

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії
(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧИЙ КОМПЛЕКС З
ГЕОТЕРМАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ
У ЛУЦЬКУ**

спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Будівництво та цивільна інженерія
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІ-41
ГУПІК Наталія Василівна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
СИНІЙ Сергій Васильович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.

к.т.н., професор
Гарант освітньої програми:
АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури будівництва та дизайну

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: «Будівництво та цивільна інженерія»

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О. УЖЕГОВА

« 31 » грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ГУПІК Наталія Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у Луцьку

керівник роботи: Синій Сергій Васильович, к.т.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2024 року №489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «1» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Ситуаційна схема, інженерно-геологічні умови території будівництва

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): в архітектурно-планувальному розділі: обґрунтувати рішення: благоустрою і озеленення, транспортно-пішохідних мереж, архітектурно-планувальні проєктованої будівлі, ТЕП; в розділі з влаштування геотермальних теплових насосів комплексу: обґрунтувати рішення: принцип роботи і технологія буріння геотермальних свердловин, обов'язка геотермальних зондів, плану ділянки з свердловинами для теплових насосів; в розділі з інженерних мереж комплексу: обґрунтувати їх рішення з проєктуванням для будівлі в програмному забезпеченні Уропог мереж водопостачання, опалення теплими підлогами, охолодження фанкойлами.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1 – об'єкт та предмет, мета та завдання дослідження; 2 – план благоустрою та озеленення території, відомість будівель та споруд, ТЕП по ГП; 3, 4 – рішення фасадів будівлі торгово-оздоровчого комплексу; 5 – план ділянки з геотермальними свердловинами; 6, 7 – плани систем водопостачання поверхів, експлікація приміщень будівлі торгово-оздоровчого комплексу; 8, 9 – плани систем опалення поверхів будівлі торгово-оздоровчого комплексу, експлікація приміщень будівлі торгово-оздоровчого комплексу; 10, 11 – плани систем охолодження поверхів будівлі торгово-оздоровчого комплексу; 12 - висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно -планувальний.	Мельник Ю. А., доцент		
2. Влаштування геотермальних теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.	Верешко О. В., доцент		
3. Інженерні мережі торгово-оздоровчого комплексу.	Синій С. В., доцент		
4. Охорона праці.	Сунак П. О., доцент		

7. Дата видачі завдання «31» грудня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір вихідних даних. Виконання архітектурно-планувального розділу.	05.05.2025	
2.	Виконання розділу з влаштування геотермальних теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.	10.05.2025	
3.	Виконання розділу з інженерних мереж торгово-оздоровчого комплексу та розділу з охорони праці.	20.05.2025	
4.	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату.	03.06.2025	
5.	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію.	03.06.2025	
6.	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії.	03.06.2025	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	24.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Гупік Н. В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (Синій С. В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

ГУППК Наталія Василівна. Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у Луцьку. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел.

У кваліфікаційній роботі бакалавра досліджено містобудівні характеристики території торгово-оздоровчого комплексу в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

Розроблено проектне рішення благоустрою, транспортно-пішохідних мереж та архітектурно-планувальних рішень. Наведено техніко-економічні показники проєкту.

Проаналізовано та обґрунтовано використання геотермальних теплових насосів. Наведено принцип роботи системи, технологію буріння свердловин і розташування теплових зондів.

Запроєктовано інженерні мережі торгово-оздоровчого комплексу. Проектні рішення систем водопостачання, опалення, охолодження виконано у програмному забезпеченні Uropor.

Ключові слова: торгово-оздоровчий комплекс, архітектурно-планувальні рішення, містобудівний аналіз, благоустрій та озеленення території, геотермальні теплові насоси, свердловини, інженерні мережі.

SUMMARY

HUPIK Nataliia Vasylivna. Shopping and recreation complex with geothermal heat pumps in Lutsk. – Manuscript.

Bachelor's thesis of OP "Construction and Civil Engineering" specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The Bachelor's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions and proposals, a list of sources used.

The Bachelor's qualification paper examines the urban planning characteristics of the site intended for a commercial and wellness complex located in the valley of the Sapalaivka River in Lutsk.

A comprehensive design proposal has been developed, including landscaping solutions, transport and pedestrian networks, as well as architectural and planning concepts. The project's technical and economic indicators are provided.

The use of geothermal heat pumps is analyzed and substantiated. The system's operating principle, borehole drilling technology, and the placement of geothermal probes are described.

The engineering networks have been designed, including the water supply system, heating network, and cooling system.

Key words: commercial and wellness complex, architectural and planning solutions, urban planning analysis, landscaping and greening, geothermal heat pumps, boreholes, engineering networks.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ	9
1.1. Характеристика розташування торгово-оздоровчого комплексу	9
1.2. Архітектурно-планувальні рішення будівлі.....	10
1.3. Благоустрій та озеленення території торгово-оздоровчого комплексу.....	16
1.4. Транспортно-пішохідні мережі торгово-оздоровчого комплексу	20
1.5. Техніко-економічні показники торгово-оздоровчого комплексу	21
РОЗДІЛ 2. ВЛАШТУВАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ	24
2.1. Принцип роботи геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу.....	24
2.2. Технологія буріння геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу.....	27
2.3. Обв'язка геотермальних зондів	29
2.4. Обґрунтування плану ділянки з свердловинами для теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.....	31
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ	35
3.1. Мережі водопостачання.....	35
3.2. Мережа опалення теплими підлогами	41
3.3. Мережа охолодження фанкойлами	48
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
4.1. Загальні вимоги охорони праці та безпеки в архітектурно- планувальних рішеннях.....	55
4.2. Охорона та безпека праці під час буріння та монтажу геотермальних свердловин, обв'язки теплових насосів і котельного обладнання.....	55
4.3. Охорона праці під час монтажу та експлуатації інженерних мереж	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

Актуальним в м. Луцьку Волинської області є забудова долини річки Сапалаївки з дотриманням вимог згідно аспектів, детально розглянутих нами у науковій статті [1].

У зв'язку з цим, для умов території за [2] прийнято розташування торгово-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у Луцьку, у даній роботі заплановано розширення досліджень з прийняттям проєктних рішень для реального об'єкту в долині річки Сапалаївки, спираючись на питання цієї теми, попередньо обґрунтовані нами у [1, 3, 4].

Враховано недоліки містобудівних рішень, які виправляються для реновації міських річок, згідно [5-8 та ін.].

Також враховано тенденції розвитку ІКТ для інженерних мереж та методик досліджень [3, 4, 9-26 та ін.].

Вивчено особливості ландшафту, річки Сапалаївки, інженерних мереж об'єктів Луцька [1, 3, 19, 27-36 та ін.].

Мета роботи.

– містобудівний аналіз для реального об'єкту в долині річки Сапалаївки у Луцьку, обґрунтування для торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park» проєктних рішень (об'ємно-планувальних та інженерних мереж, благоустрою і озеленення).

Завдання роботи:

1. Аналіз містобудівних характеристик території в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

2. Обґрунтування проєктних рішень благоустрою та озеленення для торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».

3. Обґрунтування об'ємно-планувальних рішень торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».

4. Обґрунтування рішень з влаштування геотермальних теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.

5. Обґрунтування рішень інженерних мереж проєктованого торгово-оздоровчого комплексу.

Об'єкт дослідження.

Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у забудові комплексу «City park» в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

Предмет дослідження.

– проєктні рішення торгово-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у забудові комплексу «City park» в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

Джерела інформаційної бази дослідження – наукові публікації, містобудівна документація, ДБН.

Методи дослідження – містобудівний аналіз території, аналіз систем інженерних мереж, проєктний аналіз у програмному забезпеченні Uronor [25].

Апробація результатів дослідження та публікації – 3 наукові публікації у співавторстві (1 фахова стаття та 2 тез за доповідями [1, 3, 4]), 2 презентації на кафедрі БЦІ ЛНТУ (на науковому студентському гуртку «Інженерні мережі у будівництві», круглому столі «Актуальні рішення інженерних мереж») у 2025 році.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ

1.1. Характеристика розташування торгово-оздоровчого комплексу

Торгово-оздоровчий комплекс знаходиться у середмісті, за адресою: проспект Волі, 49-а та є розширенням забудови комплексу будівель «City park» (рис. 1.1), що проаналізовано нами [1, 3], з врахуванням [2, 30-32, 37]. Наші відповідні проєктні роботи розпочаті у 2024 р.

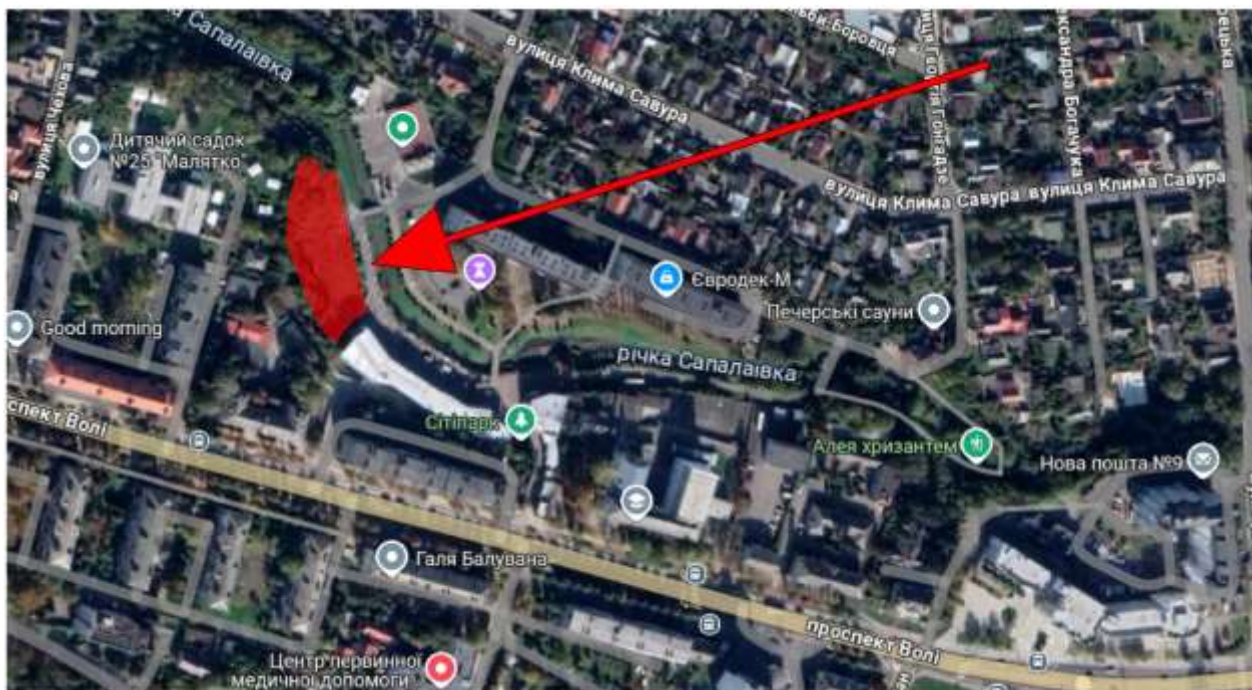


Рис. 1.1. Ситуаційна схема (червоним – земельна ділянка у «City park» торгово-оздоровчого комплексу) [37]

Розташування об'єкту дає можливість легкого доступу з усіма ключовими районами міста завдячуючи хорошій транспортній розв'язці.

На земельній ділянці у «City park» торгово-оздоровчого комплексу (рис. 1.1, аркуші 2, 5) наявні зупинки, доріжки для пішохідного і велосипедного руху, зручні під'їзди і парковки для автомобілів.

Поблизу цієї локації зосереджені важливі інфраструктурні об'єкти, кафе, парки, навчальні заклади і т.д. Це підвищує привабливість як серед жителів, так і серед туристів.

1.2. Архітектурно-планувальні рішення будівлі

1.2.1. Об'ємно-просторове рішення.

Проект «City park» – це сучасний багатофункціональний комплекс, що поєднує торгівлю, оздоровлення та громадський простір. Головна мета – створити комфортну зону як для покупок, так і для оздоровлення та відпочинку. Ключові принципи – відкритість, продумана навігація та велика кількість природного освітлення.

Чітко продумана архітектура будівлі торгово-оздоровчого комплексу з розділеними візуальними поверхами надає приміщенням об'ємності і особливості.

Ліфти та сходи згруповані біля входів для зручності відвідувачів, а також враховано потреби людей з обмеженими можливостями: пандуси, спеціальні ліфти та санвузли (аркуш 2).

Будівля має чотири функціональні рівні.

Перший, другий та третій поверхи призначені для офісних та комерційних, враховуючи оздоровчі, приміщень площею від 15 до 55 м². Гнучке планування і наявність міжкімнатних перегородок, які піддаються трансформації (при необхідності приміщення можуть об'єднуватись у більші зали), дозволяє створювати простори, які адаптуються до різних бізнес-потреб, від приватних офісів до великих оздоровчих зон, коворкінгів та роздрібних магазинів.

Оздоровча частина комплексу орієнтована на види терапії, що не потребують наявності душових приміщень, адже у будівлі вони не заплановані. Зокрема, йдеться про мануальні масажі, дихальні практики, фізіотерапевтичні

процедури, медитацію, заняття з лікувальної фізкультури, психологічне розвантаження та інші методики оздоровлення.

Оздоровчі приміщення умовно згруповані по поверхах (див. експлікації приміщень на аркушах 6-11) з урахуванням приватності, логістики і потоків відвідувачів.

На першому поверсі розміщено вхідну групу, зону очікування, технічні приміщення, гардероб і частину приміщень оздоровчого призначення. Серед них (див. експлікації приміщень на аркушах 6, 8, 10) є кабінет первинного огляду, масажні кімнати та фізіотерапевтичні кабінети. Рівень доступності цього поверху відповідає потребам маломобільних груп населення, забезпечуючи зручність, комфортне пересування та наявність окремих санвузлів [42].

Другий поверх призначений для розслаблення, релаксації та емоційно-терапевтичних практик.

Тут розташовано кімнати (див. експлікації приміщень на аркушах 7, 9, 11) для аромотерапії, галотерапії, зона психологічної підтримки і медитації.

Деяка частина приміщень об'єднана і сформована у затишну релакс-зону з інтер'єрними та звуковими рішеннями (див. експлікації приміщень на аркушах 7, 9, 11) включаючи м'які меблі та музичний супровід. Для зниження рівня шуму, такі приміщення розташовані подалі від сходів та тих зон торгово-оздоровчого комплексу, в яких висока прохідність.

Третій поверх займає рухова та реабілітаційна зона. Передбачені міні-зал лікувальної фізкультури, кабінети індивідуальних занять, пілатесу та стретчингу (див. експлікації приміщень на аркушах 7, 9, 11). Завдяки можливості об'єднання кількох приміщень, можна проводити не тільки персональні, а й групові заняття.

Окрім оздоровлення, у проектуванні комплексу важливу роль відіграє торгова складова (див. експлікації приміщень на аркушах 6-11). Основна її частина розміщена на першому поверсі, де передбачені магазин здорового харчування, фітоаптека і кав'ярня з корисними напоями. Окремі приміщення орієнтовані під торгівлю косметикою, спортивним інвентарем, аксесуарами для йоги, фітнесу, велосипедного спорту і інше.

На другому і третьому поверхах (див. експлікації приміщень на аркушах 7, 9, 11) передбачені додаткові торгові площі та можливість розміщення офісних кабінетів, консультаційних кімнат у сфері туризму і страхування.

Сучасні інженерні рішення обладнання, мереж для цих приміщень (див. аркуші 6-11) – це ефективна вентиляція (див. п. 3.3), комфортні ліфти (див. нижче), опалення теплими підлогами (див. п. 3.2), звукоізоляція, кондиціонування повітря (див. п. 3.3), що забезпечують комфортну атмосферу для роботи.

Кожен поверх має окремий вхід, що забезпечує зручний доступ. Такий розподіл допомагає уникнути перезавантаженості в години пік.

Вхідні зони виконані зі скла для візуального зв'язку з забудовою «City park», що сприяє залученню людей (аркуші 3, 4).

Підземний рівень спроектовано як приміщення для великого супермаркету, що ефективно використовує площу не втрачаючи корисної площі верхніх поверхів (див. аркуші 6, 8, 10).

Завдяки такому плануванню торговельна зона не заважає наземним офісам або оздоровчим, комерційним об'єктам, але залишається вдалою за рішенням для доступності відвідувачів.

Головні входи до супермаркету розташовані з боку головного фасаду торгово-оздоровчого комплексу, що забезпечує зручний доступ з боку забудови «City park» (див. аркуш 3).

Додатково передбачено сполучення з верхніми поверхами через ескалатори та ліфти, а на другому поверсі запроєктований перехід у існуючу будівлю комплексу будівель «City park» – це дозволяє відвідувачам швидко переміщатися між зонами (див. аркуш 3).

Для вантажопостачання обладнано окремий в'їзд із розвантажувальною платформою, що істотно спрощує логістику.

Висота стелі на підземному поверсі торгово-оздоровчого комплексу становить 3 м, що відповідає нормам для великих торгових просторів. Завдяки такому розподілу підземний рівень стає важливою частиною – він не лише

забезпечує прибутковість, але й підвищує загальну привабливість торгово-оздоровчого комплексу для відвідувачів «City park».

З підвального приміщення обов'язково запроєктований евакуаційний вихід, який має вигляд тунелю (див. аркуші 6, 8, 10).

Цей елемент виконує особливу функцію безпеки. Тунель торгово-оздоровчого комплексу слугує евакуаційним шляхом, який дозволяє уникнути скупчення людей у його зонах для офісних та комерційних, враховуючи оздоровчі, приміщень у випадку надзвичайних ситуацій і відповідає сучасним нормам.

