МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: «**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ»**

Виконав: магістрант 2 курсу, група 8.1923-мбг-д
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство»
ЧУДНОВСЬКИЙ ПАВЛО БОРИСОВИЧ

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук _____ О. Г. Добровольська

Рецензент: завідувач кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук _____ А. В. Банах

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«02» 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Чудновському Павлу Борисовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Енергоефективні технології при відновленні малоповерхових житлових будинків

2. Строк подання роботи: *05.12.2024*
3. Вихідні дані до роботи: *с. Лібенталь, Одеський район, Одеська область. Будівельні характеристики об'єкта реконструкції.*
4. *Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити): Розділ 1. Аналіз застосування енергоефективних технологій при реконструкції та відновленні будівель.1. 1 Аналіз досвіду застосування енергоефективних технологій при відновленні будівель. 1.2 Основні принципи та специфіка енергоефективної реконструкції та відновлення будівель. 1.3 Застосування енергоефективних матеріалів при реконструкції будівель 1.4 Аналіз особливостей та недоліків застосування енергоефективних технологій. 1.5 Задачі кваліфікаційної роботи. 2. Характеристика об'єкта дослідження. 2.1 Географічне розташування об'єкта. 2.2 Аналіз кліматичних параметрів. 2.3 Об'ємно-планувальні та конструктивні вирішення. 2.4 Інженерні системи. 3. Розробка інженерних систем будинку із застосуванням енергоефективних технологій. 3.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень в будинку. 3.2 Гідравлічний розрахунок системи водопостачання будівлі. 3.3 Гідравлічний розрахунок системи водовідведення будівлі. 4.Розрахунок економічних показників для різних варіантів опалення будівлі. 4.1 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та теплового насоса. 4.2 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та електричного котла. 4.3 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та котла на твердому*

електричного котла. 4.3 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та котла на твердому паливі. 4.4 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням сонячної електричної станції та підлоги з електричним обігрівом. висновки……

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. План ділянки. 2. План цокольного поверху. 3. План верхнього поверху. 4. Система водопостачання. 5. Система водовідведення. 6. Очисні споруди. 7. Схема монтажу та підключення теплої підлоги . 8. Економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		
2	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		
3	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		
4	Добровольська О.Г.,к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 02.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Виконання	Примітка
№	Вид роботи		
1	1. Аналіз застосування енергоефективних технологій при реконструкції та відновленні будівель	01.07.24	вик
2	2 Характеристика об'єкта дослідження. Листи 1,2.	5.11.24	вик
3	3. Розробка інженерних систем будинку із застосуванням енергоефективних технологій. Лист 3.	10.11.24	вик
4	4. Розрахунок економічних показників для різних варіантів опалення будівлі. Листи 4,5.	15.11.24	вик
5	Листи 6, 7.	20.11.24	вик
6	Презентація. підготовка доповіді. Лист 8.	26.11.24	вик
7	Попередній захист.	06.12.24	вик

Студент _____ П.Б. Чудновський
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ О.Г. Добровольська
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ О.В. Гребенюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Чудновський П.Б. Енергоефективні технології при відновленні малоповерхових житлових будинків.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – будівництво та цивільна інженерія. Науковий керівник – О. Г. Добровольська, Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні. Кафедра міського будівництва і архітектури, 2024 р.

В роботі представлена розробка реконструкції малоповерхової будівлі із застосуванням енергоефективних технологій, виконано порівняльний аналіз інженерних систем опалення будівлі з використанням нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії.

Ключові слова: РЕКОНСТРУКЦІЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ; ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ; ТИПОЛОГІЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ; ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ; РІВЕНЬ АВТОНОМНОСТІ.

ANNOTATION

Chudnovsky P.B. Energy-efficient technologies in the renovation of low-rise residential buildings.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of master in specialty 192 - construction and civil engineering. Scientific advisor - O. G. Dobrovolska, Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebnia. Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

The work presents the development of the reconstruction of a low-rise building using energy-efficient technologies, a comparative analysis of engineering heating systems of the building using non-traditional and renewable energy sources is performed.

Keywords: RECONSTRUCTION OF LOW-RISE BUILDINGS; ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES; TYPOLOGY OF RESIDENTIAL BUILDINGS; ENGINEERING HEATING SYSTEMS; LEVEL OF AUTONOMY.

ЗМІСТ

ВСТУП……6
Розділ 1. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННІ БУДІВЕЛЬ…….8
1.1 Аналіз досвіду застосування енергоефективних технологій при відновленні будівель……..……8
1.2 Основні принципи та специфіка енергоефективної реконструкції та відновлення будівель……13
1.3 Застосування енергоефективних матеріалів при реконструкції будівель……..19
1.4 Аналіз особливостей та недоліків застосування енергоефективних технологій……..26
1.5 Задачі кваліфікаційної роботи……29
Розділ 2.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ……31
2.1Географічне розташування об'єкта……...……31
2.2Аналіз кліматичних параметрів…….33
2.3 Об'ємно-планувальні та конструктивні вирішення ……..34
2.4 Інженерні системи……37
Розділ 3. РОЗРОБКА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДИНКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ……..…39
3.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень в будинку……39
3.1.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень в будинку…….39
3.1.2 Розрахунок надцокольного перекриття ……42
3.1.3 Розрахунок перекриття над горищем ……43
3.1.4 Визначення теплових втрат……..…44
3.1.5 Визначення потужності системи опалення……....45
3.2 Гідравлічний розрахунок системи водопостачання будівлі……....48
3.2.1 Обгрунтування аксонометричної схеми водопостачання будівлі……..48

3.2.2 Розрахунок необхідного напору……52
3.3 Гідравлічний розрахунок системи водовідведення будівлі……53
3.3.1 Розрахунок відвідних трубопроводів…….53
3.3.2 Розрахунок очисних споруд……55
РОЗДІЛ 4.РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ……..58
4.1 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та теплового насосу ……..…….58
4.2 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та електричного котла……60
4.3 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та котла на твердому паливі……..…61
4.4 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням сонячної електричної станції та підлоги з електричним обігрівом…….……62
ВИСНОВКИ……..64
Список використаних джерел…….65
Додаток А……..……71

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи.

Актуальність проблеми загострюється в умовах воєнного стану, коли кожного дня під обстрілами руйнуються житлові та промислові будівлі, системи та мережі інженерного забезпечення. За оцінками Світового банку та Міністерства економіки України, для відновлення країни після війни необхідно принаймні 411 мільярдів доларів. Головними напрямками відбудови України є відновлення критичної інфраструктури, житла та важливих соціальних і транспортних об'єктів. Актуальності набуває впровадження енергоефективних технологій під час будівництва та реконструкції. Еенергоефективна реконструкція зруйнованих будівель розв'язує проблему дефіциту житла, дозволяє зекономити на будівельних матеріалах та енергоспоживанні. Модернізація будівель із утепленням зовнішніх стін, заміною вікон на енергоефективні та підвищення ефективності інженерних систем є оптимальними заходами для зменшення витрат енергії.

Об’єкт дослідження — енергоефективні системи інженерного забезпечення малоповерхових житлових будинків.

Предмет дослідження – процес реконструкції малоповерхового житлового будинку шляхом впровадження енергоефективних рішень.

Мета дослідження – розробка реконструкції малоповерхового житлового будинку з використанням енергоощадних технологій та відновлювальних енергетичних джерел.

Задачі дослідження:

- узагальнення результатів післявоєнної відбудови в Україні та за кордоном;
- аналіз закордонного та вітчизняного досвіду реконструкції та відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури;
- розроблення основних етапів реконструкції елементів малоповерхових будівельних об'єктів;

- розробка інженерних систем водопостачання, водовідведення, опалення з використанням енергоефективних технологій для малоповерхового житлового будинку;
- визначення принципів впровадження енергоефективних та енергоощадних технологій у процесі відновлення будівельних об'єктів.

Методи дослідження. При плануванні, проведенні досліджень, обробці та аналізі отриманих результатів використані методи гідравлічних розрахунків інженерних систем.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені енергоефективні заходи при реконструкції малоповерхових будівель та використання енергоефективних матеріалів, інженерної системи опалення з високим рівнем автономності призводить до значної економії енергії. Екологічна придатність таких реконструкцій у порівнянні з традиційним будівництвом нових житлових об'єктів дозволяє уникнути значної кількості будівельних відходів, що утворюються під час демонтажу споруд.

Апробація роботи. Головні положення доповідались на*:* XXI Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові досягнення та інновації як шлях до успіху», (1-3 травня 2024 р., м. Вільнюс, Литва [1]; Міжнародній науково-практичній конференції «Інженерні інновації та розбудова національної економіки», 9-10 травня 2024 р., м. Запоріжжя [2]; IX Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інновації у будівництві», 14 травня 2024 р., м. Луцьк [3]; XXVII Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи наукових досліджень в умовах сучасного світу», 12-14 червня 2024 р., Роттердам, Нідерланди [4], за результатами виконання роботи опубліковано статтю фаховому виданні категорії Б «Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві»[5].

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 71 сторінці, містить 12 таблиць , 13 рисунків, 1 додаток, 39 джерел.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

1.1 Аналіз досвіду застосування енергоефективних технологій при відновленні будівель

Реконструкція України розпочалася на початку повномасштабної війни та триває паралельно з новими руйнуваннями, спричиненими воєнними діями та обстрілами по всій країні. Експерти вважають, що цей процес, хоча й стикається з дефіцитом ресурсів, є життєво важливим, оскільки дозволяє людям залишатися в країні та виживати в умовах війни. Для досягнення стійкого успіху, перед початком будь-яких реконструкцій необхідно ретельно підготуватися. Цей процес може включати прийняття законодавчої бази, впровадження антикорупційних реформ і встановлення стандартів на рівні центральної влади. Визначення пріоритетних завдань, таких як розмінування великих територій, прибирання завалів, будівництво притулків і шкіл, а також надання базової медичної допомоги, допоможе швидко розпочати процес відновлення.

За оцінками Світового банку та Міністерства економіки України, для відновлення країни після війни потрібно щонайменше 411 мільярдів доларів [6]. Для оцінювання впливу воєнних подій на незахищене житло є приклади врахування руйнації будівель внаслідок сейсмічних впливів [7], але наша країна має досвід руйнації будівель внаслідок воєнних подій.

Основні напрями включають відбудову критичної інфраструктури, житлового фонду, а також важливих соціальних і транспортних об'єктів. Щоб розробити та вдосконалити план відновлення України, необхідно вивчити та проаналізувати досвід відновлення міст після війни в інших країнах.

Фахівці, які займалися реконструкцією іракського міста Мосул [8] (рис. 1), наголошують на важливості залучення переміщених осіб до формування післявоєнних моделей житла.



Рисунок 1.1 – Мосул (Ірак):Рік після звільнення від ІДІЛ

Під час розробки цих моделей враховували типологію будівель, середній розмір ділянок, рекомендовану площу приміщень та житлові стандарти. Крім того, у пропозиціях враховували основні вимоги до житла, бажаний розподіл приміщень, методи переміщення та рівень приватності.

Як показує досвід Дамаску [9], стратегії неформального житла є найпоширенішим рішенням житлової кризи воєнного часу. Географія та політична економія війни вплинули на житлові моделі та практики у Дамаску під час громадянської війни. Емпіричні дані, отримані на основі супутникових знімків, програмних документів та опитувань експертів із просторового планування, показують, що офіційна відповідь на житлову

кризу зводиться до зміцнення теперішньої авторитарної неоліберальної моделі планування. Це призвело до будівництва недосяжних розкішних проєктів у символічних місцях. Водночас неформальна реакція на житлову кризу була більш вираженою Як видно з фото на рис. 2, різниця в житлових стратегіях, виявлених у неофіційних поселеннях, порівняно зі спланованими районами, посилює соціально-просторову нерівність.



Рисунок 1.2. – Дамаск (Серія):Рік після звільнення від ІДІЛ

Альтернативні житлові стратегії, такі як індивідуальне будівництво, сімейне житло, суборенда, стали популярними, оскільки офіційна відповідь не забезпечує негайного полегшення для домогосподарств, які постраждали від війни.

Як показує досвід фахівців [10], після шести великих катастроф у трьох країнах Азії, реконструкція будівель має включати три аспекти: соціальний, технічний (будівництво без переміщення), та просторово-часовий, пов'язаний з локалізацією будівельних навичок.

Забезпечення сталого відновлення міст є сьогодні глобальною проблемою. Через унікальні особливості кожного окремого випадку стає ще складніше розробити універсальну методологію для постконфліктних територій. Досвід Боснії та Герцеговини [11] свідчить, що навіть при впровадженні "швидких" заходів для відновлення, миттєва реконструкція після воєнних руйнувань є неможливою.

Експерти [12] вважають, що відсутність систематичної стратегії відновлення призводить до неефективності, збільшуючи збитки для навколишнього середовища. Крім того, відсутність комплексного плану захисту історичних будівель з великою культурною цінністю є серйозною проблемою.

Після завершення конфлікту необхідно розробити план відновлення, що базуватиметься на стійкості та енергоефективності, з метою перетворення України та її місцевих органів самоврядування на інтелектуальні міста [13]. Крім того, як наголошують фахівці [14], понад половина території країни не має офіційно зацифрованих записів про права власності, що ускладнює підтвердження права власності на зруйновані будівлі за відсутності паперових документів.

У різних країнах велике значення приділяється впровадженню енергоефективних технологій під час будівництва та реконструкції. За думкою експертів [15], енергоефективна реконструкція нежитлових будівель

розв'язує проблему дефіциту житла і дозволяє заощадити на будівельних матеріалах та енергоспоживанні. Фахівці [16] вважають, що модернізація будівель шляхом утеплення зовнішніх стін, заміни вікон на енергоефективні та підвищення ефективності системи теплопостачання є оптимальними заходами для зменшення витрат енергії.

У відбудові не існує універсального підходу, який підходив би для всіх ситуацій. Те, що працювало для міст в Іраку або Сирії, малоймовірно буде ефективним для Харкова, Бахмута чи Запоріжжя. Кожна країна має свої відмінності, кожна спільнота є унікальною. Тому міжнародні приклади успішної відбудови можуть слугувати лише історичним досвідом.

Аналіз, виконаний фахівцями [16] показав, що впровадження заходів з модернізації енергоефективності призведе до значної економії енергії в односімейних будинках. Однак, питомі витрати на реалізацію цих заходів на одного мешканця в односімейних будинках у середньому у 2,8 раза вищі, ніж для багатоквартирних будинків та багатоповерхівок. Аналіз співвідношення між інвестиційними витратами на душу населення показав, якщо громадяни мають меншу спроможність фінансувати заходи з модернізації, то державні субсидії можуть бути необхідними для успішного впровадження стратегій модернізації.

Загальний висновок, заснований на аналізі економічної ефективності, полягає в тому, що інвестиції в модернізацію можуть бути фінансово нежиттєздатними для односімейних і багатоквартирних будинків, навіть з державними субсидіями, через низькі ціни на енергоносії (вугілля та деревина), які використовуються в цих будівлях. Навпаки, багатоповерхові будинки, що переважно працюють на природному газі та легкому дистиляті мазуту, демонструють високу рентабельність завдяки модернізації будівель: Найбільші переваги спостерігаються у сценаріях модернізації, що включають покращення утеплення зовнішніх стін, заміну вікон на енергоефективні та підвищення ефективності систем теплопостачання.

