засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у разі, коли висота до замка вантажозахоплювального засобу перевищує 2 м.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і льоду необхідно робити до їх піднімання. Елементи, що підлягають монтажу, необхідно піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єданого з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено. Піднімати конструкції необхідно в два етапи: спочатку на висоту 20–30 см, потім, після перевірки надійності стропування та монтажних петель, здійснювати подальше піднімання. Установлені в проектне положення елементи конструкцій чи обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможливорює видимість у межах фронту робіт.

4.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання будівельного майданчика, житлового масиву та системи освітлення здійснюється від електричної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380×220 В з частотою 50 Гц.

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [56, 61].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам під час виконання робіт:

1) Для запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами електроустаткування потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до

1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; показчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні [62], де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [48]: утеплення фасаду будівлі, встановлення вентиляції приміщень.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний [62]. Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [48]:

- Робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи.
- Будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями.
- Установки для кондиціювання повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не створюють для працівників протягів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [63] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення у проекті передбачено:

- використання природного та штучного освітлення;
- штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне;
- світло не повинне створює різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою;
- штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму наведено в таблиці 5.4 [64].

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено:

- раціональне розташування робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що

не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

5.2.5 Виробничі вібрації

Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці).

На будівельному майданчику присутня вібрація типу – За [65]. Тобто технологічна вібрація діюча на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються роторні вагоноперекидачі, які відносяться до типу загальної вібрації. Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	ДБ	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальні	Z_o, Y_o, X_o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

– динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;

– зміна конструктивних елементів машин.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Робота будівельно-монтажного персоналу є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [59].

Важкість праці визначається за дод. 15 [59], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;
- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;
- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);
- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [59], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;
- сенсорні навантаження : 51-75;
- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;
- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;
- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання перерозподілу зусиль між елементами кушового пальового

фундаменту в залежності від кількості паль відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Радіаційний захист

5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали H^+ та OH^- , а в присутності кисню – пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригніблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму [66].

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустімо, що в організмі людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить, розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання невелика,

відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються, і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення вестибюлю першого поверху

Оскільки приміщення, для якого проводитимемо розрахунок, знаходиться на першому поверсі будівлі, коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою [66]:

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{ш})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} \quad (5.1)$$

Початкові дані:

1. Несучі стіни будинку з цегли (510 мм), маса $1 \text{ м}^2 - 714 \text{ кг}$.
2. Стіни будинку з цегли (380 мм), маса $1 \text{ м}^2 - 532 \text{ кг}$.
3. Стіни будинку з цегли (120 мм), маса $1 \text{ м}^2 - 168 \text{ кг}$.
4. Маса 1 м^2 міжповерхового перекриття – 690 кг/м^2 .
5. Площа віконних прорізів: ВК-1 – $2,25 \text{ м}^2$; ВК-3 – $5,6 \text{ м}^2$; ВК-4 – 14 м^2 .
6. Площа дверних прорізів: ДВ-1 – $4,41 \text{ м}^2$; ДВ-2 – $2,1 \text{ м}^2$; ДВ-3 – $1,7 \text{ м}^2$.
7. Висота підвіконників – $0,8 \text{ м}$;
8. Площа підлоги для розрахунку приміщення – 110 м^2 ;
9. Висота приміщення – $3,9 \text{ м}$;
10. Плоскі кути:

Кут $\alpha_1 = 70^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (120 мм) площею $39,8 \text{ м}^2$ з прорізом площею $13,54 \text{ м}^2$;

- стіна з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 1,7 м²;
- стіна з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 9,51 м²
- стіна з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 5,6 м².

Кут $\alpha_2 = 110^\circ$. Проти кута розташовані:

- 2 стіни з цегли (510 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 8,82 м².

Кут $\alpha_3 = 70^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 11,1 м²;
- стіна з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 5,6 м²;
- стіна з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 12 м².

Кут $\alpha_4 = 110^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (510 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 23 м².
- стіна з цегли (120 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 6,1 м².

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 70^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (120 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 13,54 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{13,54}{39,8} = 0,34, \quad G_{\text{пр}} = 168(1 - 0,34) = 110,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 1,7 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,7}{39,8} = 0,04, \quad G_{\text{пр}} = 532(1 - 0,04) = 510,7 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 9,51 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{9,51}{39,8} = 0,24, \quad G_{\text{пр}} = 714(1 - 0,24) = 542,64 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 5,6 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,6}{39,8} = 0,14, \quad G_{\text{пр}} = 714(1 - 0,14) = 614 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_1 :

$$G_{\Sigma}^1 = 110,9 + 510,7 + 542,64 + 614 = 1778,24 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_2 = 110^\circ$.

Зведена маса 2-х стін з цегли (510 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 8,82 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{8,82}{54,2} = 0,16, \quad G_{\text{пр}} = 2 \times 714(1 - 0,16) = 1342,32 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2 :

$$G_{\Sigma}^2 = 1342,32 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_3 = 70^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 11,1 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{11,1}{39,8} = 0,28, \quad G_{\text{пр}} = 714(1 - 0,28) = 514,1 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 5,6 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,6}{39,8} = 0,14, \quad G_{\text{пр}} = 532(1 - 0,14) = 457,5 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (380 мм) площею 39,8 м² з прорізом площею 12 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,6}{12} = 0,47, \quad G_{\text{пр}} = 532(1 - 0,47) = 282 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_3 :

$$G_{\Sigma}^3 = 282 + 457,5 + 514,1 = 1253,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_4 = 110^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 23 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{23}{54,2} = 0,42, \quad G_{\text{пр}} = 714(1 - 0,42) = 414,1 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (120 мм) площею 54,2 м² з прорізом площею 6,1 м²:

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{6,1}{54,2} = 0,11, \quad G_{\text{пр}} = 168(1 - 0,11) = 149,5 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2 :

$$G_{\Sigma}^4 = 414,1 + 149,5 = 563,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні зведені маси стін і перегородок

$$G_{\Sigma}^1 = 1778,24 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 1342,32 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 1253,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 563,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Перший, другий і третій кути, проти яких розташовані стіни і перегородки сумарною масою більше 1000 кг/м², при визначенні коефіцієнта K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами, виключаються, тоді:

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 110} = 2,47.$$

За мінімальною сумарною масою стін $G_{\Sigma}^1 = 563,8 \text{ (кг/м}^2\text{)}$ визначаємо [66] коефіцієнт $K_{\text{ст}}=56$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{\text{ш}}=0,04$ (висота приміщення складає 3,9 м) [66].

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,8 м розрахуємо:

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{л}}} = 0,8 \frac{31,82}{110} = 0,23, \quad (5.2)$$

де $S_0 = 31,82 \text{ м}^2$ – площа віконних перерізів приміщення;

$S_{\text{п}} = 110 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M = 0,55$ [66].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення:

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{\text{ш}})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 2,47 \times 56}{(1 - 0,04)(0,23 \times 56 + 1)0,55} = 12,3.$$

Розрахований коефіцієнт радіаційного захисту приміщення вказує на можливість нетривалого перебування людей в даному приміщенні в разі виникнення радіаційного забруднення з подальшим укриттям в більш захищених приміщеннях або евакуацією в безпечні райони.

Висновки за розділом 5

1. В даному розділі були розглянуті заходи та засоби з охорони праці та цивільного захисту під час здійснення будівництва концертного залу. Були визначені небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на будівельно-монтажний персонал, що здійснює будівельні роботи. Розроблено технічні рішення щодо запобігання електротравмам. Визначені рекомендації з гігієни праці і виробничої санітарії.

2. Було встановлено, що коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення становить 12,3. Саме тому приміщення концертного залу може бути використане для тривалого перебування людей в разі забруднення навколишньої території радіоактивними речовинами з подальшою евакуацією людей в безпечні райони за умови встановлення в ньому фільтровентиляційної системи.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі виконуємо обґрунтування встановлення сонячної електростанції (СЕС) на даху площею 120 м².

Поточний тариф на електроенергію 4,32 грн/кВт·год.

Щорічне здорожчання електроенергії 25%.

Рекомендована потужність станції 2 кВт.

Вартість станції (без монтажу) 97170 грн.

Термін окупності станції 5 років.

Ємність акумулятора 2 кВт·год.

Поточні дані:

- Щорічне споживання об'єкту 3000 кВт·год.
- Сума щорічних платежів за електроенергію 12 960 грн.
- Сума платежів за 5 років при щорічному здорожчанні 106 636 грн.

Майбутні заощадження з СЕС:

- Річний виробіток станції 2047 кВт·год.
- Сума щорічної економії при існуючому тарифі 8843 грн.
- Сума економії за 5 років при здороженні на 25% – 71714 грн.

Для визначення кошторисної вартості влаштування обладнання розробляємо локальні кошториси на монтаж обладнання, на придбання обладнання, об'єктний коштрис за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології» (табл. 6.1-6.3) на основі [67-68]:

- ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН), на монтаж обладнання;

- поточних кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції, загально виробничі витрати розраховані відповідно до Настанови.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних

ресурсів, експлуатацію будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 6.1 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 04-001-002

на монтаж обладнання. сонячна електростанція

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА: креслення(специфікації)№	Кошторисна вартість	62.004 тис. грн.
	Кошторисна трудомісткість	0.09059 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	6.483 тис. грн.
	Середній розряд робіт	3.2 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КР17-5-1	Прокладання проводів при схованій проводці в порожнинах перекриттів і перегородок	100м проводу	3.12	17133.37	-	53456	4248	-	20.3900	63.62
					1361.64	-			-	-	-
2	КМ8-420-1	Коробка відгалужувальна із запобіжником або роз'єднувачем, або автоматом, або показчиком напруги до розподільного шинопроводу	100 шт	0.01	72892.56	7781.05	729	243	78	334.4000	3.34
					24320.91	1899.83			19	22.3672	0.22
3	КБ21-22-2	Установлення вимикачів заглибленого типу при схованій проводці одноклавішних	100шт	0.09	4482.84	-	403	164	-	27.6800	2.49
					1825.22	-			-	-	-
4	КБ21-22-3	Установлення вимикачів заглибленого типу при схованій проводці двоклавішних	100шт	0.03	4589.66	-	138	58	-	29.3000	0.88
					1932.04	-			-	-	-
5	КБ21-22-4	Установлення вимикачів герметичних і напівгерметичних	100шт	0.01	5826.48	-	58	33	-	49.8800	0.50
					3289.09	-			-	-	-

Будівельні Технології: Кошторис 8.1 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	КБ21-22-8	Установлення штепсельних розеток заглибленого типу при схованій проводці	100шт	0.18	4984.68	-	897	330	-	27.8200	5.01
					1834.45	-			-	-	-
7	КБ21-22-12	Установлення вимикачів, перемикачів пакетних 2-х і 3-х полюсних на струм до 25 А	100шт	0.03	108533.74	832.32	3256	442	25	207.2000	6.22
					14723.63	687.74			21	9.7940	0.29
		Разом прямих витрат по кошторису					58937	5518	103		82.06
									40		0.51
		Разом прямі витрати				грн.	58937				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	53316				
		вартість ЕММ				грн.	103				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		40			
		заробітна плата робітників				грн.		5518			
		всього заробітна плата				грн.		5558			
		Загальновиробничі витрати				грн.	3067				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					8.02
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		925			
		Всього по кошторису				грн.	62004				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					90.59
		Кошторисна заробітна плата				грн.		6483			

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник проєктної організації

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

9ти поверх утеплен сон панелі

(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторисний розрахунок на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 04-001-001

придбання обладнання. сонячна електростанція

(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА: креслення(специфікації) № Кошторисна вартість 97,170 тис. грн.

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Документ, що обґрунтовує ціну	Найменування і характеристика устаткування, меблів та інвентарю, маса одиниці устаткування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	1501-1796	Сонячна електростанція "Оптімум" в Сонячна електростанція "Оптімум" в комплекті	шт	1.0	81448.84	81449
2	1504-19121	Акумулятор МНВ гелевий 200Ач 12В, GEL, модель-MNG200-12 (для автономних сонячних електростанцій)	шт	1.0	12048.89	12049
Разом						93498
Транспортні та заготівельно-складські витрати						3672
Всього по кошторису						97170

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

9ти поверх утеплен сон панелі

(найменування об'єкта будівництва)

Об'єктний кошторис № 04-001

на будівництво

сонячна електростанція

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	159.174 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	0.09059 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	6.483 тис. грн.
Вимірник одиничної вартості	

Складений в поточних цінах станом на 18 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо-місткість, тис. люд.год	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	04-001-001	придбання обладнання		97.170	97.170	-		
2	04-001-002	монтаж обладнання	62.004		62.004	0.09059	6.483	
		Всього по кошторису	62.004	97.170	159.174	0.09059	6.483	

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Висновки за розділом 6

В даному розділі виконано техніко-економічне обґрунтування застосування сонячної електростанції.

