

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну випускную роботу
студента Радковського Максима Васильовича
факультету інженерних систем і екології
спеціальності «Будівництво та цивільна
інженерія»
освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція»

Тема роботи Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області

Обсяг роботи пояснювальної записки 139, серед яких додатки, графічної частини – 18 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 та кондиціонування повітря адміністративної будівлі. 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 житлової будівлі та фітнес-центру 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.

Anti-Plagiarism (UA) v-15.284 Educational

The maximum coincidence with one document 16.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 17%

ID: 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: Москвітіна А.С., к.т.н, доц. Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	138066	983	42914 (31%)	300 (31%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes
132135	Title: Термомодернізація офісного центру в м. Вишгород Київської області Added in a DB: 2024-06-21 Authors: Радковський Максим Васильович Heads: Москвітіна А.С. Consultants: Opponents:	22198 (16.0%)	118 (12.0%)

**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: Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності
адміністративної будівлі в Київській області**

Радковський Максим Васильович

(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 ТТПіВ

Предун К.М.

«12» 12 2025р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
на тему:

Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності
адміністративної будівлі в Київській області

(назва)

Виконав студент групи ТВм-24-2
Спеціальність: 192 Будівництво та
цивільна інженерія

ОПШ: теплогазопостачання і вентиляція

Радковський Максим Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник Москвітіна А.С.

(прізвище та ініціали)

к.т.н, доц.

(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.

« 24 » 12 20 25 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Радковський Максим Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи Розробка заходів щодо підвищення енергетичної
ефективності адміністративної будівлі в Київській області

затверджена наказом ректора КНУБА № 1009/2025 від «09» грудня 2025 р.

2. Керівник роботи

Москвітінна Анна Сергіївна, к.т.н, доц.

(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 Основні пакети технологій для досягнення глибокої енергетичної модернізації за допомогою великих проектів реконструкції будівель у Європі, Сполучених Штатах та Китаї.

Розділ 4 Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності

адміністративної будівлі в Київській області

Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів

Розділ 6. Економічна частина

Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. Плани опалення поверхів

Розділ 2. Акселерометричні схеми опалення

Розділ 3. Схеми вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 4. Акселерометричні схеми вентиляції та кондиціонування

Розділ 5. Апріоритивна схема ІТМ

Розділ 6. Порівняльні таблиці та сертифіката будівлі. Висновки.

5. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування	03.11.2025
Розділ 2. Заходи з енергоефективності	25.11.2025
Розділ 3. Основні пакети технологій для досягнення глибокої енергетичної модернізації за допомогою великих проектів реконструкції будівель у Європі, Сполучених Штатах та Китаї.	02.12.2025
Розділ 4. Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області	04.12.2025
Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів	17.12.2025
Розділ 6. Економічна частина	20.12.2025
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	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 5.	Соболевська Т.Г. асист.	23.12.25	
Розділ 6.	Предун К.М. проф.	25.12	

7. Дата видачі завдання

10.09.25

Зав. кафедри

Предун К.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Москвітіна А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

Радковський М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:	Радковський Максим Васильович
----------------------------------------------------------------------	----------------------------------

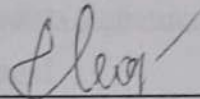
Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема КРМ	Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області				
	Development of measures to improve the energy efficiency of an administrative building in the Kyiv region				
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною / науковою програмою навчання				
Факультет	Факультет інженерних систем та екології				
Кафедра	Теплогазопостачання та вентиляції				
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія				
Освітня програма	Теплогазопостачання та вентиляції				
Керівник	Москвітін А.С., к.т.н, доц.				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				Слайдів
	сторінок	розділів	таблиць	рисунків	
	139	6	18	28	18
Розділ 1. Назва	Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування				
Розділ 2. Назва	Заходи з енергоефективності				
Розділ 3. Назва	Основні пакети технологій для досягнення глибокої енергетичної модернізації за допомогою великих проектів реконструкції будівель у Європі, Сполучених Штатах та Китаї.				
Розділ 4. Назва	Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області				
Розділ 5. Назва	Автоматизація технологічних процесів				
Розділ 6. Назва	Економічна частина				
Висновки по роботі:	У ході виконання магістерської роботи було проведено всебічне дослідження енергетичного стану адміністративної будівлі площею 2799,31 м ² , розташованої в Київській області. Встановлено, що будівля, зведена у 1980 році, мала критично низькі теплотехнічні показники. Аналіз базового енергетичного сертифіката показав, що об'єкт належав до класу енергоефективності «Е» (близько до «F»), з питомим енергоспоживанням близько 135 кВт·год/м ² на рік. Запропонований у магістерській роботі комплекс заходів із				

термомодернізації дозволяє трансформувати застарілу адміністративну будівлю в сучасний енергонезалежний об'єкт. Результати підтверджують, що глибока реновація з фокусом на підвищення опору конструкцій вище нормативних значень та інтеграцію «розумних» інженерних систем є найбільш ефективним шляхом оновлення громадського будівництва в Україні.

Ключові слова: енергоефективність, збереження енергії, термомодернізація, утеплення стін, HVAC

Keywords: energy efficiency, energy conservation, thermal modernisation, wall insulation, HVAC

Керівник



Москвітіна А.С.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент



Радковський М.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

«18» чудня 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>	15
1.3	<u>Розрахунок тепловтрат</u>	20
1.4	<u>Гідравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів</u>	22
1.5.	<u>Підбір обладнання ІТП</u>	32
1.6.	<u>Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількості</u>	38
1.7.	<u>Повітряний баланс в приміщенні</u>	43
1.8.	<u>Визначення повітрообміну в приміщеннях</u>	50
1.9.	<u>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів</u>	56
1.10	<u>Розрахунок і вибір повітророзподільників</u>	58
2.	<u>Заходи з енергоефективності</u>	63
3	<u>Основні пакети технологій для досягнення глибокої енергетичної модернізації за допомогою великих проектів реконструкції будівель у Європі, Сполучених Штатах та Китаї.</u>	64
4.	<u>Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області</u>	85
5.	<u>Автоматизація технологічних процесів</u>	93
6.	<u>Економічна частина</u>	99
	<u>Висновок</u>	117
	<u>Список літератури</u>	120
	<u>Додаток А</u>	124
	<u>Додаток Б</u>	133

Вступ

Актуальність теми. Питання раціонального використання енергетичних ресурсів є одним із пріоритетних напрямів стратегічного розвитку України. В умовах дефіциту потужностей в енергосистемі, постійного зростання вартості теплової та електричної енергії, а також зобов'язань держави щодо впровадження «Зеленого курсу», проблема термомодернізації громадських та адміністративних будівель набуває особливої гостроти.

Значна частина адміністративного фонду Київської області представлена будівлями, зведеними за застарілими нормативами, що не відповідають сучасним вимогам ДБН В.2.6-31:2021 щодо термічного опору огорожувальних конструкцій. Високі питомі показники споживання енергії такими об'єктами створюють значне навантаження на місцеві бюджети та спричиняють низький рівень комфорту для персоналу й відвідувачів. Таким чином, розробка науково обґрунтованих заходів із підвищення енергоефективності, що базуються на комплексному підході — від утеплення оболонки до автоматизації інженерних систем — є нагальним практичним завданням.

Мета роботи — розробити та техніко-економічно обґрунтувати комплекс енергоефективних заходів для адміністративної будівлі в Київській області, спрямованих на суттєве зниження споживання енергоресурсів, підвищення класу енергетичної ефективності та створення комфортних умов внутрішнього середовища.

Об'єкт дослідження — процес споживання та розподілу енергії в адміністративній будівлі при впровадженні енергозберігаючих заходів.

Предмет дослідження — технічні характеристики огорожувальних конструкцій, режими роботи систем опалення, вентиляції та освітлення, а також методики оцінки енергоефективності будівлі.

Основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати архітектурно-конструктивні особливості та стан інженерних мереж досліджуваної адміністративної будівлі.
2. Провести оцінку фактичного рівня енергоспоживання та визначити ключові джерела втрат енергії.
3. Розрахувати оптимальні параметри теплоізоляції зовнішніх стін, покрівлі та світлопрозорих конструкцій згідно з чинними нормативами.
4. Обґрунтувати модернізацію систем життєзабезпечення (опалення, вентиляції з рекуперацією повітря, впровадження LED-освітлення).
5. Виконати порівняльний розрахунок енергетичного балансу будівлі «до» та «після» впровадження заходів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
6. Провести техніко-економічний аналіз запропонованих рішень та визначити термін окупності інвестицій.

Методи дослідження. Робота базується на використанні методів інженерного аналізу теплотехнічних розрахунків, енергетичного моделювання будівель та техніко-економічного аналізу. Розрахунки виконуються з використанням нормативних методик (ДСТУ 9190:2022) та програмного комплексу *Audytor OZC*.

1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування

1.1. Загальні дані

Опис існуючої будівлі :

Будівля має 5 поверхів.

Висота будівлі – 20 м.

Стіни будівлі виконані з цегли 510 мм. Буде проведено утеплення.

Фундамент - залізобетонні плити.

Перекриття - залізобетонні плити.

Вікна - металопластикові, проектом передбачена заміна на вікна з ПВХ - профілю із двокамерними енергозберігаючими склопакетами.

Вентиляція будівлі передбачена проектом припливно-витяжна з механічним спонуканням і рекуперацією тепла. Джерелом теплоти для систем опалення є теплові мережі міста.

Параметри теплоносія в системі опалення – 80-60°C. Система опалення поповерхова, двотрубна, тупікова з панельними сталевими радіаторами, на яких встановлені термостатичні елементи.

Система кондиціонування мультизональна.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

Період	Температура, $t, ^\circ\text{C}$		Ентальпія, $i_{wz},$ кДж/кг	Вологовміст, $d_{wz},$ г/кг	Відносна вологість, $\varphi, \%$	Рухливість повітря, м/с
	t_{wz}	t_i				
ТП	24	30,3	68,19	15,7	65	0,4
ХП	20	21,7	23,86	1,48	10	0,2

Вихідні дані для проектування систем мікроклімату у будинку встановлюються згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

Період	Температура, $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія, $i_{ext},$ кДж/кг	Вологовміст, $d_{ext},$ г/кг	Відносна вологість, $\varphi, \%$	Швидкість вітру, $v,$ м/с
ТП	27 23	54,7	11,22	69	1
ХП	-22	-21,2	0,37	83	6,2

Итоги - Общие

Основная информация:		
Название проек.		
Населенный пун.		
Адрес:		
Проектировщик:		
Дата расчета:	Wtorek 9 декабря 2025 18:30	
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 l_g :	2,0	Вт/(м·К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	2799,31	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	8258,0	м ³
Проектные потери тепла за счет теплопередачи F_{Tl} :	51193	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию F_V :	8130	Вт
Общие проектные потери тепла F :	59323	Вт
Избыток тепловой мощности F_{RH} :	65585	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания F_{HL} :	124907	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель F_{HL} по отношению к поверхности, $f_{HL,A}$:	44,6	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} :	224,5	м ³ /ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	м ³ /ч
Требуемый воздух, подаваемый мех. $V_{su,min}$:	7076,8	м ³ /ч
Воздух, подаваемый мех. V_{su} :	7076,8	м ³ /ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	7076,8	м ³ /ч
Мех. удаляемый воздух V_{ex} :	7076,8	м ³ /ч
Среднее количество воздухообменов n:	1,3	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V	7525,8	м ³ /ч
Средняя температура подаваемого воздуха q_v :	15,6	°C
Итоги подбора отопительных приборов:		
Сумма проектных тепловых мощностей отопительных приборов $\sum F$	0	Вт
Сумма реальных тепловых мощностей отопительных приборов $\sum F'$	0	Вт
Сумма дефицитов тепловых мощностей отопительных приборов $\sum F''$	0	Вт
Сумма мощностей другого отопительного оборудования F_{he}	0	Вт
Сумма мощностей отопительного оборудования $F_{r,r}+F'$	0	Вт

Итоги - Общие


















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} :	7538,2	м ³ /ч
Потребность в тепловой энергии - отопление Q _{H,nd} :	366,71	ГДж/год
Потребность в тепловой энергии на отопление Q _{H,nd} :	101864	кВтч/год
Отапливаемая площадь здания A _H :	2799	м ²
Отапливаемый объем здания V _H :	8258,0	м ³
Показатель потребности - отопление EA _H :	131,0	МДж/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EA _H :	36,4	кВтч/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EV _H :	44,4	МДж/(м ³ ·год)
Показатель потребности - отопление EV _H :	12,3	кWh/(м ³ ·год)
Сезонная потребность в энергии на охлаждение		
Поток вентиляционного воздуха - охлаждение V _{V,C} :	7538,2	м ³ /ч
Потребность в энергии - охлаждение Q _{C,nd} :	218,37	ГДж/год
Потребность в энергии - охлаждение Q _{C,nd} :	60659	кВтч/год
Охлаждаемая площадь здания A _C :	2613,3	м ²
Охлаждаемый объем здания V _C :	7709,4	м ³
Показатель потребности - охлаждение EA _C :	78,0	МДж/(м ² ·год)
Показатель потребности - охлаждение EA _C :	21,7	кВтч/(м ² ·год)
Показатель потребности - охлаждение EV _C :	26,4	МДж/(м ³ ·год)
Показатель потребности - охлаждение EV _C :	7,3	кВтч/(м ³ ·год)
Энергия для приготовления горячей воды в здании		
Энергия для приготовления горячей воды Q _{nd,W} :	21861,5	кВтч/год
Энергия для приготовления горячей воды Q _{nd,W} :	78,70	ГДж/год
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. D _{q,min} :	4,0	К
Выполнение расчета теплопередачи при мин. D _{q,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. приб. D _q :	20,0	К
Увеличение мощности отопительных приборов с термостатическими вентилями:		
Увеличивать за исключением помещений с избытком тепловой мощности F _{RH} .		
Увеличение отоп. приб. 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. приб. по умолч. снабжены термостат. вент.:	Да	
По умолчанию отопительный прибор является:	Проектируемый	
Данные по умолчанию для расчетов:		
Тип здания:	Офисное или адм.	

Итоги - Общие











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_d :	1,0	ч
Понижение темп. воздуха во время ночного режима с	3,0	К
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 теплопоступления:	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 :	3,30	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i :	2,95	м
Площадь поверхности пола по грунту A_g :	684,70	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен P_g :	135,50	м
Поворот здания:	Без поворота	
Статистика здания:		
Количество этажей:	0	
Количество зон здания:	1	
Количество групп помещений:	1	
Количество помещений:	42	

1.2.Теплотехнічний розрахунок

Итоги - Ограждения

Символ	d	Описание материала	l	г	С _p	
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·
 1_СНФ	Стена наружная					
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный						
 ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0
 КЦКПЦ-ЦП14	0,5100	Цегляна кладка з керамічної порожнистої	0,520	1400	0,880	0
 МІНВАТ-ЩІУ	0,1500		0,042	130	0,750	3
 ПОВ.ПРОШ.ДВ	0,0500	Повітряний прошарок добре вентильований				0
 ШТУКАТ-ВАП	0,0001		0,700	1700	0,840	0
Сум						
 КР	Кровля					
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный						
 АЛЮМІНІЙ	0,0007	Алюміній, густина 2600 кг/м3.	221,000	2600	0,840	0
 МІНВАТ-ЩІУ	0,3000		0,042	130	0,750	7
 АЛЮМІНІЙ	0,0007	Алюміній, густина 2600 кг/м3.	221,000	2600	0,840	0
Сум						
 ПОЛ	Пол по грунту					
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный						
Стена, примыкающая к полу: СН						
Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{gw} : 9,50 м						
Горизонтальная теплоизоляция.: КЦКПЦ-ЦП14 толщиной d _{nh} = 0,01 м и длиной D _h = 10,00 м						
Вертикальная теплоизоляция.: КЦКПЦ-ЦП14 толщиной d _{nv} = 0,01 м и длиной D _v = 10,00 м						
 ТЕРАКОТА	0,0080		1,050	2000	0,840	0
 ПІДЛ-БЕЗШОВ	0,0060		0,520	1300	0,840	0
 В-ПЕРЛ-320	0,0500	Вироби (розчини) на основі перліту. Густ	0,091	320	0,840	0
 TERMPiR AL	0,0700	теплоізоляційні плити з поліізоціанурату	0,022	36	1,470	3
 ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0
Равно						
Сум						
 СН	Стена наружная					
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный						

Итоги - Ограждения

Символ	d	Описание материала	l	г	С _p	
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·
 ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0
 КЦКПЦ-ЦП14	0,5100	Цегляна кладка з керамічної порожнистої	0,520	1400	0,880	0
 МІНВАТ-ЩІУ	0,1500		0,042	130	0,750	3
 ШТУКАТ-ВАП	0,0200		0,700	1700	0,840	0
Сум						
 СНФ	Стена наружная					
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный						
 ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0
 КЦКПЦ-ЦП14	0,5100	Цегляна кладка з керамічної порожнистої	0,520	1400	0,880	0
 МІНВАТ-ЩІУ	0,1500		0,042	130	0,750	3
 ПОВ.ПРОШ.ДВ	0,0500	Повітряний прошарок добре вентильований				0
 ФІБРА	0,0080		0,233	1200		0
Сум						

Итоги - Ведомость ограждений

Символ	Вид	d	R _i	R _e	R	U	F _T	G _{l_s}	g _G	A	A _{G1}	Q _T	Q _{sol}	Q _{proc}
		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	%
1_СНФ	Стена наружная	0,740	0,130	0,130	4,855	0,206								
ДВ	Дверь наружная					1,020	637	50,0	0,50	14,70	7,35	5,67	15,36	1,6
КР	Кровля	0,301	0,100	0,040	7,283	0,137	3549			615,35		31,94		8,9
ОК1	Окно наружное					1,020	18267	80,0	0,50	423,97	339,17	163,46	495,48	45,6
ПОЛ	Пол по грунту	0,334	2,813		6,668	0,150	1156			387,01		26,56		7,4
СН	Стена наружная	0,710	0,130	0,040	4,794	0,209	5274			601,91		47,46		13,2
СНФ	Стена наружная	0,748	0,130	0,130	4,855	0,206	9342			1071,97		83,46		23,3

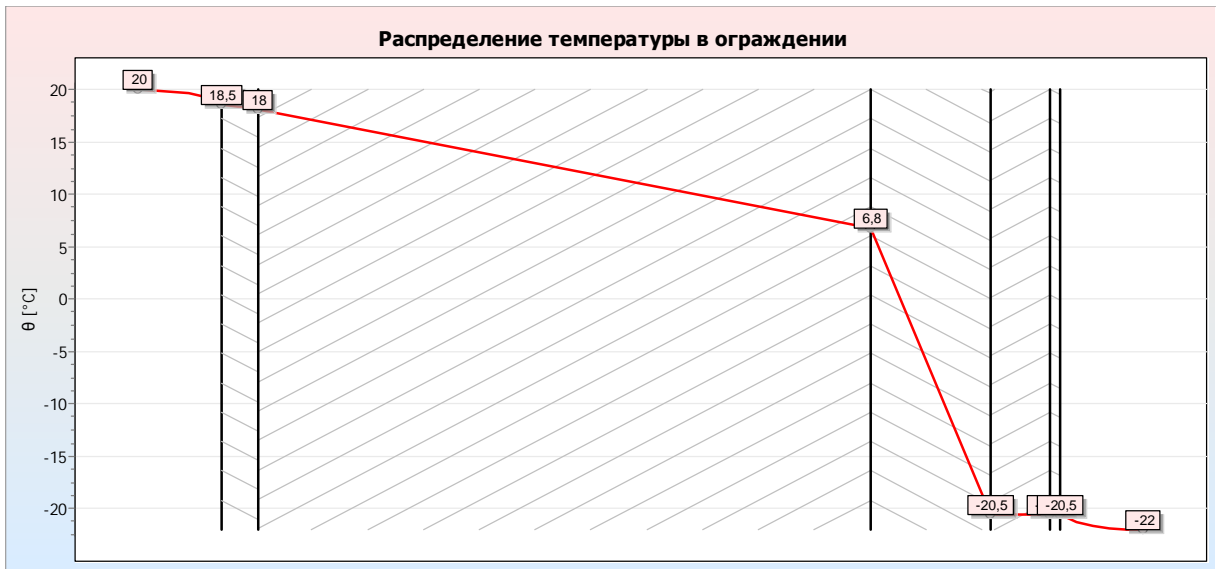


Рис.1. 1. Розподіл температур в конструкції зовнішньої стіни.