Технічно тунель має оптимальну ширину для комфортного переміщення цією ділянкою торгово-оздоровчого комплексу та створений з вогнестійких матеріалів, оснащений системою аварійного освітлення. Таке будівельне рішення робить простір цієї ділянки торгово-оздоровчого комплексу значно безпечнішим, а також позитивно впливає на його зручність для відвідувачів «City park».

Загальна площа торгово-оздоровчого комплексу у забудові «City park» – 1396 м².

Завдяки продуманому плануванню та інноваційним рішенням, також і торгово-оздоровчого комплексу, «City park» має всі шанси стати новим центром тяжіння міста.

1.2.2. Конструктивні рішення.

Конструктивні рішення будівлі реалізовані з урахуванням надійності та довговічності.

У несучих елементах використано газобетонні блоки товщиною 300 мм. Цей вибір збалансовує міцність, ізоляційні властивості та легкість конструкції стін, що позитивно впливає на навантаження на фундамент.

Ізоляційним шаром стін слугують мінераловатні плити Izovat з густиною 80 кг/м³ і товщиною 150 мм [43]. Це забезпечує ефективну ізоляцію і додатково знижує рівень шуму. Зовнішній фасад (аркуші 3, 4) покритий композитним сайдингом, який поєднує у собі стійкість до зовнішніх умов та має естетичний

вигляд. Під декоративним шаром встановлено металевий каркас для створення необхідних вентиляваних просторів, які виводять надмірну вологу та запобігають утворенню конденсату.

У проєкті торгово-оздоровчого комплексу, прийняті різні конструкції підлоги, відповідно до сучасних вимог щодо функціонального використання простору, енергетичної ефективності, довговічності та комфорту. Детальніше можна розглянути на рис. 1.2 та рис. 3.4 розділу 3.

Дах будівлі є плоскою конструкцією з продуманими шарами гідро- і теплоізоляції. В його основі є армована бетонна плита завтовшки 200 мм. Поверх плити розташоване спеціалізоване покриття під назвою пароізоляція, яке запобігає проникненню вологи зсередини приміщення. Для стабілізації температури в будівлі протягом року, використано шар ізоляції з мінеральної вати завтовшки 200 мм [43]. Ця конфігурація ефективно утримує тепло взимку і запобігає перегріванню влітку. Зверху утеплення надійно захищає ПВХ мембрана завтовшки 1,5 мм [44]. Цей сучасний матеріал спеціально розроблений для плоских дахів, є водонепроникним, стійким до ультрафіолету і не втрачає своїх властивостей навіть за тривалих кліматичних умов.

Конструкція даху має легкий ухил, що дозволяє воді автоматично стікати без скупчення.

У будівлі встановлені віконні конструкції з двокамерними склопакетами. Завдячуючи коефіцієнту теплопередачі $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$ такі вікна дуже знижують тепловтрати.

Основна частина фасаду оброблена композитним сайдингом (аркуші 3, 4).

Композитний сайдинг обрано як матеріал, який добре тримає форму, витримує перепади температур, не втрачає кольору на сонці і не потребує складного догляду.

Композитні панелі мають приємну матову текстуру, що виглядає стримано, але дорого. Їхнє поєднання зі скляними поверхнями, яких у запроектованій будівлі торгово-оздоровчого комплексу з розділеними візуально поверхнями

досить багато, створює збалансований контраст: тепле й холодне, глухе й прозоре.

Колірна палітра фасаду торгово-оздоровчого комплексу витримана у нейтральних відтінках – сірий, графітовий, трохи металевого блиску.

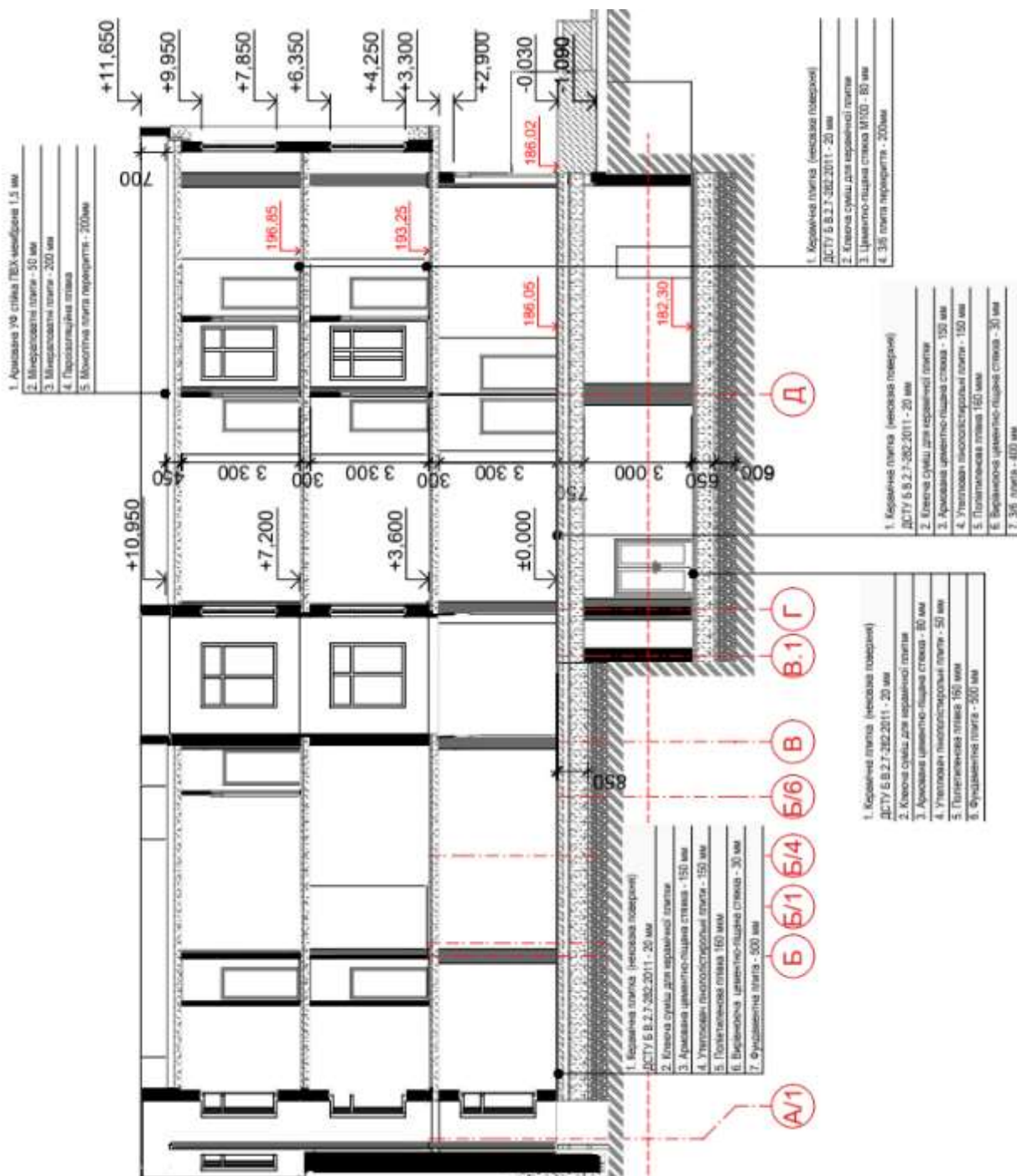


Рис. 1.2. Розріз з даними підлоги/даху

Це дозволяє будівлі не вибиватись із загального ландшафту «City park», виглядати впевнено і сучасно. В обробці використовувалися горизонтальні й вертикальні лінії, що робить загальну композицію фасаду торгово-оздоровчого комплексу з розділеними візуально поверхнями більш стрункою й упорядкованою.

Цей проєкт торгово-оздоровчого комплексу розроблений з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат. Надійні конструкції та енергозберігаючі технічні рішення, з увагою до ландшафту «City park», [1, 3, 20, 23, 30-32] знижують витрати на обслуговування. Загалом, ця будівля відповідає сучасним вимогам до комфорту, економії та екологічної безпеки.

1.3. Благоустрій та озеленення території торгово-оздоровчого комплексу

Особливість благоустрою території торгово-оздоровчого комплексу на пр-ті Волі, 49-а в м. Луцьку – у правильному та раціональному використанні території будівництва за [38-42 та ін.].

Враховуючи, що наша будівля об'ємом займає майже увесь простір ділянки частини «City park» (що наведено на аркуші 2), для забезпечення функціональності і комфорту пересування пішоходів, було вирішено використати для мощення вільних площадок бетонну плитку. Це надає доступу до будівлі впорядкованості, легкості і охайності.

Попри щільну забудову саме торгово-оздоровчого комплексу, невеликі ділянки газону тут усе ж існують. Вони у таких місцях, де транспорту не заважають і вписуються у благоустрій.

Також це перекривається доброю загальною картиною (рис. 1.1) вже існуючої поряд з торгово-оздоровчим комплексом зеленої зони ландшафту «City park» [1–3, 30–32, 37].

Головною перевагою об'єкту є розташування у особливому куточку міста – рекреаційній зоні «City park» в долині Сапалаївки, яка уже налічує на своїй

території спортивний майданчик, вуличний «скейт-парк», зони для гри в шахи, корт для настільного тенісу [1, 2, 30-32, 37, 45, 46].

Без уваги тут не залишилось і мистецтво. Окреме місце відведене для унікальної вуличної галереї, яка дає можливість містові спілкуватись з картинами просто неба (рис. 1.3). Рішення благоустрою торгово-оздоровчого комплексу враховує таке сусідство (аркуш 2).

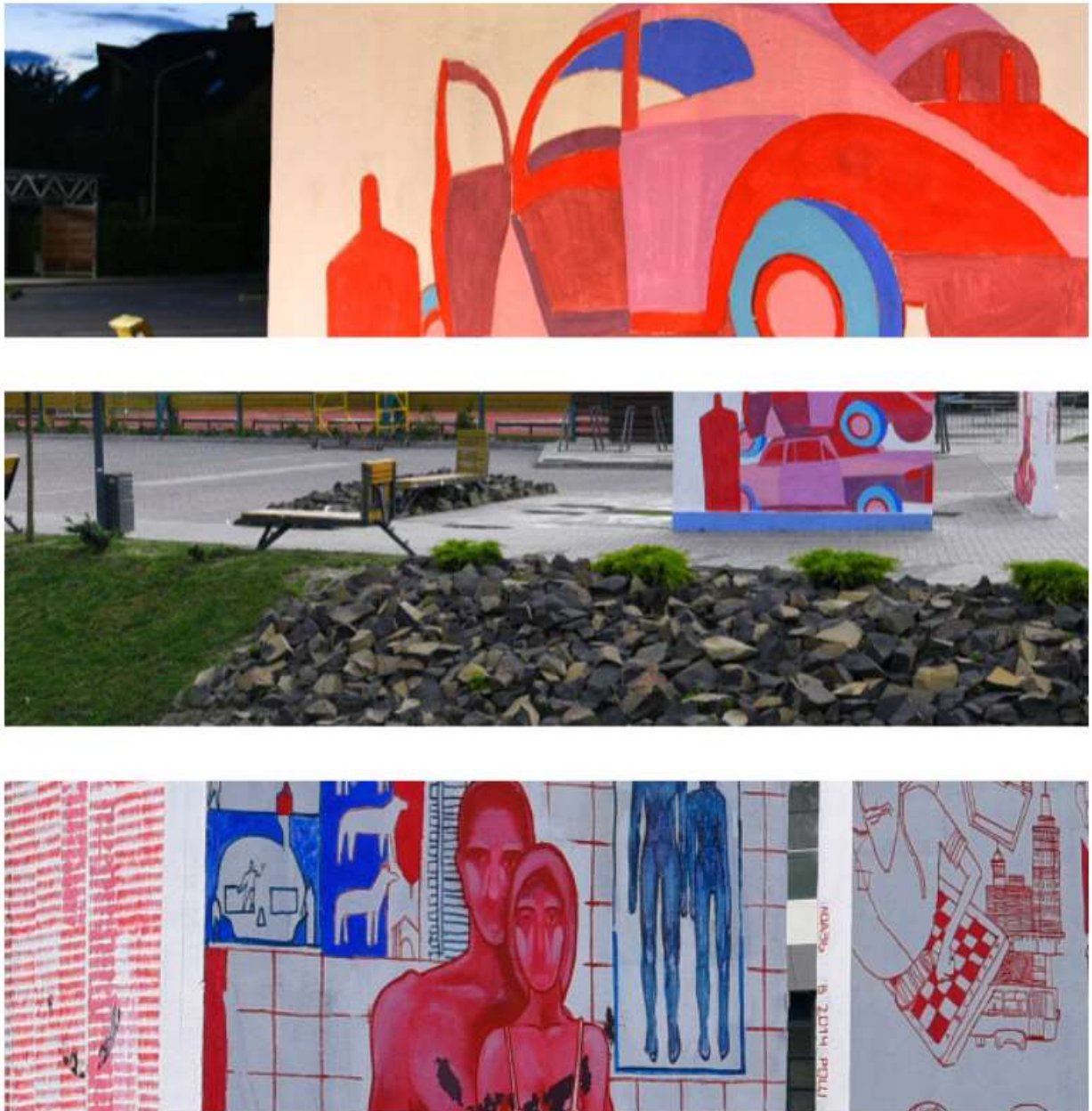


Рис. 1.3. Ілюстрація вуличної галереї «4/8 Gallery» [45 та ін.]

Аналогів такому проєкту галереї як поряд з торгово-оздоровчим комплексом поки немає. Передбачено, що рисунки з часом змінюються, та наносять новим шаром поверх попередніх, що надає більшої унікальності їм [45] та впливає на сприйняття торгово-оздоровчого комплексу.

У жовтні 2015-го року, на території «City park» відкрили перший пам'ятник Андрію Кузьменку, що був оновлений реконструкцією у серпні 2016-го року (рис. 1.4) [46 та ін.]. Неподалік збудований дитячий майданчик, наявна альтанка для відпочинку.

Вздовж пішохідних та велодоріжок і біля кожної з зон запроєктовано лавочки, що говорить про чітке урахування комфорту користувачів.



Рис. 1.4. Фото пам'ятника Андрію Кузьменку, солісту гурту «Скрябін», з пішохідною зоною та дитячим майданчиком біля нього [46 та ін.]

Також важливу роль відіграє річка Сапалаївка (рис. 1.5), яка має свій початок з маленького струмка поблизу села Гаразджа Луцького району [30-32, 46 та ін.].

Вона значно компенсує надлишок озеленення саме на території ділянки запроєктованого торгово-оздоровчого комплексу (рис. 1.1), за рахунок прилеглої зони благоустрою і озеленення – рекреації «City park» [37, 46 та ін.].



Рис. 1.5. Фото річки Сапалаївка на території торгово-розважального центру «City park» (зліва – проєктна ділянка) [46 та ін.]

Для забезпечення чистоти та порядку торгово-оздоровчого комплексу рекреації «City park» окремо відведено майданчик для сміттєвих контейнерів (рис. 1.6).

Розташований він на ділянці запроєктованого торгово-оздоровчого комплексу рекреації «City park» у зручному місці для під'їзду та розвороту спеціальної техніки (аркуші 2, 5).

Майданчик включає два сміттєвих контейнери і один контейнер для ПЕТ-пляшок, він огорожений.



Рис. 1.6. Розроблений майданчик для смітєвих контейнерів

1.4. Транспортно-пішохідні мережі торгово-оздоровчого комплексу

Розташування торгово-оздоровчого комплексу у складі комплексу «City park» (рис. 1.1, аркуш 2) обрано з урахуванням потреб відвідувачів, які користуються різними видами транспорту.

Основний під'їзд до території здійснюється з проспекту Волі, що поєднує центр міста з усіма важливими частинами Луцька (аркуш 5).

Високий пішохідний трафік забезпечує доступ до торгово-оздоровчого комплексу з різних напрямків.

Для автомобільного транспорту передбачено кілька в'їздів (аркуш 2):

- існуючий з вулиці Кліма Савури;
- запроєктований з проспекту Волі.

Паркувальні зони розміщені близько до входів у будівлю, що є показником комфорту.

Територія навколо комплексу обладнана широкими тротуарами та спеціальною плиткою з рельєфним покриттям (рис. 1.1, 1.5, аркуш 2), що дозволяє людям з обмеженими можливостями вільно пересуватись за [42].

Поруч, з проспекту Волі, розміщені зупинки для автобусів та маршрутних таксі [2, 37].

Розвинена транспортна мережа навколо торгово-оздоровчого комплексу дає можливість людям з легкістю дістатись у будь-який куточок міста за досить невеликий проміжок часу.

Поруч з територією, з урахування зручності, безпеки та доступності запроектовано місця для паркування транспорту (поз. 3-5 – аркуш 2).

Загалом є 30 паркомісць для автомобілів (поз. 3-5 – аркуш 2), що забезпечують комфортні умови як для працівників, так і для відвідувачів.

План мережі реалізується з урахуванням сучасних стандартів, забезпечуючи зручні пішохідні доріжки, достатній простір між автомобілями та безпечні умови руху [38-41].

Крім того, є спеціально відведені місця паркування для людей з інвалідністю [42]. Біля входу є три таких місця шириною понад 3,6 метра, обладнаних відповідною розміткою та доступними шляхами (аркуш 2). Такі заходи відповідають вимогам [39, 42], забезпечуючи доступність для людей, які користуються кріслами колісними.

1.5. Техніко-економічні показники торгово-оздоровчого комплексу

1.5.1. Показники території.

Будівництво триповерхового торгово-оздоровчого комплексу з підвальним приміщенням у складі комплексу, що має назву «City park» здійснюється на ділянці площею 0,4101 гектара (аркуш 2).

Загальна площа самої ж забудови становить 1396,00 м², а висота сягає 10,950 м, що відповідає допустимим параметрам для цієї зони в долині річки Сапалаївки (аркуші 1, 5).

