

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну випускную роботу
студента Ганаби Дмитра Олександровича
факультету інженерних систем і екології
спеціальності «Будівництво та цивільна
інженерія»
освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція»

Тема роботи Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції
ЗОШ в Київській області

Обсяг роботи пояснювальної записки 155, серед яких додатки, графічної
частини – 17 слайдів

✓ Висновок про відповідність завданню Кваліфікаційна випускна робота
виконана відповідно до завдання у встановлений термін

Актуальність обраної теми Тема роботи є актуальною, оскільки зараз велика
кількість програм з відновлення потребує сучасних рішень в системах
опалення та вентиляції.

Використання у роботі сучасних досягнень науки і техніки У роботі розглянуто
сучасні системи опалення, вентиляції для шкільного закладу. Проведено
техніко-економічне порівняння запропонованих систем.

Використання у роботі комп'ютерних технологій Графічна частина роботи
виконана у двовимірній системі автоматизованого проектування і креслення
AutoCAD, пояснювальна записка - у текстовому редакторі Microsoft Word з
використанням програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel.
Сертифікати енергетичної ефективності школи розраховані за допомогою
програми Audytor OZC 7.0.

Практичне значення роботи Основні технічні рішення відповідають чинним
ДБН, ДСТУ та іншим нормативним документам, гідравлічні, аеродинамічні та
теплотехнічні розрахунки не викликають заперечень і підтверджують
правильність вибору схем опалення та вентиляції і підбору обладнання.
Достатня увага приділена питанням охорони праці та захисту навколишнього
середовища. А також технології та організації монтажу інженерних систем і
мереж.

Якість оформлення роботи Пояснювальна записка складена змістовно, технічно
грамотна, написана чіткою технічною мовою і акуратно оформлена. Графічна
частина виконана якісно і достатньо повно відображає зміст кваліфікаційної
випускової роботи магістра.

Зауваження та побажання

1. В пояснювальній записці бажано було б навести розрахунок обладнання ІТП.
2. Бажано було б запроектувати систему вентиляції зі змінною витратою для класних кімнат та провести порівняльний аналіз запроєктованої системи і системи зі змінною витратою повітря.

Загальний висновок стосовно роботи та надання авторіві освітнього ступеня «магістр». Кваліфікаційна робота Ганаби Дмитра Олександровича відповідає вимогам, що пред'являються до кваліфікаційних випускних робіт другого (магістерського) рівня вищої освіти. Автор роботи Ганаба Дмитро Олександрович заслуговує присвоєння йому освітнього ступеня «магістр» за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція».

Рекомендована оцінка _____ 8/10 балів _____

Рецензент Анна МОСКВІТІНА/ доцент кафедри ТГПіВ КНУБА _____

(прізвище, ініціали)

(підпис)

Посада, місце роботи _____

«25» грудня 2025р.

Anti-Plagiarism (UA) v-15.285 Educational**The maximum coincidence with one document 11.0%**

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 98%

ID: 268577 Title: Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області Added in a DB: 2025-12-25 Authors: Ганаба Дмитро Олександрович Heads: Любарець О.П., к.т.н, доц., проф. Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	120390	921	23285 (19%)	157 (17%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes
268497	Title: Енергоефективні системи формування мікроклімату в реабілітаційному центрі в м.Житомир Added in a DB: 2025-12-24 Authors: Диба Андрій Володимирович Heads: Любарець О.П., к.т.н, доц., проф. Consultants: Opponents:	12693 (11.0%)	147 (16.0%)
268274	Title: Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ Added in a DB: 2025-12-22 Authors: Савчук Андрій Васильович Heads: Consultants: Opponents:	12969 (11.0%)	155 (17.0%)
268273	Title: Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області Added in a DB: 2025-12-22 Authors: Радковський Максим Васильович Heads: Москвітін А.С., к.т.н, доц. Consultants: Opponents:	11228 (9.0%)	127 (14.0%)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

**на тему: Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції
ЗОШ в Київській області**

Ганаба Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2025р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри ТГПіВ
Предун К.М.**

«25» 12 2025 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в
Київській області**

(назва)

**Виконав студент групи ТВм-24-1
Спеціальність: 192 Будівництво та
цивільна інженерія**

ОПП: теплогазопостачання і вентиляція

Ганаба Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник Любарець О.П.

(прізвище та ініціали)

к.т.н, доц., проф.

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую.

Київ 2025р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології
Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції
Освітній рівень: «магістр за ОПП»
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Приймак О.В.

» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Ганаба Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи Підвищення енергоефективності системи опалення та
вентиляції ЗОШ в Київській області

затверджена наказом ректора КНУБА №2005/41/18 від «09» зрудня 2025 р.

2. Керівник роботи

Любарець Олександр Петрович, к.т.н, доц., проф.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 20.12.2025

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування

Розділ 2 Заходи з енергоефективності

Розділ 3 Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в
Київській області

Розділ 4 Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації

Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів

Розділ 6. Економічна частина _____

Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. Плани поверхків опалення

Розділ 2. Плани покрівлі. Підвищення термоізоляції стін та вентиляційних

Розділ 3. Плани поверхків вентиляції

Розділ 4. Термотехнічні характеристики

Розділ 5. Економічний ефект

Розділ 6. Висновки

5. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування	04. 11. 2025
Розділ 2. Заходи з енергоефективності	21. 11. 2025
Розділ 3. Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області	26. 11. 2025
Розділ 4. Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації	03. 12. 2025
Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів	15. 12. 2025
Розділ 6. Економічна частина	19. 12. 2025
Остаточне оформлення роботи	22. 12. 2025
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	24. 12. 2025
Попередній захист роботи на кафедрі	24. 12. 2025

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 5.	Соболевська Т.Г. асист.	23. 12. 25	
Розділ 6.	Предун К.М. проф.		

7. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис) Предун К.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис) Любарець О.П.
(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис) Ганаба Д.О.
(прізвище та ініціали)

**РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної
випускної роботи студента:**

**Ганаби Дмитра
Олександровича**

Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема КРМ	Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області				
	Improved energy efficiency of lighting and ventilation systems at primary schools in the Kyiv region				
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання				
Факультет	Факультет інженерних систем та екології				
Кафедра	Теплогазопостачання та вентиляції				
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія				
Освітня програма	Теплогазопостачання та вентиляція				
Керівник	Любарець О.П., к.т.н, доц., проф.				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				слайдів
	сторінок	розділів	таблиць	рисуноків	
	155	6	38	19	17
Розділ 1.	Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування				
Розділ 2.	Заходи з енергоефективності				
Розділ 3.	Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області				
Розділ 4.	Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації				
Розділ 5.	Автоматизація технологічних процесів				
Розділ 6.	Економічна частина				
Висновки по роботі:	Комплексна термомодернізація шкіл радянської забудови дозволяє знизити енергоспоживання на 40–50% та досягти високих класів енергоефективності «А» або «В», що є стратегічно важливим для енергонезалежності України. Впровадження сучасних систем утеплення, модернізація опалення та встановлення вентиляції з рекуперацією не лише забезпечують окупність проекту за 7–10 років, а й створюють здоровий мікроклімат, що знижує захворюваність учнів на 15–20%. У рамках концепції «Build Back Better» та державної підтримки до 2030 року, реновація освітніх закладів стає інвестиційно привабливою завдяки можливості залучення грантів на покриття до 50% витрат. Для успішного масового впровадження глибокої термомодернізації необхідно подолати бар'єри вартості та дефіциту кадрів через навчання фахівців та інтеграцію відновлюваних джерел енергії.				

Ключові слова: *Енергоефективність, термомодернізація, рекуперація, школа, економія енергоресурсів.*
Keywords: *Energy efficiency, thermal modernisation, recuperation, school, energy conservation.*

Керівник


(підпис)

Любарець О.П.

(прізвище та ініціали)

Студент


(підпис)

Ганаба Д.О.

(прізвище та ініціали)

«20» 12 2025 р.

Зміст

	<u>Вступ</u>	8
1.	<u>Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування</u>	10
1.1	<u>Загальні дані</u>	10
1.2	<u>Теплотехнічний розрахунок</u>	18
1.3	<u>Розрахунок тепловтрат</u>	20
1.4	<u>Гідрравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів</u>	26
1.5.	<u>Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря</u>	43
1.6.	<u>Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількості</u>	44
1.7.	<u>Розрахунок витрат повітря у приміщеннях. Складання повітряного балансу.</u>	51
1.8.	<u>Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин</u>	60
1.9.	<u>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів</u>	69
2.	<u>Заходи з енергоефективності</u>	72
3.	<u>Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області</u>	73
4.	<u>Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації</u>	78
5.	<u>Автоматизація технологічних процесів</u>	106
6.	<u>Економічна частина</u>	112
	<u>Висновок</u>	127
	<u>Список літератури</u>	131
	<u>Додаток А</u>	135
	<u>Додаток Б</u>	144

Зміст

	<u>Вступ</u>	
1.	<u>Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування</u>	
1.1	<u>Загальні дані</u>	
1.2	<u>Теплотехнічний розрахунок</u>	
1.3	<u>Розрахунок тепловтрат</u>	
1.4	<u>Гідравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів</u>	
1.5.	<u>Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря</u>	
1.6.	<u>Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількості</u>	
1.7.	<u>Розрахунок витрат повітря у приміщеннях. Складання повітряного балансу.</u>	
1.8.	<u>Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин</u>	
1.9.	<u>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів</u>	
2.	<u>Заходи з енергоефективності</u>	
3.	<u>Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області</u>	
4.	<u>Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації</u>	
5.	<u>Автоматизація технологічних процесів</u>	
6.	<u>Економічна частина</u>	
	<u>Висновок</u>	
	<u>Список літератури</u>	
	<u>Додаток А</u>	
	<u>Додаток Б</u>	

Вступ

Актуальність теми. Питання енергетичної безпеки та раціонального використання ресурсів стало критичним пріоритетом для України. В умовах глобальної енергетичної кризи, спричиненої збройною агресією та руйнацією інфраструктури, модернізація громадських будівель перетворюється з екологічної ініціативи на стратегічну необхідність. Особливе місце у цьому процесі посідають заклади загальної середньої освіти. Більшість шкіл в Україні були зведені у період 1960–1980-х років за типовими радянськими проектами, які розроблялися в епоху дешевих енергоносіїв. Такі будівлі характеризуються вкрай низькими теплотехнічними показниками огороджувальних конструкцій, що призводить до значних тепловтрат, перевищення бюджетних видатків на опалення та неможливості підтримання комфортного температурного режиму для навчання.

Об'єкт дослідження. Процес теплової реновації (термомодернізації) типової будівлі загальноосвітньої школи радянської забудови.

Предмет дослідження. Технічні рішення, матеріали та інженерні системи, що забезпечують приведення будівлі до сучасних вимог енергоефективності (згідно з ДБН В.2.6-31:2021) та створення здорового мікроклімату.

Проблема. Існуючий фонд радянських шкіл є «енергетично пасивним»: одношарові цегляні або панельні стіни, застаріле скління та розбалансовані системи опалення не відповідають вимогам чинного законодавства та стандартам ЄС. Більше того, просте «утеплення стін» без модернізації вентиляції часто призводить до погіршення якості повітря (ефект «термоса»), що негативно впливає на здоров'я дітей.

Мета роботи. Обґрунтувати комплексний підхід до термомодернізації школи, який передбачає не лише зниження енергоспоживання до рівня класу «В» або «А», а й впровадження інтелектуальних систем управління, сучасної припливно-

втяжної вентиляції з рекуперацією та використання відновлюваних джерел енергії.

Основні завдання дослідження:

Проаналізувати типові архітектурно-конструктивні недоліки шкіл радянського періоду.

Виконати порівняльний аналіз сучасних теплоізоляційних матеріалів.

Розрахувати потенційну економію енергоресурсів після впровадження комплексних заходів.

Розглянути питання окупності інвестицій у контексті концепції "Build Back Better" (Відбудувати краще, ніж було).

Рушійні сили, можливості та виклик ринку глибокої енергетичної модернізації (ГЕР), а саме проекти, які використовують комплексний підхід до всього будинку для різкого скорочення споживання енергії та підвищення продуктивності. Проекти ГЕР часто спрямовані на скорочення споживання енергії на 50% або більше. Крім того, ці проекти можуть покращити комфорт вдома та потенційно принести користь здоров'ю мешканців. Проте, впровадження ГЕР на ринку було обмеженим. Основними обмежувальними факторами є складні проекти, високі витрати, уявні ризики, значні порушення роботи та незнайомі обсяги робіт для деяких підрядників.

Потрібно зібрати інформацію від ширшого сегмента індустрії енергоефективності будинків, щоб визначити можливості та бар'єри, з якими стикаються DER (розподілені об'єкти енергоспоживання) з усіх точок зору. Роль DER у скороченні споживання енергії житловим сектором та досягненні кліматичних цілей дуже велика.

1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування

1.1. Загальні дані

Об'єкт проектування трьоповерхова загальноосвітня школа в Київській області. В підвальному приміщенні влаштовано укриття.

Опалення та теплопостачання

Джерелом теплопостачання є тепловий пункт, що розташований у підвалі в приміщенні теплового вузла (приміщення 024).

Параметри теплоносія - $T_1 - T_2 = 80 - 60$ ° С. Трубопроводи системи опалення та теплопостачання - сталеві водогазопровідні ГОСТ 3262-75* (до Ду50) та сталеві електрозварні прямошовні ГОСТ 10704 - 91 (від Ду65).

Для загальноосвітньої школи №3 система опалення запроєктована двотрубна, тупикова з розведення трубопроводів в конструкції підлоги. Магістральні трубопроводи, що прокладені під стелею підвалу утеплюються тепловою ізоляцією що представляє собою циліндри з кам'яної вати ROCKWOOL 800, $\delta=20$ мм. Трубопроводи, що прокладені в конструкції підлоги та вертикальні стояки системи опалення утеплюються тепловою ізоляцією зі вспіненого каучуку Climaflex Stabil, $\delta=9$ мм.

Вертикальні стояки системи опалення слід захити перегородками з гіпсокартону. Колекторні шафи що встановлені на кожному з поверхів біля стояків захити гіпсокартоном.

В якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори з нижнім та боковим підключенням ф. Кермі. Для регулювання тепловіддачі у радіаторів передбачені вбудовані термостатичні клапани з попереднім налаштуванням та термостатичні елементи. Видалення повітря з системи здійснюється через крани Маєвського які встановлені на опалювальних приладах та через автоматичні повітроспускники, що встановлені у верхніх точках магістралі та на колекторах.

Підключення до системи тепlopостачання виконане в тепловому пункті, що розташований у підвалі в приміщенні теплового вузла (приміщення 024)..

Магістральні трубопроводи системи тепlopостачання прокладені під стелею підвалу та утеплюються тепловою ізоляцією що представляє собою циліндри з кам'яної вати ROCKWOOL 800, б=20мм.

Біля зовнішніх дверей передбачене встановлення водяних повітряних завіс вертикального та горизонтального монтажу ф. Friso.

Підключення системи тепlopостачання до вентиляційного обладнання виконано через змішувальні вузли.

Параметри внутрішнього середовища [23]

Таблиця 1.1.

Приміщення	Розрахункова температура повітря, °С	Вимоги до повітрообміну (кратність за 1 год)	
		приплив	витяжка
Класні приміщення, навчальні кабінети та лабораторії закладів загальної середньої освіти	18	16 м ³ /год на 1 люд.	
Класні приміщення перших-четвертих класів	20	16 м ³ /год на 1 люд.	
Кабінет інформатики та електронно-обчислювальної техніки	20	(3)	(3)
Аудиторії, навчальні кабінети в профтехучилищах та закладах вищої освіти, навчальні майстерні з зонами для теоретичних занять, читальні зали, зали для курсового проектування, студії живопису, малюнка, скульптури, актовий зал, клас співу та музики	18	20 м ³ /год на 1 люд.	
Фізкультурно-спортивні зали, студія хореографії	18	За розрахунком, але не менше 80 м ³ /год на 1 люд.	
Зал басейну для навчання плаванню	30	За розрахунком	
Зал басейну навчально-тренувального плавання	27	За розрахунком	
Вчительська, гурткові приміщення	18	(1,5), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Кабінети адміністрації, кімнати громадських організацій, кімнати відпочинку, кабінети логопеда, психолога, соціолога, бібліотека (крім читального залу)	18	(1), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Кабінет лікаря (медична кімната)	22	(1,5), але не менше 20 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Душові	25	–	(5)
Роздягальні:			
а) при фізкультурно-спортивних залах;	22	–	(1,5)
б) при душових	23	В об'ємі витяжки із душових	
Туалети та умивальні	20	–	50м ³ на один унітаз
			25м ³ на один пісуар
Спальні учнів перших-четвертих класів	19	(1,5), але не менше 16 м ³ /год зовнішнього повітря на 1 люд.	
Навчальні лабораторії (крім шкільних)	18	За розрахунком відповідно до технічного завдання	

Приміщення	Розрахункова температура повітря, °С	Вимоги до повітрообміну (кратність за 1 год)	
		приплив	витяжка
Мийки лабораторного посуду без витяжних шаф	18	(4)	(6)
Вестибюлі та рекреації	16	–	–
Гардеробні	16	–	(1,5)
Їдальня:			
а) гарячий цех;	5 (в неробочий час)	За розрахунком	
б) цехи: холодний, доготівельний, м'ясний, рибний, овочевий;	16	(3)	(4)
в) мийні посуду;	20	(4)	(6)
г) комора овочева;	5	–	(2)
д) комора сухих продуктів;	12	–	(2)
є) завантажувальна та тарна;	16	–	–
ж) обідній зал	16	За розрахунком	
Кіноапаратна	16	За об'ємом витяжки від кінопроекторів	
Фотолабораторія, кінофотолабораторія, технічний центр	18	–	(2)
Куточок живої природи, зоокуточок	20	–	(5)
Примітка 1. У кабінетах, що мають дві зовнішні стіни, та спальних розрахункову температуру повітря слід приймати на 2 °С вище зазначеної в наведеній таблиці.			
Примітка 2. Об'єм повітря, що виводиться з витяжної хімічної шафи, слід приймати 1100 м ³ /год, якщо інша величина не встановлена технологічним завданням.			
Примітка 3. Вентиляція виробничих приміщень закладів освіти має проектуватися відповідно до технологічного завдання.			
Примітка 4. Розрахунок повітрообміну в приміщеннях басейнів має проводитись з урахуванням запобігання випадінню конденсату на поверхні огорож.			

Параметри зовнішнього середовища [25]

Таблиця 1.2.

Розрахункові параметри для зовнішнього повітря [4]

Період року	Темпера-тура t, °С	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ, %	Швидкість вітру V, м/с
Теплий	23	56,4	13	69	2,1
Холодний	-22	-21,1	0,5	83	3

Итоги - Общие

Основная информация:		
Название проек.		
Населенный пун.		
Адрес:		
Проектировщик:		
Дата расчета:	Czwartek 11 декабря 2025 23:57	
Дата создания п	Środa 6 марта 2024 0:09	
Файл данных:		
Нормы:		
Норма для выполнения расчета коэф. теплоперед	ДСТУ ISO 6946:2007	
Норма для выполнения расчета проект. тепловой	ДСТУ Б EN 12831	
Норма для выполнения расчета E:	ДСТУ Б А.2.2-12:2015	
Климатические данные:		
Климатическая зона:	Київ	
Проектная наружная температура q_e :	-22	°C
Средняя годовая наружная температура $q_{m,e}$:	8,0	°C
Метеорологическая станция:	Київ	
Грунт:		
Вид грунта:	Песок или гравий	
Теплоемкость:	2,000	МДж/(м ³ ·К)
Глубина периодического проникновения тепла d :	3,167	м
Коэффициент теплопроводности λ_g :	2,0	Вт/(м·К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	12879,00	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	45076,0	м ³
Проектные потери тепла за счет теплопередачи F_{T1} :	257257	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию F_V :	23965	Вт
Общие проектные потери тепла F :	281222	Вт
Избыток тепловой мощности F_{RH} :	401386	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания F_{HL} :	682608	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель F_{HL} по отношению к поверхности, $f_{HL,A}$:	53,0	Вт/м ²
Показатель F_{HL} по отношению к кубатуре, $f_{HL,V}$:	15,1	Вт/м ³
Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		

Инфильтрующийся воздух V_{infv} :	468,9	м ³ /ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	м ³ /ч
Требуемый воздух, подаваемый мех. $V_{su,min}$:	24402,9	м ³ /ч
Воздух, подаваемый мех. V_{su} :	24402,9	м ³ /ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	456,0	м ³ /ч
Мех. удаляемый воздух V_{ex} :	24402,9	м ³ /ч
Среднее количество воздухообменов n :	2,3	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V :	45809,1	м ³ /ч
Средняя температура подаваемого воздуха q_v :	18,0	°C
Итоги подбора отопительных приборов:		
Сумма проектных тепловых мощностей отопительных приборов Φ :	0	Вт
Сумма реальных тепловых мощностей отопительных приборов $\Phi!$:		Вт
Сумма дефицитов тепловых мощностей отопительных приборов Φ :	0	Вт
Сумма мощностей другого отопительного оборудования F_{he} :	0	Вт
Сумма мощностей отопительного оборудования $F_{r,r}+F!$:	0	Вт
Сумма дефицитов мощностей отопительного оборудования F :	0	Вт
Итоги расчетов сезонной потребности в тепловой энергии:		
Метеорологическая станция:		Київ
Сезонная потребность в тепловой энергии на отопление		
Количество вентиляционного воздуха-отопление $V_{v,H}$:	25384,1	м ³ /ч
Потребность в тепловой энергии - отопление $Q_{H,nd}$:	800,70	ГДж/год
Потребность в тепловой энергии на отопление $Q_{H,nd}$:	222418	кВтч/год
Отапливаемая площадь здания A_H :	12879	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	45076,0	м ³
Показатель потребности - отопление EA_H :	62,2	МДж/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EA_H :	17,3	кВтч/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EV_H :	17,8	МДж/(м ³ ·год)
Показатель потребности - отопление EV_H :	4,9	kWh/(м ³ ·rok)
Энергия для приготовления горячей воды в здании		
Энергия для приготовления горячей воды $Q_{nd,w}$:	133795,5	кВтч/год
Энергия для приготовления горячей воды $Q_{nd,w}$:	481,66	ГДж/год
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. Dq_{min} :	4,0	К
Выполнение расчета теплопередачи при мин. Dq_{min} :	4,0	К
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		
Выполнять расчет с ограничением до $q_{j,u}$		
Минимальная дежурная температура $q_{j,u}$:	14	К
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних		

зданий так, как бы они не отапливались:	Нет	
Автоматический расчет тепловых мостов:	Да	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:	Нет	
Параметры подбора отопительных приборов:		
Проект. температура подающего в систему $q_{s,r}$:	80,0	°C
Проектное остывание теплоносителя в отоп. прибор. Dq_r :	20,0	K
Увеличение мощности отопительных приборов с термостатическими вентилями:		
Увеличивать за исключением помещений с избытком тепловой мощности F_{RH} .		
Увеличение отоп. прибор. с термост. вентилями на:	15	%
Параметры по умолчанию подбираемых отопительных приборов:		
Символ отопительного прибора:		
Коэффициент расположения отопительного прибора:	1,00	
Коэффициент укрытия отопительного прибора:	1,00	
Максимальная длина отопительного прибора L_{max} :	0,00	м
Способ подключения по умолчанию:	AB	
Отоп. прибор. по умолч. снабжены термостат. вент.:	Да	
По умолчанию отопительный прибор является:	Проектируемый	
Данные по умолчанию для расчетов:		
Тип здания:	Школа	
Тип конструкции здания:	Средняя	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	
Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос.:	С понижением температуры	
Время, требуемое для нагрева помещений T_{ψ} :	1,0	ч
Понижение темп. воздуха во время ночного режима с	3,0	K
Коэффициент нагрева f_{RH} :	30,0	Вт/м ²
Регулирование теплоснабжения в группах:	Индивидуальное рег.	
Степень герметичности наружных огражд. констр.:	Большая	
Кратность обмена внутр. воздуха n_{50} :	2,0	1/ч
Степень заслонения здания:	С - городские районы с за	
Время эксплуатации/бытовые теплоступления:	12 h и больше	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Приточно-вытяжная с рекуперацией тепла	
Температура подаваемого воздуха q_{su} :		°C
Температура компенсационного воздуха q_c :	20,0	°C
Данные по умолчанию, касающиеся рекуперации и рециркуляции:		
Температура подаваемого воздуха $q_{ex,rec}$:	20,0	°C

Проектный коэф. полезного действия рекуп. h_{recup} :	95,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. $h_{E,recup}$:	75,0	%
Проектный процент использования рециркуляции h_{recir} :		%
Сезонный процент использования рециркуляции h		%
Геометрия здания:		
Отметка уровня грунта:	-0,50	м
Отметка пола по умолчанию L_f :	0,00	м
Отметка грунтовой воды по умолчанию:	-10,00	м
Высота этажа по умолчанию H :	3,80	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i :	3,50	м
Площадь поверхности пола по грунту A_g :	3943,00	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен P_g :	484,00	м
Поворот здания:	Без поворота	
Статистика здания:		
Количество этажей:	0	
Количество зон здания:	1	
Количество групп помещений:	1	
Количество помещений:	64	

1.2. Теплотехнічний розрахунок

Таблица 1.3.

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	c_p	R	$R_{\text{соед}}$	δ	μ	Z	$Z_{\text{соед}}$	Комментарии
м	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	Дж/(кг·К)	К/Вт	К/Вт	м·ч·Па		м ² ·ч·Па/г	м ² ·ч·Па/г	
1 СН* Стена наружная												
Вид отражения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
КЕБ-КЕ1400	0,3000	Керамзитобетон на керамзитовом песку. Г	0,560	1400	0,840	0,536	0,536	98,00	7	3061,2	3061,2	
МИНВАТ-ЩУ	0,1500		0,042	130	0,750	3,571	3,571	480,00	2	312,5	312,5	
ШТУКАТ-ВАП	0,0001		0,700	1700	0,840	0,000	0,000	75,00	10	1,3	1,3	
											Сопротивление теплопередаче внутри R_{i1} , [м ² ·К/Вт]:	0,130
											Опир теплопередачі зовні R_{e1} , [м ² ·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	4,320
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,231
КР Кровля												
Вид отражения: Совмещенное покрытие неветилируемое, Влажностные условия: Нормальный												
СТАЛЬ-БУД	0,0050		58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,01	72000	500000	500000	
МИНВАТ-ЩУ	0,3000		0,042	130	0,750	7,143	7,143	480,00	2	625,0	625,0	
ПАРОІЗ-ПІ	0,0050	Пароізоляційна плівка, густина 1600 кг/м ³	0,300	1600	1,470	0,017	0,017	0,00	720000	50000000	50000000	
ДЕРЕВ-СТР-7	0,0150		0,130	700	2,090	0,115	0,115	34,00	21	441,2	441,2	
											Сопротивление воздушной прослойки совмещенного покрытия сред. толщиной H = 1 м, [м ² ·К/Вт]:	0,160
											Сумма сопротивлений теплопередаче ската крыши и воздушной прослойки, [м ² ·К/Вт]:	7,435
КЕБ-КЕ1400	0,6000	Керамзитобетон на керамзитовом песку. Г	0,560	1400	0,840	1,071	1,071	98,00	7	6122,4	6122,4	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м ³ .	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7	
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
											Сопротивление теплопередаче внутри R_{i1} , [м ² ·К/Вт]:	0,100
											Опир теплопередачі зовні R_{e1} , [м ² ·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	8,793
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,114
ПОЛ Пол по грунту												
Вид отражения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: СН												
Разница высоты пола и грунтовой воды $Z_{\text{гв}}$: 9,50 м												
Горизонтальная теплоизоляция: КИЦКЦ-ЩП14 толщиной $d_{\text{гп}}$ = 0,01 м и длиной $D_{\text{г}}$ = 10,00 м												
Вертикальная теплоизоляция: КИЦКЦ-ЩП14 толщиной $d_{\text{гв}}$ = 0,01 м и длиной $D_{\text{в}}$ = 10,00 м												
ТЕРАКОТА	0,0080		1,050	2000	0,840	0,008	0,008	250,00	3	32,0	32,0	
КЕБ-КЕ1400	0,0060	Керамзитобетон на керамзитовом песку. Г	0,560	1400	0,840	0,011	0,011	98,00	7	61,2	61,2	
В-ПЕРЛ-320	0,0500	Вироби (розчини) на основі перліту. Густ	0,091	320	0,840	0,549	0,549	100,00	7	500,0	500,0	
В-ППС-15	0,0700	Вироби пінопластирольні. Густина 15 кг/м ³	0,045	15	1,340	1,556	1,556	50,00	14	1400,0	1400,0	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м ³ .	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7	
											Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче $R_{\text{г}}$, [м ² ·К/Вт]:	2,000
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	4,228
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,237
ПОЛ_1 Отдача тепла от перекрытия вниз												
Вид отражения: Отдача тепла от перекрытия вниз, Влажностные условия: Нормальный												
ТЕРАКОТА	0,0080		1,050	2000	0,840	0,008	0,008	250,00	3	32,0	32,0	
ТЕРМОР W	0,0060	Розчин ТЕРМОР W	0,200	1200	0,840	0,030	0,030	345,00	2	17,4	17,4	
В-ППС-15	0,1000	Вироби пінопластирольні. Густина 15 кг/м ³	0,045	15	1,340	2,222	2,222	50,00	14	2000,0	2000,0	
ПІНОП FS20	0,1000		0,036	20	1,460	2,778	2,778	12,00	60	8333,3	8333,3	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м ³ .	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7	
											Сопротивление теплопередаче внутри R_{i1} , [м ² ·К/Вт]:	0,170
											Сопротивление теплопередаче внутри R_{i2} , [м ² ·К/Вт]:	0,170
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	5,482
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,182

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	c_p	R	$R_{\text{сог}}$	δ	μ	Z	$Z_{\text{сог}}$	Комментарии
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	м		м	м	
ПОД ГР Пол в подвале												
Вид ограждения: Пол в подвале, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: СН-ГР												
Разница высоты пола и грунтовой воды $Z_{\text{гв}}$: 6,50 м												
Высота заглубления стены, примыкающей												
Р-ПРЕМШЦ	0,1000	Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг	0,760	1800	0,840	0,132	0,132	90,00	8	1111,1	1111,1	
ПІНОП FS20	0,1000		0,036	20	1,460	2,778	2,778	12,00	60	8333,3	8333,3	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,3000	Залізобетон, густина 2500 кг/м ³ .	1,920	2500	0,840	0,156	0,156	30,00	24	10000	10000	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R_g , [м ² ·К/Вт]:											2,000	
Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											5,066	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											0,197	
СН Стена наружная												
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,3000		1,700	2500	0,840	0,176	0,176	30,00	24	10000	10000	
МІНВАТ-ЩІУ	0,1500		0,042	130	0,750	3,571	3,571	480,00	2	312,5	312,5	
ШТУКАТ-ВАП	0,0200		0,700	1700	0,840	0,029	0,029	75,00	10	266,7	266,7	
Сопротивление теплопередаче внутри $R_{\text{вн}}$, [м ² ·К/Вт]:											0,130	
Отпир теплопередачі зовні $R_{\text{вн}}$, [м ² ·К/Вт]:											0,040	
Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											3,989	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											0,251	
СН-ГР Наружная стена, примыкающая к грунту												
Вид ограждения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Пол, примыкающий к стене: ПОД ГР												
Высота заглубления стены, примыкающей												
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,5100		1,700	2500	0,840	0,300	0,300	30,00	24	17000	17000	
ПІНОП FS20	0,1000		0,036	20	1,460	2,778	2,778	12,00	60	8333,3	8333,3	
ГУБЕРОЙД	0,0300	Губеройд, густина 1000 кг/м ³ .	0,170	1000	1,680	0,176	0,176	1,00	720	30000	30000	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R_g , [м ² ·К/Вт]:											1,561	
Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											4,858	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											0,206	

Таблица 1.4

Стена наружная	0,510	0,130	0,040	4,363	0,229	64573			6657,10	576,76	29,7		
Наружная стена, примыкающая к г	0,670	1,561		4,858	0,206	4360			1193,70	76,20	3,9		
Пол в подвале	0,500	2,000		5,066	0,197	718			188,51	5,38	0,3		
Пол по грунту	0,334	2,000		4,228	0,237	3408			714,58	77,33	4,0		
Окно наружное					1,020	82259	80,0	0,50	1900,17	732,61	2808,79	37,7	
Совместное покрытие неветилир	1,905	0,100	0,040	8,793	0,114	20840			4363,21	187,56	9,7		
Дверь наружная					1,020	26341	50,0	0,50	605,40	302,70	233,41	575,60	12,0

1.3. Розрахунок тепловтрат

Таблиця 1.5

Розрахунок тепловтрат																				
Приміщення						Огородження														
Позн.	Найменування	tвн, °C	tзовн, °C	Fпом, м ²	H, м	Позн.	Орієнт.	A, м	H, м	F, м ²	Uк, Вт/м ² ·C	ΔUтб, Вт/м ² ·C	ΣUк, Вт/м ² ·C	tвн-зовн	↑↓β	Qог,Вт	Qинф, Вт	ΣQ,Вт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13	14	15	16	17	18	
1-й поверх																				
4460	1052	Кабінет 5-го класу	20	-22	37,04	3,75	ЗС1	Пн(С)	11	4,05	24,05	0,229	0,100	0,329	42	1,10	260	Инф=1	1970	4460
			20	-22			ЗС1	Сх(В)	7,2	4,05	29,16	0,229	0,100	0,329	42	1,10	310			
			20	-22			В	Пн(С)	18,5	1	18,5	1,020		1,020	42	1,10	880			
			20	-22			В	Пн(С)	2	1	2	1,020		1,020	42	1,10	100			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			П1	-	31	1	31	0,476		0,476	42	1,00	620			
870	1050	Приміщення вчителя	18	-22	7,9	3,75	ЗС1	Пн(С)	2,7	4,05	4,685	0,229	0,100	0,329	40	1,10	50	Инф=1	400	870
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			В	Пн(С)	2,5	2,5	6,25	1,020		1,020	40	1,10	290			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			П1	-	5	1	5	0,476		0,476	40	1,00	100			
490	1051	Приміщення вчителя	18	-22	7,77	3,75	-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0	Инф=1	400	490
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
			18	-22			П1	-	1,4	1	1,4	0,476		0,476	40	1,00	30			
5620	1049	Кабінет 5-го класу	20	-22	70,64	3,75	ЗС1	Пн(С)	11	4,05	28,05	0,229	0,100	0,329	42	1,10	300	Инф=1	3750	5620
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			В	Пн(С)	16,5	1	16,5	1,020		1,020	42	1,10	780			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
			20	-22			П1	-	21,5	1	21,5	0,476		0,476	42	1,00	430			
13650	1002	Рекреація	16	-22	204,95	3,75	ЗС1	Сх(В)	5,2	4,05	21,06	0,229	0,100	0,329	38	1,10	210	Инф=1	9850	13650
			16	-22			ЗС1	Пд(Юг)	15,3	4,05	24,965	0,229	0,100	0,329	38	1,00	220			
			16	-22			ЗС1	Пн(С)	4,3	4,05	13,455	0,229	0,100	0,329	38	1,10	130			
			16	-22			В	Пд(Юг)	18,5	1	18,5	1,020		1,020	38	1,00	720			
			16	-22			В	Пд(Юг)	18,5	1	18,5	1,020		1,020	38	1,00	720			
			16	-22			В	Пн(С)	1,8	2,2	3,96	1,020		1,020	38	1,10	170			