1.2 Основні принципи та специфіка енергоефективної реконструкції та відновлення будівель

Важливе питання полягає в тому, чи доцільніше відремонтувати житло або знести його та побудувати заново [17]. Результати цього дослідження показують, що значна частина впливу будівель на навколишнє середовище (до 40%) припадає на етап виробництва, що підкреслює важливість модернізації чинних будівель замість їх знесення та перебудови. У разі знесення та реконструкції необхідно враховувати не лише вплив нового будівництва, але й вплив завершення терміну служби знесеної будівлі. Оскільки близько 50% впливу виробництва, будівництва та закінчення терміну служби припадає на тримальні конструкції будівель (особливо зі сталі та бетону), важливо зберігати принаймні тримальну структуру та модернізувати оболонку будівлі, якщо немає серйозних структурних або функціональних проблем.

На думку фахівців [18], зменшення споживання енергії та ресурсів, а також інших впливів на навколишнє середовище для будівель, що досягли кінця свого терміну експлуатації, можна досягти шляхом відновлення будівельних відходів через повторне використання матеріалів та їх перероблення. Також можливе перепрофілювання будівлі шляхом вибіркової деконструкції та повторного використання будівельних систем.

Як вважають експерти [19], у багатьох країнах реконструкції будівель приділяють дедалі більше уваги. Нові технології та матеріали, а також сучасні обчислювальні засоби полегшили ухвалення рішень щодо проєктів реконструкції та їх впровадження. Основною причиною цієї уваги є старі будівлі, що залишилися від масового будівництва нових споруд за останні кілька десятиліть. Вплив багатоквартирного будинку на навколишнє середовище було оцінено як представника великого будівельного фонду, зведеного в 1960-х і 1970-х роках у Швеції. Виявилося, що з екологічного

погляду реконструкція старої будівлі є кращим рішенням, ніж будівництво нової після знесення старої.

Як стверджують фахівці [20], політика стимулювання енергоощадження в різних країнах відрізняється. Враховуючи екологічні аспекти та споживчий надлишок, стилізована економічна модель є придатною для оцінки ефективності трьох економічних інструментів:

субсидій на реконструкцію, субсидій на проєкти знесення та реконструкції, а також субсидій на будівництво нових будинків на нових ділянках. Оцінка також охоплює диференційовані податки на додану вартість та інші фінансові стимули, такі як зелені кредити. Модель підкреслює, що субсидії на реконструкцію з незначною енергоефективністю можуть призвести до зростання загального споживання енергії в житловому секторі через стимулювання використання енергетично неефективних будинків.

В статті [21] узагальнюється досвід китайських фахівців, зокрема, попри складність будівництва нових будівель за сучасними енергетичними стандартами, у Китаї все більше усвідомлюють, що висока вартість знесення та реконструкції наявних споруд вимагає зосередження уваги на їх реконструкції та модернізації. У Китаї загальноприйнятим терміном є «реконструкція». При реконструкції наявних будівель пріоритетом є зниження енергетичних потреб в експлуатації. Це стосується всіх типів будівель: урядових, громадських (комерційних і торгових) та житлових. Житлові квартири в Китаї зазвичай купуються з орендою на термін від 50 до 70 років. Якщо ці будівлі прослужать приблизно цей проміжок часу, вони, ймовірно, потребуватимуть капітальної модернізації хоча б один раз у своєму життєвому циклі, якщо не стануть непридатними для проживання задовго до закінчення терміну служби.

Питання високого рівня енергоспоживання та потреба у підвищенні енергоефективності є значущими у житловій сфері України, де використання енергоресурсів на високому рівні, особливо високе.

Енергоефективна будівля – це споруда, яка досягає ефективного використання енергії завдяки застосуванню інноваційних технологічних рішень, що виправдані економічно та прийняті з урахуванням екологічних та соціальних аспектів [22].

Для визначення енергоефективності об'ємно-планувального рішення будівлі використовуються різноманітні критерії та теплоенергетичні показники, серед яких важливі: індекс компактності, коефіцієнт прозорості фасаду, коефіцієнт форми будівлі та об'ємно-планувальний коефіцієнт.

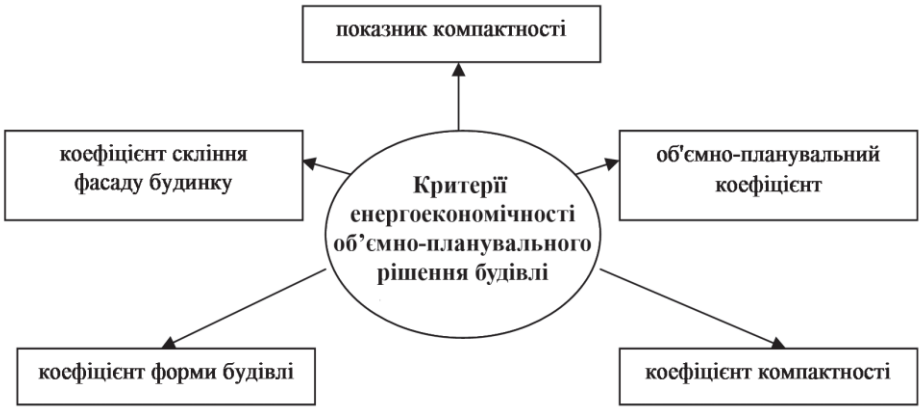


Рисунок 1.3 – Критерії енергетичної економічності об'ємно-планувального рішення будівлі

Як зазначено в роботі [23] енергоефективні об'ємно-планувальні рішення для житлових будинків можуть бути забезпечені шляхом:

- збільшення протяжності корпусу будівлі з урахуванням місцевих умов (наприклад, збільшення протяжності будівлі з 4 до 10 секцій може призвести до зниження питомих витрат тепла на опалення на 5 ... 7%);

- розширення ширини корпусу відповідно до нормативів щодо освітленості приміщень (наприклад, збільшення ширини корпусу може призвести до зниження питомих витрат тепла на 9...10%);

- оптимізація кількості поверхів (наприклад, підвищення кількості поверхів з 5 до 9 може призвести до економії тепла на 3 ... 5%);

- зменшення площі зовнішніх стін шляхом зменшення порізаності будівлі;

- збільшення загальної площі квартир на поверсі;

- відносне скорочення периметра будівлі (наприклад, кожне зменшення питомого периметра зовнішніх стін на 0,01 м може призвести до зниження витрат тепла на 1,25 ... 2%);

- раціональна аеродинаміка забудови (наприклад, зменшення швидкості вітру в зоні забудови може скоротити інфільтраційні тепловтрати на 2 ... 3 рази, що еквівалентно економії 0,1 кг палива на 1 м2 загальної площі на рік);

- оптимальне розташування приміщень залежно від орієнтації фасаду;

- використання планувальних елементів, що сприяють підвищенню теплоефективності житлової будівлі.

Показник компактності (індекс форми будівлі) визначається як співвідношення між загальною площею внутрішньої поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі та об’ємом, який необхідно опалювати в цих приміщеннях.

$$\Lambda_{к.буд} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} .$$

Коефіцієнт скління фасаду будинку (відношення скляної площі до загальної площі зовнішніх огороджувальних конструкцій фасаду будівлі, включаючи світлові прорізи) визначається відповідно до [24] за певною формулою.

$$m_{ск} = \frac{F_{сп.в}}{(F_{нп} + F_{д} + F_{сп.в})} .$$

Принципи проєктування, будівництва та реконструкції енергоефективних малоповерхових будівель базуються на поєднанні сучасних технологій, матеріалів та підходів, які сприяють зниженню енергоспоживання та забезпечують екологічну стійкість. Ось основні принципи:

1. Теплоізоляція:

- використання високоякісних теплоізоляційних матеріалів для стін, даху та підлоги, щоб мінімізувати втрати тепла взимку та надмірне нагрівання влітку;
- особлива увага до теплових містків — місць, де теплоізоляція порушена або недостатня (наприклад, стики стін, вікна).

2. Енергоефективні вікна та двері:

- встановлення вікон і дверей з подвійним або потрійним склінням, що зменшує теплові втрати;
- використання матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопередачі та ущільнювачів для підвищення герметичності.

3. Пасивне сонячне опалення:

- проєктування будівлі з урахуванням орієнтації на сонце для максимального використання сонячного тепла в зимовий період;
- пикористання прозорих конструкцій та акумуляційних мас (наприклад, бетон або камінь) для зберігання тепла протягом дня.

4. Альтернативні джерела енергії:

- інтеграція сонячних панелей, теплових насосів або вітряків для забезпечення часткового або повного енергопостачання будівлі;
- використання геотермальних систем для опалення та охолодження.

5. Система вентиляції з рекуперацією тепла:

- встановлення механічної системи вентиляції з рекуперацією, яка дозволяє зберігати до 80% тепла під час оновлення повітря.

6. Раціональне використання водних ресурсів:

- збирання дощової води для технічних потреб (полив, зливні бачки);
- використання енергоефективної сантехніки з низьким споживанням води.

7. Екологічно чисті матеріали:

- використання природних та відновлюваних матеріалів (деревина, солома, глина), які мають низький рівень викидів CO2 під час виробництва;
- використання матеріалів з тривалим терміном експлуатації, що не вимагають значних витрат на утримання.

8. Розумне управління будівлею:

- впровадження систем "розумний дім" для автоматичного контролю клімату, освітлення, охорони та витрати енергії;
- моніторинг енергоспоживання через мобільні додатки для оптимізації використання ресурсів.

9. Компактна та ергономічна архітектура:

- оптимізація площі будівлі для зменшення зайвих енергетичних витрат;
- уникнення складних архітектурних рішень, які можуть призводити до великих втрат енергії.

10. Реконструкція з енергоефективністю:

- при реконструкції старих будівель акцент на оновлення теплоізоляційних систем, заміну вікон і дверей, а також впровадження сучасних енергоефективних технологій;
- застосування систем утеплення фасадів для підвищення теплозбереження.

Ці принципи спрямовані на створення будівель, що мінімально впливають на навколишнє середовище та сприяють економії ресурсів, що є важливим фактором у сучасному будівництві.

1.3 Застосування енергоефективних матеріалів при реконструкції будівель

Традиційними теплоізоляційними матеріалами є скло ватні вироби, в країнах Європи скловолоконні теплоізоляційні матеріали використовуються на 65% випадків, але в Україні цей показник трохи менший; полістирольна група утеплювачів (такі різновиди ізоляційних матеріалів як пінопласт М20-М30); спучений перліт, який застосовують як легкий заповнювач для теплоізоляційного тинькування та легких бетонів; спучений вермикуліт; «екологічно чистий поліуретан» може бути потенційною альтернативою наявним поліуретанам, що використовують ізоціанати у виробництві; прозорі наногелі (аерогелі), створені на основі діоксиду кремнію («блакитний дим», «твердий дим») є найлегшим твердотілим матеріалом, який має особливі теплоізоляційні властивості зумовлені нанопористою структурою (1-100 нм) та низькою густиною (3-250 кг/м^3) [25].

Система утеплення, що використовується без порожнин у стінах (рис. 4), передбачає закріплення утеплювача до наявної стіни за допомогою клею або механічних засобів, таких як анкери, дюбелі та дротяні каркаси, а потім покриття її захисними шарами. Як утеплювач можуть використовуватися матеріали, такі як пінополістирольні та мінераловатні плити. Для створення декоративно-захисного покриття використовують цементно-піщані або полімерцементні тинькувальні суміші. Ця технологія вже використовується в Україні протягом кількох років, тому вимагає детального дослідження щодо її експлуатації в наших кліматичних умовах [26].

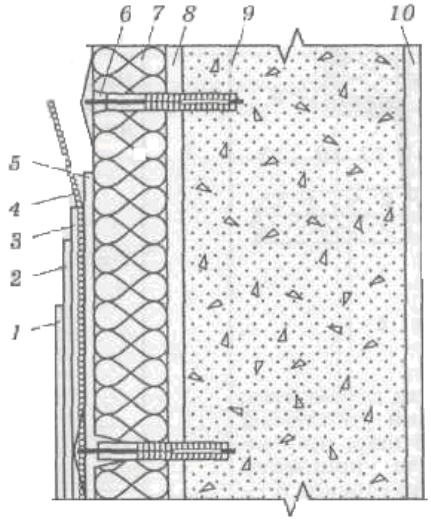


Рисунок 1.4 – Схема закріплення теплоізоляції на поверхні зовнішньої стінової конструкції: 1 – верхній шар декоративно-захисного покриття; 2 – шар грунтовки; 3 – шар гідрозахисного тинькувального покриття; 4 – скловолоконна сітка; 5 – другий шар гідрозахисного тинькувального покриття; 6 – кріпильний елемент (дюбель); 7 – плитковий утеплювач; 8 – шар клейового покриття; 9 – зовнішня стінова конструкція; 10 – внутрішній шар тинькування

Можливі наслідки включають розтріскування та розшарування покриття, проникнення вологи, промерзання та спучування через нерівномірність температурно-вологісних деформацій в основі стіни та покрівельному шарі, теплообмінні процеси у самому покритті та неправильне застосування кріплення залежно від товщини покрівельного шару. Додатково, можливе зниження теплоізоляційних властивостей утеплювача через проникнення та накопичення вологи при використанні цементно-піщаного тинькування та розбалансування вологості внаслідок недостатнього проникнення пари у багатошаровому покритті з полімерцементним тинькуванням.

Вентильований фасад – це система, що складається з матеріалів облицювання (наприклад, касет, листових матеріалів, керамічних або штучних каменів) та тримальної під облицювальної конструкції. Ця система включає троє основних компонентів: шар теплоізоляційного матеріалу, що

закріплений на стіні, зовнішній захисний екран із повітряним проміжком та систему кріплення, яка складається з кронштейнів і профілів, виготовлених з корозійностійких металів. Ця система є більш вдосконаленою і має переваги порівняно з утеплювальною системою з тинькуванням на теплоізоляційному шарі. З експлуатаційного та екологічного погляду вентильований фасад забезпечує оптимальний теплозахист, оскільки будинок "дихає", що сприяє безперешкодній дифузії водяної пари, і забезпечує здоровий мікроклімат у приміщенні. Основною перешкодою для використання такої системи при модернізації будівель є її висока вартість, яка коливається від 50 до 100 у.о за 1 м^2 утеплення.

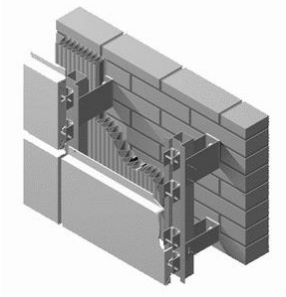


Рисунок 1.5 – Конструкція вентильованого фасаду

Недоліком цієї системи є збільшення поперечного перерізу стіни та необхідність забезпечення елементів кріплення для утеплювача та обшивки. Для покращення теплотехнічних характеристик будівлі можна використовувати «тепле» тинькування. У їх складі містяться теплоізоляційні наповнювачі, такі як перліт, вермикуліт, мікросфера, а також гранули пінополістиролу, піноскла, мінеральної вати та інші, в'язучий матеріал, такий як цемент або гіпс, і добавки. Рекомендована товщина нанесення - 50 мм як всередині, так і ззовні приміщення. Після підготовки поверхні тинькувальні розчини наносяться шарами за допомогою звичайних інструментів. Після видалення тинькувальних маяків місця їх кріплень також потрібно замазати шаром тинькування. Нанесення кожного наступного шару проводиться не раніше, ніж через 3-4 години після попереднього, а декоративний шар - не раніше, ніж через 2 доби за нормальних температурно-вологісних умов.