Розроблені локальний кошторис на монтаж обладнання, на придбання обладнання, об'єктний кошторис за допомогою програмного комплексу Будівельні технології. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат.

Кошторисна вартість влаштування становить – 159,174 тис. грн., термін окупності – 5 років.

ВИСНОВКИ

Згідно задач дослідження в роботі проведено:

1. Визначення впливу форми будівлі на її енерговитрати:

- Оптимальна форма будівлі для зменшення енерговитрат має бути простою і компактною, наприклад, півсфера, прямокутна коробка чи куб. Будівлі без заглиблень і виступаючих частин дозволяють зменшити витрати на опалення та охолодження.

- Форми будівель з високим коефіцієнтом кривизни є більш енергоефективними в порівнянні з прямокутними будівлями тієї ж площі. Наприклад, горизонтальні вигнуті форми краще підходять для жаркого клімату.

- Енергетичний аналіз проєктованих будівель дозволяє розробляти заходи щодо підвищення їх енергетичних показників навіть у несприятливих умовах. Компактність будівлі дозволяє оптимізувати співвідношення площі зовнішніх огорожень до опалювальної площі.

2. Дослідження впливу фасадних вирішень будівлі на її енергоефективність:

- Використання склопакетів фасадів, зимових садів та інших закритих зон зменшує втрати енергії через витік тепла.

- Системи непрямого теплообміну, такі як стіни «Тромбе», дозволяють зменшити втрати тепла і підвищити енергоефективність.

- Активні енергопоглинальні системи, наприклад, сонячні колектори, забезпечують додаткове джерело енергії, що сприяє загальній енергоефективності будівлі.

3. Визначення основних заходів щодо покращення існуючих архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності:

- Ретельний енергетичний аналіз проєктованих будівель дозволяє розробляти заходи щодо значного підвищення їх енергетичних показників.

- Методологія оцінки компактності будівлі (геометрична ефективність) допомагає визначити потенціал будівництва для економії енергії та сировини.

- Геометрична ефективність будівлі залежить від її розміру та пропорцій. Будівлі зі співвідношенням сторін 2:1:1, 2,7:1:1 і 4:1:1 є найбільш ефективними з точки зору енергоефективності.

4. Розробка проекту будівлі громадського призначення з врахуванням заходів для досягнення енергоефективності:

- Проектування концертного залу в місті Черкаси враховує всі необхідні архітектурні, конструктивні та інженерні рішення для забезпечення комфортних умов для відвідувачів та ефективної експлуатації будівлі.

- Використання каркасної конструктивної схеми з підвищеною теплоізоляцією, систем опалення, вентиляції, кондиціонування та інших інженерних систем забезпечує високу енергоефективність будівлі.

- Встановлення 98 сонячних панелей на площі 240 м² сприяє зниженню енергоспоживання та екологічного впливу. Кошторисна вартість встановлення становить 159,174 тис. грн., термін окупності – 5 років.

- Будівля концертного залу також може бути використана як приміщення для тривалого перебування людей в разі радіоактивного забруднення, що забезпечує додаткову безпеку і функціональність.

Ці висновки підкреслюють важливість комплексного підходу до проектування та будівництва енергоефективних будівель, враховуючи оптимальні форми, фасадні рішення та інженерні системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брижик Н. М., Блащук Н. В. Вплив архітектурно-просторового компонування на енергоефективність будівлі. *LIII Всеукраїнська науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024)* : матеріали всеукр. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Вінниця, 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/21030/17426> (дата звернення: 25.04.2024).
2. Callway R. Sustainable Green Infrastructure and Social Inclusion: Examining the Role of BREEAM Communities, 2014. 29 p.
3. Feleki E., Vlachokostas Ch., Moussiopoulos N. Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning. *Journal of Cleaner Production*. 2020. № 243. P. 118-132.
4. Meier A., Olofsson T., Lamberts R. What is an energy efficient building. *ENTAC 2002-IX Meeting of technology in the built environment, Foz do Iguaçu, Brazil*. 2002. P. 3-12.
5. Dodoo A., Gustavsson L., Sathre R. Building energy-efficiency standards in a life cycle primary energy perspective. *Energy and Buildings*. 2011. №. 7. P. 1589-1597.
6. Dili A.S., Naseer M.A., Varghese T.Z. Passive control methods of Kerala traditional architecture for a comfortable indoor environment: A comparative investigation during winter and summer. *Building and Environment*. 2010. Vol. 45. № 5. P. 1134-1143.
7. Gruber P., Gosztanyi S. Skin In architecture: towards bioinspired facades. *WIT PRESSEcology and the Environment*. 2010. № 138. P. 503-513. URL: <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-theenvironment/138/21196>
8. Rissanen M. Basic forms and nature: From Visual Vimplicity to Conceptual Complexity. *Academy of fine arts at the University of the arts Helsinki*. 2017. 275 p.

9. Lechner N. Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects, John Wiley & Sons. Ltd, Chichester, U. K. 2008.
10. Gonzalo R., Habermann K. J. Energy – Efficient Architecture: Basics for Planning and Construction. Birkhauser, Basel, CH. 2006.
11. Parasonis J., Keizikas, A. Possibilities to reduce the energy demand for multistory residential buildings. *Modern Building Materials, Structures and Techniques – Proceedings of the 10th International Conference*, VGTU, 2010. P. 990–993.
12. Parasonis J., Keizikas A., et al. Architectural solutions to increase energy efficiency of buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2012. №18. P. 71.
13. Parasonis J., Keizikas A., Kalibatiene D. The relationship between the shape of a building and its energy performance. *Architectural Engineering and Design Management*. №8. 2012. P. 246.
14. Mihalakakou B. On the use of sunspace for space heating/cooling in Europe. *Renewable Energy*. №26,. 2002. P. 415.
15. Bataineh K. M., Fayez N. Analysis of thermal performance of building attached sunspace. *Energy and Buildings*. № 43. 2011. P. 1863.
16. Mahdavi Tabatabaei Fard F., Ghasemzadeh M., Aliyev F. G. Building and Construction: Milestones of Green Architecture Towards Sustainability. *International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering”*. №3. 2011. P. 125.
17. Болгарова Н. М. Дослідження особливостей формування функціонально-просторової організації енергоефективної будівлі. *Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”*. Випуск 6. К.: КНУБА, 2014 р. С. 23-26.
18. Панько О. М. Організаційно-технічні основи впровадження концепцій енергоефективного будівництва в умовах України. *Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”*. Випуск 6. К.: КНУБА, 2014 р. С. 208-211.

19. Depecker P., Menezo C, Virgone J., Lepers S. Design of building shape and energetic consumption. *Building and Environment*. 36(5). 2001. P. 627-635.
20. Смірнова О. В. Типологічні основи формування інноваційних будівель у міському середовищі: монографія. Харків: ХНУГГ ім. А. Н. Бекетова, 2018. 189 с.
21. Al-Anzi A., Seo D., Krarti M. Impact of building shape on thermal performance of office buildings in Kuwait. *Energy Conversion and Management*. №50(3). 2009. P. 822-828.
22. Gratia E., De Herde A. Design of low energy office buildings. *Energy and Buildings*. №35. 2003. P. 473-491.
23. Okeil A. Design of low energy office buildings. *Energy and Buildings*. №42. 2010. P. 1437-1444.
24. Oral G., Yilmaz Z. Building form for cold climatic zones related to building envelope from heating energy conservation point of view. *Energy and Buildings*. №35. 2003. P. 383-388.
25. Ourghi R., Al-Anzi A., Krarti M. A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings. *Energy Conversion and Management*. 48(1). 2007. P. 300-305.
26. BREEAM. URL: <https://breeam.com/about>
27. Construction Tech Hub. URL: <https://www.construction.com/resources/>
28. Bostancioglu E. Effect of building shape on a residential building's construction, energy and life cycle costs. *Architectural Science Review*. №53(4). 2010. P. 441-467.
29. Gonzalo R., Habermann K. J. *Energy-Efficient Architecture: Basics for Planning and Construction*. Basel: Birk-hauser, 2002. 224 p.
30. Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M. *Energy manual: sustainable architecture*. Basel: Birkhauser, 2008. 280 p.
31. Jedrzejuk H., Marks W. Optimization of shape and functional structure of buildings as well as heat source utilisation. *Partial problems solution, Building and Environment*. №37(11). 2002. P. 1037-1043.

32. Marszal A. J., Heiselberg P., Bourrelle J. S., Musall E., Voss K., Sartori I., Napolitano A. Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies. *Energy and Buildings*. №43(4). 2011. P. 971-979.

33. Ourghi R., Al-Anzi A., Krarti M. A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings. *Energy Conversion and Management*. №48(1). 2007. P. 300-305.

34. Parasonis J., Keizikas A. Possibilities to reduce the energy demand for multistorey residential buildings. In *The 10th International Conference “Modern Building Materials, Structures and Techniques”*: Selected papers, Vol II. VGTU: Technika, 2010. P. 989-993.

35. Wang W., Rivard H., Zmeureanu R. Floor shape optimization for green building design. *Advanced Engineering Informatics*. №20(4). 2006. P. 363–378.

36. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.

37. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с.

38. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 179 с.

39. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. [Чинний від 2012-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 61 с.

40. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с.

41. ДБН В.2.2-16:2019. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. [Чинний від 2019-11-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 97 с.

42. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 49 с.

43. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний від 2023-01-11]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 123 с.

44. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.

45. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с.

46. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинний від 2018-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 53 с.

47. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.

48. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 141 с.

49. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 01.01.2014]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 180 с. (Державні будівельні норми).

50. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2019-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 13 с.

51. ДБН В.2.5-23:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. [Чинний від 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 106 с.

52. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 01-01-2017]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 51 с.

53. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014. Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кв і вище : затв. наказом Мінпаливенерго України № 543 від 04.08.2014 р. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0543732-14#Text>. (дата звернення: 08.11.2020).

54. Дудар І. Н., Потапова Т. Е., Прилипко Т. В. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт по зведенню надземної частини будівель та споруд : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2006. 132 с.

55. 3. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

56. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

57. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.

58. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2019-11-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. 132 с.

59. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

60. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->

61. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

62. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

63. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

64. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

65. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>

66. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

67. Лялюк О. Г., Маєвська І. В. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2003. 86 с.

68. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 01-01-2014]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 97 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вплив архітектурно-просторового komponування будівлі на її енергоефективність

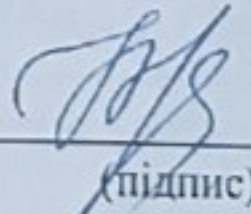
Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

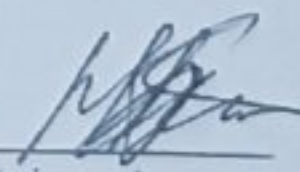
Оригінальність 93,2 % Схожість 6,8 %

- ☒ із звіту подібності (відмітити потрібне):
- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

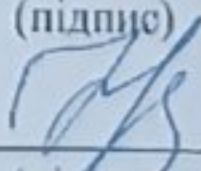
Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи

 Брижик Н.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Перівник роботи

 Блащук Н.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б

Відомість графічної частини БДР

Ар- куш	Найменування	Приміт- ка
1	Актуальність, мета роботи	
2	Задачі дослідження; Об'єкт дослідження; Предмет дослідження; Інноваційність	
3	Аналіз впливу форми будівлі на її енерговитрати	
4	Аналіз впливу форми будівлі на її енерговитрати (продовження)	
5	Аналіз впливу форми будівлі на її енерговитрати (продовження)	
6	Моделювання впливу форми на енергоефективність будівлі	
7	Моделювання впливу форми на енергоефективність будівлі (продовження)	
8	Приклади сучасних енергоефективних будівель	
9	Генеральний план; Візуалізації	
10	План цокольного поверху (підземний гараж); План першого поверху; Експлікації приміщень	
11	План мансардного поверху; План покрівлі; Розріз 1-1; Експлікації приміщень	
12	Фасад в осях 1-7, 7-1, А'-К, К-А'	
13	Технологічна карта на влаштування сонячної електростанції	

Актуальність. Однією з найважливіших проблем сучасного суспільства є надмірне споживання енергії в будівельному секторі, в тому числі на етапі експлуатації. Тому останнім часом будівельна галузь зосередилася на зниженні вартості будівельних проектів з метою мінімізації витрат на зведення та експлуатацію будівель. Необхідно розглядати різні способи підвищення енергоефективності та запровадження сталого розвитку. Сьогодні питання енергоефективності є важливим і ключовим викликом для забезпечення комфортного середовища для мешканців будівлі при мінімізації споживання ресурсів. Енергозбереження в основному залежить від зменшення втрат енергії. Наприклад, витрати на споживання електроенергії складають значну частину експлуатаційних витрат будівель. Втрати тепла не обмежуються лише будівельними конструкціями та матеріалами. Нові будівлі повинні бути обладнані системами автоматичного управління інженерними системами будинку. Традиційними заходами з економії енергоресурсів є: встановлення лічильників води, тепла і газу, утеплення стін, вентиляція з рекуперацією тепла, енергозберігаюче скління, входні тамбури, утеплення даху, автоматизація управління системами будівлі, управління кондиціонерами та енергозберігаючими пристроями за рахунок створення енергії із альтернативних джерел.