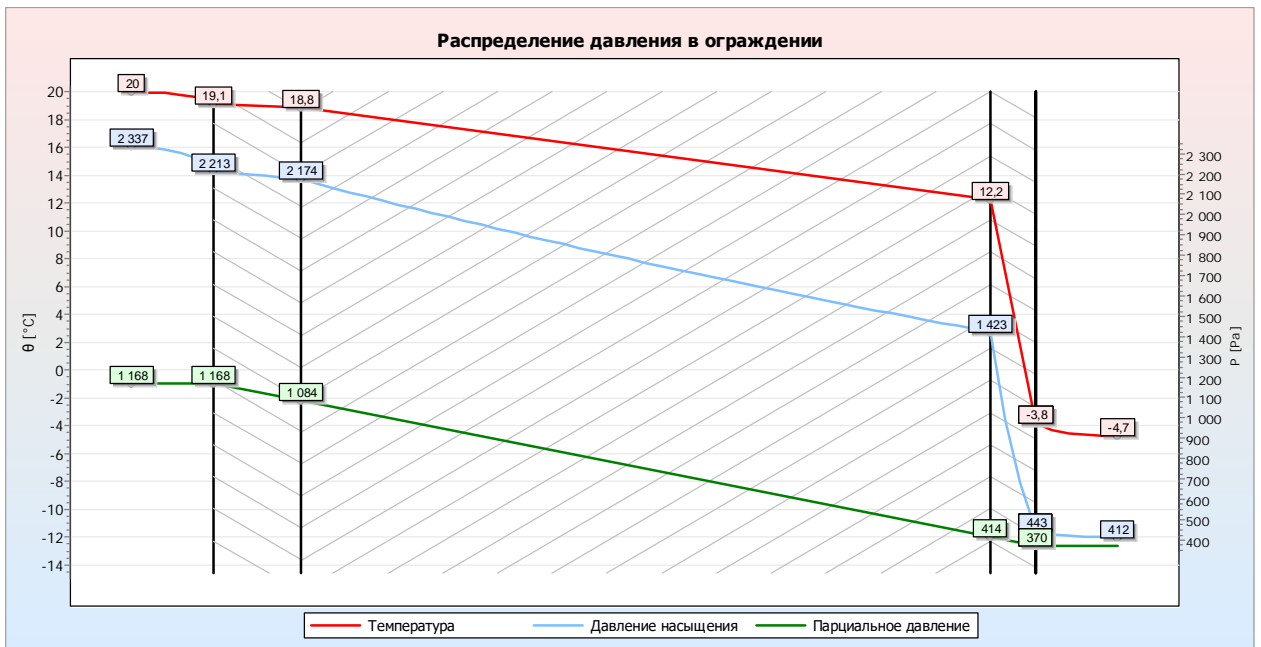


Рис.1.2. Розподіл парціальних тисків при середн.зовн. темпер.



Рис.1.3. Розподіл температур в конструкції суміщеного покриття.



Рис.1.4. Розподіл парціальних тисків при середн.зовн. темпер.в суміщ.пер.

1.3. Розрахунок тепловтрат

Итоги - Данные для программы С.О.

Символ	$q_{int,н}$	$F_{HL,c}$	F_{hg}	Описание
	°С	Вт	Вт	
101	20,0	13871	0	рецепши 101
110	20,0	8489	0	Комната 110
112	20,0	685	0	Санузел 112
115	20,0	5311	0	Офис 115
118	20,0	5227	0	Офис 118
122	20,0	862	0	Офис 122
125	20,0	5378	0	Офис 125
126	20,0	5102	0	Офис 126
201	20,0	8499	0	Офис 201
210	20,0	7054	0	Комната 210
212	20,0	413	0	Санузел 212
215	20,0	4785	0	Офис 215
218	20,0	4701	0	Офис 218
222	20,0	730	0	Офис 222
225	20,0	4450	0	Офис 225
226	20,0	4220	0	Офис 226
301	20,0	8499	0	Офис 301
310	20,0	7054	0	Комната 310
312	20,0	413	0	Санузел 312
315	20,0	4785	0	Офис 315
318	20,0	4701	0	Офис 318
322	20,0	730	0	Офис 322
325	20,0	4450	0	Офис 325
326	20,0	4220	0	Офис 326
401	20,0	8499	0	Офис 401
410	20,0	7054	0	Комната 410

Итоги - Данные для программы С.О.

Символ	$q_{int,н}$	$F_{HL,c}$	F_{hg}	Описание
	°С	Вт	Вт	
412	20,0	420	0	Санузел 412
415	20,0	4785	0	Офис 415
418	20,0	4701	0	Офис 418
422	20,0	730	0	Офис 422
425	20,0	4450	0	Офис 425
426	20,0	4220	0	Офис 426
501	20,0	10296	0	Офис 501
510	20,0	8681	0	Комната 510
512	20,0	697	0	Санузел 512
515	20,0	5710	0	Офис 515
518	20,0	5644	0	Офис 518
522	20,0	974	0	Офис 522
525	20,0	5612	0	Офис 525
526	20,0	5364	0	Офис 526

1.4. Гідрравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
-		B		ГОСТ 10704-76	1,83	015		65	
		1 4017 0X		Налаштування: 8.0		d _n = 50 мм			
						k _v = 33,000 м ³ /год		Δp = 5461 Па	
-		B		ГОСТ 10704-76	17,69	004		65	
-		B		ГОСТ 10704-76	1,88	004		65	
-		B		ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,33	112		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
		B		ГОСТ 10704-76	1,05	103		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,20	103		40	
		1 4017 0X		Налаштування: 4.4		d _n = 32 мм			
						k _v = 9,400 м ³ /год		Δp = 3283 Па	
		A		PUSH PEXC P10	0,90	103		25x3,5	1129200043
		KAN КОЛ RBB-П		d _n = 25 мм		k _v = 5,000		Δp = 429 Па	
-		A		PUSH PEXC P10	2,04	103		25x3,5	1129200043
		1 4017 0X		Налаштування: 1.6		d _n = 20 мм			
						k _v = 1,280 м ³ /год		Δp = 6541 Па	
-		A		PUSH PEXC P10	4,12	103		25x3,5	1129200043
-		A		PUSH PEXC P10	6,04	120		25x3,5	1129200043
-		A		PUSH PEXC P10	0,67	120		25x3,5	1129200043
-		A		PUSH PEXC P10	0,30	120		18x2,5	1129200039
		A		PUSH PEXC P10	0,10	120		18x2,5	1129200039
		PV3KS		Налаштування: 1		d _n = 15 мм			
				Авторитет = 0,86		k _v = 0,095 м ³ /год		Δp = 17447 Па	
		RLV-К П		d _n = 20 мм		k _v = 1,400		Δp = 81 Па	
		PROFIL-11V-50		1,100 м	L = 1,10 м	Φ _{г,н} = 828 Вт		Δp = 6 Па	
		A		PUSH PEXC P10	0,10	120		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	0,20	120		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	0,47	120		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	6,24	120		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	3,97	103		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	1,84	103		25x3,5	1129200043
		1 4002 2X		Налаштування: 20		d _n = 15 мм			
				Δp _{ст} = 20,00 кПа		k _v = 0,657 м ³ /год		Δp = 24257 Па	
		A		PUSH PEXC P10	0,60	103		25x3,5	1129200043
		KAN КОЛ RBB-3		d _n = 25 мм		k _v = 5,000		Δp = 419 Па	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
		1 4017 0X		Налаштування: 4.4		d _n = 32 мм			
						k _v = 9,400 м ³ /год		Δp = 3207 Па	

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
⊙	В			ГОСТ 10704-76	0,75	103		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,13	112		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,15	103		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	1,78	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	17,89	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	1,93	015		65	
1 4002 2X				Налаштування: !20! d _n = 40 мм					
				Δp _{st} = 62,71 кПа		k _v = 14,950 м ³ /год		Δp = 25973 Па	
⊙	В			ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-11V-50 в приміщенні: 127									
Δp _{disp} = 94608 Па Δp _{gr} = 247 Па Δp = 94608 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{CIR} = 121,69 м									
ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО				Δp _{HS} = 0 Па					
⊙	В			ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	1,83	015		65	
1 4017 0X				Налаштування: 8.0 d _n = 50 мм					
						k _v = 33,000 м ³ /год		Δp = 5461 Па	
--	В			ГОСТ 10704-76	17,69	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	1,88	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,33	112		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
⊙	В			ГОСТ 10704-76	1,05	103		40	
--	В			ГОСТ 10704-76	0,20	103		40	
1 4017 0X				Налаштування: 4.4 d _n = 32 мм					
						k _v = 9,400 м ³ /год		Δp = 3283 Па	
⊙	A			PUSH PEXC P10	0,90	103		25x3,5	1129200043
KAN КОЛ RBV-П				d _n = 25 мм		k _v = 5,000		Δp = 321 Па	
--	A			PUSH PEXC P10	1,34	103		25x3,5	1129200043
1 4017 0X				Налаштування: 1.5 d _n = 20 мм					
						k _v = 1,200 м ³ /год		Δp = 5567 Па	
--	A			PUSH PEXC P10	21,69	103		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	6,77	126		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	1,92	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	1,29	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,18	127		18x2,5	1129200039
⊙	A			PUSH PEXC P10	0,10	127		18x2,5	1129200039

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
				RV3KF	Налаштування: 1 d _n = 15 мм				
					Авторитет = 0,74 k _v = 0,046 м ³ /год			Δр = 15016 Па	
				RLV-K П	d _n = 20 мм k _v = 1,400			Δр = 16 Па	
				PROFIL-11V-50	0,500 м	L = 0,50 м Φ _{г,н} = 381 Вт		Δр = 1 Па	
○	A			PUSH PEXC P10	0,10	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,28	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	1,09	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	1,72	127		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	6,57	126		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	21,54	103		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	1,31	103		25x3,5	1129200043
				1 4002 2X	Налаштування: 20 d _n = 15 мм				
					Δр _{st} = 20,00 кПа k _v = 0,554 м ³ /год			Δр = 25488 Па	
○	A			PUSH PEXC P10	0,60	103		25x3,5	1129200043
				KAN КОЛ RBB-3	d _n = 25 мм k _v = 5,000			Δр = 313 Па	
--	B			ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
				1 4017 0X	Налаштування: 4.4 d _n = 32 мм				
					k _v = 9,400 м ³ /год			Δр = 3207 Па	
○	B			ГОСТ 10704-76	0,75	103		40	
--	B			ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
--	B			ГОСТ 10704-76	0,13	112		40	
--	B			ГОСТ 10704-76	0,15	103		40	
--	B			ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	1,78	004		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	17,89	004		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	1,93	015		65	
				1 4002 2X	Налаштування: !20! d _n = 40 мм				
					Δр _{st} = 62,71 кПа k _v = 14,950 м ³ /год			Δр = 25973 Па	
○	B			ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-11V-50 в приміщенні: 128									
Δр _{disp} = 94608 Па Δр _{gr} = 248 Па Δр = 94608 Па Δр _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{CIR} = 125,99 м									
				ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			Δр _{HS} = 0 Па		
○	B			ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	1,83	015		65	
				1 4017 0X	Налаштування: 8.0 d _n = 50 мм				
					k _v = 33,000 м ³ /год			Δр = 5461 Па	
--	B			ГОСТ 10704-76	17,69	004		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	1,88	004		65	
--	B			ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	

























































































































Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,33	112		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
o		B		ГОСТ 10704-76	1,05	103		40	
-		B		ГОСТ 10704-76	0,20	103		40	
1 4017 0X				Налаштування: 4.4 d _n = 32 мм					
				k _v = 9,400 м ³ /год Δр = 3283 Па					
o		A		PUSH PEXC P10	0,90	103		25x3,5	1129200043
KAN КОЛ RBB-П				d _n = 25 мм k _v = 5,000 Δр = 321 Па					
-		A		PUSH PEXC P10	1,34	103		25x3,5	1129200043
1 4017 0X				Налаштування: 1.5 d _n = 20 мм					
				k _v = 1,200 м ³ /год Δр = 5567 Па					
-		A		PUSH PEXC P10	21,69	103		25x3,5	1129200043
-		A		PUSH PEXC P10	6,77	126		25x3,5	1129200043
-		A		PUSH PEXC P10	1,92	127		18x2,5	1129200039
-		A		PUSH PEXC P10	1,29	127		18x2,5	1129200039
-		A		PUSH PEXC P10	2,15	127		18x2,5	1129200039
-		A		PUSH PEXC P10	0,18	128		18x2,5	1129200039
o		A		PUSH PEXC P10	0,10	128		18x2,5	1129200039
V3KF				Налаштування: 1 d _n = 15 мм					
				Авторитет = 0,74 k _v = 0,046 м ³ /год Δр = 15022 Па					
RLV-К П				d _n = 20 мм k _v = 1,400 Δр = 16 Па					
PROFIL-11V-50				0,600 м L = 0,60 м Φ _{г,н} = 428 Вт Δр = 1 Па					
o		A		PUSH PEXC P10	0,10	128		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	0,28	128		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	2,15	127		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	1,09	127		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	1,72	127		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	6,57	126		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	21,54	103		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	1,31	103		25x3,5	1129200043
1 4002 2X				Налаштування: 20 d _n = 15 мм					
				Δр _{st} = 20,00 кПа k _v = 0,554 м ³ /год Δр = 25488 Па					
o		A		PUSH PEXC P10	0,60	103		25x3,5	1129200043
KAN КОЛ RBB-3				d _n = 25 мм k _v = 5,000 Δр = 313 Па					
--		B		ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
1 4017 0X				Налаштування: 4.4 d _n = 32 мм					
				k _v = 9,400 м ³ /год Δр = 3207 Па					
o		B		ГОСТ 10704-76	0,75	103		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,13	112		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,15	103		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	1,78	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	17,89	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	1,93	015		65	
1 4002 2X				Налаштування: !20! d _n = 40 мм					
				Δp _{st} = 62,71 кПа		k _v = 14,950 м ³ /год		Δp = 25973 Па	
		B		ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-50 в приміщенні: 125									
Δp _{disp} = 94608 Па Δp _{gr} = 247 Па Δp = 94608 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{CIR} = 123,53 м									
	ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО						Δp _{HS} = 0 Па		
		B		ГОСТ 10704-76	0,55	015		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	1,83	015		65	
1 4017 0X				Налаштування: 8.0 d _n = 50 мм					
						k _v = 33,000 м ³ /год		Δp = 5461 Па	
--		B		ГОСТ 10704-76	17,69	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	1,88	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	3,32	004		65	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,25	103		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,33	112		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,22	103		40	
		B		ГОСТ 10704-76	1,05	103		40	
--		B		ГОСТ 10704-76	0,20	103		40	
1 4017 0X				Налаштування: 4.4 d _n = 32 мм					
						k _v = 9,400 м ³ /год		Δp = 3283 Па	
		A		PUSH PEXC P10	0,90	103		25x3,5	1129200043
KAN КОЛ RBV-П				d _n = 25 мм		k _v = 5,000		Δp = 321 Па	
--		A		PUSH PEXC P10	1,34	103		25x3,5	1129200043
1 4017 0X				Налаштування: 1.5 d _n = 20 мм					
						k _v = 1,200 м ³ /год		Δp = 5567 Па	
--		A		PUSH PEXC P10	21,69	103		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	6,77	126		25x3,5	1129200043
--		A		PUSH PEXC P10	1,92	127		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	1,99	125		18x2,5	1129200039
--		A		PUSH PEXC P10	0,30	125		18x2,5	1129200039
		A		PUSH PEXC P10	0,10	125		18x2,5	1129200039
V3KS				Налаштування: 1 d _n = 15 мм					
				Авторитет = 0,73		k _v = 0,115 м ³ /год		Δp = 14732 Па	

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип	Тип	Стояк	Діл.	Приміщення	Символ	d _n	Каталожний номер	Налаштув
	діл.	ар.					мм		
					318	V3KS	15		1
					320	V3KS	15		1
					320	V3KS	15		1
					322	V3KS	15		1
					324	V3KS	15		1
					324	V3KS	15		1
					326	V3KS	15		1
					326	V3KS	15		1
					304	V3KS	15		3
					302	V3KS	15		1
					305	V3KF	15		1
					310	V3KS	15		1
					311	V3KS	15		1
					313	V3KS	15		1
					322	V3KS	15		1
					318	V3KS	15		1
					304	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					304	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					304	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					304	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					304	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.4
					304	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.1
					304	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.8
					304	1 4017 0X	15	1 4017 01	2.1
					304	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.1
					304	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.1
					403	V3KS	15		1
					403	V3KS	15		1
					405	V3KF	15		1
					410	V3KS	15		1
					411	V3KS	15		1
					413	V3KS	15		1
					413	V3KS	15		1
					404	V3KS	15		2.5
					416	V3KS	15		1
					416	V3KS	15		1
					418	V3KS	15		1
					420	V3KS	15		1
					420	V3KS	15		1
					422	V3KS	15		1

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип	Тип	Стояк	Діл.	Приміщення	Символ	d _n	Каталожний номер	Налаштув
	діл.	ар.					мм		
					424	V3KS	15		1
					424	V3KS	15		1
					426	V3KS	15		1
					426	V3KS	15		1
					404	V3KS	15		3
					402	V3KS	15		1
					405	V3KF	15		1
					410	V3KS	15		1
					411	V3KS	15		1
					413	V3KS	15		1
					422	V3KS	15		1
					418	V3KS	15		1
					404	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					404	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					404	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					404	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					404	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.6
					404	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.1
					404	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.9
					404	1 4017 0X	15	1 4017 01	2.1
					404	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.1
					404	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.1
					503	V3KS	15		1
					503	V3KS	15		1
					505	V3KF	15		2.5
					510	V3KS	15		1.5
					511	V3KS	15		1
					513	V3KS	15		1
					513	V3KS	15		1
					504	V3KS	15		3
					516	V3KS	15		1
					516	V3KS	15		1
					518	V3KS	15		1
					520	V3KS	15		1
					520	V3KS	15		1
					522	V3KS	15		1
					524	V3KS	15		1
					524	V3KS	15		1
					526	V3KS	15		1.5
					526	V3KS	15		1.5

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип	Тип	Стояк	Діл.	Приміщення	Символ	d _n	Каталожний номер	Налаштув
	діл.	ар.					мм		
					504	V3KS	15		4
					502	V3KS	15		1
					505	V3KF	15		2.5
					510	V3KS	15		1.5
					511	V3KS	15		1
					513	V3KS	15		1
					522	V3KS	15		1
					518	V3KS	15		1
					504	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					504	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					504	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					504	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					504	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.7
					504	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.3
					504	1 4017 0X	20	1 4017 02	2.0
					504	1 4017 0X	15	1 4017 01	2.2
					504	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.3
					504	1 4017 0X	32	1 4017 04	2.3