Щоб запобігти ряду негативних явищ, що виникають при використанні тонкоплівкових композицій для суцільної теплоізоляції, можна використовувати систему суцільної теплоізоляції без порожнин за допомогою торкретування по шару теплоізоляційного матеріалу. Технологічна послідовність виконання цієї технології аналогічна показаній вище, за винятком процесів армування і торкретування.

Торкретування – це метод бетонування конструкцій, при якому цементно-піщаний розчин наноситься на поверхню конструкції цементною гарматою в один або декілька шарів. Вибір складу торкрет бетонної суміші, включаючи заповнювачі, воду і будь-які добавки або армувальне волокно, повинен гарантувати всі технологічні та експлуатаційні характеристики, необхідні для свіжовкладеного і затверділого торкретбетону.

Процес торкретування рекомендується проводити у два шари. Перший шар торкрету, який наноситься на стіну, має бути завтовшки щонайменше 2 см (до сполучної сітки) і на 1 см тонше загальної товщини торкрету. Цей шар може мати більшу товщину, оскільки він виконує різні функції: перенесення навантаження з плити на стіни; створення твердої поверхні для нанесення другого шару і, фактично, створення скелета захисного покриття. Другий шар наноситься як вручну, так і за допомогою торкретування. Ручне нанесення тонкого шару розчину (бетону) є більш ефективним. Цей шар наноситься між маяками, які потім видаляються після завершення робіт.

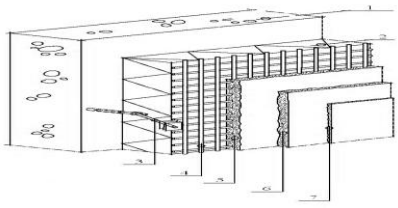


Рисунок 1.6 – Конструкція теплоізоляційного тинькування:

1 – внутрішня стіна; 2 – ізоляційний матеріал; 3 – кріпильний елемент; 4 – мережа для тинькування; 5 – торкретбетон; 6 – зрівнювальний шар; 7 – декоративний шар

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що процеси утеплення фасадів є складними та вимагають співпраці між проєктувальниками, організаторами виконання робіт і самими виконавцями. Цей процес вимагає високого рівня професіоналізму, культури та дисципліни виробництва для успішного збереження і послідовного виконання всіх технологічних етапів.

Енергоефективні заходи для огороджувальних конструкцій (стін, дахів, підлог, вікон і дверей) спрямовані на мінімізацію втрат тепла, покращення теплоізоляції та підвищення загальної енергоефективності будівлі. Ось ключові заходи для кожного з елементів огороджувальних конструкцій:

1. Теплоізоляція стін:

- використання високоефективних ізоляційних матеріалів: мінеральна вата, пінополістирол, ековата або пінополіуретан, Важливо враховувати їх теплопровідність та екологічні властивості;
- системи вентильованих фасадів: встановлення теплоізоляційного шару на зовнішню сторону стін з подальшим захистом облицювальним матеріалом (наприклад, фасадними плитами), ця система знижує теплові втрати і запобігає перегріву влітку;
- усунення теплових містків: ретельна герметизація стиків і швів між елементами конструкцій для запобігання витоку тепла через місця з недостатньою ізоляцією.

2. Теплоізоляція даху:

- теплоізоляція горища або покрівлі: використання спеціальних матеріалів, таких як мінеральна вата, пінополістирол або пінополіуретан, для утеплення даху або горища, це дозволяє зменшити втрати тепла через верхню частину будівлі;
- вентильована покрівля: створення повітряного зазору між шаром утеплювача і покрівельним покриттям для забезпечення вентиляції, що запобігає накопиченню вологи і підтримує ефективність теплоізоляції;

- зелений дах: використання рослинності як додаткового теплоізоляційного шару, що допомагає регулювати температуру і забезпечує захист від перегріву влітку.

3. Теплоізоляція підлоги:

- утеплення підлоги на ґрунті: застосування теплоізоляційних матеріалів (наприклад, пінополістирол або екструдований пінополістирол) під бетонною стяжкою для запобігання тепловим втратам через підлогу;
- утеплення підлог над неопалюваними приміщеннями: використання утеплювачів для підлог, що межують з підвалами або неопалюваними приміщеннями, що знижує втрати тепла в цих зонах.

4. Енергоефективні вікна:

- використання вікон з низьким коефіцієнтом теплопередачі: встановлення енергоефективних склопакетів з подвійним або потрійним склінням з напиленням низькоемісійного покриття (Low-E) та інертним газом (аргоном або криптоном) між шарами скла;
- герметизація та відсутність протягів: ретельне ущільнення віконних рам та монтаж штапиків для уникнення проникнення холодного повітря і зниження теплових втрат через щілини;
- сонцезахисні плівки та жалюзі: використання зовнішніх жалюзі або спеціальних плівок для захисту від надмірного сонячного тепла влітку, зменшуючи навантаження на системи охолодження.

5. Енергоефективні двері:

- встановлення теплоізоляційних дверей: використання дверей із спеціальних матеріалів, що мають високий рівень теплоізоляції (металеві двері з термовставками, дерев'яні двері з утеплювачем);
- ущільнювачі по всьому периметру: використання якісних ущільнювачів для запобігання протягам і втратам тепла через щілини між дверною рамою і дверима;

- тамбур: створення додаткового простору перед входом у вигляді тамбура або вітрового екрану для зменшення впливу зовнішньої температури на внутрішній клімат.

6. Впровадження систем вентиляції з рекуперацією тепла:

- вентиляція з рекуперацією: встановлення систем, які забезпечують подачу свіжого повітря та одночасно зберігають до 80% тепла за рахунок використання тепла, що видаляється з відпрацьованого повітря, це знижує потребу в додатковому опаленні приміщень.

7. Сонцезахисні конструкції:

- навіси та сонцезахисні екрани: використання навісів над вікнами або зовнішніх екранів для захисту від сонячного перегріву влітку;
- орієнтація вікон на південь: проєктування нових будівель або реконструкція з урахуванням розташування вікон для максимальної вигоди від сонячного тепла взимку та зменшення впливу сонця влітку.

8. Інтеграція енергоефективних матеріалів у фасадні конструкції:

- теплоізоляційні штукатурки: використання спеціальних фасадних покриттів, що мають теплоізоляційні властивості, для додаткового захисту від теплових втрат через зовнішні стіни;
- світловідбивні покриття: застосування фасадних матеріалів з високою здатністю відбивати сонячне випромінювання для зниження теплового навантаження на будівлю влітку.

Отже, енергоефективні заходи для огороджувальних конструкцій спрямовані на зниження теплових втрат, підвищення комфорту та зменшення витрат на опалення та охолодження. Поєднання правильно підібраних матеріалів, сучасних технологій і розумних проєктувальних рішень дозволяє досягти високих результатів у сфері енергоефективності будівель.

1.4 Аналіз особливостей та недоліків застосування енергоефективних технологій

Аналіз причин виникнення тріщин на утепленій і оздобленій поверхні визначає три основні напрямки. Порушення технології виконання робіт становлять 60% від усіх випадків. Це часто пов'язано з відсутністю детального розгляду нетипових вузлів у проєктній документації, таких як конструктивні рішення гідрозахисту парапетів, цоколів, або недостатнім визначенням кількості кріпильних елементів на 1 м^2. Довгі тріщини, що пронизують усі шари системи утеплення, зазвичай виникають через температурні деформації будівлі, де не передбачені деформаційні шви. Технологічні проблеми утеплення (60%) зумовлені низькою кваліфікацією та недбалістю виконавців: неправильна підготовка поверхні перед наклеюванням, неправильне нанесення розчину або недостатнє влаштування армувального шару. Навіть неправильне оброблення виступів пінополістирольних плит або недостатнє заповнення стиків може призвести до тріщин та нерівностей на поверхні.

Фахівці [26] наголошують, що некоректне закріплення плит за допомогою механічних з'єднувальних елементів та надмірне заглиблення «головки» цих елементів можуть призвести до ущільнення теплоізоляційних плит. З іншого боку, надто поверхневе закріплення може не надати достатньої підтримки, що призведе до виникнення виступів, що зміцнюють армований шар, а також до утворення видимих опуклостей. В деяких випадках армувальна сітка не була належним чином розміщена, що призвело до відшарування. В інших випадках, павутинні тріщини виникли через неправильне армування теплоізоляційних плит, коли сітка була розміщена безпосередньо на теплоізоляційній плиті, що зменшило площу адгезії клею до теплоізоляційних матеріалів. Роботи з утеплення фасаду виконуються переважно влітку, але це вимагає захисту поверхні від пересихання через

вплив вітру або високої температури. Відшарування декоративного шару може трапитись через неправильне ущільнення акриловими герметиками щілин у віконних і дверних прорізах, а також — через низьку якість герметика, який став рихлим та крихким через короткий проміжок часу.

У сфері реконструкції та відновлення енергоефективних будинків на цей час не існує уніфікованої методики вибору комплексу заходів щодо підвищення енергоефективності. Однак, з економічного погляду, енергоефективне будівництво є доцільним. Перш за все, варто зауважити, що встановлені у нас норми теплового захисту будинків значно нижчі, ніж в інших країнах. Крім того, будівництво енергоефективних будинків вигідне, оскільки додаткові витрати на їх зведення можна швидко компенсувати. Під час експлуатації енергоефективного будинку споживання електроенергії зменшується наполовину, що дозволяє заощадити 50% на його утриманні.

Аналіз особливостей та недоліків застосування енергоефективних технологій при реконструкції малоповерхових будівель дозволяє краще зрозуміти, як ці технології можуть вплинути на ефективність експлуатації будівель і які виклики виникають у процесі їх впровадження.

Особливості застосування енергоефективних технологій при реконструкції малоповерхових будівель

1. Зниження енергоспоживання:
   - однією з головних особливостей є значне зменшення енергоспоживання після впровадження сучасних технологій, таких як теплоізоляція, енергоефективні вікна та системи опалення. Це дозволяє знизити витрати на опалення взимку та охолодження влітку.
2. Підвищення комфорту:
   - технології енергоефективності покращують мікроклімат у приміщеннях. Наприклад, завдяки якісній ізоляції зменшуються перепади температур і збільшується загальний комфорт проживання.
3. Пасивні системи опалення та охолодження:

- використання природного сонячного тепла взимку або природної вентиляції влітку є однією з особливостей таких технологій. Це дозволяє зменшити залежність від штучних систем опалення та охолодження.

4. Збільшення терміну експлуатації будівлі:
   - якісні енергоефективні матеріали та системи допомагають зменшити знос будівлі, підвищуючи її загальну міцність та стійкість до кліматичних впливів.
5. Інтеграція нових технологій:
   - сучасні системи «розумний дім» і автоматизовані кліматичні системи дозволяють контролювати енергоспоживання в режимі реального часу, що є особливо важливим для підвищення ефективності використання ресурсів.

Недоліки застосування енергоефективних технологій при реконструкції малоповерхових будівель:

1. Висока початкова вартість:
   - одним із головних недоліків є висока вартість впровадження енергоефективних технологій. Покращення теплоізоляції, заміна вікон і дверей, встановлення нових систем вентиляції та опалення вимагають значних фінансових вкладень.
2. Складність робіт з реконструкції:
   - впровадження енергоефективних технологій у вже існуючі будівлі часто є складним завданням, оскільки необхідно враховувати архітектурні обмеження, несучі конструкції, а також поточний стан будівлі. Наприклад, заміна вікон або утеплення фасаду може вимагати змін, які не завжди легко реалізувати.
3. Необхідність кваліфікованих спеціалістів:
   - для проведення реконструкції з використанням енергоефективних технологій потрібні висококваліфіковані фахівці, що збільшує вартість робіт і час реалізації проєкту. Неякісне впровадження може

призвести до негативних наслідків, таких як поява вологих зон або недопустимі втрати тепла.

4. Тривалість окупності:
   - хоча енергоефективні технології дозволяють економити на енергоресурсах, період окупності може бути досить довгим. Залежно від початкових інвестицій, це може зайняти від кількох до десяти років або більше.
5. Можливі проблеми з архітектурною спадщиною:
   - у деяких випадках реконструкція малоповерхових будівель, які є частиною архітектурної спадщини, обмежується певними вимогами до збереження зовнішнього вигляду. Це може перешкоджати впровадженню сучасних технологій або ускладнювати проєкт.
6. Технічні обмеження:
   - не всі будівлі можуть бути реконструйовані для досягнення високого рівня енергоефективності. Деякі старі будівлі мають конструкційні недоліки, які обмежують можливість впровадження технологій, таких як системи вентиляції з рекуперацією тепла.

Таким чином, застосування енергоефективних технологій при реконструкції малоповерхових будівель має значні переваги, такі як зменшення енергоспоживання, покращення комфорту та збільшення терміну служби будівлі. Однак ці технології мають також і певні недоліки, включаючи високу початкову вартість, складність робіт та довгий термін окупності. Незважаючи на це, в довгостроковій перспективі такі інвестиції можуть бути вигідними як для власників будівель, так і для навколишнього середовища.

1.5 Задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розробка реконструкції малоповерхового житлового будинку з використанням енергоощадних технологій та відновлювальних енергетичних джерел.

Задачі кваліфікаційної роботи:

узагальнення результатів післявоєнної відбудови в Україні та за кордоном;

аналіз закордонного та вітчизняного досвіду реконструкції та відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури;

- розроблення основних етапів реконструкції елементів малоповерхових будівельних об'єктів;

розробка інженерних систем водопостачання, водовідведення, опалення з використанням енергоефективних технологій для малоповерхового житлового будинку;

- визначення принципів впровадження енергоефективних та енергоощадних технологій у процесі відновлення будівельних об'єктів.

Висновки з першого розділу

– проведено аналіз вітчизняного та закордонного досвіду в реконструкції та відновленні будівель з урахуванням енергоефективності;

– визначено ключові особливості при реконструкції та відновленні енергоефективних будівель;

– виявлено загальні принципи та особливості відновлення малоповерхових енергоефективних будівель;

– здійснено аналіз недоліків у реконструкції малоповерхових енергоефективних будівель.

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є зруйнована забудова, розташована в південній смузі Україні. Будівля, яка підлягає реконструкції, двоповерхова та має прямокутну форму у плані. Покрівля складається з шарів рубероїда, не експлуатується. Розміри будівлі в осях складають 15000× 8040 мм. Будівля була обладнана холодним та гарячим водопостачанням, теплопостачання будівлі також здійснювалось від котельної, яка була зруйнована. Вентиляція будівлі здійснювалась природна, яка здійснювалась шляхом відкриття дверей, вікон, кватирок.

2.1 Географічне розташування об'єкта та загальна характеристика

Малоповерхова будівля, яка підлягає реконструкції, знаходиться в селищі Лібенталь Маяківської сільської громади Одеського району Одеської області.