Сучасна концепція екологічно нейтрального будівництва поєднує в собі переваги пасивного, інтелектуального, активного та екологічно безпечного будинку. Будівництво та проектування енергоефективних будівель вимагає врахування ряду факторів, в тому числі архітектурно-планувальних рішень, реалізація яких може забезпечити енергетичні та економічні цілі суспільства.

Мета роботи: Визначення оптимальних архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності.

Задачі дослідження:

- визначення впливу форми будівлі на її енерговитрати;
- дослідження впливу фасадних вирішень будівлі на її енергоефективність;
- визначення основних заходів щодо покращення існуючих архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності.

Об'єктом дослідження є архітектура громадських будівель різної поверховості.

Предметом дослідження є принципи формування архітектурно-просторової структури громадських будівель.

Інноваційність: визначені закономірності та особливості формування енергоефективних архітектурно-просторових структур громадських будівель.

Практичне значення: визначено архітектурно-будівельні прийоми підвищення енергетичної ефективності будівель залежно від їх архітектурно-просторового komponування.

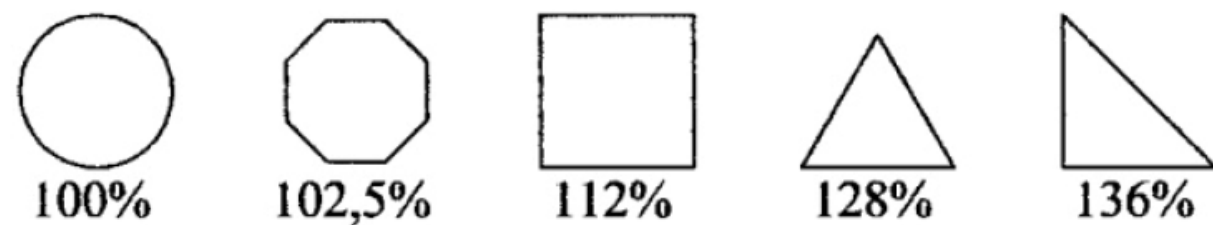


Рис. 1. Зростання зовнішнього периметру будівлі для базових геометричних фігур однієї площі

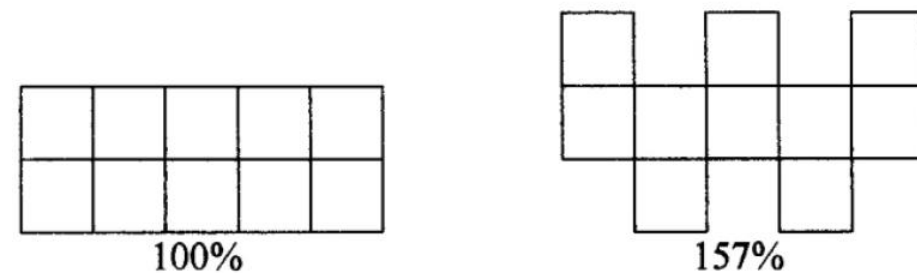


Рис. 2. Геометричний дефект прямокутної проекції

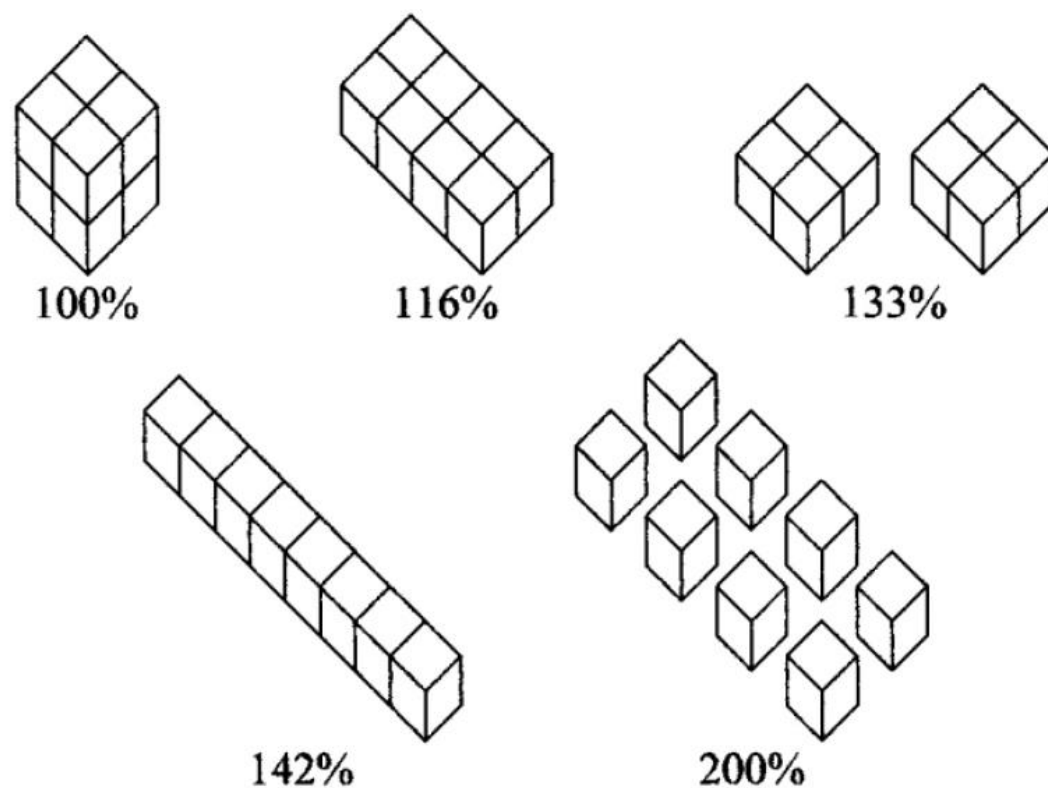


Рис. 3. Зростання площі зовнішніх стін в залежності від розташування модулів будівлі

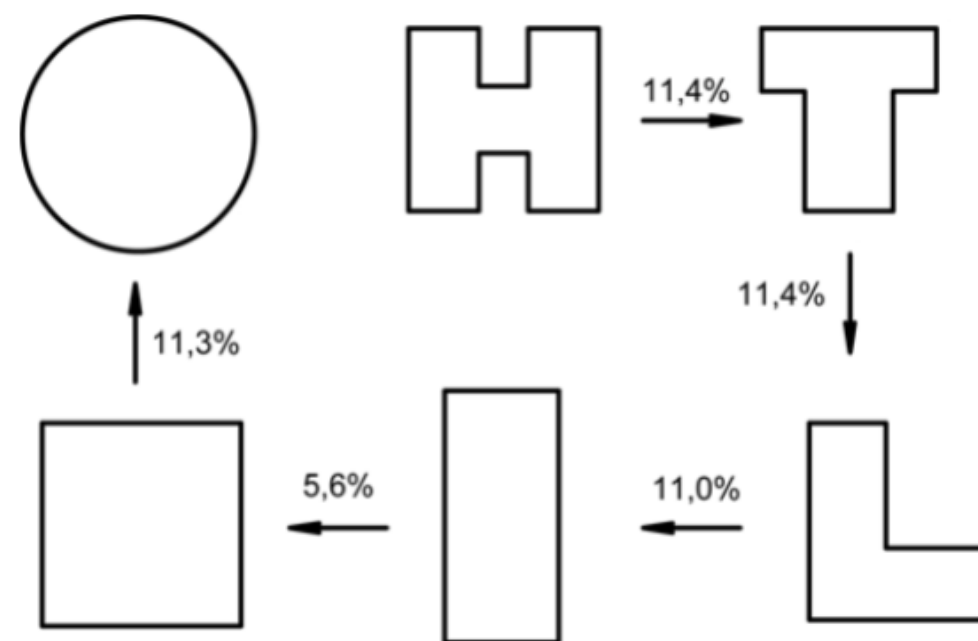


Рис. 4. Вплив конфігурації плану будівлі на його енергоспоживання (стрілкою показано напрям зростання енергоефективності)

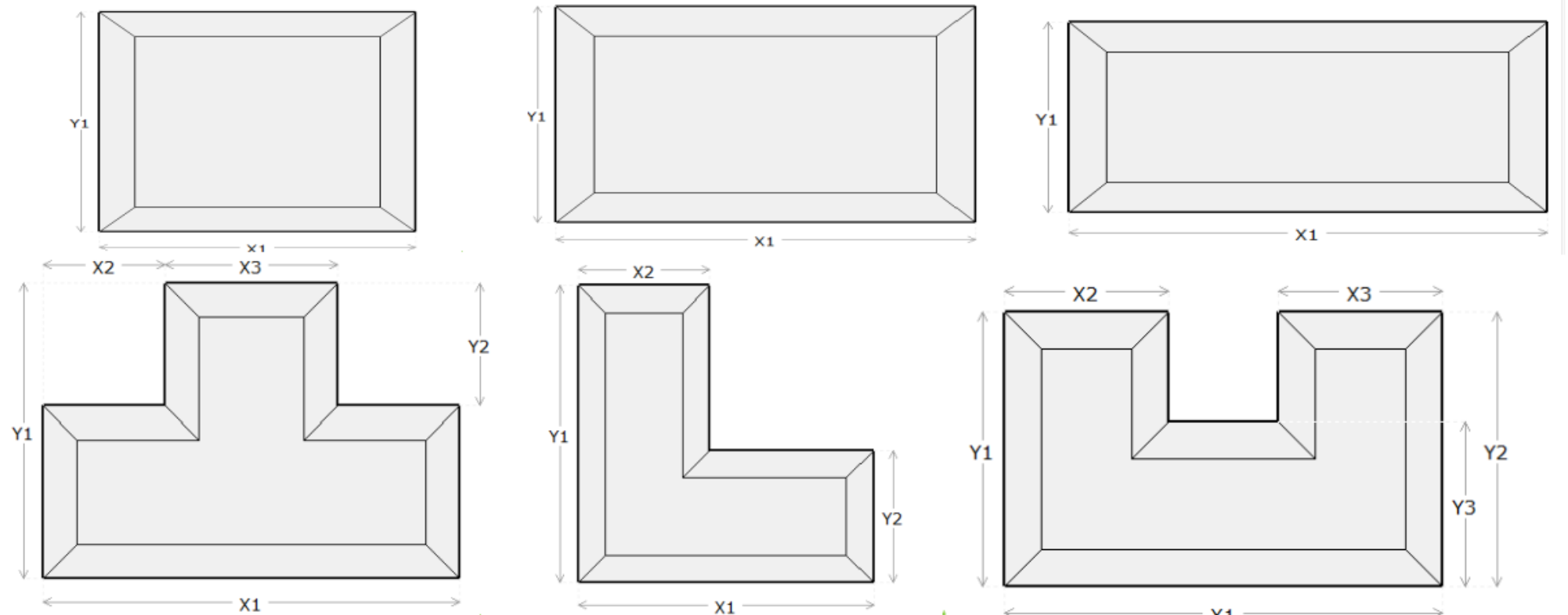


Рис. 5. Вибрані фігури будівель для енергетичного моделювання:
прямокутна (1:1, 1:1,5, 1:2), Т, L і U

$$K = \frac{\left(\frac{\text{Об'єм}}{\text{Площа поверхні}} \right)_{\text{Будівлі}}}{\left(\frac{\text{Об'єм}}{\text{Площа поверхні}} \right)_{\text{Еталонного куба}}} = \frac{(\text{Площа поверхні})_{\text{Еталонного куба}}}{(\text{Площа поверхні})_{\text{Будівлі}}}$$

К – показник геометричної компактності будівлі. Будівлі з високим К більш компактні і навпаки. К, фактор, що залежить від форми, генерується шляхом порівняння співвідношення об'єму до поверхні будівлі та куба з ідентичним об'ємом. Тут площа поверхні включає всю площу, яка піддається впливу зовнішнього середовища, тобто суму стін, даху та площі першого поверху. Чим вище значення К, тим компактніше будівля.