0			16	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	38	1,00	0					
0			16	-22			П1	-	48,6	1	48,6	0,476		0,476	38	1,00	880					
1420	1048	Гардероб для 5-х класів	18	-22	17,58	3,75	ЗС1	Пн(С)	2,9	4,05	6,245	0,229	0,100	0,329	40	1,10	70	Инф=1	890	1420		
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			В	Пн(С)	5,5	1	5,5	1,020		1,020	40	1,10	250					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			П1	-	5,4	1	5,4	0,476		0,476	40	1,00	110					
1410	1047	Гардероб для 5-х класів	18	-22	18,55	3,75	ЗС1	Пн(С)	3,1	4,05	8,805	0,229	0,100	0,329	40	1,10	90	Инф=1	940	1410		
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			В	Пн(С)	3,75	1	3,75	1,020		1,020	40	1,10	170					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			П1	-	5,6	1	5,6	0,476		0,476	40	1,00	110					
1860	1042	Сходова клітина	16	-22	22,22	3,75	ЗС1	Пн(С)	7,6	4,05	30,78	0,229	0,100	0,329	38	1,10	300	Инф=1	1070	1860		
0			16	-22			ЗС1	Зх(З)	3,5	4,05	10,875	0,229	0,100	0,329	38	1,05	100					
0			16	-22			ДВ	Зх(З)	1,5	2,2	3,3	1,020		1,020	38	1,05	140					
0			16	-22			ЗС1	Пд(Юг)	1,1	4,05	4,455	0,229	0,100	0,329	38	1,00	40					
0			16	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	38	1,00	0					
0			16	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	38	1,00	0					
0			16	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	38	1,00	0					
0			16	-22			П1	-	5,6	1	5,6	0,476		0,476	38	1,00	110					
1530	1053	Кімната вчителя	18	-22	19,57	3,75	ЗС1	Зх(З)	3,3	4,05	8,115	0,229	0,100	0,329	40	1,05	80	Инф=1	990	1530		
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			В	Зх(З)	5,25	1	5,25	1,020		1,020	40	1,05	230					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			П1	-	6	1	6	0,476		0,476	40	1,00	120					
6060	1054	Майстерня з кулінарії	18	-22	76,45	3,75	ЗС1	Зх(З)	11,9	4,05	20,695	0,229	0,100	0,329	40	1,05	200	Инф=1	3870	6060		
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			В	Зх(З)	27,5	1	27,5	1,020		1,020	40	1,05	1180					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0					
0			18	-22			П1	-	23,4	1	23,4	0,476		0,476	40	1,00	450					
2030	1043	Сходова клітина	16	-22	22,22	3,75	ЗС1	Сх(В)	7,2	4,05	29,16	0,229	0,100	0,329	38	1,10	280					

0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0	Инф=1	370	430
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			ПІ	-	0	1	0	0,476		0,476	42	1,00	0			
360	1008	Санвузол для МГН	20	-22	5,51	3,75	-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0	Инф=1	300	360
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			ПІ	-	0	1	0	0,476		0,476	42	1,00	0			
310	1010	Вмивальна для хлопців	20	-22	5,11	3,75	-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0	Инф=1	280	310
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			ПІ	-	0	1	0	0,476		0,476	42	1,00	0			
630	1009	Санвузол для хлопців	20	-22	10,64	3,75	-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0	Инф=1	570	630
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	42	1,00	0			
0			20	-22			ПІ	-	0	1	0	0,476		0,476	42	1,00	0			
2660	1046	Кабінет психолога	18	-22	34,26	3,75	ЗС1	Сх(В)	6,1	4,05	17,205	0,229	0,100	0,329	40	1,10	180	Инф=1	1740	2660
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			В	Сх(В)	3,75	1	3,75	1,020		1,020	40	1,10	170			
0			18	-22			В	Сх(В)	3,75	1	3,75	1,020		1,020	40	1,10	170			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			ПІ	-	11,6	1	11,6	0,476		0,476	40	1,00	230			
1350	1055	Комора для матеріалів та готових виробів	18	-22	17,38	3,75	ЗС1	Зх(З)	2,9	4,05	7,495	0,229	0,100	0,329	40	1,05	80	Инф=1	880	1350
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			В	Зх(З)	4,25	1	4,25	1,020		1,020	40	1,05	190			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			
0			18	-22			-	-	0	0	0	0,000		0,000	40	1,00	0			

1410	1056	Комора для матеріалів та готових виробів	18	-22	17,12	3,75	П1	-	5,3	1	5,3	0,476	0,476	40	1,00	110	Инф=1	870	1410	
			18	-22			ЗС1	Зх(З)	2,9	4,05	5,245	0,229	0,100	0,329	40	1,05				60
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			В	Зх(З)	6,5	1	6,5	1,020	1,020	40	1,05	280				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			П1	-	5,3	1	5,3	0,476	0,476	40	1,00	110				
10840	1011	Рекреація	16	-22	198,43	3,75	ЗС1	Сх(В)	3,8	4,05	11,64	0,229	0,100	0,329	38	1,10	120	Инф=1	9530	10840
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			В	Сх(В)	3,75	1	3,75	1,020	1,020	38	1,10	160				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			П1	-	24	1	24	0,476	0,476	38	1,00	440				
5540	1057	Майстерня з обробки металу та деревини	18	-22	78,75	3,75	ЗС1	Зх(З)	13	4,05	37,85	0,229	0,100	0,329	40	1,05	370	Инф=1	3990	5540
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			В	Зх(З)	2,5	1	2,5	1,020	1,020	40	1,05	110				
			18	-22			В	Зх(З)	3,75	1	3,75	1,020	1,020	40	1,05	170				
			18	-22			В	Зх(З)	5,25	1	5,25	1,020	1,020	40	1,05	230				
			18	-22			ДВ	Зх(З)	1,5	2,2	3,3	1,020	1,020	40	1,05	150				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			П1	-	27,2	1	27,2	0,476	0,476	40	1,00	520				
1150	1059	Кімната вчителя	18	-22	17,42	3,75	ЗС1	Зх(З)	3	4,05	8,4	0,229	0,100	0,329	40	1,05	90	Инф=1	890	1150
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			В	Зх(З)	3,75	1	3,75	1,020	1,020	40	1,05	170				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
			18	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	40	1,00	0				
1390	1041	Сходові клітина	16	-22	22,22	3,75	ЗС1	Зх(З)	3,3	4,05	10,065	0,229	0,100	0,329	38	1,05	100	Инф=1	1070	1390
			16	-22			ЗС1	Пн(С)	1	4,05	4,05	0,229	0,100	0,329	38	1,10	40			
			16	-22			ДВ	Зх(З)	1,5	2,2	3,3	1,020	1,020	38	1,05	140				
			16	-22			ЗС1	Пд(Юг)	1	4,05	4,05	0,229	0,100	0,329	38	1,00	40			
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				
			16	-22			-	-	0	0	0	0,000	0,000	38	1,00	0				

Підсумки - Загальні

Основна інформація:			
Назва проєктів:		Школа 3	
Адреса:			
Населений пун.			
Проектувальник:			
Дата розрахунку		Czwartek 20 ноября 2025 14:56	
Інф			
Тип А:	<input checked="" type="checkbox"/> PUSH PEXC P10	Тип В:	<input checked="" type="checkbox"/> ГОСТ 3262-75 Л
Тип С:	<input checked="" type="checkbox"/> ГОСТ 10704-91	Тип D:	
Тип Е:		Тип F:	
Тип G:		Тип H:	
Тип I:		Тип J:	
Тип K:		Тип L:	
Тип M:		Тип N:	
Тип O:		Тип P:	
Символ джерела тепла:		ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 1	
Параметри теплоносія:			
$\theta_{s,n}$ [°C]:	80,00	$\theta_{r,n}$ [°C]:	60,00
$\theta_{r,r,n}$ [°C]:	58,78		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [%]	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$ [kg/c]:		2,338	
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$ [% U]:		1723	
Розрахункова теплова потужність системи $\Phi_{HL,inst}$ [BT]:		195750	
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst,n}$ [BT]:		12513	
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{tot,inst,n}$ [BT]:		208263	
Параметри джерела тепла: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 1			
$\Delta p_{нс}$ [Па]:	0	$V_{нс}$ [л]:	0,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} [Па]:		107578	
Дод. запас пот. для заповнення буферної ємності $\Phi_{HL,reserve}$ [BT]:			
Орієнтовна теплова потужність джерела взимку $\Phi_{HL,winter}$ [BT]:		195750	
Розрахункова теплова потужність джерела влітку $\Phi_{HL,summer}$ [BT]:			
Розрахункова теплова потужність джерела в перехідному періоді $\Phi_{HL,part}$ [BT]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій $N_{FS,sim}$ [шт.]:			
Параметри для роботи в режимі охолодження:			

Підсумки - Загальні

$\theta_{s,c}$, [°C]:		$\theta_{r,r,c}$, [°C]:	
Потужність на охолодження разом із підключеннями $\Phi_{r,c,t,c}$, [Вт]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ.			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	1	Надлишок потужності, [Вт]:	5780
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	282
Потужність опал. прил., [В	187376	Теплонадх. від труб, [Вт]:	12600
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [В	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	1	Надлишок потужності, [Вт]:	4963
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	599
Розрахункова потужність, [220030	Реальна потужність, [Вт]:	211486
Символ джерела тепла:		ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 2	
Параметри теплоносія:			
$\theta_{s,n}$, [°C]:	80,00	$\theta_{r,n}$, [°C]:	60,00
$\theta_{r,r,n}$, [°C]:	58,63		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [%	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$, [kg/c]:		3,343	
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$, [% U]:		2084	
Розрахункова теплова потужність системи $\Phi_{HL,inst}$, [Вт]:		279960	
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst,n}$, [Вт]:		19709	
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{tot,inst,n}$, [Вт]:		299669	
Параметри джерела тепла: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 2			
$\Delta p_{нс}$, [Па]:	0	$V_{нс}$, [л]:	0,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:		112938	
Дод.запас пот. для заповнення буферної ємності $\Phi_{HL,reserve}$, [Вт]:			
Орієнтовна теплова потужність джерела взимку $\Phi_{HL,winter}$, [Вт]:		279960	
Розрахункова теплова потужність джерела влітку $\Phi_{HL,summer}$, [Вт]:			
Розрахункова теплова потужність джерела в перехідному періоді $\Phi_{HL,part}$, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій $N_{FS,sim}$, [шт.]:			
Параметри для роботи в режимі охолодження:			
$\theta_{s,c}$, [°C]:		$\theta_{r,r,c}$, [°C]:	
Потужність на охолодження разом із підключеннями $\Phi_{r,c,t,c}$, [Вт]:			

Підсумки - Загальні

Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ.			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	3	Надлишок потужності, [Вт]:	10411
Недогріті:	1	Дефіцит потужності, [Вт]:	489
Потужність опал. прил., [В	273462	Теплонадх. від труб, [Вт]:	16443
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [В	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	4	Надлишок потужності, [Вт]:	10600
Недогріті:	2	Дефіцит потужності, [Вт]:	1042
Розрахункова потужність, [292100	Реальна потужність, [Вт]:	285072
Символ джерела тепла:		ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 3	
Параметри теплоносія:			
$\theta_{s,n}$, [°C]:	80,00	$\theta_{r,n}$, [°C]:	60,00
$\theta_{r,r,n}$, [°C]:	58,56		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [%	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$, [kg/c]:	1,628		
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$, [% U]:	1621		
Розрахункова теплова потужність системи $\Phi_{HL,inst}$, [Вт]:	136320		
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst,n}$, [Вт]:	10249		
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{tot,inst,n}$, [Вт]:	146569		
Параметри джерела тепла: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 3			
$\Delta p_{нс}$, [Па]:	0	$V_{нс}$, [л]:	0,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:		65851	
Дод. запас пот. для заповнення буферної ємності $\Phi_{HL,reserve}$, [Вт]:			
Орієнтовна теплова потужність джерела взимку $\Phi_{HL,winter}$, [Вт]:		136320	
Розрахункова теплова потужність джерела влітку $\Phi_{HL,summer}$, [Вт]:			
Розрахункова теплова потужність джерела в перехідному періоді $\Phi_{HL,part}$, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій $N_{FS,sim}$, [шт.]:			
Параметри для роботи в режимі охолодження:			
$\theta_{s,c}$, [°C]:		$\theta_{r,r,c}$, [°C]:	
Потужність на охолодження разом із підключеннями $\Phi_{r,c,t,c}$, [Вт]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ.			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	1	Надлишок потужності, [Вт]:	4857

Підсумки - Загальні

Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	400
Потужність опал. прил., [В	128863	Теплонадх. від труб, [Вт]:	11103
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [В	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	2	Надлишок потужності, [Вт]:	4295
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	412
Розрахункова потужність, [147300	Реальна потужність, [Вт]:	139773
Символ джерела тепла: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 4			
Параметри теплоносія:			
$\theta_{s,n}$, [°C]:	80,00	$\theta_{r,n}$, [°C]:	60,00
$\theta_{r,r,n}$, [°C]:	58,51		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [%]	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$, [kg/c]:		2,556	
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$, [% U]:		2042	
Розрахункова теплова потужність системи $\Phi_{HL,inst}$, [Вт]:		214050	
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst,n}$, [Вт]:		16210	
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{tot,inst,n}$, [Вт]:		230260	
Параметри джерела тепла: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 4			
$\Delta p_{нс}$, [Па]:	0	$V_{нс}$, [л]:	0,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:		82640	
Дод. запас пот. для заповнення буферної ємності $\Phi_{HL,reserve}$, [Вт]:			
Орієнтовна теплова потужність джерела взимку $\Phi_{HL,winter}$, [Вт]:		214050	
Розрахункова теплова потужність джерела влітку $\Phi_{HL,summer}$, [Вт]:			
Розрахункова теплова потужність джерела в перехідному періоді $\Phi_{HL,part}$, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій $N_{FS,sim}$, [шт.]:			
Параметри для роботи в режимі охолодження:			
$\theta_{s,c}$, [°C]:		$\theta_{r,r,c}$, [°C]:	
Потужність на охолодження разом із підключеннями $\Phi_{r,c,t,c}$, [Вт]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ.			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	5806
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	284
Потужність опал. прил., [В	204533	Теплонадх. від труб, [Вт]:	14980
Приміщення неопалювані:			

Підсумки - Приміщення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	$\theta_{F,C,min}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C
001	16	7000	7,0	2100	2,1	5097	5,1	-197	-0,2	19,6
☞ PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1712$ Вт Aut.H = 0,24						
☞ PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1700$ Вт Aut.H = 0,24						
☞ PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1685$ Вт Aut.H = 0,24						
002	18	850	0,8	52	0,1	823	0,8	-25	-0,0	19,6
☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 823$ Вт Aut.H = 0,97						
003	22	21500	21,5	962	1,0	20946	20,9	-408	-0,4	19,6
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2057$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2073$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2087$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2097$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2107$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2112$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2115$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2118$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2083$ Вт Aut.H = 0,10						
☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 2096$ Вт Aut.H = 0,10						
007	20	300	0,3	13	0,0	303	0,3	-16	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 303$ Вт Aut.H = 1,01						
008	20	400	0,4	93	0,1	315	0,3	-7	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 315$ Вт Aut.H = 0,79						
009	20	300	0,3	90	0,1	243	0,2	-33	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,500 м L = 0,50 м		$\Phi_{r,H} = 243$ Вт Aut.H = 0,81						
010	16	350	0,4	101	0,1	258	0,3	-9	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,500 м L = 0,50 м		$\Phi_{r,H} = 258$ Вт Aut.H = 0,74						
011	20	300	0,3	80	0,1	228	0,2	-7	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,500 м L = 0,50 м		$\Phi_{r,H} = 228$ Вт Aut.H = 0,76						
012	20	400	0,4	80	0,1	316	0,3	4	0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 316$ Вт Aut.H = 0,79						
013	20	450	0,5	79	0,1	389	0,4	-18	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 389$ Вт Aut.H = 0,86						
014	20	300	0,3	28	0,0	287	0,3	-15	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 287$ Вт Aut.H = 0,96						
016	16	400	0,4	35	0,0	384	0,4	-19	-0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 384$ Вт Aut.H = 0,96						
017	22	400	0,4	80	0,1	315	0,3	4	0,0	19,6
☞ PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 315$ Вт Aut.H = 0,79						
018	22	800	0,8	88	0,1	713	0,7	-1	-0,0	19,6
☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 713$ Вт Aut.H = 0,89						
019	18	700	0,7	46	0,0	678	0,7	-25	-0,0	19,6

Підсумки - Приміщення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	$\theta_{F,C,min}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C
035	16	700	0,7	83	0,1	655	0,7	-38	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 678$ Вт		Aut.H = 0,97		
046	16	1800	1,8	160	0,2	1774	1,8	-134	-0,1	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 655$ Вт		Aut.H = 0,94		
047	16	2050	2,0	200	0,2	1869	1,9	-19	-0,0	19,6
		PROFIL-33V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1774$ Вт		Aut.H = 0,99		
058	18	750	0,8	134	0,1	645	0,6	-29	-0,0	19,6
		PROFIL-33V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1869$ Вт		Aut.H = 0,91		
060	16	700	0,7	56	0,1	636	0,6	8	0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 645$ Вт		Aut.H = 0,86		
1002	16	14500	14,5	3372	3,4	11722	11,7	-594	-0,6	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 636$ Вт		Aut.H = 0,91		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1636$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1646$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1653$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1657$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1661$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1664$ Вт		Aut.H = 0,11		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 1805$ Вт		Aut.H = 0,12		
1003	20	350	0,4	105	0,1	253	0,3	-8	-0,0	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 0,500 м L = 0,50 м		$\Phi_{r,H} = 253$ Вт		Aut.H = 0,72		
1004	20	1100	1,1	56	0,1	1077	1,1	-33	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,400 м L = 1,40 м		$\Phi_{r,H} = 1077$ Вт		Aut.H = 0,98		
1006	20	550	0,6	64	0,1	471	0,5	14	0,0	19,6
		PROFIL-10K-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 471$ Вт		Aut.H = 0,86		
1007	20	500	0,5	42	0,0	465	0,5	-7	-0,0	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 465$ Вт		Aut.H = 0,93		
1008	20	400	0,4	59	0,1	332	0,3	10	0,0	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 332$ Вт		Aut.H = 0,83		
1009	20	700	0,7	61	0,1	660	0,7	-21	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 660$ Вт		Aut.H = 0,94		
1010	20	400	0,4	23	0,0	382	0,4	-5	-0,0	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 382$ Вт		Aut.H = 0,96		
1011	16	2000	2,0	271	0,3	1787	1,8	-58	-0,1	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 1787$ Вт		Aut.H = 0,89		
1013	16	12400	12,4	868	0,9	12270	12,3	-738	-0,7	19,6
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2058$ Вт		Aut.H = 0,17		
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2022$ Вт		Aut.H = 0,16		
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2008$ Вт		Aut.H = 0,16		
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2065$ Вт		Aut.H = 0,17		

Підсумки - Приміщення

СИМВОЛ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	$\theta_{F,C,min}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2042$ Вт	$Aut.H = 0,16$					
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2075$ Вт	$Aut.H = 0,17$					
1014	18	1300	1,3	25	0,0	1309	1,3	-34	-0,0	19,6
PROFIL-22V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1309$ Вт	$Aut.H = 1,01$					
1016	18	700	0,7	40	0,0	647	0,6	13	0,0	19,6
PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 647$ Вт	$Aut.H = 0,92$					
1019	16	6300	6,3	125	0,1	6446	6,4	-271	-0,3	19,6
PROFIL-33V-50		Розмір 1,600 м L = 1,60 м		$\Phi_{r,H} = 3209$ Вт	$Aut.H = 0,51$					
PROFIL-33V-50		Розмір 1,600 м L = 1,60 м		$\Phi_{r,H} = 3237$ Вт	$Aut.H = 0,51$					
1021	20	900	0,9	53	0,1	845	0,8	3	0,0	19,6
PROFIL-11V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 845$ Вт	$Aut.H = 0,94$					
1022	20	400	0,4	77	0,1	331	0,3	-9	-0,0	19,6
PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 331$ Вт	$Aut.H = 0,83$					
1023	20	400	0,4	71	0,1	333	0,3	-4	-0,0	19,6
PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 333$ Вт	$Aut.H = 0,83$					
1024	25	400	0,4	120	0,1	284	0,3	-4	-0,0	19,6
PROFIL-10K-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 284$ Вт	$Aut.H = 0,71$					
1025	20	1300	1,3	19	0,0	1353	1,4	-72	-0,1	19,6
PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1353$ Вт	$Aut.H = 1,04$					
1026	20	1000	1,0	30	0,0	969	1,0	1	0,0	19,6
PROFIL-11V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 969$ Вт	$Aut.H = 0,97$					
1027	20	1100	1,1	48	0,0	1083	1,1	-30	-0,0	19,6
PROFIL-11V-50		Розмір 1,400 м L = 1,40 м		$\Phi_{r,H} = 1083$ Вт	$Aut.H = 0,98$					
1028	16	11000	11,0	2842	2,8	8658	8,7	-499	-0,5	19,6
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2134$ Вт	$Aut.H = 0,19$					
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2176$ Вт	$Aut.H = 0,20$					
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2184$ Вт	$Aut.H = 0,20$					
PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2165$ Вт	$Aut.H = 0,20$					
1029	16	3500	3,5	89	0,1	3549	3,5	-137	-0,1	19,6
PROFIL-33V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1780$ Вт	$Aut.H = 0,51$					
PROFIL-33V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1768$ Вт	$Aut.H = 0,51$					
1030	16	350	0,4	105	0,1	267	0,3	-22	-0,0	19,6
PROFIL-10V-50		Розмір 0,500 м L = 0,50 м		$\Phi_{r,H} = 267$ Вт	$Aut.H = 0,76$					
1031	20	1300	1,3	16	0,0	1273	1,3	11	0,0	19,6
PROFIL-22V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1273$ Вт	$Aut.H = 0,98$					
1032	20	1300	1,3	43	0,0	1284	1,3	-27	-0,0	19,6
PROFIL-22V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1284$ Вт	$Aut.H = 0,99$					
1033	20	2100	2,1	89	0,1	2041	2,0	-30	-0,0	19,6
PROFIL-33V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 2041$ Вт	$Aut.H = 0,97$					
1034	20	1800	1,8	36	0,0	1816	1,8	-51	-0,1	19,6

Підсумки - Приміщення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	$\theta_{F,C,min}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C
1035	16	800	0,8	79	0,1	761	0,8	-40	-0,0	19,6
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1816$ Вт Aut.H = 1,01				
1037	16	650	0,7	159	0,2	501	0,5	-11	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 761$ Вт Aut.H = 0,95				
1039	16	6500	6,5	119	0,1	6211	6,2	171	0,2	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 501$ Вт Aut.H = 0,77				
1040	16	6400	6,4	83	0,1	6239	6,2	78	0,1	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 3,000 м L = 3,00 м		$\Phi_{r,H} = 6211$ Вт Aut.H = 0,96				
1041	16	6400	6,4	68	0,1	6148	6,1	183	0,2	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 3,000 м L = 3,00 м		$\Phi_{r,H} = 6239$ Вт Aut.H = 0,97				
1042	16	6200	6,2	86	0,1	6093	6,1	21	0,0	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 3,000 м L = 3,00 м		$\Phi_{r,H} = 6148$ Вт Aut.H = 0,96				
1043	16	6700	6,7	199	0,2	6279	6,3	222	0,2	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 3,000 м L = 3,00 м		$\Phi_{r,H} = 6093$ Вт Aut.H = 0,98				
1044	16	2200	2,2	214	0,2	2070	2,1	-84	-0,1	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 3,000 м L = 3,00 м		$\Phi_{r,H} = 6279$ Вт Aut.H = 0,94				
1045	16	2000	2,0	600	0,6	1380	1,4	20	0,0	19,6
		PROFIL-33K-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 2070$ Вт Aut.H = 0,94				
1046	18	2900	2,9	67	0,1	2968	3,0	-135	-0,1	19,6
		PROFIL-22K-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1380$ Вт Aut.H = 0,69				
1047	18	1500	1,5	44	0,0	1492	1,5	-36	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1477$ Вт Aut.H = 0,51				
1048	18	1600	1,6	327	0,3	1293	1,3	-20	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1491$ Вт Aut.H = 0,51				
1049	20	6000	6,0	179	0,2	6092	6,1	-271	-0,3	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1492$ Вт Aut.H = 0,99				
1050	18	1000	1,0	86	0,1	957	1,0	-43	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1293$ Вт Aut.H = 0,81				
1051	18	500	0,5	150	0,1	361	0,4	-11	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 957$ Вт Aut.H = 0,96				
1052	20	5000	5,0	202	0,2	4983	5,0	-185	-0,2	19,6
		PROFIL-10V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м		$\Phi_{r,H} = 361$ Вт Aut.H = 0,72				
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 980$ Вт Aut.H = 0,20				
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 992$ Вт Aut.H = 0,20				
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 999$ Вт Aut.H = 0,20				
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 1003$ Вт Aut.H = 0,20				

Підсумки - Приміщення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	$\theta_{F,C,min}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C
1053	18	1700	1,7	80	0,1	1644	1,6	-24	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м		$\Phi_{r,H} = 1008$ Вт		Aut.H = 0,20		
1054	18	6500	6,5	644	0,6	6176	6,2	-320	-0,3	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 1644$ Вт		Aut.H = 0,97		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1241$ Вт		Aut.H = 0,19		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1241$ Вт		Aut.H = 0,19		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1237$ Вт		Aut.H = 0,19		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1232$ Вт		Aut.H = 0,19		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1226$ Вт		Aut.H = 0,19		
1055	18	1500	1,5	28	0,0	1467	1,5	5	0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1467$ Вт		Aut.H = 0,98		
1056	18	1600	1,6	22	0,0	1618	1,6	-41	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 1618$ Вт		Aut.H = 1,01		
1057	18	6000	6,0	535	0,5	5469	5,5	-4	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 1832$ Вт		Aut.H = 0,31		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 1820$ Вт		Aut.H = 0,30		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 1817$ Вт		Aut.H = 0,30		
1059	18	1300	1,3	94	0,1	1237	1,2	-31	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1237$ Вт		Aut.H = 0,95		
1060	20	2300	2,3	113	0,1	2310	2,3	-123	-0,1	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1153$ Вт		Aut.H = 0,50		
		PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 1156$ Вт		Aut.H = 0,50		
1061	22	2700	2,7	86	0,1	2661	2,7	-47	-0,0	19,6
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1328$ Вт		Aut.H = 0,49		
		PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 1333$ Вт		Aut.H = 0,49		
1062	20	1000	1,0	300	0,3	736	0,7	-36	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м		$\Phi_{r,H} = 736$ Вт		Aut.H = 0,74		
1063	16	900	0,9	46	0,0	841	0,8	14	0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 841$ Вт		Aut.H = 0,93		
1064	16	1500	1,5	337	0,3	1183	1,2	-20	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 1183$ Вт		Aut.H = 0,79		
1065	18	1080	1,1	39	0,0	1043	1,0	-2	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м		$\Phi_{r,H} = 1043$ Вт		Aut.H = 0,97		
1066	18	5700	5,7	127	0,1	5781	5,8	-208	-0,2	19,6
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1925$ Вт		Aut.H = 0,34		
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1925$ Вт		Aut.H = 0,34		
		PROFIL-33V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м		$\Phi_{r,H} = 1931$ Вт		Aut.H = 0,34		
1067	18	900	0,9	42	0,0	887	0,9	-29	-0,0	19,6
		PROFIL-11V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м		$\Phi_{r,H} = 887$ Вт		Aut.H = 0,99		
1068	25	700	0,7	54	0,1	662	0,7	-16	-0,0	19,6





Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів CO

Символ:	↑↑ ЗА ЗАМОВЧЕННЯМ(ПІД.)	Виробник:	KAN	Каталожний №:	
Стандартна конструкція системи поверхневого опалення					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: θ ($R_{\alpha, B} = \theta$ м ² К/Вт)					
Вологі умови: Нормальний					
Тип конструкції: Тип А					
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		м			
■ СТЯЖКА ЦЕМ		0,0650	Цементна стяжка		
Символ труб:	BLUEFLOOR	D _{min} : 16 мм D _{max} : 20 мм			
L _{max} : 200 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м				
Прошарки з іншого боку труб:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		м			
■ EPS 200 KAN 30		0,0300	Плита пінополістирольна Tasker EPS200 036 (PS30) з плівкою		
■ EPS 100-038 20		0,0200	Плити пінополістирольні EPS 100 - 038 з об'ємною щільністю		
■ ПОЛІЕТИЛЕН 0,15		0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0,15 мм		
■ БЕТОН-2200		0,3000	Бетон важкий. Заповнювач із природного каменю.		
Символ:	↑↓ ЗА ЗАМОВЧУВАННЯМ(С.)	Виробник:		Каталожний №:	
Конструкція стінового опалювального приладу за замовчуванням					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: θ ($R_{\alpha, B} = \theta$ м ² К/Вт)					
Вологі умови: Нормальний					
Тип конструкції: Тип А					
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		м			
Символ труб:		D _{min} : мм D _{max} : мм			
L _{max} : 120 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м				
Прошарки з іншого боку труб:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		м			
Символ:	↑↓ ЗА ЗАМОВЧУВАННЯМ(СТ)	Виробник:		Каталожний №:	
Конструкція підлогового опалювального приладу за замовчуванням					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: θ ($R_{\alpha, B} = \theta$ м ² К/Вт)					
Вологі умови: Нормальний					

Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів CO

Тип конструкції:		Тип А	
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:			
Символ		D	Опис матеріалу
		M	
Символ труб:		Dn _{min} : мм Dn _{max} : мм	
L _{max} : 120 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м		
Прошарки з іншого боку труб:			
Символ		D	Опис матеріалу
		M	
Символ: КЕРАМІКА			
Виробник: KAN		Каталожний №:	
Покриття з керамічної плитки (між поверхами)			
Метод розрахунку: EN 1264/15377			
Підлогове покриття за замовчуванням: 3 (R _{α,β} = 0,012 м ² К/Вт)			
Вологі умови: Нормальний			
Тип конструкції:		Тип А	
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:			
Символ		D	Опис матеріалу
		M	
ЦЕМЕНТНА СТЯЖКА		0,0650	Цементна стяжка
Символ труб:	BLUEFLOOR	Dn _{min} : 16 мм Dn _{max} : 20 мм	
L _{max} : 200 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м		
Прошарки з іншого боку труб:			
Символ		D	Опис матеріалу
		M	
ПЛИТА EPS 200 З ПЛІВКОЮ KAN 30		0,0300	Плита пінополістирольна Tasker EPS200 036 (PS30) з плівкою
ПЛІВКА PE 0.15		0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0.15 мм
ПЕР-3Б-22		0,2200	Перекриття залізобетонне 22 см.
Символ: ЛАМІНАТ			
Виробник: KAN		Каталожний №:	
Ламінат на ґрунті			
Метод розрахунку: EN 1264/15377			
Підлогове покриття за замовчуванням: 254 (R _{α,β} = 0,15 м ² К/Вт)			
Вологі умови: Нормальний			
Тип конструкції:		Тип В	
Символ теплорозпр. пласт.			
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:			
Символ		D	Опис матеріалу
		M	
СТЯЖКА СУХА 25		0,0250	Суха стяжка із гіпсоволокнистих листів D = 25 мм

Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів СО

Символ труб:	ULTRAPRESS PE	$D_{n_{min}}$: 16 мм $D_{n_{max}}$: 16 мм
L_{max} : 100 м	T_{min} : 0,167 м T_{max} : 0,334 м T_{step} : 0,083 м	
Прошарки з іншого боку труб:		
Символ	D	Опис матеріалу
	м	
 TBS EPS150 KAN 25	0,0250	Плита пінополістирольна TBS EPS150 036 (PS30) - тверда D :
 EPS 100-038 20	0,0200	Плити пінополістирольні EPS 100 - 038 з об'ємною щільністю
 ПОЛІЕТИЛЕН 0,15	0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0,15 мм
 ПЕР-3Б-22	0,2200	Перекриття залізобетонне 22 см.