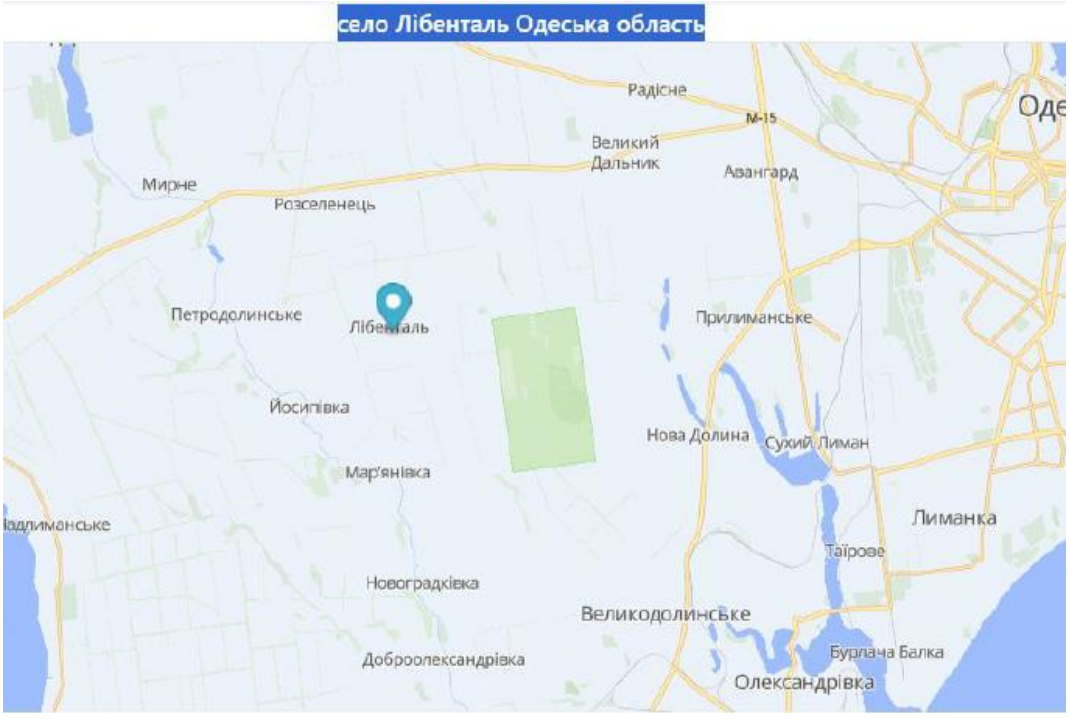


Рисунок 2.1 – Географічне розташування об'єкта дослідження

Відповідно до [27] заплановано розширення населеного пункту шляхом реконструкції зруйнованих будівель та опорядкування вільних територій (розпайованих земель та пустирів). Розвиток житлового будівництва є одним із пріоритетних напрямків розвитку. За перший етап від трьох до семи років кількість проєктованих житлових будинків становить 409. Населений пункт Лібенталь знаходиться на відстані 21 км до села Маяки, 28 км до міста Біляївка, 30 км до м. Одеса. Відстань до автодороги М-15 від пункту Лібенталь становить 2.4 км. Ширина проїжджої частини становить 6-7 м, проєктованої проїжджої частини – 5,5 м.

Географічне розташування поблизу м. Одеса та м. Чорноморськ, природно-кліматичні умови, територіальні ресурси сприяють

Відповідно до [27] в проєктних роботах передбачена вертикальна підготовка території для забезпечення відведення від будівель та споруд талих та дощових вод, забезпечення необхідних ухилів проїжджої частини Поверхневе відведення атмосферних вод здійснюється по спланованій території на зелену зону. Поверхневі води з проїжджої частини зливаються шляхом улаштування поперечних та поздовжніх ухилів в понижені геодезичні позначки.

Селище розташоване на степовій рівнині, яка похило нахилена на південь та південний схід, з південними чорноземами та каштаново-сірими ґрунтами. Зона розташування об’єкта дослідження має значний рекреаційний потенціал. Рослинний покрив представлений різнотравними ковиловими угрупованнями. Фауна характерна для степової зони. Небезпечні геологічні явища, такі як зсуви та абразії, в місці розташування об’єкта дослідження не мають вагомого впливу на будівництво, оскільки є віддаленість від узбережжя.

Реконструкція будівлі виконана з урахуванням наявного планування населеного пункту. Для забезпечення належних санітарно-гігієнічних та естетичних умов вся територія буде впорядкована й озеленена.

На відведеній ділянці планується висадка покращеного газону. Покриття проїздів передбачено одношаровим асфальтобетонним, а пішохідні доріжки та майданчик перед головним входом виконані з плитки. Уздовж асфальтобетонного покриття планується встановлення бордюрів 4ГП шириною 200×100, а вздовж плиткового покриття — 5ГП шириною 200×80 з світло-сірого граніту марки G3762 Рокі Грей [31].

Таблиця 2.1 – Техніко-економічні показники генплану

№	Назва	Площа
1	Площа території, га	5,0
2	Площа забудови, м^2	208
3	Площа проїздів та майданчиків, га	0,05
4	Площа зеленої смуги, га	4,9
5	% забудови	0,4

2.2 Аналіз кліматичних параметрів

Територія розташування об’єкта дослідження в має відношення до степової зони, де спостерігається помірно-континентальний клімат, з м'якою малосніжною зимою, недостатньо зволожений (коефіцієнт зволоження становить 0,4÷0,5.

Взимку домінують північні та південно-західні вітри, влітку – північно-західні та північні. На території періодично спостерігаються посухи, пилові бурі та суховії. Середньорічна температура повітря за даними багаторічних спостережень становить +10,2 ^{0}C, середня липнева – +22,7 ^{0}C, середньосічнева – 2,6 ^{0}C [28]. Середня кількість опадів за рік становить в середньому 360 мм, більша їх кількість випадає на початку літа у червні (до 170 мм). Протягом року середня кількість днів з атмосферними опадами становить 80÷170. Також спостерігається нетривалий та нестійкий сніжний покрив – до 20 днів. Переважають північні та північно-західні напрямки вітрів, але навесні – південні, взимку – північно-західні[28]. В румбах спостерігається наступна

повторюваність вітрів: північно-західний – 17, західний – 11, південно-західний – 12, південний – 12, південно-східний-10, східний – 10, північно-східний –12, західний – 16. Середня швидкість вітру становить 3,5÷4,5 м/с, максимальна швидкість вітру в холодну пору року становить 20-24 м/с, також спостерігаються пилові бурі (10÷20 днів на рік) та суховії протягом 30-40 днів. Глибина промерзання ґрунту – 0,3÷0,6 м [29].

2.3 Об'ємно-планувальні та конструктивні вирішення

. Будівельний об’єкт, яка підлягає реконструкції, має прямокутну форму в плані, двоповерхова. Покрівля – рубероїдна не експлуатована, над нею укладено конструкцію з сонячних панелей. Розміри будівлі в осях складають 15000× 8040 мм. Під'їзд до будівлі здійснюватиметься з двох боків, таким чином за необхідності забезпечується під'їзд пожежних та сервісних машин до дверей та вікон будівлі.

Фундаменти запроєктовані як монолітні з бетону М-300 В-22,5, із глибиною закладання 0,6 м. Глибина закладання фундаменту розрахована виходячи з наступних інженерно-геологічних та кліматичних умов: суглинків середньої щільності для Одеського району, середні зимові температури: $+0{,}2^0$С (грудень), $-2{,}5^0$С (січень). $-2{,}0^0$С (лютий). Глибина закладання фундаменту визначена за формулою:

$$D_f = k_h \times d_f, \quad (2.1)$$

де k_h – оефецієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди, k_h=1,1, тим самим враховується припинення будівництва в зимовий період [30];

d_f. – нормативна глибина промерзання грунту, визначається за формулою

$$d_f = d_0 \times (M_t)^{0,5}, \quad (2.1)$$

де d_0 – величина, що враховує вид грунту, для суглинків 0,23;

M_t – коефіцієнт, що дорівнює сумі абсолютних значень негативних температур за зимовий період, для Одеського району M_t=/-2,5/+/-2/=4,5.

$$d_f=0,23\times4,5^{0,5}=0,5\ м$$

$D_f=1,1\times0,5=0,55,$ прийнято 0,6 м.

Діаграма швидкості вітру для різних місяців року показана на рис.2.2.

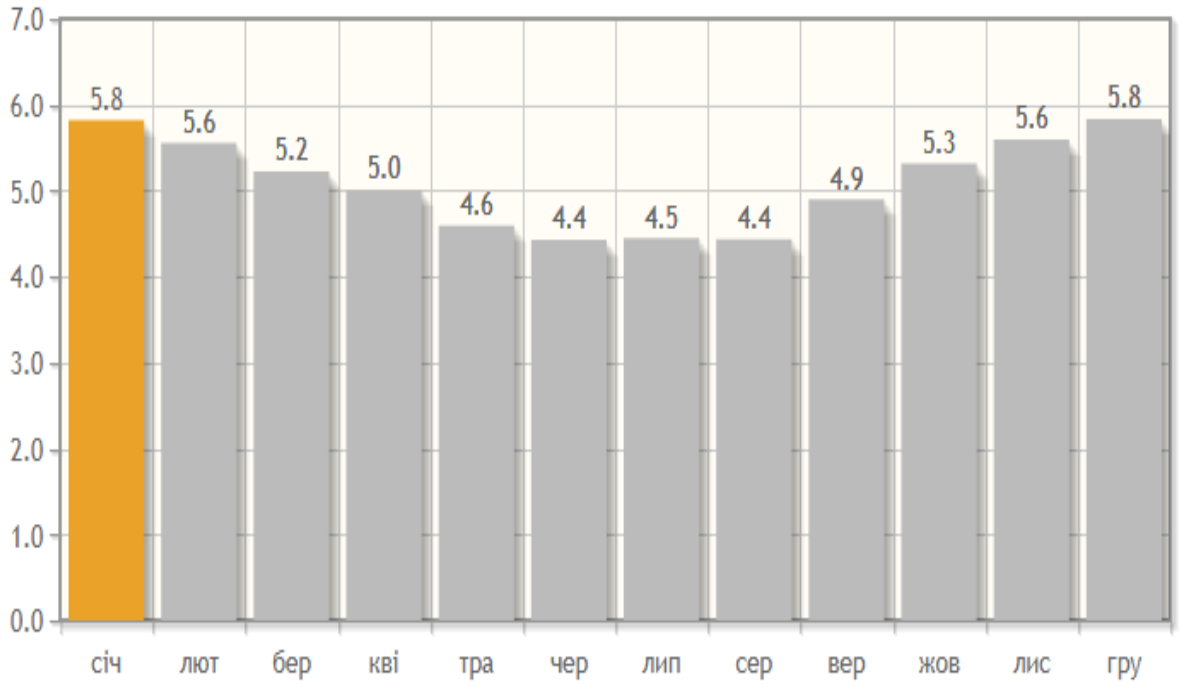


Рисунок 2.2 – Діаграма швидкості вітру для різних місяців року (Одеський район)

Як видно з діаграми на рис. 2.2, найбільш вітряним місяцем в році є січень: усереднений показник сили вітру в січні становить 5.8 м./с.

Діаграма швидкості вітру для різних місяців року показана на рис.2.2.

Розподіл середньодобової кількості сонячних годин показано на діаграмі рис. 2.3.

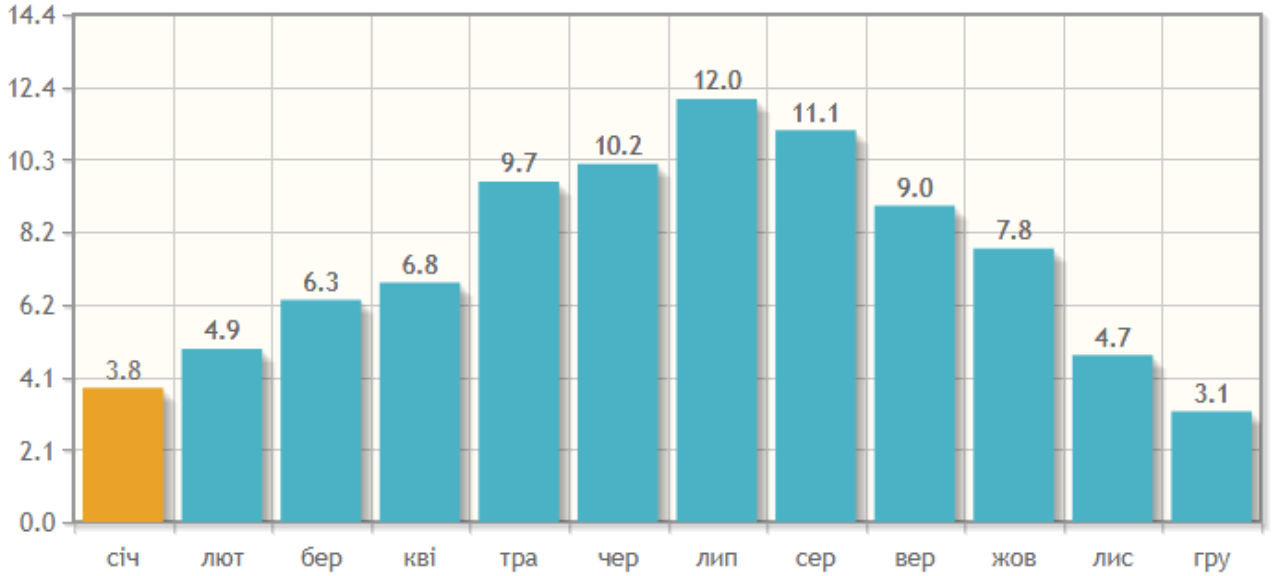


Рисунок 2.3 – Діаграма розподілу середньодобової кількості сонячних годин для різних місяців року (Одеський район)

Цей графік ілюструє середню кількість годин на день, протягом яких прямі сонячні промені досягають земної поверхні. На цей показник впливають як тривалість світлового дня, так і рівень хмарності протягом дня. В Одесі середня кількість сонячних годин у січні складає 3,8 години, мінімальна кількість 3,1 години спостерігається у грудні.

Внутрішні перегородки виконуються з керамічної цегли на розчині М50. Основою будівлі після реконструкції залишається цокольний поверх, який має підлогу та стіни товщиною 400 мм, викладені з річкового каміння, і спирається на залізобетонний фундамент глибиною 0,6 м. Висота цокольного поверху становить 2,4 м. Цей поверх перебуває в задовільному стані та після зовнішнього оновлення буде переобладнаний під лазню з зоною відпочинку. Внутрішні перегородки виконані з цегли товщиною 120 мм на цементному розчині марки М50. Перекриття складається з залізобетонних пустотних плит серії 1.141.1. Зовнішні стіни першого поверху відлиті з перлітобетону марки М50, який забезпечує високий рівень тепло- та шумоізоляції, утеплені пінопластом і покриті декоративним тинькуванням. Другий поверх було демонтовано та утилізовано під час реконструкції.

Зовнішні стіни будуть утеплені пінопластом Для захисту теплоізоляційної системи від механічних пошкоджень застосовується посилений шар з фасадної сітки. Для захисту всіх нижніх шарів від впливу погодних умов та підвищення стійкості всієї конструкції до механічних впливів поверхня системи теплоізоляції опоряджується цементно-вапняним тинькуванням.