Таблиця 1.1. – Техніко-економічні показники торгово-оздоровчого комплексу на проспекті Волі, 49-а в м. Луцьку

Показник	Значення	Примітки
1. Площа ділянки	0,4101 га	
2. Площа межі робіт	26964,50 м ²	
3. Площа забудови	1396,00 м ²	
4. Відсоток забудови ділянки (загальної)	34 %	
5. Відсоток забудови ділянки (межі робіт)	52 %	
6. Площа покриття	1281,00 м ²	
7. Площа озеленення	17,5 м ²	

Площа ділянки і забудов, межі робіт, відсоток забудови ділянки, площа покриття і озеленення зазначені у табл. 1.1, відповідають містобудівній документації [2].

1.5.2. Показники будівлі.

Проектна концепція торгово-оздоровчого комплексу у складі комплексу, що має назву «City park», передбачає поєднання торгових, оздоровчих та адміністративних функцій (п. 1.2).

Більшість приміщень торгово-оздоровчого комплексу легко трансформуються, що дозволяє адаптувати простір до змін попиту.

Загальна структура комплексу збалансована (табл. 1.2):

– близько половини площі (не враховуючи підвал) відведено під оздоровчі приміщення:

– решта площі – під торгові та офісні функції.

Для аналізу та змін балансу площ приміщень торгово-оздоровчого комплексу за табл. 1.2 розроблено таблицю та діаграму в Microsoft Excel (рис. 1.7).

Таблиця 1.2. – Функціональний розподіл приміщень будівлі за поверхами

Поверх	Функціональна зона	Площа, м ²	Частка від поверху, %	Частка від усієї будівлі, %
0 підвал	0.1. Торгова (укриття/супермаркет)	516,26	61,86	11,11
	0.2. Службова	318,84	38,14	6,86
1 поверх	1.1. Торгова	500	41,01	10,76
	1.2. Оздоровча	444,44	36,47	9,57
	1.3. Службова	274,66	22,53	5,92
2 поверх	2.1. Оздоровча	450	34,48	9,69
	2.2. Торгова/офісна	356,87	27,33	7,68
	2.3. Службова	498,34	38,17	10,72
3 поверх	3.1 Оздоровча	600	46,68	12,92
	3.2 Торгова/офісна	293	22,79	6,31
	3.3 Службова	392,61	30,54	8,46
Разом:		4645,02		100

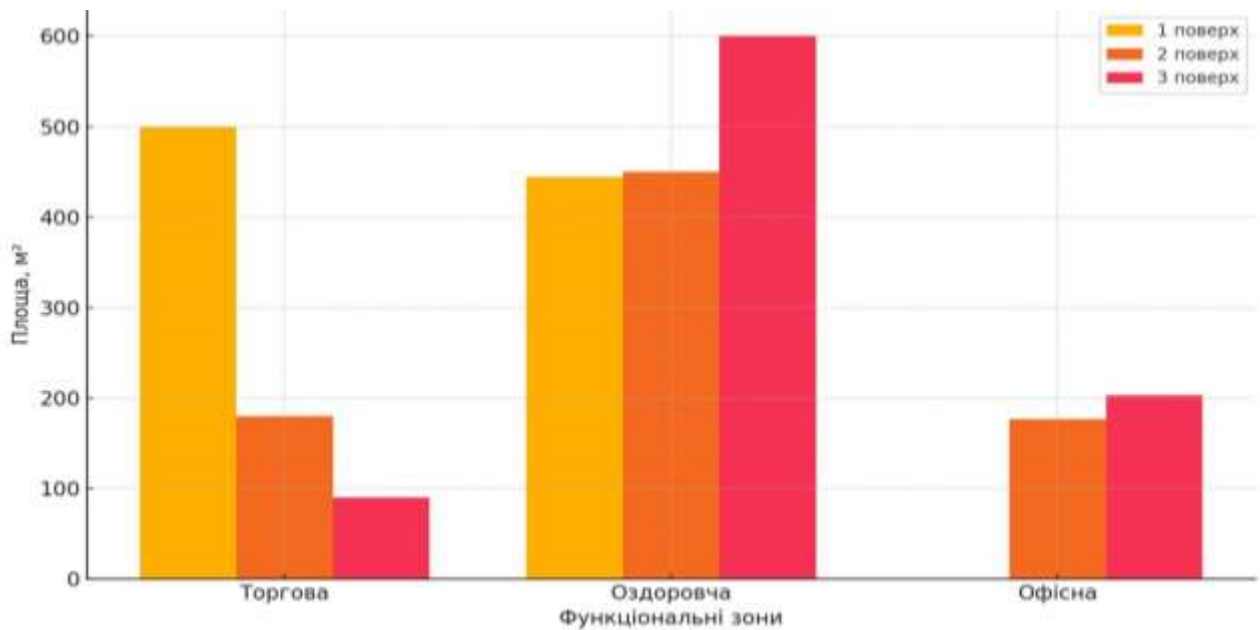


Рис. 1.7. Порівняльна діаграма площ функціональних зон торгово-оздоровчого комплексу за поверхами

РОЗДІЛ 2. ВЛАШТУВАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ

У проєкті торгово-оздоровчого комплексу у місті Луцьк питання кліматичного комфорту вирішено за допомогою сучасної технології – система опалення, водопостачання та охолодження на основі теплових насосів типу «вода-земля» [20, 21 та ін.].

Вибір теплового насосу як альтернативного джерела енергії проведено нами у [3].

Система працює цілий рік, незалежно від погоди. Таке рішення дозволяє значно знизити енергоспоживання та підвищити екологічність об'єкта [1, 3, 19-21].

2.1. Принцип роботи геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу

Принцип роботи такої системи доволі простий, але ефективний. Він полягає у використанні стабільної температури ґрунту на глибині до 50 м. У зимовий період тепла енергія Землі використовується для обігріву, а влітку це працює навпаки, тобто лишнє тепло виходить назад у ґрунт і охолоджує приміщення.

Працює це все завдяки замкнутому контуру, який проходить через свердловини, що буряться у землю з однієї точки під кутами 35°, 45°, 55° і 65° (аркуш 5). Азимут буріння свердловин від 0° до 340°, а крок 20 градусів. Для цього в точці встановлюється зігнутий гофрований поліпропіленовий колодязь діаметром 1,0 м, висота – 2,0 м, що можна побачити на рис. 2.1.

Колодязь облаштовується захисною кришкою діаметром 700 мм із телескопічною вставкою або іншим типом конструкції, що забезпечує необхідну

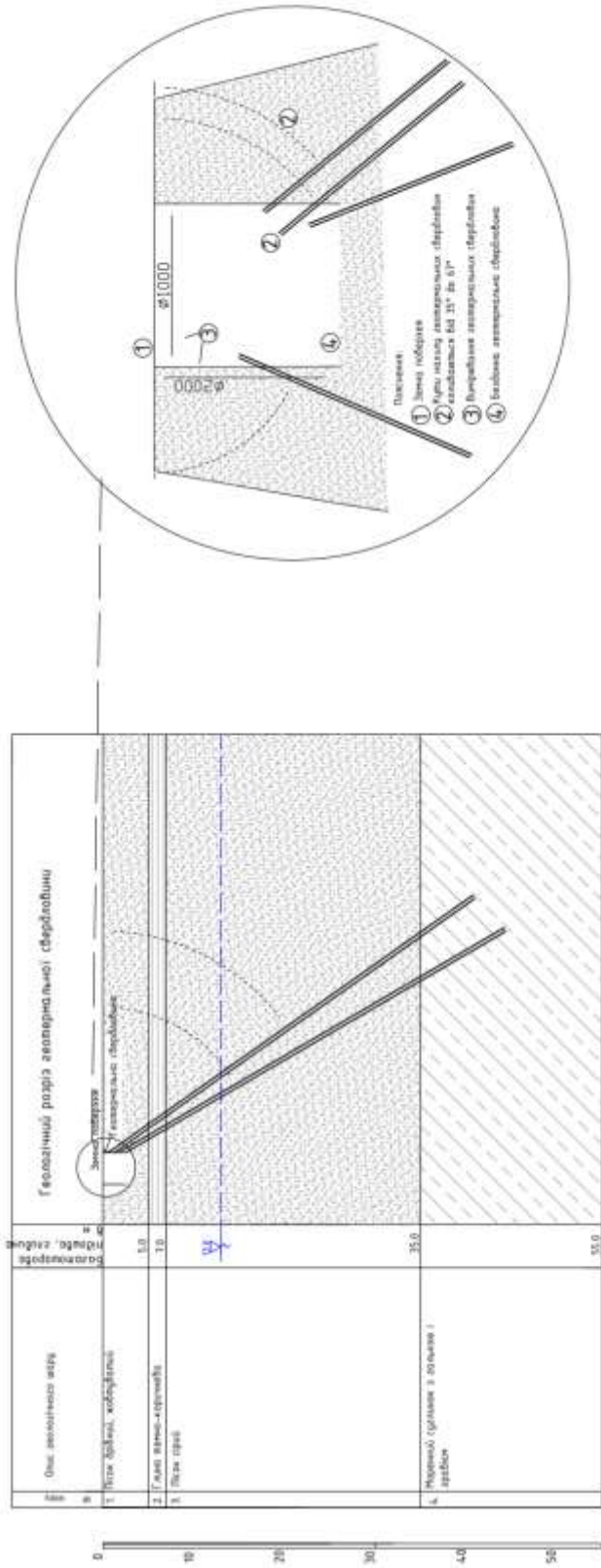


Рис. 2.1. Геологічний розріз свердловини торгово-оздоровчого комплексу

міцність відповідно до передбачуваного навантаження.

Навколо колодзя формується охоронна зона з радіусом 1,0 м, яка запобігає можливим механічним пошкодженням свердловини.

У випадку геотермальної свердловини теплообмін здійснюється через гнучку трубу діаметром 40 мм, яка використовується для прямого потоку і через зворотню трубу діаметром 63 мм, яка забезпечує стабільний гідравлічний режим системи. Вони під'єднуються до колекторної системи для передачі теплової енергії в будівлю (рис. 2.2).

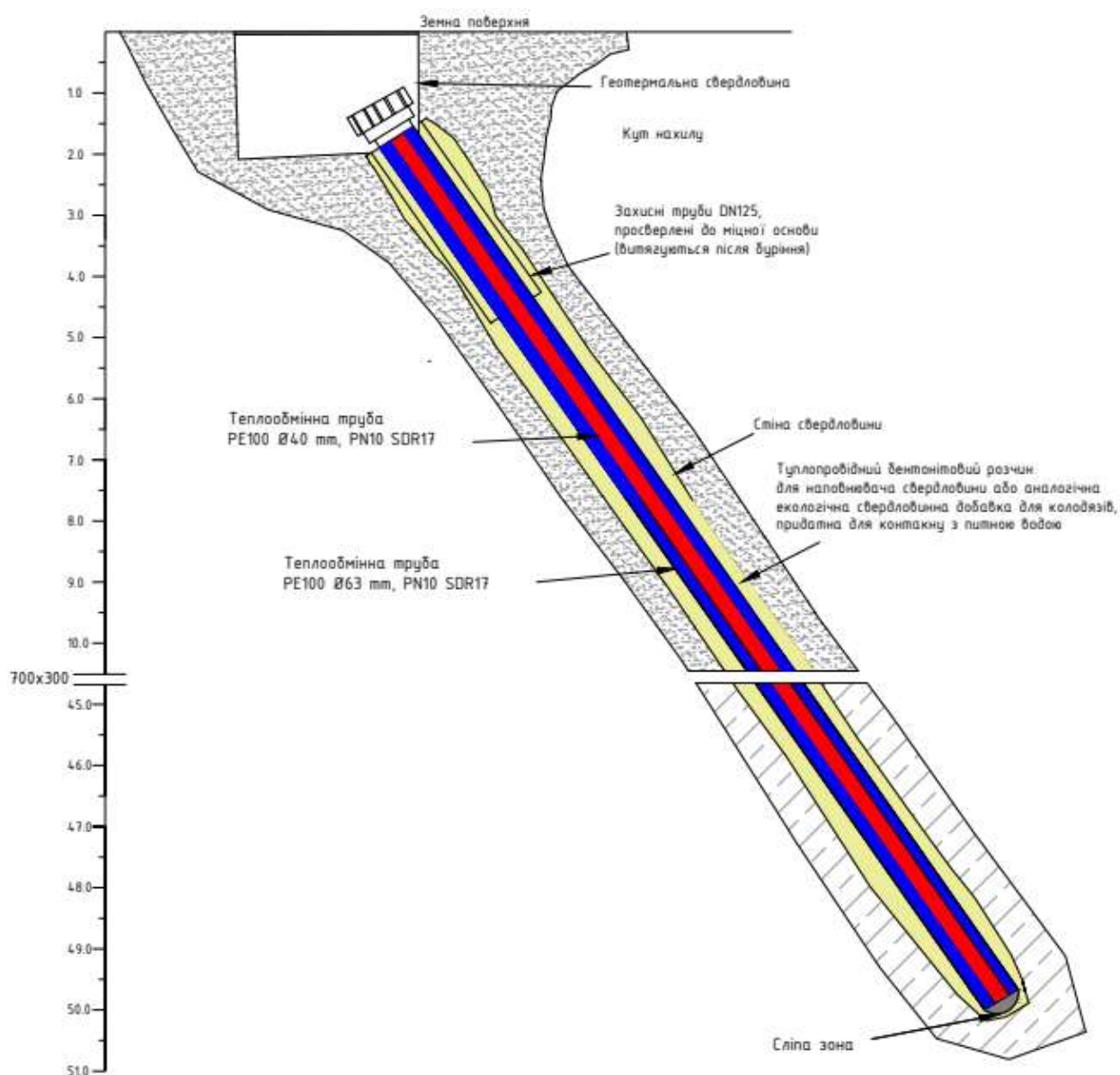


Рис. 2.2. Технічний розріз свердловини торгово-оздоровчого комплексу

Простір між стінками свердловини та захисною трубою заповнений спеціальним теплоізоляційним матеріалом. Він мінімізує тепловтрати та фіксує конструкцію у ґрунті. Розчин для наповнювача свердловин повинен обов'язково включати лише ті компоненти, які безпечні для ґрунтових вод, враховуючи розташування свердловин поряд з Сапалаївкою. Заповнювач свердловин – бентонітовий розчин.

Трубопровід має бути стійким до корозії та витримувати тиск не менше 10 бар.

Геотермальні теплообмінники розміщуються на глибині приблизно 1,5 м (наповнювач – етанол з $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$, гелева вода), що запобігає за [48] їхньому промерзанню в зимовий період.

2.2. Технологія буріння геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу

Свердловини робляться буровими машинами типу «Geodril» (рис. 2.3), на вже виконаних бетонних колодязях.

Поворотний кільцевий з'єднувач забезпечує з'єднання між обладнанням геотермальної свердловини та колодязем, дозволяючи здійснювати обертання обладнання на 360 градусів.

Geodril працює за принципом обертального буріння: бур обертається й заглиблюється в землю, а порода, яка витягується, виводиться назовні.

У міру заглиблення додаються нові секції бурильних штанг, щоб дістатися до потрібної глибини. Весь час треба слідкувати, щоб свердловина не відхилялась від своєї осі – навіть невелике відхилення може потім створити проблеми в роботі всієї системи. Буває, що бур потрапляє на твердий шар або сипкий ґрунт. У таких випадках змінюється швидкість буріння, іноді ставиться інший бур, або додається спеціальна рідина, яка не дає обсіпатись стінкам.

Коли досягнута проєктна глибина, свердловину очищають від залишків породи. Потім всередину опускається геотермальна петля – це труба, по якій згодом циркулюватиме теплоносія. Щоб вона щільно сиділа й не рухалась, свердловину



Рис. 2.3. Ілюстрація бурової машини типу «Geodrill» [48]

засипають спеціальним матеріалом, який добре притискає трубу до стінок і покращує теплопередачу.

У результаті для торгово-оздоровчого комплексу отримується акуратна, рівна свердловина (рис. 2.2).

Така свердловина готова до робіт з підключення.

Якщо щось зробити не так, це потім відіб'ється на всій системі теплопостачання торгово-оздоровчого комплексу. Тому якість буріння –

передумова нормальної роботи всього теплопостачання торгово-оздоровчого комплексу.

2.3. Обв'язка геотермальних зондів

Після того як геотермальні зонди вже змонтовані у свердловини, наступним кроком є їх обв'язка (рис. 2.4, 2.5).