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	L	Приміщення	d_n	$G_{Iзо}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	PL_c	M	Q	v	R
		м		мм	мм	Вт	кВт		кг/с	л/хв	м/с	Па
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-50 в приміщенні: 1011												
$\Delta p_{disp} = 107750$ Па $\Delta p_{gr} = 172$ Па $\Delta p = 107750$ Па $\Delta p_{over} = 0$ Па $\Delta H = 2,05$ м $L_{CIR} = 152,95$ м												
ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 1						$\Delta p_{HS} = 0$ Па						
-	С	1,25	24	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	С	66,95	001	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	С	2,50	1011	65		147050	147,1	1,000	1,756	108,4	0,483	
-	В	0,65	1011	50		73730	73,7	1,000	0,881	54,4	0,396	
1 2100 0X				$d_n = 50$ мм		$k_v = 220,000$			$\Delta p = 22$ Па			
-	A	1,25	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,8	0,447	
1 2100 0X				$d_n = 20$ мм		$k_v = 30,000$			$\Delta p = 19$ Па			
1 4017 0X				Налаштування: 1.3		$d_n = 20$ мм						
						$k_v = 1,030$ м ³ /год			$\Delta p = 15783$ Па			
РОЗПОД				$d_n = 25$ мм		$k_v = 5,700$			$\Delta p = 515$ Па			
-	A	0,80	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,8	0,447	
-	A	3,00	1011	25x3,5		4900	4,9	1,000	0,059	3,6	0,237	
-	A	0,35	1011	18x2,5		2000	2,0	1,000	0,024	1,5	0,185	
P3KS				Налаштування: 3		$d_n = 15$ мм						
						Авторитет = 0,86			$k_v = 0,284$ м ³ /год $\Delta p = 9690$ Па			
1 3066 01				$d_n = 20$ мм		$k_v = 1,250$			$\Delta p = 501$ Па			
PROFIL-22V-50				1,200 м L = 1,20 м		$\Phi_{r,H} = 1787$ Вт			$\Delta p = 31$ Па			
--	A	0,40	1011	18x2,5		2000	2,0	1,000	0,024	1,5	0,183	
--	A	3,00	1011	25x3,5		4900	4,9	1,000	0,059	3,6	0,234	
--	A	0,85	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,7	0,441	
--	A	0,85	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,7	0,441	
1 2100 1X				$d_n = 20$ мм		$k_v = 30,000$			$\Delta p = 18$ Па			
1 4002 4X				Налаштування: 2.5		$d_n = 15$ мм						
						$\Delta p_{st} = 11,35$ кПа			$k_v = 0,505$ м ³ /год $\Delta p = 64261$ Па			
РОЗПОД				$d_n = 25$ мм		$k_v = 5,700$			$\Delta p = 503$ Па			
--	В	0,80	1011	50		73730	73,7	1,000	0,881	53,7	0,391	
1 2100 0X				$d_n = 50$ мм		$k_v = 220,000$			$\Delta p = 21$ Па			
--	С	2,20	1011	65		147050	147,1	1,000	1,756	107,1	0,478	
--	С	66,85	001	65		195750	195,8	1,000	2,338	142,6	0,636	
--	С	1,25	24	65		195750	195,8	1,000	2,338	142,6	0,636	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-50 в приміщенні: 1046												
$\Delta p_{disp} = 107754$ Па $\Delta p_{gr} = 176$ Па $\Delta p = 107754$ Па $\Delta p_{over} = 0$ Па $\Delta H = 2,05$ м $L_{CIR} = 159,75$ м												
ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 1						$\Delta p_{HS} = 0$ Па						
-	С	1,25	24	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	С	66,95	001	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	С	2,50	1011	65		147050	147,1	1,000	1,756	108,4	0,483	

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	L м	Приміщення	d _n мм	G _{Ізо} мм	Φ _{НЛ} Вт	Φ _{НЛ} кВт	PL _c	M kg/c	Q л/хв	v м/с	R Па
-	B	0,65	1011	50		73730	73,7	1,000	0,881	54,4	0,396	
		1 2100 0X		d _n = 50 мм		k _v = 220,000		Δp = 22 Па				
-	A	1,25	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,8	0,447	
		1 2100 0X		d _n = 20 мм		k _v = 30,000		Δp = 19 Па				
		1 4017 0X		Налаштування: 1.3		d _n = 20 мм						
						k _v = 1,030 м ³ /год		Δp = 15783 Па				
		POЗПОД		d _n = 25 мм		k _v = 5,700		Δp = 515 Па				
-	A	0,80	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,8	0,447	
-	A	3,00	1011	25x3,5		4900	4,9	1,000	0,059	3,6	0,237	
-	A	3,40	1011	18x2,5		2900	2,9	1,000	0,035	2,1	0,268	
-	A	0,35	1046	18x2,5		1450	1,4	1,000	0,017	1,1	0,134	
		PVЗКС		Налаштування: 2		d _n = 15 мм						
				Авторитет = 0,82		k _v = 0,210 м ³ /год		Δp = 9298 Па				
		1 3066 01		d _n = 20 мм		k _v = 1,250		Δp = 263 Па				
		PROFIL-22V-50		1,100 м L = 1,10 м		Φ _{г,н} = 1491 Вт		Δp = 16 Па				
--	A	0,40	1046	18x2,5		1450	1,4	1,000	0,017	1,1	0,133	
--	A	3,40	1011	18x2,5		2900	2,9	1,000	0,035	2,1	0,265	
--	A	3,00	1011	25x3,5		4900	4,9	1,000	0,059	3,6	0,234	
--	A	0,85	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,7	0,441	
--	A	0,85	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,7	0,441	
		1 2100 1X		d _n = 20 мм		k _v = 30,000		Δp = 18 Па				
		1 4002 4X		Налаштування: 2.5		d _n = 15 мм						
				Δp _{st} = 11,35 кПа		k _v = 0,505 м ³ /год		Δp = 64261 Па				
		POЗПОД		d _n = 25 мм		k _v = 5,700		Δp = 503 Па				
--	B	0,80	1011	50		73730	73,7	1,000	0,881	53,7	0,391	
		1 2100 0X		d _n = 50 мм		k _v = 220,000		Δp = 21 Па				
--	C	2,20	1011	65		147050	147,1	1,000	1,756	107,1	0,478	
--	C	66,85	001	65		195750	195,8	1,000	2,338	142,6	0,636	
--	C	1,25	24	65		195750	195,8	1,000	2,338	142,6	0,636	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-50 в приміщенні: 1046												
Δp _{disp} = 107753 Па Δp _{gr} = 176 Па Δp = 107753 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,05 м L _{CTR} = 166,25 м												
		ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СТ. 1				Δp _{HS} = 0 Па						
-	C	1,25	24	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	C	66,95	001	65		195750	195,8	1,000	2,338	144,3	0,643	
-	C	2,50	1011	65		147050	147,1	1,000	1,756	108,4	0,483	
-	B	0,65	1011	50		73730	73,7	1,000	0,881	54,4	0,396	
		1 2100 0X		d _n = 50 мм		k _v = 220,000		Δp = 22 Па				
-	A	1,25	1011	25x3,5		9250	9,3	1,000	0,110	6,8	0,447	
		1 2100 0X		d _n = 20 мм		k _v = 30,000		Δp = 19 Па				

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип діл.	Тип ар.	Приміщення	d _n мм	Каталожний номер	Налаштування	Δp _{ст} кПа	Авт.	ФНЛ Вт	ФНЛ кВт
			003	15		3		0,42	2150	2,1
			003	15		3		0,44	2150	2,1
			003	15		3		0,46	2150	2,1
			003	15		3		0,50	2150	2,1
			003	15		2.5		0,61	2150	2,1
			003	15		2.5		0,64	2150	2,1
			003	15		2.5		0,66	2150	2,1
			003	15		2.5		0,70	2150	2,1
			003	15		3		0,74	2150	2,1
			003	15		3		0,76	2150	2,1
			058	15		4.5		0,83	750	0,8
			002	15		1		0,86	850	0,8
			001	15		3		0,78	2380	2,4
			047	15		3		0,72	2050	2,0
			046	15		3		0,58	1800	1,8
			001	15	1 4002 41	6.0	24,1		17200	17,2
			001	25	1 4017 03	1.6			17200	17,2
			001	15	1 4002 41	3.5	14,8		12830	12,8
			001	25	1 4017 03	1.3			12830	12,8
			001	15	1 4002 41	5.0	22,1		8950	9,0
			001	20	1 4017 02	1.3			8950	9,0
			001	15	1 4002 41	2.5	12,9		2800	2,8
			001	15	1 4017 01	1.0			2800	2,8
			001	15	1 4002 41	3.0	13,9		6920	6,9
			001	20	1 4017 02	1.2			6920	6,9
			44	15		2		0,43	1300	1,3
			44	15		2		0,44	1300	1,3
			57	15		1		0,47	950	1,0
			56	15		1.5		0,51	1258	1,3
			56	15		1.5		0,49	1221	1,2
			56	15		1.5		0,46	1221	1,2
			45	15		2.5		0,44	1700	1,7
			007	15		1		0,73	300	0,3
			008	15		1		0,73	400	0,4
			009	15		1		0,78	300	0,3
			010	15		1		0,72	350	0,4
			011	15		1		0,71	300	0,3
			012	15		1		0,70	400	0,4
			013	15		2.5		0,69	450	0,5
			014	15		1		0,70	300	0,3

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип діл.	Тип ар.	Приміщення	d _n мм	Каталожний номер	Налаштування	Δp _{ст} кПа	Авт.	Φ _{HL} Вт	Φ _{HL} кВт
			001	15		3		0,80	2310	2,3
			001	15		3.5		0,74	2310	2,3
			017	15		1		0,71	400	0,4
			016	15		1		0,71	400	0,4
			018	15		1		0,69	800	0,8
			019	15		1		0,69	700	0,7
			53	15		2.5		0,57	1600	1,6
			53	15		2.5		0,58	1600	1,6
			52	15		2		0,63	1600	1,6
			52	15		2		0,65	1600	1,6
			51	15		2.5		0,68	1800	1,8
			51	15		2.5		0,74	1800	1,8
			21	15		2		0,82	1800	1,8
			22	15		3		0,65	2363	2,4
			61	15		2.5		0,51	1800	1,8
			25	15		1.5		0,60	1150	1,2
			25	15		1.5		0,65	1150	1,2
			22	15		3		0,70	2363	2,4
			20	15		1		0,81	500	0,5
			22	15		2.5		0,86	2363	2,4
			035	15		3		0,90	700	0,7
			43	15		1		0,86	400	0,4
			42	15		3.5		0,86	600	0,6
			41	15		1		0,82	400	0,4
			40	15		1		0,77	350	0,4
			39	15		2.5		0,74	450	0,5
			38	15		4		0,71	600	0,6
			37	15		1		0,69	800	0,8
			36	15		3		0,69	500	0,5
			55	15		1.5		0,82	1190	1,2
			55	15		1.5		0,74	1155	1,2
			55	15		1.5		0,69	1155	1,2
			22	15		3.5		0,61	2224	2,2
			22	15		3.5		0,58	2363	2,4
			22	15		3.5		0,56	2224	2,2
			001	15	1 4002 41	4.0	17,2		11800	11,8
			001	25	1 4017 03	1.3			11800	11,8
			001	15	1 4002 41	4.5	19,2		12389	12,4
			001	25	1 4017 03	1.3			12389	12,4
			001	15	1 4002 41	2.5	12,5		4100	4,1

1.5. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря приміщень школи визначаються згідно з ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

В приміщеннях школи згідно ДБН В.2.2-3:2018 температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря потрібно приймати відповідно до вимог.

У приміщеннях школи, у повітряне середовище яких можливе виділення шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують гранично допустимі санітарні норми, або виділення різких і неприємних запахів, потрібно передбачати вентиляцію відповідно до вимог ДБН В.2.5-67. В допоміжних приміщеннях потрібно передбачати природну загальнообмінну вентиляцію, що забезпечує одноразовий повітрообмін за 1 год.

У приміщеннях школи допустимо передбачати кондиціонування повітря за вимогами, якщо задані параметри повітряного середовища в них не можуть бути забезпечені загальнообмінною вентиляцією, включаючи вентиляцією з випарним охолодженням повітря.

Проектом передбачена механічна система вентиляції. В музичному класі циркуляція повітря здійснюється за допомогою стельових припливно-витяжних установок з пластинчастим рекуператором Slimstar 2000 EC виробництва компанії «Aerostar», які розташовані в застельовому просторі. Для забезпечення рівномірного розподілу припливного повітря в приміщеннях, підібрані стельові дифузори. Видалення повітря відбувається за допомогою тих самих стельових дифузорів, а на окремих витяжних системах для другорядних приміщень (таких як санвузли, кухня, тощо), встановлені анемостати.

Для приміщень бібліотеки, класу праці, малювання, танцювального залу передбачена механічна система вентиляції, з припливно-витяжною установкою GREENSTR 20 фірми виробника «Aerostar», яка встановлена за межами будівлі.

1.6 Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря визначаються згідно з ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Клас:

Рівень метаболізму: 58 Вт/м² (1,0 мет)

Теплоізоляційні властивості людини залежать від вбрання, табл. Д.3 [2].

Холодний період року – 1,1 кло (0,155 м²·К/Вт)

Теплий період року – 0,50 кло (0,080 м²·К/Вт)

Кабінет директора:

Рівень метаболізму: 70 Вт/м² (1,2 мет).

Холодний період року – 1,0 кло (0,155 м²·К/Вт)

Теплий період року – 0,80 кло (0,125 м²·К/Вт)

Бібліотека:

Рівень метаболізму: 70 Вт/м² (1,2 мет).

Холодний період року – 1,0 кло (0,155 м²·К/Вт)

Теплий період року – 0,90 кло (0,140 м²·К/Вт)

Приміщення	Період року	Температура	Відносна вологість	Рухливість повітря	ГДК CO ₂
Музичний клас	Теплий	25	25-60	0,21	600
	Холодний	22		0,18	
Бібліотека	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	
Клас малювання	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	
Танцювальна кімната	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	

Теплонадходження від штучного освітлення

$$Q_{oc} = A * E * q_{oc} * \eta_{oc}$$

A - площа кімнати

$$A = 255 \text{ м}^2$$

E – освітленість, за [2]

$$E = 200 \text{ Люкс}$$

$q_{oc} = 0,13 \text{ Вт/м}^2$, питомі виділення теплоти, за [2]

η_{oc} - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту, за [2]

$$\eta_{oc} = 0,55$$

1. Музичний клас	$Q_{ocv} =$	653	F =	60,90
2. Бібліотека	$Q_{ocv} =$	936	F =	87,3
3. Клас малювання	$Q_{ocv} =$	923	F =	43,04
4. Танцювальна кімната	$Q_{ocv} =$	711	F =	33,14
5. Спортзал	$Q_{ocv} =$	1875	F =	87,4

Повна та явна кількість теплоти від людей в теплий період року

$$Q_h = \sum q_h * n - \text{явні теплонадходження}$$

$$Q_{hf} = \sum q_{hf} * n - \text{повні теплонадходження}$$

q_h - питоме виділення явної теплоти однією людиною, за [2] табл. 4.1 у стані спокою і $t = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ є 60 Вт

q_{hf} - питоме виділення повної теплоти однією людиною, за [2] табл. 4.1 при легкій роботі і $t = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ є 145 Вт

n- кількість людей

1	ПнСх	25,5	662,6	1042,2	1011,1	995,2	964,41	917,7	824,5	684,4
2	ПнСх	13,5	350,8	340,4	333,2	320,1	300,4	280,0	267,7	250,3
3	ПнСх	5,2	135,1	128,3	122,5	117,4	115,4	110,7	105,4	100,1
4	ПнСх	6,6	171,5	165,5	158,3	150,3	145,4	134,8	130,3	121,0
5	ПнСх	8,4	218,3	212,5	206,1	203,0	196,7	187,1	168,1	139,6

			Q _{обл} =	600
Бібліотека	N=	300	Q _{обл} =	1800

Загальні теплонадходження в приміщеннях

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Холодний			
		Явні	Повні	Явні	Повні
1	Люди	325	725	450	740
	Штучне освітлення	653	653	653	653
	Сонячна радіація	662	662		
	Всього:	1640	2040	1103	1393
2	Люди	260	580	360	592
	Штучне освітлення	923	923	923	923
	Сонячна радіація	350	350		

	Всього:	1533	1853	1283	1515
3	Люди	170	294	190	298
	Штучне освітлення	923	923	923	923
	Сонячна радіація	135	135		
	Обладнання	600	600	600	600
	Всього:	1828	1952	1713	1821
4	Люди	510	882	570	894
	Штучне освітлення	711	711	711	711
	Сонячна радіація	171,5	171,5		
	Обладнання	1800	1800	1800	1800
	Всього:	3192	3564	3081	3405
5	Люди	850	1470	950	1490
	Штучне освітлення	1875	1875	1875	1875
	Сонячна радіація	218	218		
	Всього:	3943	3563	2825	3365

Тепловий баланс

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м ³
1	ТП	Явна теплота	1640	1640	32,6
		Повна теплота	2040	2040	
	ХП	Явна теплота	1103	1103	6,03
		Повна теплота	1393	1393	
2	ТП	Явна теплота	1533	1533	14,6
		Повна теплота	1853	1853	
	ХП	Явна теплота	1283	1283	4,9
		Повна теплота	1515	1515	
3	ТП	Явна теплота	1828	1828	15,7

		Повна теплота	1952	1952	
	XII	Явна теплота	1713	1713	10
4		Повна теплота	1821	1821	
	ТП	Явна теплота	3192	3192	32,5
		Повна теплота	3594	3594	
	XII	Явна теплота	3081	3081	23,2
5		Повна теплота	3405	3405	
	ТП	Явна теплота	3943	3943	12,5
		Повна теплота	3563	3563	
	XII	Явна теплота	2825	2825	8
		Повна теплота	3365	3365	

Спортзал	$W_{\text{вол}} =$	575	$w =$	115	$n =$	5
Музичний клас	$W_{\text{вол}} =$	460	$w =$	115	$n =$	4
Бібліотека	$W_{\text{вол}} =$	180	$w =$	90	$n =$	2
Клас малювання	$W_{\text{вол}} =$	540	$w =$	90	$n =$	6
Танцювальна кімната	$W_{\text{вол}} =$	900	$w =$	90	$n =$	10

Спортзал	$W_{\text{вол}} =$	425	$w =$	85	$n =$	5
----------	--------------------	-----	-------	----	-------	---

Музичний клас	$W_{\text{вол}} =$	340	$w =$	85	$n =$	4
Бібліотека	$W_{\text{вол}} =$	160	$w =$	80	$n =$	2
Клас малювання	$W_{\text{вол}} =$	480	$w =$	80	$n =$	6
Танцювальна кімната	$W_{\text{вол}} =$	800	$w =$	80	$n =$	10

Надходження від вуглекислого газу

Надходження вуглекислого газу.

$$M_{\text{CO}_2} = \sum g \cdot n_i$$

Музичний клас	$M_{\text{CO}_2} =$	300	$g =$	60	$n_i =$	5
Бібліотека	$M_{\text{CO}_2} =$	240	$g =$	60	$n_i =$	4
Клас малювання	$M_{\text{CO}_2} =$	120	$g =$	60	$n_i =$	2
Танцювальна кімната	$M_{\text{CO}_2} =$	360	$g =$	60	$n_i =$	6
Спортзал	$M_{\text{CO}_2} =$	600	$g =$	60	$n_i =$	10

Баланс шкідливостей

Приміщення	Джерело вологи	Період року		Виділення CO ₂
		Теплий період	Холодний період	
Музичний клас	Люди	575	425	200
	Всього	575	425	
Бібліотека	Люди	460	340	240
	Всього	460	340	
Клас малювання	Люди	180	160	120
	Всього	180	160	
Танцювальна кімната	Люди	540	480	360
	Всього	540	480	
Спортзал	Люди	900	800	600
	Всього	900	800	

1.7. Розрахунок витрат повітря у приміщеннях. Складання повітряного балансу.

Розрахунок мінімальної кількості повітря

$$L_c = (q_c \cdot n + q_b \cdot A) \cdot 3,6$$

Розрахунок повітрообміну на розбавлення CO₂ до ГДК

$$L_{CO_2} = M_{CO_2} \cdot 1000 / 1,83 \cdot c$$

Також повітрообмін приміщень може бути визначений за:

- надлишками теплоти та вологи;
- надлишками шкідливих речовин;
- нормативною кратністю повітрообміну.

Повітрообмін на асиміляцію надлишків теплоти

$$G_a = 3,6 \cdot Q_{hf} / (I_i - I_{ext})$$
$$L_a = G_a / 12$$

Повітрообмін на асиміляцію надлишків вологи

$$G_w = W_{tot} / (d_i - d_{ext})$$
$$L_w = G_w / 12$$

Необхідний повітрообмін для приміщення при заданому внутрішньому об'єму (V_b , м³) та нормативній кратності (m , 1/год), м³/год [2]:

$$V = m V_b$$

Витрата повітря, кг/год, визначається за рівнянням [2]:

$$L = \frac{V}{3600} \cdot \rho$$

де ρ - густина повітря, кг/м³.

Результати розрахунку повітрообміну зведені в таблицю. Коефіцієнти кратності повітрообміну для конкретних приміщень визначені за [6].

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення V м ³	Приплив		Витяжка	
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год
101	Тамбур	54,0	0	0	за роз.	0
102	Роздягальня	52,2	-	0	1,5	80
103	Роздягальня	56,3	-	0	1,5	90
104	Роздягальня	109,0	-	0	1,5	170
105	Коридор	912,1	-	0	-	0
106	Радіорубка	21,1	3	70	3	70
107	Медпункт	68,7	1,5	110	1,5	110
108	Спортзал	933,2	за роз.	4100	за роз.	4100
109	Кладова	41,2	1	50	1	50
110	Коридор	212,3	-	0	-	0
111	Коридор	32,7	за роз.	420	-	0
112	Коридор	7,7	-	0	-	0
113	Вбиральня	4,7	-	0	за роз.	75
114	Вбиральня	4,7	-	0	за роз.	75
115	Коридор	8,1	-	0	-	0
116	Душова	11,2	-	0	5	60
117	Душова	11,8	-	0	5	60
118	Роздягальня	45,4	-	0	1,5	70
119	Роздягальня	47,8	-	0	1,5	80
120	Коридор	16,2	-	0	за роз.	0
121	Роздягальня	24,4	-	0	1,5	40
122	Роздягальня	5,2	-	0	1,5	10
123	Роздягальня	38,0	-	0	1,5	60
124	Роздягальня	4,1	-	0	1,5	10
125	Роздягальня	4,1	-	0	1,5	10

126	Коридор	105,5	-	0	-	0
127	Кабінет	36,9	За роз.	90	За роз.	90
128	Овочевий цех	38,1	-	0	2	80
129	Цех	38,1	-	0	2	80
130	М'ясний цех	39,9	3	120	4	160
131	Кухня	212,6	За роз.	500	За роз.	500
132	Кладова	6,8	1	10	1	10
133	Хліборізка	10,9	-	0	2	30
134	Кладова	40,6	1	50	1	50
135	Мийка	81,6	4	330	6	490
136	Їдальня	552,8	За роз.	4320	За роз.	4320
137	Приймальня	50,4	1	60	1	60
138	Кабінет	49,1	За роз.	120	За роз.	120
139	Кладова	27,9	1	30	1	30
140	Гардеробна	79,2	-	0	1,5	120
141	Коридор	213,9	-	0	-	0
142	Клітина сходів	69,9	-	0	-	0
143	Кабінет	43,8	За роз.	110	За роз.	110
144	Коридор	158,3	-	0	-	0
145	Кладова	43,1	1	50	1	50
146	Вбиральня	12,3	-	0	За роз.	75
147	Кладова	43,1	1	50	1	50
148	Учбовий клас	174,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
149	Учбовий клас	174,8	16 на люд.	430	16 на люд.	430
150	Учбовий клас	232,7	16 на люд.	570	16 на люд.	570
151	Учбовий клас	162,4	16 на люд.	400	16 на люд.	400
152	Учбовий клас	229,7	16 на люд.	560	16 на люд.	560
153	Коридор	35,5	-	0	-	0

154	Кладова	10,8	1	20	1	20
155	Коридор	11,0	-	0	-	0
156	Кабінет	41,8	За роз.	110	За роз.	110
157	Клас ДПЮ	166,0	16 на люд.	410	16 на люд.	410
158	Кладова	37,8	1	40	1	40
159	Коридор	13,2	-	0	-	0
160	Учбовий клас	235,0	16 на люд.	570	16 на люд.	570
161	Підсобне приміщення	54,5	1	60	1	60
162	Учбовий клас	177,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
163	Учбовий клас	175,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
164	Учбовий клас	173,3	16 на люд.	420	16 на люд.	420
165	Учбовий клас	228,5	16 на люд.	560	16 на люд.	560
166	Підсобне приміщення	63,8	1	70	1	70
167	Підсобне приміщення	55,8	1	60	1	60
168	Лінгафонний кабінет	105,7	16 на люд.	180	16 на люд.	180
169	Учбовий клас	104,7	16 на люд.	260	16 на люд.	260
170	Клітина сходів	52,2	-	0	-	0
171	Кладова	50,6	1	60	1	60
172	Коридор	428,7	За роз.	495	-	0
173	Клітина сходів	52,0	-	0	-	0
174	Умивальник	16,5	-	0	-	125
175	Вбиральня	23,9	-	0	-	150
176	Вбиральня	26,2	-	0	-	200
177	Коридор	9,1	-	0	-	0

178	Кладова	5,0	-	0	-	0
179	Кладова	2,4	-	0	-	0
180	Тамбур	15,3	-	0	-	0
181	Тамбур	15,3	-	0	-	0
182	Тамбур	15,3	-	0	-	0
183	Тамбур	4,0	-	0	-	0
184	Тамбур	4,3	-	0	-	0

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення V м ³	Приплив		Витяжка	
			к _{пр} год ⁻¹	L _р м ³ /год	к _{пр} год ⁻¹	L _р м ³ /год
201	Хол	143,6	За роз.	400	за роз.	400
202	Бібліотека	165,4	1	170	1	170
203	Підсобне приміщення	44,2	1	50	1	50
204	Підсобне приміщення	42,2	1	50	1	50
205	Кінооператорна	49,7	-	0	2	100
206	Підсобне приміщення	113,1	1	120	1	120
207	Кладова	15,2	1	20	1	20
208	Коридор	14,4	За роз.	100	-	0
209	Актовий зал	550,1	За роз.	3200	За роз.	3200
210	Клітина сходів	61,3	-	0	-	0
211	Коридор	11,0	-	0	-	0
212	Кладова	31,4	1	40	1	40
213	Вбиральня	12,3	-	0	За роз.	75

214	Коридор	11,0	-	0	-	0
215	Кладова	31,4	1	40	1	40
216	Учбовий клас	176,2	16 на люд.	430	16 на люд.	430
217	Учбовий клас	177,1	16 на люд.	430	16 на люд.	430
218	Учбовий клас	176,6	16 на люд.	430	16 на люд.	430
219	Учбовий клас	180,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
220	Учбовий клас	176,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
221	Учбовий клас	180,3	16 на люд.	440	16 на люд.	440
222	Коридор	600,3	-	0	-	0
223	Гральна кімната	97,1	За роз.	320	За роз.	320
224	Кабінет	65,1	За роз.	160	За роз.	160
225	Кабінет	29,3	За роз.	80	За роз.	80
226	Коридор	695,9	-	0	-	0
227	Підсобне приміщення	59,0	1	60	1	60
228	Учбовий клас	176,9	16 на люд.	430	16 на люд.	430
229	Учбовий клас	173,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
230	Учбовий клас	174,4	16 на люд.	430	16 на люд.	430
231	Підсобне приміщення	55,6	1	60	1	60
232	Учбовий клас	119,3	16 на люд.	290	16 на люд.	290
233	Підсобне приміщення	57,6	1	60	1	60
234	Учбовий клас	170,9	16 на люд.	420	16 на люд.	420
235	Учбовий клас	172,7	16 на люд.	420	16 на люд.	420

236	Учбовий клас	235,4	16 на люд.	580	16 на люд.	580
237	Підсобне приміщення	54,8	1	60	1	60
238	Учбовий клас	212,6	16 на люд.	520	16 на люд.	520
239	Клітина сходів	52,2	-	0		0
240	Клітина сходів	52,0	-	0		0
241	Умивальник	16,7	-	0	За роз.	125
242	Вбиральня	23,8	-	0	За роз.	150
243	Кладова	3,9	1	10	1	10
244	Вбиральня	24,8	-	0	За роз.	150
245	Коридор	8,6	-	0	-	0
246	Кладова	5,3	1	10	1	10

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення V м ³	Приплив		Витяжка	
			K _р , год ⁻¹	L _в , м ³ /год	K _р , год ⁻¹	L _в , м ³ /год
301	Клітина сходів	61,3	-	0	-	0
302	Коридор	600,3	-	0	-	0
303	Коридор	11,0	За роз.	150	-	0
304	Вбиральня	5,7	-	0	За роз.	75
305	Вбиральня	5,7	-	0	За роз.	75
306	Коридор	11,0	-	0		0
307	Підсобне приміщення	31,4	1	40	1	40
308	Підсобне приміщення	31,4	1	40	1	40
309	Учбовий клас	176,2	16 на люд.	430	16 на люд.	430
310	Учбовий клас	177,1	16 на люд.	430	16 на люд.	430
311	Учбовий клас	176,6	16 на люд.	430	16 на люд.	430

312	Учбовий клас	180,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
313	Учбовий клас	176,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
314	Учбовий клас	180,3	16 на люд.	440	16 на люд.	440
315	Учбовий клас	97,1	16 на люд.	240	16 на люд.	240
316	Кабінет	65,1	За роз.	160	За роз.	160
317	Кабінет	29,3	За роз.	80	За роз.	80
318	Коридор	695,9	За роз.	445	-	0
319	Кладова	59,0	1	60	1	60
320	Учбовий клас	176,9	16 на люд.	430	16 на люд.	430
321	Учбовий клас	173,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
322	Учбовий клас	174,4	16 на люд.	430	16 на люд.	430
323	Учбовий клас	177,3	16 на люд.	430	16 на люд.	430
324	Учбовий клас	114,5	16 на люд.	280	16 на люд.	280
325	Учбовий клас	228,8	16 на люд.	560	16 на люд.	560
326	Кабінет	59,8	За роз.	150	За роз.	150
327	Учбовий клас	234,4	16 на люд.	570	16 на люд.	570
328	Підсобне приміщення	52,5	1	60	1	60
329	Підсобне приміщення	48,3	1	50	1	50
330	Учбовий клас	157,4	16 на люд.	390	16 на люд.	390
331	Клітина сходів	52,2	-	0		0
332	Клітина сходів	52,0	-	0		0
333	Умивальник	16,7	-	0	За роз.	125

334	Вбиралня	23,8	-	0	За роз.	150
335	Кладова	3,9	-	0	1	10
336	Вбиралня	24,8	-	0	За роз.	150
337	Коридор	8,6	-	0	-	0
338	Кладова	5,3	-	0	1	10

1.8. Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин

Зона очікування 1

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

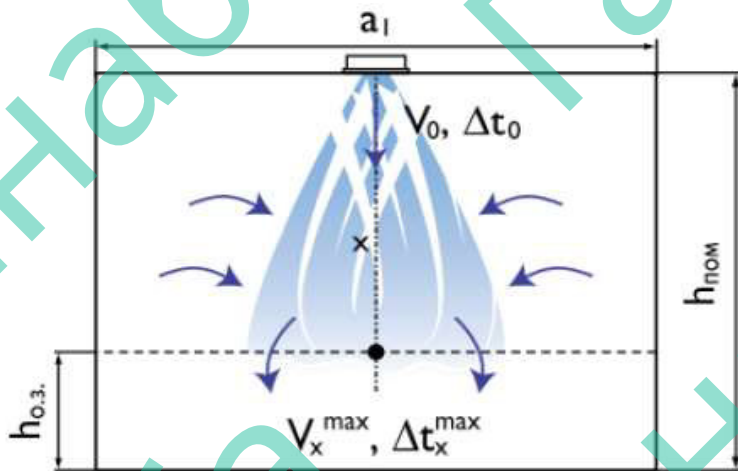
Витрата повітря $L = 273 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа підлоги $F_{\text{пр}} = 61 \text{ м}^2$

Висота приміщення $H_{\text{пр}} = 3 \text{ м}$

Висота робочої зони $h_{\text{wz}} = 1,5 \text{ м}$

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{273}{5} = 54,6$$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
100	0,007	1,5	1,3	55	36

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_0 = \frac{L_1}{3600 \cdot F_0}$$

$$L_1 = 54,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$F_0 = 0,007 \text{ м}^2$$

$$V_0 = 2,2 \text{ м/с}$$

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$$t = t_{wz} - t_{in}$$

$$t_{wz} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{in} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмینی з навколишнім середовищем

K_c – поправочний коефіцієнт на стиснення струмینی огороження приміщення

Розрахункова довжина струмینی

$$x = H_{пр} - h_{wz}$$

$$H_{пр} = 3 \text{ м}$$

$$h_{wz} = 1,5 \text{ м}$$

$$x = 1,5 \text{ м}$$

$$K_c = 0,38$$

K_H – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмینی

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot \left(\frac{x}{Z}\right)^2}$$

X – розрахункова довжина струмینی

$$X = 1,5 \text{ м}$$

Z – геометрична характеристика струмینی

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$$Z = 1,4$$

$$K_H = 1,4$$

K_B – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмін між собою

$$K_B = 1$$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x \max} = V_o \cdot \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$$V_{x \max} = 0,1 \text{ м/с}$$

$$t_{x \max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot v_x}{m \cdot v_0}$$

$$t_{x \max} = 0,388 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Зона очікування 2

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

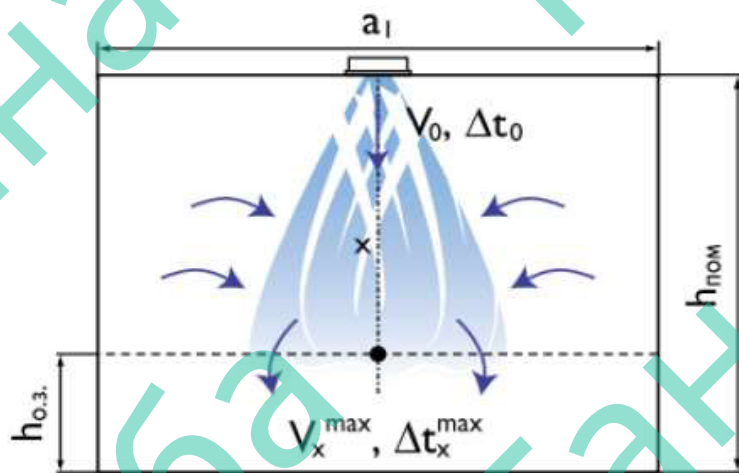
Витрата повітря $L = 218 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа підлоги $F_{\text{пр}} = 83,7 \text{ м}^2$