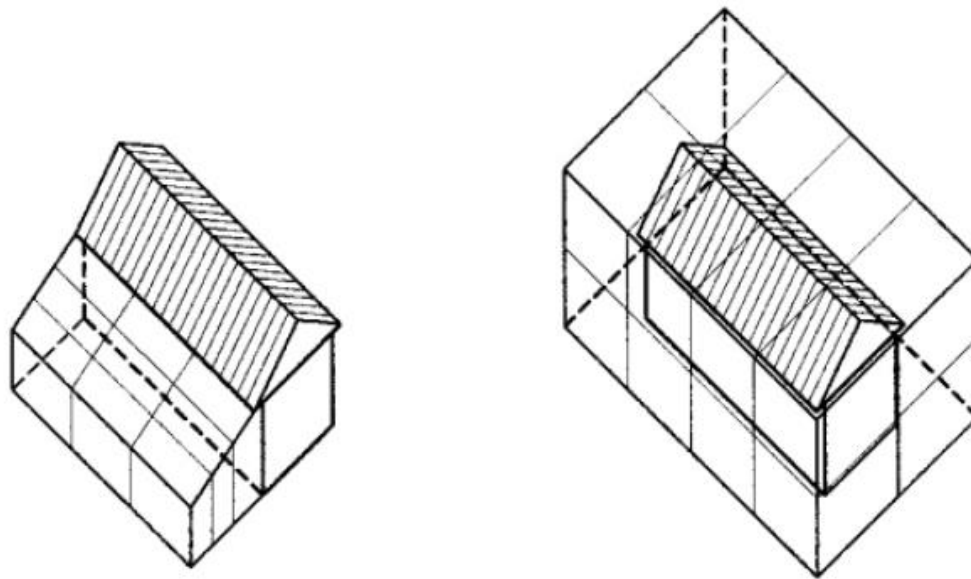


Рис. 6. Перехід від будинку із зимовим садом до ідеї «будинок в будинку»

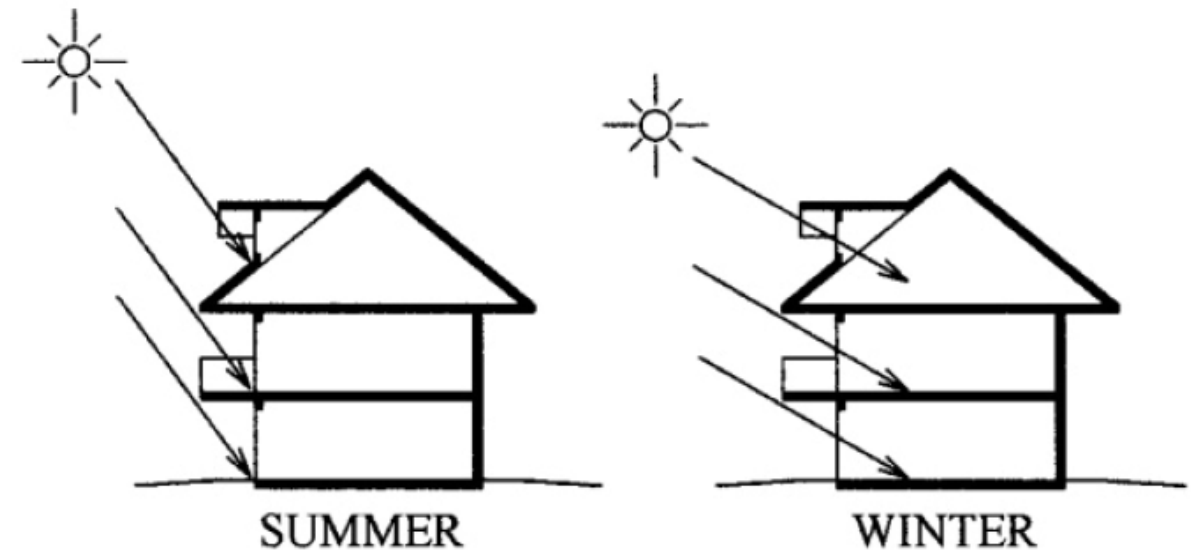
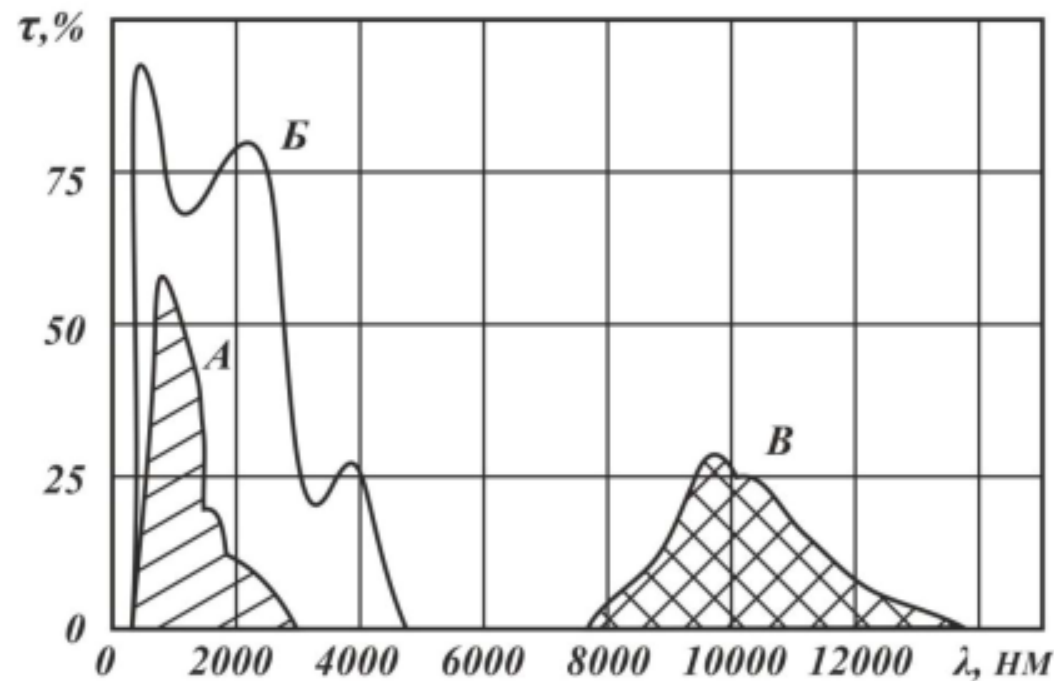


Рис. 7. Пасивний захист будівлі від надмірного сонячного світла



λ – довжина хвилі випромінювання; τ – значення величини енергії у відсотках

Рис. 8. Парниковий ефект та радіаційні властивості звичайного скла

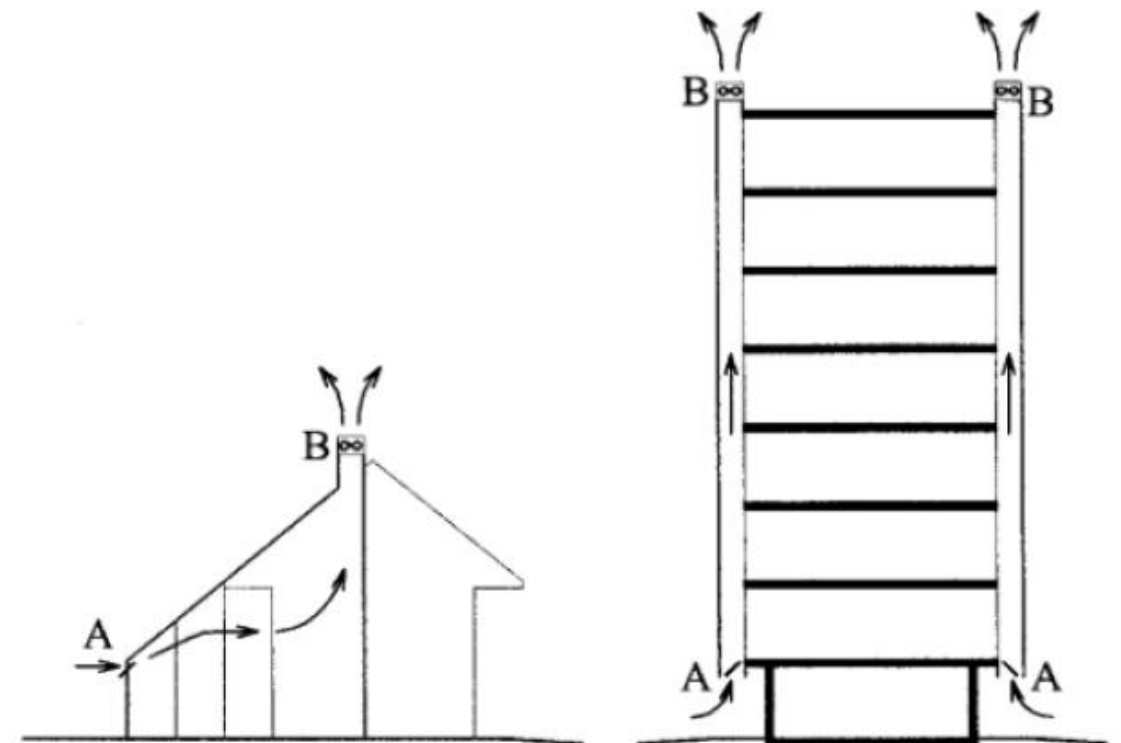


Рис. 9. У будинку із зимовим садом та висотному будинку можна використовувати потік гарячого повітря між скляними панелями