Обв'язка геотермальних зондів у колодязі – це процес з'єднання трубопроводів, які йдуть від свердловин, з колекторною системою. Це не просто правильне стикування труб – від цього етапу залежить, як стабільно й ефективно

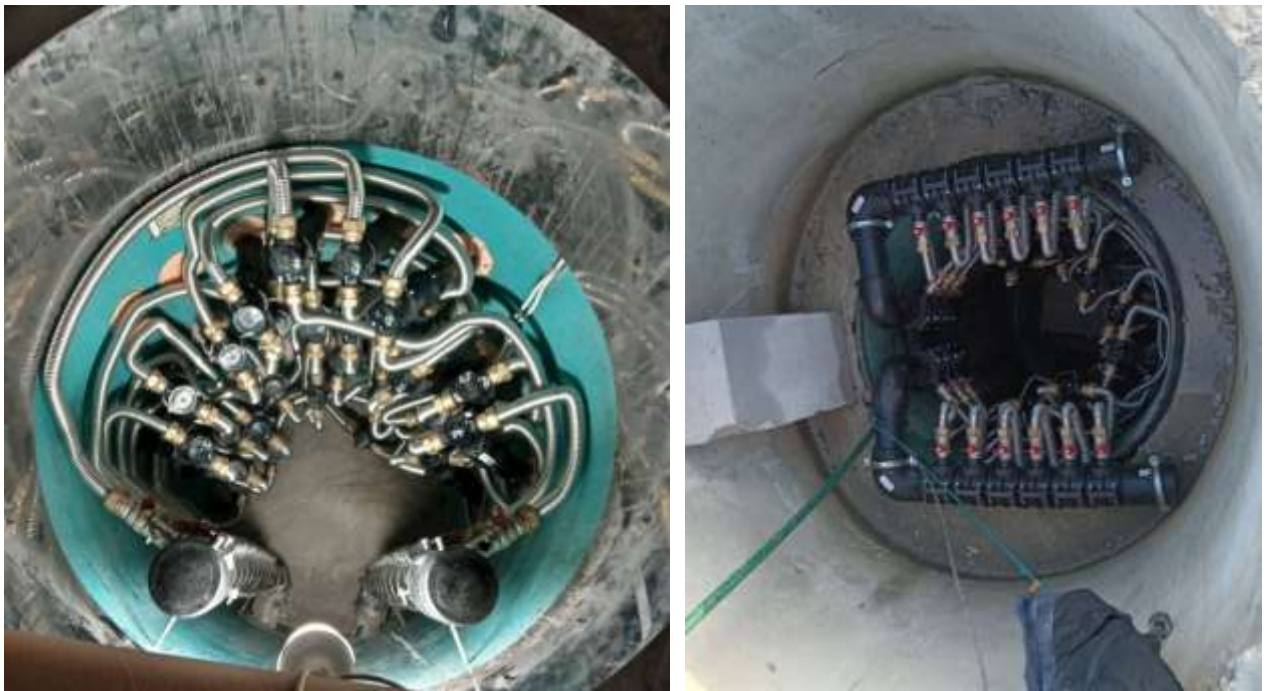


Рис. 2.4. Ілюстрація обв'язки зондів [48]

працюватиме вся система.

Завдання – правильно поєднати всі петлі між собою й підвести їх до котельні, або у даному проєкті торгово-оздоровчого комплексу – до теплового насоса.

У колодязі зібрані всі труби, що виходять із зондів, і підключені до колектора, який забезпечує рух теплоносія замкненим контуром.

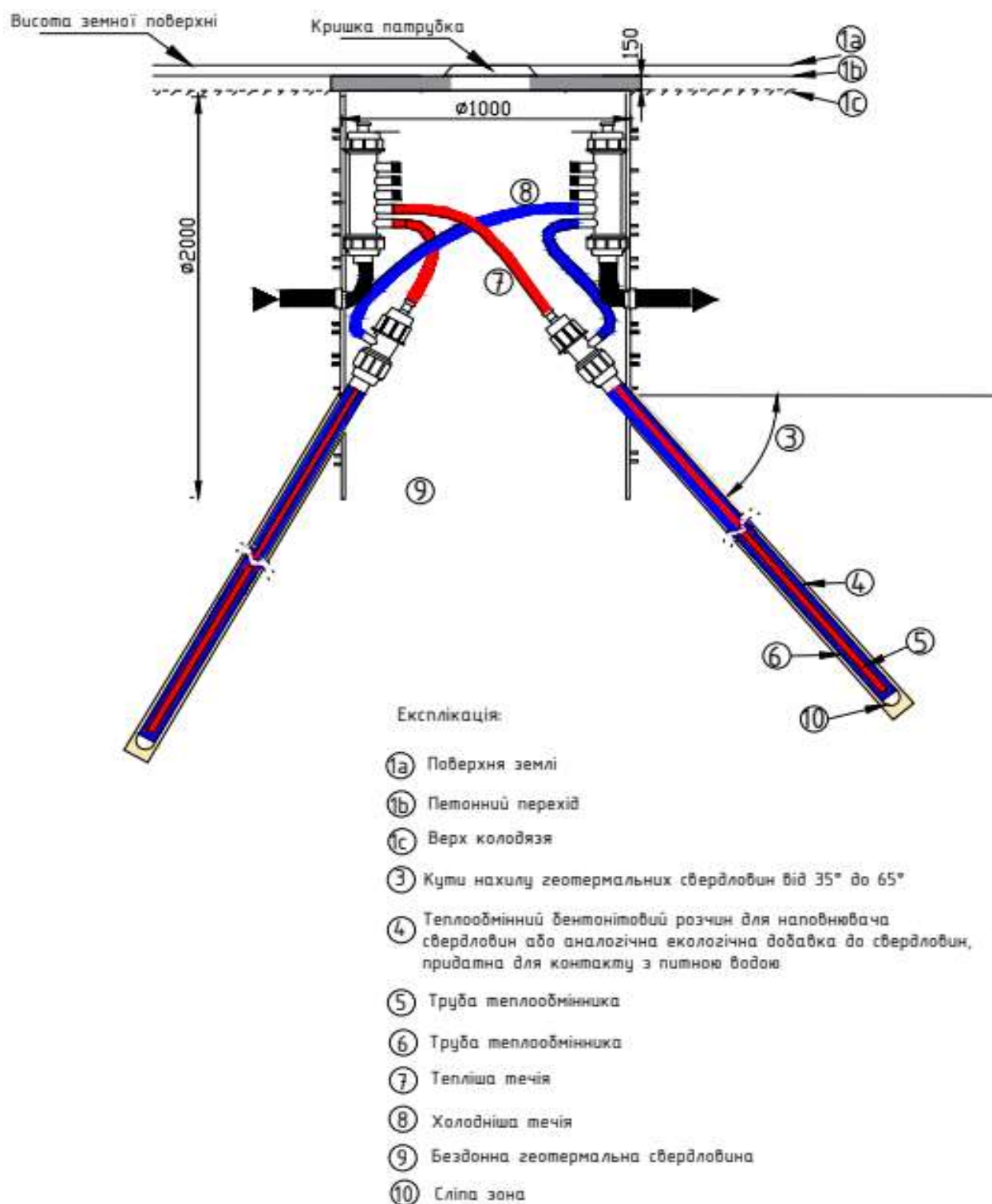


Рис. 2.5. Принципова схема підключення свердловини

Під час монтажу у колодязі встановлюють запірну арматуру – крани, які дають змогу відключати окремі зони без зупинки всієї системи.

Також у колодязі монтують компенсатори і фільтри для захисту обладнання від гідроударів та забруднень.

Всі з'єднання у колодязі виконані герметично, щоб уникнути протікань. Труби укладають так, щоб вони не перегиналися і мали запас на розширення при зміні температури.

Колодязь має кришку із захисною конструкцією, що перешкоджає потраплянню пилу, води і механічних пошкоджень.

Обв'язка у колодязі забезпечує надійне і зручне підключення зондів до основної системи теплопостачання будівлі торгово-оздоровчого комплексу.

В результаті виконання такої обв'язки, як приклад на рис. 2.4, теплоносій циркулює безперебійно і ефективно, підтримуючи необхідний рівень тепла в будинку.

2.4. Обґрунтування плану ділянки з свердловинами для теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу

У проєкті торгово-оздоровчого комплексу, відносно виконаних теплотехнічних розрахунків для того, щоб повністю покрити всі потреби будівлі в опаленні та охолодженні, а також гарячому водопостачанні (розрахунки тепловтрат проведено в програмі Uropog [4, 25]), передбачено три свердловинні колодязі по 27 зондів (аркуш 5, таблиці 2.1 – 2.3).

Довжина зондування складає 1350 м на кожен колодязь, тобто сумарно 4050 м. Ґрунт не охолоджується надто швидко, тому система має працювати досить ефективно.

Усі колодязі між собою з'єднані колекторною трасою, а саме поліетиленовою трубою діаметром 110 мм. Через цю магістраль циркулює вода з незамерзаючою речовиною. Далі ця система заводиться до технологічного

приміщення торгово-оздоровчого комплексу – котельні (див. експлікації приміщень на аркушах 6, 8, 10), а уже у середині торгово-оздоровчого комплексу

Таблиця 2.1. – Технічні характеристики геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу у місті Луцьк (колодязь №1)

Номер свердловини	Азимут	Довжина	Кут	Глибина	Відстань на площині
1	200	50	65	45,31538935	21,13091309
2	220	50	55	40,95760221	28,67882182
3	240	50	65	45,31538935	21,13091309
4	240	50	55	40,95760221	28,67882182
5	260	50	55	40,95760221	28,67882182
6	260	50	45	35,35533906	35,35533906
7	260	50	35	28,67882182	40,95760221
8	280	50	65	45,31538935	21,13091309
9	280	50	55	40,95760221	28,67882182
10	280	50	45	35,35533906	35,35533906
11	280	50	35	28,67882182	40,95760221
12	300	50	55	40,95760221	28,67882182
13	300	50	45	35,35533906	35,35533906
14	300	50	65	28,67882182	40,95760221
15	320	50	55	45,31538935	21,13091309
16	320	50	45	40,95760221	28,67882182
17	320	50	35	35,35533906	35,35533906
18	320	50	55	28,67882182	40,95760221
19	340	50	45	40,95760221	28,67882182
20	340	50	35	35,35533906	35,35533906
21	340	50	65	28,67882182	40,95760221
22	0	50	55	45,31538935	21,13091309
23	0	50	45	40,95760221	28,67882182
24	0	50	45	35,35533906	35,35533906
25	20	50	55	40,95760221	28,67882182
26	20	50	45	35,35533906	35,35533906
27	40	50	65	45,31538935	21,13091309

передається до внутрішніх контурів (аркуші 5-9) – систем фанкойлів, теплих підлог, або інших.

Таблиця 2.2. – Технічні характеристики геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу у місті Луцьк (колодязь №2)

Номер свердловини	Азимут	Довжина	Кут	Глибина	Відстань на площині
28	170	50	65	45,31538935	21,13091309
32	170	50	55	40,95760221	28,67882182
39	170	50	45	35,35533906	35,35533906
47	170	50	35	28,67882182	40,95760221
33	190	50	55	40,95760221	28,67882182
40	190	50	45	35,35533906	35,35533906
48	190	50	35	28,67882182	40,95760221
29	210	50	65	45,31538935	21,13091309
34	210	50	55	40,95760221	28,67882182
41	210	50	45	35,35533906	35,35533906
49	210	50	35	28,67882182	40,95760221
35	230	50	55	40,95760221	28,67882182
42	230	50	45	35,35533906	35,35533906
50	230	50	35	28,67882182	40,95760221
30	250	50	65	45,31538935	21,13091309
36	250	50	55	40,95760221	28,67882182
43	250	50	45	35,35533906	35,35533906
51	250	50	35	28,67882182	40,95760221
37	270	50	55	40,95760221	28,67882182
44	270	50	45	35,35533906	35,35533906
52	270	50	35	28,67882182	40,95760221
31	290	50	65	45,31538935	21,13091309
38	290	50	55	40,95760221	28,67882182
45	290	50	45	35,35533906	35,35533906
53	290	50	35	28,67882182	40,95760221
46	310	50	45	35,35533906	35,35533906
54	310	50	35	28,67882182	40,95760221

Надійність та довговічність вважається найбільшою перевагою таких систем [21 та ін.]. Окрім того, вони тихі, екологічні та економічні [21 та ін.].

Таблиця 2.3. – Технічні характеристики геотермальних свердловин торгово-оздоровчого комплексу у місті Луцьк (колодязь №3)

Номер свердловини	Азимут	Довжина	Кут	Глибина	Відстань на площині
60	45	50	55	40,95760221	28,67882182
70	45	50	45	35,35533906	35,35533906
55	65	50	65	45,31538935	21,13091309
61	65	50	55	40,95760221	28,67882182
71	65	50	45	35,35533906	35,35533906
62	125	50	55	40,95760221	28,67882182
56	145	50	65	45,31538935	21,13091309
63	145	50	55	40,95760221	28,67882182
64	165	50	55	40,95760221	28,67882182
57	185	50	65	45,31538935	21,13091309
65	185	50	55	40,95760221	28,67882182
72	185	50	45	35,35533906	35,35533906
77	185	50	35	28,67882182	40,95760221
66	205	50	55	40,95760221	28,67882182
73	205	50	45	35,35533906	35,35533906
78	205	50	35	28,67882182	40,95760221
58	225	50	65	45,31538935	21,13091309
67	225	50	55	40,95760221	28,67882182
74	225	50	45	35,35533906	35,35533906
79	225	50	35	28,67882182	40,95760221
68	245	50	55	40,95760221	28,67882182
75	245	50	45	35,35533906	35,35533906
80	245	50	35	28,67882182	40,95760221
59	265	50	65	45,31538935	21,13091309
69	265	50	55	40,95760221	28,67882182
76	265	50	45	35,35533906	35,35533906
81	265	50	35	28,67882182	40,95760221

РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ

У процесі будівництва таких об'єктів як торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у Луцьку важливе місце займає влаштування інженерних систем, які забезпечують життєдіяльність об'єкта після введення в експлуатацію.

До таких систем торгово-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у Луцьку належать: опалення, охолодження (кондиціонування), водопостачання, каналізація (водовідведення), вентиляція (детально тут розглядаються), а також енергопостачання.

Їх монтаж потребує чіткої координації на усіх етапах будівельних робіт торгово-оздоровчого комплексу, рішень з проєктування за [49-52, 54 та ін.], підготовки матеріально-технічної бази та професійного підходу до виконання робіт.

3.1. Мережі водопостачання

3.1.1. Загальні дані для водопостачання.

Мережа водопостачання являє собою систему труб, завдяки якій у певні точки торгово-оздоровчого комплексу надходить необхідна кількість води із забезпеченим комфорту та якості.

Щоб усе працювало без збоїв у обов'язковому порядку, потрібне належне обслуговування: вчасна перевірка обладнання, профілактика забруднень, ремонти.

Існує велика кількість варіантів побудови цих мереж, одними з найпоширеніших є:

- тупикові;

- кільцеві;
- радіальні;
- сітчасті.

Основною задачею таких систем є подача води з стабільним тиском для нормального споживання людьми, адже вода потрібна скрізь і це одна з базових речей, які повинні бути у кожній сучасній будівлі і у торгово-оздоровчому комплексі.

Розрахунок внутрішньої системи водопостачання здійснено із застосуванням програми Uropog HSE 5 UA [4, 25, 49-51, 54].

Після створення схеми будівлі за допомогою планів поверхів (аркуші 6, 7), на ці креслення вносяться усі необхідні сантехнічні прилади, у нашому випадку це умивальники та унітази.

Наступним кроком є обґрунтоване прокладання трубопроводів. Для оптимізації рівномірності подачі води, у проєкті було використано кільцеву схему прокладання водопроводу з розгалуженням віток для ближніх точок водозбору.

Програма [25] розраховує максимальні сумарні витрати з урахуванням коефіцієнтів одночасності і навантаження.

Також на кожну окрему ділянку трубопроводу торгово-оздоровчого комплексу можна отримати звіт з такими даними [25]:

- втрати тиску на фітингах (бар);
- загальні втрати тиску на ділянці (бар);
- діаметр труби, що покриває допустиму швидкість потоку (м/с);
- витрати води (л/с);
- коефіцієнт шорсткості (Па/м);
- вхідна температура (°C);
- падіння температури на ділянці (K).

Увімкнувши необхідні налаштування можна обрахувати час подачі води для точок торгово-оздоровчого комплексу – як холодної, так і гарячої для вибраного приладу ділянки трубопроводу водопостачання приміщень (рис. 3.1).

При цьому вказується тип труб (Uponor Aqua Pipe труба водопостачання PN6 в бухтах), загальна довжина ділянки (у даному випадку 9,62 м), тип ізоляції (спінений поліетилен (PE), $\lambda(20^{\circ}\text{C}) = 0,038\text{W/mK}$) і її діаметр.

Ділянка: 221 A		
Технічний опис:		
Тип труби		Uponor Aqua Pipe Труба водопостачання PN6 в бухтах 40 x 3,7 (UPONOR EEI PE-Xa)
Довжина	L	9,62 [м]
Тип ізоляції		Спінений PE, $\lambda(20^{\circ}\text{C}) = 0,038\text{W/mK}$
Діам. ізоляції		Внутрішній діаметр = 42 мм. товщина = 20 мм
Тип ділянки		Холодна вода
Розміщення		від джерела
Водопостачання:		
Об'ємна витрата	V_5	1,021 [л/с]
Сумарна норм. витрата	ΣV_R	4,400 [л/с]
Втрати тиску на фітингах	Z	0,01048 [бар]
Швидкість потоку	v	1,22 [м/с]
Коефіцієнт шорсткості	i	552,83 [Па/м]
Загальні втрати тиску через шорсткість	$i \cdot L + Z$	0,0637 [бар]
Заг. втрати тиску на ділянці	Заг. втрати тиску	0,06366 [бар]
Вхідна тем-ра	$T_{вхд}$	5,1 [°C]
Падіння тем-ри на ділянці	$\Delta T_{вхд}$	0,0 [K]
Призначення теплоносія		Питна вода
Час подачі води ГВ:		
Витрата у споживача	$V_{спож.}$	-
Швидкість на виході	$V_{виход.}$	-

Рис. 3.1. Приклад звіту виконаного розрахунку для окремої ділянки трубопроводу водопостачання у програмі Uponor HSE 5 [25]

Після кожної зміни маршруту або діаметру частини трубопроводів, програма автоматично оновлює дані у звітах, що у ній можна також легко відстежити.

Є і загальні результати у одному файлі, окремо для ділянок холодної, гарячої води та циркуляції усього проєкту системи торгово-оздоровчого комплексу з активними посиланнями для швидкого редагування [25]. Це

дозволяє перевірити чи підходить варіант влаштування диктуючої траси по усім державним нормам та необхідним параметрам [49 та ін.].

Добрим додатком до повного обрахунку завдяки програмі Uronor HSE 5 [25], є можливість автоматичного отримання переліку усіх необхідних матеріалів (див рис. 3.2) [25].