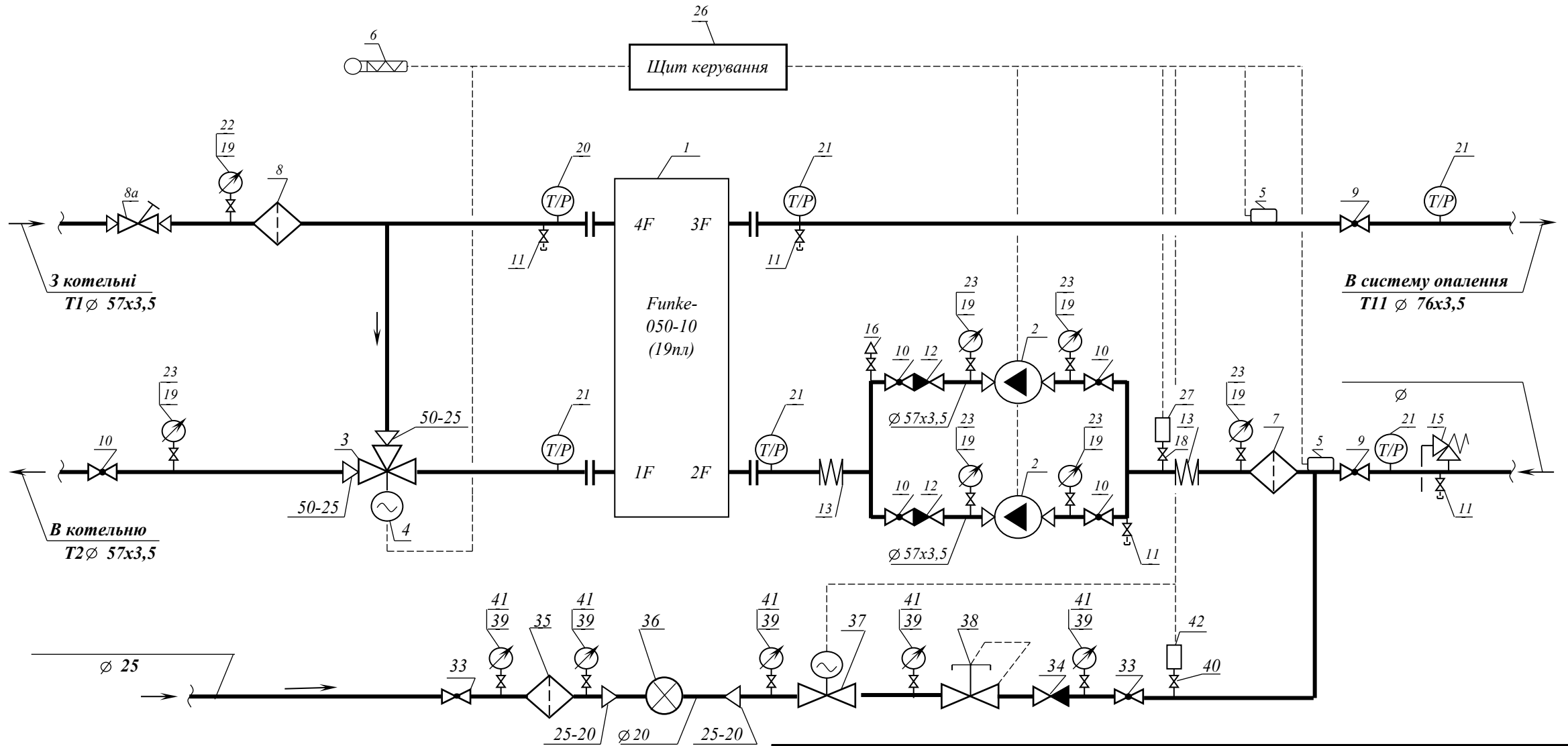
Итоги - Отопительные приборы

Описание помещения	Символ	n	L	H	G	F _{p,r}	F _{r,r}	F _{def,r}	q _{r,s}	Dq _r	Dq _{r,r}	M	F _{пр.}	Расп.	Защ.
		сек.	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°С	К	К	кг/с	%		
рецепши 101	HNN-21-1-84	60	6,000	0,840	0,072	8463	8656	-193	80,00	20,0	20,46	0,10109	100,0	1,00	1,00
Комната 110	HNN-20-84	48	4,800	0,840	0,072	6061	6141	-80	80,00	20,0	20,26	0,07240	100,0	1,00	1,00
Санузел 112	HNN-10-84	12	1,200	0,840	0,043	988	1004	-16	80,00	20,0	20,33	0,01180	100,0	1,00	1,00
Офис 115	HNN-10-84	38	3,800	0,840	0,043	3136	3182	-46	80,00	20,0	20,29	0,03746	100,0	1,00	1,00
Офис 118	HNN-10-84	38	3,800	0,840	0,043	3075	3168	-93	80,00	20,0	20,61	0,03673	100,0	1,00	1,00
Офис 122	HNN-10-84	10	1,000	0,840	0,043	744	817	-73	80,00	20,0	21,97	0,00888	100,0	1,00	1,00
Офис 125	HNN-10-84	42	4,200	0,840	0,043	3400	3502	-102	80,00	20,0	20,60	0,04061	100,0	1,00	1,00
Офис 126	HNN-10-84	50	5,000	0,840	0,043	4171	4198	-27	80,00	20,0	20,13	0,04981	100,0	1,00	1,00
Офис 201	HNN-11-84	58	5,800	0,840	0,061	5529	5572	-43	80,00	20,0	20,16	0,06604	100,0	1,00	1,00
Комната 210	HNN-10-84	60	6,000	0,840	0,043	5055	5049	6	80,00	20,0	19,98	0,06038	100,0	1,00	1,00
Санузел 212	HNN-10-84	10	1,000	0,840	0,043	776	825	-49	80,00	20,0	21,28	0,00926	100,0	1,00	1,00
Офис 215	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2743	2832	-89	80,00	20,0	20,65	0,03276	100,0	1,00	1,00
Офис 218	HNN-10-84	32	3,200	0,840	0,043	2682	2689	-7	80,00	20,0	20,05	0,03203	100,0	1,00	1,00
Офис 222	HNN-10-84	8	0,800	0,840	0,043	645	666	-21	80,00	20,0	20,64	0,00771	100,0	1,00	1,00
Офис 225	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2741	2832	-91	80,00	20,0	20,66	0,03274	100,0	1,00	1,00
Офис 226	HNN-10-84	42	4,200	0,840	0,043	3533	3533	0	80,00	20,0	20,00	0,04220	100,0	1,00	1,00
Офис 301	HNN-11-84	58	5,800	0,840	0,061	5529	5572	-43	80,00	20,0	20,16	0,06604	100,0	1,00	1,00
Комната 310	HNN-10-84	60	6,000	0,840	0,043	5055	5049	6	80,00	20,0	19,98	0,06038	100,0	1,00	1,00
Санузел 312	HNN-10-84	10	1,000	0,840	0,043	776	825	-49	80,00	20,0	21,28	0,00926	100,0	1,00	1,00
Офис 315	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2743	2832	-89	80,00	20,0	20,65	0,03276	100,0	1,00	1,00
Офис 318	HNN-10-84	32	3,200	0,840	0,043	2682	2689	-7	80,00	20,0	20,05	0,03203	100,0	1,00	1,00
Офис 322	HNN-10-84	8	0,800	0,840	0,043	645	666	-21	80,00	20,0	20,64	0,00771	100,0	1,00	1,00
Офис 325	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2741	2832	-91	80,00	20,0	20,66	0,03274	100,0	1,00	1,00
Офис 326	HNN-10-84	42	4,200	0,840	0,043	3533	3533	0	80,00	20,0	20,00	0,04220	100,0	1,00	1,00
Офис 401	HNN-11-84	58	5,800	0,840	0,061	5593	5587	6	80,00	20,0	19,98	0,06681	100,0	1,00	1,00
Комната 410	HNN-11-84	54	5,400	0,840	0,061	5105	5178	-73	80,00	20,0	20,28	0,06098	100,0	1,00	1,00
Санузел 412	HNN-10-84	10	1,000	0,840	0,043	780	826	-46	80,00	20,0	21,19	0,00931	100,0	1,00	1,00
Офис 415	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2773	2840	-67	80,00	20,0	20,49	0,03312	100,0	1,00	1,00
Офис 418	HNN-10-84	32	3,200	0,840	0,043	2712	2696	16	80,00	20,0	19,89	0,03239	100,0	1,00	1,00
Офис 422	HNN-10-84	8	0,800	0,840	0,043	649	667	-18	80,00	20,0	20,55	0,00775	100,0	1,00	1,00
Офис 425	HNN-10-84	34	3,400	0,840	0,043	2759	2836	-77	80,00	20,0	20,56	0,03296	100,0	1,00	1,00
Офис 426	HNN-10-84	44	4,400	0,840	0,043	3569	3670	-101	80,00	20,0	20,56	0,04263	100,0	1,00	1,00
Офис 501	HNN-20-84	50	5,000	0,840	0,072	6211	6373	-162	80,00	20,0	20,52	0,07419	100,0	1,00	1,00
Комната 510	HNN-11-84	60	6,000	0,840	0,061	5664	5752	-88	80,00	20,0	20,31	0,06765	100,0	1,00	1,00
Санузел 512	HNN-10-84	11	1,100	0,840	0,043	874	913	-39	80,00	20,0	20,88	0,01044	100,0	1,00	1,00

Итоги - Отопительные приборы

Описание помещения	Символ	n	L	H	G	$F_{p,r}$	$F_{r,r}$	$F_{def,r}$	$q_{r,s}$	Dq_r	$Dq_{r,r}$	M	$F_{пр.}$	Расп.	Защ.
		сек.	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°С	К	К	кг/с	%		
Офис 515	HHN-10-84	38	3,800	0,840	0,043	3091	3172	-81	80,00	20,0	20,52	0,03692	100,0	1,00	1,00
Офис 518	HHN-10-84	36	3,600	0,840	0,043	3036	3030	6	80,00	20,0	19,96	0,03626	100,0	1,00	1,00
Офис 522	HHN-10-84	10	1,000	0,840	0,043	733	814	-81	80,00	20,0	22,21	0,00875	100,0	1,00	1,00
Офис 525	HHN-10-84	38	3,800	0,840	0,043	3158	3188	-30	80,00	20,0	20,19	0,03772	100,0	1,00	1,00
Офис 526	HHN-10-84	48	4,800	0,840	0,043	3962	4020	-58	80,00	20,0	20,29	0,04733	100,0	1,00	1,00

1.5. Підбір обладнання ІТП



						Реконструкція систем опалення і вентиляції школи в с. Білогорodka Київської області					
Зм.	Кілк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Модульний блок системи опалення			Стадія	Аркуш	Аркушів
									РП	1	1
						Принципова схема трубопроводів					

Позиція	Найменування и технічні характеристики обладнання і матеріалів. Завод - виробник	Тип, марка обладнання Позначення док	Один. виміру		Кіл-ть
			наймен	код	
1	Теплообмінник пластинчастий водоводяний, PN16	Funke-050-10 (19пл.)	шт.		1
2	Насос циркуляційний СО DN32, PN10, Q=8,5м3/год, H=5,7 м.вод.ст. P=0,305кВт, U=230В, I=1,33А	Yonos MAXO 30/0,5-12 Wilo (Німеччина)	шт.	2120644	2
3	Регулятор температури СО DN25, PN16 Q=3,96м3/год, kvs=10м3/год, dp=0,156бар	VF3 Danfoss (Данія)	компл.	065Z0257	1
4	Електропривід, 230В	AMV-435	шт.	082H0163	1
5	Занурювальний датчик температури + закладна конструкція	Danfoss (Данія)	компл.		2
6	Датчик температури зовнішнього повітря	Danfoss (Данія)	шт.		1
7	Сітчастий фільтр фланцевий DN 65, PN16	ZETKAMA (Польща)	шт.		1
8	Сітчастий фільтр фланцевий DN 50, PN16	ZETKAMA (Польща)	шт.		1
8a	Ручний клапан з попередньою настройкою DN 40, PN16	MSV-F2 PN16	шт.	003Z1060	1
9	Кульовий кран фланцевий DN 65, PN16	Danfoss (Данія)	шт.		2
10	Кульовий кран фланцевий DN 50, PN16	Danfoss (Данія)	шт.		5
11	Кульовий кран муфтовий DN 15, PN16	IVR (Італія)	шт.		4
12	Клапан зворотній фланцевий DN 50, тип 402, PN16	Danfoss (Данія)	шт.		2
13	Гнучка вставка DN 65, PN16	VITECH (Словаччина)	шт.		2
14	Контрольні стержні		компл.		2
15	Запобіжний клапан DN 40 Рскиду=6,5 бар	Valtec (Італія)	компл.		1
16	Автоматичний повітроспускник з кульовим краном DN15	IVR (Італія)	шт.		1
17	Відбірний пристрій тиску ЗКЧ-275.00-90 в складі: Вдвід 16-70 У/1		компл.		7
	Кульовий кран DN 15 з можл видал повітря (різьба зов/вн)	EU			
	З'єднувач ніпельний НСВ 14хМ20 УХЛ4	ТУ 36-1104-82			
18	Відбірний пристрій тиску ЗКЧ-270.10-90 в складі: Труба DN 15 l=0,3м		компл.		1
	Кульовий кран DN 15 з можл видал повітря (різьба зов/вн)	EU			
	Трубка DN 8x1	ГОСТ 617-90			
19	Закладна конструкція з клапаном під термоманометр		компл.		6
20	Термоманометр Границя виміру 0...150°C, 0... 1,6МПа	СклоПрилад (Україна)	шт.		1
21	Термоманометр Границя виміру 0...120°C, 0... 1,0МПа	СклоПрилад (Україна)	шт.		5
22	Манометр показуючий загального призначення Границя виміру 0... 1.6 МПа	МП 100	шт.		1
23	Манометр показуючий загального призначення Границя виміру 0... 1.0 МПа	МП 100	шт.		6
24	Трубна обв'язка *		компл.		1
25	Рама під блок системи опалення		шт.		1
26	Щит автоматизації СО		шт.		1
27	Датчик-реле тиску	Danfoss (Данія)	компл.		1

*Примітка: Трубопроводи Т1,Т2, Т11, Т21 з Ду до Ду50 включно з труб по ДСТУ 8936:2019, а з Ду65 та вище з труб по ДСТУ 8943:201

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					
					Реконструкція систем опалення і вентиляції школи в с. Білогірська Київської області				
Нач.від.					Модульний блок системи опалення		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив							РП		
					Специфікація				

Специфікація на теплообмінник

Замовник:

Об'єкт: Капітальний ремонт закладу дошкільної освіти Дарницького району м. Києва

Виконавець:

Дата: 14.03.2023

Версія: 4.18.6 (10/7/2)

Розбірний пластинчастий теплообмінник:

Funke-050-10-19

Призначення: Опалення

Розрахункові данні:

Тепла сторона

Холодна сторона

Теплоносій:

Вода

Вода

Витрата масова:	[т/год]	3.76	---	[т/год]	7.55
Витрата об'ємна:	[м3/год]	3.901	---	[м3/год]	7.730
Температура на вході:	[°C]	110.00	---	[°C]	60.00
Температура на виході:	[°C]	70.00	---	[°C]	80.00

Фізичні характеристики:

Дин.в'язкість:	[спз]	0.253	0.404	0.468	0.354
Щільність:	[кг/м3]	951.5	976.4	981.4	970.8
Теплоємність:	[кДж/кгК]	4.206	4.174	4.173	4.178
Теплопровідність:	[Вт/мК]	0.662	0.649	0.645	0.653
Конд.ентальпія:	---	---	---	---	---
Тиск пари:	---	---	---	---	---
Роб.тиск:	---	---	---	---	---

Характеристики апарата:

Теплова потужність:	[кВт]	175.00			
Повна теплопередаюча поверхня:	[м2]	1.38			
Середньологар. різниця температур:	[К]	18.20 / 18.20			
Коеф.теплопередачі необх./факт.:	[Вт/м2К]	6952 / 7423			
Фактор забруднення:	[м2К/Вт]	0.0000091			
Запас теплообмінної поверхні:	[%]	6.77			
Втрати тиску:	[кПа]	5.867		[кПа]	21.387
Кількість ходів:		1			1
Загальна кількість пластин			19		
Тип каналів:			5*НН + 4*НЛ		

Конструкція апарата:

Об'єм:	[дм3]	1.615			1.615
Розрахунковий тиск:	[barg]		16		
Тиск гідровипробувань:			20,8		
Макс.роб.температура:	[°C]		150.0		
Матеріал:	пластини -	1.4404 (0.50 mm)			
	ущільнення -	EPDM НТ			
	рама -	вуглецева сталь			
Приєднання:	тепл.сторона	F4=>F1			
		під фланець DN 50			
	хол.сторона	F2=>F3			
		під фланець DN 50			

Примітка:

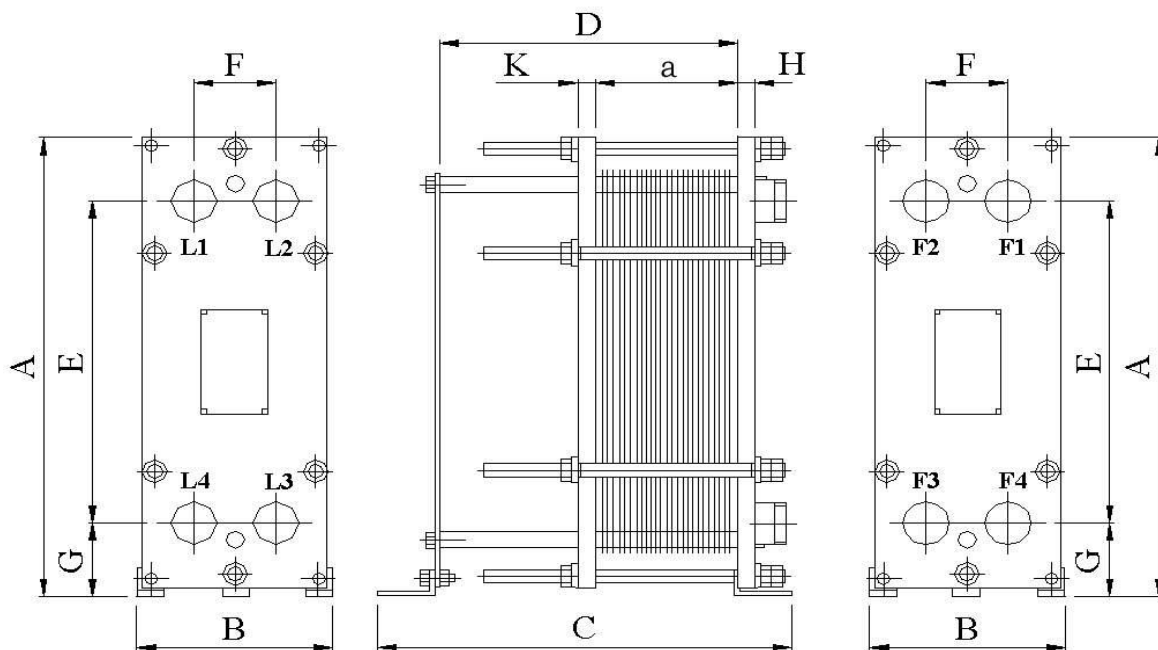
Об'єкт:

Реконструкція систем опалення і вентиляції школи в с. Білогородка Київської області

Габаритні розміри та схема приєднання теплообмінника

Funke-050-10

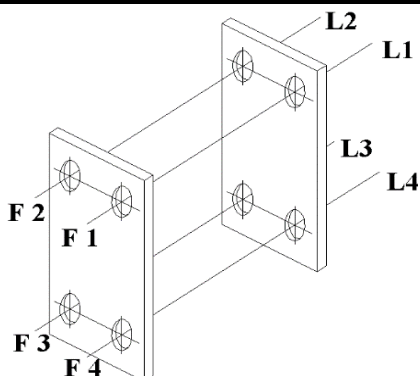
19 пласт.



1	A	Загальна висота	733	мм.
2	B	Загальна ширина	310	мм.
3	C	Загальна довжина	450	мм.
4	D	Довжина направляючої	250	мм.
5	E	Вертикальна відстань між патрубками	494	мм.
6	F	Горизонтальна відстань між патрубками	126	мм.
7	G	Відстань від рівня підлоги до нижнього патрубка	128	мм.
8	H	Товщина нерухомої плити	25	мм.
9	K	Товщина рухомої плити	25	мм.
10	a	Загальна довжина пакета пластин	55,1	мм.

Одноступеневий теплообмінник

Поз	Ду	Тип присіднання	Теплоносій		
F4	50	Фланцеве	Вхід мережної води (T1)	110,00	°C
F3	50	Фланцеве	Вихід води в СО (T11)	80,00	°C
F2	50	Фланцеве	Вхід води з СО (T21)	60,00	°C
F1	50	Фланцеве	Вихід мережної води (T2)	70,00	°C
L1					°C
L2					°C
L3					°C
L4					°C



Клієнт

Технічні характеристики

Стандартний високоефективний насос з мокрим ротором Yonos MAXO 30/0,5-12 PN10

Назва проекту

Проект без назви 2023-03-14 13:32:17.505

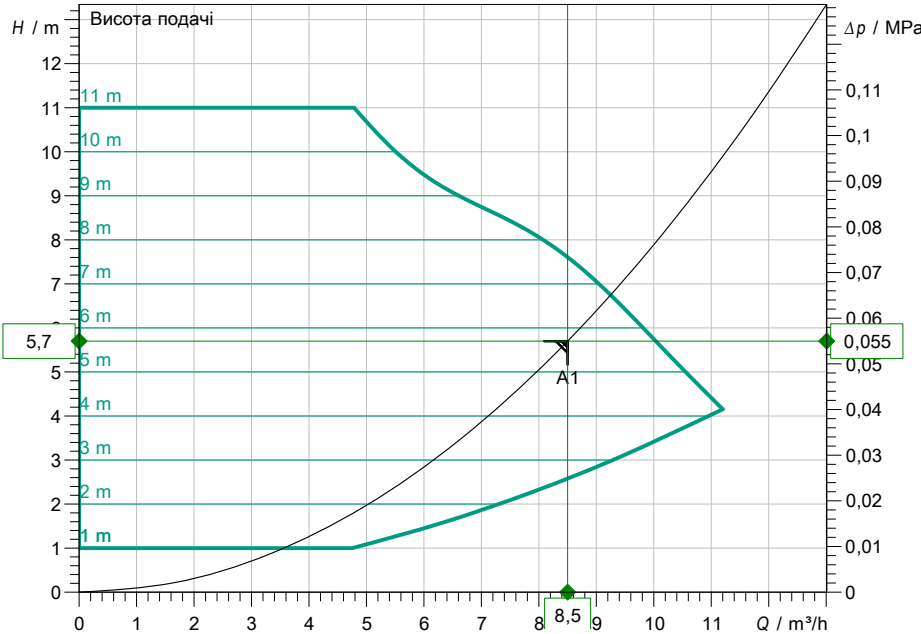
Номер проекту

Місце встановлення

№ поз. клієнта

Дата 14.03.2023

Поле характеристик



Задані експлуатаційні дані

Подача	8,50 m ³ /h
Висота подачі	5,70 m
Media	Вода 100 %
Температура середовища	60,00 °C
Густина	983,20 kg/m ³
Кінематична в'язкість	0,47 mm ² /s

Гідравлічні дані (робоча точка)

Подача	8,50 m ³ /h
Висота подачі	5,70 m
Споживана потужність P1	0,24 kW

Дані виробів

Стандартний високоефективний насос з мокрим ротором Yonos MAXO 30/0,5-12 PN10	
Режим роботи	р-с
Макс. робочий тиск	1 MPa
Температура середовища	-20 °C ... +110 °C
Макс. температура навколишнього середовища	40 °C
Minimum suction head at 50 / 95 / 110°C	3 / 10 / 16