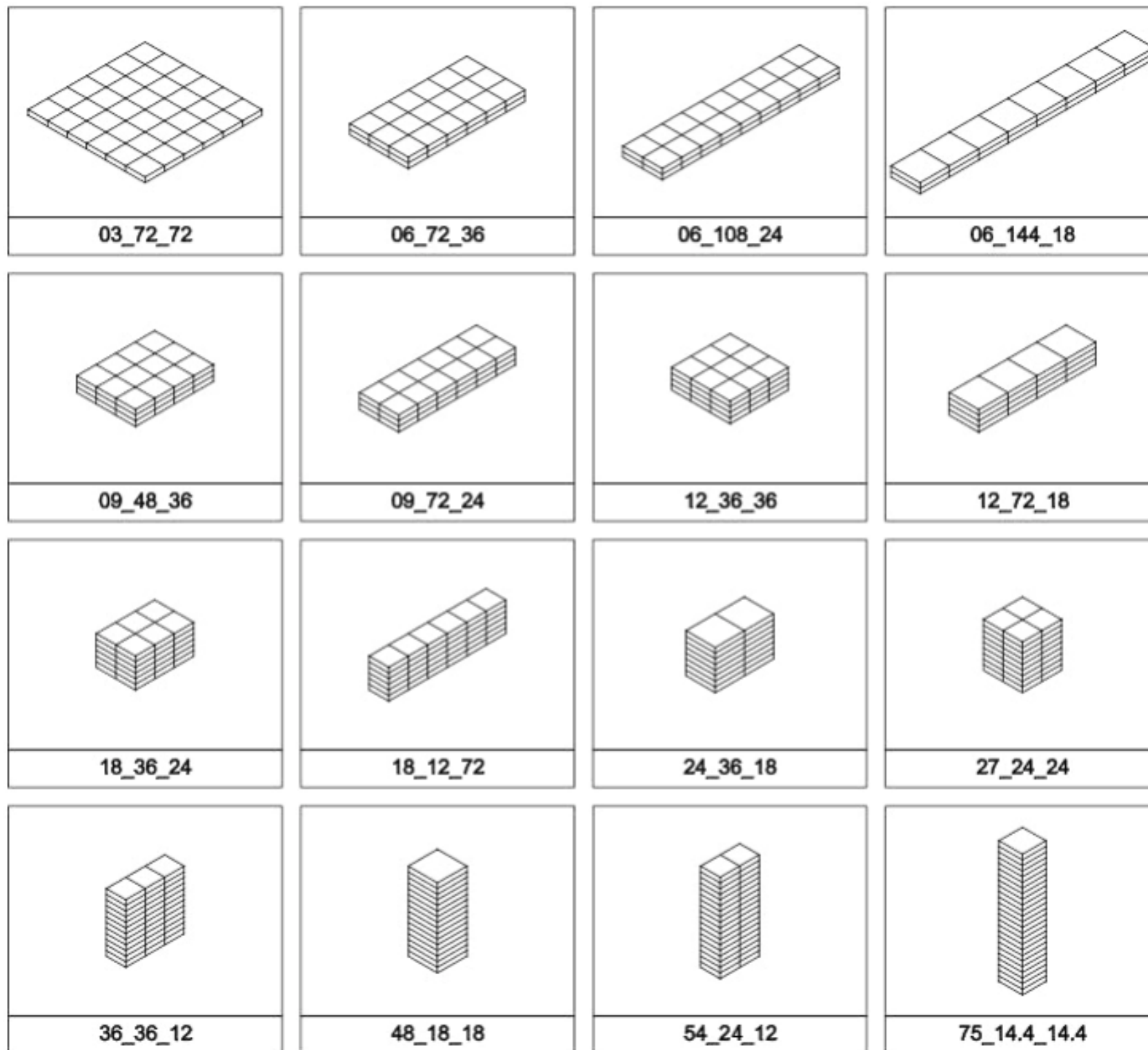


Рис. 10. Моделювання 16 ортоедричних форм будівлі

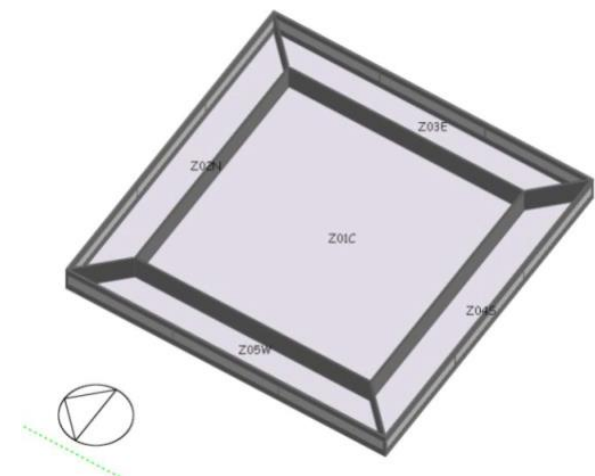


Рис. 11. Приклад внутрішнього розподілу кожного поверху в усіх формах будівлі

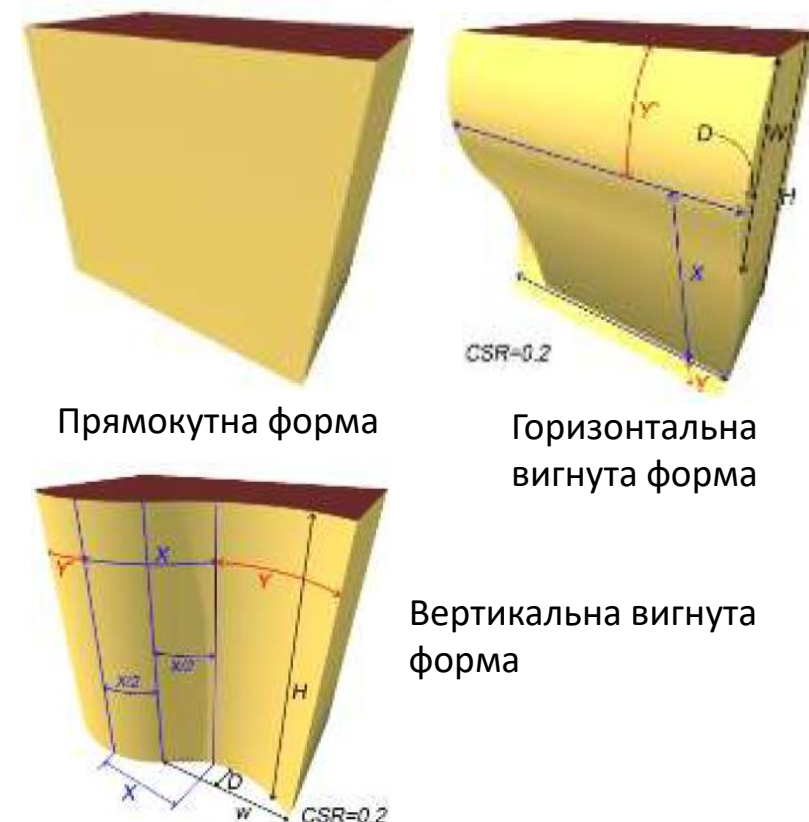


Рис. 12. Різні форми будівель для моделювання

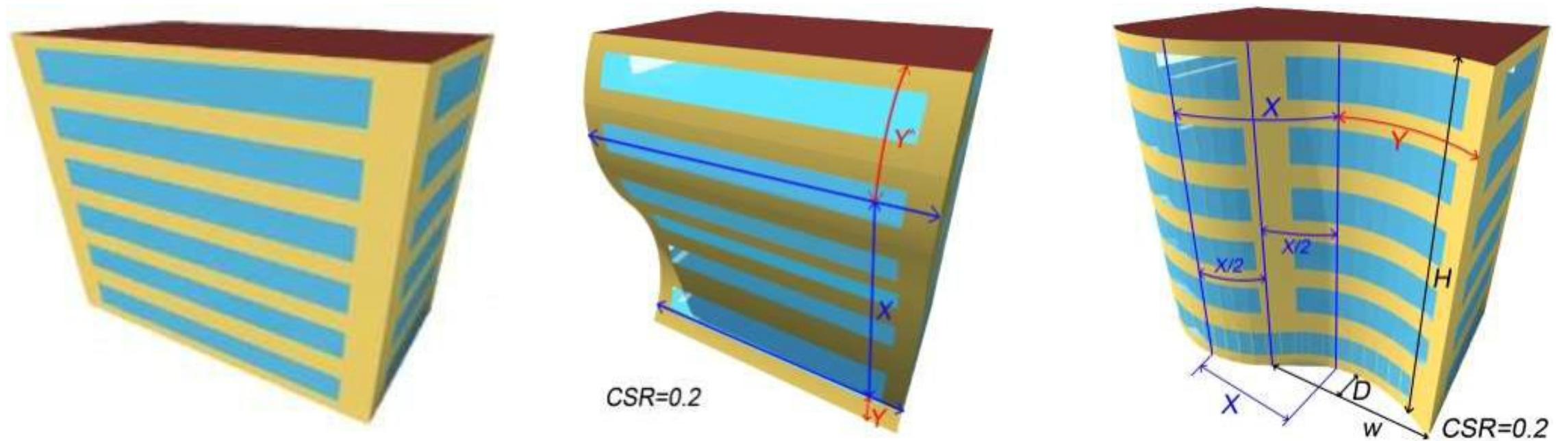


Рис. 13. Моделювання з додаванням площі скління відповідно до співвідношення площі скління до площі підлоги

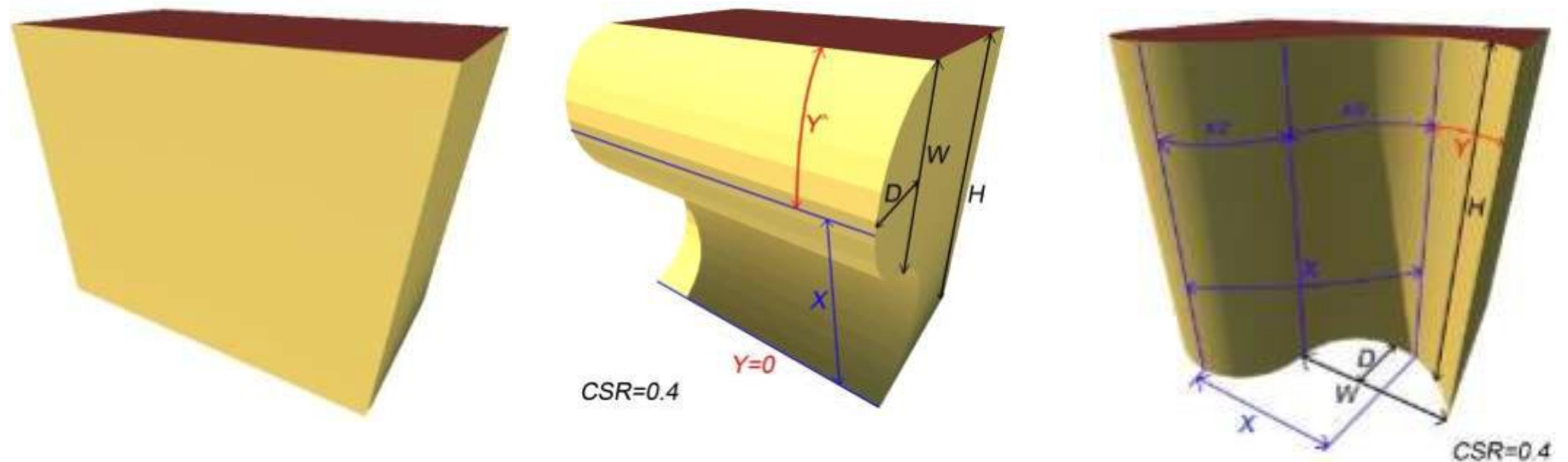


Рис. 14. Моделювання зі збільшенням коефіцієнта кривизни як для горизонтальних, так і для вертикальних форм

АРХІТЕКТУРА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ В СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ



Рис. 15. Пивоварня в Сан-Франциско



Рис. 16. Енергетична лабораторія , Гаваї



Рис. 17. Офісна будівля Angel Square, Манчестер



Рис. 18. LSE's New Students' Centre, Лондон

Генеральний план М 1:500

Експлікація будівель і споруд

№	Найменування	Пр
1	Осередковий будинок	
2	Котловий будинок	

Техніко-економічні показники

№	Найменування	Значення	Пр
1	Площа забудови	3	4
2	Осередковий	4	
3	Осередковий (для парку) і парковочний	10	
4	Парковочний	10	

Умовні позначення

№	Найменування	Значення	Пр
1	Техніко-економічні дані	11111	
2	Осередковий	11111	
3	Парку	11111	



						08-11 МКР.001-АР			
						Архітектурно-просторове компонування будівлі			
Зм.	Кільк.	Арк.	№/Док.	Підп.	Дата	Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркуші
Виконав	Брижик Н.М.						П		
Перевірив	Смоляк В.В.								
Керівник	Блащук Н.В.								
Н. контроль	Масвська І.В.								
Опонує	Резидент Н.В.					Генеральний план; Візуалізації	ВНТУ, гр. Б-22мз		
Затвердив	Швець В.В.								