Специфікація з програмного забезпечення системи торгово-оздоровчого комплексу включає [25]:

- труби (з вказаними діаметрами та довжиною);
- фітинги (кільця, коліна, редукції, трійники і т.д.);

Перелік труб, фітингів та з'єднань

Продукт	Розмір	Артикул/штрих код/маркування	Кількість	Довжина
Труби				
Уронор Аква Ріра Труба інжекційна	20 x 2,3	180808	100	м
Уронор Аква Ріра Труба інжекційна	25 x 2,3	181719	83	м
Уронор Аква Ріра Труба інжекційна	32 x 2,8	184757	75	м
Уронор Smart Аква 1/2 водорозетне проєдане QMF	28 - 1/2"внутр. - 28	185821	10	шт
Уронор Smart Аква Водорозетка (3 отв.) QMF PL	28 - 1/2"внутр.	185823	342	шт
Уронор Smart Аква Кут монтажний комплект	44мм	185793	183	шт
Уронор Smart Аква Монтажний комплект кутка	100мм	112190	183	шт
Уронор QMF Кільце PPSU	30	104269	9	шт
Уронор QMF Кільце PPSU	33	104268	13	шт
Уронор QMF Редукція PPSU	25 - 20	106976	37	шт
Уронор QMF Редукція PPSU	32 - 25	106124	38	шт
Уронор QMF Кільце QMF з уніором	25	105815	86	шт
Уронор QMF Кільце червоне з уніором	20	105811	342	шт
Уронор QMF Кільце червоне з уніором	25	105812	54	шт
Уронор QMF Найкач PPSU	20	108888	5	шт

Рис. 3.2. Специфікація матеріалів водопостачання, сформована програмою Uronor HSE 5 [25]

- запірну арматуру (крани, вентиля і т.д.);

- елементи для кріплення (хомути, тримачі);
- монтажні елементи (монтажні планки, колектори розподільчі);
- ізоляційні матеріали (з довжинами і діаметрами);
- перелік споживачів води (ванна, унітаз, пісуар, умивальник, піддон для душу, мийка, пральна машина, посудомийна машина і тд.);
- перелік обладнання та клапанів.

Така обширність роботи програми, лише позитивно впливає на реалізацію проєкту. Це полегшує як підготовку кошторисної документації, так і майбутні монтажні роботи, а ще – дозволяє уникнути помилок у підборі усіх цих елементів.

3.1.2. Обрахунок системи водопостачання.

Для проєкту торгово-оздоровчого комплексу у Луцьку холодне водопостачання передбачене від міської централізованої мережі [27].

Підігрів води для торгово-оздоровчого комплексу здійснюється за допомогою чотирьох теплових насосів, що працюють разом з двома буферними ємностями об'ємом 1500 л кожна.

Для того, щоб підвищити температуру для побутових потреб, для гарячого водопостачання передбачено окремий теплообмінник.

Також кожен тепловий насос торгово-оздоровчого комплексу оснащений насосами рециркуляції і зворотними клапанами, щоб була безперервна циркуляція води і не було зворотного потоку рідини.

Загальні результати водопостачання – див. табл. 3.1.

У межах системи гарячого водопостачання програма також розрахувала гідравлічну трасу, яка веде до умивальника, що є найвіддаленішою точкою споживання системи торгово-оздоровчого комплексу (рис. 3.3).

Ця ділянка вважається критичною, оскільки саме в ній можна спостерігати найбільше падіння тиску і гідравлічне навантаження.

Щоб забезпечити стабільну роботу сантехнічного приладу на кінці мережі торгово-оздоровчого комплексу, вихідний тиск від обладнання, яке подає воду (у нас – насос), повинен бути 3,89710 бар.

Таблиця 3.1. – Загальні результати водопостачання торгово-оздоровчого комплексу на пр-ті Волі, 49-а в м. Луцьку

Назва	Загалом	Гаряча вода	Холодна вода	Циркуляція
1. Кількість приймачів	313	105	208	
2. Загальна кількість трубних ділянок	634	417	417	1
3. Загальна довжина труб в системі (м)	1604,6	892,4	892,4	8,4
4. Загальна потужність труб в системі (л)	704,0	378,8	378,8	1,7

№	Назва	Опис	Од.вим.	ХВ	ГВ
Джерело: без назви					
	Символ диктуючої траси			_Умивальник А ХВ	
1	Необхідний напір джерела (після нас. станції або регулятора)	$P_{\text{мін}}$	бар	3,89710	
2	Макс. тиск	$\Delta P_{\text{гид.}}$	бар	0,08432	
3	Падіння тиску на приладах		бар		
	Лічильник	$\Delta P_{\text{лч}}$	бар		
	Фільтр	$\Delta P_{\text{фил}}$	бар		
	Нагрівач	$\Delta P_{\text{нг}}$	бар		
	Інші прилади	$\Delta P_{\text{ріст}}$	бар		
4	Мінімальний тиск у точці подачі	$\Delta P_{\text{мін.дж.}}$	бар	1,00000	
5	Інші втрати тиску	$\Delta P_{\text{інш.}}$	бар		
6	Загальне падіння тиску від (номер 2) до (номер 5)	$\Sigma \Delta P$	бар	1,08432	
7	Інші втрати тиску на окремих ділянках та вздовж всієї довжини труби. Розраховані як (номер 1) - (номер 6)	$\Delta P_{\text{зал.}}$	бар	2,81278	
8	Частка втрат на обраному відрізьку		бар	0,97545	
9	Інші втрати тиску вздовж всієї труби. Значення (№7) - (№8)		бар	1,83733	
10	Довжина диктуючої траси	L	м	242,56	
11	Диспозиційна величина лінійного коефіцієнта опору тертя. Значення (№9)/(№10)	$R_{\text{факт}}$	Па/м	757,47	

Рис. 3.3. Критичні гідравлічні траси, сформовані програмою Uponor HSE 5 [25]

Максимальна величина втрат тиску у трубах 0,008432 бара, яка знаходиться у межах норми, так само як і мінімально необхідний тиск.

Додаткові втрати на довжині траси програма розрахувала окремо, вони складають 2,81278 бара.

На зворотному трубопроводі також можна бачити незначну втрату тиску – 0,97545 бар.

Оскільки протяжність фрагмента мережі повністю становить 242,56 м, питомий гідравлічний опір труб, з урахуванням тертя дорівнює 757,47 Па/м.

Гідравлічна схема і розрахункові параметри повністю відповідають технічним вимогам і забезпечують належну якість подачі гарячої води.

Креслення системи водопостачання наведені на аркушах 6,7.

3.2. Мережа опалення теплими підлогами

3.2.1. Обрахунок системи опалення теплими підлогами.

Основним рішенням опалення для проєкту торгово-оздоровчого комплексу за [51, 52] обрано опалення водяними теплими підлогами – одне з найефективніших і найсучасніших способів забезпечити комфортну подачу тепла. Джерелом теплової енергії, як і для водопостачання є чотири теплові насоси, а для акумулювання тепла передбачено буферну ємність об'ємом 1000 л.

Якщо враховувати досить велику площу, такий вибір для торгово-оздоровчого комплексу налічує багато переваг і є більш економним та дешевшим варіантом, ніж наприклад електрична тепла підлога.

Переваги водяних теплих підлог [25]:

- малопомітна у інтер'єрі та економна в споживанні енергії;
- забезпечує комфортне обігрівання завдяки рівномірному тепловому випромінюванню;
- сумісна з альтернативними джерелами, такими як теплові насоси і сонячні колектори;

- характеризується високою надійністю та випробуваними технологіями;
- не обмежує дизайнерські рішення під час оформлення приміщень;
- не створює перешкод під час ремонтних або оздоблювальних робіт.

Для розрахунку використана програма Upronor HSE 5 [25], однією з функцій якої є проєктування водяних систем опалення.

Розрахунок для торгово-оздоровчого комплексу (рис. 3.4-3.6) виконувався з урахуванням:

- теплових навантажень на кожне окреме приміщення (рис. 3.5, 3.6);
- характеристик огороджувальних конструкцій (рис. 3.4, 3.5);

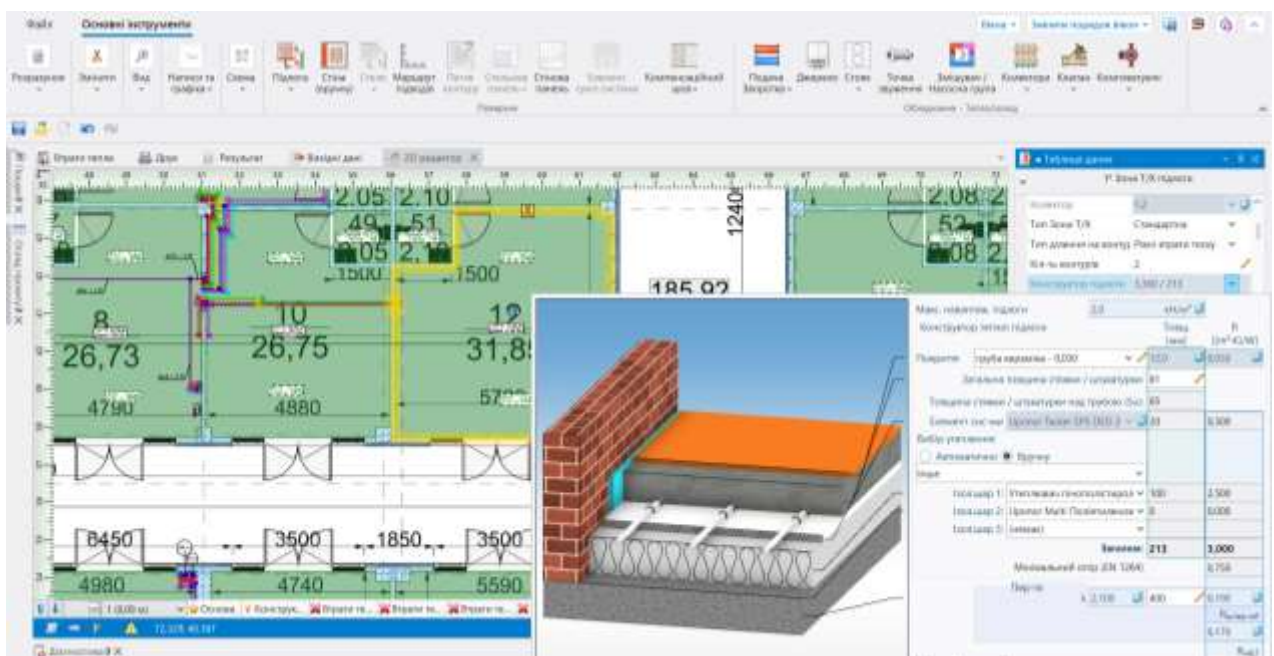


Рис. 3.4. Скріншот рішення конструкції підлоги у програмі Upronor HSE 5 [25]

– тепловтрат через внутрішні та зовнішні стіни, перекриття, підлогу, вікна, двері, стелю та дах (рис. 3.4-3.6) [25].

Дані про це взято у архітектурно-планувальному розділі.

Також враховувались граничні параметри, встановлені санітарними нормами щодо максимальної температури поверхні підлоги.

Технічний опис зони теплої підлоги відкритий для редагування у [25]:

1. Можна обрати тип зони: «стандартна» – звичайні контури труб; «опалюється підводами» – зона підлоги, де підводи віддають тепло, таке

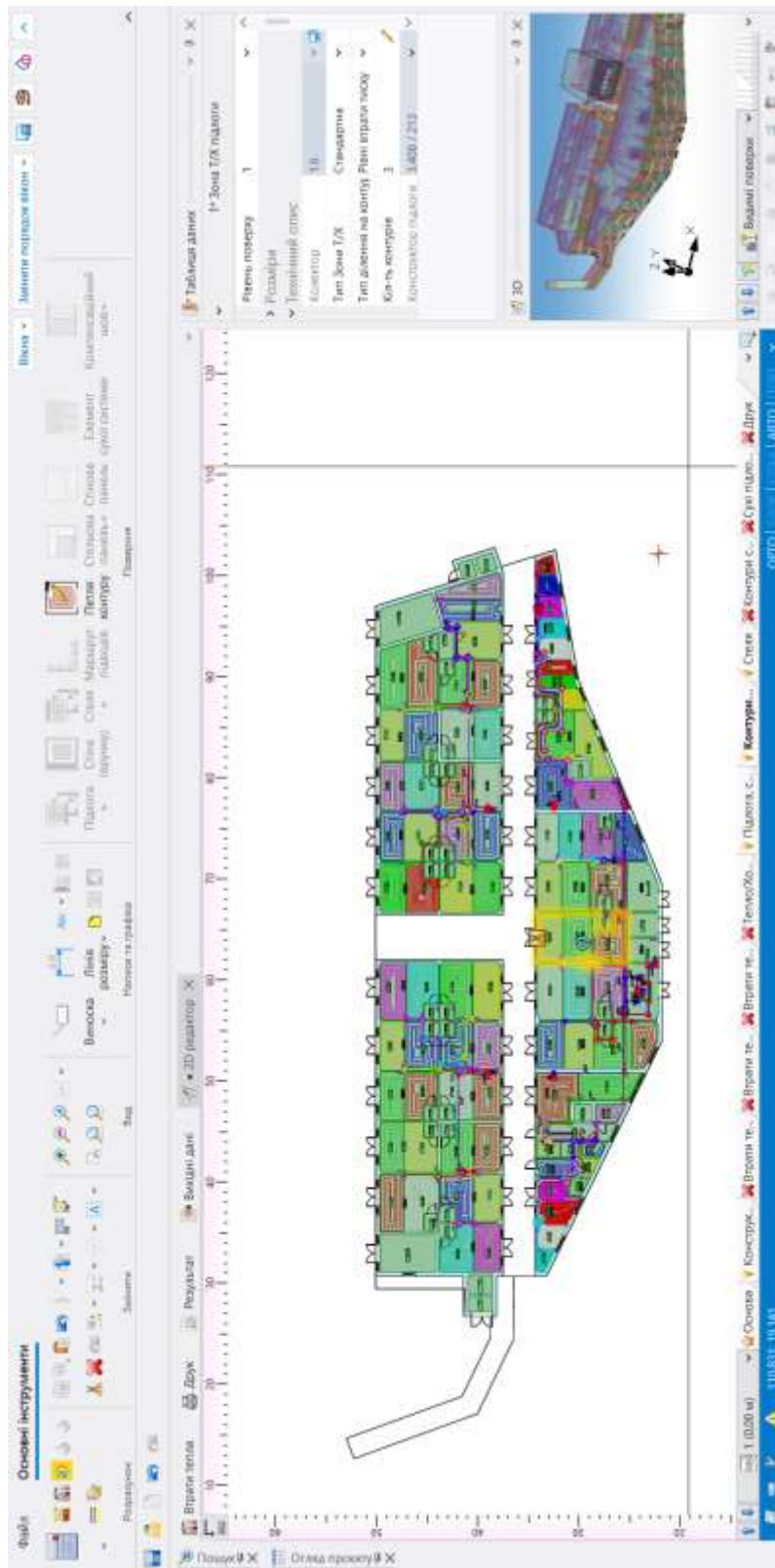


Рис. 3.5. Візуалізація системи опалення першого поверху у програмному забезпеченні Uropog [25]

явище можна побачити у коридорах; «без труб» – наприклад, зони під меблями.

2. При діленні приміщення на контури: «рівні втрати тиску» – втрати тиску та довжина контура однакові (+/- 5%); «однакові площі» – площі, що займають петлі та підводи, однакові (+/- 5%).

3. Можна обрати кількість контурів, спосіб і метод укладання теплої підлоги.

4. У програмі для кожного приміщення задається конструкція підлоги, фрагмент якої зображено на рис. 3.4.

Окрім цього окремо задається термічний опір покриття, максимальні гідравлічні витрати, тип стяжки та коефіцієнт теплопровідності для неї.

Як для кожної будівлі, так і для окремого приміщення вказується різновид кріплення системи, розмір і тип труби.

Велику роль у рівномірності розподілу тепла по всій площі грає крок укладання труб – може бути 50, 100, 150, 200, 250, 300 мм.

Температура теплоносія завжди підтримується, тому і температура приміщення сягає 20-22° С для комфортного перебування людей.

На кожному поверсі торгово-оздоровчого комплексу, у зручних для доступу та обслуговування місцях розташовані розподільчі колектори з регулюючими клапанами, що дають можливість точно налаштувати режим надходження тепла у кожен точку торгово-оздоровчого комплексу.

Схема обв'язки – на рис. 3.7.

Програма [25] надає повноцінну оцінку тепловтрат торгово-оздоровчого комплексу, що дозволяє точніше обрахувати крок укладання теплої підлоги – чим менший крок, тим більше тепла виділяється.

У звітах можна знайти детальні дані огляду тепловтрат (рис. 3.8) для кожного приміщення окремо, а також загальні по усій будівлі, що враховано для торгово-оздоровчого комплексу.

Upronor HSE [25] враховує тепловтрати внаслідок проникнення через

Опалення торгово-оздоровчого комплексу у котельні розділене на три потенційні вітки (див. аркуші 8, 9):

- перша – опалення підвалу (аркуш 8);
- друга – опалення поверхів лівої та правої частини будівлі зверху (1-3 поверх будівлі в осях Г-Е, аркуші 8, 9);
- третя ж розрахована на опалення поверхів будівлі знизу (1-3 поверхів в осях А-Б, аркуші 8, 9).

Такий поділ дозволяє краще балансувати систему, запобігти перегріву та

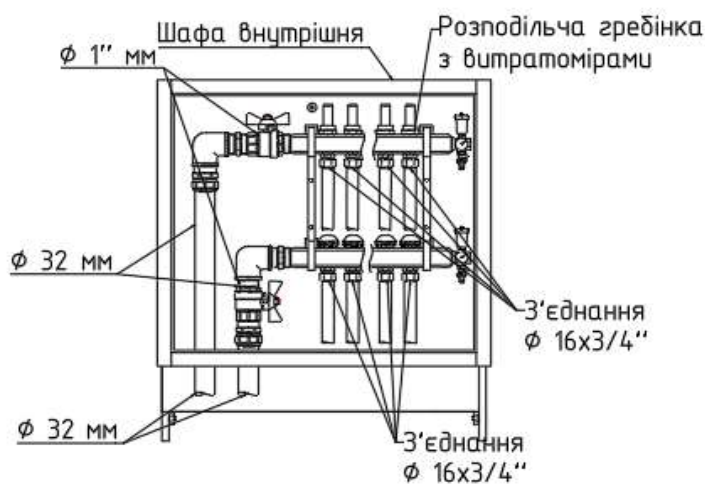


Рис. 3.7. Схема обв'язки шафи підлогового опалення

забезпечити потрібне регулювання температури.