Дані двигуна/насоса

Конструкція двигуна	ЕС-двигун
Індекс енергетичної ефективності (EEI)	
Під'єднання до мережі	1~ 230 V / 50 Hz
Допустиме відхилення напруги	+10 %
Макс. швидкість	
Споживана потужність P1	0,31 kW
Current consumption	1,33 A
Клас захисту	IPX4D
Клас ізоляції	F
Захист двигуна	Внутрішній захист від перегріву
Електромагнітна сумісність	
Emitted interference	EN 61800-3;2004+A1;20
Interference resistance	EN 61800-3;2004+A1;20
Різьбове кабельне з'єднання	

розміри під'єднання

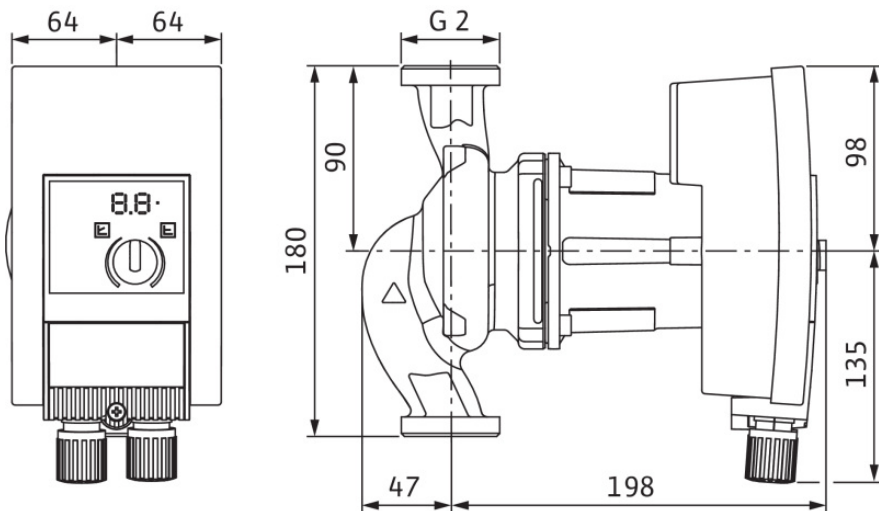
Під'єднання до трубопроводу зі всіма рідинами	G 2, PN 10
Під'єднання з напірної стор.	G 2, PN 10
монтажна довжина	180 mm

Матеріали

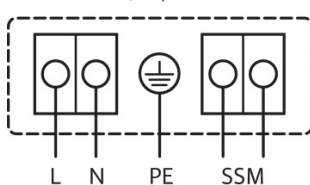
корпус насоса	EN-GJL-200
робоче колесо	rPE/PS-GF30
вал	Нержавіюча сталь
Матеріал підшипника	графіт

Інформація для замовлення

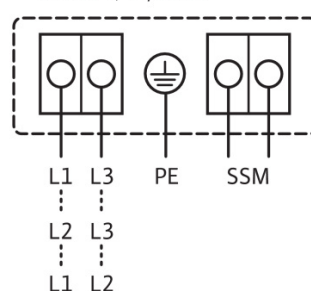
вага прибіл.	5,4 kg
Артикульний номер	2120644



1~ 230 V, 50/60 Hz



3~ 230 V, 50/60 Hz



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

Теплонадходження від людей

<u>Офіс 101</u>	$q_{hf} =$	95	$Q_{hfгп} =$	4750
<u>Кабінет 104</u>	$q_{hf} =$	95	$Q_{hfгп} =$	475
<u>Кабінет 106</u>	$q_{hf} =$	95	$Q_{hfгп} =$	475
<u>Кабінет 107</u>	$q_{hf} =$	95	$Q_{hfгп} =$	475
<u>Буфет</u>	$q_{hf} =$	95	$Q_{hfгп} =$	1425

<u>Офіс 101</u>	$q_{hf} =$	120	$Q_{hfxгп} =$	6000
<u>Кабінет 104</u>	$q_{hf} =$	120	$Q_{hfxгп} =$	600
<u>Кабінет 106</u>	$q_{hf} =$	120	$Q_{hfxгп} =$	600
<u>Кабінет 107</u>	$q_{hf} =$	120	$Q_{hfxгп} =$	600
<u>Буфет</u>	$q_{hf} =$	120	$Q_{hfxгп} =$	1800

- *Явна кількість теплоти:*

<u>Офіс 101</u>	$q_h =$	60	$Q_{hгп} =$	3000
<u>Кабінет 104</u>	$q_h =$	60	$Q_{hгп} =$	300
<u>Кабінет 106</u>	$q_h =$	60	$Q_{hгп} =$	300
<u>Кабінет 107</u>	$q_h =$	60	$Q_{hгп} =$	300
<u>Офіс 105</u>	$q_h =$	60	$Q_{hгп} =$	900

<u>Офіс 101</u>	$q_h =$	90	$Q_{hxгп} =$	4500
<u>Кабінет 104</u>	$q_h =$	90	$Q_{hxгп} =$	450
<u>Кабінет 106</u>	$q_h =$	90	$Q_{hxгп} =$	450
<u>Кабінет 107</u>	$q_h =$	90	$Q_{hxгп} =$	450
<u>Офіс 105</u>	$q_h =$	90	$Q_{hxгп} =$	1350

Теплонадходження від джерел штучного освітлення

<u>Офіс 101</u>	$Q_{ocb} =$	2145	$A =$	150
<u>Кабінет 104</u>	$Q_{ocb} =$	400	$A =$	28
<u>Кабінет 106</u>	$Q_{ocb} =$	290	$A =$	20
<u>Кабінет 107</u>	$Q_{ocb} =$	330	$A =$	23

<i>Офіс 105</i>	$Q_{ocb} =$	500	$A =$	35
-----------------	-------------	-----	-------	----

Теплонадходження від обладнання

<p>Офіс 101: Комп'ютер = 150Вт : $150 \cdot 50 = 7500$Вт Принтер = 150 Вт: $150 \cdot 2 = 300$Вт Сумма: 7800 Вт</p>
<p>Кабінет 104 : Комп'ютер = 150Вт : $150 \cdot 50 = 750$ Вт Принтер = 150 Вт: $150 \cdot 1 = 150$ Вт Сумма: 1000Вт</p>
<p>Кабінет 106 : Комп'ютер = 150Вт : $150 \cdot 5 = 750$ Вт Принтер = 150 Вт: $150 \cdot 1 = 150$ Вт Сумма: 1000Вт</p>
<p>Кабінет 107: Комп'ютер = 150Вт : $150 \cdot 5 = 750$ Вт Принтер = 150 Вт: $150 \cdot 1 = 150$ Вт Сумма: 1000Вт</p>

Теплонадходження від сонячної радіації :

Теплонадходження для приміщення 101 :

	Вікно		Фп=	6	ПН	тн=	28	тв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	157,705	178,0444	194,5016	208,9016	219,873	223,5336	223,7657	212,235	300,4928	376,1453
qпр	32,376	33,288	33,288	33,288	33,288	32,376	31,464	28,272	62,57154	94,03595
qпт	13,33377	16,35887	19,10173	21,50173	23,3303	24,3052	24,70868	24,0637	25,05352	25,07651
qp	0	0	0	0	0	0	0	0	70	107
qr	71	73	73	73	73	71	69	62	55	43
кинс	0,280856	1,02415	0,95413	1,236031	1,02415	0,280856	0,824646	1,183655	0,88091	1,14406
β	0,64031	0,912447	0,963518	-0,1052	0,912447	0,64031	0,880182	-0,1135	-0,16193	0,452378
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ac.o.	124	144	167	167	144	124	108	95	83	71
тн.уст	28,66682	29,7256	30,6856	31,5256	32,1656	32,50682	32,64804	32,42229	32,76873	32,77678
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αН	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Вікно		Фп=	6	Сх	тн=	28	тв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	985,2736	698,7622	453,687	225,2218	222,3838	216,0012	209,9562	194,6593	174,6785	148,6422
qпр	332,9737	222,4283	127,4319	39,216	34,2	29,64	26,448	21,888	16,872	11,4
qпт	31,02279	27,48905	24,64173	21,85057	23,38397	24,1442	24,41351	23,68802	22,36428	20,2137
qp	425	278	96	0	0	0	0	0	0	0
qr	137	122	102	86	75	65	58	48	37	25
кинс	1,046833	0,98682	1,386374	27,43353	0,98682	1,046833	1,071046	2,030422	1,006192	1,01772
β	1,425087	-0,88849	0,05063	-0,00372	-0,88849	1,425087	1,131484	-0,04426	-0,45848	-0,99927
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ac.o.	34	54	77	77	54	34	18	5	7	19
тн.уст	34,85798	33,62117	32,62461	31,6477	32,18439	32,45047	32,54473	32,29081	31,8275	31,0748
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αН	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Вікно		Фп=	12	Пд	тн=	28	тв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	1296,583	1120,971	1795,943	1480,761	1204,628	1428,24	986,63	497,0855	366,9326	302,306
qпр	210,5717	172,202	288,8093	226,337	172,202	210,5717	129,3724	41,46006	20,064	12,312
qпт	23,8199	24,53342	34,13817	32,86192	31,50485	34,79133	30,47021	24,83976	22,55212	20,26737
qp	248	330	374	374	330	248	138	23	0	0
qr	113	129	136	136	129	113	93	66	44	27
кинс	1,054779	0,565082	0,997367	0,722633	0,565082	1,054779	1,036475	0,812648	0,988197	1,069512
β	-1,42587	-0,18768	-0,978	0,108498	-0,18768	-1,42587	-1,26035	0,152488	0,544572	0,736908
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ac.o.	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109
тн.уст	32,33697	32,5867	35,94836	35,50167	35,0267	36,17697	34,66457	32,69392	31,89324	31,09358
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αН	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Стіна		Fc=	19,5	Пн	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	35,16866	38,426	41,33429	43,87904	45,81789	46,8018	47,17982	46,32167	48,59199	47,98683
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqі	-0,3283	-0,16125	-0,01211	0,118391	0,217819	0,268276	0,287662	0,243654	0,36008	0,329047
qп	0	0	0	0	0	0	0	0	70	107
qр	71	73	73	73	73	71	69	62	55	43
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	-120	-118	-118	-118	-118	-120	-122	-129	-66	-41

	Стіна		Fc=	46,5	Cx	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	146,326	133,2303	114,4682	106,2884	109,5125	110,841	111,1064	108,6784	104,6783	98,52833
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqі	1,014979	0,733352	0,329865	0,153956	0,223291	0,251861	0,257568	0,205353	0,119331	-0,01293
qп	425	278	96	0	0	0	0	0	0	0
qр	137	122	102	86	75	65	58	48	37	25
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	371	209	7	-105	-116	-126	-133	-143	-154	-166

	Стіна		Fc=	47,5	Пд	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	123,3528	143,7626	157,4743	163,6731	161,7685	151,69	135,9771	116,3435	107,8391	100,9071
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqі	0,465085	0,894764	1,183432	1,313932	1,273836	1,061656	0,73086	0,31752	0,138481	-0,00746
qп	248	330	374	374	330	248	138	23	0	0
qр	113	129	136	136	129	113	93	66	44	27
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	170	268	319	319	268	170	40	-102	-147	-164

	Покриття		Fк=	150		tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	1587,397	1772,591	1873,719	1897,549	1841,812	1696,336	1485,444	1211,93	952,2948	721,419
qіср	6,52636	6,526631	6,526631	6,526631	6,526631	6,52636	6,526098	6,525247	6,539449	6,557268
Δqі	4,056289	5,29064	5,964829	6,123699	5,752118	4,78255	3,376863	1,554289	-0,19082	-1,74781
qп	565	649	691	691	649	565	447	307	176	66
qр	151	166	171	171	166	151	132	101	72	45
qсумм	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
Ri	3,406609	3,406468	3,406468	3,406468	3,406468	3,406609	3,406746	3,407191	3,399791	3,390552
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	387	486	533	533	486	387	250	79	-81	-218

Сумарний тепловий потік по годинах: Офіс 101										
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Вікна	2440	1998	2444	1915	1647	1868	1420	904	842	827
Стіни	305	315	313	314	317	309	294	271	261	247
Покриття	1587	1773	1874	1898	1842	1696	1485	1212	952	721
Сума	4332	4086	4631	4126	3806	3873	3200	2387	2056	1796

Теплонадходження для приміщення 104

	Вікно		Fп=	3	ПН	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
Qп	78,85252	89,02221	97,25078	104,4508	109,9365	111,7668	111,8828	106,1175	150,2464	188,0727
qпр	32,376	33,288	33,288	33,288	33,288	32,376	31,464	28,272	62,57154	94,03595
qпт	13,33377	16,35887	19,10173	21,50173	23,3303	24,3052	24,70868	24,0637	25,05352	25,07651
qp	0	0	0	0	0	0	0	0	70	107
qp	71	73	73	73	73	71	69	62	55	43
кинс	0,280856	1,02415	0,95413	1,236031	1,02415	0,280856	0,824646	1,183655	0,88091	1,14406
β	0,64031	0,912447	0,963518	-0,1052	0,912447	0,64031	0,880182	-0,1135	-0,16193	0,452378
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ас.о.	124	144	167	167	144	124	108	95	83	71
tн.уст	28,66682	29,7256	30,6856	31,5256	32,1656	32,50682	32,64804	32,42229	32,76873	32,77678
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αН	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Стіна		Fс=	24,3	Пн	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
Qi	43,82556	47,88471	51,50888	54,68003	57,09614	58,32225	58,79332	57,72393	60,55309	59,79897
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqі	-0,3283	-0,16125	-0,01211	0,118391	0,217819	0,268276	0,287662	0,243654	0,36008	0,329047
qp	0	0	0	0	0	0	0	0	70	107
qp	71	73	73	73	73	71	69	62	55	43
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	-120	-118	-118	-118	-118	-120	-122	-129	-66	-41

	Стіна		Fс=	14	сх	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
Qi	44,05954	40,11577	34,46571	32,0023	32,97292	33,37284	33,45269	32,72162	31,51724	29,66555
qіср	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968	2,131968
Δqі	1,015142	0,733444	0,329868	0,15391	0,22324	0,251806	0,25751	0,20529	0,119263	-0,013
qp	425	278	96	0	0	0	0	0	0	0
qp	137	122	102	86	75	65	58	48	37	25
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081	3,454081
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	371	209	7	-105	-116	-126	-133	-143	-154	-166

	Покриття		F _k =	28	3x	t _H =	28	t _B =	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Q _i	296,3142	330,8836	349,7609	354,2092	343,805	316,6495	277,2829	226,227	177,7617	134,6649
q _{iср}	6,52636	6,526631	6,526631	6,526631	6,526631	6,52636	6,526098	6,525247	6,539449	6,557268
Δq _i	4,056289	5,29064	5,964829	6,123699	5,752118	4,78255	3,376863	1,554289	-0,19082	-1,74781
q _п	565	649	691	691	649	565	447	307	176	66
q _р	151	166	171	171	166	151	132	101	72	45
q _{сумм}	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
R _i	3,406609	3,406468	3,406468	3,406468	3,406468	3,406609	3,406746	3,407191	3,399791	3,390552
β ₂	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
A _i	387	486	533	533	486	387	250	79	-81	-218

Сумарний тепловий потік по годинах: Кабінет 104										
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Вікна	79	89	97	104	110	112	112	106	150	188
Стіни	88	88	86	87	90	92	92	90	92	89
Покриття	296	331	350	354	344	317	277	226	178	135
Сума	463	508	533	545	544	520	481	423	420	412

Теплонадходження для приміщення 105

	Вікно		F _п =	6	3x	t _H =	28	t _B =	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Q _п	150,1726	180,5552	210,8218	361,4294	544,3406	1056,754	1208,713	1006,092	1011,014	742,7375
q _{пр}	29,64	34,2	39,216	88,69066	151,1444	335,0268	389,2265	316,6246	320,654	227,1932
q _{пт}	13,17277	16,41254	19,45057	24,76196	30,26569	42,11503	45,76162	41,03213	40,24068	32,9123
q _п	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
q _р	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
кинс	1,054779	0,565082	0,997367	0,722633	0,565082	1,054779	1,036475	0,812648	0,988197	1,069512
β	-1,42587	-0,18768	-0,978	0,108498	-0,18768	-1,42587	-1,26035	0,152488	0,544572	0,736908
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ас.о.	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109
t _{H.уст}	28,61047	29,74439	30,8077	32,66669	34,59299	38,74026	40,01657	38,36125	38,08424	35,5193
β ₂	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
α _H	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Стіна		F _с =	19,2	3x	t _H =	28	t _B =	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Q _i	34,31244	37,93989	41,38123	49,76988	62,28941	71,87265	77,39252	76,54758	70,64124	58,80456
q _{iср}	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δq _i	-0,34471	-0,15578	0,023456	0,460365	1,112424	1,611551	1,899044	1,855037	1,547415	0,930921
q _п	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
q _р	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
q _{сумм}	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
R _i	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β ₂	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
A _i	-126	-116	-105	7	209	371	467	460	368	179

	Стіна		Fc=	13,3	Пн	tn=	28	tb=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	23,98683	26,2085	28,1921	29,92775	31,25015	31,92123	32,17906	31,59376	33,14223	32,72948
qicp	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqi	-0,3283	-0,16125	-0,01211	0,118391	0,217819	0,268276	0,287662	0,243654	0,36008	0,329047
qp	0	0	0	0	0	0	0	0	70	107
qp	71	73	73	73	73	71	69	62	55	43
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	-120	-118	-118	-118	-118	-120	-122	-129	-66	-41

	Покриття		Fк=	35		tn=	28	tb=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	370,3927	413,6045	437,2011	442,7615	429,7562	395,8118	346,6037	282,7837	222,2021	168,3311
qicp	6,52636	6,526631	6,526631	6,526631	6,526631	6,52636	6,526098	6,525247	6,539449	6,557268
Δqi	4,056289	5,29064	5,964829	6,123699	5,752118	4,78255	3,376863	1,554289	-0,19082	-1,74781
qp	565	649	691	691	649	565	447	307	176	66
qp	151	166	171	171	166	151	132	101	72	45
qсумм	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
Ri	3,406609	3,406468	3,406468	3,406468	3,406468	3,406609	3,406746	3,407191	3,399791	3,390552
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	387	486	533	533	486	387	250	79	-81	-218

Сумарний тепловий потік по годинах: Буфет										
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Вікна	150	181	211	361	544	1057	1209	1006	1011	743
Стіни	58	64	70	80	94	104	110	108	104	92
Покриття	370	414	437	443	430	396	347	283	222	168
Сума	579	658	718	884	1068	1556	1665	1397	1337	1003

Теплонадходження для приміщення 106

	Вікно		Fп=	3	3x	tn=	28	tb=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	75,08631	90,27761	105,4109	180,7147	272,1703	528,3772	604,3567	503,0459	505,5068	371,3687
qпр	29,64	34,2	39,216	88,69066	151,1444	335,0268	389,2265	316,6246	320,654	227,1932
qпт	13,17277	16,41254	19,45057	24,76196	30,26569	42,11503	45,76162	41,03213	40,24068	32,9123
qp	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
qp	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
кинс	1,054779	0,565082	0,997367	0,722633	0,565082	1,054779	1,036475	0,812648	0,988197	1,069512
β	-1,42587	-0,18768	-0,978	0,108498	-0,18768	-1,42587	-1,26035	0,152488	0,544572	0,736908
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ac.o.	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109
tn.уст	28,61047	29,74439	30,8077	32,66669	34,59299	38,74026	40,01657	38,36125	38,08424	35,5193
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αH	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Стіна		Fc=	12,1	3X	tn=	28	tb=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	21,62399	23,91003	26,07879	31,36539	39,25531	45,29474	48,77341	48,24092	44,5187	37,05913
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqі	-0,34471	-0,15578	0,023456	0,460365	1,112424	1,611551	1,899044	1,855037	1,547415	0,930921
qp	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
qp	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	-126	-116	-105	7	209	371	467	460	368	179

	Покриття		Fк=	20	tn=	28	tb=	24		
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	211,6378	236,351	249,8694	247,4544	245,0689	225,757	197,6644	161,2116	126,2888	95,03987
qіср	6,5256	6,526911	6,528642	6,249019	6,501325	6,5053	6,506354	6,506292	6,505258	6,499801
Δqі	4,056289	5,29064	5,964829	6,123699	5,752118	4,78255	3,376863	1,554289	-0,19082	-1,74781
qp	565	649	691	691	649	565	447	307	176	66
qp	151	166	171	171	166	151	132	101	72	45
qсумм	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
Ri	3,407006	3,406322	3,405419	3,5578	3,419727	3,417638	3,417084	3,417116	3,41766	3,420529
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	387	486	533	533	486	387	250	79	-81	-218

Сумарний тепловий потік по годинах: кабінет 106										
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Вікна	75	90	105	181	272	528	604	503	506	371
Стіни	22	24	26	31	39	45	49	48	45	37
Покриття	212	236	250	247	245	226	198	161	126	95
Сума	308	351	381	460	556	799	851	712	676	503