Висота приміщення $H_{\text{пр}} = 3 \text{ м}$

Висота робочої зони $h_{\text{wz}} = 1,5 \text{ м}$

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{273}{4} = 54,5$$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
100	0,007	1,5	1,3	55	36

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_0 = \frac{L_1}{3600 \cdot F_0}$$

$$L_1 = 54,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$F_o = 0,007 \text{ м}^2$$

$$V_o = 2,2 \text{ м/с}$$

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$$t = t_{wz} - t_{in}$$

$$t_{wz} = 25 \text{ °C}$$

$$t_{in} = 15 \text{ °C}$$

$$t = 10 \text{ °C}$$

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

K_c – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огороження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$$x = H_{np} - h_{wz}$$

$$H_{np} = 3 \text{ м}$$

$$h_{wz} = 1,5 \text{ м}$$

$$x = 1,5 \text{ м}$$

$$K_c = 0,38$$

K_H – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot \left(\frac{x}{Z}\right)^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

$$X = 1,5 \text{ м}$$

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$$Z = 1,4$$

$$K_H = 1,4$$

K_B – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$$V_{x \max} = 0,1 \text{ м/с}$$

$$t_{x \max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot v_x}{m \cdot v_0}$$

$$t_{x \max} = 0,388 \text{ }^\circ\text{C}$$

Відділ продажу

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

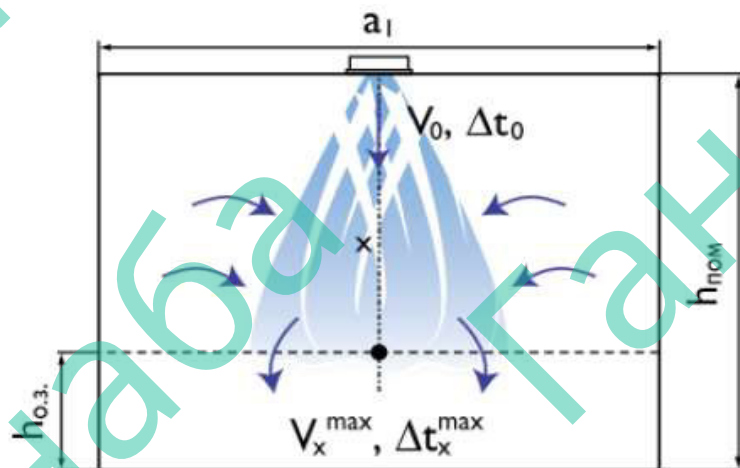
Витрата повітря $L = 328 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа підлоги $F_{\text{пр}} = 33 \text{ м}^2$

Висота приміщення $H_{\text{пр}} = 4 \text{ м}$

Висота робочої зони $h_{\text{wz}} = 1,5 \text{ м}$

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{328}{2} = 164$$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затування швидкості	Коефіцієнт затування температури	Витрата	Тиск
125	0,011	1,5	1,3	180	150

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

$$L_1 = 164 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$F_o = 0,011 \text{ м}^2$$

$$V_o = 4,1 \text{ м/с}$$

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$$t = t_{wz} - t_{in}$$

$$t_{wz} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{in} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

K_c – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огороження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$$x = H_{пр} - h_{wz}$$

$$H_{пр} = 4 \text{ м}$$

$$h_{wz} = 1,5 \text{ м}$$

$$x = 2,5 \text{ м}$$

$$K_c = 0,38$$

K_H – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot \left(\frac{x}{Z}\right)^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

$$X = 1,5 \text{ м}$$

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$$Z = 3,4$$

$$K_H = 1,1$$

K_B – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$$V_{x \max} = 0,11 \text{ м/с}$$

$$t_{x \max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot v_x}{m \cdot v_0}$$

$$t_{x \max} = 0,183 \text{ }^\circ\text{C}$$

Зала переговорів

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

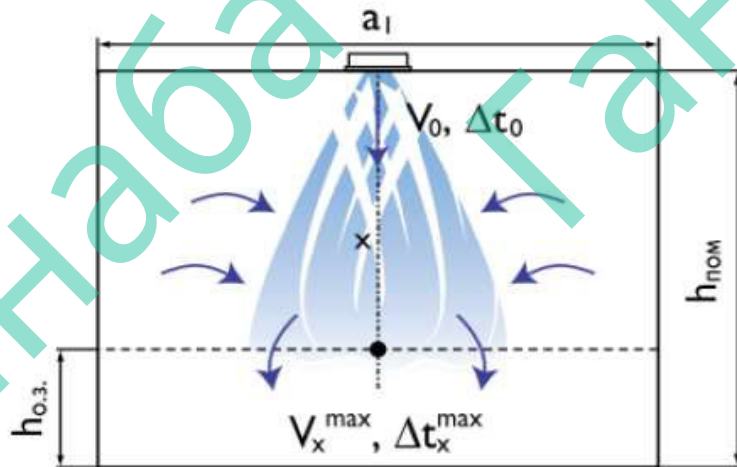
Витрата повітря $L = 546 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа підлоги $F_{\text{пр}} = 87 \text{ м}^2$

Висота приміщення $H_{\text{пр}} = 4 \text{ м}$

Висота робочої зони $h_{\text{wz}} = 1,5 \text{ м}$

Задаємо схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{546}{3} = 182$$

Приймаємо повітророзподільники типу ДПУ-М з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
125	0,011	1,5	1,3	180	150

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

$$L_1 = 82 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$F_o = 0,011 \text{ м}^2$$

$$V_o = 4,6 \text{ м/с}$$

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$$t = t_{wz} - t_{in}$$

$$t_{wz} = 23 \text{ °C}$$

$$t_{in} = 13 \text{ °C}$$

$$t = 10 \text{ °C}$$

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

K_c – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огороження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$$x = H_{np} - h_{wz}$$

$$H_{np} = 4 \text{ м}$$

$$h_{wz} = 1,5 \text{ м}$$

$$x = 2,5 \text{ м}$$

$$K_c = 0,38$$

K_H – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot \left(\frac{x}{Z}\right)^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

$$X = 2,5 \text{ м}$$

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$$Z = 3,4$$

$$K_H = 1,1$$

K_B – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x \max} = V_o \cdot \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$$V_{x \max} = 0,12 \text{ м/с}$$

$$t_{x \max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot v_x}{m \cdot v_0}$$

$$t_{x \max} = 0,23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.9 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Втрати тиску на подолання опору тертя.

Втрати тиску визначаються за формулою Дарсі-Вейсбаха. Па

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2},$$

Для прямокутних повітропроводів у розрахунках приймають еквівалентний діаметр, що визначається за формулою.

$$d_e = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}$$

Втрати тиску на подолання місцевих опорів.

$$\Delta P_z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot k_2 = \sum \xi \cdot P_n \cdot k_2$$

Загальні втрати тиску на ділянці вентиляційної системи

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Результати зводимо в таблицю.

1.9. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість в повітря перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт K_1	Питома втрата тиску на тертя	Втрати тиску на тертя на всій ділянці $R_{пер} = R_{дл} * \beta_{ш} * K_1$	Шлякостійкий (динамічний) тиск на ділянці $R_0 = \rho V_{дл}^2 / 2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{дл} R_0 K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дл} = R_{пер} + P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нес'язка	Коефіцієнт опору дросельована
№ діл.	$L_{дл}$, м ³ /год	$L_{дл}$, м	ахв або d, мм	d_v , мм	$f_{ф}$, м2	$V_{дл}$, м/с	$\beta_{ш}$	K_1	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$, Па	R_0 , Па	$\sum \xi$ діл	K_2	ΔP_z , Па	$\Delta P_{дл}$, Па	$\sum \Delta P$, Па	H, %	$\xi_{дк}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Основне приміщення																		
Приплив																		
1-2	246	3,5	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	5,15	9,13	2,31	1	21,08	26,23	26,23		
2-3	492	3,5	200	-	0,03	4,3	1	1	1,27	4,45	11,09	1,27	1	14,09	18,53	44,76		
3-4	738	4	300	-	0,07	4,2	1	1	0,37	1,48	10,58	0,3	1	3,18	4,66	49,42		
4-5	984	12	350	-	0,10	5,6	1	1	0,29	3,48	18,82	1,4	1	26,34	29,82	79,24		
Відгалуження																		
2-2'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,45	1	22,36	23,53	23,53	47,4207582	9,0889707
3-3'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,4	1	21,90	23,08	23,08	53,2973771	11,277741
4-4'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,48	1	22,63	23,81	23,81	69,9532194	23,735222
Витяжка																		
1-2	246	3,5	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	5,15	9,13	2,77	1	25,28	30,42	30,42		
2-3	492	3,5	200	-	0,03	4,3	1	1	1,27	4,45	11,09	1,13	1	12,54	16,98	47,41		
3-4	738	4	300	-	0,07	4,2	1	1	0,37	1,48	10,58	0,46	1	4,87	6,35	53,75		
4-5	984	14,5	350	-	0,10	5,6	1	1	0,29	4,21	18,82	0,8	1	15,05	19,26	73,01		
Відгалуження																		
2-2'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,2	1	29,20	30,38	30,38	35,9159452	7,2906376
3-3'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,14	1	28,66	29,83	60,21	12,0120817	2,7649034
4-4'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,08	1	28,11	29,28	89,49	22,5761686	7,0582079
Додаткові приміщення																		
Приплив																		
Магістраль																		
1-2	549	9	200	-	0,03	4,80	1,00	1,00	1,55	13,95	13,82	2,41	1,00	33,32	35,03	35,03		
2-3	788	4,5	250	-	0,05	4,60	1,00	1,00	1,00	4,50	12,70	0,53	1,00	6,73	11,23	46,26		
3-4	1337	3,5	350	-	0,10	5,30	1,00	1,00	0,51	1,79	16,85	0,44	1,00	7,42	9,20	55,46		
4-5	1604	1,4	400	-	0,13	3,60	1,00	1,00	0,66	0,92	7,78	1,20	1,00	9,33	10,26	65,72		
5-6	2152	5,5	450	-	0,16	3,80	1,00	1,00	0,35	1,93	8,66	1,21	1,00	10,48	12,41	78,12		

6-7	4049	3,2	550	-	0,24	4,70	1,00	1,00	0,42	1,34	13,25	0,23	1,00	3,05	4,39	82,52		
7-8	4477	1,8	650	-	0,33	3,80	1,00	1,00	0,22	0,40	8,66	1,00	1,00	8,66	9,06	91,58		
Відгалуження																		
9-10	158	4,50	100	-	0,01	5,60	1,00	1,00	2,53	11,39	18,82	0,91	1,00	17,12	28,51	28,51		
10-11	316	3,50	150	-	0,02	5,00	1,00	1,00	0,40	1,40	15,00	1,16	1,00	17,40	18,80	47,31		
11-12	500	3,8	200	-	0,03	4,4	1,00	1,00	0,35	1,33	11,62	1,01	1,00	11,73	13,06	60,37		
12-13	673	5,8	200	-	0,03	6	1,00	1,00	0,31	1,80	21,60	2,5	1,00	54,00	55,80	116,17		
13-14	984	3,8	250	-	0,05	5,6	1,00	1,00	0,23	0,87	18,82	2,51	1,00	47,23	48,10	164,27		
14-15	1654	5,8	350	-	0,10	4,8	1,00	1,00	0,76	4,41	13,82	2,6	1,00	35,94	40,35	204,62		
6-15	1899	1,9	400	-	0,13	5,5	1,00	1,00	0,64	1,22	18,15	2,3	1,00	41,75	42,96	247,58		
2-2'	239	0,8	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	3,4	2,72	8,66	2,45	1,00	21,23	23,95	58,98	27,4922968	5,5891912
3-3'	549	0,8	200	-	0,03	4,8	1,00	1,00	2,55	2,04	13,82	2,45	1,00	33,87	35,91	94,89	71,0881038	13,716949
4-4.1	267	6,3	150	-	0,02	4,2	1,00	1,00	1,17	7,37	10,58	2,45	1,00	25,93	33,30	128,19	95,0646038	24,84028
4.1-4.2	155	4	100	-	0,01	5,5	1,00	1,00	2,90	11,60	18,15	2,45	1,00	44,47	56,07	184,26	180,382617	35,993073
5-5'	548	0,8	200	-	0,03	4,8	1,00	1,00	2,78	2,22	13,82	2,45	1,00	33,87	36,09	220,35	182,048796	49,482246
7-7.1	428	2	200	-	0,03	3,8	1,00	1,00	1,33	2,66	8,66	2,45	1,00	21,23	23,89	244,24	195,982974	71,071157
7.1-7.2	245	5	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	2,15	10,75	8,66	2,45	1,00	21,23	31,98	276,21	234,734859	85,124119
Відгалуження відгалужень																		
10-10'	158	0,40	100	-	0,01	5,60	1,00	1,00	4,77	1,91	4,70	2,44	1,00	11,48	13,39	13,39	71,7048184	10,115965
11-11'	184	0,40	125	-	0,01	6,5	1,00	1,00	2,1	0,84	4,37	2,44	1,00	10,67	11,51	24,90	58,7569397	9,1134212
12-12'	173	0,40	125	-	0,01	6	1,00	1,00	1,89	0,76	10,58	3,09	1,00	32,70	33,46	58,36	49,7632561	16,090127
13-13'	311	0,40	160	-	0,02	4,9	1,00	1,00	1,64	0,66	4,70	3,26	1,00	15,34	15,99	74,35	54,7391646	30,64619
14-14'	670	4,2	200	-	0,03	5,9	1,00	1,00	2,23	9,37	5,05	2,55	1,00	12,87	22,23	96,58	52,7988037	30,579981
15-15'	245	5,6	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	8,12	5,05	2,9	1,00	14,63	22,75	119,34	51,7990132	56,360153
4.1-4.1'	112	0,8	100	-	0,01	4	1,00	1,00	2,54	2,03	0,24	2,85	1,00	0,68	2,71	122,05	4,79071283	2,5639264
7.1-7.1'	183	0,4	200	-	0,03	6,5	1,00	1,00	0,21	0,08	0,12	2,45	1,00	0,30	0,38	122,43	55,6757728	16,302061
Видалення																		
Магістраль																		
1-2	558	3	200	-	0,03	4,9	1,00	1,00	1,59	4,77	14,41	3,05	1,00	43,94	48,71	48,71		
2-3	1116	3,9	250	-	0,05	6	1,00	1,00	1,9	7,41	21,60	0,41	1,00	8,86	16,27	64,97		
3-4	1271	1,5	300	-	0,07	5	1,00	1,00	0,98	1,47	15,00	0,95	1,00	14,25	15,72	80,69		
4-5	1999	22,5	350	-	0,10	5,8	1,00	1,00	1,06	23,85	20,18	0,84	1,00	16,95	40,80	121,50		
5-6	2672	6,35	400	-	0,13	5,9	1,00	1,00	0,93	5,9055	20,89	0,31	1,00	6,47	12,38	133,88		
6-7	2784	6,26	450	-	0,16	4,9	1,00	1,00	0,56	3,5056	14,41	0,85	1,00	12,25	15,75	149,63		
Відгалуження																		
7-8	239	6,1	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,9	11,59	8,66	2,5	1,00	21,66	33,25	33,25		
8-9	397	1,7	200	-	0,03	3,5	1,00	1,00	0,86	1,462	7,35	0,61	1,00	4,48	5,95	39,20		
9-10	555	7	200	-	0,03	4,9	1,00	1,00	1,58	11,06	14,41	0,49	1,00	7,06	18,12	57,31		
4-10	728	8,4	250	-	0,05	4,1	1,00	1,00	0,87	7,308	10,09	0,56	1,00	5,65	12,96	70,27		
2-2'	558	0,8	250	-	0,05	4,9	1,00	1,00	1,59	1,272	14,41	0,22	1,00	3,17	4,44	74,71	14,9868794	3,3187399
3-3'	155	2,5	100	-	0,01	5,5	1,00	1,00	2,9	7,25	18,15	-0,34	1,00	-6,17	1,08	75,79	6,07648867	1,4888445
5-5.1	673	6,2	250	-	0,05	3,8	1,00	1,00	0,31	1,922	8,66	-0,62	1,00	-5,37	-3,45	72,34	45,9652155	27,044235
5.1-5.2	428	4,6	200	-	0,03	3,8	1,00	1,00	1,33	6,118	8,66	-0,52	1,00	-4,51	1,61	73,95	44,7606055	26,335487
5.2-5.3	245	5,3	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	7,685	8,66	2,44	1,00	21,14	28,83	102,78	23,2298533	13,667588
6-6'	112	3,75	100	-	0,01	4	1,00	1,00	2,54	9,525	9,60	-3,92	1,00	-37,63	-28,11	74,67	50,0953955	31,294798
Відгалуження відгалужень																		
8-8'	158	3,8	100	-	0,01	5,6	1,00	1,00	4,77	18,126	18,82	3,11	1,00	58,52	76,64	76,64	95,5422434	11,167606
9-9'	158	0,8	100	-	0,01	5,6	1,00	1,00	4,77	3,816	18,82	1,87	1,00	35,19	39,00	39,00	31,9509708	5,4610551
10-10'	173	0,8	125	-	0,01	6	1,00	1,00	1,89	1,512	21,60	1,92	1,00	41,47	42,98	42,98	38,8307486	7,5947703
5.1-5.1'	245	0,8	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	1,16	8,66	2,3	1,00	19,93	21,09	21,09	70,8503752	22,524802
5.2-5.2'	183	0,8	100	-	0,01	6,5	1,00	1,00	2,1	1,68	25,35	2,17	1,00	55,01	56,69	56,69	21,6359852	4,0212932

2. Заходи з підвищення енергоефективності

Впроваджено:

- утеплення огороджувальних конструкцій;
- заміна вікон та входних дверей;
- модернізація ІТП та впровадження погодозалежного керування;
- заміна системи опалення на двотрубну, тупікову, з теплоізоляцією трубопроводів, відповідно до ДБН «Опалення, вентиляція і кондиціонування» та гідравлічним балансуванням приладових віток;
- встановлення термостатичних елементів на опалювальні прилади;
- встановлення припливно-витяжної системи вентиляції з рекуперацією теплоти;
- заміна приладів освітлення на світлодіодні;
- встановлення бойлерів ГВП в санвузлах та кухні, замість централізованої системи гарячого водопостачання;

3. Підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції ЗОШ в Київській області

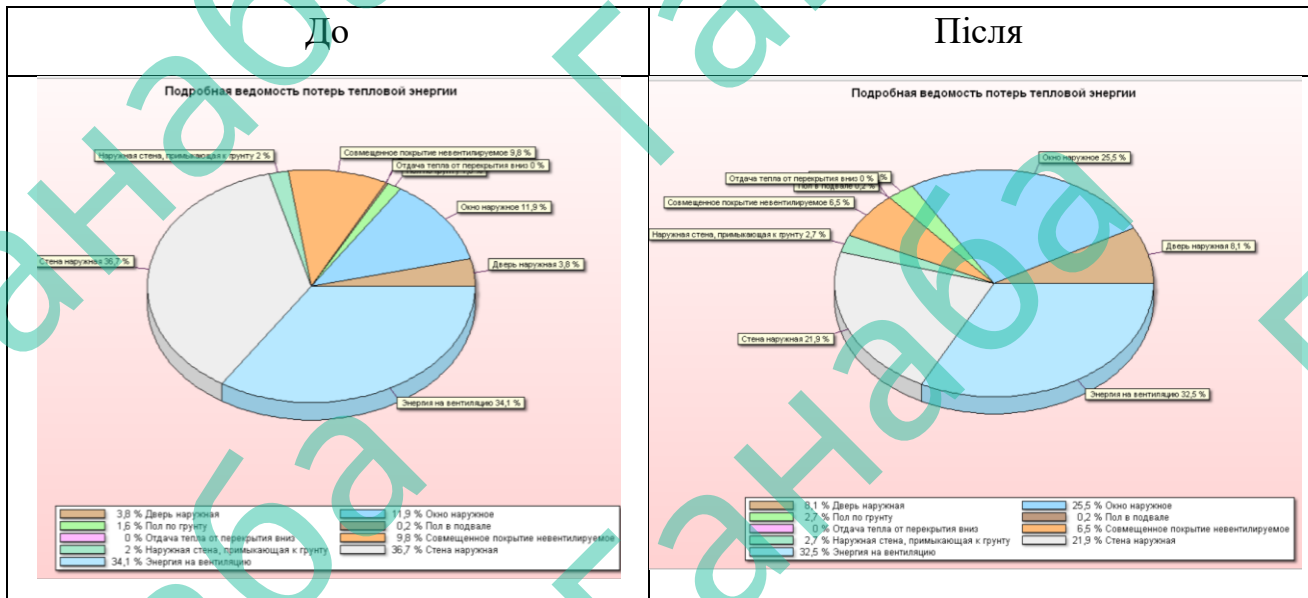
Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій до термомодернізації

Вид	d	R _i	R _e	R	U	Ф _т	G _{1,в}	g _с	A	A _{G1}	Q _T	Q _{sol}	Q _{прое}
	м	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	Вт/м ² ·К	Вт	%	(TR)	м ²	м ²	GJ/rok	GJ/rok	%
Стена наружная	0,360	0,130	0,040	0,791	1,264	357209			6680,17		3190,49		48,2
Наружная стена, примыкающая к грунту	0,570	1,242		1,762	0,568	11850			1176,30		197,09		3,0
Пол в подвале	0,400	2,000		2,288	0,437	1884			188,51		19,27		0,3
Пол по грунту	0,264	2,000		2,672	0,374	6626			745,61		157,84		2,4
Совместенное покрытие неветилируемое	1,605	0,100	0,040	1,651	0,606	109279			4294,65		983,49		14,9
Окно наружное					1,670	134678	80,0	0,50	1900,17	1520,13	1199,47	2799,65	18,1
Дверь наружная					1,670	43127	50,0	0,50	605,40	302,70	382,16	585,78	5,8

Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій після термомодернізації

Стена наружная	0,510	0,130	0,040	4,363	0,229	64573			6657,10		576,76		29,7
Наружная стена, примыкающая к грунту	0,670	1,561		4,858	0,206	4360			1193,70		76,20		3,9
Пол в подвале	0,500	2,000		5,066	0,197	718			188,51		5,38		0,3
Пол по грунту	0,334	2,000		4,228	0,237	3408			714,58		77,33		4,0
Окно наружное					1,020	82259	80,0	0,50	1900,17	1520,13	732,61	2808,79	37,7
Совместенное покрытие неветилируемое	1,905	0,100	0,040	8,793	0,114	20840			4363,21		187,56		9,7
Дверь наружная					1,020	26341	50,0	0,50	605,40	302,70	233,41	575,60	12,0

Тепловтрати до термомодернізації та після

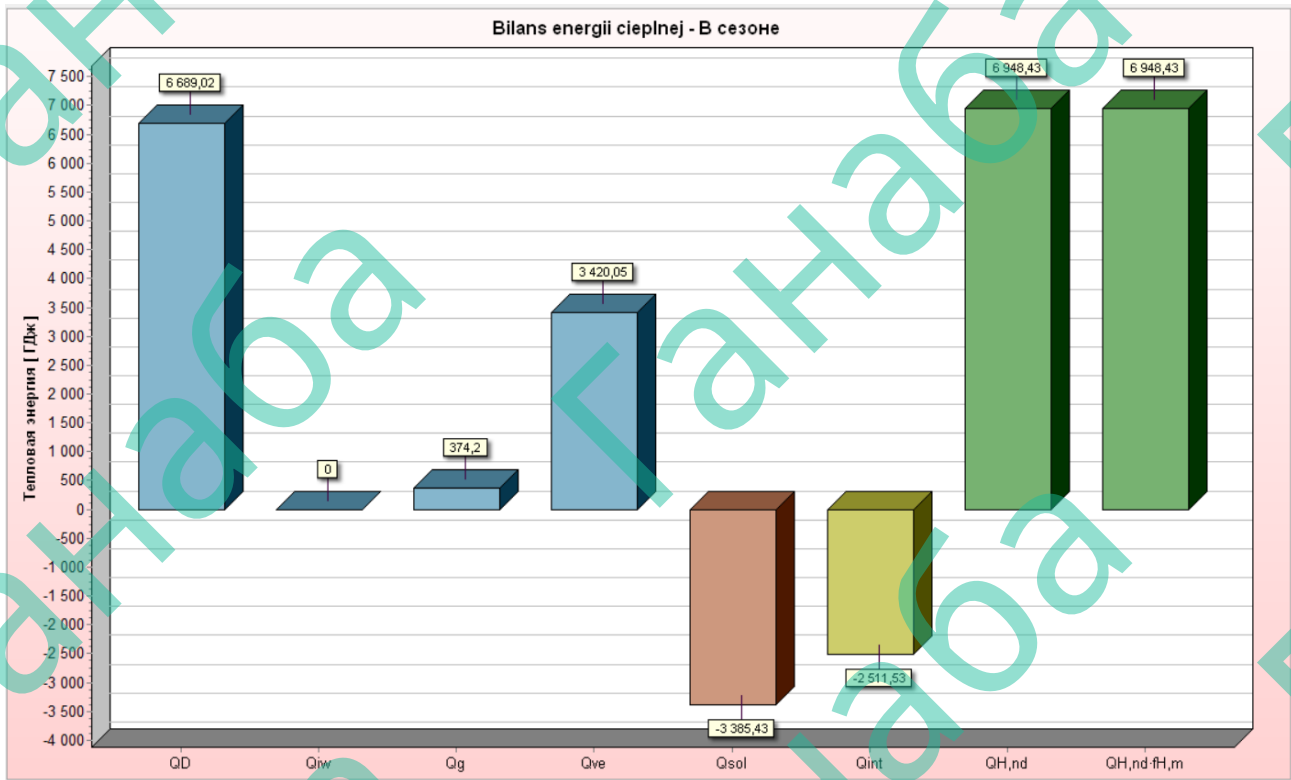


Описание	ГДж/Год	кВтч/год	%	Описание	ГДж/Год	кВтч/год	%
Дверь наружная	382,16	106154	3,8	Дверь наружная	233,41	64837	8,1
Окно наружное	1199,47	333186	11,9	Окно наружное	732,61	203503	25,5
Пол по грунту	157,84	43844	1,6	Пол по грунту	77,33	21480	2,7
Пол в подвале	19,27	5354	0,2	Пол в подвале	5,38	1496	0,2
Отдача тепла от перекрытия вниз	0,00	0	0,0	Отдача тепла от перекрытия вниз	0,00	0	0,0
Совмещенное покрытие неветилир	983,49	273192	9,8	Совмещенное покрытие неветилир	187,56	52099	6,5
Наружная стена, примыкающая к г	197,09	54746	2,0	Наружная стена, примыкающая к г	76,20	21166	2,7
Стена наружная	3682,47	1022909	36,7	Стена наружная	628,42	174562	21,9
Энергия на вентиляцию	3420,05	950014	34,1	Энергия на вентиляцию	933,18	259216	32,5
Σ Сумма	10041,84	2789401	100,0	Σ Сумма	2874,09	798359	100,0

Теплонадходження до термомодернізації та після

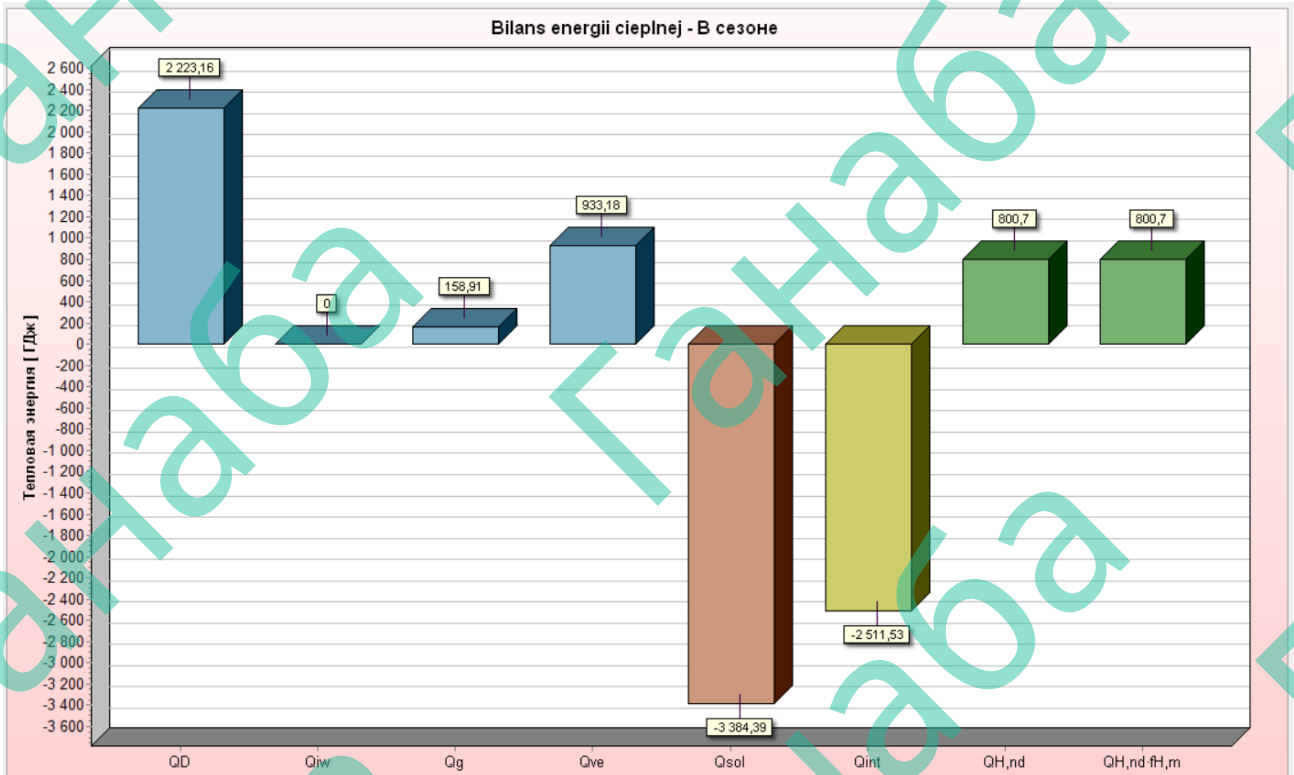


Баланс енергії в сезоні до термомодернізації



Бал	Месяц	Т _{ем,м} °С	Q _D ГДж/год	Q _{iw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	η _{н,гр}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{H,nd} ГДж/год	Q _{H,nd-fH,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	t _н °С	a _H	У _{H,м}	У _{H,lim}	f _{H,м}	L _{H,м} ч
☑	січень	-4,7	1170,72	0,00	44,76	598,58	0,994	111,54	213,31	1491,19	1491,19	2739649,7	18373	9048,0	28	2,85	0,179	1,351	1,000	744
☑	лютий	-3,6	1010,33	0,00	42,23	516,58	0,987	180,62	192,67	1200,64	1200,64	2739649,7	18436	9048,0	28	2,85	0,238	1,351	1,000	672
☑	березень	1,0	900,55	0,00	44,76	460,45	0,965	285,57	213,31	924,25	924,25	2739649,7	18576	9048,0	28	2,84	0,355	1,353	1,000	744
☑	квітень	9,0	504,55	0,00	38,04	257,98	0,857	342,12	206,43	330,36	330,36	2739649,7	19030	9048,0	27	2,81	0,685	1,356	1,000	720
☑	травень	15,2	227,51	0,00	31,87	116,32	0,492	477,72	213,31	36,06	36,06	2739649,7	20175	9048,0	26	2,74	1,839	1,365	1,000	744
☑	червень	18,3	77,98	0,00	23,64	39,87	0,200	492,99	206,43	1,83	1,83	2739649,7	23061	9048,0	24	2,58	4,943	1,388	1,000	720
☑	липень	19,8	9,48	0,00	18,98	4,85	0,048	472,49	213,31	0,13	0,13	2739649,7	53124	9048,0	12	1,82	20,59	1,551	1,000	744
☑	серпень	19,0	47,40	0,00	16,98	24,23	0,146	387,72	213,31	0,59	0,59	2739649,7	24037	9048,0	23	2,53	6,782	1,395	1,000	744
☑	вересень	13,9	279,80	0,00	18,37	143,06	0,691	293,26	206,43	96,13	96,13	2739649,7	18858	9048,0	27	2,82	1,132	1,355	1,000	720
☑	жовтень	8,1	564,03	0,00	24,43	288,39	0,941	179,94	213,31	506,83	506,83	2739649,7	18463	9048,0	28	2,84	0,448	1,352	1,000	744
☑	листопад	1,9	830,22	0,00	30,84	424,49	0,988	88,89	206,43	993,67	993,67	2739649,7	18354	9048,0	28	2,85	0,230	1,351	1,000	720
☑	грудень	-2,5	1066,44	0,00	39,31	545,27	0,994	72,57	213,31	1366,73	1366,73	2739649,7	18349	9048,0	28	2,85	0,173	1,351	1,000	744
	В сезоне	8,0	6689,02	0,00	374,20	3420,05	0,599	3385,43	2511,53	6948,43	6948,43	2739649,7	18686	9048,0	27	2,83		1,353	1,000	8760

Баланс енергії в сезоні до термомодернізації



Бал	Місяць	T _{em,m} °C	Q _D ГДж/год	Q _{sw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	η _{н,гр}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{H,nd} ГДж/год	Q _{H,nd} · f _{H,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	τ _H ч	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m} ч
<input checked="" type="checkbox"/>	січень	-4,7	389,10	0,00	19,38	163,33	0,986	113,39	213,31	249,73	249,73	2392639,2	6174,5	2468,8	77	6,13	0,571	1,163	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	лютий	-3,6	335,79	0,00	18,32	140,95	0,949	181,22	192,67	140,24	140,24	2392639,2	6202,4	2468,8	77	6,11	0,755	1,164	1,000	672
<input checked="" type="checkbox"/>	березень	1,0	299,31	0,00	19,38	125,64	0,805	285,24	213,31	43,09	43,09	2392639,2	6262,4	2468,8	76	6,07	1,122	1,165	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	квітень	9,0	167,69	0,00	16,37	70,39	0,462	341,21	206,43	1,41	1,41	2392639,2	6455,5	2468,8	74	5,96	2,152	1,168	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	15,2	75,61	0,00	13,54	31,74	0,176	475,33	213,31	0,00	0,00	2392639,2	6934,4	2468,8	71	5,71	5,696	1,175	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	18,3	25,92	0,00	9,83	10,88	0,067	490,23	206,43	0,00	0,00	2392639,2	8113,0	2468,8	63	5,19	14,94	1,193	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	19,8	3,15	0,00	7,69	1,32	0,018	470,23	213,31	0,00	0,00	2392639,2	20237	2468,8	29	2,95	56,20	1,339	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	19,0	15,75	0,00	6,79	6,61	0,049	386,74	213,31	0,00	0,00	2392639,2	8415,0	2468,8	61	5,07	20,58	1,197	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,9	92,99	0,00	7,44	39,03	0,279	293,27	206,43	0,05	0,05	2392639,2	6352,2	2468,8	75	6,02	3,583	1,166	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	жовтень	8,1	187,46	0,00	10,16	78,69	0,674	181,34	213,31	10,19	10,19	2392639,2	6200,3	2468,8	77	6,11	1,428	1,164	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	листопад	1,9	275,93	0,00	13,10	115,82	0,955	91,17	206,43	120,68	120,68	2392639,2	6160,7	2468,8	77	6,13	0,735	1,163	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	грудень	-2,5	354,44	0,00	16,91	148,78	0,988	75,02	213,31	235,30	235,30	2392639,2	6162,1	2468,8	77	6,13	0,554	1,163	1,000	744
	В сезоні	8,0	2223,16	0,00	158,91	933,18	0,426	3384,39	2511,53	800,70	800,70	2392639,2	6301,9	2468,8	76	6,05	1,165	1,000	8760	

Показники енергоспоживання будівлі							
Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік				Економія		
	До термомодернізації		Після термомодернізації сертифікації		тис. кВт х год	%	тис.грн
	тис. кВт х год	кВтхгод/м ³	тис. кВт х год	кВтхгод/м ³			
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі							
Енергоспоживання при опаленні	2718	60,3	281	6,24	2437	90	3777
Енергоспоживання при охолодженні	0,00	0	0	0	0	0	
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	260,00	5,77	174	3,85	86	33	794
Енергоспоживання при вентиляції	67,84	1,51	127	2,82	-59	-88	-546
Обсяг енергоспоживання при освітленні	441,50	9,8	241	5,34	201	45	1846
УСЬОГО	3488	77,37	823	18,26	2665	76	5871

4. Визначення проблем впровадження глибокої термомодернізації

Аналіз проектів глибокої термомодернізації, запитів на такі проекти дозволив визначити проблеми в цій галузі.