Кожна вітка оснащена окремим насосною групою для хорошої циркуляції теплоносія.

Насоси підібрані з урахуванням масової витрати та напору, керуючись даними, які надає програма [25].

Встановлені станції грубої очистки води, що запобігають швидкому зносу обладнання.

Кожна гілка системи має також зворотній клапан, який не дозволяє зворотній рух води у трубопроводах. Це особливо важливо у випадку декількох контурів, гарантуючи безперебійну роботу системи.

Для джерела тепла встановлений температурний режим 39,0/30°C.

Запроектована потужність джерела 148213 Вт, що покриває необхідну

Коефіцієнт тепловтрат		Вт/К
Коефіцієнт тепловтрат через конструкції	$\Sigma H_{T, \text{констр}}$	2569
Коефіцієнт тепловтрат на вентиляцію	ΣH_V	177
Сумарний коефіцієнт тепловтрат	$H_{\text{буд}}$	2746

Тепловтрати будівлі		Вт
Сумарні теплові втрати внаслідок проникнення	$Q_{\text{ст, буд}}$	110468
Сумарна втрата тепла на вентиляцію		
Мін. вент. потік	$Q_{V, \text{мін, буд}} = 0,5 \cdot \Sigma Q_{V, \text{мін}}$	0
за допомогою інфільтрації	$Q_{V, \text{інф, буд}} = \zeta \cdot \Sigma Q_{V, \text{інф}}$	7607
за допомогою вентиляції механічної, надувної	$Q_{V, \text{припл, буд}}$	0
внаслідок дії витяжної вентиляції	$Q_{V, \text{мех, інф, буд}}$	0
Сумарна втрата тепла на вентиляцію	$Q_{V, \text{буд}}$	7607

Нормативне тепловантаження будівлі	$Q_{\text{розр, буд}}$	118075 Вт
------------------------------------	------------------------	-----------

Додаткове тепловантаження (при непостійному використанні)	$Q_{\text{час, буд}}$	0 Вт
---	-----------------------	------

Розрахункове тепловантаження будівлі	$Q_{\text{розр, буд}}$	118075 Вт
--------------------------------------	------------------------	-----------

Відносні показники				
Питомі тепловтрати / на м2 площі	$A_{\text{заг, буд}}$	4178 м ²	$Q_{\text{розр, буд}} / A_{\text{заг, буд}}$	28,3 Вт/м ²
Питомі тепловтрати / на м3 об'єму	$V_{\text{заг, буд}}$	13497 м ³	$Q_{\text{розр, буд}} / V_{\text{заг, буд}}$	8,7 Вт/м ³
Площа всіх огор. конструкцій	A	6694 м ²		
Питомий коеф. тепловтрат через конструкції	$H_{\text{ст}}$			0,38 Вт/(м ² ·К)

Рис. 3.8. Результати тепловтрат для будівлі сформовані програмою Upronor HSE 5 [25]

потужність поверхневого опалення з запасом [52].

Проектний напір становить 27,8 кПа. Усього в будівлі 27 колекторів, з кількістю петель 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 шт.

Для опалення, окрім переліку з'єднань, труб та фітінгів програма також рахує матеріали поверхні (рис. 3.9). Обраховуються не тільки труби, а й

матеріали для монтажу, такі як клей, скотч, фіксатори повороту, такерна скоба, площа утеплювача, демпферна стрічка і т.д. [25].



Рис. 3.9. Матеріали поверхні сформовані програмою Upronor HSE 5 [25]

Всі дані подані з урахування параметрів проекту, що значно спрощує закупівлю матеріалів.

Креслення системи опалення теплими підлогами – аркуші 8, 9.

3.3. Мережа охолодження фанкойлами

3.3.1. Загальні дані для охолодження.

У сучасній архітектурі та будівництві забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях є вимогою, яка особливо актуальна для комерційних будівель з наявністю значної площі скління, розміщення торгового обладнання, підвищеними тепловими навантаженнями і значним потоком людей, як у випадку проєктованого торгово-оздоровчого комплексу у місті Луцьк.

Для запобігання перегріву влітку та підтримання стабільної температури в усіх зонах торгово-оздоровчого комплексу заплановано впровадження системи охолодження за рішеннями як на рис. 3.10, 3.11 в Uropog [25].

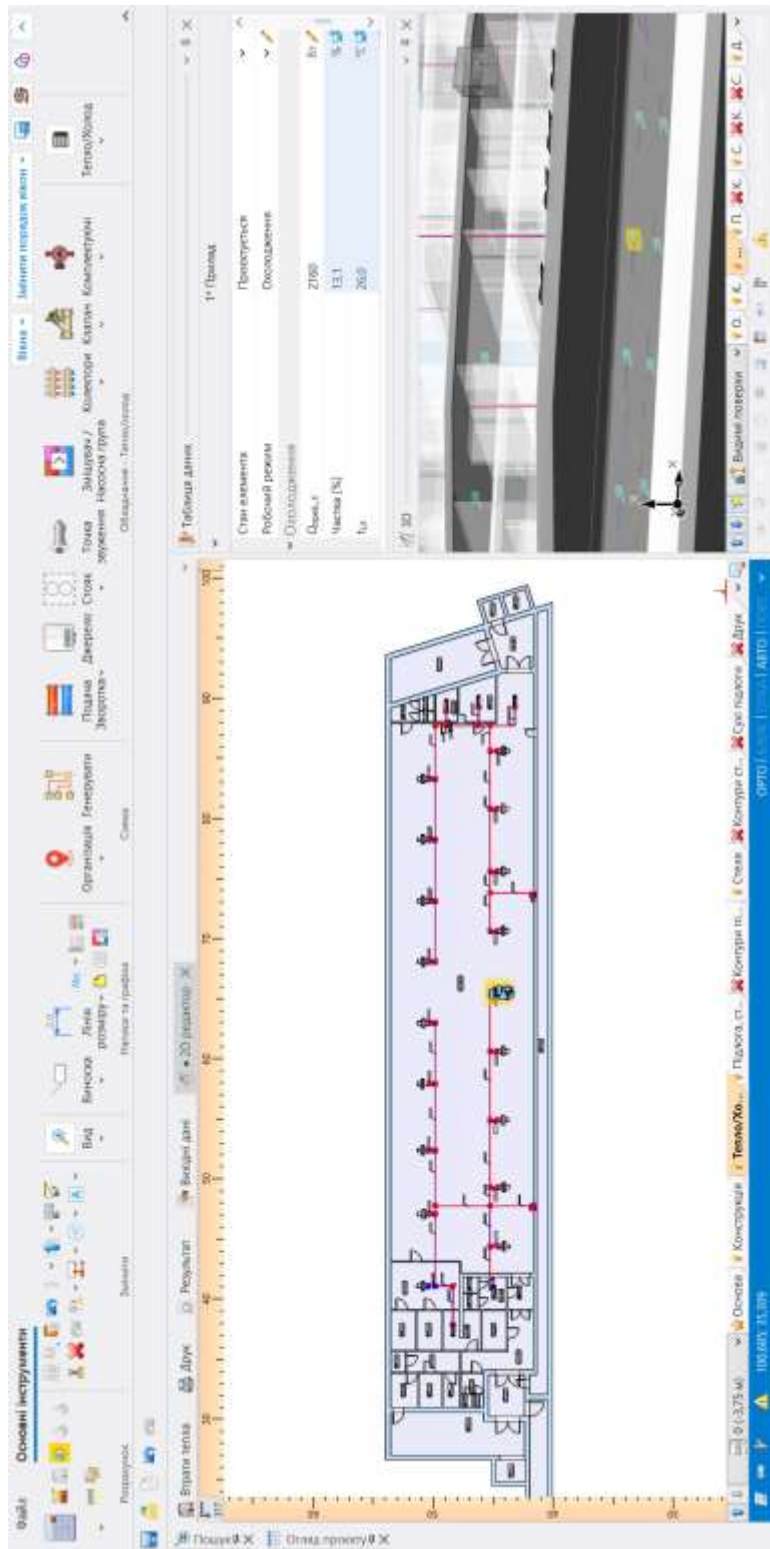


Рис. 3.10. Візуалізація системи охолодження підвалу у програмному забезпеченні Uropog [25]

Система охолодження – на базі двотрубних касетних фанкойлів Cube Line [53], що працюють за принципом пасивного охолодження.

Враховуючи, що у проєкті передбачена експлуатація геотермальних свердловин (за розділом 2), до яких підключено ту ж буферну ємність на 1000 л, що й на опалення, використання водяної системи охолодження підходить як і з економічної, так і з технічної точки зору. Ґрунт виступає як природне джерело холоду.

Схема роботи виглядає так:

1. Фанкойли забирають тепло з приміщення (рис. 3.10, 3.11).
2. Передають тепло до теплового насосу через внутрішній контур.
3. Відбувається перекачування насосом теплової енергії у зовнішній контур (геозонди).
4. Ґрунт приймає і розсіює це тепло.

Конвектори встановлені у кожному приміщенні, у підвалі та на сходових клітках третього поверху. Вони компактні, їх можна легко інтегрувати в архітектуру будівлі.

Для підвищення ефективності часто використовують автоматизовані прилади, такі як датчики вологи і температури. Це дозволяє гнучко регулювати мікроклімат в окремих приміщеннях і знизити експлуатаційні витрати.

Така система є стабільною, гарантує рівномірну продуктивність і не потребує ніяких зовнішніх блоків, як у класичних кондиціонерах, що означає відсутність шуму на фасадах і надання більшої естетичності будівлі. Враховуючи велику площу об'єкта, значні теплові навантаження від людей, техніки та освітлення, таке рішення забезпечує ефективне охолодження з підвищеним комфортом і невеликим енергоспоживанням.

3.3.2. Обрахунок теплопритоків.

Щоб система правильно і ефективно працювала, для початку треба визначити скільки тепла, потрапляє у приміщення. Основна частина надходить через огорожувальні конструкції – стіни, вікна, покрівлю та підлогу. Також не менш важливим є врахування кількості людей у приміщенні, наявність

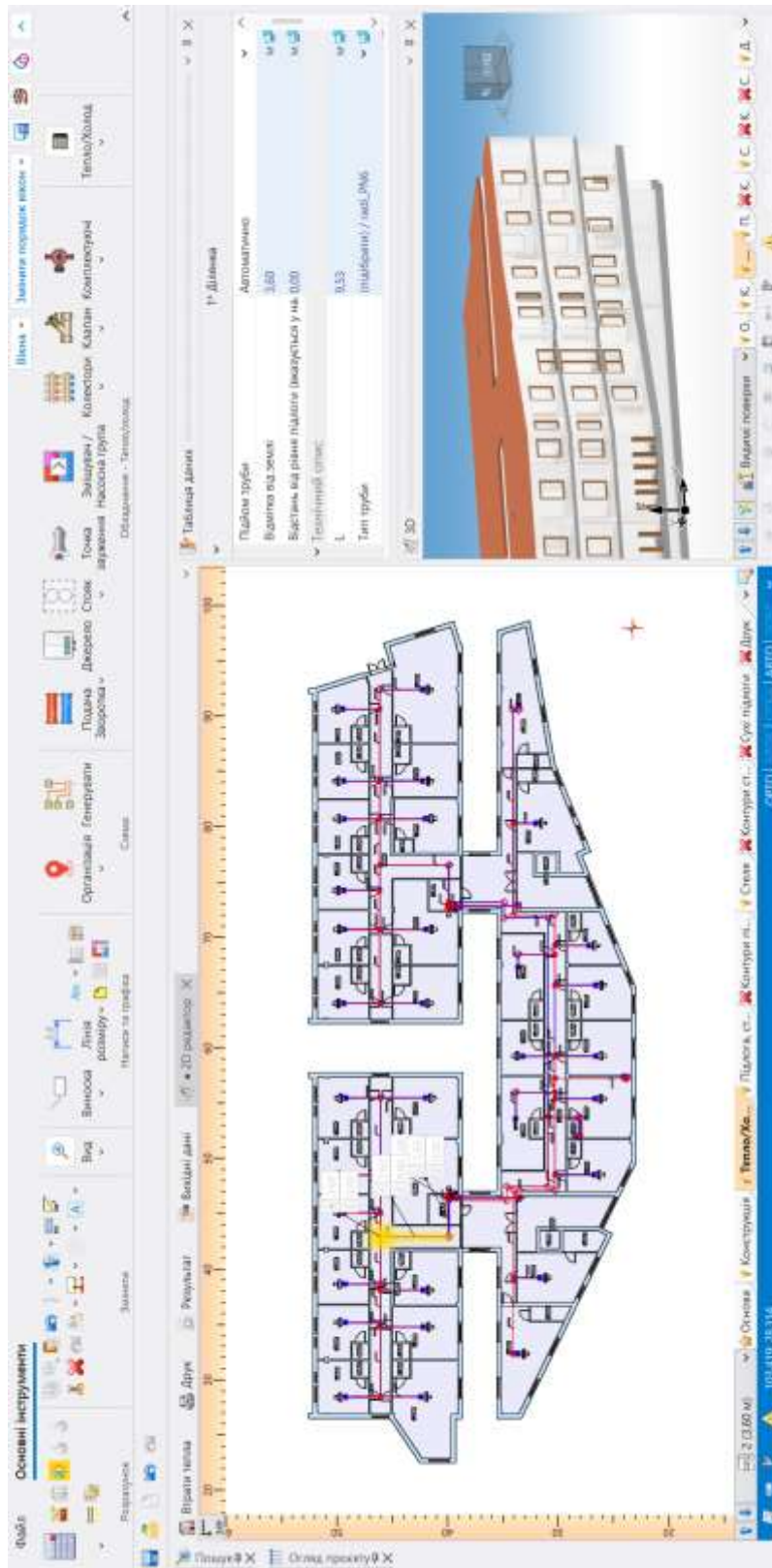


Рис. 3.11. Візуалізація системи охолодження другого поверху у програмному забезпеченні Uronor [25]

обладнання, освітлення, сонцезахисних елементів і приплив тепла від сонячного випромінювання.

Для зовнішніх теплопритоків враховується площа огорожувальних конструкцій, їхній матеріал та орієнтація (рис. 3.12) по сторонах світу.

Розрахунок проводиться за стандартними формулами згідно [49, 50, 52] у [25].

Внутрішні теплові надходження в приміщенні формуються за рахунок доступних даних про кількість працівників і відвідувачів, використання електроприладів і освітлювальних систем.

У торгово-оздоровчому комплексі, значний вплив мають обладнання для обслуговування покупців, комп'ютерна техніка, холодильні установки та інші електронні пристрої. Усереднений показник тепловиділення для кожного з таких елементів множиться на їх кількість.

Одним з основних джерел тепла можна вважати сонячну енергію. Інтенсивність надходження залежить від розташування віконних конструкцій за географічними напрямками, від властивостей та розміру склопакетів.

Якщо порівнювати обрахунок попередніх теплопритоків, що здійснювався за допомогою формул, ця ж частина є більш автоматизованою.

Програмне забезпечення Uronor [25], надає додатковий допоміжний інструмент у Excel-файлі, для обрахунку надходження тепла через вікна торгово-оздоровчого комплексу (рис. 3.12). Необхідно ввести ширину та висоту вікна, вказати орієнтацію відносно сторін світу, за необхідності розрахункову кількість людей і коефіцієнт запасу, що потрібен при наявності додаткового теплового навантаження. Також програма дозволяє отримати потрібні активні площі для кожного типу поверхні і дає змогу перевірити чи загальна холодовіддача в приміщенні від поверхонь перебиває теплопритоки [25].

Так як у підвальному приміщенні немає доступу до сонця, основним фактором для розрахунку є внутрішні тепловиділення. Їхнім джерелом є робота посиленої вентиляційної системи, освітлення, а також виділення тепла від відвідувачів і персоналу.

Загальна сума теплових надходжень дає можливість визначити необхідну холодопродуктивність фанкойлів. Для кожного приміщення у програму Uronor

HSE [25] вноситься необхідна потужність у Вт та проєктна температура

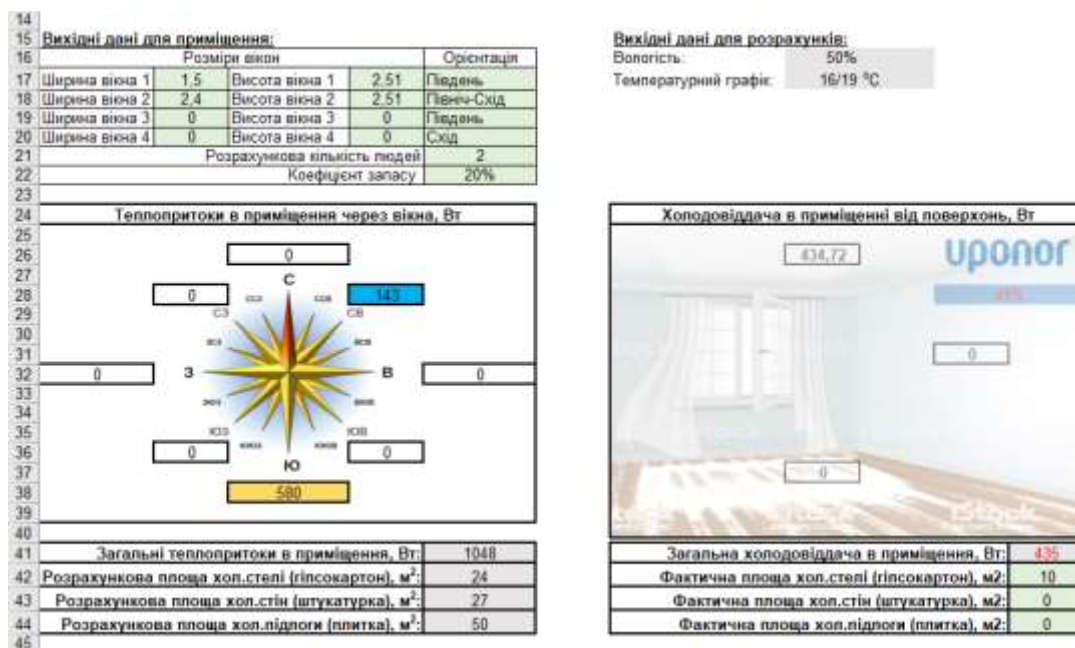


Рис. 3.12. Скріншот прикладу обрахунку теплопритоків через вікна за допомогою програмного забезпечення Uronor [25]

приміщення (26°C при відносній вологості 50%).