Теплонадходження для приміщення 107:

	Вікно		Fп=	3	3x	tn=	28	tb=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	75,08631	90,27761	105,4109	180,7147	272,1703	528,3772	604,3567	503,0459	505,5068	371,3687
qпр	29,64	34,2	39,216	88,69066	151,1444	335,0268	389,2265	316,6246	320,654	227,1932
qпт	13,17277	16,41254	19,45057	24,76196	30,26569	42,11503	45,76162	41,03213	40,24068	32,9123
qp	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
qp	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
кинс	1,054779	0,565082	0,997367	0,722633	0,565082	1,054779	1,036475	0,812648	0,988197	1,069512
β	-1,42587	-0,18768	-0,978	0,108498	-0,18768	-1,42587	-1,26035	0,152488	0,544572	0,736908
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ас.о.	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109
тн.уст	28,61047	29,74439	30,8077	32,66669	34,59299	38,74026	40,01657	38,36125	38,08424	35,5193
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αH	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Вікно		Fп=	3	Пд	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	324,1458	280,2426	448,9857	370,1902	301,1569	357,0601	246,6575	124,2714	91,73315	75,57651
qпр	210,5717	172,202	288,8093	226,337	172,202	210,5717	129,3724	41,46006	20,064	12,312
qпт	23,8199	24,53342	34,13817	32,86192	31,50485	34,79133	30,47021	24,83976	22,55212	20,26737
qp	248	330	374	374	330	248	138	23	0	0
qp	113	129	136	136	129	113	93	66	44	27
кинс	1,054779	0,565082	0,997367	0,722633	0,565082	1,054779	1,036475	0,812648	0,988197	1,069512
β	-1,42587	-0,18768	-0,978	0,108498	-0,18768	-1,42587	-1,26035	0,152488	0,544572	0,736908
h	47	54	56	58	54	47	38	30	21	12
Ac.o.	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109
tн.уст	32,33697	32,5867	35,94836	35,50167	35,0267	36,17697	34,66457	32,69392	31,89324	31,09358
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
αH	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55	25,55

	Стіна		Fс=	11,7	3X	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	20,90914	23,11962	25,21669	30,32852	37,95761	43,7974	47,16107	46,64618	43,04701	35,83403
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqi	-0,34471	-0,15578	0,023456	0,460365	1,112424	1,611551	1,899044	1,855037	1,547415	0,930921
qp	0	0	0	96	278	425	512	519	454	301
qp	65	75	86	102	122	137	146	132	105	69
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	-126	-116	-105	7	209	371	467	460	368	179

	Стіна		Fс=	21,7	Пд	tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	56,35276	65,6768	71,9409	74,77275	73,90265	69,29836	62,12008	53,15061	49,26546	46,09862
qіср	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816	2,131816
Δqi	0,465085	0,894764	1,183432	1,313932	1,273836	1,061656	0,73086	0,31752	0,138481	-0,00746
qp	248	330	374	374	330	248	138	23	0	0
qp	113	129	136	136	129	113	93	66	44	27
qсумм	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Ri	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075	3,454075
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	170	268	319	319	268	170	40	-102	-147	-164

	Покриття		Fк=	23		tн=	28	tв=	24	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	243,3834	271,8037	287,3498	284,5725	281,8292	259,6205	227,314	185,3934	145,2321	109,2959
qіср	6,5256	6,526911	6,528642	6,249019	6,501325	6,5053	6,506354	6,506292	6,505258	6,499801
Δqi	4,056289	5,29064	5,964829	6,123699	5,752118	4,78255	3,376863	1,554289	-0,19082	-1,74781
qp	565	649	691	691	649	565	447	307	176	66
qp	151	166	171	171	166	151	132	101	72	45
qсумм	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
Ri	3,407006	3,406322	3,405419	3,5578	3,419727	3,417638	3,417084	3,417116	3,41766	3,420529
β2	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,96	1	0,96	0,87	0,71
Ai	387	486	533	533	486	387	250	79	-81	-218

Сумарний тепловий потік по годинах: кабінет 107										
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Вікна	399	371	554	551	573	885	851	627	597	447
Стіни	77	89	97	105	112	113	109	100	92	82
Покриття	243	272	287	285	282	260	227	185	145	109
Сума	720	731	939	941	967	1258	1188	913	835	638

Загальні теплонадходження:

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоді року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
105	Сонячна радіація	1665	1665	-	-
	Штучне освітлення	500	500	500	500
	Люди	900	1425	1350	1800
	Обладн.	1000	1000	1000	1000
	Від їжі:	560	560	560	560
	Всього:	4125	4650	3410	3860
101	Сонячна радіація	4631	4631	-	-
	Штучне освітлення	2145	2145	2145	2145
	Люди	3000	4750	4500	6000
	Обладн.	7800	7800	7800	7800
	Всього:	15431	17181	14445	15945
104	Сонячна радіація	545	545	-	-
	Штучне освітлення	400	400	400	400
	Обладн.	1000	1000	1000	1000
	Люди	300	475	450	600
	Всього:	1845	2020	1850	2000
106	Сонячна радіація	851	851	-	-
	Штучне освітлення	290	290	290	290
	Обладн.	1000	1000	1000	1000
	Люди	300	475	450	600
	Всього:	2151	2326	1740	1890
107	Сонячна радіація	1258	1258	-	-
	Штучне освітлення	330	330	330	330
	Обладн.	1000	1000	1000	1000
	Люди	300	475	450	600
	Всього:	2558	2733	1780	1930

1.7. Повітряний баланс в приміщенні

Складання теплового балансу в приміщенні

Приміщення	Об'єм, м ³	Період року	Розрахункова температура		Тепло-втрата $\Sigma Q_{\text{втр}}, \text{Вт}$	Теплонадходження $\Sigma Q_{\text{надх}}, \text{Вт}$		Теплонадлишки та теплонестачі $\Delta Q, \text{Вт}$		Теплонапруження, Вт/м^3
			t_z	t_b		явні	повні	явні	повні	
Конференц-зала	2400,0	Теплий	26	28,0	-	64954	109394	64954	109394	27,06
		Холодний	-22	20	25884	65520	87740	39636	61856	16,52

Тепловий баланс інших приміщень

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Надлишки	Теплонапруженність Вт/м ³
Офіс 105	ТП	Явна теплота	4125	4125	33,67
		Повна теплота	4650	4650	
	ХП	Явна теплота	3410	2255	18,4
		Повна теплота	3860	2705	
Офіс 101	ТП	Явна теплота	15431	15431	29,39
		Повна теплота	17181	17181	
	ХП	Явна теплота	14445	10051	19,1
		Повна теплота	15945	11551	
Офіс 104	ТП	Явна теплота	1845	1845	18,82
		Повна теплота	2020	2020	
	ХП	Явна теплота	1850	909	9,27
		Повна теплота	2000	1059	
Офіс 106	ТП	Явна теплота	2151	2151	30,2
		Повна теплота	2326	2326	
	ХП	Явна теплота	1740	1187	16,95
		Повна теплота	1890	1337	
Офіс 107	ТП	Явна теплота	2558	2558	31,77
		Повна теплота	2733	2733	
	ХП	Явна теплота	1780	812	10,08
		Повна теплота	1930	962	

1.8. Визначення повітрообміну в приміщеннях

Визначення повітрообміну в основному приміщенні в теплий період року [12]

Визначаємо тепловологісне відношення [14]:

$$\varepsilon^{mn} = \frac{Q_n^{mn}}{M_{вл}^{mn}}$$

$$\varepsilon^{mn} = 6,2 \quad \text{кДж/год}$$

Далі, використовуючи попередньо обчислені величини, на I-d діаграмі будуємо точки $ext_{тп}$ (in), $wz^{тп}$ і $I^{тп}$ і визначаємо необхідні нам для подальшого розрахунку параметри повітря в відповідних [14]

$$\begin{array}{lll} I_{in} = \#\# \text{ кДж/кг} & I_{wz} = 58 \text{ кДж/кг} & I_l = 63 \text{ кДж/кг} \\ d_{in} = \#\# \text{ г/кг} & d_{wz} = 12 \text{ г/кг} & d_l = 12 \text{ г/кг} \\ \varphi_{in} = 52 \% & \varphi_{wz} = 48 \% & \varphi_l = 45 \% \end{array}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін з умови **асиміляції повної теплоти** [13]:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q_n^{mn}}{I_l - I_{in}}$$

$$G = 50490 \text{ кг/год}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін з умови **асиміляції явної теплоти** [13]:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q_{я}^{mn}}{c_p (t_l - t_{in})}$$

$$G = 100730 \text{ кг/год}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін з умови **асиміляції вологонадлишків** [13]:

$$G = \frac{M_{вл}^{mn}}{d_l - d_{in}}$$

$$G = 53250 \text{ кг/год}$$

$$G_{in}^{mn} = \mathbf{100730 \text{ г/год}}$$

Для Конференц-зали

$$G_{сан} = 3,6 \cdot \rho (q_p \cdot n + A \cdot q_s)$$

Визначаємо необхідний повітрообмін з умови **асиміляції вуглекислого газу** [13]:

$$G = \frac{M_{co_2}}{1,83 \cdot \Delta c}$$

$$G_{ext}^{mn} = \mathbf{18220 \text{ кг/год}}$$

Визначення повітрообміну в основному приміщенні в холодний період року

$$\begin{aligned} G_{\text{pec}} &= G_{\text{in}} - G_{\text{ext}} \\ G_{\text{ext}} &= \\ G_{\text{pec}} &= 82510 \text{ кг/год} \end{aligned}$$

Визначаємо асимілюючу здатність зовнішнього повітря [14]:

$$\Delta d = \frac{M_{\text{вон}}^{\text{хп}}}{G_{\text{ext}}}$$

$$d_1 = d_{\text{ext}} + \Delta d \quad 2,66 \text{ г/кг}$$

Проводимо лінію d_1 до перетину з ізотермою t_1 . На перетині знаходимо параметри повітря, що видаляється з приміщення [13]:

$$\begin{aligned} I_1 &= 29,3 \\ d_1 &= 2,66 \\ \varphi_1 &= 20 \quad \% \end{aligned}$$

Визначаємо кут променя процесу $\varepsilon^{\text{хп}}$ та проводимо промінь процесу через точку I. На перетині променя з ізотермою t_{wz} знаходимо положення точки wz, яка характеризує стан повітряного середовища в робочій зоні [13]:

$$\varepsilon^{\text{хп}} = \frac{\Delta Q_{\text{hf}}^{\text{хп}}}{M_{\text{вон}}^{\text{хп}}}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon^{\text{хп}} &= 5,3 \\ I_{\text{wz}} &= 27,4 \\ d_{\text{wz}} &= 2,6 \quad \text{г/кг} \\ \varphi_{\text{wz}} &= 18 \quad \% \end{aligned}$$

Вологовміст суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря d_c , визначаємо за формулою [13]:

$$\begin{aligned} d_c &= d_1 - \frac{G_{\text{ext}}}{G_{\text{in}}} (d_1 - d_{\text{ext}}) \\ d_c &= 2,24 \quad \text{г/кг} \end{aligned}$$

З'єднуємо точки ext_B та I лінією, яка відображає процес змішування зовнішнього з рециркуляційним повітрям. На перетині даної лінії з вологовмістом d_c знаходимо точку C, яка характеризуватиме стан суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря та визначаємо її параметри [13]:

$$\begin{aligned} I_c &= 4,8 \\ \varphi_c &= 43 \quad \% \\ t_c &= 0,5 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

На перетині d_c з процесом, який характеризується коефіцієнтом $\varepsilon^{\text{хп}}$, знаходимо положення точки in, яка характеризує стан припливного повітря [13]:

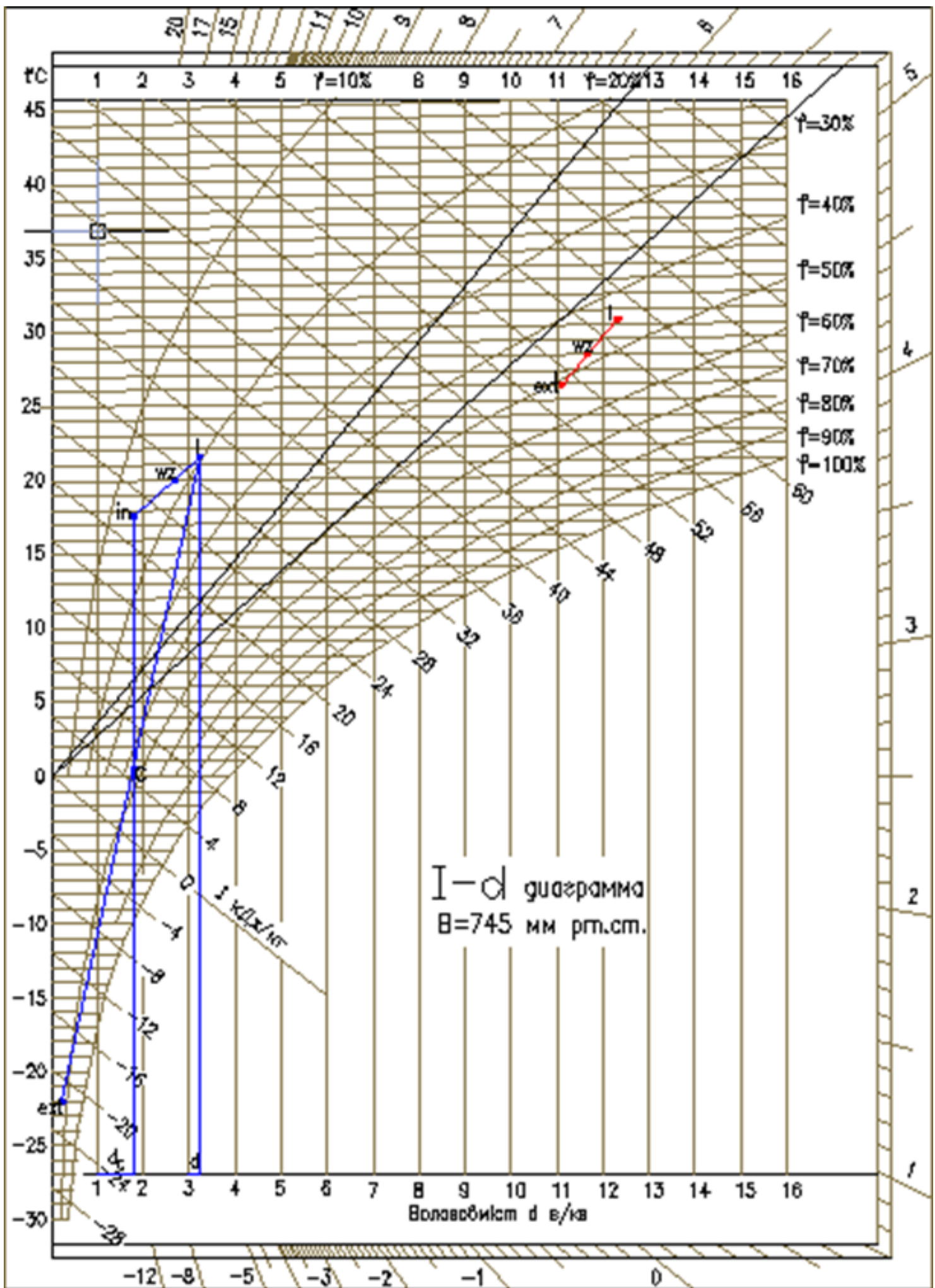
$$\begin{aligned} I_{\text{in}} &= 23,4 \\ d_{\text{in}} &= 2,24 \\ \varphi_{\text{in}} &= 14 \quad \% \\ t_{\text{in}} &= 17,5 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Перевірка правильності побудови процесів на I-d діаграмі виконується при задоволенні балансного рівняння:

$$G_{\text{in}} \cdot I_{\text{in}} + 3,6 \cdot \Delta Q_{\text{hf}} = G_{\text{pec}} \cdot I_1 + G_{\text{ext}} \cdot I_1 \quad (5.11)$$

$$2579765 = 2951389$$

Нев'язка 13 %



Температура кінцева холодоносія t_{wk} для водяних систем 12-14 °C

$$t_f = t_{wk} + (1 \div 1.5)$$

$$t_f = \quad \mathbf{13 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

На перетині t_f і лінії насичення повітря ставимо точку f , що характеризує граничний стан повітря у доводнику [14]. Із отриманої точки на лінії насичення проводимо лінію кута променю процесу. На перетині цієї лінії з ізотермою $t_{wz}=24^\circ\text{C}$ отримуємо точку WZ . Визначаємо параметри повітря в робочій зоні [13].

$$I_1 = \quad \mathbf{58,6 \text{ кДж/кг}}$$

На лінії, що показує зміну стану повітря в приміщенні, а також процес охолодження повітря в каналній установці знаходять точку O , що характеризує кінцевий стан осушення і охолодження повітря після доводника при значенні кінцевої відносної вологості повітря 90% [13]. Визначаємо параметри повітря в цій точці [13].

$$I_0 = \quad \mathbf{40 \text{ кДж/кг}}$$

Визначаємо потрібну витрату повітря через доводник:

$$G_d = \frac{3,6 \cdot Q_{пi}}{(I_1 - I_0)}$$

$$G_d = \quad \mathbf{25535 \text{ кг/год}}$$
$$\quad \mathbf{21279 \text{ м}^3/\text{год}}$$

За даними каталогів виробників приймаємо 8 доводників з витратою повітря 3180 кг/год та повною холодопродуктивністю 17900 Вт. Фактичне навантаження на один доводник складе [13]:

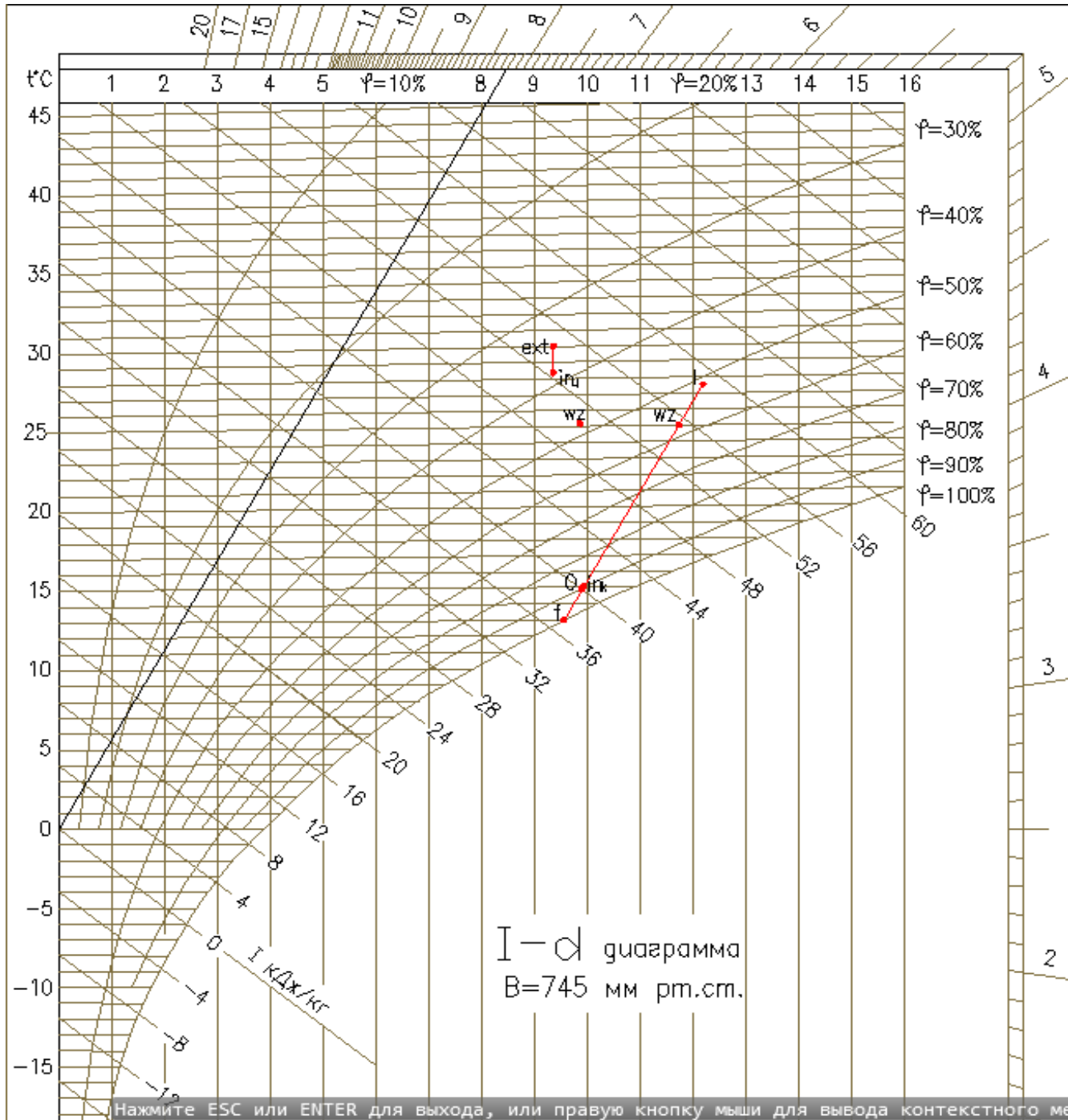
Кількість	8 шт
$G_{д\phi} =$	3180 м ³ /год
$Q_{д\phi} =$	17900 Вт
$Q_x^k =$	16491 Вт

Уточнюємо кінцеві параметри повітря на виході з доводника [13]:

$$I_{in}^k = I_1 - \frac{3,6 \cdot Q_{нfd}^\phi}{G_d^\phi}$$

$$I_{in}^k = 39,9 \text{ кДж/кг}$$

Як видно з розрахунку, фактичні параметри повітря у робочій зоні приміщення знаходяться в межах нормативних [13].