Таблиця 4. Кількість проектів DER, у яких брали участь респонденти опитування протягом останніх двох років (2018 та 2019)

Кількість проектів	Кількість	Відсоток
51 або більше	21 рік	29%
від 31 до 50	2	3%
від 11 до 30	4	5%
від 4 до 10	13	18%
від 1 до 3	19 років	26%
Жоден	14	19%
Всього	73	

Близько половини респондентів опитування працювали лише на ринку односімейних будинків (52%). Ще одна людина (40%) також мала певний досвід роботи з проектами DER у багатоквартирних будинках. Дуже мало хто працювали виключно на багатоквартирні або інші типи будівель. Цього слід було очікувати, оскільки основна увага в цьому дослідженні була зосереджена на модернізації окремих будинків.

Таблиця 5. Типи будинків, з якими респондент опитування мав досвід роботи з попередніми проектами DER

Типи будинків	Кількість	Відсоток
Тільки для однієї сім'ї	38	52%
Переважно односімейні, деякі багатоквартирні	29	40%
Переважно багатоквартирні, деякі односімейні	2	3%
Багатоквартирні будинки	1	1%
Односімейні та комерційні / великі будівлі	2	3%
Інше	1	1%
Всього	73	

Близько половини респондентів опитування (53%) зазначили, що деякі з їхніх попередніх проектів DER були реалізовані в рамках програми модернізації

комунальних послуг. У таблиці 6 наведено розподіл.

Таблиця 6. Відсоток минулих проектів DER за респондентами опитування, які були частиною програми модернізації комунальних послуг

% проектів у програмі модернізації комунальних послуг	Кількість	Відсоток
100%	16	22%
від 85% до 95%	6	8%
від 55% до 80%	5	7%
від 25% до 50%	7	10%
від 5% до 20%	5	7%
0%	32	44%
Немає відповіді	2	3%
Всього	73	

Респондентів опитування попросили вказати програми, в яких вони брали участь у рамках минулих проектів DER. Для вибору респондентів опитування було надано список із 13 програм (Таблиця 7). Деякі респонденти опитування (N=24) також вказали додаткові програми, в яких вони брали участь (Таблиця 8). Десять респондентів опитування брали участь у проектах DER, які не були частиною жодної програми.

Таблиця 7. Програми, в яких респонденти опитування вказали, що вони брали участь у попередніх проектах DER

Програма	Кількість
Домашня продуктивність із Energy Star	22
Дослідження «Будуємо Америку»	15
Розширена модернізація будинку (Energy Upgrade California)	14
Тисяча будинків Виклик	11
EnerPHit (Пасивний будинок)	6
Пілот NYSERDA DER	5
Найцінніший гравець команди Mass DOER	4
Пілотний проект MassSave DER	2
Чиста енергія працює в Орегоні	1
TVA Екстремальна Енергія Перетворення	0
TVA Підвищення рівня житла / EnergyRight	0
Пілот VEIC DER	0
VT Zero Energy Now	0
Інше	24
Жоден	10

Респонденти опитування можуть вибрати всі відповідні варіанти, тому загальна кількість не дорівнює 73.

Таблиця 8. Додаткові програми, в яких респонденти опитування вказали, що вони брали участь у минулих проектах DER

Назва програми	Кількість
BayREN	4
ПЛАТЯТЬ®	3
Дослідження, що фінансуються CEC / IOUs	2
EnergySmart Колорадо	1
Голландський енергетичний фонд	1
Save, електрична корпорація Оуашита	1
Фонд позик для сонячної енергії та енергетики (SELF)	1
Програми SMUD	1
Проект ETHIQ у Боулдері	1
Будуйте це зелено / CALGreen	1
Проекти з нульовим чистим енергоспоживанням	1
ФІУС+ 2018	1
LEED	1
MCELIFT та програми для багатоквартирних будинків	1
WAP	1
Не вказано	3

3.2 Перспектива клієнта

У цьому розділі ставилися питання про те, що мотивує домовласників, коли вони прагнуть реалізувати проект глибокої енергетичної модернізації (DER), та які важливі фактори були враховані. Респонденти опитування повідомили, що основними мотивами домовласників, які прагнуть реалізувати проект DER, є: (1) підвищення комфорту, (2) економія коштів на рахунках за електроенергію та (3) створення сталого/зеленого будинку (Рисунок 1). Хоча це пов'язано з цілями глибокої енергетичної модернізації, скорочення викидів вуглецю та зменшення споживання енергії.

Використання викопного палива на місці є менш популярним варіантом, поряд з іншими перевагами проектів модернізації, такими як підвищення стійкості та збільшення вартості житла.

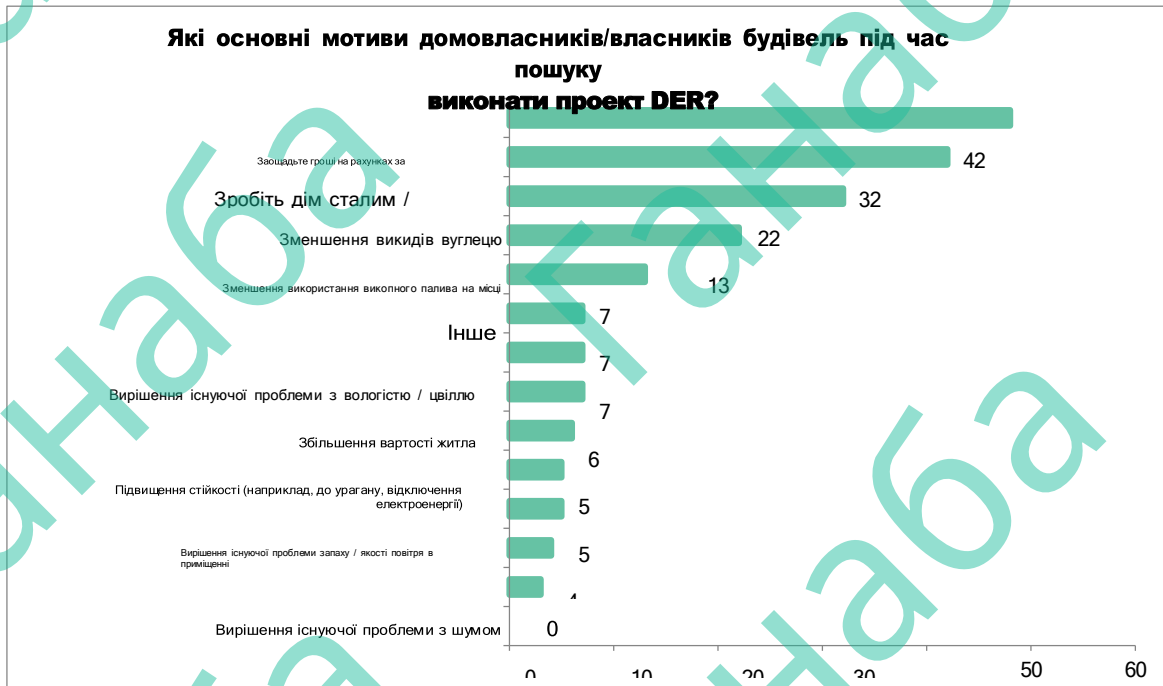


Рисунок 1. Основні мотиви домовласників, які прагнуть реалізувати проект DER. Загальна кількість відповідей = 70.

З точки зору відповідей на опитування, вартість проекту була фактором, який найчастіше оцінювався на 4 або 5 з 5 за важливістю, коли домовласники вирішували, чи продовжувати проект DER (Рисунок 2).

Інші пріоритети моделювання, фінансова окупність та доступність фінансування проекту оцінюються на 4 або 5 з 5 приблизно у 30% випадків. Фактори, що створюють труднощі для домовласників, такі як порушення життя в будинку, складність проекту та терміни його реалізації, найменше визнавалися відповідями на опитування як фактори, які домовласники враховували під час прийняття рішень.

Інші причини, чому домовласники звертаються за послугами ресівера з різанням, включають можливість скористатися пільгами програми енергоефективності

(N=3) та вирішити інші існуючі проблеми (N=2), такі як обвал крижаних дамб та фундаментів. Один респондент опитування зазначив, що деякі домовласники «цікавляться технологіями заради самих технологій». Інший респондент опитування сказав, що домовласники виконують різання з різанням, щоб «покращити характеристики будинку».

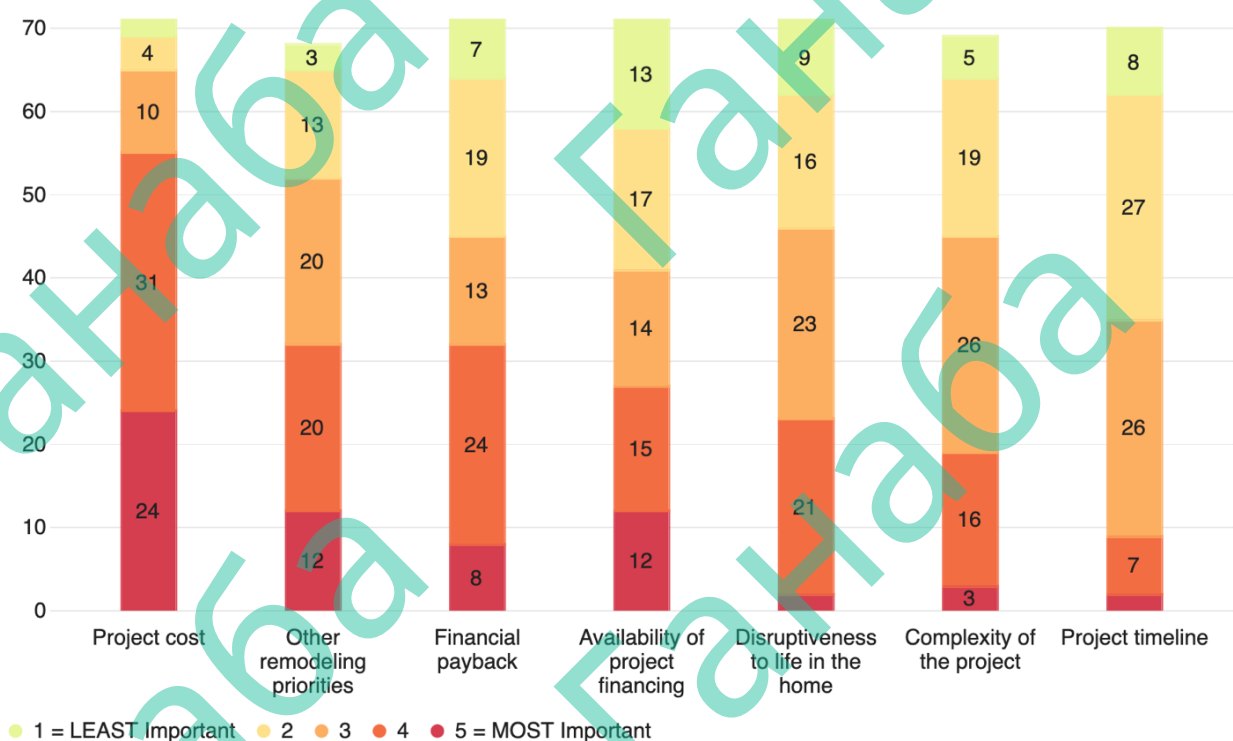


Рисунок 2. Важливість факторів, які впливають на рішення домовласників про продовження проекту DER. Загальна кількість відповідей = 71.

Коли клієнтам настає час вирішувати, чи продовжувати проект, їх здебільшого хвилює вартість проекту. Також важливими є такі фактори, як інші пріоритети реконструкції, фінансова окупність, наявність фінансування проекту, порушення умов життя в будинку та складність проекту. Дещо менш важливими для клієнтів є терміни реалізації проекту, як повідомляють респонденти опитування.

3.3 Галузева перспектива

У цьому розділі ставилися питання про перешкоди під час виконання проектів модернізації з урахуванням розподілу електричних потужностей (DER) з точки

зору респондентів дослідження та їхнього досвіду в минулих проектах модернізації. В опитуванні також ставилися питання про способи збільшення попиту з боку клієнтів, що є однією з ключових перешкод, визначених респондентами дослідження під час виконання проектів DER (Рисунок 3). Кілька респондентів дослідження надали відповіді, які можуть пояснити відсутність попиту з боку клієнтів, зокрема:

«високий фактор клопоту»

«складність, що постає перед домовласником» клієнт не довіряє вигоді, яка вартує витрат»

Відсутність надійної, навченої робочої сили для виконання домашніх робіт також була поширеною перешкодою, далі йшли непередбачені умови в існуючих будинках та конкуренція з боку компаній, які виконують роботи, не пов'язані з DER (роздрібними, домашніми та домашніми), а також конкуренція з боку компаній, які виконують роботи, не пов'язані з DER (роздрібними, домашніми та домашніми). Один респондент дослідження надав такий коментар щодо робочої сили:

«Брак надійної, навченої робочої сили з домашнього ремонту, яка б дійсно знала, що робить, а не просто робила кроки та застосовувала хибні припущення, щоб претендувати на участь у програмах стимулювання.

Для порівняння, менше респондентів дослідження оцінили етапи виконання проектів DER, такі як розробка обсягу робіт та дотримання будівельних норм, як перешкоди. Кілька респондентів дослідження описали практичні труднощі під час виконання проектів DER: «...модернізація електрообладнання», «планування», та «багато токсичних матеріалів в існуючих будівлях». Загалом, дуже мало респондентів дослідження вважали брак стратегій модернізації, обладнання/матеріалів або інструментів моделювання перешкодами. Двоє респондентів дослідження надали у своїх відповідях пропозиції щодо подолання

перешкод, такі як «доступ до даних інтелектуальних лічильників» і «фінансування для вирішення перешкод».

П'ять респондентів опитування використали відповідь «інше», щоб підкреслити свою думку про те, що вартість є найбільшою перешкодою для проектів DER.

Один респондент надав таку відповідь:

«1. Низька вартість електроенергії (відсутність рентабельності інвестицій), 2. Інші пріоритети споживачів та 3. Складність формування ціннісної пропозиції, яка є привабливою (навіть для нас)... (не кажучи вже про покупця)».

Щоб поділитися іншою перспективою, інший респондент опитування навів статистику, що «...31% будинків близькі до бідності у регіоні, де вони працюють».

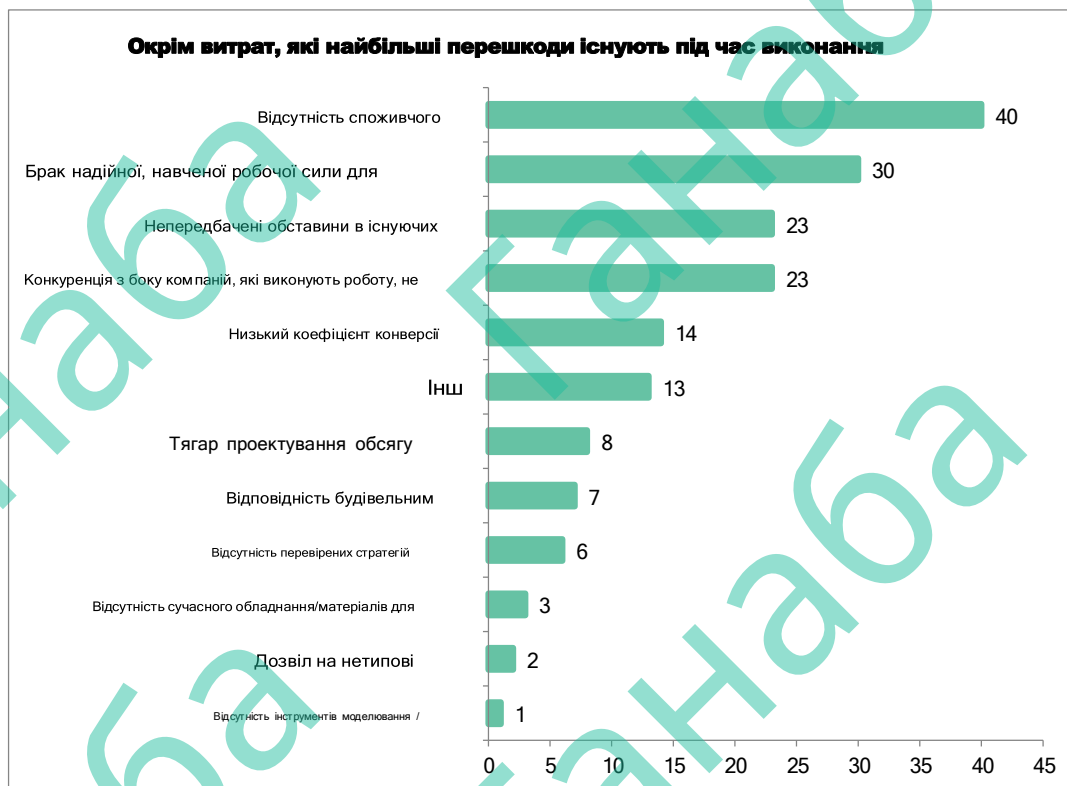


Рисунок 3. Найбільші перешкоди, з якими стикаються респонденти дослідження під час виконання проектів DER. Загальна кількість відповідей = 68.

Респонденти опитування вважали, що надання вагомих фінансових стимулів,

таких як знижки та податкові пільги, є найефективнішим способом збільшення попиту клієнтів на проекти з розподіленого споживання (РВЗ) (Рисунок 4).

Аналогічно, зниження вартості проектів та забезпечення легшого фінансування проектів також вважалися ефективними. Пов'язування РВЗ зі зростанням ринкової вартості житла та здоровим середовищем у приміщенні, а також розкриття інформації про енергоспоживання під час продажу були іншими менш популярними пропозиціями.

Деякі відповіді були обрані лише кількома респондентами, але вони також можуть бути цікавими напрямками для розвитку, такими як покращення результатів розподілу ресурсів (DER) шляхом підвищення енергозбереження або використання підходу, який називається «гарантований рахунок за енергію», або зменшення навантаження на клієнтів, пов'язаного з плануванням проектів, врахуванням переривання проектів та часових рамок проектів.

Кілька респондентів дослідження (N=3) припустили, що надання клієнтам інформації про DER (розподільні системи розподілу) є способом підвищення попиту. Також згадувалося інформування клієнтів про недорогі варіанти та пряме з'єднання клієнтів з перевіреними підрядниками.

3.4 Передові технології та підходи

У цьому розділі респондентів дослідження просили висловити свою думку щодо нових підходів та технологій для проектів DER. В опитуванні їх просили відповісти на запитання з власної точки зору та виходячи з ринку, який вони обслуговують.

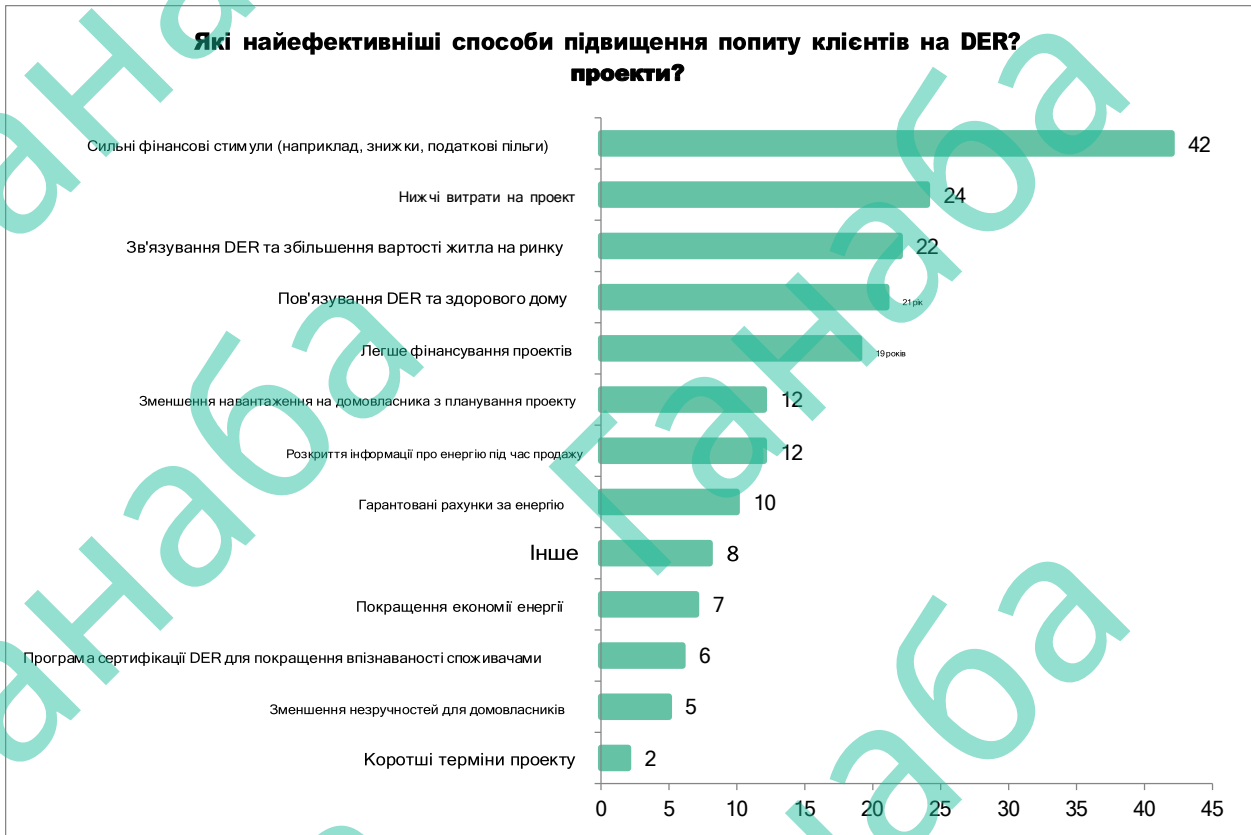


Рисунок 4. Ефективні способи збільшення попиту клієнтів на проекти DER. Загальна кількість відповідей = 68.

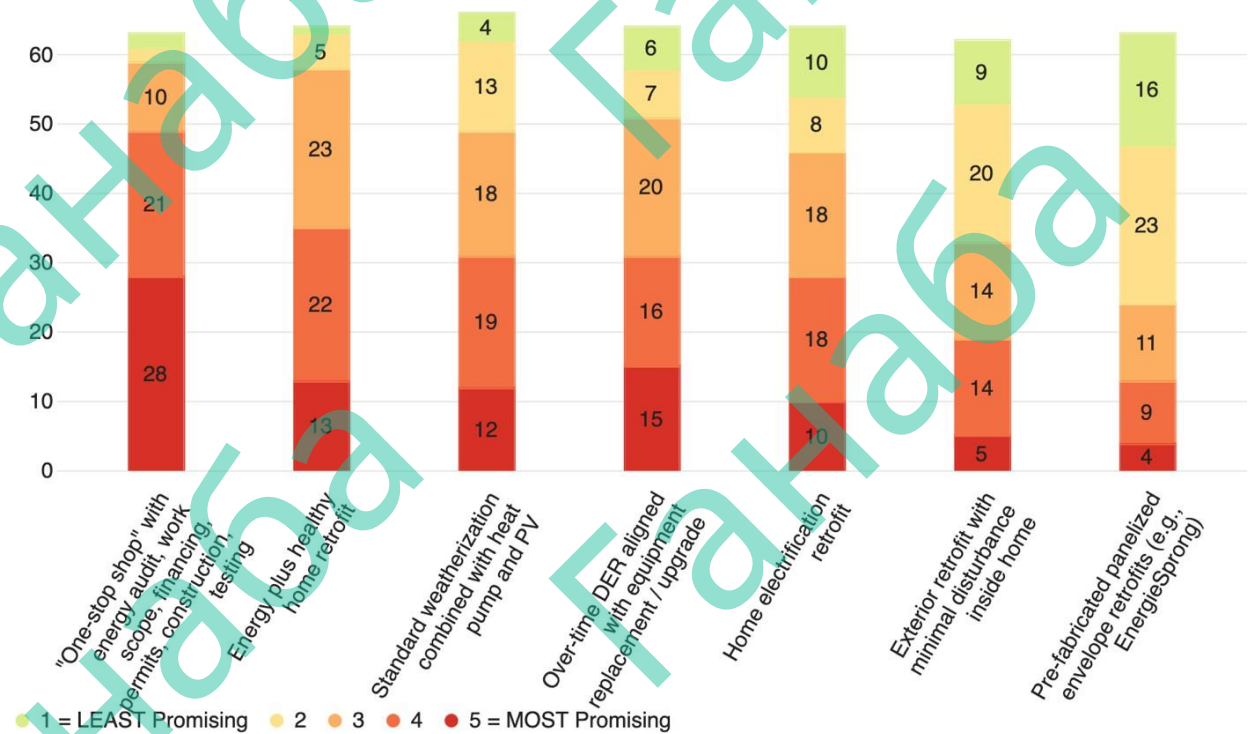


Рисунок 5. Рейтинг підходів до проведення DER на вашому ринку. Загальна

кількість відповідей = 67.

Респонденти опитування визначили підхід «єдиного вікна», який охоплює енергоаудит, обсяг робіт, фінансування, дозволи, будівництво та випробування, як найбільш перспективний, за ним йде концепція модернізації «енергія плюс здоровий дім». Існує три підходи, які були оцінені однаково: (1) стандартне утеплення в поєднанні з тепловим насосом та фотоелектричними системами, (2) понаднормове постачання енергії з виміром потужності (DER) у поєднанні із заміною/модернізацією обладнання, та (3) модернізація електрифікації будинків. Два підходи, які вважаються менш перспективними, - це ті, що зосереджені на будівництві.

На рисунку 6 показано оцінку респондентами опитування щодо досягнень у технологіях розподілу тепла (РПТ). Загалом, технології теплових насосів (інтегрований тепловий насос для опалення приміщень та гарячого водопостачання, теплові насоси для холодного клімату) багато респондентів оцінюють як перспективні технології для РПТ. Розумна вентиляція та моніторинг якості повітря в приміщенні в режимі реального часу також високо оцінюються. Інші технології моніторингу та контролю, такі як інтелектуальне керування будівлями, автоматизоване виявлення та діагностика несправностей HVAC, а також моніторинг енергії в режимі реального часу, також вважаються багато респондентів опитування перспективними.

Технології огорожувальних конструкцій будівель та вікон оцінюються десь посередині, зокрема: AeroSeal для існуючих огорожувальних конструкцій будинків, ізоляція напилюваною піною з низьким потенціалом глобального потепління, тонкі тришарові вікна, суперізоляційні матеріали (наприклад, аерогель, вакуумно-ізольовані панелі).

Один з респондентів дослідження зазначив, що переваги EnergieSprong не були повністю враховані в опитуванні, що могло вплинути на його рейтинг. Підхід

EnergieSprong на основі збірних панелей стосується не лише панельного огороження, а й розробки мінімально інвазивних, рекомендованих підходів до модернізації, які включають елементи позамайданчикового будівництва/збірних конструкцій та можуть бути швидко встановлені. Це може включати панелі чи ні. Але такий підхід має великий потенціал.».

П'ять технологій, що отримали найменшу кількість голосів, це: альтернативний холодоагент (наприклад, CO₂) тепловий насос, ізоляція фундаменту, вдосконалене осушення повітря, розумні віконні покриття та матеріали зі зміною фази в огорожувальних конструкціях будівель.

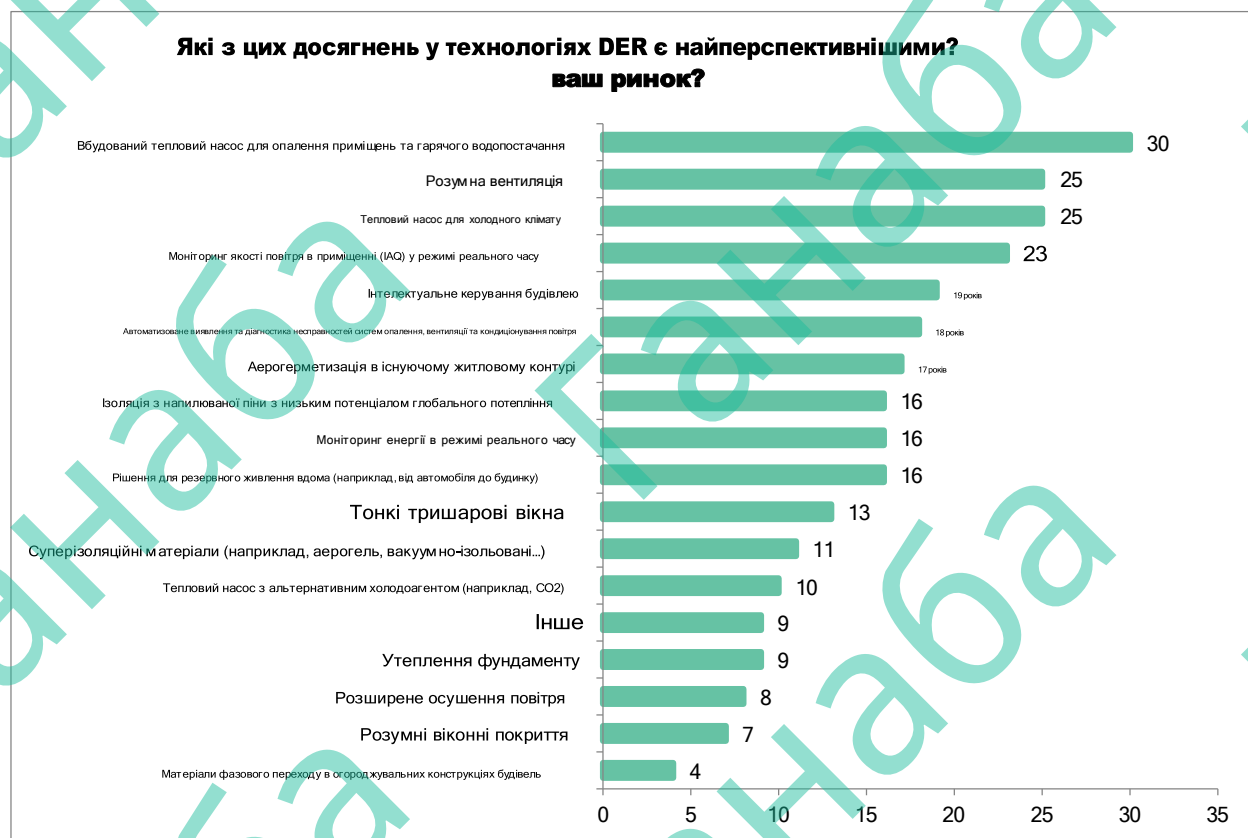


Рисунок 6. Рейтинг досягнень у технологіях DER. Загальна кількість відповідей = 67.

Багато респондентів опитування також надали додаткові пропозиції щодо перспективних підходів та технологій у своїх відповідях. Деякі запропонували

конкретні технології, такі як аналіз даних інтелектуальних лічильників та «холодні» дахи. Інші описали альтернативні підходи, такі як перерозподіл навантаження або сонячні теплові технології в масштабі району. Деякі виступали за уточнення або підвищення вимог до енергоефективної модернізації за допомогою будівельних норм або програм сертифікації. Однак інші наголосили на важливості створення «...прибуткова та повторювана бізнес-модель» Підхід «Плати, як заощаджуєш» (PAYS) згадували кілька респондентів.