Основні приміщення будуть пофарбовані водоемульсійною фарбою, а стіни санвузлів облицьовані керамічною плиткою. Дерев'яні конструкції фарбуються олійною фарбою у два шари, а сталеві елементи - емалевою фарбою також у два шари після попередньої ґрунтовки. Дерев'яні деталі, які контактують з кам'яною кладкою, будуть ізольовані шаром толю та оброблені антисептичним просоченням. Сталеві конструкції фарбуватимуться емалевою фарбою ПФ-115 за 2 рази по ґрунтовій фарбіПФ-012Р.

Таблиця 2.2 – Конструктивні елементи будівлі

Конструктивні елементи будівлі	
Фундаменти	Стрічкові монолітні залізобетонні
Стіни	Цегляні
Перекриття	Монолітні армовані із бетону С15/20
перемички	Плити збірні залізобетонні багатопустотні
перекриття	Плити збірні залізобетонні багатопустотні
Сходові клітини	Збірні залізобетонні марші з майданчиками

2.4 Інженерні системи

Водопостачання будівельних об’єктів Лібенталь здійснюється від системи централізованого водопостачання населеного пункту. Система водопостачання - господарсько-протипожежна, схема водопостачання – кільцева. Уздовж вулиць прокладено мережі водопроводу з пожежними гідрантами, які розміщені

у водопровідних колодязях уздовж автомобільних шляхів. Напір у міській мережі транспортування води становить 32 м або 3,2 атм.

Централізована система водовідведення відсутня, господарсько-побутові стічні води індивідуальними каналізаційними мережами збираються у вигрібних ямах. За західною межею населеного пункту Лібенталь розташовані очисні споруди для господарсько-побутових стоків, але для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог з очищення стоків необхідна їх реконструкція. Очищені стічні води скидаються у р. Баробай.

Будівля обладнується холодним і гарячим водопостачанням. До зовнішньої мережі виконується приєднання по одному вводу. Передбачено улаштування водовимірювального вузла.

Вода нагрівається з використанням індивідуальних підігрівачів. Внутрішні мережі водопостачання зібрані з металопластикових трубопроводів. Система внутрішньої мережі водовідведення виконується з пластикових каналізаційних труб діаметром 50-100 мм.

Система вентиляції прийнята комбінована: кухня обладнується витяжним улаштуванням INTERLINE TEFFI BL A/60/GL/PB, ванна кімната – стіновим обладнанням Europlast SPK2-100dB.

В перспективі розвитку населеного пункту Лібенталь передбачається централізована система газопостачання з використанням газу для опалення та індивідуальних газових котлів для централізованої системи гарячого водопостачання.

На території населеного пункту є трансформаторна підстанція загальною потужністю 250 кВт, напругою 10/0,4 кВ. Електроенергія розподіляється між споживачами.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДИНКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Теплотехнічні розрахунки

3.1.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень в будинку

Вихідні розрахункові параметри:

- місце розташування об'єкта реконструкції: Одеська область;
- зона вологості: нормальна;
- експлуатаційні умови огороджень: А [32, додаток А];
- розрахункова температура зовнішнього повітря: -3;
- режим вологи в приміщеннях: нормальний;
- швидкість вітру: 4,5 м/с.

З метою визначення фактичного опору теплопередачі зовнішніх огороджень або товщини утеплювача виконується теплотехнічний розрахунок. Вибір конструкції огородження повинен відповідати умові

$$R_0^{ф} \geq R_0^{н} \qquad (3.1)$$

де $R_0^{ф}$ – фактичний опір теплопередачі, м^2 ×^{0}С/Вт;

$R_0^{н}$ – розрахунковий опір теплопередачі, м^2 ×^{0}С/Вт.

Фактичний опір теплопередачі огородження визначається за формулою,м^2×^{0}С /Вт:

$$R_{ф} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{рi}} + \frac{1}{\alpha_3}, \qquad (3.2)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні огородження, приймають, приймається для гладких стель і стін 8,7 Вт/м^2 ×^{0}С [33, додаток Б];

δ_i – товщина і –того шару огородження, м;

$\lambda_{рi}$ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності і –того шару огородження, Вт/(м^2 ×^{0}С);

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, [33], для напідпідвального перекриття 6 Вт/м^2 ×^{0}С, для горищного перекриття 12 Вт/м^2 ×^{0}С, для стін 23 Вт/м^2 ×^{0}С.

При визначенні умови експлуатації огороджень враховується зона вологості приміщень та їх вологісний режим. Відповідно до вихідних параметрів розрахунку умови експлуатації огороджувальних конструкцій відповідають категорії Б , [34, додаток В.3].

Для визначення товщини теплоізоляційного шару визначається нормативний опір теплопередачі $R_0^н$=1,9 Вт/м^2 ×^{0}С [24, табл. 4].

Товщина утеплювача визначена за формулою

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} \times \left(R_{q\min} - (\frac{1}{\alpha_в} - (\frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}} + \frac{1}{\alpha_з}) \right), \qquad (3.3)$$

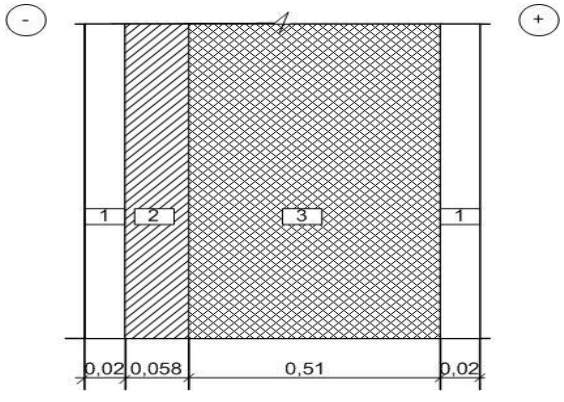
де $\alpha_в$ – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні огородження, приймають за [33, додаток Б];

δ_i – товщина і –того шару огородження, м;

λ_{pi} – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності і –того шару огородження, Вт/(м·^{0}С) [33, додаток А];

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, [33, додаток Б].

Розрахункова схема зовнішньої стіни показана на рис.3.1.



1 – цементно-піщаний розчин; 2 – пінопластові плити; 3 – глиняна цегла на цементно-піщаному розчині

Рисунок 3.1 – Розрахункова схема зовнішньої стіни

Розрахункові параметри приведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни

№	Матеріал	*δ, м*	ρ, кг/куб.м	Коефіцієнти	
				S, т/(м^2×^{0}С)	*λ*, т/(м$^{2\times0}$С)
1	Розчин цементно-піщаний	0,02	1800	9,6	0,76
2	Глиняна цегла на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	9,2	0,7
3	Пінопластові плити	0,057	125	0,86	0,06
4	Розчин цементно-піщаний	0,02	1800	9,6	0,76
		0,607			

$\delta_{ут}=0,06\times(1,9-(1/8,7+0,02/0,76+0,51/0,7+0,02/0,76+1/23))=0,057$ *м.*

За формулою (3.2) визначається фактичний опір теплопередачі стіни:

$R^{ф}=1/8,7+0,02/0,76+0,51/0,7+0,057/0,06+0,02/0,46+1/23=1,91$ м$^2\times^0$С /Вт.

Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни становить:

$$K=1/R^{ф} \qquad (3.4)$$

К=1/1,91=0,523.

Теплова інерція зовнішньої стіни визначається за формулою:

$$D=\frac{\delta_1}{\lambda_1}s_1+\frac{\delta_2}{\lambda_2}s_2+\ldots+\frac{\delta_n}{\lambda_n}s_n=\sum(R_i s_{ip}) \qquad (3.5)$$

де R_i – термічний опір *i*-го шару, визначається за формулою:

$$R_i=\delta_i/\lambda_{ip} \qquad (3.6)$$

де δ_i – товщина *i*-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу *i*-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м×^{0}С). Приймається за даними табл. А.1 [33];

s_{ip} – коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу *i*-го шару для розрахункових умов експлуатації, Вт/(м^2 ×^{0}С). Приймається за даними табл. А.1 [33];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

D=9,6×0,02/0,76+9,2×0,51/0,7+0,86×0,057/0,06+9,6×0,02/0,76=8,03.

Зовнішня стіна є багатоінерційною огорджувальною конструкцією.

3.1.2 Розрахунок надцокольного перекриття

Теплофізичні параметри для надцокольного перекриття приведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів надцокольного перекриття

№	Матеріал	*δ, м*	ρ, кг/куб.м	Коефіцієнти	
				S, т/(м^2×^{0}С)	*λ*, т/(м$^{2\times0}$С)
1	Залізобетонна плита	0,22	2500	17,98	1,92
2	Щебінь	0,24	400	1,94	0,14
3	Стяжка цементно піщана	0,01	1800	9,6	0,76
4	Керамічні плити	0,06	2000	11,63	0,96

Нормативний опір перекриття становить $R^н$=2,2 (м^2 ×^{0}С)/Вт.

Товщина утеплювача становить

$\delta_{ут}$=((2,2-(1/8,7+0,22/1,92+0,01/0,76+0,06/0,96+1/6))×0,14=0,24 *м.*

За формулою (3.2) визначається фактичний опір теплопередачі надцокольного перекриття

$R^{ф}=1/8,7+0,22/1,92+0,21/0,14+0,01/0,76+0,06/0,96+1/6=1,97$ *м.*

За формулою (3.4) коефіцієнт теплопередачі надцокольного перекриття становить

1/1,97=0,51 м.

Теплова інерція перекриття становить

D=17,98×0,22/1,92+1,94×0,21/0,14+9,6×0,01/0,76+11,63×0,06/0,96=5,82.

Перекриття над цокольним поверхом є конструкцією з середньою інерційністю (4 ≤5,82≤ 7).

3.1.3 Розрахунок перекриття над горищем

Розрахунок перекриття над горищем є аналогічним до розрахунків, виконаних у п 3.1.1 та п. 3.1.2.

Нормативний опір перекриття над горищем становить $R^{н}=2,2$ (м^2 ×^{0}С)/Вт. Розрахункові параметри приведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів перекриття над горищем

№	Матеріал	*δ, м*	ρ, кг/куб.м	Коефіцієнти	
				S, т/(м^2×^{0}С)	*λ*, т/(м$^{2\times0}$С)
1	Залізобетонна плита	0,22	2500	17,98	1,92
2	Щебінь	0,31	400	1,94	0,14
		0,53			

Товщина утеплювача становить

$\delta_{ут}=((2,5-(1/8,7+0,22/1,92+1/12)\times0,14=0,31$ *м.*

За формулою (3.2) визначається фактичний опір теплопередачі перекриття над горищем

$R^{ф}=1/8,7+0,22/1,92+0,31/0,140+1/12=2,4.$

За формулою (3.4) коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття становить *1/2.4=0,42.*

Теплова інерція перекриття становить

D=17,98×0,22/1,92+1,94×0,292/0,14=6,1

Перекриття над горищем є конструкцією з середньою інерційністю (4 ≤5,82≤ 7).

Таблиця 3.4 – Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів зовнішніх двокамерних склопакетів

№	Матеріал	*δ, м*	ρ, кг/куб.м	Коефіцієнти	
				S, т/(м^2×^{0}С)	*λ*, т/(м$^{2\times0}$С)
1	Енергозберігаючий скляний пакет	0,09	2500	10,79	0,76

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції у вигляді світлопрозорої огороджувальної конструкції становить $R_0^н$=0,6 (м^2 ×^{0}С)/Вт для будівель, розташованих в Одеській області відповідно до [24].

Коефіцієнт теплообміну $\alpha_в$ на внутрішній поверхні огородження для енергоефективних скляних пакетів однокамерних товщиною 52 мм становить 0,519 Вт/м^2 ×^{0}С.

$R^ф$*=1/0,519+0,052/0,76+1/1,714=2,58* (м^2 ×^{0}С)/Вт, що перевищує нормативне значення $R_0^н$=0,6 (м^2 ×^{0}С)/Вт.

Коефіцієнт теплопередачі скляного пакета становить:

1/0,6=1.67

3.1.4 Визначення теплових втрат

Тепловтрати крізь окремі огородження, Вт:

$$Q_{oг}=K\times F\times(tв-tз)\times n\times(1+\beta), \quad (3.7)$$

де $Q_{ог}$ – тепловий потік крізь огородження, Вт;

R – фактичний опір теплопередачі , м^2×К/Вт;

F – розрахункова площа огороджувальної конструкції, м^2;

$t_в$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, приймається $t_в$ =20^{o}С для житлових кімнат, для лазні - 30 ^{o}С, туалетної та ванної кімнати, $t_в$ =18^{o}С – для кухні;

$t_з$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, ^{o}С, для Одеської області прийнято -15 ^{o}С [36, табл.2];

β – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тепла, визначається з урахуванням швидкості вітру та виражається в долях від головних теплових витрат, β =0,05, якщо швидкість вітру V≤5 м/с, β =0,1 якщо швидкість вітру V≥5 м/с ;

n – поправочний коефіцієнт, який залежить від різниці температур, n=1 для перекриття над горищем та стіни, n=0,4 для перекриття над цокольним поверхом.

Результати розрахунку зведені у таблицю 3.5.