25



25

25

25

25

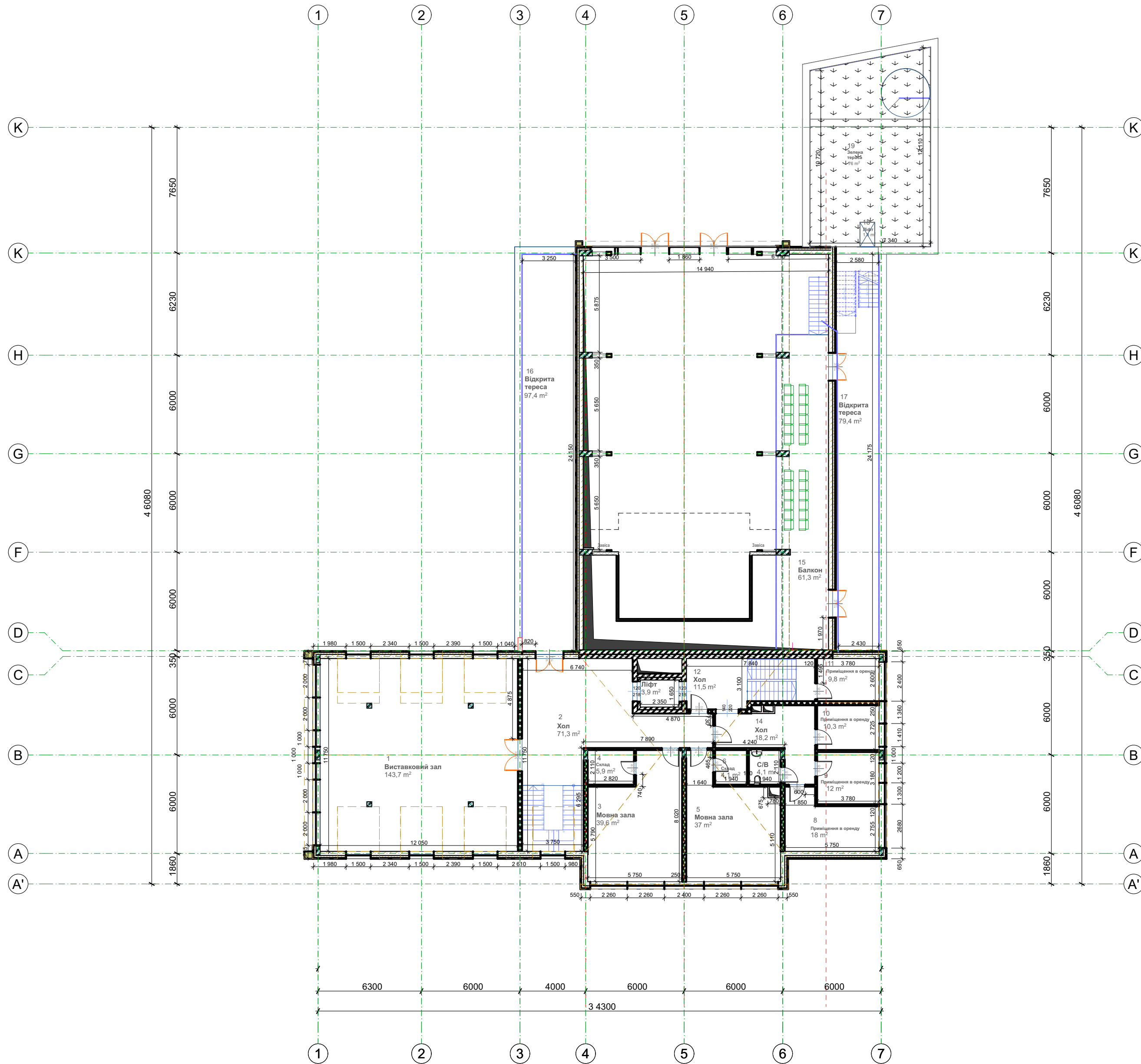
25



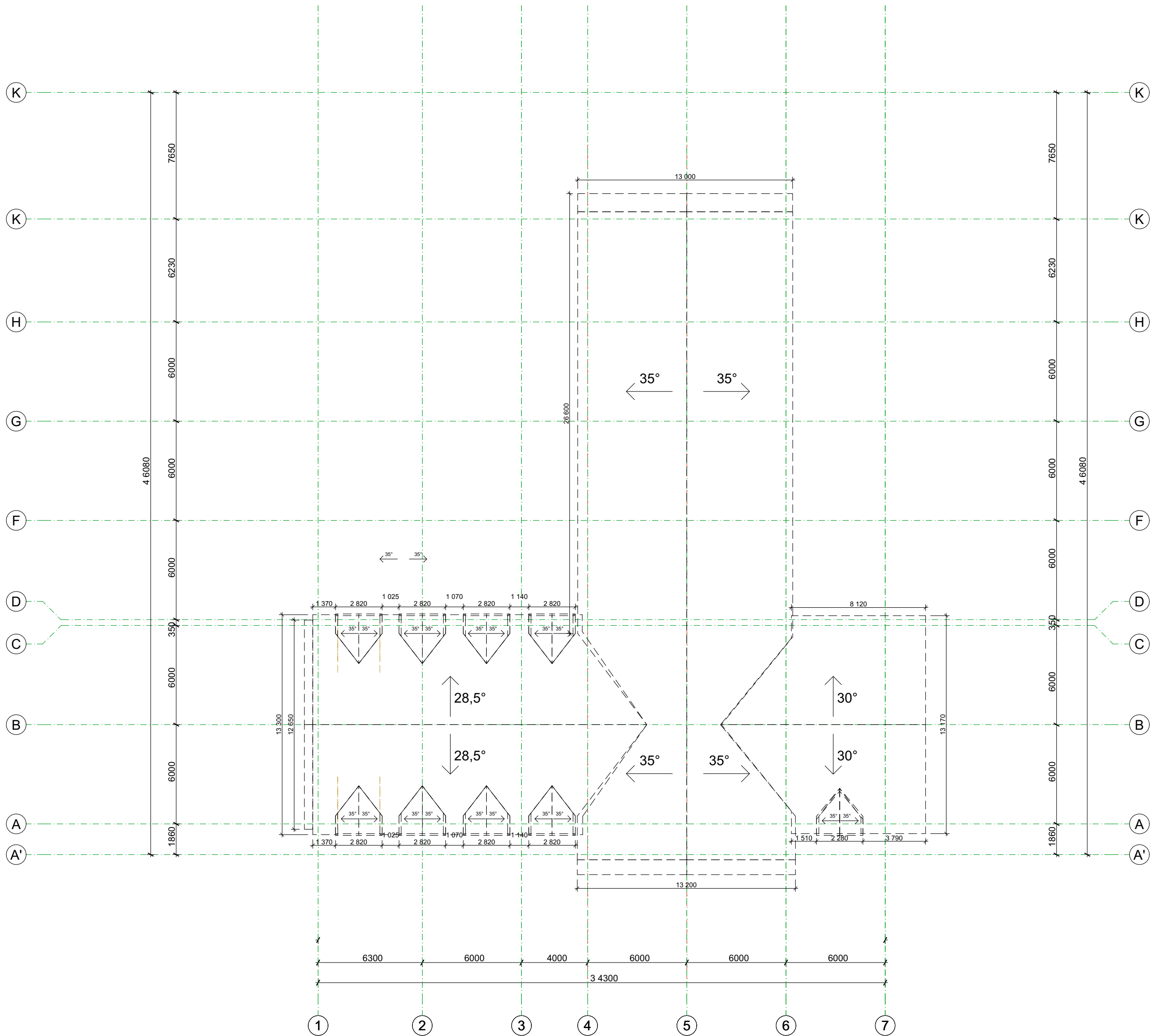
25

2525

План мансардного поверху М 1:200



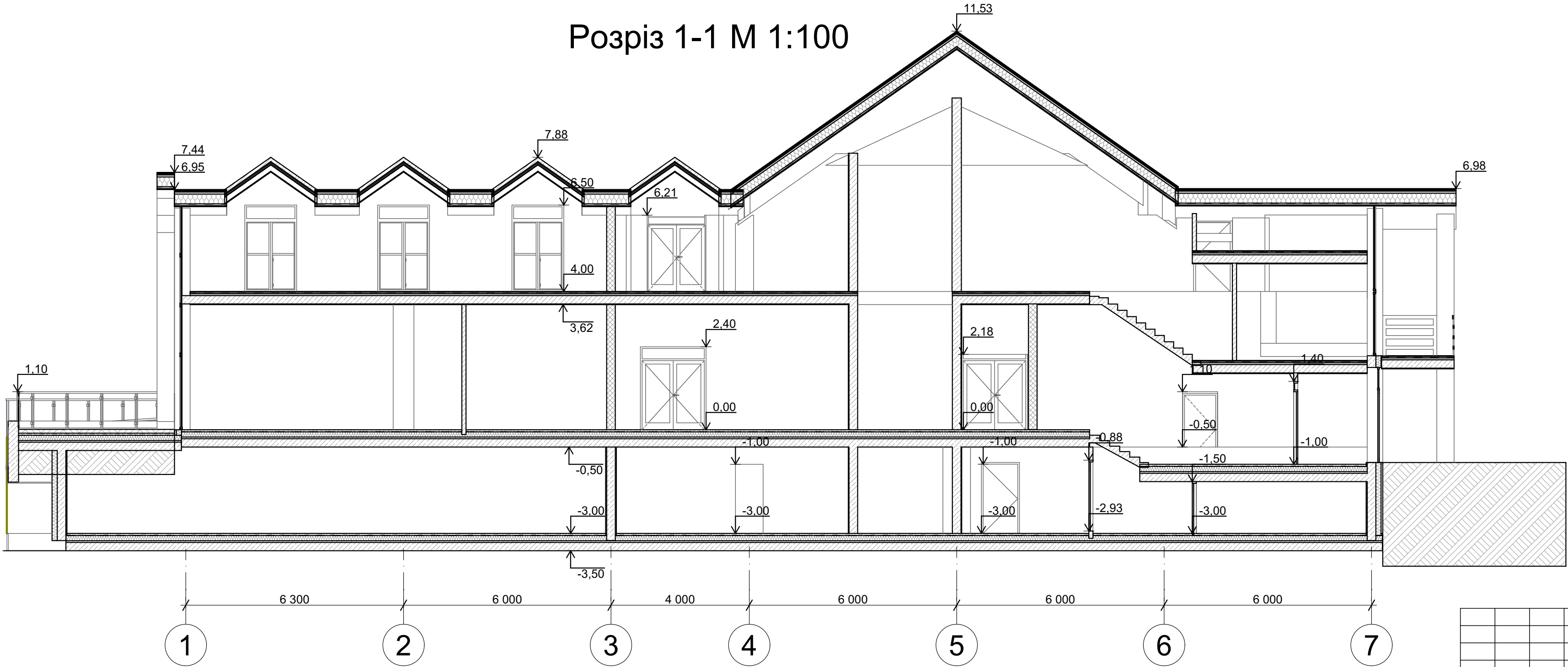
План покрівлі М 1:200



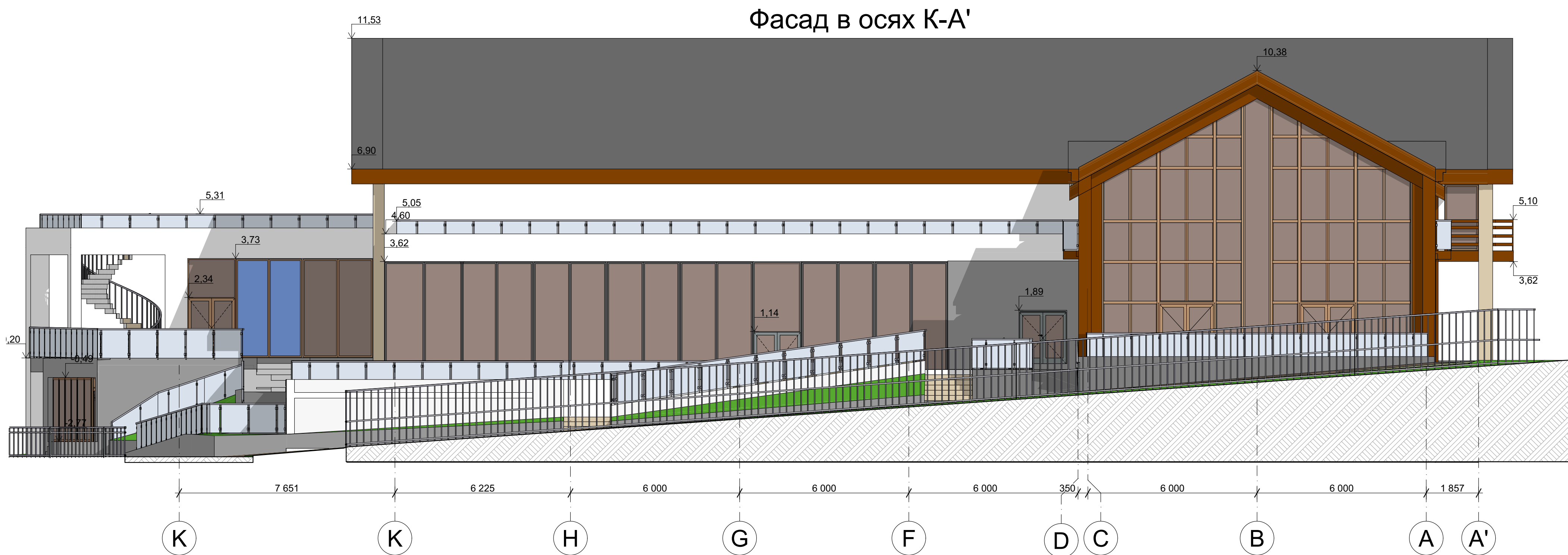
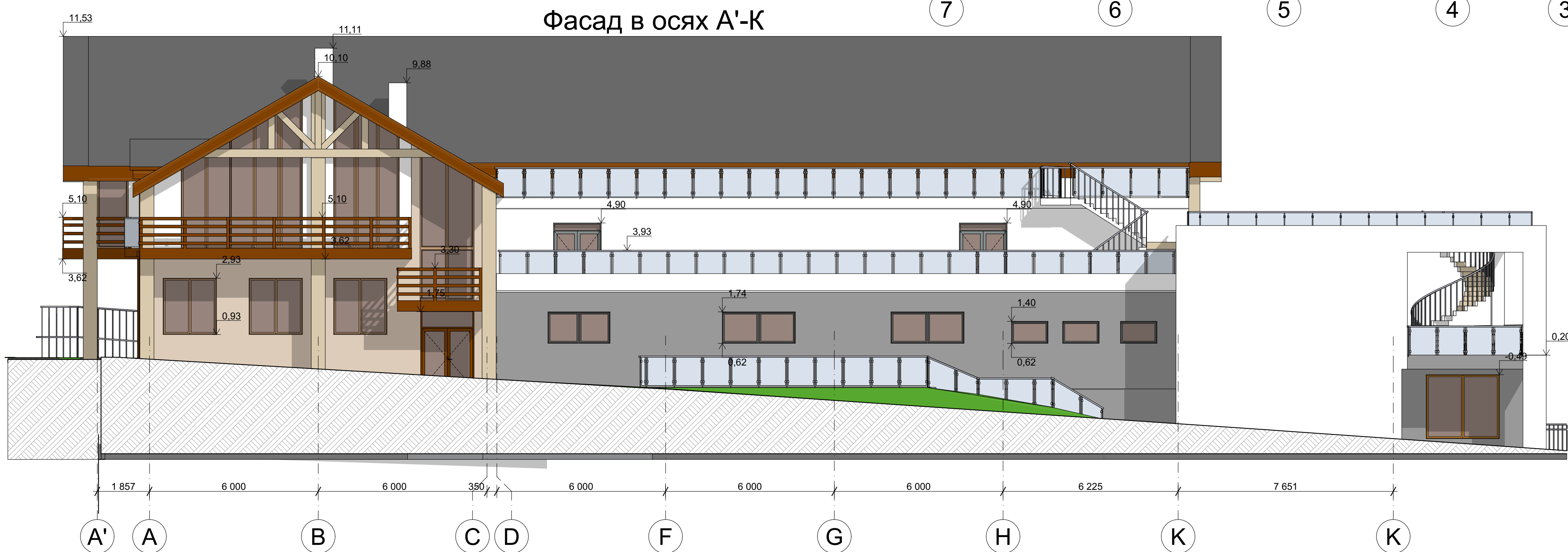
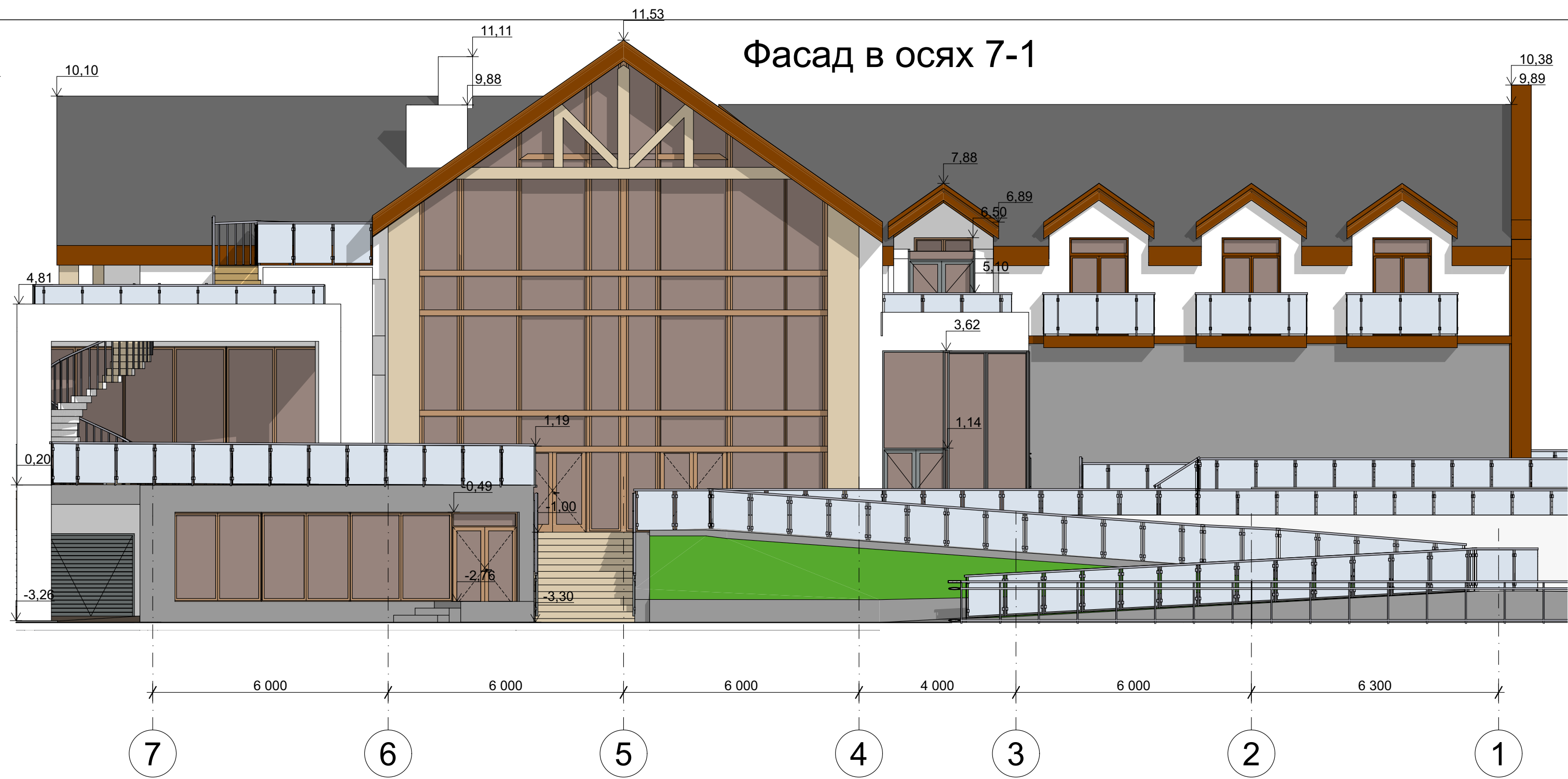
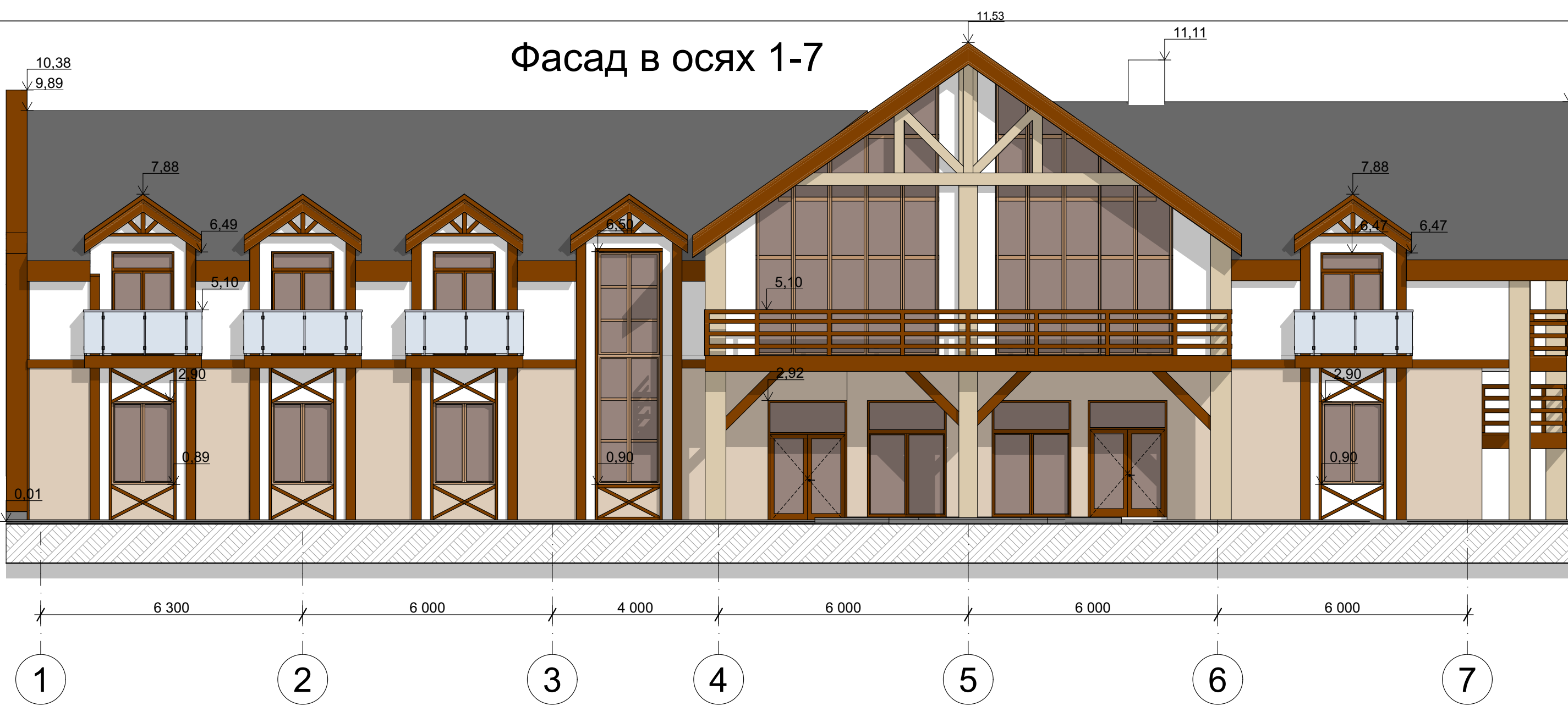
Експлікація приміщень мансардного поверху

№	Найменування	Площа, м ²
1	Виставковий зал	143,7
2	Хол	71,3
3	Мовна зала	39,6
4	Склад	5,9
5	Мовна зала	37
6	Склад	4,1
7	С/В	4,1
8	Приміщення в оренду	18
9	Приміщення в оренду	12
10	Приміщення в оренду	10,3
11	Приміщення в оренду	9,8