Повітряний баланс

Значення повітрообмінів в кожному приміщенні заносимо до таблиці

$L=K_p \cdot V$ (повітрообмін за кратністю); $L=L_1 \cdot n$ (повітрообмін за санітарним обладнанням) [14]

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення $V \text{ м}^3 / \text{год}$	Приплив		Витяжка		Примітка
			$K_p, \text{год}^{-1}$	$L, \text{м}^3 / \text{год}$	$K_p, \text{год}^{-1}$	$L, \text{м}^3 / \text{год}$	
101	Конференц зала	2400	-	18220	-	18220	
102	Офіс	230	2	460	2	460	
103	Офіс	230	2	460	2	460	
104	Офіс	230	2	460	2	460	
105	Туалет	120	-	-	-	900	
106	Хол	360	3	1080	-	-	
107	Тренажерна зала*	25	80	2000	80	2000	
108	Роздягальня	200	-	700	2	400	Видалення через душові
109	Роздягальня	200	-	700	2	400	Видалення через душові
110	Туалет	0	2	0	2	200	
111	Душові	60	5	300	10	600	
112	Туалет	0	-	-	-	200	
113	Душові	60	5	300	10	600	
114	Офіс	3120	2	6240	2	6240	
1	Вентиляційний центр	400	2	800	2	800	
			Σ 31720		Σ 31940		

Наявний дисбаланс по видаленню
подаємо в заг. коридор 220 $\text{м}^3 / \text{год}$

1.9 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{air}, m^3/год$	Довжина ділянки l_{air}, m	Розрахункова швидкість в перерізі $v_p, m/c$	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу f_p, m^2	Розмір поперечного перерізу повітропроводу $B \times H$ для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр d_{eq}, mm	Діагональна площа поперечного перерізу повітропроводу f_{a, m^2}	Діагональна швидкість в перерізі $v_a, m/c$	Число Рейнольдса $Re = (v \cdot d_{eq}) / \nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda = 0,11 \cdot ((k_g/d_{eq}) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості β_m	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_a	Витрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/d_{eq}) \cdot l \cdot \beta_m \cdot k_1 \cdot P_a$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\sum \zeta_{air}$	Коефіцієнт K_2	Витрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \zeta_{air} \cdot P_a \cdot K_2$	Загальні витрати тиску на ділянці, $\Delta P_{air} = P_{тер} + P_z, Pa$	Сумарні витрати тиску на ділянці від початку мережі, Pa	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору просеякларана $\zeta_{ак}$
Матрираль																					
1	1520	5,0	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9955	1	7,11	1,63	9,78	1	69,55	71,18	71,18		
2	3040	5,0	4,4	0,19	## x 600	500	0,2	4,30	137844	0,0164	0,9929	1	11,65	1,90	0,46	1	5,36	7,26	78,44		
3	4560	5,0	4,9	0,26	500 x 500	600	0,28	4,48	172304	0,0155	0,9884	1	12,64	1,61	0,39	1	4,93	6,55	84,99		
4	6080	5,0	5,3	0,32	500 x 500	710	0,4	4,27	194146	0,015	0,9884	1	11,46	1,20	0,39	1	4,47	5,67	90,66		
5	7600	5,0	5,8	0,37	500 x ##	710	0,4	5,33	242682	0,0142	0,9884	1	17,91	1,77	0,39	1	6,99	8,76	99,42		
6	9120	5,0	6,2	0,41	600 x ##	800	0,5	5,04	258457	0,014	0,9884	1	16,00	1,39	0,39	1	6,24	7,63	107,04		
7	10640	5,0	6,7	0,44	600 x ##	800	0,5	5,88	301533	0,0135	0,9884	1	21,78	1,81	0,39	1	8,49	10,31	117,35		
8	12160	5,0	8,0	0,42	600 x ##	800	0,5	6,72	344609	0,013	0,9787	1	28,45	2,27	0,38	1	10,81	13,08	130,43		
9	18240	18,9	8,0	0,63	800 x 800	900	0,64	7,96	459479	0,0121	0,9792	1	39,96	9,97	0,13	1	5,19	15,17	145,60		
Відгалуження																					
10	1520	5,0	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	1,64	9,94	1	70,69	72,33	72,33	-1,6	-0,2
11	3040	5,0	4	0,21	## x 800	560	0,25	3,43	123075	0,0169	0,9988	1	7,41	1,11	10,58	1	78,33	79,44	79,44	-1,3	-0,2
12	4560	19,2	4	0,32	500 x 500	710	0,4	3,20	145609	0,0162	0,9988	1	6,45	2,82	12,75	1	82,22	85,03	85,03	-0,1	0,0
13	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	12,26	1	87,19	87,42	87,42	33,0	4,6
14	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	12,69	1	90,25	90,48	90,48	37,9	5,3
15	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	9,94	1	70,69	70,92	70,92	33,7	4,7
16	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	10,94	1	77,80	78,03	78,03	33,5	4,7
17	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	11,81	1	83,99	84,22	84,22	35,4	5,0
18	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	12,26	1	87,19	87,42	87,42	-10,0	-1,4
19	1520	0,7	4	0,11	## x 400	400	0,13	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	0,23	12,69	1	90,25	90,48	90,48	-6,4	-0,9

Номер ділянки	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Виррата потреби на ділянку $L_{air, m^3/год}$	Довжина ділянки $L_{air, m}$	Поразункова швидкість в перерізі $v_p, м/с$	Поразункова швидкість в перерізі $v_p, м/с$	Поразункова швидкість в перерізі $v_p, м/с$	Розмір попереднього перерізу	Еквівалентний діаметр $d_e, мм$	Дізна швидкість в перерізі $v_a, м/с$	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт $\lambda = 0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості β_m	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянку P_a	Втрапу тиску на меря $P_m = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_m \cdot K_1 \cdot P_a$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянку $\sum \xi_{air}$	Коефіцієнт K_2	Втрапу тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{air} \cdot P_a \cdot K_2$	Загаломні втрапу тиску на ділянку, $\Delta P_{air} = P_{мер} + P_z, Па$	Сумарні втрапу тиску на ділянку від початку мержі, Па	Неб'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору ξ_{ok}
Магістраль																					
1	1520	5,0	4	0,106	4,00 x 400	400	0,126	3,36	86152	0,0184	0,9955	1	7,11	1,63	9,64	1	68,56	70,19	70,19		
2	3040	5,0	4,5	0,188	4,00 x 600	500	0,196	4,30	137844	0,0164	0,9929	1	11,65	1,90	0,75	1	8,74	10,64	80,82		
3	4560	5,0	5	0,253	500 x 500	600	0,283	4,48	172304	0,0155	0,9929	1	12,64	1,62	0,75	1	9,48	11,11	91,93		
4	6080	5,0	5,5	0,307	500 x 500	630	0,312	5,42	218799	0,0146	0,9929	1	18,49	2,13	0,75	1	13,87	16,00	107,93		
5	7600	5,0	6	0,352	500 x 1000	710	0,396	5,33	242682	0,0142	0,9884	1	17,91	1,77	0,54	1	9,67	11,45	119,37		
6	9120	8,0	6,5	0,39	500 x 1000	710	0,396	6,40	291219	0,0136	0,9787	1	25,79	3,87	0,46	1	11,87	15,73	135,11		
7	18240	17,4	8	0,633	800 x 800	900	0,636	7,96	459479	0,0121	0,9792	1	39,96	9,18	0,26	1	10,39	19,57	154,68		
Відгалуження																					
8	1520	5,0	4	0,106	4,00 x 400	400	0,126	3,36	86152	0,0184	0,9988	1	7,11	1,64	9,84	1	69,98	71,62	71,62	-2,03	-0,29
9	3040	5,0	4	0,211	4,00 x 800	560	0,246	3,43	123075	0,0169	0,9988	1	7,41	1,11	9,69	1	71,74	72,85	72,85	9,86	1,33
10	4560	5,0	4	0,317	500 x 500	710	0,396	3,20	145609	0,0162	0,9988	1	6,45	0,73	10,90	1	70,29	71,02	71,02	40,51	6,28
11	6080	5,0	4	0,422	600 x 1000	800	0,503	3,36	172304	0,0155	0,9988	1	7,11	0,69	9,86	1	70,12	70,81	70,81	47,59	6,69
12	7600	4,6	4	0,528	600 x 1250	900	0,636	3,32	191449	0,0151	0,9988	1	6,94	0,53	9,59	1	66,53	67,06	67,06	56,64	8,16

Аеродинамічний розрахунок витяжної системи ВЗ

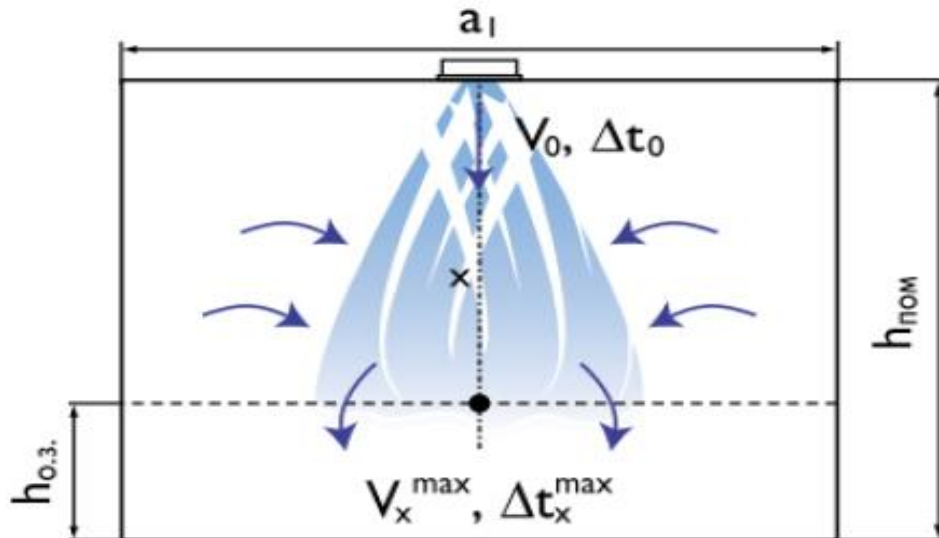
Номер діянки	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Витрата повітря на діянку $L_{\text{dian}}, \text{м}^3/\text{год}$																						
Довжина діянки $l_{\text{dian}}, \text{м}$																						
Розрахункова швидкість в перерізі $v_p, \text{м/с}$																						
Розрахункова площа перерізного перерізу $f_p, \text{м}^2$																						
Розміри перерізного перерізу																						
побірнової або d для круглого, мм																						
Еквівалентний діаметр $d_e, \text{мм}$																						
Діюча площа перерізного перерізу $f_a, \text{м}^2$																						
Діюча швидкість в перерізі $v_a, \text{м/с}$																						
Число Рейнольдса $Re=(v_a \cdot d_e)/\nu$																						
Коефіцієнт здривлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$																						
Коефіцієнт шорсткості β_m																						
Коефіцієнт K_1																						
Динамічний тиск на діянку P_a																						
Витрати тиску на мережі $P_m = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_m \cdot K_1 \cdot P_a$																						
Сума коефіцієнтів місцевих опорів на діянку $\sum \zeta_{\text{dian}}$																						
Коефіцієнт K_2																						
Витрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \zeta_{\text{dian}} \cdot P_a \cdot K_2$																						
Загальні витрати тиску на діянку, $\Delta P_{\text{dian}} = P_{\text{мер}} + P_z, \text{Па}$																						
Сумарні витрати тиску на діянку від початку мережі, Па																						
Необхідний коефіцієнт місцевого опору $\zeta_{\text{ак}}$																						
Мазістраль																						
1 - 2	300	2,0	4	0,0208	150 x 250	180	0,025	3,27	37786	0,0227	0,9998	1	6,76	1,70	2,42	1	16,36	18,07	18,07	18,07		
2 - 3	600	1,5	5	0,0333	150 x 300	224	0,039	4,23	60728	0,0201	0,9929	1	11,27	1,51	1,06	1	11,94	13,45	13,45	31,52		
3 - 4	900	4,8	6	0,0417	250 x 250	250	0,049	5,09	81618	0,0187	0,9929	1	16,34	5,82	1,06	1	17,32	23,14	23,14	54,66		
4 - 5	1800	4,2	8	0,0625	250 x 400	315	0,078	6,42	129552	0,0167	0,9884	1	25,93	5,69	0,94	1	24,38	30,07	30,07	84,73		
Відгалуження																						
Мазістраль 1																						
4	300	2,0	4	0,0208	150 x 250	180	0,025	3,27	37786	0,0227	0,9988	1	6,76	1,70	2,42	1	16,36	18,06	18,06	18,06		
4	600	1,5	5	0,0333	150 x 300	224	0,039	4,23	60728	0,0201	0,9988	1	11,27	1,52	1,59	1	17,94	19,46	19,46	37,52		
5	900	1,2	6	0,0417	250 x 250	250	0,049	5,09	81618	0,0187	0,9999	1	16,34	1,47	3,34	1	54,58	56,05	56,05	93,57	-77,82	-4,76
Відгалуження 1																						
7	250	0,5	4	0,0174	150 x 250	150	0,018	3,93	37786	0,0227	0,9988	1	9,73	0,73	2,14	1	20,81	21,54	21,54	21,54	16,16	1,66

1.10. Розрахунок повітророзподілення

Вихідні дані

Витрата повітря	$L =$	$\text{м}^3/\text{ГОД}$
Площа основної зали	$F_{\text{пр}} =$	м^2
Висота приміщення	$H_{\text{пр}} =$	м
Висота робочої зони	$h_{\text{wz}} =$	1,5 м

1. Задаємося схемою повітророзподілення [14]



2. Кількість повітророзподільників приймаємо [14]:

3. Знаходимо кількість повітря на 1 повітророзподільник [14]:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{18220}{12} = 1518,3 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

4. Приймаємо повітророзподільник типу ПДК, що створює віялову струмину [14]

Характеристика повітророзподільника

Діаметр приєднання D_0 мм	Площа живого перерізу F_0 м^2	коефіцієнт затухання швидкості m	коефіцієнт затухання температури n	Витрата L $\text{м}^3/\text{год}$	КМО
-	0,086	2,0	1,7	1840	48,0

5. Знаходимо швидкість повітря на виході [14]

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

L_1 - витрата 1 повітророзподільника [14]

$$L_1 = 1518,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

F_0 - площа перерізу повітророзподільника [14]

$$F_0 = 0,086 \text{ м}^2$$

$$V_0 = \frac{1518,333333}{3600 \cdot 0,086} = 4,9 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям [12]

$$\Delta t_o = t_{wz} - t_{in}$$

t_{wz} - температура в робочій зоні [14]

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

t_{in} - температура припливу [14]

$$t_{in} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_o = 25 - 16 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини [12]

- коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями розрахункова довжина струмини [12]

$$x = H_{пр} - h_{wz}$$

$H_{пр}$ - висота приміщення [14]

$$H_{пр} = 4,8 \text{ м}$$

h_{wz} - висота робочої зони [14]

$$h_{wz} = 1,5 \text{ м}$$

$$x = 4,8 - 1,5 = 3,3 \text{ м}$$

$$0,1 \cdot \bar{l} = \frac{0,1 \cdot l}{\sqrt{F_0}}$$

l - відстань між повітророзподільниками [14]

$$l = 5 \text{ м}$$

F_0 - площа перерізу повітророзподільника [14]

$$F_0 = 0,086 \text{ м}^2$$

$$0,1 \cdot \bar{l} = \frac{0,1 \cdot 5}{\sqrt{0,086}} = 1,7$$

$$0,1 \cdot \bar{l} \Rightarrow K_c = 0,53$$

- коефіцієнт K_H на неізотермічність струмини [14]

$$K_H = \sqrt[3]{1 \pm 1,3 \cdot Ar_{x,1}}$$

$Ar_{x,1}$ - плинний критерій Архімеда [12]

$$Ar_{x,1} = \frac{n}{m^2} Ar_{0,1} \left(\frac{x_x}{1,13 \sqrt{F_0}} \right)^2 = 0,17$$

$Ar_{0,1}$ -критерій Архімеда на витіканні [12]

$$Ar_{0,1} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \sqrt{F_0}}{v_{wz}^2} = 0,0041$$

m - коефіцієнт затування швидкості [14]

$$m = 2,0$$

v_0 - швидкість повітря на виході з повітророзподільника [14]

$$v_0 = 4,9 \text{ м/с}$$

$$F_0 = 0,086 \text{ м}^2$$

n - коефіцієнт затування температури [14]

$$n = 1,7$$

$$\Delta t_0 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 0,1725709} = 1,2$$

• коефіцієнт K_B на взаємодію струмин [14]

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість та різницю температур при вході в робочу зону [12]

$$v_{x \max} = v_0 \cdot \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \cdot \sqrt{F_0}}{x}$$

$$v_0 = 4,9 \text{ м/с}$$

$$m = 2,0$$

$$K_c = 0,53$$

$$K_H = 1,20$$

$$K_B = 1,00$$

$$F_0 = 0,086 \text{ м}^2$$

x - розрахункова довжина струмини [14]

$$x = 3,3 \text{ м}$$

$$v_{x \max} = 4,9 \cdot \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,086}}{3,3} = 0,55 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$\Delta t_0 = 9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

v_x - швидкість руху повітря на вході в робочу зону [14]

$$v_x = 0,6 \text{ м/с}$$

$$n = 1,7$$

$$v_0 = 4,9 \text{ м/с}$$

$$m = 2,0$$

$$\Delta t_{x \max} = 9 \cdot \frac{0,55 \cdot 1,7}{4,9 \cdot 2} = 0,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Заходи з енергоефективності

Вжиті наступні заходи по енергоефективності:

- всі вікна в проекті передбачені не нижче класу А2 згідно з ДСТУ Б В.2.6- 23:2009;

- всі стулки вікон повинні бути укомплектовані ущільнювальними прокладками, виконаними з морозостійких матеріалів;

- утеплювач для зовнішніх огороджувальних конструкцій прийнято з теплотехнічними показниками у відповідності з вимогами ДБН В.2.6-31-2021;

- передбачається захист від проникнення вологи, паропроникнення, гідроізоляція зовнішніх огороджувальних конструкцій та захист їх від плісняви та грибкових утворень;

- передбачається використання енергозберігаючих ламп LED;

- припливно-витяжні установки передбачаються з рекуперацією теплоти;

- передбачається зниження температури приміщення в неробочий час;

- погодозалежне керування в ІТП;

- регулювання температури опалення/охолодження по приміщенням;

- заміна вхідних дверей;

- проектом передбачається теплова ізоляція трубопроводів та повітропроводів.

3. Основні пакети технологій для досягнення глибокої енергетичної модернізації за допомогою великих проектів реконструкції будівель у Європі, Сполучених Штатах та Китаї

Численні пілотні проекти, проведені по всьому світу, продемонстрували, що споживання енергії в комерційних та громадських будівлях можна скоротити більш ніж на 50% після реконструкції. Фактично, деякі відремонтовані будівлі відповідають стандарту енергоефективності Інституту пасивного будинку або навіть досягли стану нульового енергоспоживання (Живов та ін., 2015). Дослідження (MEA, 2009; ASHRAE, 2015) визначили понад 400 заходів енергоефективності, які можна використовувати під час модернізації будівель. Такі заходи включають ті, що стосуються огорожувальних конструкцій будівлі, механічних та освітлювальних систем, виробництва та розподілу енергії, а також внутрішніх процесів. Впровадження деяких окремих заходів (таких як утеплення огорожувальних конструкцій будівлі, покращена герметичність та когенерація) може значно зменшити навантаження на опалення та охолодження будівлі або мінімізувати втрати енергії, але вимагає значних інвестицій з тривалим терміном окупності. Однак, коли обмежена кількість основних технологій впроваджується разом («в комплексі»), вони можуть значно зменшити споживання енергії за менші інвестиції та тим самим забезпечити швидшу окупність.