3.1.5 Визначення потужності системи опалення

Система опалення має теплову потужність, яка визначається за формулою

$$Q=(Q_{буд}–Q_з)+Q_2, \quad (3.8)$$

де $Q_{буд}$ – загальні теплові витрати з урахуванням всіх приміщень у будівлі. За результатами розрахунків у табл.3.4;

$Q_з$ – побутові надходження тепла, дорівнюють нулю у порівнянні з тепловими витратами;

Q_2 – теплові витрати у трубах, які проходять через приміщення без обігріву, кВт, розраховуються за формулою

$$Q_2 =\sum L \times q \times 10^{-3}, \quad (3.9)$$

Таблиця 3.5 – Визначення теплових втрат через зовнішні огородження

№	Назва примі щення/tв	Зовнішні огородження					Різниця температур, tв - tз	Коефіцієнт n	Коефіцієнт Теплопередачі K, Вт/(м^2×^{0}С)	Тепло втрати огород женнями, $Q_{ог}$, Вт	Коефі цієнт β	Тепловтрати огород женнями, $Q_{ог}$, Вт	Загальні тепло втрати , $Q_{заг}$, Вт
		назва	орієнта ція	ширина	висота	площа, F, м^2							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Цокольний поверх													
1	Лазня/80	ЗС1 ЗС2 ЗС3		5,92 2,14 2,14	0,5 0,5 0,5	2,96 1,07 1,07	95 95 95	1 1 1	0,523 0,523 0,523	147,1 53,2 53,2 253,5	0,2 0,2 0,2	176,52 63,84 63,84 304,2	304,2
2	Коридор/18	ЗС		1,16	0,5	0,58	33	1	0,523	10,01	0,2	12,01	12,01
4	Санвузол/18	ЗС1 ЗС2		1,4 2,83	0,5 0,5	0,7 1,42	33 33	1 1	0,523 0,523	12,08 24,51 36,59 73,18	0,2 0,2	14,5 29,4 43,91 87,82	87,82
5	Вхідна зона/18	ЗС1 ЗС2 Д		2,97 1,16 1,58	0,5 0,5 2,0	1,485 0,58 3,16	33 33 33	1 1 1	0,523 0,523 1,67	25,63 10,01 54,54 91,08	0,2 0,2 0,2	30,76 12,01 65,45 109,3	109,3
Верхній поверх													
6	Ідальня/20	В1 В2 Д Ст Пл		10,04 5,67 1,58 10,04 4,52	2,8 2,8 2,0 5,67 2,34	28,11 15,88 3,16 56,93 10,62	35 35 35 35 35	1 1 1 1 0,4	1,67 1,67 1,67 0,42 0,523	1643 928,19 184,7 836,87 77,76 3670,52	0,2 0,2 0,2 0 0	1971,6 1113,83 221,64 836,87 77,76 4221.7	4221,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	Кухня/18	ЗС1 В1 В2 ЗС2 Ст		 2,5 0,8 1,58 4,81	 1,2 2,8 2,8 2,38	10,4 3,0 2,24 4,42 11,45	33 33 33 33 33	1 1 1 1 1	0,523 1,67 1,67 0,523 0,42	179,49 165,33 123,45 76,28 158,7 703,25	0,2 0,2 0,2 0,2 0	215,4 198,4 148,14 91,54 190,44 843,9	 843,9
8	Спальна 1/20	В ЗС Ст Пл		2,0 4,34 2,91	1,2 2,37 2,37	2,4 8,152 10,33 6,7	35 35 35 35	1 1 1 0,4	1,67 0,523 0,42 0,523	140,28 149,22 151,85 49,06 490,41	0,2 0,2 0 0	168,34 179,06 182,22 58,87 588,5	 588,5
9	Санвузол 1/18	ЗС Ст Пл		2,26 2,37 2,37	2,8 2,26 2,26	6,32 5,38 5,38	33 33 33	1 1 0,4	0,523 0,42 0,523	109,08 74,57 37,14 220,79	0,2 0 0	130,9 74,57 37,14 242,61	 242,61
10	Санвузол 2/20	В В Ст Пл		3,27 2,37 3,27 3,27	2,8 2,8 2,37 2,37	9,16 6,64 7,75 7,75	35 35 35 35	1 1 1 0,4	1,67 0,523 0,42 0,523	535,4 121,55 56,75 56,75 770,45	0,2 0,2 0 0	642,48 145,86 56,75 56,75 901,84	 901,84
11	Гардероб/20	ЗС Ст Пл		2,34 3,27 3,27	2,8 2,34 2,34	6,552 7,65 7,65	35 35 35	1 1 0,4	0,523 0,42 0,523	47,97 112,46 56,01 216,44	0,2 0 0	57,56 112,46 56,01 226,03	 226,03
12	Спальна 2/20	В1 В2 Пл Ст		3,27 3,33 3,33 3,33	2,8 2,8 3,27 3,27	9,156 9,324 10,89 10,89	35 35 35 35	1 1 1 1	1,67 1,67 0,523 0,42	535,17 545 199,34 160,08 1439,6	0,2 0,2 0 0	642,2 654 199,34 160,08 1655,62	 1655,62
												9907,37	9193,53

де $\sum L$ – загальна довжина ділянок трубопроводів, які прокладені через неопалювальні приміщення;

Q – теплова віддача ділянки трубопроводу довжиною 1 м, Вт.

В роботі значення Q_2 не враховується, тому що загальна довжина трубопроводів, які прокладаються через неопалювальні приміщення не перевищує 5 м і за результатами розрахунків за формулою значення $Q_2 \sim 0$.

Отже, Q=9193,53 Вт, враховуючи результати розрахунків, представлені у таблиці 3.5.

Значення теплової потужності системи опалення уточнюється з урахуванням наступних факторів:

− об'єму та площі помешкань, які опалюються: для будівлі, яка надійно утеплена з висотою стелі 2.8 м з енергозберігаючими технологіями на кожні 10 м^2 площі доводиться 0,2-0,5 кВт потужності опалювального приладу;

− при наявності бойлера потужність збільшується на 10%, теплої підлоги-на 15%

− кліматичної зони: при низьких температурах номінальну потужність треба збільшувати на 5-15%;

Тоді Q=9193,53Вт+

200 Вт×15м^2+9193,53×0,1+9193,53×0,15+9193,53×0,05=14951,9 Вт=15 кВт.

3.2 Гідравлічний розрахунок системи водопостачання будівлі

3.2.1 Обгрунтування аконометричної схеми водопостачання будівлі

Водопостачання будівлі здійснюється від системи централізованого водопостачання населеного пункту, тиск у міській водопровідній мережі становить 32 м або 3,2 атм.

Середня добова витрата води розрахована за наступною залежністю, м^3/доб:

$$Q_{добі} = N_i \times q_i / 1000, \quad (3.10)$$

де q_i – питома витрата води одним мешканцем, л/доб [37, табл.1].

$Q_{доб}$=5×230/1000=1,15 м^3/добу=48л/год.

Розрахунок системи водопостачання для будинку з кількістю мешканців 5 чоловік та загальною кількістю санітарно-технічних приладів – 13, представлений у таблиці 3.6. Аксонометрична схема системи внутрішнього водопостачання показана на рис. 3.2 та на листі №4 графічної частини кваліфікаційної роботи.

Таблиця 3.6 – Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопостачання

Ділянка	*N*, чол.	*U*, шт.	*q* л/с	*L*, м	*d*, мм	v, м/с	*1000i*	*1+K*	$H_L = i \times L \times (1+K)$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	13	5	0.25	0.3	25	0.76	50.3	1.3	0.02
2-3	13	5	0.25	1.0	20	1.24	160.4	1.3	0.21
3-3/	2	5	0.25	1.0	20	1.24	160.4	1.3	0.21
3-3//	1	5	0.25	0.5	20	1.24	160.4	1.3	0.10
3-4	11	5	0.25	0.3	25	0.76	50.3	1.3	0.02
4-5	10	5	0.25	0.6	25	0.76	50.3	1.3	0.04
5-6	9	5	0.25	0.5	25	0.76	50.3	1.3	0.03
6-7	8	5	0.25	3.75	25	0.76	50.3	1.3	0.25
7-8	6	5	0.25	8.9	25	0.76	50.3	1.3	0.6
8-9	5	5	0.25	1.6	25	0.76	50.3	1.3	0.1
9-10	3	5	0.25	0.2	25	0.76	50.3	1.3	0.01
10-11	2	5	0.25	2.75	25	0.2	50.3	1.3	0.2
11-12	1	5	0.25	1.77	20	1.24	160.4	1.3	0.4
∑									**2.20**

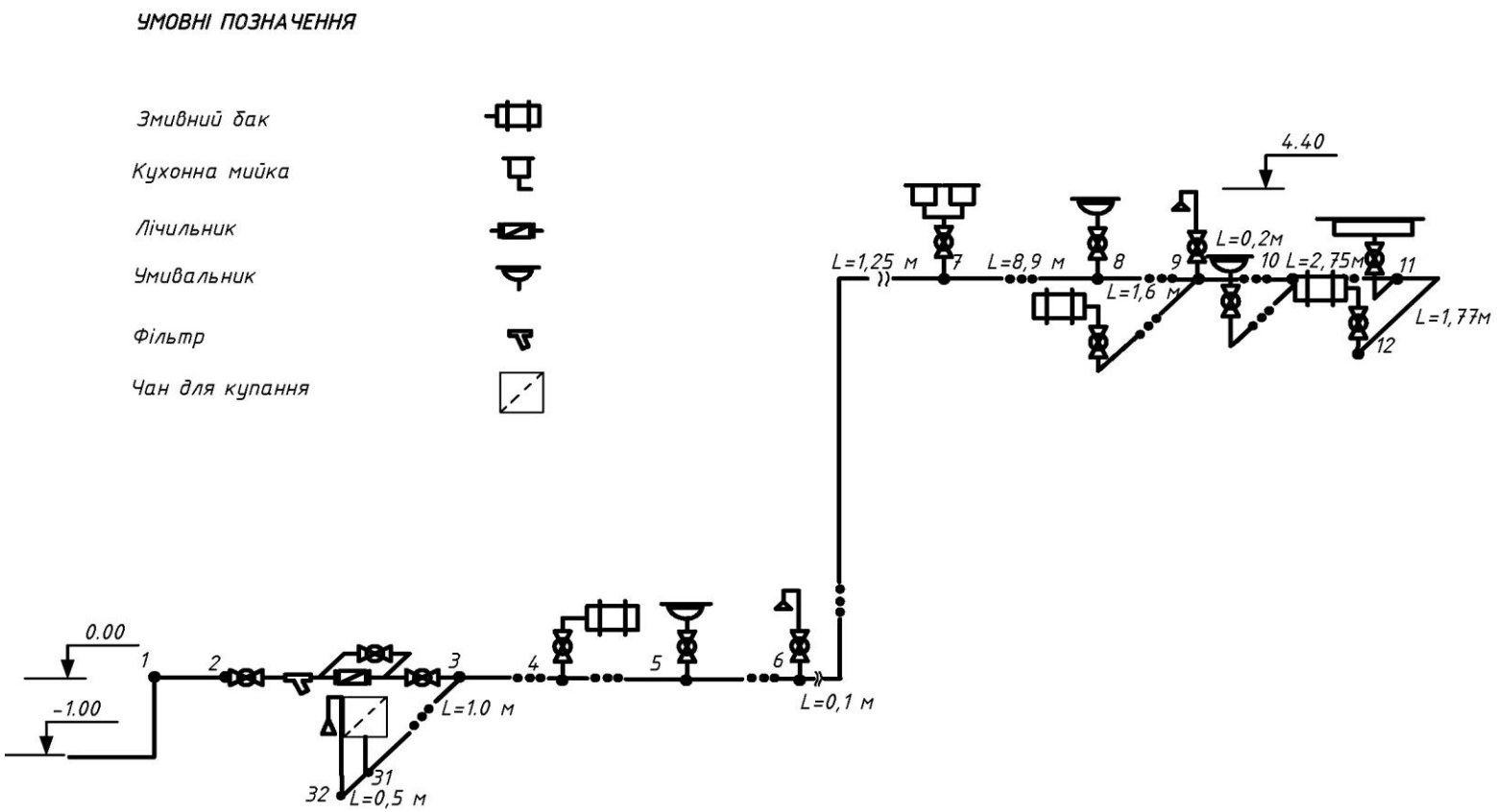


Рисунок 3.2 – Аксонометрична схема системи внутрішнього водопостачання будівлі

У 2 стовпчику загальна кількість санітарно-технічних приладів N (мийка, умивальник, змивний бачок, ванна, душова кабіна, чан для купання) розраховуються відповідно до плану поверхів (лист №4 графічної частини кваліфікаційної роботи), кількість мешканців U – 5 чоловік, які постійно мешкають у будинку (3 стовпчик таблиці), розрахункова максимальна секундна витрата на ділянці q прийнята за рекомендаціями [37, табл. А.5], довжина ділянки розрахована за планом поверхів (лист №4 графічної частини кваліфікаційної роботи), діаметр d, , швидкість руху води v та питомі втрати напору $1000i$ прийняті за результатами гідравлічного розрахунку для пластмасових трубопроводів. Діаметри труб визначені на основі розрахункових витрат води з оптимальними швидкостями руху води (0,8–1,5 м/с) [37].

Втрати тиску на ділянках внутрішньої мережі визначені за формулою:

$$H = i \times K_l \times L, \tag{3.11}$$

де i – гідравлічний ухил, м, приймається за [17];

L – довжина ділянки, м;

K_l – коефіцієнт, який враховує місцеві опори. K_l=0,3 – при розрахунках водопроводу холодного питного водопостачання.

Результати розрахунку представлені у стовпчику 10 у таблиці 3.6.

Відповідно до рекомендацій [37] розвідні труби водопровідної мережі розташовуються на висоті 0,25–0,3 м над рівнем підлоги поверху. Висота підключення до санітарно-технічних приладів визначається залежно від монтажної висоти встановлення цих приладів [38]:

- для унітазу подача води здійснюється до змивного бачка, запірний вентиль розташовується на висоті 0,55 м від підлоги;
- для ванни запірний вентиль монтується на висоті 1,0 м від підлоги;
- для умивальника – на висоті 0,8 м від підлоги;
- для мийки – на висоті 0,9 м від підлоги.

3.2.3 Розрахунок необхідного напору

Необхідний тиск для надходження води у двоповерхову будівлю визначається за формулою, м:

$$H_{н} = H_{вв} + h + H_{geom} + \sum H_{l} + H_{f} \quad , \qquad (3.11)$$

де $H_{вв}$ – втрати тиску на початку внутрішньої мережі, (враховуються в сумарних втратах тиску $\sum H_{l}$, м;

h – втрати тиску у вимірювальному приладі, м;

H_{geom} – геометрична висота, м;

$\sum H_{l}$ – загальна кількістьсума втрат тиску на всіх ділянках;

H_{f} – нормативний вільний тиск біля диктуючого приладу (душова кабіна). H_{f}=3 м.

Втрати тиску у вимірювальному приладі

$$h=s\times q^2, \qquad (3.12)$$

де s – гідравлічний опір вимірювального приладу, для вимірювальног приладу, встановленого на ділянці d=20 мм s=5,18 при витраті 0.25 л/с, характеристики водовимірювального приладу:

мінімальна витрата $q_{мін}$ = 0,05 м^3/год;

оптимальна витрата $q_{економ}$=2,0 м^3/год;

максимальна витрата $q_{макс}$ = 5,0 м^3/год;

чуттєвий поріг – не більше 0,025 м^3/год;

максимальна робоча витрата $q_{макс.роб.}$ =70 м^3/год;

q – витрата води на ділянці, на ділянці 11-12 q=0,25 л/с (таблиця 3.6).

$h=5,18\times 0,25^2=0,32$ *м.*

Тоді *Нн=5,4+0,324+2,2+3=10,92,* приймається 11 м.

Фактичний вільний тиск $H_{р}$ розраховується як різниця між гарантованим тиском в міській мережі $H_{гар}$ та загальними втратами тиску (таблиця 3.6) $\sum h$, із врахуванням геометричної висоти підйому $H_{г}$:

$$H_p = H_{zap} - (\sum h + H_z) \quad (3.13)$$

Гарантований тиск в мережі транспортування води становить 32 м або 3,2 атм. Тоді *Нр=32-11=21* м, насосне обладнання не потрібно.

3.3 Гідравлічний розрахунок системи водовідведення будівлі

3.3.1 Розрахунок відвідних трубопроводів

Проєктування системи внутрішнього водовідведення здійснено за максимальною витратою

$$Q^s = q^{tot} + q_0^s \quad (3.14)$$

де q^{tot} –максимальний обсяг води на ділянці, л/с [37, табл. А8].

q_0^s – максимальне секундне надходження стоків від санітарно-технічного обладнання з максимальною витратою, л/с [37].

Для горизонтальних ділянок каналізаційної мережі розрахункова витрата розраховується за числом санітарно-технічних приладів N, які розташовані на ділянці за формулою:

$$Q^{sL} = q^{tot} + k_s \times q_0^s, \quad (3.15)$$

де q^{tot} – загальний максимальний обсяг води, л/с при середній витраті за годину 48 л/год [37, табл.8].

k_s – коефіцієнт, [37, табл. 2].

q_0^s – максимальна витрата стічних вод від приладу з максимальним водовідведенням, л/с [37, табл. А5].