12	Хол	11,5
13	Ліфт	3,9
14	Хол	18,2
15	Балкон	61,3
16	Відкрита тераса	97,4
17	Відкрита тераса	79,4
18	Ліфт	1,3
19	Зелена тераса	76

Розріз 1-1 М 1:100

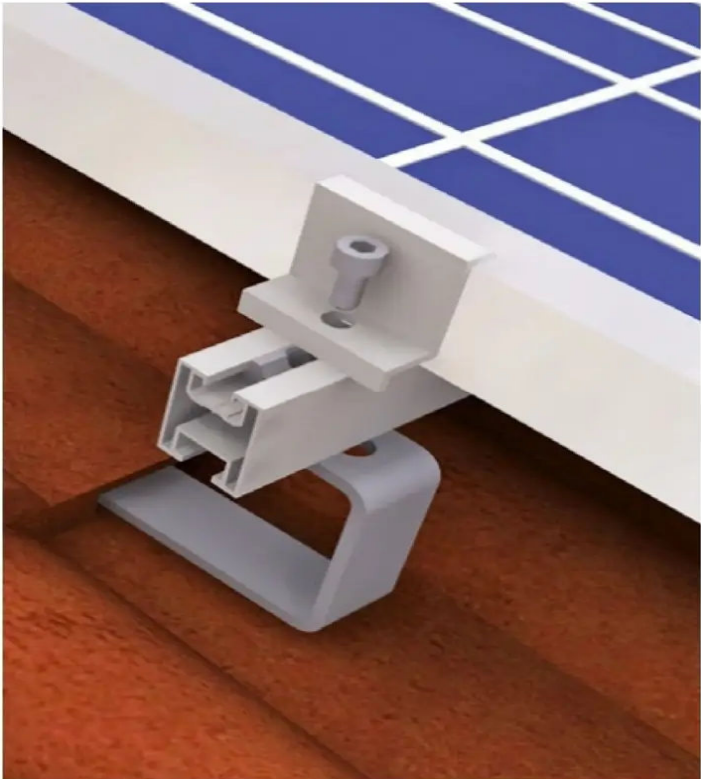
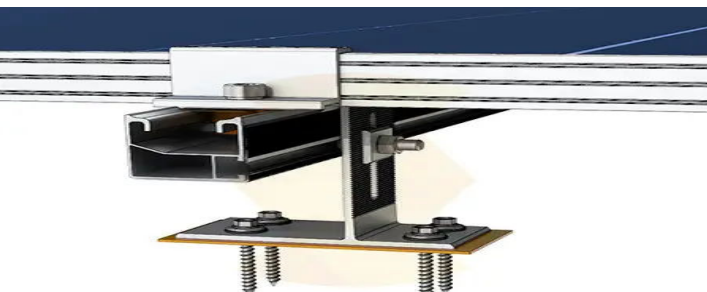


						08-11 МКР.001-АР			
						Архітектурно-просторове компонування будівлі			
Зм.	Кільк.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Брижик Н.М.						П		
Перевірив	Смоляк В.В.					План мансардного поверху; План покрівлі; Розріз 1-1; Експлікації приміщень	ВНТУ, гр. Б-22мз		
Керівник	Блащук Н.В.								
Н. контроль	Масвська І.В.								
Опонент	Резидент Н.В.								
Затвердив	Швець В.В.								