Характеристики деяких із цих основних технологічних заходів залежать від технологій, доступних на ринку окремої країни, від мінімальних вимог національних стандартів та від економіки (визначеної аналізом вартості життєвого циклу [LCC]). На додаток до цих заходів, вимоги, пов'язані з технологіями, пов'язаними з огорожувальними конструкціями будівель (наприклад, рівні ізоляції, вікна, паро- та гідроізоляції, а також вимоги до герметичності будівлі), залежать від конкретних кліматичних умов. Національні групи, пов'язані з Програмою енергозбереження в будівлях та громадах Міжнародного енергетичного агентства (IEA EBC) Додаток 61, Бізнес- та технічні концепції глибокої енергетичної модернізації громадських

будівель (EBC 2015), вивчали такі умови за допомогою комп'ютерних технологій.

моделювання (Case et al. 2016; Rose et al. 2016; Riel et al. 2016; Yao et al. 2016).

У цій статті підсумовано результати цих досліджень, які будуть використані в Додатку 61 Програми МЕА «Енергетика в будівлях та громадах» (EBC), «Глибока енергетична модернізація — тематичні дослідження» (IEA 2015). Ключем до економічної ефективності глибокої енергетичної модернізації (ГЕМО) є вибір часу для її проведення як частини капітальної реконструкції будівлі, на яку вже виділено кошти, включаючи ті, що необхідні для задоволення мінімальних енергетичних вимог.

Оскільки існує дублювання між коштами, виділеними на модернізацію, та тими, що необхідні для ГЕМО, досягнення ГЕМО вимагає лише додаткових витрат, оскільки ГЕМО оцінюється на основі комплексу основних технологій, а не окремих заходів енергоефективності. Для оцінки економічної ефективності проекту DER з використанням пакетів основних технологій порівняно з типовою капітальною реконструкцією будівлі на основі мінімальних енергетичних вимог, у цій статті пропонується використовувати чисту приведену вартість (NPV) різниці в економії енергії, витратах на технічне обслуговування та страхування, а також інших експлуатаційних витратах і доходах для оцінки ліміту збільшення бюджету, що робить LCC проекту DER ефективним. Оскільки більшість параметрів, необхідних для аналізу LCC, відрізняються не лише залежно від країни, але й всередині країни (початкові витрати та тарифи на оплату праці, тарифи на енергоносії, термін служби проекту, а також інфляція та дисконтні ставки), для розрахунку обмежень на збільшення бюджету на реконструкцію використовується концепція скалярного коефіцієнта (McBride, 1995).

Перелік основних технологій енергоефективності (Таблиця 1) було складено на основі результатів тематичних досліджень глибокої енергетичної модернізації (DER), проведених у Європі та Північній Америці (IEA 2015), опитувань та обговорень, проведених на засіданнях робочої групи Технічного

комітету (TC) 7.6 «Громадські будівлі» ASHRAE.

Таблиця 1. Пакети основних технологій для глибокої енергетичної модернізації

Категорія	Ім'я	Джерело характеристик
Огороджувальні конструкції будівлі	Утеплення даху	Результати моделювання
	Утеплення стін	Результати моделювання
	Ізоляція плит	Результати моделювання
	Вікна	Результати моделювання
	Двері	Національні вимоги
	Усунення теплових містків	Додаток 61 Керівництво DER (MEA 2016)
	Герметичність	Найсуворіші національні вимоги
Забезпечення якості огороджувальних конструкцій будівлі	Пароізоляція	Додаток 61 Керівництво DER (MEA 2016)
		Додаток 61 Керівництво DER (MEA 2016)
Освітлення та електротехнічні Системи	Дизайн, технології та керування освітленням	Додаток 61 Керівництво DER (MEA 2016)
Отоплення, вентиляція та кондиціонування повітря	Високопродуктивні двигуни, вентилятори, печі, чилери, котли тощо.	Найсуворіші національні вимоги
	Спеціальна система зовнішнього повітря (DOAS)	Додаток 61 Керівництво DER (MEA 2016)
	HR (сухий та вологий)	Найсуворіші національні вимоги
	Ізоляція повітропроводів	Найсуворіші національні вимоги
	Герметичність повітропроводу	Найсуворіші національні вимоги
	Ізоляція труб	Найсуворіші національні вимоги

Таблиця 1. Пакети основних технологій для глибокої енергетичної модернізації

у 2013 та 2014 роках, а також попередній досвід і дослідження, проведені членами команди Додатку 61 (EBC 2015). Ці технології, за умови їх спільного застосування (як комплексу), зменшать загальне споживання енергії на будівельному майданчику приблизно на 50% (включаючи навантаження від розеток). Технічні характеристики цих технологій, пов'язаних з огороджувальними конструкціями будівель, що входять до основного комплексу технологій, були вивчені за допомогою моделювання та аналізу витрат життєвого циклу (LCC) для репрезентативних національних кліматичних умов. Інші характеристики цих комплексів технологій базуються на вимогах національних стандартів (Таблиця 2) або на найкращих міжнародних практиках, які були зібрані та узагальнені та будуть представлені в Додатку 61. Посібник з модернізації глибоких енергетичних систем (MEA 2016).

Під час модернізації будівель можна використовувати додаткові заходи з енергоефективності для досягнення більшої економії енергії, ніж за

допомогою лише «пакета основних технологій». Використання деяких із цих заходів може залежати від кінцевого користувача, а не від підрядника (наприклад, придбання та встановлення більш енергоефективних приладів та інших навантажень, а також окремих ліній електропередач і таймерів для вимкнення деяких електроприладів). Інші заходи можуть включати ті, що є специфічними для певного типу будівлі (наприклад, водозберігаючі душові лійки та пральні машини, які можуть значно зменшити споживання гарячої води) або заходи, специфічні для проекту (наприклад, використання низькоексергетичних систем опалення та охолодження: непряме випарне охолодження, системи променевого опалення та охолодження, а також нагрівання та охолодження енергії зворотної води та інших потоків відходів).

Технології огорожувальних споруд будівель

Основний пакет технологій включає рівні ізоляції огорожувальних конструкцій будівель та характеристики вікон, оптимізовані командою моделювання за Додатком 61 шляхом обчислювального моделювання репрезентативних будівель для різних кліматичних зон країн-учасниць (Case et al. 2016; Rose et al. 2016; Riel et al. 2016; Yao et al. 2016). Параметри для окремих технологій були обрані таким чином, щоб забезпечити скорочення споживання енергії на будівельному майданчику приблизно на 50% (включаючи навантаження на розетки) та отримати пакет, ефективний з точки зору витрат життєвого циклу (ВЖЦ). Моделювання проводилося для 17 кліматичних зон США (CZs) та для репрезентативних кліматичних зон Австрії, Китаю, Данії, Естонії, Німеччини та Великої Британії (Таблиця 3).

Були змодельовані такі сценарії:

Сценарій 1. У цьому базовому сценарії використовується стандарт, що існував до 1980 року, для опису конструкційних елементів будівлі та систем. Використання будівлі, графіки роботи систем, а також прилади та їх використання (виражені у $\text{Вт}/\text{м}^2$ [$\text{Вт}/\text{фут}^2$]), що використовувалися у Сценарії 1, були фіксовані для всіх сценаріїв, хоча в реальних умовах цілком ймовірно, що такі елементи сценарію з часом будуть покращені/зменшені.

Сценарій 2. Це «звичайна робота» (базовий випадок) сценарій описує капітальний ремонт із заходами, пов'язаними з енергоспоживанням, що входять до обсягу робіт, що відповідають мінімальним чинним стандартам (зазвичай пов'язаним з енергоефективністю вентиляторів, двигунів, чилерів, печей, освітлювальних приладів тощо), переліченим у Таблиця 2. Графіки використання будівлі та навантаження залишаються такими ж, як у сценарії 1.

Сценарій 3. У цьому сценарії характеристики основного технологічного пакету, перелічених у Таблиці 1, оптимізовані для досягнення приблизно 50% скорочення споживання енергії порівняно з базовим рівнем або поточною національною мінімальною вимогою щодо споживання енергії будівлями для існуючих будівель (залежно від того, що є більш суворим).

Країна	Енергетика будівлі	Огороджувальна конструкція будівлі	Охолодження, вентиляція та кондиціонування повітря	Освітлення
Австрія	Директива OIB № 6	OIB RL 6, 2011	EN 1507, EN 12237 ÖNORM H 5057, OIB RL 6, 2011 рік	EN 12464-1 та -2 EN 15193
Китай	GB 50189-2015	GB 50189-2015, GB/T 7016-2008	GB 50736-2012, GB 50189-2015	GB 50034-2013 GB 50189-2015
Данія	Датські будівельні норми 2010 року Стандарт DS 418	Датські будівельні норми 2010 року	Стандарт 447, Стандарт 452	ДС/EN ISO 12464-1
Естонія	Постанова № 63. RT I, 18.10.2012, 1, 2012; Постанова № 68. RT I, 05.09.2012, 4, 2012	EVS-EN ISO 10077, EVS-EN 1026 EVS-EN 12207 EVS-EN 12208	EVS-EN 13779; EN 12237; Постанова № 70. RT I, 09.11.2012, 12	Постанова № 70. RT I, 09.11.2012, 12
Німеччина	ДІН 18599-1; Енергія 2014 року	EnEV 2014, DIN 18361 DIN 18355, DIN V 18599/2 DIN 4102, DIN 4108 DIN EN 13162, DIN EN 13163 DIN EN 13164, DIN EN 13165 DIN EN 13167, DIN EN 13171	EnEV 2014, DIN V 18599, DIN 1946-6, DIN EN 13779, DIN 24192 П/Ш/ІV, DIN 4108-6, DIN 4701-10	ДІН 18599-4, DIN 5035 T 1-14
Латвія	Закон про енергетичну ефективність будівель, Постанова Кабінету Міністрів № 348, Постанова Кабінету Міністрів № 383, Постанова Кабінету Міністрів № 382	Латвійський будівельний стандарт LBN 002-01	Латвійський будівельний стандарт ЛБН 231-03, Латвійський будівельний стандарт ЛБН 003-01	Постанова Кабінету Міністрів № 359
Велике Британія	BS EN 15603:2008	Будівельні норми 2010 року — Збереження палива та енергії: Частина 1, Шотландські будівельні стандарти 2015 року — Технічний довідник 2015 року	Нежитлова будівля Посібник із дотримання вимог щодо послуг: 2013 рік. Нежитлова будівля Посібник із дотримання вимог щодо послуг для Шотландія: 2015, BS EN 15727:2010, BS 5422:2009	BS EN 12464-1: 2011, Нежитлові будівлі Посібник із дотримання вимог щодо послуг: 2013 рік. Нежитлова будівля Посібник із дотримання вимог щодо послуг для Шотландії: 2015
США	ANSI/ASHRAE/IES Стандарт 90.1-2010 ANSI/ASHRAE/IES Стандарт 100-2015	ANSI/ASHRAE/IES Стандарт 90.1-2013	ANSI/ASHRAE/IES Стандарт 90.1 2010	ANSI/ASHRAE/IES Стандарт 90.1; IESNA Рекомендовані практики, 10-те видання, 2010

Таблиця 2. Чинні національні стандарти для проектів реконструкції

Країна	Кліматична зона(и)	Місто-представник
Австрія	4а та 7	Відень, Обертаурен
Китай	2а, 3а, 3в, 4а, 7	Гуанчжоу, Шанхай, Куньмін Пекін, Харбін
Данія	5а	Копенгаген
Естонія	6а	Тарту
Німеччина	5а	Вюрцбург
Латвія	6а	Рига
<small>Немає британія</small>	4а, 5а	Лондон, Абердин
США	1а–8b	Маямі, Х'юстон, Фінікс, Мемфіс, Ель-Пасо, Сан-Франциско, Балтимор, Альбукерке, Сіетл, Чикаго, Колорадо-Спрінгс, Берлінгтон, Гелена, Дулут, Фербенкс

Таблиця 3. Репрезентативні кліматичні зони Міністерства енергетики США (DOE) у країнах-учасницях Додатку 61

Сценарій 4. Цей сценарій оптимізує характеристики основного технологічного пакету, переліченого в Таблиці 1, та використовує додаткові заходи енергоефективності (наприклад, зменшення навантаження на розетки та споживання гарячої води) для досягнення поточних рівнів енергоємності (EI) «національної мрії» в реконструйованих будівлях (наприклад, стандарт пасивного будинку), що вимагається національними нормами, якщо витрати життєвого циклу є ефективними.

На основі результатів цих досліджень (Case et al. 2016; Rose et al. 2016; Riel et al. 2016; Yao et al. 2016) було визначено рівні ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі та типи вікон, необхідні для досягнення показника продуктивності (DER) у різних кліматичних умовах (підсумовано в таблицях 4–6). Ці значення були обрані на основі ефективності пакетів технологій (а не економічної ефективності окремих заходів) для різних кліматичних умов та цін на енергоносії в окремих країнах, а також на основі мінімальних національних вимог до цих технологій. Таким чином, ці значення дорівнюють або є суворішими за ті, що наведені в таблиці 2.

Наприклад, значення ізоляції елементів огорожувальних конструкцій будівлі,

характеристики вікон та вимоги до герметичності, представлені в таблицях 4–6 для.

Сполучені Штати є суворішими, ніж ті, що перелічені в стандарті ASHRAE 90.1 (2013), стандарті ASHRAE 189.1 (2013) або в посібниках ASHRAE з передового енергетичного проектування; однак вони не такі жорсткі, як ті, що базуються на стандарті Інституту пасивного будинку (Zhivov et al. 2011; Bastian et al. 2012).

Вікна

Вікна пропускають денне світло в будівлю та забезпечують мешканцям візуальний контакт з навколишнім середовищем. Вони захищають від зовнішнього клімату та пропускають сонячну енергію, що може зменшити споживання енергії взимку. Однак вікна також є найменш ізольованою частиною теплової оболонки будівлі. Старі вікна зазвичай мають одношарове скло, гнилі або пошкоджені рами, або такі, що мають теплові містки, тріснуте скло, несправні замки та/ або негерметичні, погано прилягаючі рами. Заміна таких вікон може не тільки суттєво покращити візуальний та тепловий комфорт, але й стати важливою можливістю для економії енергії, що, у свою чергу, може допомогти зменшити навантаження на опалення та охолодження, що покладається на обладнання опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК).

Визначення варіантів вікон, які вважаються енергоефективними, залежить від клімату. У холодному кліматі найважливішою є здатність вікна утримувати тепло всередині будівлі; у теплом кліматі пріоритетом є здатність вікна блокувати надходження тепла від сонця та інфільтрацію.

Основними енергетичними параметрами вікна є його теплоізоляційні властивості, прозорість для сонячного світла випромінювання та герметичність. Найважливішими факторами, які слід враховувати при виборі віконних систем, є U-фактор, коефіцієнт сонячного теплового посилення (SHGC) та коефіцієнт пропускання видимого світла (VT). Крім того,

повітропроникність (AL) віконного вузла є критичним показником герметичності встановленої віконної системи. Герметичність зазвичай вимірюється в кубічних метрах (кубічних футах) за хвилину повітряного витoku для заданої площі рами вікна при певній різниці тисків. Повітропроникність зазвичай виражається як $\text{м}^3/\text{хв}/\text{м}^2$ (фути³/хв/фт²). У таблиці 6 наведено характеристики вікна, визначені в моделюванні, що базуються на кліматичних особливостях (тобто низький коефіцієнт теплового перегріву для теплого клімату та низький U-фактор для холодного клімату).

Сучасні віконні технології є зрілими та готовими до використання. Якщо припустити десятирічний поріг окупності, то в усіх кліматичних зонах загалом виправдано впроваджувати проекти енергозбереження для заміни існуючих вікон на наявні вдосконалені вікна. Для великих проектів реконструкції будівель або проектів, розпочатих для заміни несправних або вийшли з ладу вікон, вартість базових вікон для заміни та роботи з їх встановлення можна розглядати як бюджетні витрати на «регулярне обслуговування». У таких випадках для кожної кліматичної зони доступні варіанти вікон преміум-класу для заміни, які відповідають десятирічним критеріям окупності (IEA 2014). Важливо не тільки вибирати вікна з характеристиками, відповідними клімату, але й встановлювати їх без створення теплових містків із навколишньою стіною (Vazquez 2016).

Таблиця 4. Ізоляція стін

Країна	U-фактор, Вт/(м ² ·К)	R-значення, (м ² ·К)/Вт
	(Втu/[год·футг ² ·°F])	([год·футг ² ·°F]/Британський тепловий агрегат)
Австрія (CZ 5A)	0,135 (0,024)	7.4. (42)
ЧЗ 7	0,24 (0,043)	4.17 (23)
Китай CZ 7	0,31 (0,054)	3.2 (19)
CZ 4A	0,48 (0,084)	2.1 (12)
ЧЗ 3A	0,60 (0,106)	1.7 (9)
ЧЗ 2A	0,96 (0,169)	1.0 (6)
CZ 3C	0,96 (0,169)	1.0 (6)
Данія (CZ 5A)	0,15 (0,026)	6.7 (38)
Естонія (CZ 6A)	0,17 (0,03)	5.9 (33)
Німеччина (CZ 5A)	0,17 (0,03)	5,9 (-33)
Латвія (CZ 6A)	0,19 (0,033)	5.3 (30)
Велика Британія (Чехія 4A)	0,22 (0,039)	4.5 (26)
5A	0,22 (0,039)	4.5 (26)
США CZ 1	0,76 (0,133)	1.3 (8)
Чехія 2	0,38 (0,067)	2.6. (15)
ЧЗ 3	0,28 (0,050)	3.6 (20)
ЧЗ 4	0,23 (0,040)	4.3 (25)
ЧЗ 5	0,19 (0,033)	5.3. (30)
ЧЗ 6	0,14 (0,025)	7.1. (40)
ЧЗ 7	0,11 (0,020)	9.1 (50)
ЧЗ 8	0,11 (0,020)	9.1 (50)

Таблиця 5. Утеплення даху

Країна	Клімат Зона	U-фактор, Вт/(м ² ·К)	R-значення, (м ² ·К)/Вт
		(Втu/[год·футг ² ·°F])	([год·футг ² ·°F]/Британський тепловий а)
Австрія	4a	0,159 (0,028)	6.3 (36)
	7	0,23 (0,041)	4.4 (25)
Китай	2a	0,53 (0,093)	1.9 (11)
	3a	0,53 (0,093)	1.9 (11)
	3c	0,53 (0,093)	1.9 (11)
	4a	0,38 (0,067)	2.6 (15)
	7	0,30 (0,053)	3.3 (19)
Данія	5a	0,10 (0,018)	1 (57)
Естонія	6a	0,11 (0,02)	9.1 (52)
Німеччина	5a	0,14 (0,025)	- 7.1 (40)
Латвія	6a	0,16 (0,029)	6.3 (35)
Велика Британія	4a	0,13 (0,023)	7.7 (44)
	5a	0,13 (0,023)	7.7 (44)
США	1	0,16 (0,029)	6.3 (35)
	2	0,14 (0,025)	7.1 (40)
	3	0,12 (0,022)	8.3 (45)
	4	0,12 (0,022)	8.3 (45)
	5	0,11 (0,020)	9.1 (50)
	6	0,09 (0,0167)	11.1 (60)
	7	0,09 (0,0154)	11.1 (65)
	8	0,08 (0,0133)	12,5 (75)

Таблиця 6. Характеристики вікна

Країна	U-фактор,	R-значення,	SHGC
	Вт/(м ² ·К)	(м ² ·К)/Вт	
*)	(Вт/(год·фут ² ·°F))	((год·фут ² ·°F)/Британський тепловий агрегат)	
Австрія (CZ 5A)	1,09 (0,19)	0,92 (5,3)	0,60
ЧЗ 7	1,09 (0,19)	0,92 (5,3)	0,60
Китай			
ЧЗ 2A	2,55 (0,45)	0,39 (2,2)	0,48
Чехія За	2,55 (0,45)	0,39 (2,2)	0,48
CZ3C	2,70 (0,48)	0,37 (2,1)	0,48
CZ 4A	1,79 (0,32)	0,56 (3,1)	0,68
ЧЗ 7	1,79 (0,32)	0,56 (3,1)	0,68
Данія (CZ 5A)	1,2 (0,21)	0,83 (4,8)	0,63
Естонія (CZ 6A)	1,1 (0,19)	0,91 (5,3)	0,56
Німеччина (CZ 5A)	- 1,3 (-0,23)	0,77 (4,3)	0,55
Латвія (CZ 6A)	1,2 (0,21)	0,83 (4,8)	0,43
Велика Британія (Чехія 4A)	1,32 (0,23)	0,76 (4,3)	0,48
CZ 5A	1,79 (0,32)	0,56 (3,1)	0,68
США Чехія 1 та 2	1,98 (< 0,35)	> 0,51 (2,9)	< 0,25
CZ 3 та 4	1,70 (< 0,30)	> 0,59 (3,3)	0,30–0,35
ЧЗ 5	1,53 (< 0,27)	> 0,65 (3,7)	0,35–0,40
ЧЗ 6	1,36 (< 0,24)	> 0,74 (4,2)	> 50
ЧЗ 7	1,25 (< 0,22)	> 0,80 (4,5)	> 50
ЧЗ 8	1,02 (< 0,18)	> 0,98 (5,6)	> 50

Теплові мости

Тепловий міст – це високопровідний матеріал, який оминає шар ізоляції будівлі; якщо його не врахувати під час оцінки теплопровідності (DER), тепловий міст значно зменшить загальне зниження споживання енергії, яке очікується від утеплення огорожувальних конструкцій будівлі та встановлення високоефективних вікон. Загальний вплив теплових містків на потребу в енергії для опалення, як правило, значний і може сягати 30%. Вплив на потребу в енергії для охолодження значно менший.