Для забезпечення оптимального гідравлічного режиму водовідведення швидкість руху води приймається не менше 0,7 м/с, а наповнення не менше 0,3 і не більше 0,8. Схема внутрішнього водовідведення показана на рис. 3.3, у додатку А показані конструктивні параметри каналізаційних трубопроводів. Розрахунки представлені в таблиці 3.7.

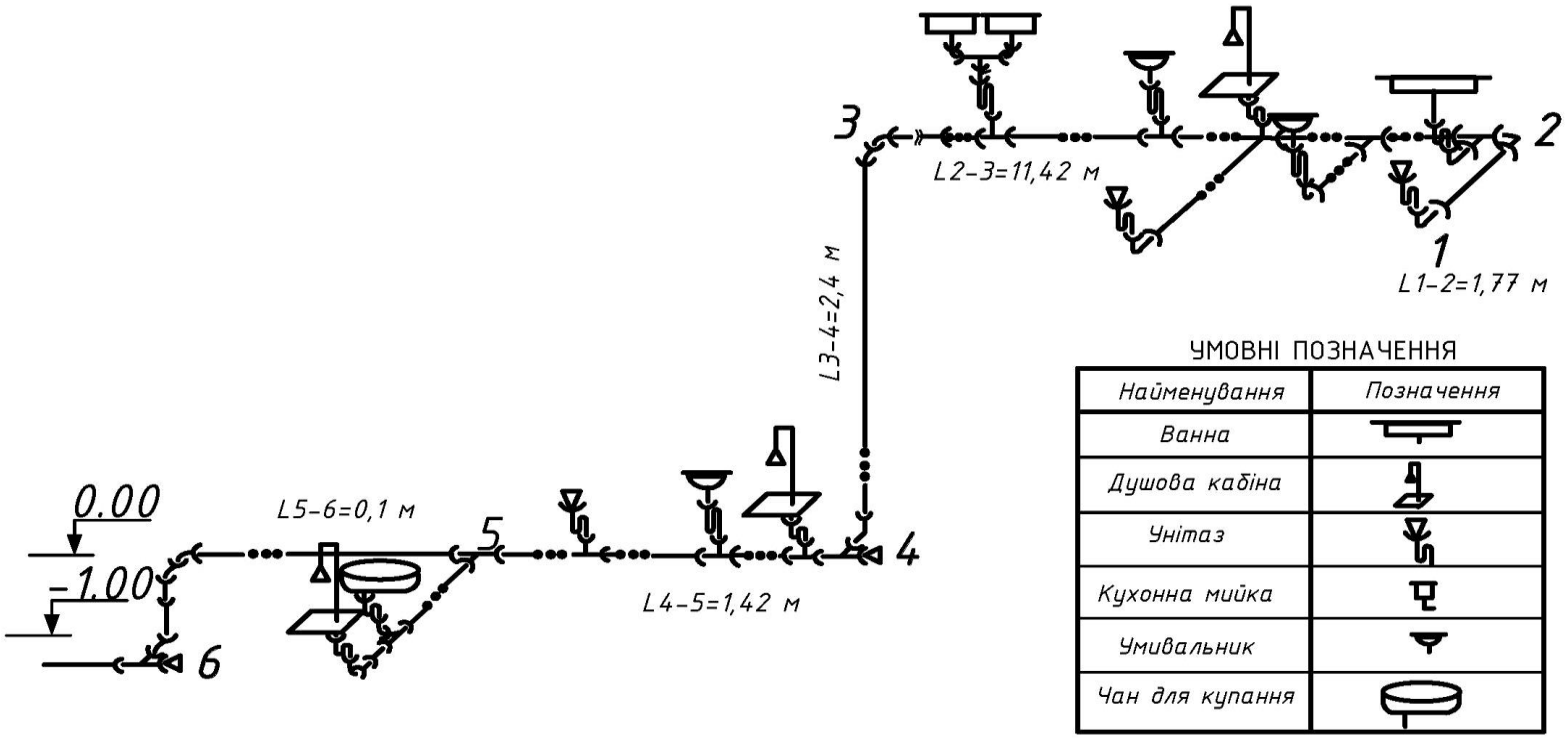


Рисунок 3.3 – Аксонометрична схема системи внутрішнього водовідведення будівлі

Таблиця 3.7 – Розрахунок внутрішнього водовідведення

№ ділянки	N	U	Водовідведення						Гідравлічний розрахунок			
			q^{tot}	q_0^s	Q^s	L	k_s	Q^{sL}	D	V	i	H/D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	1	5	0,95	1,6	-	1,77	0,56	1,85	110	0,87	0,03	0,33
2-3	8	5	1,28	1,6	-	11,42	0,4	1,92	110	0,89	0,03	0,34
3-4 стояк	8	5	1,28	1,6	2,88	2,4	-	-	110	-	-	-
4-5	11	5	1,4	1,6	-	2,4	0,53	2,25	110	0,9	0,03	0,35
5-6	13	5	1,5	1,6	-	1,42	0,64	2,52	110	0,93	0,03	0,7

3.3.2 Розрахунок очисних споруд

Для очищення стічної води застосовується двоярусний септик, який встановлюються на території індивідуальної земельної ділянки (схема споруди показана на листі №6 графічної частини кваліфікаційної роботи). У септику одночасно відбувається два процеси: очищення стічної води та стабілізація осаду в природніх умовах. Очисні споруди показані на рис. 3.4. Робоча глибина септика становить 1,8 м, різниця рівню води між трубами, якими подається та відводиться вода, дорівнює 50 мм, гази відводяться вентиляційними трубами. Об’єм споруди визначено за формулою:

$$W_{сеп} = (N \times q \times t)/1000, \quad (3.16)$$

де N – кількість мешканців, які використовують септик, N=5мешканців;

q – обсяг водовідведення на 1 людину, 230 л/доб;

t – тривалість відстоювання води, t=3 доби.

$W_{сеп}=(5\times230\times2)/1000=2,3$ м^3.

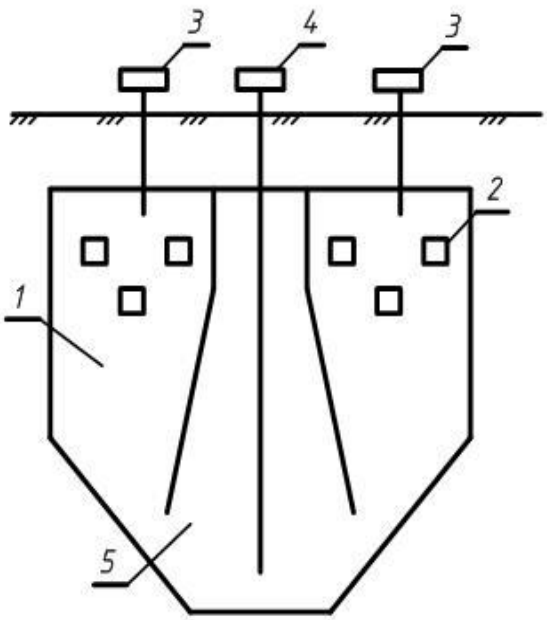
Об’єм мулової частини становить

$$W_{мул} = (W_{ос}\times N\times365)/1000, \quad (3.17)$$

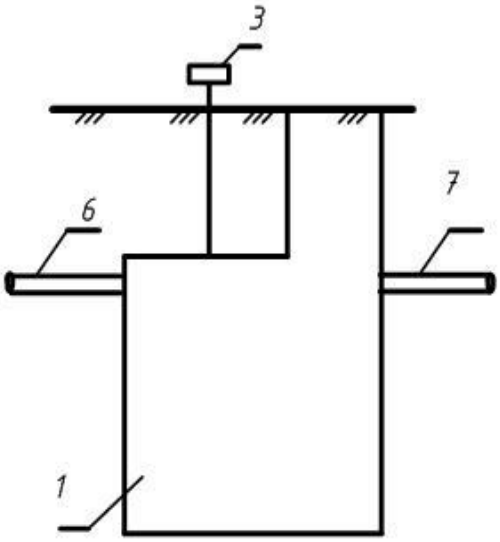
де $W_{сеп}$ – об’єм мулової частини споруди, м^3;

W_o – добова кількість осаду на 1 людину, 0,1875 л/доб;

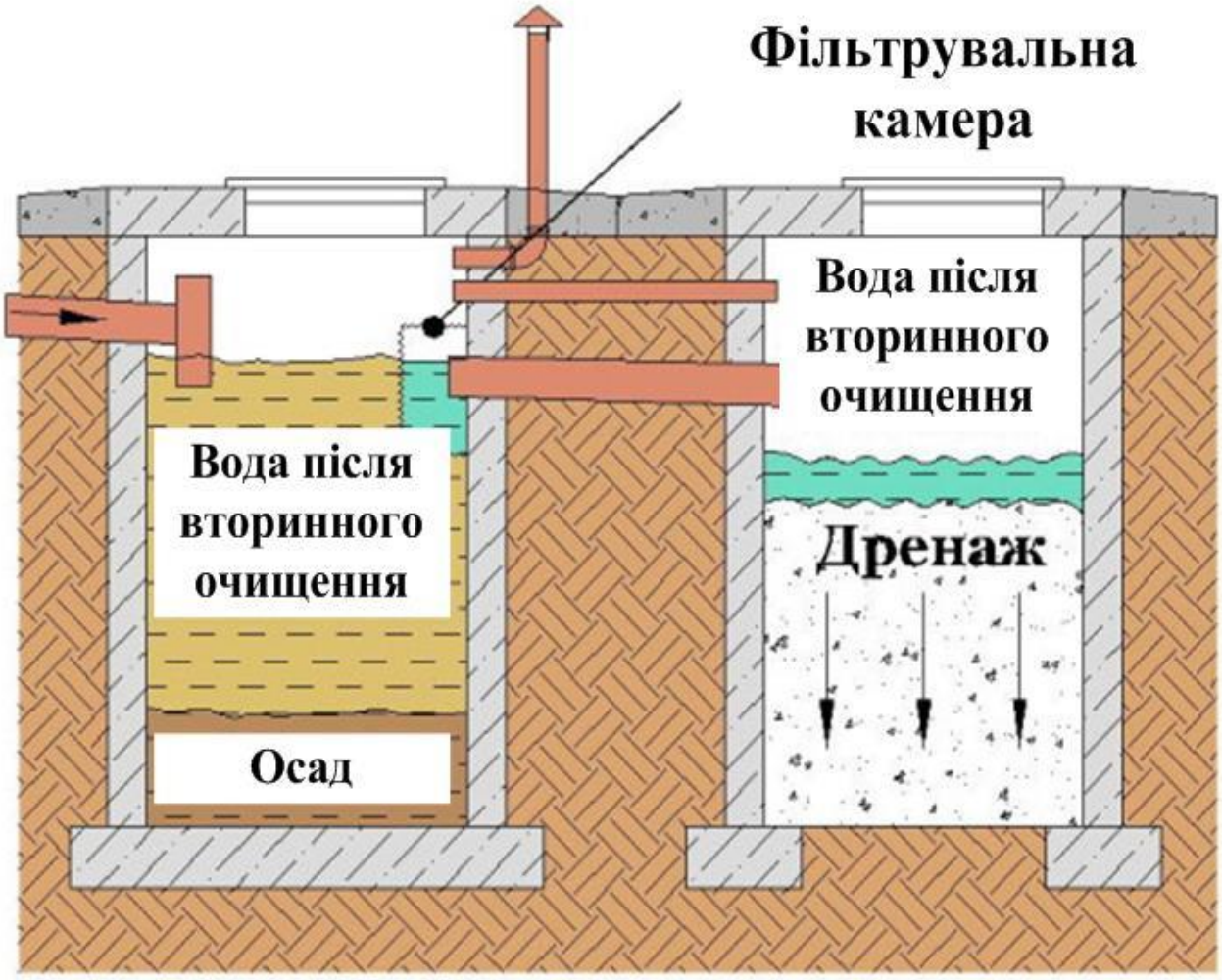
$W_{мул}=(0.1875\times5\times365)/1000=0,342$ м^3.



А) септик



Б) фільтрувальний колодязь



1-зона відстоювання; 2-перепускні отвори; 3-вентиляційна труба; 4-видалення продуктів розкладання; 5-септична частина; 6-подача води; 7-видалення води

Рисунок 3.4 – Система автономного очищення води будівлі

За результатами розрахунку приймається система автономного водовідведеня/септик з наступними конструктивними даними: продуктивністю до 1200 л/добу; зі ступенем очищення після системи: до 98%; залповий скид: до 330 л; режим користування: постійний; робочий об'єм септика: 2,4 м^3; товщина стінок: до 16 мм; маса: 150 кг; габаритні розміри: діаметр 1,6 м, висота 2,2 м.

Після септика вода подається на фільтрувальні колодязі. Необхідна площа фільтрувальної поверхні визначена за формулою

$$F = N \times q_м, \quad (3.18)$$

де $q_м$ – необхідна площа фільтрування на 1 людину, 1,5 м^2/люд.

$F = 5 \times 1,5 = 7,5\ м^2$.

Розміри фільтрувального колодязя представлені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Конструктивні розміри фільтрувального колодязя

Кількість споруд	Фільтрувальна площа F, м^2	Розмір колодязя	
		Споруда прямокутної форми у плані	Споруда круглої форми у плані
1	7,5	2,7×2,7м	$Д=\sqrt{(4 \times F)/\pi}=\sqrt{(4 \times 7,5)/3.14}=3,0м$
2	3,75	1,93×1,93м	$Д=\sqrt{(4 \times F)/\pi}=\sqrt{(4 \times 3,75)/3.14}=1,2м$

На листі №6 графічної частини кваліфікаційної роботи показана схема очищення із застосуванням септика та двох фільтрувальних колодязів.

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

При виконанні кваліфікаційної роботи були розглянуті такі інженерні системи опалення будівлі [5]:

А) тепла підлога з водяним підігрівом у поєднанні з використанням теплового насосу;

Б) підлога з водяним підігрівом та електричний одноконтурний котел;

В) тепла підлога з водяним підігрівом та котел на твердому паливі;

Г) сонячна електрична станція та підлога з електричним обігрівом

При визначенні оптимального варіанту інженерної системи опалення будівлі були проаналізовані наступні критерії: енергетичні витрати; вартість обладнання та енергетичних витрат.

4.1 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та теплового насоса

Вартість системи інженерної системи опалення із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та теплового насоса визначено з урахуванням фактичної площі обігріву F=150 м^2 , вартості матеріалів для комплектування теплої підлоги з водяним обігрівом (354078 грн), вартості проведення робіт (178000 грн), вартості електроенергії виходячи з витрати 12500 кВт протягом опалювального сезону:

12500 кВт×4.32 грн/кВт=54000 грн,

та вартості теплового насоса:

- типу «повітря-вода» – 350000 грн;
- типу «вода-вода» – 524800 грн.