Крім того, один респондент дослідження надав такий коментар:

«спрощений процес включає програмне забезпечення для аудиту та спрощення пропозицій з урахуванням витрат (на оплату праці та матеріали) як частини процесу... мета полягає в тому, щоб спростити інтеграцію цих зусиль щодо розширеного доступу до інформації (DER) з нашими стандартними пропозиціями для споживачів... щоб це була просто ще одна пропозиція, яка інтегрується з нашим існуючим процесом... тому що вона настільки відрізняється та набагато складніша... рідко варто витрачати час на те, щоб навіть пропонувати її покупцям.

ми повинні стандартизувати та спростити пропозицію. і зробити її доступною для більшої кількості консультантів з домашнього господарства. І кілька респондентів опитування також згадали про важливість навчання домовласників та інших фахівців (наприклад, архітекторів, ріелторів). Один респондент розповів про це з точки зору того, щоб зробити переваги розподіленого розподілу (DER) більш доступними для домовласників:

«Нам потрібно оцінити комплексну пропозицію щодо герметичності повітроводів, ізоляції, герметизації, модернізації опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, а потім використовувати сучасну вентиляцію та інтелектуальні системи керування, які повідомлятимуть про якість повітря в приміщенні та споживання енергії у спрощеному, але корисному форматі.«...»

3.5 Обсяг робіт та підходи

У цій частині опитування ставилися питання про підходи, які респонденти використовують для розробки та реалізації проектів DER. Респонденти опитування надали інформацію про те, як часто вони включають різні елементи робіт до своїх проектів DER. В опитуванні також ставилися питання про різні фактори, які враховуються під час прийняття рішень щодо обсягу робіт, та завдання, які респонденти опитування вважали найбільш трудомісткими, окрім будівельних робіт.

Визначаючи варіанти модернізації для проекту розподілу електричної енергії (DER), багато респондентів визнали важливими такі фактори: (1) уподобання та потреби клієнтів, (2) економія енергії, (3) здоров'я та комфорт, і (4) вартість (Рисунок 7). Незважаючи на те, що респонденти дослідження зазначили, наскільки важливою є вартість для клієнтів, вона не була головним чи єдиним фактором, який слід враховувати при визначенні варіантів модернізації в проекті DER. Один респондент дослідження додав:

«...відплата» у їхній відповіді».

Ці результати опитування підсумовують проблему, пов'язану з тим, що існує багато різних важливих факторів, які слід враховувати під час вибору між варіантами модернізації для певного проекту DER. Як зазначив один з респондентів дослідження у своїй відповіді:

«Усі ці важливі фактори ми враховуємо під час розробки сфери застосування».

Можливо, саме через цю складну дилему прийняття рішень лише деякі респонденти дослідження обрали «ризик зворотних викликів/скарг», «норму прибутку» або «час виконання роботи» як фактори, які вони враховували, хоча саме ці фактори необхідні для забезпечення «прибуткова та повторювана бізнес-модель», як раніше прокоментував респондент дослідження, коли його запитали про перспективні підходи до виконання DER на їхньому ринку.



Рисунок 7. Основні фактори, які слід враховувати під час вибору варіантів модернізації для проектів DER. Загальна кількість відповідей = 65.

Двоє респондентів дослідження також надали відповіді, в яких зазначили, що втілений вуглець є фактором, який вони враховували під час прийняття рішень. Ще двоє респондентів дослідження зазначили, що варіанти модернізації повинні працювати в межах існуючої конструкції та огорожувальних конструкцій будівлі. Один респондент дослідження згадав додаткову проблему, яка «...планування та зонування, що обмежують хороші варіанти».

На рисунку 8 показано, що для більшості респондентів опитування їхні проекти DER включали діагностичне тестування, таке як вимірювання дверцят нагнітача та повітроводів. Натомість, професійні дизайнерські послуги від архітектора чи інженера, які, як правило, є дорогими, зазвичай включаються до своїх проектів DER лише обмеженою кількістю респондентів опитування.



Рисунок 8. Частота робочих елементів, що включені або задіяні в проектах DER.

З точки зору респондентів опитування, залучення клієнтів та розробка обсягу робіт/пропозицій є двома найбільш трудомісткими завданнями, не пов'язаними з будівництвом, далі йдуть енергоаудит/початковий візит на об'єкт та адміністрування програми/знижок (Рисунок 9). Ці завдання, не пов'язані з будівництвом, які респонденти дослідження вважали трудомісткими, сприяють накладним витратам проектів розподілу електричних та електронних ресурсів (DER). Двоє респондентів опитування додали «...навчання клієнтів» у їхній відповіді. Також було два коментарі, що стосувалися отримання даних про енергію та/або моніторингу якості повітря в приміщенні після модернізації.

У попередній частині опитування лише декілька респондентів визначили тягар розробки обсягу робіт з розподіленого різання (DER) як одну з найбільших перешкод під час виконання проекту DER (Рисунок 3). Однак набагато більше з

них вважали це завданням, що вимагає багато часу, виходячи з їхньої відповіді на це запитання опитування.

Згідно з Рисунком 3, набагато більше респондентів опитування визначили брак споживчого попиту (N=40) як перешкоду, ніж низький коефіцієнт конверсії клієнтів (N=14). Виходячи з цього порівняння, причина того, що залучення клієнтів є трудомістким завданням, може бути зумовлена радше невеликою кількістю клієнтів, зацікавлених у проектах DER, і менше тим, що клієнти вирішили не продовжувати проект.



Рисунок 9. Небудівельні завдання, які респонденти опитування вважали найбільш трудомісткими. Загальна кількість відповідей = 64.

3.6 Оцінка вартості проекту

У цьому розділі опитування респондентів просили висловити свою думку щодо чинників, що призводять до мінливості витрат у їхніх проектах розподілу, розподілу та розподілу. Також у ньому запитували про поширені причини збільшення витрат та затримок проектів, виходячи з їхнього досвіду.

Респондентів опитування попросили надати оцінку накладних витрат та норми прибутку, якщо вони хотіли б поділитися цією інформацією.

Навіть якщо витрати на модернізацію часто нормуються або розміром житла, або рівнем ефективності модернізації², ці фактори не завжди є основними причинами мінливості вартості. На рисунку 10 показано, що двома основними причинами мінливості вартості, визначеними респондентами опитування, були (1) існуючий стан обладнання або елементів будівлі та (2) доступність або складність житла. Уподобання клієнта були ще одним важливим фактором мінливості вартості.

Серед переліку існуючих проблем, зазначених у питанні опитування, більше респондентів опитування обрали проблеми з вологістю як важливий фактор мінливості витрат у своїх проектах порівняно

Один респондент опитування навів приклад, коли мінливість вартості залежить як від розміру житла, так і від рівня продуктивності обладнання: «...кількість систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, яка прив'язана до розміру житла та пов'язана з цільовою продуктивністю житла»

до інших типів проблем, таких як азбест, електричні або структурні. Один респондент опитування навів приклад конкретної електричної проблеми: «...електричний фідер та панель занадто малі».

Троє респондентів опитування зазначили інші причини мінливості витрат: «...енергетичний профіль будинку», « як це вписується в програму знижок», та «опір підрядника встановленню найкращих практик та незнайомому обладнанню й процедурам».

Найпоширенішими причинами збільшення витрат були приховані проблеми, які не були передбачені обсягом робіт. Серед цих прихованих проблем респонденти опитування найчастіше обирали загальний опис «приховані проблеми з існуючим обладнанням або елементами будівлі» (Рисунок 11), а потім приховані структурні проблеми. Зміни в уподобаннях клієнтів також були основною причиною

збільшення вартості проектів з розподілу прямих джерел енергії. Для порівняння, лише деякі респонденти опитування визначили проблеми з дозволами/інспекціями як причини, що призводять до збільшення вартості проектів з розподілу прямих джерел енергії.

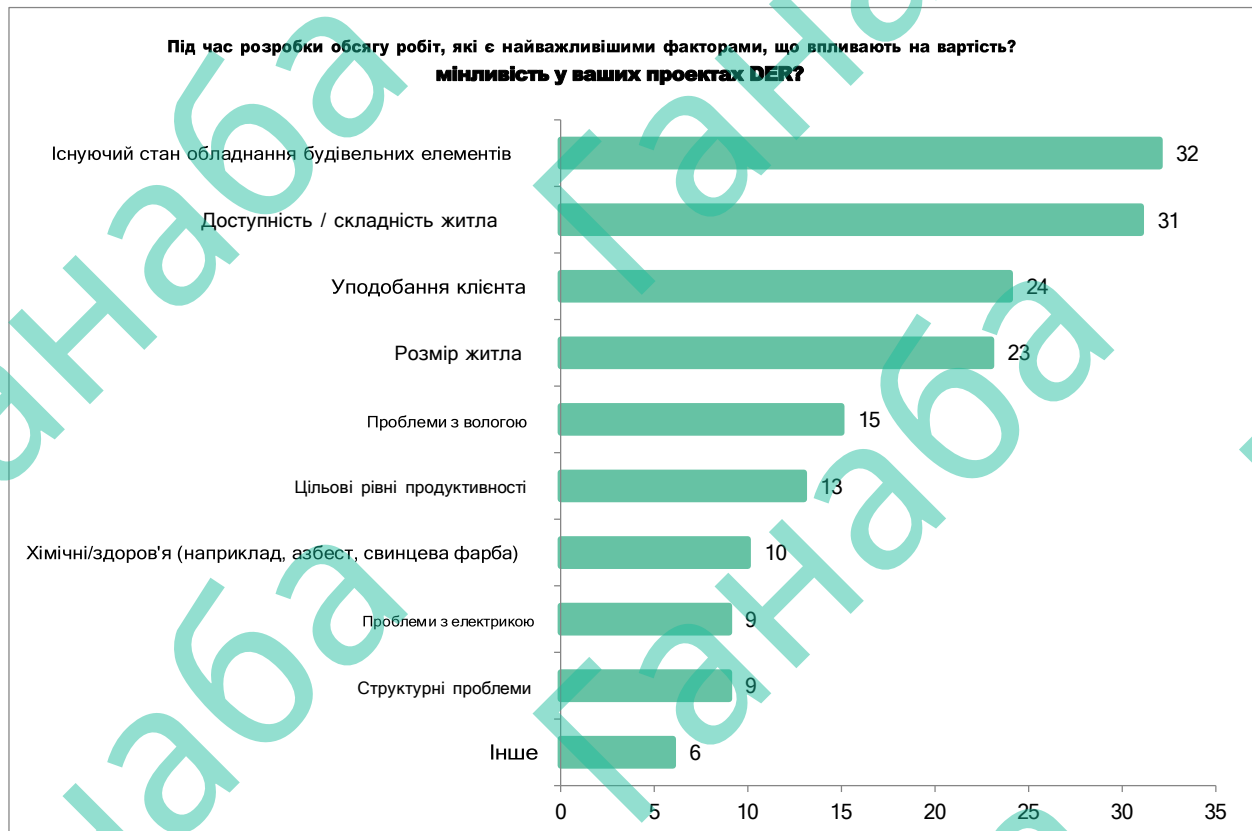


Рисунок 10. Важливі фактори мінливості витрат у проектах DER. Загальна кількість відповідей = 63

Загалом, схоже, що більшість респондентів опитування вважають якість обладнання або матеріалів достатньою для підтримки їхніх проектів DER. Дуже мало респондентів опитування вважали дефектне обладнання або матеріали поширеною причиною збільшення витрат. Іноді може траплятися повторна робота через помилки встановлення, і 10 респондентів опитування визначили це як поширену причину збільшення витрат у їхніх проектах DER.



Рисунок 11. Поширені причини збільшення вартості проекту DER. Загальна кількість відповідей = 60.

Кілька респондентів опитування відповіли, що це питання не стосується їхньої роботи з DER, оскільки «...наші послуги безкоштовні для мешканців» або «немає, попередньо узгоджені фіксовані ціни з підрядниками».

Також один респондент опитування сказав, що: «99,9% наших змінних замовлень спрямовані на зменшення витрат», іншими словами, збільшення витрат є рідкістю в їхній роботі.

Респонденти опитування визнали управління програмами проблемою в проектах DER. Наприклад, на рисунку 12 показано, що конфлікт графіків визначається респондентами опитування як поширена причина затримок у проектах DER. Багато респондентів опитування також розглядали зміни в уподобаннях клієнтів як причину затримки проекту, окрім поширеної причини збільшення витрат.

Більше респондентів опитування (N=16) визначили наслідки проблем з

дозволами/інспекціями як такі, що спричиняють затримки в часі, ніж збільшення витрат (N=7, див. Рисунок 11). Як зазначив один респондент опитування: «планування інспекцій програми та отримання правильних результатів» призводить до затримок у часі, що може призвести до певного збільшення витрат.

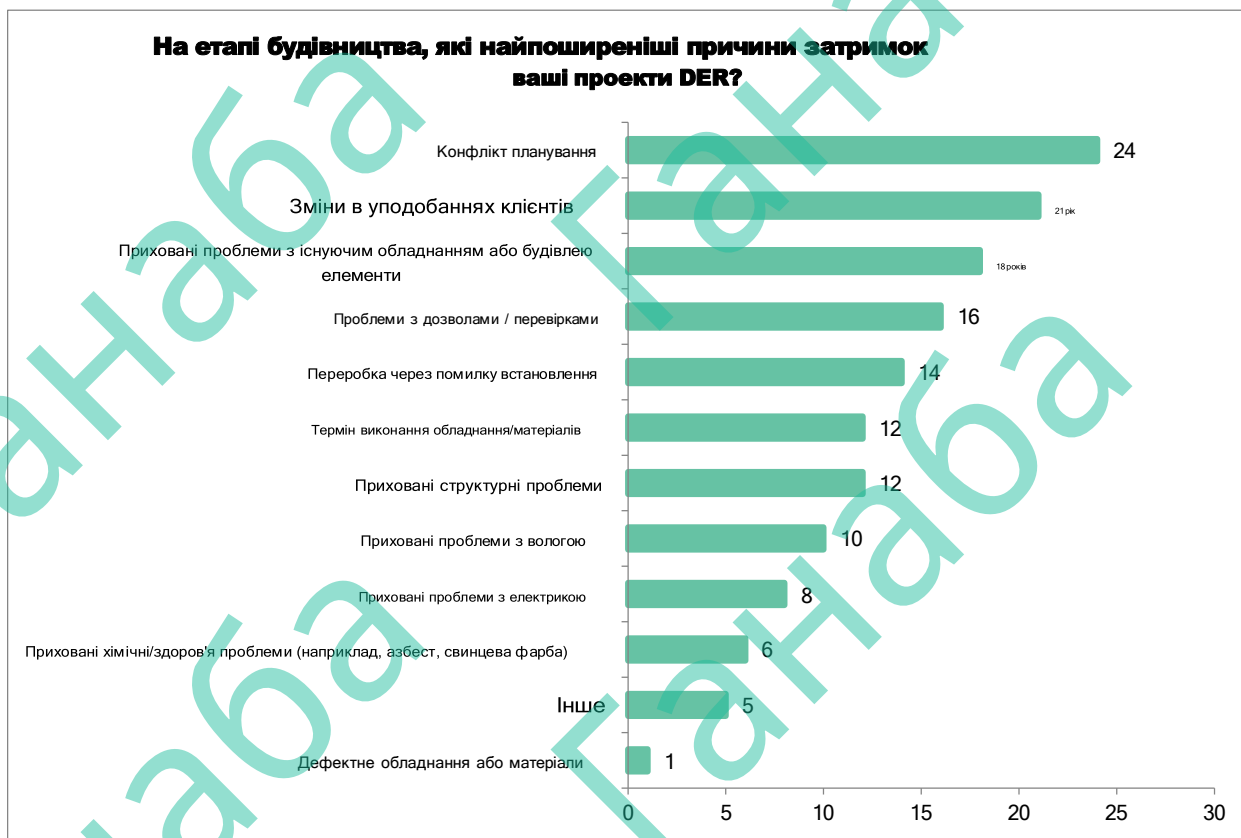


Рисунок 12. Поширені причини затримок проекту DER. Загальна кількість відповідей = 60.

3.6.1 Типові витрати на проект DER

Респондентів опитування попросили надати типові витрати, пов'язані з виконанням різних завдань, якщо це стосується проектів, у яких вони беруть участь. Вони могли надати дані у вигляді вартості (\$), робочої сили (години) та/або у відсотках від вартості проекту. Запитання щодо даних про витрати були поділені на чотири групи:

- 1) Типові експлуатаційні витрати в проектах DER : огляд будинку / енергоаудит, розрахунок / визначення розмірів навантаження на систему опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, управління проектами,

управління клієнтами, поїздки на робочий майданчик і назад.

- 2) Типова вартість дозволів та перевірок для проектів DER загальне будівництво, механічне / електричне / сантехнічне (MEP), вікно.
- 3) Типова вартість професійних проектних та інженерних послуг для проектів DER: інженер- архітектор, інженер-механік, інженер-будівельник, інженер-будівельник.
- 4) Типові витрати на діагностичні випробування або введення в експлуатацію для проектів DER : витік з оболочки (дверцята вентилятора), витік з повітропроводу (повітродув), безпека горіння, введення в експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, потік повітря вентиляційного вентилятора, інспекція інфрачервоною (ІЧ) камерою, моніторинг споживання енергії, моніторинг якості навколишнього середовища в приміщенні (IEQ).

Близько половини респондентів опитування (N=39) надали дані про витрати. Майже всі підрядники з житлово- комунального господарства, які взяли участь у цьому опитуванні, надали дані про витрати (16 з 18). Серед багатьох інших, хто надав дані про витрати, є консультанти, керівники програм та інженери (Таблиця 9).

Таблиця 9. Роль респондентів опитування, які надали дані про витрати.

Ролі	Кількість
Підрядник з оздоблення будинків	16
Консультант	6
Менеджер програми	5
Інженер	4
Генеральний підрядник	2
Оцінювач енергії	2
Архітектор	1
Домовласник	1
Підрядник з реконструкції	1
Підрядник з утеплення	1
Всього	39

У таблиці 10 показано кількість відповідей, наданих респондентами опитування.

Групи [1] та [4] отримали найбільше даних про витрати. Менше даних респонденти опитування надали щодо витрат на професійне проектування та витрат на отримання дозволів.

Таблиця 10 Кількість відповідей щодо даних про витрати для різних робочих елементів у проектах DER.

Робочі завдання	Кількість	Робочі завдання	Кількість
[1] Огляд будинку / енергоаудит	36	[3] Професійний Структурний	4
[1] Розрахунок / визначення розмірів навантаження на систему опалення, вентилювання	25	Професійний – Цивільний	2
[1] Управління проектами	25	[4] Витік через оболонку	19 років
[1] Управління клієнтами	16	[4] Витік з повітропроводу	11
[1] Поїздка до місця роботи та з місця роботи	19 років	[4] Безпека горіння	14
[2] Дозволи – Загальне будівництво	7	[4] Введення в експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування	13
[2] Дозволи – MEP	10	[4] Потік повітря вентилятора	13
[2] Дозволи – Вікно	2	[4] Огляд ІЧ-камерою	12
[3] Професійний – Архітектурний	7	[4] Моніторинг споживання енергії	9
[3] Професійний – Механічний	6	[4] Монітор якості повітря в приміщенні	11

На рисунку 13 підсумовано інформацію про вартість (\$), надану респондентами опитування. Якщо респондент опитування вказував діапазон, наприклад, від 1000 до 1500 доларів США за проїзд до місця роботи та з нього, в аналізі використовувалося центральне значення (тобто 1250 доларів США). Більшість респондентів опитування надали одне значення. Невелика кількість оцінок діапазону, наданих респондентами опитування, як правило, має вузький діапазон, як показано у наведеному вище прикладі.

Інспекція/Енергетичний аудит
 Розрахунок навантаження системи опалення
 Управління проектами
 Управління клієнтами
 Подорожі Дозвіл – загальний Дозвіл - MEP
 Дозвіл - Windows
 Дизайн - Архітектурний
 Дизайн - Механічний
 Дизайн - Структурний
 Проектування - Цивільне будівництво
 Витік конверта
 Витік з повітропроводу
 Пусконаладжувальні роботи систем опалення, вентил
 Безпека горіння
 Потік вентилятора вентиляції
 ІЧ-камера
 Енергетичний моніторинг
 Моніторинг якості повітря в приміщенні

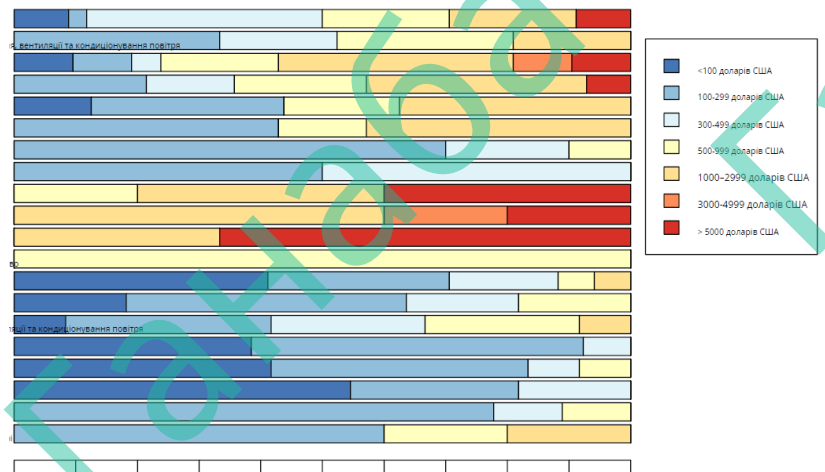


Рисунок 13. Діапазони даних про витрати для різних робочих елементів у проектах DER.

На рисунку 13 показано високу вартість професійних послуг з проектування та інженерії, яка зазвичай перевищує 1000 доларів США. Діагностичні тести або завдання з введення в експлуатацію є значно меншими за вартістю. Однак, вони можуть суттєво зростати, якщо в рамках проекту DER виконується кілька діагностичних тестів. Було доступно менше даних щодо отримання дозволів та перевірок. Респонденти опитування повідомили про широкий спектр даних про витрати у своїй відповіді щодо загальних експлуатаційних витрат, таких як управління проектами, управління клієнтами та перевірка/енергетичний аудит будинків.

У таблицях 11–13 наведено центральні оцінки (середнє та геометричне середнє) та варіативності (стандартне відхилення та геометричне стандартне відхилення) даних про витрати, наданих респондентами опитування. Зведена статистика відображається лише для робочих завдань, де є щонайменше 5 відповідей після видалення будь-яких структурованих варіантів. У таблиці 15 показано вартість, поділену на кількість годин праці, де середні значення коливаються від 90 до 140 доларів США за годину для різних завдань проекту DER.

Таблиця 11. Зведені дані про витрати на виконання різних завдань проекту DER

Завдання проекту DER	Кількість	Вартість (\$)			
		Середнє значення	Стандартне відхилення	Географія. Середнє значення	Геометричність Станд. Розвиток
Професійний – Архітектурний	5	9600	12920	3204	6.0
Професійний – Механічний	5	2440	1915 рік	1888 рік	2.2
Управління проектами	19 років	1734 рік	2256	952	3.3
Дозволи – Загальне будівництво	7	1064	1052	558	3.8
Поїздки до місця роботи та з місця роботи	16	837	876	409	4.2
Управління клієнтами	13	762	661	494	2.9
Огляд будинку / енергоаудит	30	634	473	498	2.0
Розрахунок / визначення розмірів навантаження на систему опалення, вентиляції та конд	Конд.повітря	564	468	418	2.2
Монітор IEQ	10	426	373	291	2.6
Безпека горіння	12	387	284	302	2.1
Дозволи – MEP	10	265	140	233	1.7
Витік з повітропроводу	10	260	155	222	1.8
Витік конверта	17 років	233	283	142	2.7
Контроль споживання енергії	9	228	128	198	1.8
Потік повітря вентилятора	12	153	143	98	2.9
Перевірка ІЧ-камерою	11	129	116	76	3.3
Введення в експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК)	13	122	93	83	2.8

Таблиця 12. Робочі години, зазначені для різних завдань проекту DER

Завдання проекту DER	Кількість	Праця (година)			
		Середнє значення	Стандартне відхилення	Географія. Середнє значення	Геометричність Станд. Розвиток
Управління проектами	20	12.8	11.4	9.4	2.3
Поїздки до місця роботи та з місця роботи	16	11.8	15.8	5.5	3.7
Огляд будинку / енергоаудит	33	7.2	7.3	5.4	2.0
Управління клієнтами	14	5.9	5.1	4.4	2.2

Розрахунок / визначення розмірів навантаження на систему опалення, вентиляції та конд	Конд.пов	4.1	4.2	2.9	2.2
Введення в експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК)	12	4.1	3.4	3.2	2.0
Монітор IEQ	9	2.2	1.5	1.7	2.1
Контролюйте споживання енергії	8	2.1	1.4	1.7	2.1
Витік з повітропроводу	10	1.8	1.1	1.6	1.7
Витік конверта	16	1.5	0,8	1.3	1.7
Перевірка ІЧ-камерою	11	0,9	0,4	0,8	1.7
Потік повітря вентилятора	9	0,9	0,2	0,8	1.4
Безпека горіння	12	0,8	0,4	0,7	1.6

Таблиця 13. Витрати на різні завдання DER у відсотках від вартості проекту

Завдання проекту DER	Кількість	% витрат на проект			
		Середнє значення	Стандартне відхилення	Географія. Середнє значення	Геометричний Станд. Розвиток
Управління проектами	19 років	8.9	6.8	6.9	2.1
Поїздки до місця роботи та з місця роботи	12	7.0	6.9	4.5	2.8
Професійний – Архітектурний	5	5.8	2.7	5.3	1.6
Дозволи – Загальне будівництво	5	5.6	6.6	2.6	4.4
Управління клієнтами	9	4.1	2.2	3.4	2.0
Дозволи – MEP	6	0,8	0,7	0,4	6.0

Таблиця 14 Орієнтовна вартість години праці для різних завдань проекту

DER

Завдання проекту DER	Кількість	Вартість (\$) за годину праці			
		Середнє значення	Стандартне відхилення	Географія. Середнє значення	Геометричний Станд. Розвиток
Монітор IEQ	9	138	89	105	2.4
	Конд.пов	137	56	126	1.5

Розрахунок / визначення розмірів навантаження на систему опалення, вентиляції та конд					
Витік конверта	16	136	140	97	2.2
Витік з повітропроводу	10	135	88	110	2.0
Контроль споживання енергії	8	133	89	106	2.1
Управління клієнтами	13	131	80	109	1.9
Безпека горіння	12	125	87	98	2.1
Перевірка ІЧ-камерою	10	118	97	86	2.3
Управління проектами	20	115	76	95	1.9
Введення в експлуатацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК)	11	108	68	87	2.1
Огляд будинку / енергоаудит	29	104	45	95	1.5
Потік повітря вентилятора	11	100	64	83	1.9
Поїздки до місця роботи та з місця роботи	12	90	65	72	2.0

3.6.2 Накладні витрати та прибутки

Щоб краще зрозуміти, як різні складові витрат впливають на загальну вартість проекту для клієнтів, низка підрядників з ведення житлово-комунального господарства та генеральних підрядників відповіли на запитання щодо їхніх середніх накладних витрат та середнього прибутку у відсотках від загального доходу від проектів з ведення житлово-комунального господарства (DER). Їх попросили подумати про проекти DER, виконані за останні два роки (2018 та 2019). Кілька інших респондентів опитування, які займали інші посади (наприклад, архітектор, інженер), також надали цю інформацію. Однак, було занадто мало відповідей (менше 3), щоб узагальнити ці дані.

Серед 10 підрядників з будівництва будинків центральна тенденція щодо накладних витрат становить 30% (однакове значення для середнього та медіани), а центральна тенденція (медіана) щодо прибутку становить близько 20% (середнє значення = 23%). Загалом, ці значення вищі, ніж ті, що повідомили генеральні підрядники, які відповіли на це опитування. Однак це спостереження є неточним через дуже малий розмір вибірки.

3.7 Заключні коментарі

На завершення, респондентів опитування попросили поділитися однією інновацією в матеріалах, обладнанні чи процесах, яка, на їхню думку, значно підвищила б ефективність впровадження та/або знизила б витрати на впровадження розподіленого розуміння (DER). Їм також було запропоновано надати пропозиції щодо покращення цього опитування або, в ширшому сенсі, нашого розуміння DER. Усі відповіді на опитування наведено в Додатку С, а деякі спільні теми узагальнено тут.

Щодо технологій розподіленого витоку енергії (DER), кілька респондентів опитування висловили свою зацікавленість у технологіях теплових насосів, інші – в ізоляції та герметизації повітря. Кілька респондентів опитування визнають та підкреслюють цінність моніторингу та діагностики. Існує багато пропозицій щодо програмних підходів для просування впровадження DER. Один респондент опитування зазначив важливість розробки бізнес-моделі для проектів DER:

«Повторюваний процес, який здебільшого можуть виконувати фахівці початкового рівня та який можна підключити до існуючої мережі підрядників.

Дехто описав труднощі, з якими вони зіткнулися, пов'язані з зонуванням та будівельними нормами, як перешкоди. Висока вартість проекту була поширеним занепокоєнням порівняно з генеральними підрядниками. Багато опитаних

Респонденти погоджуються, що освіта робочої сили та домовласників також є перешкодою.

«Основні інновації готові... високопродуктивні теплові насоси (повітряні та геотермальні), інтелектуальна вентиляція, водонагрівач з тепловим насосом, сушарка для білизни з функцією нагріву та інтелектуальне керування будівлею... головною перешкодою є освіта домовласників, проектувальників та монтажників, а також проникнення на ринок.«...»

Існує дві пропозиції, які вказують на необхідність переосмислення ролі DER,

кожна з яких розглядає різні перспективи:

«Якщо подивитися на майже всі проекти з розподілом викидів вуглецю (DER) з точки зору вартості на тонну уникнутого вуглецю, а також враховуючи втілений вуглець від реалізації проекту, швидко стане зрозуміло, що вони не є жодним рішенням проблем викидів вуглецю, з якими ми стикаємося. Фактично, вони лише посилюють проблему в короткостроковій та середньостроковій перспективі. Натомість, проведіть кілька днів з оновлення герметизації та ізоляції, встановіть теплові насоси та купуйте зелену енергію.«...»

«Подумайте ширше про розподілені випадки (DER). Вони, ймовірно, мають сенс лише для 1-5% будинків (принаймні доти, доки значну частину вартості не можна буде окупити при перепродажі). Уявіть собі будинки, як діти, які ходять до шкільної медсестри, страждають. 60-70% дітей, ймовірно, може лікувати медсестра. Наступні 20-30% потребують звернення до лікарні до лікаря. А найгірші випадки потрапляють до відділення інтенсивної терапії (які є DER). В ідеалі система забезпечить шлях для всіх трьох. Саме це ми розробляємо в HVAC 2.0. На нашу думку, проблема полягає головним чином у процесі продажу. Технічні питання значною мірою вирішувалися протягом 20 років.«...»

Є додаткові коментарі щодо важливості перетворення розподілу енергії (DER) на життєздатну бізнес-модель для підрядників. Респонденти опитування вказали на можливості енергозбереження, на яких варто зосередитися для проектів DER, та на те, де інновації в продуктах можуть допомогти покращити результати таких проектів.

5. Автоматизація технологічних процесів

5.1 Вступ

Сучасний етап розвитку промисловості, будівництва та інженерних систем характеризується активним упровадженням автоматизованих технологій у всі сфери життєдіяльності людини. Однією з ключових інженерних систем будь-якої будівлі є система вентиляції, яка забезпечує нормативні параметри повітряного середовища. Якість повітря безпосередньо впливає на здоров'я людини, її працездатність, безпеку технологічних процесів та довговічність будівельних конструкцій.

У традиційних вентиляційних системах керування здійснюється вручну або з мінімальним рівнем автоматизації, що не дозволяє оперативно реагувати на зміну зовнішніх та внутрішніх умов. У зв'язку з цим актуальною є необхідність автоматизації вентиляції, яка забезпечує енергоефективність, стабільність параметрів мікроклімату та підвищення рівня комфорту і безпеки.

Метою даної роботи є обґрунтування необхідності автоматизації вентиляційних систем, аналіз її переваг, функцій та ролі в сучасних будівлях і промислових об'єктах.

5.2. Поняття та призначення вентиляційних систем

Вентиляція — це організований процес обміну повітря у приміщеннях з метою видалення забрудненого повітря та подачі свіжого, що відповідає санітарно-гігієнічним нормам. Основними завданнями вентиляції є:

підтримання нормативної концентрації кисню;

видалення надлишкової вологи;

зниження концентрації шкідливих газів, пилу та аерозолів;

регулювання температури повітря.

Вентиляційні системи поділяються на природні та механічні, припливні, витяжні та припливно-витяжні. Незалежно від типу, ефективність роботи вентиляції значною мірою залежить від правильного керування її параметрами, що обумовлює потребу в автоматизації.

5.3. Основні проблеми неавтоматизованих вентиляційних систем

Експлуатація вентиляційних систем без автоматизованого керування супроводжується рядом недоліків. По-перше, відсутність постійного контролю за параметрами повітря призводить до порушення мікроклімату. По-друге, ручне керування не дозволяє своєчасно реагувати на зміну кількості людей у приміщенні або технологічних навантажень.

Крім того, неавтоматизовані системи характеризуються підвищеним енергоспоживанням, оскільки вентиляційне обладнання часто працює з постійною продуктивністю незалежно від реальної потреби. Це призводить до зростання експлуатаційних витрат та зниження економічної ефективності будівлі.

5.4. Сутність автоматизації вентиляції

Автоматизація вентиляції — це комплекс технічних засобів і програмних рішень, які забезпечують автоматичний контроль, регулювання та оптимізацію роботи вентиляційної системи без постійного втручання людини.

До складу автоматизованої системи вентиляції входять:

- датчики температури, вологості, тиску, концентрації CO₂;
- контролери та мікропроцесорні пристрої;
- виконавчі механізми (клапани, заслінки, приводи);
- програмне забезпечення для моніторингу та керування.

Основною метою автоматизації є підтримання заданих параметрів повітряного середовища з мінімальними витратами енергії.

5.5. Необхідність автоматизації вентиляції з точки зору енергоефективності

Однією з головних причин упровадження автоматизованих вентиляційних систем є підвищення енергоефективності. Вентиляція належить до найбільш енергоємних інженерних систем будівлі, тому навіть незначна оптимізація режимів роботи дозволяє досягти суттєвої економії.