4.3.3. Підбір обладнання та моделювання охолодження.

Наступним кроком є підбір обладнання, для покриття необхідної потужності приміщення.

Підбір здійснюється за допомогою каталогу Wito [53], у якому є дані про необхідну модель – касетний фанкойл Cube Line 2-pipe [53] (для температури теплоносія на вході – 7°C, на виході – 12°C).

За технічними характеристиками (витрата повітря, витрата води, повна та явна холодопродуктивність, рівень шуму, електрична потужність і т.д.) для торгово-оздоровчого комплексу було обрано фанкойли Cube Line 04-2T та Cube Line 05-2T [53], що мають потужність на другій швидкості 2160 Вт та 2940 Вт.

Для деяких приміщень кількість та тип фанкойлів відрізняється.

Після промальовування трубних ділянок і внесення у програму Upronor HSE [25] даних про опір та холодопродуктивність приладів, проводиться автоматичний гідравлічний розрахунок та моделюється вся система.

Можна побачити на скільки відсотків вказаний прилад покриває теплопритоки приміщень, загальну кількість приладів, надходження тепла, втрати холоду і тиску на ділянках, водяний об'єм мережі включно з приладами.

Як і для інших розділів програма надає специфікацію матеріалів, звіти про параметрах джерела холоду, детальний огляд системи, охолоджувальні прилади і інше. Важливим є інформація про витрати і тиск насосів, яких як і на опалення запроектовано три вітки на охолодження:

- підвалу (аркуш 10);
- 1-3 поверхів в осях А-Б (аркуші 10-11);
- 1-3 поверхів в осях Г-Е (аркуші 10-11).

Така система охолодження ефективно регулює теплові навантаження в усіх зонах торгово-оздоровчого комплексу. Вона гнучко адаптується до змін у плануванні або використанні приміщень за п. 1.2, 1.5. Завдяки застосуванню фанкойлів як основного елементу для охолодження і детальних розрахунків у [25], стабільні температурні умови забезпечені.

Креслення системи охолодження – аркуші 10, 11.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні вимоги охорони праці та безпеки в архітектурно-планувальних рішеннях

Торгово-оздоровчий комплекс за [55] має категорію СС2. Під час проектування враховано вимоги охорони праці на всіх етапах будробіт за [56-61 та ін.], безпеки в архітектурно-планувальних рішеннях – від організації вхідних зон до розміщення технічних приміщень.

Усі проходи, евакуаційні виходи та сходові клітини запроєктовані так, щоб забезпечити швидку та безпечну евакуацію. Для цього враховано нормативну ширину коридорів, дверей, сходинок, а також передбачено природне та аварійне освітлення.

Всі поверхи з'єднуються сходовими маршами з перилами, а зони громадського доступу мають неслизьке покриття. Приміщення з підвищеними технічними навантаженнями відокремлено від громадських зон, що дозволяє знизити ризики травматизму та покращити умови для працівників і відвідувачів.

Системи вентиляції проєктуються з урахуванням достатнього повітрообміну, щоб уникнути накопичення пилу, вологи або запахів. Освітлення – переважно природне з додатковим штучним, що регулюється відповідно до призначення приміщення. Електропостачання – за [56, 60].

4.2. Охорона та безпека праці під час буріння та монтажу геотермальних свердловин, обв'язки теплових насосів і котельного обладнання

Буріння свердловин супроводжується рядом небезпечних факторів: рухомі механізми, шум, вібрації, викиди ґрунту та бурового розчину.

Щоб уникнути травм і аварій, бурові майданчики огорожуються, встановлюється попереджувальна сигналізація, а допуск до зони буріння обмежується тільки персоналом із відповідним допуском за [56-61].

Усі працівники зобов'язані носити спецодяг, захисне взуття, шоломи та рукавички.

При роботі з буровим обладнанням обов'язкове дотримання технічного регламенту запуску та зупинки машин. Регулярно перевіряється стан кріплень, шлангів і електропроводки, а також контроль стану бурового розчину, щоб уникнути витоків і забруднень.

Буріння супроводжується значним рівнем шуму, тому застосовуються засоби захисту слуху.

Для зменшення пилу та викидів буровий майданчик періодично зволожується, а місця зливу розчину облаштовуються уловлювачами. При влаштуванні вертикальних зондів суворо дотримуються меж будівельного майданчика, щоб не зачепити існуючі мережі та не допустити аварійних ситуацій.

Монтаж і підключення теплових насосів, котлів, гідромодулів і розширювальних баків проводиться у чітко визначених умовах. Усі металеві частини конструкцій, трубопроводи та прилади заземлюються. Робота з гарячими поверхнями та підвищеним тиском передбачає підвищену увагу до герметичності з'єднань та стану обладнання.

При монтажі системи необхідно уникати перегинів труб, пошкоджень ізоляції або нещільного кріплення. Обв'язка проводиться у зручних для обслуговування місцях, з дотриманням вільного доступу до всіх вузлів.

Для монтажників передбачено обов'язковий інструктаж з охорони праці, контроль технічного стану обладнання та використання індивідуальних засобів захисту.

Вентиляція приміщення котельні повинна забезпечити мінімальний рівень загазованості, вологості і температуру, допустиму для безперервної роботи

систем. Перед запуском системи проводиться пробне включення, під час якого виявляються можливі витoki або збої в роботі автоматики.

4.3. Охорона праці під час монтажу та експлуатації інженерних мереж

До складу інженерних систем входять: мережі водопостачання та каналізації, система опалення на основі теплих підлог, система охолодження на фанкойлах, електромережі. Кожен із цих елементів потребує окремих заходів безпеки при монтажі та подальшій експлуатації за [49-51, 56-61].

Монтаж водопровідних і теплових труб виконується без натягу, з обов'язковим кріпленням на опорах або в каналах, щоб уникнути провисання або зсуву.

Роботи з теплоізоляцією проводяться з використанням безпечних матеріалів, що не виділяють токсичних речовин.

Перед введенням систем у роботу перевіряється герметичність усіх з'єднань, правильність підключення до насосного обладнання та функціональність автоматики.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вивчено та проаналізовано містобудівні характеристики території забудови долини річки Сапалаївки в місті Луцьку Волинської області.

При цьому враховано результати наших досліджень, опубліковані у науковій статті [1].

Встановлено, що для даних умов розташування торгово-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у Луцьку важливу роль грають екологічні аспекти, які суттєво впливають на проєктно-технічні рішення та управлінські рішення влади.

2. Виконано обґрунтування проєктних рішень благоустрою та озеленення, транспортно-пішохідних шляхів для торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park», з урахуванням містобудівних характеристик території забудови долини річки Сапалаївки.

Ділянка має складний рельєф та екологічні вимоги, які ускладнюють завдання проєктування та одночасно спонукають до прийняття цікавих рішень, в тому числі – в напрямку розширення нового громадського простору комплексу «City park».

3. Обґрунтовано об'ємно-планувальні рішення торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».

Вони продовжують та доповнюють існуючі тенденції архітектурного стилю забудови комплексу «City park», його мистецькі та культурні традиції.

4. Обґрунтовано рішення з влаштування геотермальних теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.

При цьому враховано проаналізовані містобудівні характеристики території забудови на складному рельєфі долини річки Сапалаївки, враховано екологічні вимоги до проєктних рішень.

5. Обґрунтовано рішення з влаштування інженерних мереж проєктованого торгово-оздоровчого комплексу з проведенням проєктно-розрахункових робіт у програмному забезпеченні Uronor [25].

Завдяки широким можливостям програмного забезпечення Uronor [25] для проєктованого торгово-оздоровчого комплексу розроблено сучасні проєктні рішення систем водопостачання, підлогового опалення, охолодження (кондиціювання).

Усі проєктні рішення розроблялись для актуального для Луцька реального об'єкту, а тому можуть бути використані у його будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Синій, С. В., Гупік, Н. В., Ксьоншкевич, Л. М., Крантовська, О. М., Ужегова О. А., Ротко, С. В. (2025). Особливості методики інтеграції інженерних мереж з тепловим насосом у будівлю в долині річки Сапалаївки у Луцьку. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 23, 285-300. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-25](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-25)
2. Генеральний план. Основне креслення (м. Луцьк). (2025). Луцька міська рада (офіційний сайт). <https://www.lutskrada.gov.ua/>
3. Синій, С. В., Гупік, Н. В., Орешкович, М. (2025). Обґрунтування вибору альтернативних джерел енергії для будівлі в долині річки Сапалаївки у Луцьку. *Інновації у будівництві: зб. тез доп. X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. здобувачів вищ. освіти та молод. уч.*, 15 травня 2025 р., м. Луцьк, ЛНТУ, 155-157. <https://sites.google.com/view/iic-2025>
4. Синій, С. В., Гупік, Н. В. (2025). Результати застосування методики проектування інженерних мереж громадської будівлі у програмному пакеті Uropog. *Інновації у будівництві: зб. тез доп. X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. здобувачів вищ. освіти та молод. уч.*, 15 травня 2025 р., м. Луцьк, ЛНТУ, 158-160. <https://sites.google.com/view/iic-2025>
5. Шіпка, М. З., Курганевич, Л. П. (2023). Геоекологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви. Монографія. Львів, 184.
6. Шевченко Р. Ю. (2021). Києвознавство: просторова інтерпретація урболандшафту. Монографія. Київ, 248.
7. Robinson, A., Myvonwynn, H. (2011). Cheonggyecheon Stream Restoration Project. *Landscape Performance Series*. Landscape Architecture Foundation, <https://doi.org/10.31353/cs0140>
8. Carrasco, M. (2024). Re-Naturalization of Urban Waterways: The Case Study of Cheonggye Stream in Seoul, South Korea. 12 Sep 2024. ArchDaily. <https://www.archdaily.com/1020945/re-naturalization-of-urban-waterways-the-case-study-of-cheonggye-stream-in-seoul-south-korea>

9. Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*, 3928-3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
10. Broo, D. G., Kaynak, O., Sait, S. M. (2021). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. *J. Ind. Inf. Integr.*, 25, 100311. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311>
11. Chiorean, L.-D., Vaida, M.-F. (2024). Wastewater Pumping Stations Retrofitting. Development of a Brownfield Industry 4.0 Solution. *25th ICCS, Krynica Zdrój, Poland*, 1-6, <https://doi.org/10.1109/ICCC62069.2024.10569376>
12. Hamilton, S., Charalambous, B., Wyeth, G. (2021). Improving Water Supply Networks: Fit for Purpose Strategies and Technologies. IWA Publishing, 103. <https://doi.org/10.2166/9781780409207>
13. Guo, H., Lin, J.-R., Yu, Y. (2023). Intelligent and Computer Technologies Application in Construction. *MDPI*, 306. <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-8151-4>
14. Синій С.В., Крантовська О.М., Ксьоншкевич Л.М., Ксьоншкевич А.С., Сунак П.О. (2024). Роль інформаційно-комунікаційних технологій у методології досліджень об'єктів будівництва. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 21, 198-206. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-21](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-21)
15. Синій С.В., Ксьоншкевич Л.М., Крантовська О.М., Крантовський І.О., Орешкович М. (2024). Роль інформаційно-комунікаційних технологій у методології досліджень інженерних мереж. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 21, 207-215. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-22](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-22)
16. Синій С.В., Крантовська О.М., Ксьоншкевич Л.М., Орешкович М., Шишацький О. А., Ксьоншкевич А.С. (2023). Методологічні аспекти застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у будівництві. *Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 17 листоп. 2023 р., м. Луцьк, ЛНТУ*, 48-51. URL: <https://konf-mbg.wixsite.com/lntu-bci-mbg-2023>

17. Синій С. В., Ксьоншкевич Л. М., Крантовська О. М., Шишацький О. А., Крантовський І. О. (2023). Методологічні аспекти застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у інженерних мережах. *Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 17 листоп. 2023 р., м. Луцьк, ЛНТУ*, 122-125. URL: <https://konf-mbg.wixsite.com/lntu-bci-mbg-2023>
18. Синій С. В., Мельник Ю. А., Сунак П. О., Ксьоншкевич Л. М., Крантовська О. М. (2021). Проектування каналізаційних мереж з використанням принципів SWOT-аналізу. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 16, 171-179. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6\(16\)-22](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6(16)-22)
19. Мосійчук, І. В., Ужегова, О. А., Ротко, С. В., Синій, С. В., Пахолук, О. А. (2022). Застосування теплових насосів у системах опалення і гарячого водопостачання на прикладі міста Луцька. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 18, 71-80. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-09)
20. Джеджула, В. В. (2024). Інтеграція альтернативних джерел енергії в системи теплопостачання громадських будівель. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 36(1), 134–138. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-134-138>
21. Department of energy. URL: <https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>
22. Проценко, С.Б., Новицька, О.С., Кізеєв, М.Д. (2019). Особливості нової методики розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за ДСТУ EN 12831-1:2017. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 25(2), 140-144. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2018-2-140-144>
23. Сунак, П. О., Синій, С. В., Мельник, Ю. А. та ін. (2022). Реконструкція інженерних споруд та мереж, ландшафту на основі технології лазерного сканування. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 18, 147-161. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-16](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-16)
24. Autodesk. AutoCAD. <https://www.autodesk.com/education/home>
25. Uponor Corporation. <https://www.uponor.com/uk-ua>

26. KAN-therm. URL: <https://ua.kan-therm.com/>
27. КП «Луцькводоканал». <https://vd.lutsk.ua/>
28. ДКП «Луцьктепло». <https://www.teplo-dkp.lutsk.ua/>
29. Wojnicz A. (1922). Łuck na Wołyniu: opis historyczno-fizjograficzny. 104.
30. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К. (2016). Водні об'єкти Луцька: гідрографія, локальний моніторинг, водопостачання та водовідведення. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 3(42), 64-76. http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2016_3_9.
31. Велика одісея Катерини Зубчук Сапалаївкою. (2017). *Волинь ЗМІ*. <https://www.youtube.com/watch?v=nVBKepVUZ0M>
32. Боярин, М. В., Волошин, В. У., & Цьось О. О. (2020). Екологічний стан річки Сапалаївка в умовах урбосистеми м. Луцьк. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 23, 21-29. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-02>
33. Synii S. V. (2024). Peculiarities of the methodology of arranging water-receiving grids of storm drains sewerage on the roadway. *Innovative processes in the field of road construction: a collection of abstracts of reports of the II international scientific and practical Internet conference of young scientists and students, November 6, 2024, Lutsk, LNTU*, 92-94. <https://sites.google.com/lntu.edu.ua/2024/golovna-stor>
34. Synii S. V., Ksonshkevych L. M., Krantovska O. M., Sunak P. O., Uzhehov S. O., Orešković M. (2024). Methodological substantiation of the adverse effects of storm drains sewerage on the technical condition of the Holovan's House. *Innovative processes in the field of road construction: a collection of abstracts of reports of the II international scientific and practical Internet conference of young scientists and students, November 6, 2024, Lutsk, LNTU*, 89-91. <https://sites.google.com/lntu.edu.ua/2024/golovna-stor>
35. Synii S. V., Ksonshkevych L. M., Krantovska O. M., Sunak P. O., Uzhehov S. O., Orešković M. (2024). Holovan's House: determination methodology of measures for the storm drains sewerage of buildings and territory. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 22, 199-205. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12\(22\)-20](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12(22)-20)

36. Назарук О. Б., Синій С. В. (2025). Напрями впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у централізованих мережах водопостачання і каналізації КП «Луцькводоканал». *Тези доповідей V Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»*, м. Рівне, 23–25 квітня 2025 р. у 2-х томах. ТОМ 1. Секція 1. Міське будівництво та господарство. Рівне, НУВГП, 57.

37. Google Maps. URL: <https://www.google.com.ua/maps/>

38. ДБН Б.2.2-5:2011 Благоустрій територій. К: Мінрегіонбуд, 2011.

39. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Зі Зміною № 1. К: Мінрегіонбуд України, 2022.

40. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Зі Змінами № 1, № 2 та № 3. К: Мінрегіонбуд, 2022.

41. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. - К: Мінрегіон України, 2016.

42. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2018.

43. Сучасна Українська теплоізоляція IZOVAT. IZOVAT. <https://www.izovat.ua/#>

44. Якісні мембрани для надійної покрівлі. Membrana. <https://membrana.in.ua/#pvh>

45. Чим особлива 4/8 Gallery в Луцьку (фото). (16 серпня 2017). *IA "Конкурент"*. <https://konkurent.ua/publication/17576/cim-osobliva-48-gallery-v-lucku-foto-/>

46. Пам'ятник Андрію Кузьменку. *СИТИПАРК*. <https://citypark.lutsk.ua/locations/6>

47. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. К: Мінрегіонбуд, 2010.