Результати аналізу варіантів інженерних систем із застосуванням вказаних типів теплових помп представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз системи опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та теплового насоса (варіант А)

Інженерна система	Переваги:	Недоліки:	Вартість. грн	
			Матеріали обладнання	Електро енергія
1.Тепла підлога з водяним підігрівом та тепловий насос типу «повітря-вода  	- відсутність буріння; - простота монтажу	можливість заморожування при відключенні електроенергії	882278	54000 ∑936278
2.Тепла підлога з водяним підігрівом та тепловий насос типу «вода-вода»  	стабільність та надійність як джерела енергії	- висока вартість буріння; - необхідність рекультивації ґрунту; - складність технічного обслуговування	1057078	54000 ∑1111078

4.2 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та електричного котла

Вартість системи опалення визначено з урахуванням вартості матеріалів та необхідних робіт для улаштування теплої підлоги (таблиця 4.2) та вартості електричного котла 44500 грн. Вартість електроенергії протягом опалювального періоду (6 місяців) становить:

55555 кВт×4,32 грн/ кВт=240000 грн.

Аналіз переваг та недоліків застосування інженерної системи та результати розрахунків приведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Аналіз системи опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та електричного котла (варіант Б)

Інженерна система	Переваги:	Недоліки:	Вартість. грн	
			Матеріали обладнання	Електро енергія
Тепла підлога з водяним підігрівом та електричний котел  	- енерго-ефективність; - високий рівень ККД; - простота установки й експлуатації; - екологічність; - безпека; - безшумність; - компактність	- велике наванта женння на електромережу в години максимального споживання; - повна залежність від джерел електроенергії	576778	240000 ∑816678

4.3 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та котла на твердому паливі

Вартість матеріалів та робіт для улаштування теплої підлоги з водяним підігрівом прийняті як і для двох попередніх варіантів інженерних систем опалення, вартість котла на твердому паливі прийнята 110000 грн, додаткові витрати електроенергії при застосуванні твердопаливного котла (для системи автоматизації):

0,4 кВт/год×24×182,5 днів=1752 кВт. 1752кВт×4,32грн/кВт=7568,64 грн.

Витрати на тверде пальне протягом опалювального сезону становлять:

1.5 т/міс×6міс=9 т; 9т×8000 грн/т=72000 грн.

Результати розрахунку приведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Аналіз системи опалення будівлі із застосуванням теплої підлоги з водяним підігрівом та котла на твердому паливі (варіант В)

Інженерна система	Переваги:	Недоліки:	Вартість. грн	
			Матеріали обладнання	Електроенергія
 	- економія; - екологіч - ність; - високий рівень автономності; - невисока вартість	- необхід - ність площі для зберігання пального; - ручне завантаження пального; - необхід - ність догляду	642278	7568,64 ∑642278 +72000+ 7568,64 =721847

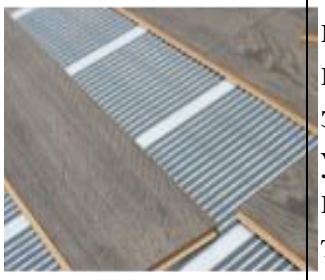
4.4 Інженерна система опалення будівлі із застосуванням сонячної електричної станції та підлоги з електричним обігрівом

Вартість матеріалів та робіт для улаштування теплої підлоги становить 254000 грн, сонячної станції – 1640000 грн.Витрата електроенергії при використанні електричної підлоги:

16,2 кВт/год×18год/добу×182,5 днів=53217 кВт,

53217 кВт×4,32грн/ кВт=229897,4 грн.

Таблиця 4.4 – Аналіз системи опалення будівлі із застосуванням сонячної електричної станції та підлоги з електричним обігрівом (варіант Г)

Інженерна система	Переваги:	Недоліки:	Вартість. грн	
			Матеріали, обладнання	Електроенергія
 	для електричної підлоги: компактність; комфорт застосування; універсальність; проста технологія монтажу, для сонячної станції: менші витрати на електроенергію; держання прибутку за «зеленим» тарифом; можливість впливати на ціну електроенергії; енергонезалежність	для електричної підлоги: електромагніт не випрмінювання; високі експлуатпацій ні витрати для сонячної станції: малі заощадження за малого споживання; порівняно значна вартість; незручності в разі переїзду	1894000	229897,4 ∑2213897

Результати аналізу енергоефективності зазначених інженерних систем опалення будівель подано у вигляді діаграми на листі №. 8 графічної частини кваліфікаційної роботи.

Серед варіантів найбільша вартість обладнання характерна для варіанту Г. До того ж, у холодний період року енергетичні потреби не забезпечуються сонячною станцією, ефективність якої в цей час становитиме лише 5–10% від кристі прдуктивності.

Для варіанту Б характерні значні витрати електроенергії, які у 4,4 рази перевищують енерговитрати, представлені у варіанті А.

Порівнюючи варіанти А та В, слід зазначити, що варіант В демонструє найнижчі витрати електроенергії. Однак при використанні твердопаливного котла необхідно врахувати вартість палива, через що сукупні витрати на енергоносії за варіантом В у 2,3 раза перевищують аналогічний показник, зазначений у варіанті А.

Розрахунки енергоспоживання показали, що варіант А має найменші витрати електроенергії, а інвестиції в обладнання окупляться протягом 5,5 опалювальних сезонів.

ВИСНОВКИ

1. В роботі проаналізовані головні етапи енергоефективної реконструкції малоповерхових будівель на прикладі розробки реконструкції малоповерхової будівлі загальною площею 150 м^2.

2. Аналіз досвіду закордонних фахівців стосовно післявоєнної відбудови показав відсутність єдиного підходу, оскільки кожна країна має свої особливості, тому міжнародні приклади успішної реконструкції можуть бути корисними як історичний досвід та джерело натхнення.

3. В процесі функціонування житлова будівля після реконструкції споживає електричну енергію та холодну воду.

4. Розроблена автономна система водовідведення продуктивністю до 1200 л/добу: робочий об'єм септика: 2,4 м^3; об’єм мулової частини 0,324 м^3 з габаритними розмірами: діаметром 1,6 м, висотою 2,2 м, два фільтрувальних колодязі діаметром Д =1,2 м та загальною фільтрувальною площею $F= 7,5\ м^2$

5. Виконано техніко-економічне обґрунтування вибору інженерної системи опалення будівлі потужністю 15 кВт за результатами порівняння чотирьох варіантів: оптимальним варіантом є застосування інженерної системи з теплою підлогою з водяним підігрівом у поєднанні з тепловим насосом типу «повітря-вода».

Список використаних джерел

1. Добровольська О., Чудновський П. Технології моніторингу та відновлення інженерних об’єктів водопостачання. Наукові досягнення та інновації як шлях до успіху *: матер.* зб. тез доп. XXI міжнар. наук.-практ. конф., м. Вільнюс, 1-3 трав. 2024 р. Вільнюс, 2024. С. 31–34. URL: http://surl.li/ukbzh

2. Добровольська О.Г. Чудновський П.Б. Реконструкція нежитлового фонду із застосуванням енергоефективних технологій. Інновації у будівництві : зб. тез доп. IX Міжнар. наук.-практ. інтер.-конф. (м. Луцьк, 14 травня 2024 р.). Луцьк : Луцький нац. техн. ун-т., 2024. С. 1–3. URL: https://drive.google.com/file/d/1yX8tiQ5mWpWvcdLiPyvaAroIRNYZWoY6/view

3. Добровольська О.Г., Фостащенко О.М., Чудновський П.Б. Енергоефективна реконструкція інженерних об’єктів в контексті відбудови. *Інженерні інновації та розбудова національної економіки* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 9-10 трав. 2024 р. Запоріжжя, 2024. С. 264–266. URL:

4. Добровольська О., Чудновський П. Моніторинг та удосконалення нежитлових будівельних об’єктів. Перспективи наукових досліджень в умовах сучасного світу *: матер.* зб. тез доп. XXVII міжнар. наук.-практ. конф., м. Роттердам, 12-14 черв. 2024 р. Роттердам, 2024. С. 18–21. URL: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/06/Prospects_of_scientific_research_in_the_conditions_of_the_modern_world_June_12_14_2024_Rotterdam_Netherlands.pdf

5. Добровольська О.Г., Фостащенко О.М., Чудновський П.Б. Реконструкція інженерних об’єктів нежитлового фонду в контексті відновлення України. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві.* Луцьк, ЛНТУ. 2024. Вип. 21. С. 57–65.

6. Чим прислужиться Україні світовий досвід повоєнної відбудови. [Електронний ресурс]
URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3690887-cim-prisluzitsa-ukraini-svitovij-dosvid-povoennoi-vidbudovi.html

7. Stepinac M., Lourenço P. Damage classification of residential buildings in historical downtown after the ML5.5 earthquake in Zagreb, Croatia in 2020 *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Vol. 56
URL:
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921001060?via%3Dihub

8. Saeed Z., Almukhtar A., Abanda H., Tah J. Mosul City: Housing Reconstruction after the ISIS War Cities. *Cities*, 2022. Vol. 120. URL: https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103460

9. . Barend Wind, Batoul Ibrahim. The war-time urban development of Damascus: how the geography- and political economy of warfare affects housing patterns. *Habitat International*, 2020. Vol. 96, P.1–15.
URL:https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/133410778/1_s2.0_S0197397519309464_main.pdf

10. Malyi E., Vakhanvati M., Sararit T. People-centered disaster recovery: A comparison of long-term outcomes of housing reconstruction in Thailand, India, and Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2022. Vol. 81. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420922004538

11. Martinović **A.**, Ifko **S.** Industrial heritage as a catalyst for urban regeneration in post-conflict cities Case study: Mostar, Bosnia and Herzegovina**.** *Cities*, 2018. Vol. 74. P. 259–268.
URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275117308338?via%3Dihub

12. Hala A., Manuel C. Post-war sustainable housing design strategies: the case of reconstruction in Iraq. *Renewable energy and environmental sustainability*, 2021. Vol. 6. URL:https://search.worldcat.org/title/9456437001

13. Cifuentes-Faura J. Ukraine's post-war reconstruction: Building smart cities and governments through a sustainability-based reconstruction plan. *Journal of Cleaner Production*, 2023. Vol. 419. URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623024812

14. Panfil J., Unru J., Kholod M. Case Report: Housing, land and property restitution after wars takes decades: Ukraine can change this. *World Development Perspectives*, 2023.Vol. 31. URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452292923000358

15. Gursel A., Shehabi A., Horvath A. What are the energy and greenhouse gas benefits of repurposing non-residential buildings into apartments? *Resources, conservation and recycling*, 2023. Vol.198. URL:https://tinyurl.com/4ah6jpve

16. Kadric D., Aganovic A., Martinovic S., Delalic N., Delalic B. Gurda a Cost-related analysis of implementing energy-efficient retrofit measures in the residential building sector of a middle-income country – a case study of Bosnia and Herzegovina. *Energy & Buildings*, 2022. Vol. 257. URL: https://tinyurl.com/mrd7dwwj

17. Benetto E., Mélanie K., Editors G. Designing Sustainable Technologies, Products and Policies. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/1007156.pdf

18. Assefa H., Ambler C. To demolish or not to demolish: life cycle consideration of building repurposing. *Sustainable cities and society*, 28 (2017), p. 146–153.

19. Sedlakova A., Vilchekova S., Burak D. DorudianiEnvironmental impacts assessment for conversion of an old mill building into a modern apartment building through reconstruction. Building and Environment, 2020. Vol. 72.
URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320300925
20. Dubois M., Karen Allaker K. Energy savings from housing: Ineffective renovation subsidies vs efficient demolition and reconstruction incentives. *Energy Policy*. Vol. 86. P. 697–704.
URL:
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421515300409
21. Baldwin A., Loveday D., Li B., Murray M., Yu W. A research agenda for the retrofitting of residential buildings in China – A case study. *Energy Policy*, 2018. Vol. 113. P. 41–51.
URL:
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517307310
22. Лісенко В. А, Суханов В. Г., Закорчемний Ю. О., Верьовкіна С. Є. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одесса: Изд-во «Optimum», 2015. – 254 с.
URL: http://surl.li/tzlut
23. Grabarczyk S. Fizyka budowli. – Warszawa, 2005. – 189 s.
24. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2009-09-267]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2006. 73 с.
25. Недошитко Л.М., Шилінська У. Дослідження способів використання аерогелю в сферах технологій. А*ктуальні задачі сучасних технологій:* матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів.. Тернопіль 24-25 листопада 2021 року.
URL:
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36403/2/MNPK_2021v1_Shylinska_U-Research_of_ways_of_using_23-24.pdf

26. Мазурак А. В., Мазурак О. Т., Калітовський В. М. Сучасні технологічні рішення при влаштуванні теплоізоляції фасадів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. С.75–81. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/61-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-61-1-10-20151029.pdf

27. Управління з питань містобудування та архітектури. Протокол засідання архітектурно-містобудівної ради від 17.05.2023 р.
URL: https://uma.od.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/protokol-%E2%84%962-zasidannya-arhitekturno-mistobudivnoyi-rady-vid-17.05.2023-roku.pdf

28. Балан Г.К, Яров. Геологія з основами геоморфології: методичні вказівки до проведення геологічної практики. Одеса, ОДЕКУ. 2014.37 с. URL: http://surl.li/fvotia

29. Глибина промерзання грунту в Україні. URL: https://www.burinnya-sverdlovyn.com.ua/hlybyna-promerzannia-hruntu/

30. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 42 с.
URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/12/DBN-V2110-2018.pdf

31. Види гранітних бордюрів
https://granit-plitka.com/ua/a220369-vidy-granitnyh-bordyurov.html

32. ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015. Настанова щодо влаштування суцільних захисних огороджень при зведенні каркасно-монолітних будівель. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. 12 с.
URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/2-9621-1111.pdf

33. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2016-07-08]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 55 с.
URL: https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2020/09/dstu-b-v_2_6-189-2013.pdf

34. ДСТУ Б В.2.7-7:2008. Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови. [Чинний від 2009-07-08]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2009. 55 с.
URL: https://dnaop.com/html/60150/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_%D0%92.2.7-7_2008
35. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2015. 29 с.
36. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu-n_b_a.2.2-13_2015.pdf
36. ДСТУ - Н Б В.1.1-27 :2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 119 с.
URL: http://surl.li/blznet
37. ДБН В.2.5 – 64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 134 с.
38. Добровольська О.Г. Інженерне обладнання будівель : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 193 с.
39. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: https://polyplastic.ua/files/DSTU/dbn_v.2.5_74_2013.pdf

Додаток А Труби системи водовідведення

Труба каналізаційна з розтрубом

позначення	d1, мм	L, мм	t, мм	s1	D, мм	Упак., шт
013010117	50	150	56	1,8	64	120
013010118	50	250	56	1,8	64	80
013010119	50	500	56	1,8	64	100
013010120	50	750	56	1,8	64	240*
013010121	50	1000	56	1,8	64	240*
013010122	50	1500	56	1,8	64	240*
013010123	50	2000	56	1,8	64	240*
013010124	50	3000	56	1,8	64	240*
013010125	110	150	76	2,7	128	50
013010126	110	250	76	2,7	128	35
013010127	110	500	76	2,7	128	20
013010128	110	750	76	2,7	128	60*
013010129	110	1000	76	2,7	128	60*
013010130	110	1500	76	2,7	128	60*
013010131	110	2000	76	2,7	128	60*
013010132	110	3000	76	2,7	128	60*