Автоматизовані системи забезпечують:

- регулювання продуктивності вентиляторів залежно від реального навантаження;
- використання рекуперації тепла;
- зменшення тепловтрат у холодний період року;
- оптимізацію роботи системи в нічний та неробочий час.

Таким чином, автоматизація вентиляції сприяє зниженню споживання електроенергії та теплових ресурсів.

5.6. Забезпечення комфортного мікроклімату

Комфортний мікроклімат є важливою умовою для здоров'я та продуктивної діяльності людини. Автоматизовані системи вентиляції дозволяють підтримувати оптимальні значення температури, вологості та якості повітря.

Завдяки використанню датчиків і програмних алгоритмів система може:

автоматично збільшувати приплив повітря при зростанні концентрації CO₂;

регулювати температуру залежно від зовнішніх умов;

забезпечувати рівномірний розподіл повітря у приміщенні.

Це особливо важливо для офісних будівель, навчальних закладів, лікарень та житлових комплексів.

5.7. Необхідність автоматизації вентиляції в промислових умовах

У промислових приміщеннях вентиляція виконує не лише санітарну, але й технологічну функцію. Вона забезпечує видалення шкідливих речовин, тепла та пилу, що утворюються в процесі виробництва.

Автоматизація вентиляції на промислових об'єктах дозволяє:

- підтримувати безпечні умови праці;
- зменшувати ризик аварійних ситуацій;
- автоматично реагувати на перевищення допустимих концентрацій шкідливих речовин;
- інтегрувати вентиляцію з іншими системами безпеки.

Таким чином, автоматизована вентиляція є важливим елементом системи охорони праці та промислової безпеки.

6.8 Економічна доцільність автоматизації

Хоча впровадження автоматизованих систем вентиляції потребує початкових капіталовкладень, у довгостроковій перспективі вони є економічно вигідними. Зниження витрат на електроенергію, зменшення зношування обладнання та оптимізація технічного обслуговування забезпечують швидку окупність інвестицій.

Крім того, автоматизація дозволяє зменшити потребу в обслуговуючому персоналі та мінімізувати вплив людського фактора на роботу системи.

6.9. Інтеграція з системами «розумної будівлі»

Сучасні тенденції розвитку будівництва передбачають створення інтелектуальних будівель, у яких всі інженерні системи працюють у єдиному інформаційному просторі. Автоматизована вентиляція є невід'ємною складовою таких систем.

Інтеграція вентиляції з системами опалення, кондиціонування, освітлення та безпеки дозволяє:

- оптимізувати загальне енергоспоживання;
- підвищити рівень комфорту;
- забезпечити централізоване керування та моніторинг.

6.10. Висновки

Автоматизація вентиляції є об'єктивною необхідністю в умовах сучасного розвитку будівельних та промислових технологій. Вона забезпечує енергоефективність, комфорт, безпеку та економічну доцільність експлуатації будівель і споруд.

Упровадження автоматизованих вентиляційних систем дозволяє не лише підтримувати нормативні параметри повітряного середовища, але й значно зменшувати експлуатаційні витрати та негативний вплив на довкілля. Таким чином, автоматизація вентиляції є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та підвищення якості життя.

5.11. Алгоритм роботи автоматизації припливно-витяжної установки

Система автоматизації передбачає управління вентустановкою з пластинчатим рекуператором, електричним калорифером, припливним та витяжним вентиляторами, повітряними клапанами, байпасною заслінкою і фільтрами.

Основні функції автоматики: підтримувати задані параметри витрати припливного та витяжного повітря, необхідної температури в приміщенні, контролювати ступінь засміченості фільтрів.

Алгоритм управління:

Натискаємо кнопку «Пуск», контроллер Neolus mid1 дає сигнал на відкриття повітряних заслінок D1 - електроприводом SM1 та D2- електроприводом SM2, знімає показники температура зовнішнього повітря за допомогою датчика TE1. Потім запускає припливний вентилятор M1 та витяжний вентилятор M2, за допомогою реле перепаду тиску PD3 фіксує перепад тиску на припливному вентиляторі та дає дозвіл на включення електричного калорифера, який в свою чергу розділений на три ступені EK1, EK2, EK3 для плавного регулювання температури нагріву. Контроль температури припливного повітря здійснюється каналним датчиком TE5, а температури в приміщенні датчиком TE4, який розміщений у витяжній лінії.

Контроль ступеня засміченості припливного фільтра F1 здійснюється за рахунок реле перепаду тиску PD1, а витяжного фільтра F2 – PD2.

Секція пластинчатого рекуператора має байпасний канал (обвідну лінію), який виконує функцію захисту від обмерзання.

Канальний датчик температури TE2, який встановлений на лінії витяжки після рекуператора фіксує температуру повітря. У випадку, якщо температура нижче +3 °С, контроллер відкриває байпасний канал за допомогою електроприводу SM5 і припливне повітря розділяється на два потоки. Одна частина проходить через рекуператор, друга частина проходить через байпасний канал. У результаті збільшується навантаження на електричний калорифер. Схема див.додаток Б.

6. Економіка будівництва

Кількісна оцінка альтернатив для прийняття рішень:

Кількісна оцінка альтернатив для будь-якого товару є найважливішим аспектом прийняття рішень для вибору найкращого варіанту. Наприклад, будівельна компанія планує придбати новий бетонозмішувач для приготування бетону на будівельному майданчику. Припустимо, що є два доступні варіанти придбання бетонозмішувача: а) автоматичний бетонозмішувач та б) напівавтоматичний бетонозмішувач. Тоді завдання полягає в тому, щоб знайти найкращий альтернативний варіант, який компанія придбає та який принесе більше прибутку. Для цього необхідно кількісно оцінити обидві альтернативи за такими параметрами:

- Початкова вартість, що включає ціну покупки, податок з продажу, вартість доставки та вартість складання та встановлення.
- Річні експлуатаційні витрати.
- Річний прибуток, який залежатиме від продуктивності, тобто кількості приготованого бетону.
- Очікуваний термін корисного використання.
- Очікувана ліквідаційна вартість.
- Інші витрати або доходи (якщо такі є), пов'язані з обладнанням.
- Пільга з податку на прибуток

Потім, на основі економічних критеріїв, найкраща альтернатива вибирається шляхом розрахунку поточної вартості або майбутньої вартості або еквівалентної рівномірної річної вартості обох альтернатив, включаючи відповідну процентну ставку на рік та кількість років (тобто порівняння має проводитися протягом однакової кількості років для обох альтернатив). Потім розглядається можливість придбання бетонозмішувача з найменшою вартістю або вищим чистим доходом. Окрім економічних параметрів, як зазначено вище, для оцінки та вибору найкращої альтернативи необхідно також враховувати неекономічні параметри, а саме екологічні, соціальні та правові,

а також пов'язаний з ними регуляторний та дозвільний процес. Ці неекономічні параметри є по суті необхідними (на додаток до економічних факторів) для вибору найкращої альтернативи для інфраструктурних та важких будівельних проектів, таких як дамби, мости, дороги тощо, та інших проектів, що фінансуються з державного та приватного бюджету, а саме офісних будівель, лікарень, багатоквартирних будинків та торгових центрів тощо. Коли доступні альтернативи демонструють однакову еквівалентну вартість або однаковий чистий дохід, тоді неекономічні параметри можуть відігравати життєво важливу роль у виборі найкращої альтернативи. Тут слід зазначити, що неекономічні параметри не можна виразити числовими значеннями.

Амортизація:

Це являє собою зниження ринкової вартості активу через вік, знос та моральне старіння. Фізичне погіршення стану активу відбувається через знос з плином часу. Моральний знос виникає через появу на ринку нової технології або нового продукту, який перевершує старий, і новий замінює старий, навіть якщо старий все ще знаходиться в робочому стані. Матеріальними активами, для яких проводиться аналіз амортизації, є будівельне обладнання, будівлі, електронні вироби, транспортні засоби, машини тощо. Сума амортизації для будь-якого активу зазвичай розраховується щорічно. Амортизація вважається витратами в грошовому потоці активу, хоча фізичного відтоку грошових коштів немає. Амортизація впливає на податок на прибуток, який сплачує фізична особа або фірма, оскільки вона вважається дозволеним відрахуванням при розрахунку оподаткованого доходу. Як правило, податок на прибуток сплачується з оподаткованого доходу, який дорівнює валовому доходу за вирахуванням дозволених відрахувань (витратів). Амортизація зменшує оподатковуваний дохід і, отже, призводить до зниження податку на прибуток, що підлягає сплаті.

Перш ніж обговорювати різні методи амортизації, необхідно знати загальні

терміни, що використовуються в аналізі амортизації. Ці терміни - первісна вартість, ліквідаційна вартість, балансова вартість та термін корисного використання. Первісна вартість - це загальна вартість придбання активу. Ліквідаційна вартість являє собою оціночну ринкову вартість активу наприкінці терміну його корисного використання. Це очікуваний надходження грошових коштів, який власник активу отримає, продавши його наприкінці терміну корисного використання. Балансова вартість - це вартість активу, врахована в бухгалтерських книгах фірми за певний період часу. Зазвичай вона розраховується наприкінці кожного року. Балансова вартість наприкінці певного року дорівнює первісній вартості мінус загальна сума амортизації до цього року. Термін корисного використання являє собою очікувану кількість років, протягом яких актив буде корисним з точки зору отримання доходу. Актив може все ще бути в робочому стані після закінчення терміну корисного використання, але він може бути неекономічним. Термін корисного використання також відомий як термін, що амортизується. Актив амортизується протягом терміну його корисного використання.

Найчастіше використовуються методи амортизації: метод прямолінійної амортизації, метод зменшення залишку, метод суми цифр років та метод амортизаційного фонду.

Інфляція:

Інфляція визначається як збільшення кількості грошей, необхідної для придбання такої ж кількості товарів та послуг, яка була придбана без її впливу. Інфляція призводить до зниження купівельної спроможності грошової одиниці. Іншими словами, коли ціни на товари та послуги зростають, ми купуємо меншу кількість за ту саму суму грошей, тобто вартість грошей зменшується. Наприклад, кількість товарів, яку ми купуємо сьогодні за 1000 рубль, менша, ніж була придбана 5 років тому. Це пов'язано із загальною зміною (збільшенням) ціни на товари та послуги з плином часу. З іншого боку, дефляція призводить до збільшення купівельної спроможності грошової

одиниці з часом, і це трапляється рідко. Через вплив дефляції за ту саму суму грошей у майбутньому періоді часу можна придбати більше, ніж можна придбати сьогодні. Рівень інфляції (f) вимірюється як темп зростання (за період часу) кількості грошей, необхідної для отримання такої ж кількості товарів та послуг. Досі процентна ставка « i », яка використовувалася в економічній оцінці однієї альтернативи або між альтернативами різними методами, як згадувалося в попередніх лекціях, вважалася вільною від інфляції, тобто вплив інфляції на процентну ставку виключався. Ця процентна ставка « i » також відома як реальна процентна ставка або процентна ставка без інфляції. Вона являє собою реальний приріст грошових потоків з часом без впливу інфляції. Однак, якщо інфляція присутня на загальному ринку, то вплив інфляції на процентну ставку необхідно враховувати для економічного аналізу. Процентна ставка, яка включає вплив цінової інфляції, що відбувається в економіці загалом, відома як ринкова процентна ставка (i_c). Вона враховує коригування на цінову інфляцію на ринку. Ринкова процентна ставка також відома як завищена процентна ставка або комбінована процентна ставка, оскільки вона поєднує вплив як реальної процентної ставки, так і інфляції.

Окрім вищезазначених параметрів, також необхідно визначити два параметри, а саме фактичні грошові одиниці та грошові одиниці з постійною вартістю, враховуючи вплив інфляції на грошовий потік альтернатив. Грошовими одиницями можуть бути рупії, долари, євро тощо. Фактичні грошові одиниці також називають майбутніми або інфляційними грошовими одиницями. Купівельна спроможність фактичних грошових одиниць включає вплив інфляції на грошові потоки на момент їх виникнення. Грошові одиниці з постійною вартістю також називають реальними або безінфляційними грошовими одиницями. Грошові одиниці з постійною вартістю виражаються через однакову купівельну спроможність грошових потоків відносно базового періоду. Здебільшого в інженерно-економічних дослідженнях базовий період береться як «0», тобто зараз. Але за потреби це може бути будь-який період

часу.

Вартість обладнання:

Для будівельних фірм важливо точно оцінити вартість обладнання як частину загальної вартості будівельного проекту. Неточна оцінка вартості будівельного обладнання може негативно вплинути на норму прибутку фірм, особливо тих, хто займається проектами з більшим використанням різних типів будівельного обладнання. Загальна вартість будівельного обладнання складається з двох компонентів, а саме: вартості володіння та експлуатаційних витрат. Це також називають вартістю експлуатації будівельного обладнання. Вибір обладнання в будівельному проекті залежить від загальної вартості, пов'язаної з цим обладнанням. Детальна інформація про вартість володіння обладнанням та експлуатаційні витрати наведена нижче.

Вартість володіння:

Вартість володіння – це загальна вартість, пов'язана з будівельним обладнанням, незалежно від того, чи використовується це обладнання в проекті, чи ні. Вартість володіння складається з наступного:

a) Початкова вартість, b) Залишкова вартість, c) Відсоткові витрати або вартість капітальних інвестицій, d) Податки, e) Вартість страхування та f)

Вартість зберігання

a) Початкова вартість

Початкова вартість – це капітальні інвестиції, необхідні для володіння обладнанням. Вона включає вартість придбання, податок з продажу, транспортні витрати (або фрахт) для доставки обладнання на склад компанії або будівельний майданчик, а також вартість складання та встановлення обладнання. Якщо обладнання встановлено на гумових шинах (пневматичних шинах), то вартість шин віднімається від початкової вартості для розрахунку вартості володіння. Це пояснюється тим, що очікуваний термін служби пневматичних шин менший, ніж у решти обладнання. Відповідно, коефіцієнт амортизації шин відрізняється від коефіцієнта амортизації обладнання. Вартість шин вважається частиною експлуатаційних витрат на обладнання.

Оскільки обладнання використовується в проєкті, з часом відбувається амортизація його вартості через знос та старіння. Загальна сума амортизації будівельного обладнання протягом терміну корисного використання дорівнює початковій вартості за вирахуванням оціночної ліквідаційної вартості.

б) Залишкова вартість

Як уже згадувалося в Модулі 3, ліквідаційна вартість являє собою очікуваний надхід грошових коштів, який буде отримано шляхом утилізації обладнання після закінчення терміну його корисного використання. Оцінку очікуваної ліквідаційної вартості обладнання можна здійснити, посилаючись на дані, отримані з минулих проєктів, де використовувалося таке ж (або подібне) обладнання, або інформацію, отриману з інших відповідних джерел.

в) Вартість відсотків або вартість капітальних інвестицій

Це річна вартість відсотків, що нараховуються на позичені кошти, або вартість капітальних інвестицій для придбання права власності на обладнання. Якщо обладнання придбано шляхом позики у кредитора, то вартість відсотків – це відсотки, що нараховуються (за процентною ставкою, що стягується кредитором) на позичену суму. З іншого боку, якщо обладнання придбано за рахунок власних коштів будівельної фірми, то вартість капітальних інвестицій – це відсотки, що нараховуються на капітальні інвестиції за процентною ставкою, що дорівнює нормі прибутковості будівельної фірми. Навіть якщо будівельна фірма використовує власні кошти для придбання обладнання, вартість капітальних інвестицій відображається як частина вартості володіння, оскільки будівельна фірма могла б інвестувати кошти в інше місце, щоб отримати прибуток, замість того, щоб купувати обладнання.

Вартість відсотків за позичені кошти або вартість капітальних інвестицій можна точно розрахувати, враховуючи часову вартість грошей та використовуючи відповідні коефіцієнти складних відсотків. Однак вартість відсотків або вартість капітальних інвестицій також можна приблизно розрахувати як відсоток від постійних середньорічних інвестицій (витрат) протягом терміну корисного використання обладнання. Річна процентна

ставка або норма прибутковості множитья на середньорічні інвестиції, щоб дізнатися річну вартість відсотків або вартість капітальних інвестицій. Середньорічні інвестиції можна розрахувати, знайшовши середню вартість обладнання протягом терміну корисного використання обладнання. Тут можна зазначити, що вартість обладнання знецінюється з часом. Розглядаючи прямолінійну амортизацію, середньорічну інвестицію можна визначити, обчисливши середню балансову вартість на початок першого року та на початок останнього року корисного використання, тобто на початок «n» року.

d) Податки

Він являє собою податок на майно, який сплачується державі або центральному уряду. Він залежить від вартості обладнання, що знаходиться у власності, та застосовної податкової ставки для певного місця розташування.

Податок на майно може розраховуватися як відсоток від середньорічних інвестицій або відсоток від балансової вартості за певний рік. Зазвичай він коливається від 2 до 5% від середньорічних інвестицій або балансової вартості обладнання.

e) Вартість страхування

Це являє собою щорічну премію, яку необхідно сплатити страховим компаніям для покриття витрат, понесених внаслідок нещасного випадку, пожежі, крадіжки тощо, пов'язаних з будівельним обладнанням. Іншими словами, це вартість, яка захищає власника обладнання від цих збитків.

Подібно до податків, вартість страхування можна розрахувати як відсоток від середньорічних інвестицій або балансової вартості за певний рік. Зазвичай вона становить від 1 до 3% від середньорічних інвестицій або балансової вартості обладнання.

f) Вартість зберігання

Це вартість зберігання обладнання на складських майданчиках, коли воно не працює на робочому місці. Вартість зберігання включає орендну плату та технічне обслуговування складських майданчиків, заробітну плату охоронців та заробітну плату працівників, які займаються внесенням та вивезенням зі

складських майданчиків. Вона становить приблизно від 0,5 до 1,5% від середньорічних інвестицій або балансової вартості обладнання. Річна вартість зберігання може бути розрахована для всього парку обладнання, а потім пропорційно розподілена на окреме обладнання, яке потребує складського приміщення.

Подібно до вартості зберігання, вартість податків та страхування може бути розрахована для парку обладнання, а потім пропорційно розподілена на окреме обладнання. Тут слід зазначити, що згадані вище річні ставки (%) для податків, страхування та витрат на зберігання є типовими значеннями. Однак фактичні ставки будуть відрізнятися залежно від типу та розміру обладнання, місця придбання, розташування об'єкта проекту тощо.

Після розрахунку різних компонентів, загальна річна вартість володіння будівельним обладнанням розраховується шляхом підсумовування амортизаційних витрат, інвестиційних (або відсоткових) витрат, податків, страхування та витрат на зберігання. Потім погодинну вартість володіння можна розрахувати, поділивши річну вартість володіння на кількість годин роботи обладнання щорічно.

Реконструкція під укриття підвальних приміщень закладу загальної середньої освіти I-II ступенів Київської області
019/0225

Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01

на Сантехнічна частина

Нове будівництво укриття закладу загальної середньої освіти I-II ступенів №3 Київської області

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 4,87043 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,6508 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата - тис. грн.
Середній розряд робіт 3,6 розряд

Складений за поточними цінами станом на "16 лютого" 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ 1. Вентиляція											
1	КБ20-42-1	Установлення камер припливних типових без секції зрошення продуктивністю до 10 тис.м3/год	камера	3	-	-	-	-	-	68,1700	204,51
2 &	1504-1052-6-ПВ	Припливна установка в комплекті з безшумними вентиляторами N=730Вт, фільтрами, L=800м3/год, n=2500об/хв	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
3 &	1504-1052-6-ПВ-12	Електроручна припливна установка в комплекті	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
4 &	1504-1052-6-ПВ-12	Електроручна витяжна установка в комплекті	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
5	КБ20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	шт	1	-	-	-	-	-	6,2100	6,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	C1630-597 варіант 5	Відвід сталевий д.35/450	шт	3	-	-	-	-	-	-	-
24	C1630-597 варіант 3	Трійник д250	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
25	C1630-597 варіант 4	Трійник редукційний д325/400_273/400	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
26	C1630-1443 варіант 7	Врізка 125x125	комплект	2	-	-	-	-	-	-	-
27	C1630-1443 варіант 8	Врізка 125x150	комплект	2	-	-	-	-	-	-	-
28	C1630-1443 варіант 9	Врізка 125x200	комплект	4	-	-	-	-	-	-	-
29	C1630-1443 варіант 12	Врізка 125x250	комплект	6	-	-	-	-	-	-	-
30	C113-1790 варіант 4	Перехід д.150хд.125	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
31	C113-1790 варіант 10	Перехід д.(500x400)хд.250	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
32	C113-1790 варіант 2	Перехід д.250хд.200	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
33	C113-1790 варіант 11	Перехід д.(620x400)хд.325/450	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
34	C113-1790 варіант 3	Перехід д.200хд.150	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
35	C188888-46 варіант 2	Канальний датчик температури	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
36	KP15-19-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з труб поліетиленових [поліпропіленових] напірних діаметром 32 мм (відвід конденсату)	100м	0,3	-	-	-	-	-	65,1600	19,55
37	C113-1683 варіант 2	Труби поліетиленова діам. 32 мм	м	32	-	-	-	-	-	-	-
38	& C130-489-12-1	Сифонон гідравлічний	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
39	C113-2038 варіант 3	Відвід сталевий приварний д.250	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
40	C130-939 варіант 2	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 0,1 та 0,25 МПа [1 та 2,5 кгс/см2], діаметр 250 мм	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
41	C130-941 варіант 2	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 0,1 та 0,25 МПа [1 та 2,5 кгс/см2], діаметр 315 мм	шт	4	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	КБ20-15-1	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВП з електричним або пневматичним приводом діаметром до 250 мм	шт	4	-	-	-	-	-	2,4100	9,64
43	С130-273 варіант 2	Заслінки повітряні, діаметр 250 мм	шт	4	-	-	-	-	-	-	-
44	КБ20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	шт	3	-	-	-	-	-	6,2100	18,63
45	& С130-120-1В варіант 5	Вентилятор з електродвигуном	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
46	& С130-120-1В варіант 6	Вентилятор з електродвигуном N=0,05кВт, n=2480об/хв, Q=250м3/год	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
47	КБ20-37-1	Установлення фільтрів чарункових	м2	1	-	-	-	-	-	7,0400	7,04
48	С1630-734 варіант 5	Фільтр касетний d100	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
49	КБ20-30-1	Установлення кронштейнів під вентиляційне устаткування	100кг	0,056	-	-	-	-	-	8,5300	0,48
50	КБ15-178-4	Фарбування металевим порошком ґрат за один раз	100м2	0,142	-	-	-	-	-	84,6400	12,02
51	КБ20-22-1	Установлення зонтів над обладнанням	м2	6	-	-	-	-	-	1,4100	8,46
52	С130-277 варіант 8	Зонт вентиляційний, діам.150мм	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
53	С130-277 варіант 2	Зонт вентиляційний, діаметр 200 мм	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
54	С130-277 варіант 7	Зонт вентиляційний, діам.100мм	шт	2	-	-	-	-	-	-	-
55	С130-277 варіант 6	Зонт вентиляційний, діам.80мм	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
56	КБ20-25-4	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу типу ГТК 1-4 діаметром обичайки 315 мм	шт	1	-	-	-	-	-	2,6200	2,62
57	С1630-1119 варіант 3	Шумоглушник L=900 (круглий)	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
58	С1545-18 варіант 6	Гнучка вставка	шт	6	-	-	-	-	-	-	-
59	С1545-18 варіант 7	Вентиляційний клапан	шт	1	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	C1545-18 варіант 8	Заглушка повітроводу 100мм	шт	6	-	-	-	-	-	-	-
61	KB26-2-16	Ізоляція трубопроводів діаметром 108 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 80 мм	10м	1,35	-	-	-	-	-	6,5400	8,83
62	& C114-252-58 варіант 4	Базальтова вата з фульгою, товщина 50 мм	м2	13,5	-	-	-	-	-	-	-
63	C1630-1976 варіант 2	Клапан протипожежний д.100	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
64	C130-388 варіант 3	Алюмінієва клейка стрічка шириною 50 мм, довж.50м	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
65	KB20-3-1	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	100м2	0,050266	-	-	-	-	-	261,8000	13,16
66	C1630-1443 варіант 14	Врізка-сідло 100x100	комплект	1	-	-	-	-	-	-	-
67	C1630-1443 варіант 15	Врізка-сідло 100x125	комплект	1	-	-	-	-	-	-	-
68	C1630-1443 варіант 13	Врізка-сідло 100x150	комплект	2	-	-	-	-	-	-	-
69	C113-1790 варіант 12	Перехід д. 150хд. 125	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
70	C113-1790 варіант 13	Перехід д. 100хд. 125	шт	1	-	-	-	-	-	-	-
71	KB20-11-1	Установлення ґрат жалюзійних площею у просвіті до 0,25 м2	ґрати	9	-	-	-	-	-	1,8200	16,38
72	& C1428-11873-1-2П варіант 3	Вентиляційна решітка	шт	9	-	-	-	-	-	-	-
73	KB16-10-4	Прокладання трубопроводів опалення і водопостачання зі сталевих електрозварних труб діаметром 80 мм	100м	0,03	-	-	-	-	-	118,9000	3,57
74	KB16-10-8	Прокладання трубопроводів опалення і водопостачання зі сталевих електрозварних труб діаметром 200 мм	100м	0,055	-	-	-	-	-	272,2400	14,97
75	KB16-10-9	Прокладання трубопроводів опалення і водопостачання зі сталевих електрозварних труб діаметром 250 мм	100м	0,03	-	-	-	-	-	324,7200	9,74

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Загальнови­робничі витрати, грн. трудо­місткість в загально­ви­робничих витратах, люд.год. заробітна плата в загально­ви­робничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					4870,43 57,18 - 4870,43					
		Всього по розділу 1					4870,43					
		Разом прями витрати по кошторису					-		-			593,62
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: Загально­ви­робничі витрати, грн. трудо­місткість в загально­ви­робничих витратах, люд.год. заробітна плата в загально­ви­робничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					- 4870,43 57,18 - 4870,43					
		Всього по кошторису					4870,43					
		Кошторисна трудо­місткість, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					650,8 -					

Склав

Бачинський*[посада, підпис (ініціали, прізвище)]*

Перевірив

Шворак*[посада, підпис (ініціали, прізвище)]*

Висновки

У процесі дослідження теми термомодернізації типової загальноосвітньої школи радянської забудови в Україні було досягнуто основної мети роботи – обґрунтовано комплексний підхід до реновації будівлі, який не лише знижує енергоспоживання до рівня класів енергоефективності «В» або «А» відповідно до ДБН В.2.6-31:2021, але й забезпечує створення здорового мікроклімату для учнів та персоналу. Аналізуючи існуючий фонд шкільних будівель, зведених у 1960–1980-х роках, виявлено ключові проблеми: низькі теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій, застаріле обладнання систем опалення та вентиляції, що призводить до значних тепловтрат і перевищення бюджетних видатків. Це робить термомодернізацію не просто технічним завданням, а стратегічним кроком у напрямку енергетичної незалежності України, особливо в умовах воєнної агресії та глобальної енергетичної кризи.

Перше завдання дослідження – аналіз типових архітектурно-конструктивних недоліків шкіл радянського періоду – показав, що більшість будівель є «енергетично пасивними». Одношарові цегляні або панельні стіни, одинарне скління та розбалансовані системи опалення не відповідають сучасним нормам. Розрахунки тепловтрат до термомодернізації демонструють, що втрати тепла сягають 40–60% від загального енергоспоживання, що еквівалентно мільйонам гривень щорічних витрат на опалення. Після впровадження заходів, таких як утеплення огорожувальних конструкцій, заміна вікон на енергоефективні та модернізація систем опалення на сучасну двотрубну з гідравлічним балансуванням та з термостатичними елементами, тепловтрати зменшуються на 50–70%. Це підтверджує ефективність комплексного підходу, де термомодернізація поєднується з впровадженням припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією теплоти, що запобігає ефекту «термоса» та покращує якість повітря.

Друге завдання – вибір нової конструкції огороджувальних конструкцій. Розрахунки теплотехнічних характеристик до та після термомодернізації показують, що опір теплопередачі стін зростає з 0,5–0,7 м²·К/Вт до 3,5–4,0 м²·К/Вт, що відповідає вимогам ДБН. Крім того, впровадження повітряних завіс Friso біля входів та бойлерів для гарячого водопостачання усуває залежність від централізованої системи, знижуючи витрати на 20–30%.

Третє завдання – розрахунок потенційної економії енергоресурсів – базувався на балансі енергії в опалювальний сезон. До реновації щорічне споживання тепла становило близько 500–600 Гкал, з втратами через стіни та вікна до 60%. Після модернізації прогнозована економія сягає 250–300 Гкал/рік, або 40–50% від початкового рівня. Це еквівалентно заощадженню 1–1,5 млн грн щорічно для однієї школи, враховуючи поточні тарифи на газ та електроенергію. Інтеграція відновлюваних джерел, таких як сонячні панелі для освітлення, може додатково зменшити залежність від викопних палив на 10–15%. Важливо, що економія не обмежується фінансами: покращення мікроклімату (температура 20–22°C, вологість 40–60%) знижує захворюваність дітей на 15–20%, як показують дослідження ЄС.

Четверте завдання – розгляд окупності інвестицій у контексті концепції "Build Back Better" – виявив, що термомодернізація є інвестиційно привабливою. Початкові витрати на проект для триповерхової школи (утеплення, заміна систем, вентиляція) становлять 10–15 млн грн, з окупністю 7–10 років за рахунок заощаджень. У рамках державної програми підтримки термомодернізації до 2030 року (Розпорядження Кабміну № 694-р від 14.07.2025) можливе фінансування 30–50% за рахунок грантів ЄС та Фонду енергоефективності. Концепція "Build Back Better" підкреслює не лише відновлення, а й покращення: впровадження інтелектуальних систем керування (погодозалежне регулювання) та світлодіодного освітлення підвищує стійкість будівлі до криз, як-от відключень

енергії.

Аналіз проблем впровадження глибокої термомодернізації (DER), базований на даних 2018–2019 років, виявив ключові бар'єри. Близько 40% мали досвід з багатоквартирними будинками, але для шкіл проблеми подібні: складні проекти, високі витрати (середня накладні витрати 30%, прибуток 20–23%) та ризики. Мотиви клієнтів – підвищення комфорту (топ-1), економія на рахунках та екологічність – збігаються з цілями для шкіл, де здоров'я дітей є пріоритетом. Однак, фактори прийняття рішень показують, що вартість проекту – критичний (4–5 балів з 5 у 70% випадків), тоді як порушення життя в будівлі – менш важливе. Перешкоди з галузевої перспективи: відсутність попиту, брак робочої сили та конкуренція з традиційними підрядниками. Пропозиції для зростання: фінансові стимули (знижки, податкові пільги) та інформування про переваги (зростання вартості будівлі, здорове середовище).

Перспективні технології та підходи включають "єдине вікно" для аудиту, фінансування та будівництва, а також теплові насоси для холодного клімату та розумну вентиляцію. Високо оцінено споживачами інтегровані теплові насоси (опалення + гаряча вода) та моніторинг якості повітря в реальному часі. Додаткові ідеї: аналіз даних інтелектуальних лічильників, "холодні" дахи та підходи як EnergieSprong (збірні панелі для швидкої установки). Для України це актуально: Стратегія термомодернізації до 2050 року передбачає скорочення енергоспоживання на 50%, але потребує освіти підрядників та домовласників.

Обсяг робіт та підходи підтверджують, що вибір варіантів модернізації залежить від уподобань клієнтів, економії енергії та вартості. У проектах DER часто включають діагностику (витік оболонки, повітроводів), але рідко – професійний дизайн архітектора (дорого). Трудомісткі завдання: залучення клієнтів та розробка пропозицій. Оцінка витрат показує мінливість через стан будівлі та доступність (топ-фактори). Причини збільшення витрат: приховані проблеми

(структурні, вологість) та зміни клієнтів. Затримки: конфлікти графіків та дозволи.

У заключних коментарях респондентів підкреслюється необхідність інновацій: від теплових насосів до бізнес-моделей для підрядників. Освіта – ключ до подолання бар'єрів, як "освіта домовласників, проєктувальників та монтажників". Для шкіл це означає переосмислення DER як частини "Build Back Better": не 1–5% будівель, а масове впровадження з фокусом на 60–70% "простих" заходів (герметизація, ізоляція) плюс теплові насоси та зелена енергія.

Рекомендації: 1) Інтегрувати DER у державні програми з фінансуванням 50% для шкіл; 2) Розвивати навчання для підрядників; 3) Використовувати "єдине вікно" для проєктів; 4) Моніторити якість повітря в школах; 5) Проводити пілотні проєкти з відновлюваними джерелами. Майбутні дослідження: аналіз вуглецевого сліду DER в Україні та економіка в поствоєнний період.