48. Geodrill. <https://www.geodrill.ltd/>

49. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. К: Мінрегіонбуд, 2012.

50. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К: Мінрегіонбуд, 2013
51. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. К, Мінрегіонбуд України, 2013.
52. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. Київ, ДП «УкрНДНЦ». 2022.
53. Касетні фанкойли Cube Line. <https://wito.com.ua/kassetnue-fankoylu/cube-line.html>
54. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ, Мінрозвитку України, 2022.
55. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2019.
56. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ, Мінрегіонбуд України, 2012.
57. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Мінрегіон України, 2017.
58. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Київ, Мінрегіонбуд України, 2016.
59. ДБН В.1.2-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1. Київ, Мінрозвитку України, 2022.
60. ПУЕ:2017 Правила улаштування електроустановок. Київ, Міненерговугілля України, 2017.
61. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. З змінами за Наказом від 29.08.2024 № 22778. Київ, Держнаглядохоронпраці, 2024.

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Графічна частина

до кваліфікаційної роботи
за ступенем вищої освіти «бакалавр»

на тему: "ТОРГОВО-ОЗДОРОВЧИЙ КОМПЛЕКС З ГЕОТЕРМАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ У ЛУЦЬКУ"

спеціальність 192 - будівництво та цивільна інженерія

освітня програма - будівництво та цивільна інженерія

Виконав: здобувач вищої освіти,
групи БЦ-41
Гулік Наталія Василівна

Керівник: к.т.н., доцент
Ситій Сергій Васильович

Луцьк - 2025

Тема: "Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у Луцьку"

Об'єкт дослідження:

Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у забудові комплексу «City park» в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

Предмет дослідження:

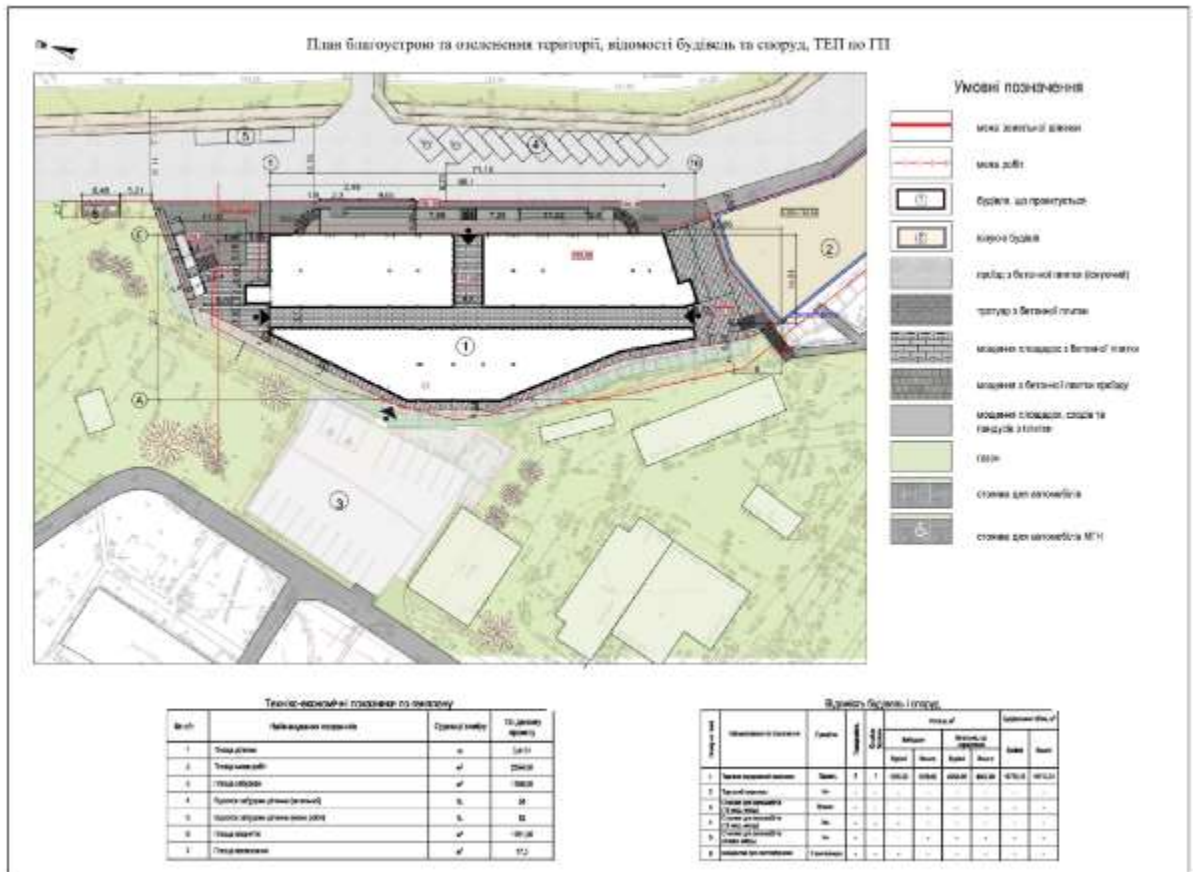
Проектні рішення торговельно-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у забудові комплексу «City park» в долині річки Сапалаївки у Луцьку.

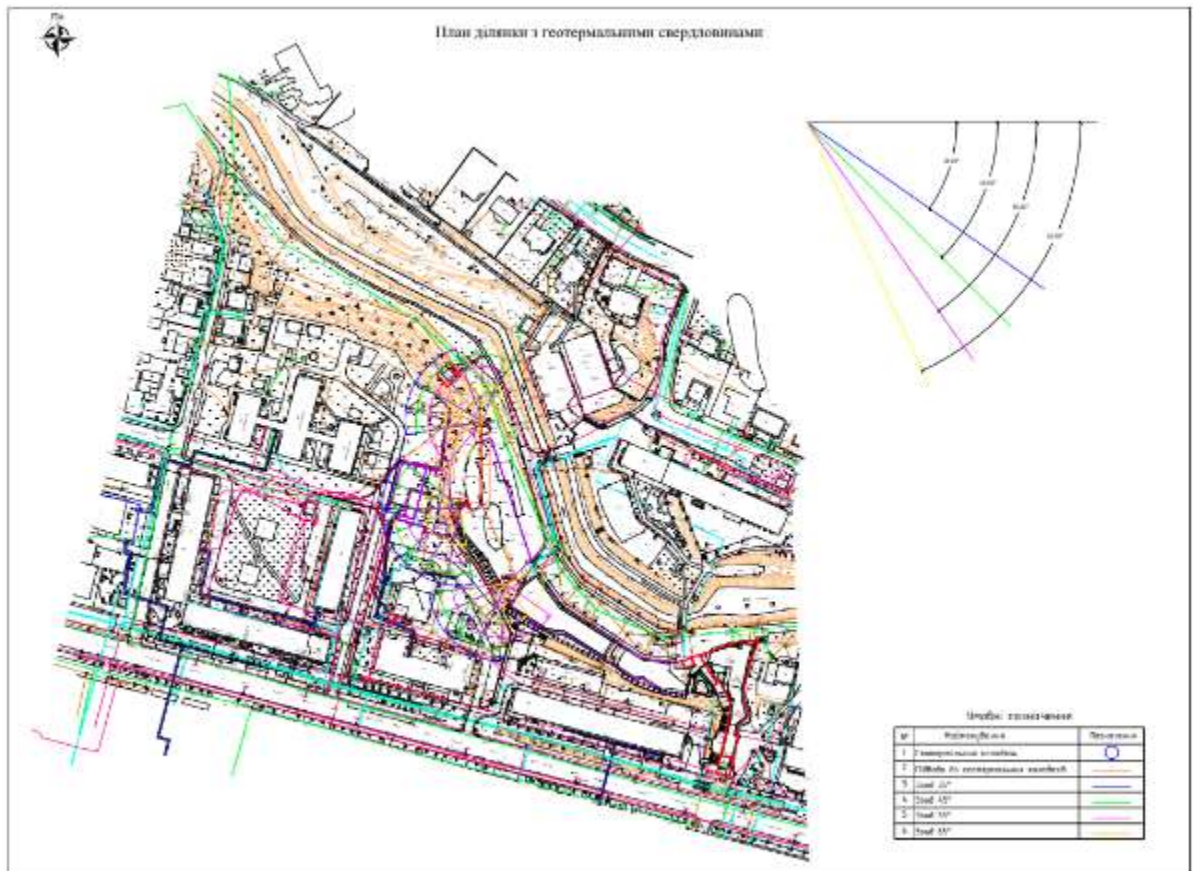
Мета дослідження:

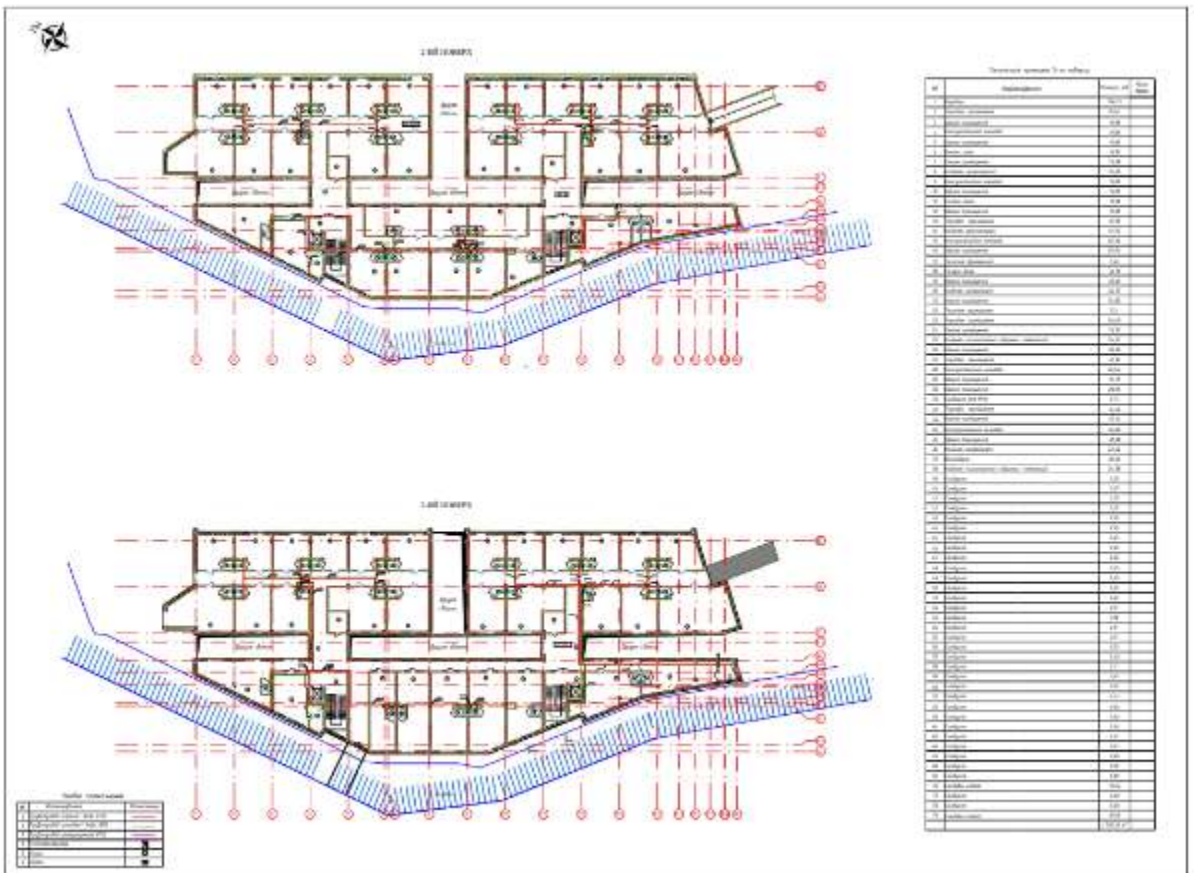
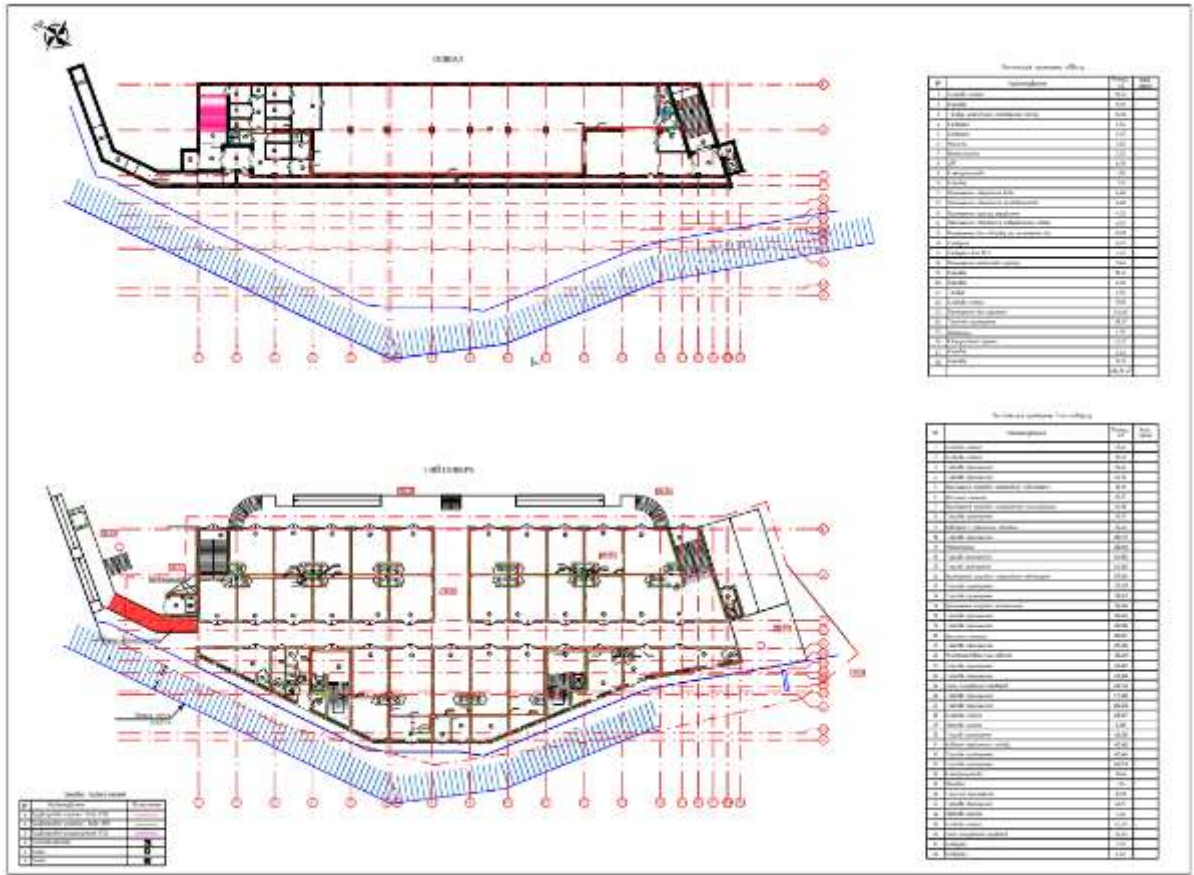
Містобудівний аналіз для реального об'єкту в долині річки Сапалаївки у Луцьку, обґрунтування для торговельно-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park» проектних рішень (об'ємно-планувальних та інженерних мереж, благоустрою і озеленення).

Завдання дослідження:

1. Аналіз містобудівних характеристик території в долині річки Сапалаївки у Луцьку.
2. Обґрунтування проектних рішень благоустрою та озеленення для торговельно-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».
3. Обґрунтування об'ємно-планувальних рішень торговельно-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».
4. Обґрунтування рішень з влаштування геотермальних теплових насосів торговельно-оздоровчого комплексу.
5. Обґрунтування рішень інженерних мереж проєктованого торговельно-оздоровчого комплексу.







Тема: "Торгово-оздоровчий комплекс з геотермальними тепловими насосами у Луцьку"

Висновки та пропозиції

1. Вивчено та проаналізовано містобудівні характеристики території забудови долини річки Салпаївки в місті Луцьку Волинської області.

При цьому враховано результати наших досліджень, опубліковані у науковій статті.

Встановлено, що для даних умов розташування торгово-оздоровчого комплексу з геотермальними тепловими насосами у Луцьку важливу роль грають екологічні аспекти, які суттєво впливають на проєктно-технічні рішення та управлінські рішення влади.

2. Виконано обґрунтування проєктних рішень благоустрою та озеленення, транспортно-пішохідних шляхів для торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park», з урахуванням містобудівних характеристик території забудови долини річки Салпаївки.

Ділянка має складний рельєф та екологічні вимоги, які ускладнюють завдання проєктування та одночасно спонукають до прийняття цікавих рішень, в тому числі - в напрямку розширення нового громадського простору комплексу «City park».

3. Обґрунтовано об'ємно-планувальні рішення торгово-оздоровчого комплексу у забудові комплексу «City park».

Вони продовжують та доповнюють існуючі тенденції архітектурного стилю забудови комплексу «City park», його мистецькі та культурні традиції.

4. Обґрунтовано рішення з влаштування геотермальних теплових насосів торгово-оздоровчого комплексу.

При цьому враховано проаналізовані містобудівні характеристики території забудови на складному рельєфі долини річки Салпаївки, враховано екологічні вимоги до проєктних рішень.

5. Обґрунтовано рішення з влаштування інженерних мереж проєктованого торгово-оздоровчого комплексу з проведенням проєктно-розрахункових робіт у програмному забезпеченні Uropor.

Завдяки широким можливостям програмного забезпечення Uropor для проєктованого торгово-оздоровчого комплексу розроблено сучасні проєктні рішення систем водопостачання, підлогового опалення, охолодження (кондиціонування).

Усі проєктні рішення розроблялись для актуального для Луцька реального об'єкту, а тому можуть бути використані у його будівництві.