						08-11 МКР.001-АР			
						Архітектурно-просторове компонування будівлі			
	Зм.	Кільк.	Арх. №/Док.	Підп.	Дата	Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав			Брижик Н.М.				П		
Перевірив			Смоляк В.В.						
Керівник			Блащук Н.В.						
Н. контроль			Мавська І.В.						
ОпONENT			Резидент Н.В.			Фасад в осях 1-7, 7-1, А'-К, К-А'	ВНТУ, гр. Б-22мз		
Затвердив			Швець В.В.						

A close-up photograph showing a worker's gloved hands using a long, silver metal tool to slide a corrugated metal roof panel into place. The panel is being positioned over a dark, textured underlayment on a roof. A metal bracket with a bolt is visible, securing the panel to the structure.



Назва	Характеристики
Сонячний панелі	• Фотоелементи • "Kisen RSM 150 8-500W" • Номінальна потужність = 500 Вт • Монокристалічний кремій • Розміри = 2220 x 1102,4 мм • Номінальна напруга = 51,01В • Номінальний струм = 12,46 А • Виробництво = Китай
Інвертор	• Інвертор • Sduh 30K-5G • Номінальна потужність = 30 кВт • К-ф. cos φ = 1 • ККД = 97,8-98,2% • Виробництво = Китай
Металеві конструкції	• Опалювальний профіль (41x41mm, 1.5mm) • Профілюна труба (20x40x2mm), (40x80x3mm)
Застос. кристалів, кабелів	• Системи автоматичного кристалів, системи панелей • Застос. • Зелених • Автоматичні випилювачі • Кабелі

The architectural drawing shows a cross-section of a building with a gabled roof and a large solar panel array on the roof. The building has multiple levels, including a ground floor, a first floor, and a second floor. The roof is covered with solar panels, and the building has a large glass facade. The cross-section shows the internal structure, including walls, floors, and stairs. The building is situated on a sloping site, with the ground level indicated by a dashed line. The roof height is marked as 11.53. The building has a total length of 76.51 meters. The cross-section is divided into sections A' through K, with dimensions provided for each section. The dimensions are: A' to A: 1.857; A to B: 6.000; B to C: 6.000; C to D: 3.500; D to F: 6.000; F to G: 6.000; G to H: 6.000; H to K: 6.225; K to K: 7.651. The building has a total height of 11.53 meters. The building has a total length of 76.51 meters. The building has a total width of 11.53 meters. The building has a total area of 11.53 x 76.51 = 881.11 square meters. The building has a total volume of 11.53 x 76.51 x 11.53 = 10111.11 cubic meters. The building has a total weight of 10111.11 x 2.5 = 25277.78 tons. The building has a total cost of 25277.78 x 1000 = 25,277,780 Ukrainian Hryvnia. The building has a total value of 25,277,780 Ukrainian Hryvnia. The building has a total price of 25,277,780 Ukrainian Hryvnia. The building has a total cost of 25,277,780 Ukrainian Hryvnia. The building has a total value of 25,277,780 Ukrainian Hryvnia. The building has a total price of 25,277,780 Ukrainian Hryvnia.

РІЧНА ГЕНЕРАЦІЯ СЕС 30 КВТ

Місяць	кВт	€
Січень	1197,7	195,23
Лютий	1684,9	274,64
Березень	3340,8	548,55
Квітень	4152,8	676,91
Травень	5115,6	833,84
Червень	4932,9	804,06
Липень	4335,5	706,69
Серпень	4187,6	682,58
Вересень	3575,7	582,84
Жовтень	2778,2	452,85
Листопад	2278,2	368,24
Грудень	1461,6	238,24



N	Найменування робіт	Об'єм робіт		Витрати праці		Витрати машинного часу		Тривалість Т, дн.	Кількість змін, п	Кількість робітн/ за зміну, N	Склад бригади пхN, чол.																																								
		Од. вимір.	Кільк.	Норм.	Прийн.	Норм.	Прийм.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	Улаштування каркасів для монтажу сонячних панелей, подача матеріалів	100 м²	2.40	162.51	160.00	7.47	7.5	10.0	2	4	8	2x8=10,0																																							
2	Монтаж сонячних панелей, установка інвертора подача матеріалів	100 м² шт.	2.40 1.50	324.75 43.125	320.00 42.00	1.91 0.00	2 0.00	20.0	2	4	8	2x8=20,0																																							
3	Прокладання кабелю, подача матеріалів	100 м²	4.65	78.00	52.00	0.45	0.5	5.0	2	4	8																																2x8=5								
4	Монтаж увійдно-розподільних пристроїв, щитків освітлюваних групових	шт.	5.0	29.70	32.00	0.04	0.04	2.0	2	4	8																																				2x8=2				
5	Установка вимикачів та перемикачів пакетних 2-х і 3-х полюсних	100 шт	0.48	26.625	32.00	0.00	0.00	2.0	2	4	8																																				2x8=2				
		Всього:		621.585	596.00	9.87	10.00																																												

Влаштування сонячний панелей на покрівлю виконують у наступному порядку:

- перевірка цілісності батарей і кріпильних елементів;
- очистка інверторів від пилу, який може сприяти перегріву пристрою;
- монтаж оцинкованого профілю на покрівлю;
- прокладання кабельних магістралей;
- монтаж сонячних панелей Risen RSM 150-8-500W на оцинкований профіль;
- монтаж інвертора Solis 30K-5G;
- встановлення роз'єднувачів із запобіжником PCF DC 1P 10A 1000V;
- встановлення лічильника електроенергії трифазного багатотарифного Iskra MT174-T1.

- перевірка існуючого заземлення будівлі та надійності ізоляції струмоведучих провідників;
- тестування електропроводки на предмет витоків енергії;
- обстеження покрівлі на наявність дефектів покрівлі чи забруднення;
- очищення поверхні покрівлі та її підготовка до монтажу сонячних панелей;
- встановлення закладних деталей (при необхідності);
- виконання отворів для пропуску комунікацій;
- оформлення наряд-допуску на роботи підвищеної небезпеки;
- підготовка інструменту, пристосування, інвентарю;
- доставка на робоче місце матеріалів та виробів;
- ознайомлення виконавців організацією робіт.

Подійомник ТП-12

$H_{\max} = 27 \text{ м}$, $Q_{\max} = 0,5 \text{ т}$

тераса

Складування матеріалів

						08-11 МКР.001-ПВР			
						Архітектурно-просторове компонування будівлі			
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Підп.	Дата				
Виконав	Брижик Н.М.					Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність	Стадія	Аркуш	Аркуші
Легендир	Кучеренко Л.В.						П		
Керівник	Блашчук Н.В.								
Н. контроль	Маєвська І.В.								
Опонець	Резиденко Н.В.								
Затвердив	Швець В.В.					Технологічна карта на влаштування сонячної електростанції	ВНТУ, ар. 5-22м		

ВІДГУК НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувача Брижик Наталії Миколаївни

на тему: Вплив архітектурно-просторового komponування будівлі на її енергоефективність

Магістерська кваліфікаційна робота здобувача вищої освіти Брижик Наталії виконана на кафедрі будівництва, міського господарства та архітектури, галузі знань «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Промислове та цивільне будівництво».

Магістрантом було проведено аналіз та порівняння можливих методів визначення впливу форми будівлі на її енерговитрати, досліджено вплив фасадних вирішень будівлі на її енергоефективність, визначено основні заходи щодо покращення існуючих архітектурно-планувальних рішень будівлі для забезпечення її енергоефективності, розроблений проекту будівлі громадського призначення з врахуванням заходів для досягнення енергоефективності.

Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувач Брижик Н.М. проявила себе освіченим кваліфікованим спеціалістом здатним приймати самостійно складні технічні рішення. Теоретичний і графічний матеріал роботи є достатнім та добре структурованим. На позитивну оцінку заслуговує вміння здобувача творчо підходити до систематизації теоретичної інформації та інтерпретувати й узагальнювати інформаційний матеріал.

Результати досліджень представлені у магістерській кваліфікаційній роботі апробовані на LIII Всеукраїнській науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024) : матеріали всеукр. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 20-22 березня 2024 року.

Магістерська кваліфікаційна робота виконується на основі завдання на проектування відповідно до діючих норм та стандартів.

Здобувач дотримувалась графіків виконання розділів роботи.

У роботі наявні недоліки, а саме:

- не достатньо пророблені архітектурно-конструктивні рішення в технічній частині роботи;
- не всі результати наукових досліджень відображені у графічній частині роботи.

В цілому виявлені недоліки не впливають на високий рівень та практичну цінність, а магістерська кваліфікаційна робота відповідає вимогам освітньої програми підготовки «Промислове та цивільне будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», а Брижик Наталія Миколаївна – присвоєння кваліфікації «магістра» та на оцінку «добре» (В).

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент



Н. В. Блащук

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу
здобувача Брижик Наталії Миколаївни

на тему: Вплив архітектурно-просторового компонування будівлі на її енергоефективність

Магістерська кваліфікаційна робота, що подана на опонування виконана на кафедрі будівництва, міського господарства та архітектури, за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Промислове та цивільне будівництво». Магістерська кваліфікаційна робота відповідає затвердженій темі та завданню, виконана вчасно та у повному обсязі. Тема роботи – актуальна так, як присвячена важливим питанням підвищення енергетичної ефективності будівництва.

Однією з найважливіших проблем сучасного суспільства є надмірне споживання енергії в будівельному секторі, в тому числі на етапі експлуатації. Тому останнім часом будівельна галузь зосередилася на зниженні вартості будівельних проектів з метою мінімізації витрат на зведення та експлуатацію будівель.

Текстова та графічна частина роботи виконана на листах формату А4 і в свою чергу складається з 6 розділів пояснювальної записки. Висновки і пропозиції, викладені в магістерській роботі, є достатньо аргументованими.

Магістерська робота повністю відповідає встановленим методичним вимогам. Робота написана економічно грамотно, тему повністю розкрито, наведені вдалі пропозиції та рекомендації. Виходячи з вище зазначеного вважаю, що робота виконана на достатньому методичному, науковому рівні та може бути допущена до захисту на засіданні екзаменаційної комісії. Інноваційність магістерської роботи полягає в розробці проектних рішень щодо підвищення енергетичної ефективності, екологічності сучасних житлових будівель.

Усі проектні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Виявлені такі недоліки:

- в технічній частині роботи не наведено розрахунків загального ефекту для покращення енергозбереження будівлі за рахунок досліджених і прийнятих архітектурно-просторових заходів;
- зауваження до оформлення креслень на арк. 10-11 графічної частини роботи.

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на відповідному рівні та у відповідності з завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки «добре» (В), а її автор Брижик Наталія Миколаївна – присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», згідно освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво».

Опонент

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Н. В. Резидент
(ініціали, прізвище)