Список літератури:

1	Final Technical Report: Transforming Public Housing with Deep Energy Retrofits
2	Deep Energy Retrofit Playbook / Open Market ESCO
3	Basics of energy-efficiency of renovation of existing office buildings and restoration of listed buildings [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2024. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/382482342_Basics_of_energy-efficiency_of_renovation_of_existing_office_buildings_and_restoration_of_listed_buildings
4	Застосування енергетичних геоструктур для опалення та охолодження будівель [Електронний ресурс] / В. С. Задіранов // ResearchGate. – 2024. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/385679959_Zastosuvanna_energeticnih_geostruktur_dla_opalenna_ta_oholodzenna_budivel .
5	Тези доповідей IV-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Екологія. Ресурси. Енергія" [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023.
6	Порівняльний аналіз конструктивних рішень утеплення житлового будинку [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2013. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/357326669_Porivnialnij_analiz_konstruktivnih_risen_uteplenna_zitloвого_budinku .
7	Ефективність застосування відновлювальних джерел енергії для автономної системи тепlopостачання [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/376084996_Efektivnist_zastosuvanna_v_idnovlivalnih_dzerel_energii_dla_avtonomnoi_sistemi_teplopостачання .
8	Визначення укрупнених показників вартості будівництва багатопверхового житлового будинку [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2011. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/321709457_Viznacenna_ukrupnenih_pokaznikov_vartosti_budivnictva_bagatopoverhovogo_zitloвого_budinku .
9	Сучасні підходи до енергоефективної експлуатації будівель [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2022. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/395330431_SUCASNI_PIDHODI_DO_ENERGOEFEKTIVNOI_EKSPLUATACII_BUDIVEL .
10	Енергетична сертифікація будівель [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2010. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/325147281_Energeticna_sertifikacija_budivel .
11	Світовий досвід розвитку системи енергетичного менеджменту та перспективи його впровадження в Україні [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/372359096_SVITOVII_DOSVID_ROZVITKU_SISTEMI_ENERGETICNOGO_MENEDZMENTU_TA_PERSPEKTIVI_YOGO_VPROVADZENNA_V_UKRAINI .
12	Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods [Електронний ресурс] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. –

	2017. – Vol. 77. – P. 748–759. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117301569 .
13	Retrofitting of Buildings to Improve Energy Efficiency: A Comprehensive Systematic Literature Review and Future Research Directions [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2022. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/378538142_Retrofitting_of_Buildings_to_Improve_Energy_Efficiency_A_Comprehensive_Systematic_Literature_Review_and_Future_Research_Directions .
14	Evaluating the Implementation of Energy Retrofits in Historic Buildings: A Demonstration of the Energy Conservation Potential and Lessons Learned for Upscaling [Електронний ресурс] // Heritage. – 2024. – Vol. 7, no. 2. – P. 48. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2571-9408/7/2/48 .
15	Energy Retrofitting Technologies of Buildings: A Review-Based Assessment [Електронний ресурс] // Energies. – 2023. – Vol. 16, no. 13. – P. 4924. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/13/4924 .
16	Building retrofitting towards net zero energy: A review [Електронний ресурс] // Energy and Buildings. – 2024. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778824008235 .
17	Examining Energy Efficiency and Retrofit in Historic Buildings in the UK [Електронний ресурс] // Sustainability. – 2025. – Vol. 17, no. 7. – P. 3002. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/17/7/3002 .
18	Про затвердження Державної цільової економічної програми підтримки термомодернізації будівель до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.07.2025 № 694-р [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/694-2025-%D1%80 .
19	Стратегія термомодернізації будівель України до 2050 року [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України. – 2023. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/news/zatverdzheno-stratehiiu-termomodernizatsii-budivel-ukrainy-do-2050-roku .
20	Савйовський В. Термомодернізація будівель : навч. посіб. – Київ : Ліра-К, 2023. – 280 с. – ISBN 978-617-520-157-2.
21	Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19 .
22	Energy Efficiency in Green Recovery: Best Practices and Opportunities for Ukraine [Електронний ресурс] // Buildings Performance Institute Europe (BPIE). – 2023.
23	ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1- [Чинні від 2022-09-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2018.- 63 с.
24	ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
25	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2011.- 123 с.

26	ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.- 23 с.
27	ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023- 03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 63 с.
28	Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
29	Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
30	Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проєктної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.
31	Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітїна, М.О. Шишина, І.О. Пефтева. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
32	Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
33	ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - [Чинні від 2023-03-01].-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 156 с.
34	Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.
35	Войтко Д. О. Автоматизована система управління припливно-витяжної установки системи вентиляції та кондиціонування конференц-залу : дипломний проєкт / Д. О. Войтко. – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – 126 с.
36	Автоматизована система тепловентиляції з температурним контролем : дипломний проєкт / уклад. невід. – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», [б. р.]. – 63 с.
37	ASHRAE Guideline 13-2015 – Specifying Building Automation Systems. – Atlanta : ASHRAE, 2015. – 164 p.
38	Нестеренко В. Ю. Економіка будівництва : навч. посіб. / В. Ю. Нестеренко, Т. В. Деділова, О. В. Юрченко, І. І. Токар. – Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2021. – 320 с.
39	Іванілов О. С. Економіка підприємства : підруч. – Київ : Центр учбової літератури, 2015. – 448 с.

40	Плотницька С. І. Економіка будівництва : навч. посіб. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 200 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://eprints.kname.edu.ua .
----	--

Додаток А

До термомодернізації

Енергетичний сертифікат будівлі

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Ідентифікатор об'єкта будівництва:

Відомості про об'єкт сертифікації:

Функціональне призначення та назва будівлі:

Громадська:

Відомості про конструкцію будівлі

Опалювана площа, (м²):

12879,00

Опалюваний об'єм, (м³):

45076,0

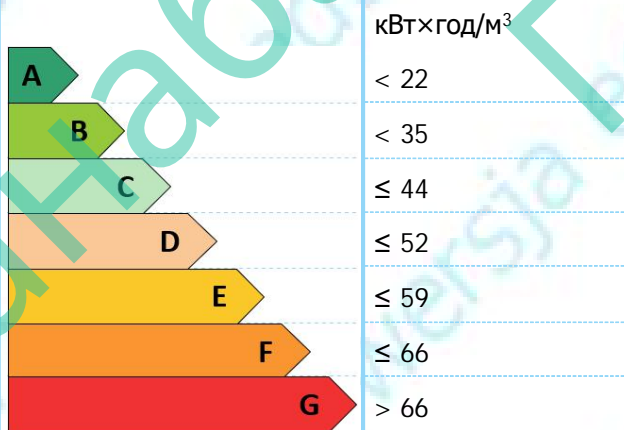
Кількість поверхів:

3

Рік прийняття в експлуатацію:

1985

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

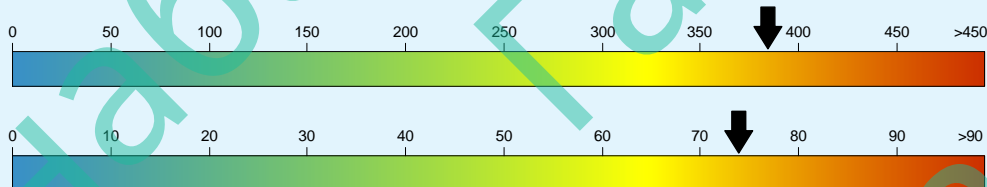
F

60,30

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

384,55



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

73,86

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

Енергетичний сертифікат будівлі

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Ідентифікатор об'єкта будівництва:

Відомості про об'єкт сертифікації:

Функціональне призначення та назва будівлі:

Громадська:

Відомості про конструкцію будівлі

Загальна площа, (м²):

12879,0

Загальний об'єм, (м³):

45076,0

Опалювана площа, (м²):

12879,00

Опалюваний об'єм, (м³):

45076,0

Кількість поверхів:

3

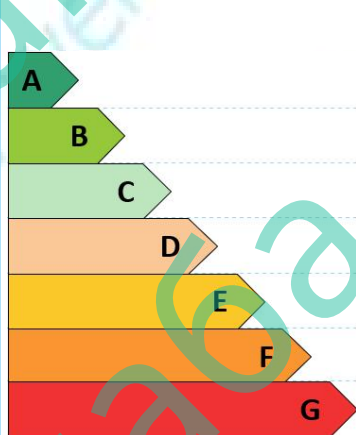
Рік прийняття в експлуатацію:

1985

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



кВтхгод/м³

< 22

< 35

≤ 44

≤ 52

≤ 59

≤ 66

> 66

Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

F

60,30

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

384,55



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

73,86

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

ВИД ОГОРОЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м ² × К)/Вт		Площа А, (м ²)
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальними вимогами до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни			
Суміщені перекриття			
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу			
Горищні перекриття неопалюваних горищ			
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами			
Світлопрозорі огорожувальні конструкції			
Зовнішні двері			

Опис виявленого стану огорожувальних конструкцій

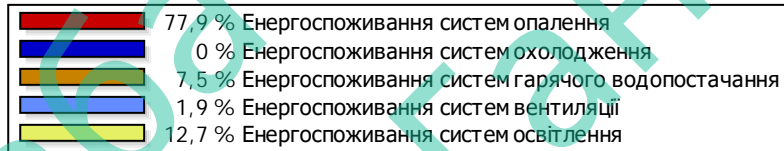
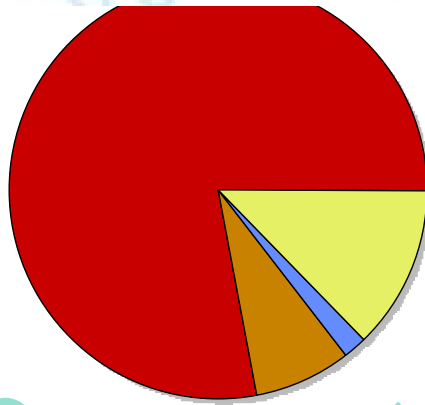
II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[46,99]	не встановлено
Питома енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[60,30]	[43,69]
Питома споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[114,14]	не встановлено
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	73,86	не встановлено

Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік			
	Визначений за показами відповідних приладів обліку		Визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт × год	кВт×год/м ² [кВт×год/м ³]	тис. кВт × год	кВт×год/м ² [кВт×год/м ³]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі				
Енергоспоживання при опаленні			2718	[60,30]
Енергоспоживання при охолодженні			0,00	[0,00]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			260,0	[5,77]
Енергоспоживання при вентиляції			67,84	[1,51]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			441,5	[9,80]
УСЬОГО			3488	[77,37]



Причини відхилення обсягів споживання визначених за результатами сертифікації від обсягів споживання визначених за показами відповідних приладів обліку

III. Характеристики інженерних систем будівлі

Системи опалення

Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції

Системи постачання гарячої води

Системи освітлення

IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

Після термомодернізації Енергетичний сертифікат будівлі

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Ідентифікатор об'єкта будівництва:

Відомості про об'єкт сертифікації:

Функціональне призначення та назва будівлі:

Громадська:

Відомості про конструкцію будівлі

Опалювана площа, (м²):

12879,00

Опалюваний об'єм, (м³):

45076,0

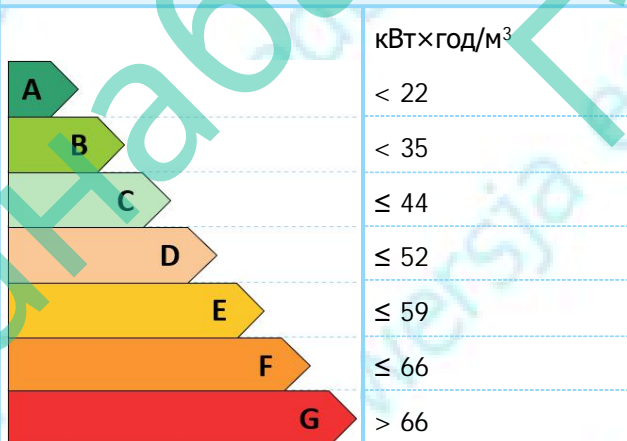
Кількість поверхів:

3

Рік прийняття в експлуатацію:

1985

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

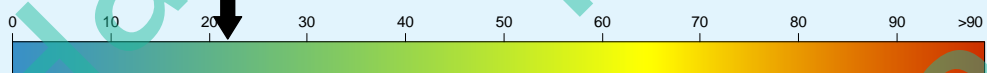
6,24

A

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

128,56



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

22,47

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

Енергетичний сертифікат будівлі

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Ідентифікатор об'єкта будівництва:

Відомості про об'єкт сертифікації:

Функціональне призначення та назва будівлі:

Громадська:

Відомості про конструкцію будівлі

Загальна площа, (м²):

12879,0

Загальний об'єм, (м³):

45076,0

Опалювана площа, (м²):

12879,00

Опалюваний об'єм, (м³):

45076,0

Кількість поверхів:

3

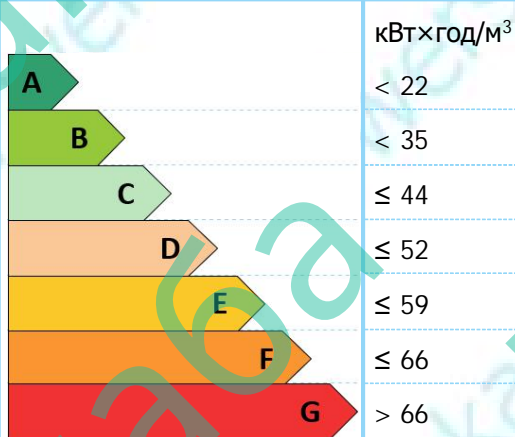
Рік прийняття в експлуатацію:

1985

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

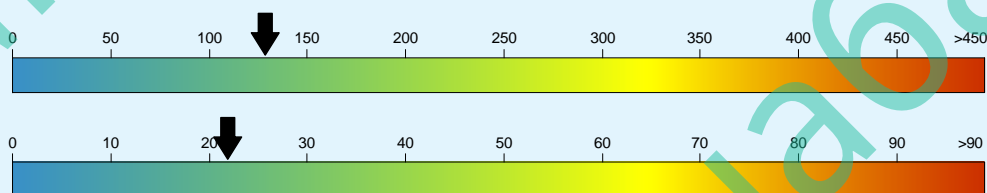
6,24

A

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

128,56



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

22,47

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

ВИД ОГОРОЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м ² × К)/Вт		Площа А, (м ²)
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальними вимогами до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни			
Суміщені перекриття			
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу			
Горищні перекриття неопалюваних горищ			
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами			
Світлопрозорі огорожувальні конструкції			
Зовнішні двері			

Опис виявленого стану огорожувальних конструкцій

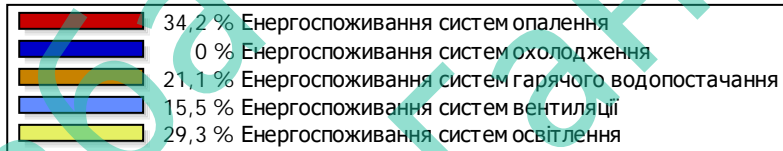
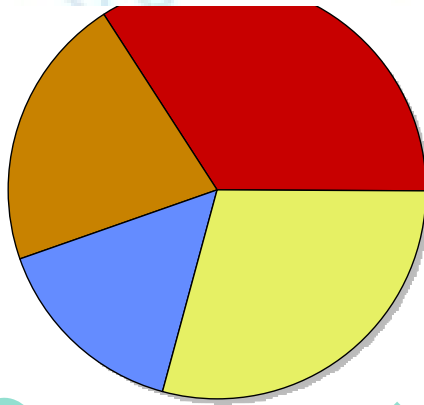
II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[9,11]	не встановлено
Питома енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[6,24]	[43,73]
Питома споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[38,16]	не встановлено
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	22,47	не встановлено

Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік			
	Визначений за показами відповідних приладів обліку		Визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт × год	кВт×год/м ² [кВт×год/м ³]	тис. кВт × год	кВт×год/м ² [кВт×год/м ³]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі				
Енергоспоживання при опаленні			281,2	[6,24]
Енергоспоживання при охолодженні			0,00	[0,00]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			173,7	[3,85]
Енергоспоживання при вентиляції			127,2	[2,82]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			240,8	[5,34]
УСЬОГО			823,0	[18,26]



Причини відхилення обсягів споживання визначених за результатами сертифікації від обсягів споживання визначених за показами відповідних приладів обліку

III. Характеристики інженерних систем будівлі

Системи опалення

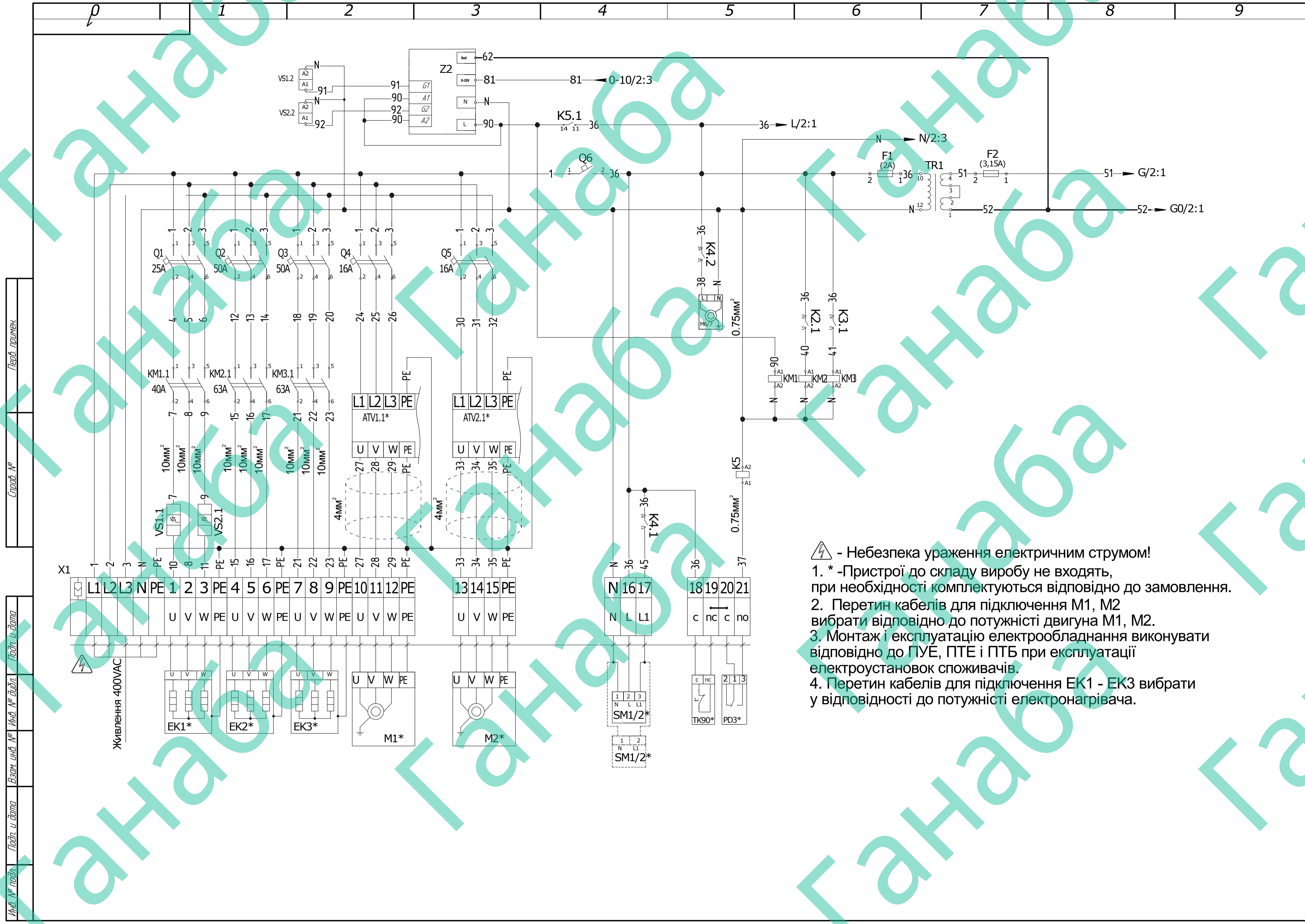
Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції

Системи постачання гарячої води

Системи освітлення

IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

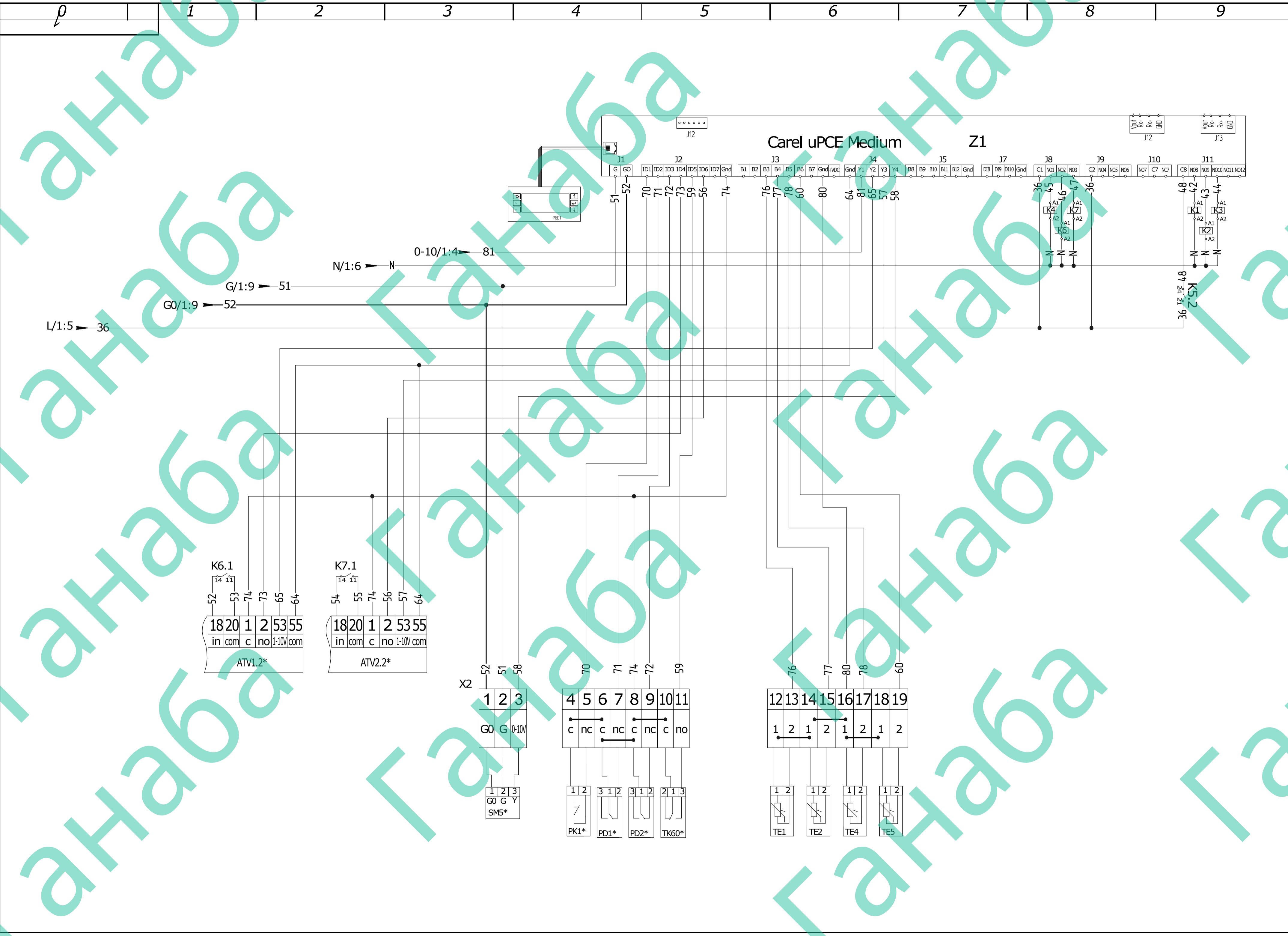
Додаток Б



- ⚡ - Небезпека ураження електричним струмом!**
- * - Пристрої до складу виробу не входять, при необхідності комплектуються відповідно до замовлення.
 - Перетин кабелів для підключення M1, M2 вибрати відповідно до потужності двигуна M1, M2.
 - Монтаж і експлуатацію електрообладнання виконувати відповідно до ПУЕ, ПТЕ і ПТБ при експлуатації електроустановок споживачів.
 - Перетин кабелів для підключення EK1 - EK3 вибрати у відповідності до потужності електронагрівача.

Інв. №	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
Інв. № подл.	Підп. і дата	Стор. №	Перв. примір.

И-д. № подл. Подл. и дата
 Баам. и-д. № И-д. № д.д.д. Подл. и дата



ρ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Carel uPCE Medium Z1

K6.1

14	11
52	53
74	73
65	64
18	20
1	2
53	55
in	com
c	no
1-10V	com

ATV1.2*

K7.1

14	11
54	55
74	73
56	57
64	64
18	20
1	2
53	55
in	com
c	no
1-10V	com

ATV2.2*

X2

1	2	3
GO	G	0-10V
1	2	3
G	G	Y

SM5*

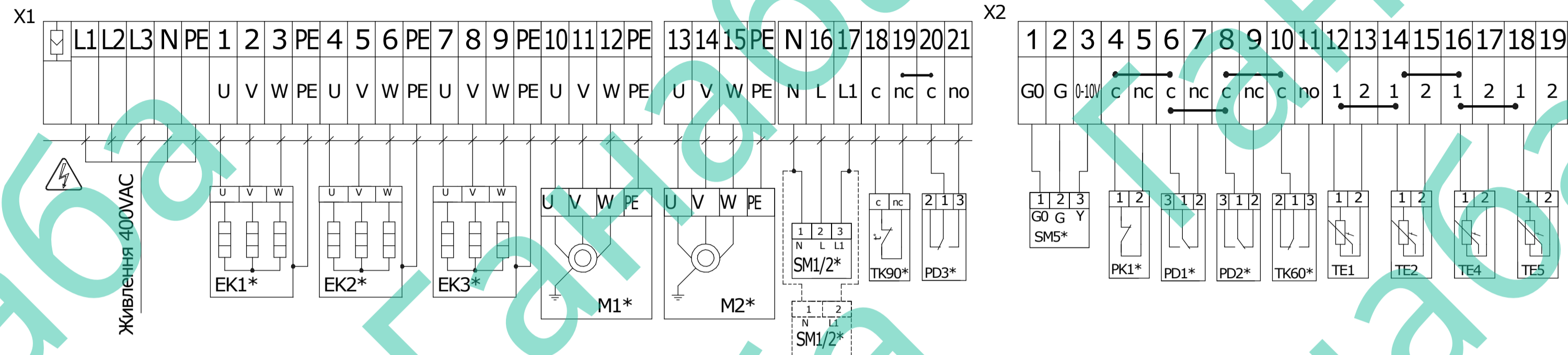
4	5	6	7	8	9	10	11
c	nc	c	nc	c	nc	c	no
1	2	3	1	2	3	2	1
1	2	3	1	2	3	2	1

PK1* PD1* PD2* TK60*

12	13	14	15	16	17	18	19
1	2	1	2	1	2	1	2
1	2	1	2	1	2	1	2
1	2	1	2	1	2	1	2

TE1 TE2 TE4 TE5

Схема зовнішніх підключень для систем SR-E075-0-P-3P



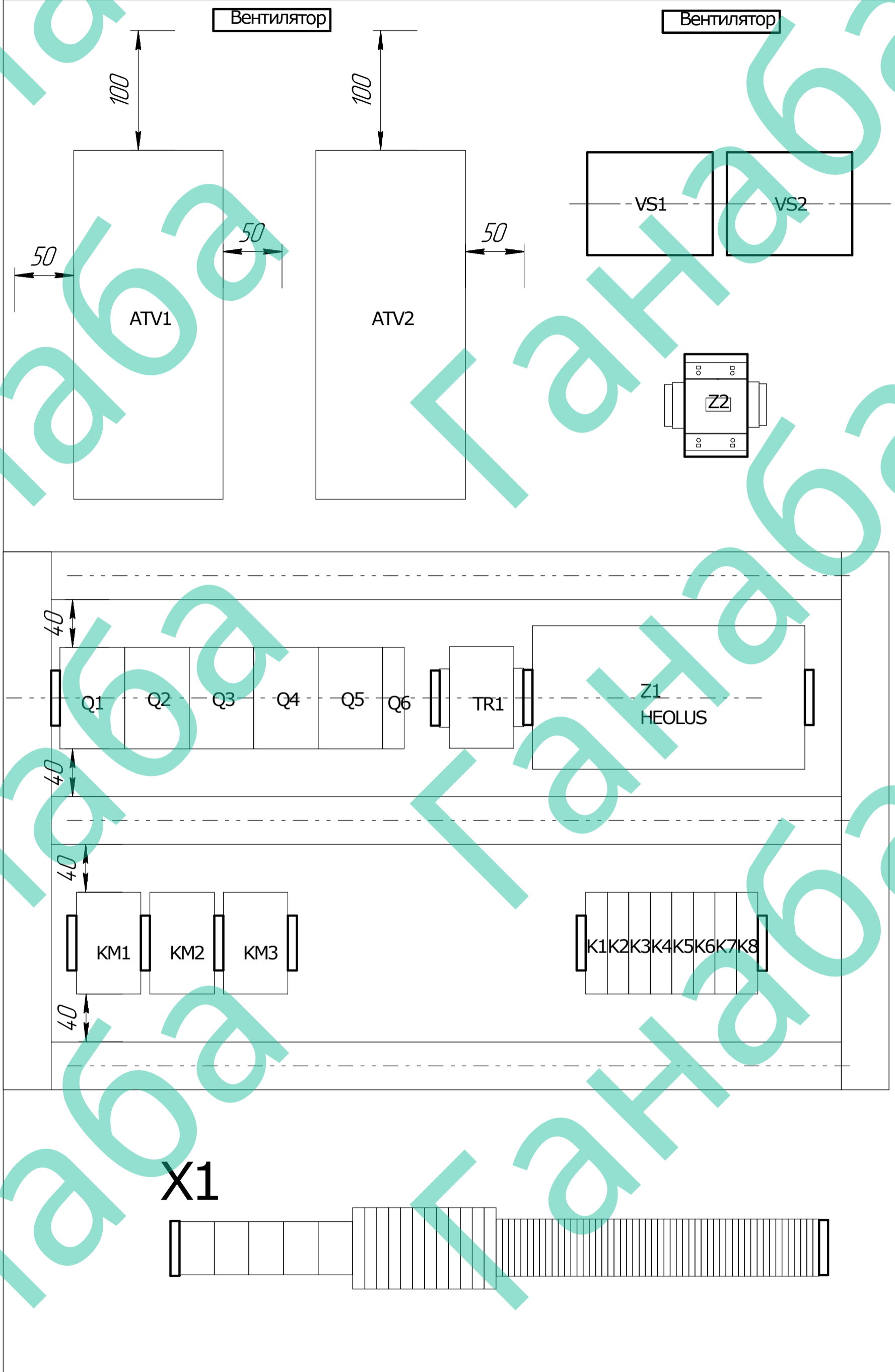
Автомат	Функція
Q1	Автомат захисту електронаривача 1 ступінь
Q2	Автомат захисту електронаривача 2 ступінь
Q3	Автомат захисту електронаривача 3 ступінь
Q4	Автомат захисту припливного вентилятора
Q5	Автомат захисту витяжного вентилятора
Q6	Автомат захисту ланцюга управління

- Небезпека ураження електричним струмом!

1. * - Пристрої до складу виробу не входять, при необхідності комплектуються відповідно до замовлення.
2. Перетин кабелів для підключення M1, M2 вибрати відповідно до потужності двигуна M1, M2.
3. Монтаж і експлуатацію електрообладнання виконувати відповідно до ПУЕ, ПТЕ і ПТБ при експлуатації електроустановок споживачів.
4. Перетин кабелів для підключення EK1 - EK3 вибрати у відповідності до потужності електронагрівача.

Позначення	Найменування	Тип	Провід підключення**
M1	Ел.двигун припливного вентилятора	згідно із замовленням	
M1	Ел.двигун витяжного вентилятора	згідно із замовленням	
EK1	Ел.калоріфер (макс 15кВт.)	згідно із замовленням	
EK2	Ел.калоріфер (макс 30кВт.)	згідно із замовленням	
EK3	Ел.калоріфер (макс 30кВт.)	згідно із замовленням	
SM1	Електропривод припливної повітряної заслінки	LM230A	3(2)x0,75мм ²
SM2	Електропривод витяжної повітряної заслінки	LM230A	3(2)x0,75мм ²
SM5	Електропривод байпасній заслінки	LM24A-SE-TP	3x0,75мм ²
PD1	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу	NC	2x0,75мм ²
PD2	Реле перепаду тиску на фільтрі витяжки	NC	2x0,75мм ²
PD3	Реле перепаду турбіни припливу	NC	2x0,75мм ²
TE1	Датчик зовнішньої температури	NTC	2x0,75мм ²
TE2	Датчик температури за рекуператором	NTC	2x0,75мм ²
TE4	Датчик температури витяжного повітря	NTC	2x0,75мм ²
TE5	Датчик температури припливного повітря	NTC	2x0,75мм ²
PK1	Контакт з пульта пожежної сигналізації	NC	2x0,75мм ²
TK60	Термоконтакт захисту електрообігрівача Tспрац=60 C	NC	2x0,75мм ²
TK90	Термоконтакт захисту електрообігрівача Tспрац=90 C	NC	2x0,75мм ²

Інв. № події
 Подп. і дата
 Інв. № дубл.
 Подп. і дата
 Ваом. инв. №
 Подп. і дата



Поз. Обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
L1-L3,N,PE	Клемма EriFlex UD240A	5	EriFlex
X1.1-X1.9	Клеммы 2010-1201 беж	9	Wago
X1.N	Клеммы 2010-1204	3	Wago
X1.PE	Клеммы 2010-1207	3	Wago
X1.10-X1.33	Клеммы 2002-1201 беж	23	Wago
X1.N	Клеммы 2002-1204	1	Wago
X1.PE	Клеммы 2002-1207	1	Wago
Q1	Модульный автоматический выключатель 3р, 25А, С, 6кА new	1	
Q2	Модульный автоматический выключатель 3р, 50А, С, 6кА new	1	
Q3	Модульный автоматический выключатель 3р, 50А, С, 6кА new	1	
Q4	Модульный автоматический выключатель 3р, 16А, С, 6кА new	1	
Q5	Модульный автоматический выключатель 3р, 16А, С, 6кА new	1	
Q6	Модульный автоматический выключатель 1р, 6А, С, 6кА new	1	
KM1	Модульный контактор 4р, 40А, 4NO, 220В	1	
KM2	Модульный контактор 4р, 63А, 4NO, 220В	1	
KM3	Модульный контактор 4р, 63А, 4NO, 220В	1	
VS1, VS2	Твердотельное реле RAM1A60A50	2	
M6/7	Вентилятор DP200A2123XSR	2	
Z2	МУС	1	
F1	Держатель STK2 + предохранитель 2.5А	1	стекло 5x20
TR1	Трансформатор 220/24V, 63Вт	1	
K1-K8	Эл. магн. реле 1 пк, 16А 220V RM85-2012-35-5230	7	
K5	Эл. магн. реле 2 пк, 8А 220V RM85-2012-35-5230	1	
	Колodka GZS80	8	
Z1	Контроллер Neolus midl	1	Carel

И-№, № подл. / Взам. ин-д. № / Инв. № дубл. / Подп. и дата