Теплові містки можуть виникати в різних місцях огорожувальної конструкції будівлі. Теплові містки можна класифікувати таким чином:

Повторювані теплові містки всередині будівельного елемента (конструкції конструкції або каркаса), які враховуються в розрахунку загального коефіцієнта теплопередачі або U- коефіцієнта елемента.

Теплові містки в кутах та місцях з'єднання, включаючи вікна та двері, місця з'єднання стін/дах та кути стін/стін. Значення лінійного коефіцієнта теплопередачі ψ (-) Втрати тепла на градус Фаренгейта (Цельсія) слід помножити на довжину цих теплових містків на довжина теплового мосту, тоді буде додана до тепловтрат будівлі.

Ізольовані теплові містки виникають, наприклад, коли сталева балка проходить крізь стіну/дах/підлогу (наприклад, балкони, що проходять крізь шари ізоляції). Точковий коефіцієнт теплопроникності характеризується значенням χ .

Додаткові втрати теплопередачі через теплові містки призводять до більшої потреби в енергії для опалення/охолодження та її використання, нижчої температури внутрішніх поверхонь та, можливо, проблем з вологою та цвіллю. Їхній вплив особливо важливий у так званих «низькоенергетичних» або «високоєфективних» будівлях.

Для отримання додаткової інформації про теплові містки та їх пом'якшення за допомогою проектів DER див. Lawton (2012), ISO (1995), Erhorn-Kluttig and Erhorn (2009) та Schild (2010). Питання, пов'язані з тепловими містками в європейських країнах, обговорюються у Citterio et al. (2008). Більшість країн Північної та Центральної Європи стикаються з цією проблемою в новому будівництві. Однак це не стосується проектів реконструкції. Особлива увага приділяється збору інформації про спрощені підходи, такі як ті, що використовуються в Північній та Південній Європі. Тільки Фінляндія застосовує спеціальні методи оцінки (залежно від співвідношення -, тобто найбільшого, поділеного на найнижчі значення теплопровідності двох суміжних шарів).

Існує багато методів розрахунку максимального значення для теплових містків у національних стандартах. У Німеччині пом'якшення теплових містків має бути розроблено таким чином, щоб мінімізувати щорічні потреби в опаленні, використовуючи економічно виправдані заходи. Найпростіший, але менш

точний метод розрахунку впливу теплових містків - це оцінка середнього збільшення коефіцієнта U . Найточніший спосіб - розрахувати значення -- для всіх теплових містків та їх довжини. У Данії та Чеській Республіці - макс.значення встановлюється залежно від типу з'єднання. У Франції - макс.залежить від типу будівлі. В Австрії немає конкретних вимог щодо лінійного коефіцієнта теплопередачі – та точкового коефіцієнта теплопередачі – але австрійський стандарт ÖNORM B 8110-2 містить вимоги, пов'язані з тепловими містками до коефіцієнта температури внутрішніх поверхонь стосовно вологозахисту та запобігання конденсації. У Північній Америці немає законодавчих вимог щодо теплових містків. Однак, кілька посібників, заснованих на нещодавніх дослідженнях, розглядають вплив теплових містків на характеристики огорожувальних конструкцій будівель та надають рекомендації щодо зменшення впливу теплових містків (Morrison Hershfield 2014; Pagan-Vazquez et al. 2015).

Додаток 61, Посібник з модернізації глибоких енергетичних систем (МЕА 2016), що зараз розробляється, містить рекомендації щодо зменшення теплових містків та містить каталог допоміжних архітектурних деталей для типових ситуацій.

Покращена герметичність будівлі

Неконтрольований потік повітря через огорожені приміщення значно збільшує енергію, необхідну для опалення, охолодження, контролю вологості та регулювання кліматичних умов у приміщеннях будівель.

Дослідження проблем з огороженими приміщеннями будівель показують, що витік повітря є основною причиною проблем з вологістю (Anis 2001; Zhivov et al. 2014). Ці проблеми включають цвіль, проникнення вологи та проблеми з довговічністю, особливо в місцях перетину зовнішніх стін, дахів та вікон; надмірне проникнення дощу в порожнини стін; нестабільну температуру в приміщенні; та профілі вологості. Для досягнення необхідного рівня комфорту необхідні додаткові інвестиції та витрати на опалення та кондиціонування

протягом життєвого циклу. У багатьох випадках будівлі з недостатньою герметичністю можуть страждати від пов'язаних з вологою будівельних аварій та втрати вартості власного капіталу. У холоднішому кліматі проблеми з витоком повітря можуть спричинити такі проблеми, як бурульки на зовнішніх фасадах, відколювання кладки, передчасна корозія металевих деталей зовнішніх стін, високий вміст вологи в деревині та гниття. У жаркому вологому кліматі інфільтрація повітря в поєднанні з недостатніми тепловими містками конструкції призводить до появи цвілі через конденсацію на холодних кондиціонованих поверхнях. Герметизація проходів та зменшення ефекту димоходу від внутрішньої вентиляції можуть вирішити ці проблеми. Застосування теорії повітряного бар'єру в проектуванні будівель вимагає вибору компонента або шару в конструкції, який слугуватиме герметичним шаром. Важливо чітко ідентифікувати всі компоненти повітряного бар'єру кожної конструкції огорожувальної конструкції в будівельній документації та детально описати стики, взаємоз'єднання та проникнення компонентів повітряного бар'єру (Anis 2001).

Матеріал повітроізоляції, який повинен мати структурну підтримку, щоб витримувати максимальний позитивний та негативний тиск повітря, якому він піддаватиметься, може мати лише обмежену повітропроникність. Існуючі будівлі, що проходять капітальний ремонт, особливо ті, що розташовані в холодному або спекотному та вологому кліматі, повинні бути герметизовані за тими ж стандартами, що й новобудови, якщо це дозволяють будівельні деталі.

Забезпечення якості цього процесу вимагатиме проведення випробування на вентиляційні отвір.

Для типових будівель підвищення герметичності будівлі може легко забезпечити від 10% до 40% загальної економії енергії, залежно від клімату. У таблиці 7 наведено вимоги до герметичності будівлі, які відрізняються в різних країнах (IEA 2014) та які використовуються в основних технологічних пакетах.

СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

Освітлення становить майже 32% енергії, що використовується в комерційних будівлях. Відповідні енергетичні норми стають суворішими, оскільки зростає потреба в зниженні споживання енергії. Оскільки зниження споживання енергії на освітлення може суттєво вплинути на енергоефективність будівлі, освітлення є практичною метою. Багато освітлювальних рішень є простими та легкими у впровадженні, тоді як інші є складнішими; багато з них можуть дати суттєві результати. Сучасні системи освітлення слід враховувати в усіх проектах реконструкції федеральних та державних установ. У таблиці 8 наведено чинні мінімальні національні стандарти для систем освітлення.

Низка освітлювальних технологій існує вже десятиліттями, але часто не впроваджується у федеральних та державних установах через бюджетні обмеження, відсутність інструкцій, незадокументовані результати або інші проблеми із застосуванням. З'являються інші технології в галузі освітлення, які мають потенціал для ще більшої економії енергії, якщо їх використовувати у правильних цілях.

Розглядаючи питання енергетичної модернізації, слід враховувати такі основні принципи:

Стратегії дизайну наріжних каменів:

- Забезпечте належний рівень освітленості без пересвічування.
- Використовуйте ефективні лампи, баласты та світильники.

Зменште використання електричного освітлення за допомогою елементів керування.

Тактики проектування енергозберігаючого освітлення, які допомагають створювати візуально комфортні, ефективні та продуктивні освітлені середовища:

- Оптимізувати архітектуру для забезпечення денного освітлення в часто використовуваних приміщеннях.
- Нанесіть світлі (з високим коефіцієнтом відбиття) поверхні.

- Об'єднайте схожі завдання для покращення енергоефективності системи освітлення.
- Розташовуйте світильники поблизу завдань, що потребують вищої освітленості.
- Використовуйте переважно лінійні люмінесцентні та світлодіодні (LED) світильники.
- Використовуйте високоефективні баласты з відповідними коефіцієнтами баласту.

ВИСНОВОК

Основні технологічні пакети, описані в цій статті, дозволяють досягти продуктивності повітря (DER) шляхом капітального ремонту будівель з низьким внутрішнім навантаженням (наприклад, офісних будівель, гуртожитків, казарм та навчальних корпусів). Це завдання є складнішим у зонах жаркого клімату (DOE CZ 1–3) зі значними потребами в охолодженні та може вимагати застосування додаткових заходів енергоефективності (наприклад, зменшення навантаження на розетки, заходи з економії води, вдосконалені системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря). DER легше досягти в кліматі з переважанням опалення та у випадках, коли з культурних або нормативних причин охолодження небажане, а користувачі будівлі можуть переносити тимчасове підвищення температури повітря в приміщенні (наприклад, до 25 °C).

У симуляціях будівель, проведених для локацій у Китаї, базовий рівень до реконструкції (на основі проекту до 1980-х років) був розроблений для офісної будівлі з природною вентиляцією, нижчим рівнем ізоляції та гіршою герметичністю будівлі порівняно з європейськими країнами та Сполученими Штатами. Це призвело до нижчих рівнів ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі та характеристик вікон, необхідних для сценарію глибокої енергетичної модернізації (скорочення споживання енергії на 50% порівняно з базовим рівнем), представлених у таблицях 4–6. Якби для розподілу енергії за допомогою ресівера (DER) у Китаї були використані параметри, подібні до

тих, що прийняті західними країнами в аналогічних кліматичних умовах, це призвело б до більшого скорочення споживання енергії в усіх кліматичних умовах.

Високих рівнів скорочення споживання енергії за допомогою пакетів основних технологій разом із покращенням клімату в приміщеннях та теплового комфорту можна досягти лише тоді, коли DER (Державне управління якістю) запровадить процес забезпечення якості, який, окрім етапів проектування, будівництва, введення в експлуатацію та післязаселення, включає формулювання чіткої та лаконічної документації щодо цілей, очікувань та вимог власника до відремонтованої будівлі під час розробки технічного завдання. Ще одним важливим компонентом процесу забезпечення якості є етап закупівель, під час якого аналізується кваліфікація учасників торгів, їхнє розуміння Оцінки виконання робіт та її вимог, а також їхній попередній досвід.

Ключем до економічної ефективності розподілу енергії (DER) є вибір часу для проведення модернізації як частини капітального ремонту будівлі, на який вже виділено кошти, включаючи ті, що необхідні для задоволення мінімальних енергетичних вимог. Оскільки існує дублювання коштів, виділених на модернізацію, та тих, що необхідні для DER, досягнення DER вимагає лише додаткових витрат, оскільки DER оцінюється на основі комплексу основних технологій, а не окремих заходів енергоефективності. Деякі основні технології (наприклад, ті, що пов'язані з утепленням огорожувальних конструкцій будівель та заміною вікон), які можуть бути неекономічними при окремому впровадженні, стають економічно привабливими при впровадженні в комплексі технологій. Впровадження цих технологій може значно зменшити навантаження на опалення та охолодження будівлі та, як наслідок, зменшити розміри та вартість механічного обладнання HVAC, що згодом призводить до зниження щорічних витрат на технічне обслуговування та страхування цих систем.

Реалізація власного обладнання (BOP), яка призводить до підвищення

енергоефективності будівлі (зменшення рахунків за електроенергію), кращої якості повітря в приміщенні та теплового комфорту, забезпечує значну додаткову цінність з точки зору покращеної «орендної придатності» та негайної фінансової віддачі (тобто вищої орендної плати). Крім того, багато проектів ВОР фактично збільшують орендовану/використовувану площу будівлі (наприклад, шляхом зменшення розміру машинних приміщень, додавання зон з контрольованими температурами [мансарди, підвали та перепрофілювання складських приміщень]), що можна врахувати при оцінці доходів від орендованої площі. Для більш об'єктивного розуміння економіки ВОР ці фактори необхідно враховувати в аналізі вартості життєвого циклу проекту.

У статті пропонується новий метод оцінки максимально допустимого (ефективного за циклом LCC) збільшення бюджету на додаткові технічні заходи щодо скорочення споживання енергії (порівняно з доступним бюджетом на капітальну реконструкцію). Метод базується на скалярних коефіцієнтах, які використовуються для зниження експлуатаційних витрат та збільшення доходів, обговорених вище. Реальний бюджет, необхідний для DER, може залежати від багатьох факторів, включаючи стан національної або місцевої економіки, місцеві витрати на робочу силу, місцеву та національну систему стимулів, пов'язаних з енергетикою, доступну на момент реалізації проекту, наявність та ціни конкретні енергоефективні технології, обізнаність та досвід підрядників з проектами DER (розширення енергоспоживання), а також використовувані механізми укладання контрактів. Коли DER є економічно ефективним, додаткове фінансування може бути доступне або з урядових чи державних коштів, або з приватних джерел фінансування (використовуючи моделі контрактів на енергозбереження [ESPC] або контрактів на комунальні енергетичні послуги (UESC)) (Живов та ін., 2015).

Економія витрат на технічне обслуговування

Розширення енергетичного потенціалу будівлі також охоплює модернізацію існуючих і часто застарілих будівельних технологій. Окрім економії витрат на

енергію, це призводить до чистого зниження витрат на обслуговування та/або інвестицій у заміну для власника будівлі (Woodroof et al.).2012 рік), що можна врахувати в бізнес-кейсі. Цей підхід застосовується в контрактах на енергозбереження з енергосервісними компаніями (ЕСКО).

DER зазвичай знижує витрати на обслуговування завдяки тому, що новіша установка зазвичай вимагає менше технічне обслуговування. У випадку аутсорсингу технічного обслуговування на основі результатів діяльності в проекті DER (з використанням NEN 2767, див. нижче), підрядник обере установки з нижчими витратами на обслуговування та оптимізує процес технічного обслуговування. Однак, цей позитивний ефект економії коштів може бути частково компенсований збільшенням витрат на технічне обслуговування, що виникають внаслідок більш складної та ресурсоємної будівлі, що створюється DER.

У нашому дослідженні DER спостерігалось два впливи на витрати на обслуговування: (1) зниження витрат на 2,1 євро/м² для існуючих систем та (2) додаткові витрати на обслуговування у розмірі 0,9 євро/м² завдяки додатковим системам вентиляції (які вже були враховані в розрахунках тематичного дослідження в розділі Тематичне дослідження DER та модель LCCBA). У дослідженні бельгійської офісної будівлі економія витрат на обслуговування становила 3 євро/ м²(Кулен та ін.2012 рік).

Ці цифри базуються на припущенні, що в базовому сценарії технічне обслуговування будівлі проводиться стандартним чином і що відповідні витрати на технічне обслуговування здійснюються.

Цікавий показник для вимірювання рівня технічного обслуговування технічних систем було визначено в Нідерландах. Нідерландський стандарт технічного обслуговування NEN 2767 рекомендує єдиний спосіб перевірки та оцінки будівництва та монтажу технічної інфраструктури, а також оцінку її технічного стану шляхом призначення так званих оцінки стану. Це дозволяє об'єктивно кількісно оцінити рівні обслуговування та може бути застосовано як показник.

Окрім переваг, обговорених у розділах вища продуктивність праці, вищі доходи від оренди або продажу, оцінювання уникнутих викидів парникових газів, та економія витрат на технічне обслуговування. Існує кілька інших переваг для учасників, які важко кількісно оцінити, але вони все ж підвищують цінність проекту. Наступні переваги для учасників були визначені, але не були кількісно оцінені або включені до економічного аналізу. Однак вони були обговорені та враховані зацікавленими сторонами проекту перед прийняттям інвестиційних рішень.

Некількісно визначені головні бізнес-партнери учасників, визначені для тематичного дослідження, були такими:

- Сталий імідж та екологічні характеристики
- Видалення азбесту
- Естетика будівель

Вигоди для комунальних підприємств та суспільства не вважалися такими, що мають суттєвий вплив на бізнес- кейс цього проекту, і не досліджувалися детально. Їх ідентифікація все ще є важливим завданням, оскільки ці вигоди можуть мати потенціал для залучення додаткових партнерів з фінансування з нішевими інтересами (наприклад, перспектива створення робочих місць потенційно може бути використана для отримання фінансування від місцевих органів влади розвитку). Якби це було так, було б доцільно класифікувати цю вигоду як вигоду для учасника.

Для дослідження були визначені такі управлінські органи комунальних підприємств та суспільств:

- Збільшення місцевої економіки та створення
- робочих місць Зменшення викидів парникових газів
- Покращення якості місцевого повітря в результаті зменшення спалювання вугільного палива та пов'язаного з цим зниження витрат на систему охорони здоров'я
- Зменшення імпорту вугільного палива та покращення національної енергетичної безпеки

- Уникнення витрат на інфраструктуру комунальних систем електроенергії та природного газу

Через проектний підхід ці переваги для комунальних служб та суспільства не розглядалися далі в цій роботі.

Оцінювання уникнутих викидів парникових газів

Вища енергетична продуктивність призводить до зменшення кінцевого попиту на паливо та електроенергію, а також відповідних викидів парникових газів (ПГ). Ці скорочення можуть сприяти пом'якшенню наслідків зміни клімату. Окрім соціальних вигод, скорочення викидів ПГ може призвести до додаткових фінансових переваг для ініціаторів проектів, залежно від політики інтернаціоналізації кліматичних витрат країни. Це стосується випадків, коли власники будівель можуть генерувати сертифікати на скорочення викидів ПГ, якими можна торгувати в схемі торгівлі викидами, або за рахунок економії на зборах за викиди ПГ від викопного палива.

Європейський Союз (ЄС) створив найбільшу у світі Систему торгівлі викидами (EU ETS). Приблизно 11 000 європейських підприємств та операторів повітряних суден (з рейсами в межах Європи) беруть участь у EU ETS. Це ринковий інструмент, який інтерналізує зовнішні витрати на викиди парникових газів з метою економічно ефективного скорочення викидів, одночасно досягаючи своїх кліматичних цілей (Європейська комісія 2017 рік). Дозвіл на викиди надає право викидати 1 тонну CO₂.² Наразі існує надлишок квот на викиди, що призводить до низьких витрат. У період з квітня 2017 року по квітень 2018 року середня ціна однієї квот на викиди становила близько 8 євро.⁷ Залишається з'ясувати, чи зможуть нові кліматичні цілі ЄС, засновані на Паризькій угоді, призвести до більш жорстких політичних заходів та суттєвого підвищення цін на дозволи на викиди у найближчому майбутньому.

Окрім системи торгівлі викидами, деякі країни запроваджують збір на викиди парникових газів на паливо для опалення.

Наприклад, Швейцарія запровадила такий збір і наразі стягує 84

швейцарських франка (приблизно 79 євро) за тону.КO2⁸.Це значно вище значення, ніж поточне орендна плата за цінами EU ETS.

Застосовано до дослідження DER, заощаджується 318 МВт·год природного газу та 6 МВт·год електроенергії, що призводить до економії викидів парникових газів близько 80 т/рік CO₂.⁹За поточними цінами системи торгівлі викидами ЄС це призводить до економії близько 400 євро/рік. З урахуванням швейцарського збору на викиди парникових газів на паливо для опалення економія становить близько 6300 євро/рік. В обох випадках транзакційні витрати на отримання доходів від викидів парникових газів не враховуються.¹⁰

4. Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності адміністративної будівлі в Київській області

Мета роботи — розробити комплексний алгоритм термомодернізації адміністративної будівлі та обґрунтувати його ефективність шляхом порівняльного аналізу енергетичних сертифікатів, враховуючи скорочення споживання первинної енергії, мінімізацію викидів парникових газів та економічну доцільність впровадження заходів.

Завдання дослідження: Виконати енергетичний аудит існуючого стану будівлі для визначення фактичного класу енергоефективності та ідентифікації критичних зон тепловтрат через огорожувальні конструкції та інженерні мережі.

Сформуувати базу вихідних даних для моделювання об'єкта в програмному середовищі (напр. Audytor OZC) згідно з вимогами ДСТУ 9190:2022 та розрахувати базовий рівень енергоспоживання «до» модернізації. Обґрунтувати вибір енергоефективних рішень, що включають теплоізоляцію оболонки будівлі, модернізацію системи опалення та впровадження механічної вентиляції з рекуперацією повітря.

Розробити енергетичні сертифікати для проектного стану будівлі, що підтверджують підвищення її класу енергоефективності до рівня «В» або вище.

Провести кількісну оцінку екологічного ефекту, зокрема розрахувати обсяги скорочення викидів CO₂ та визначити потенційну економію на екологічних податках. Здійснити техніко-економічне порівняння показників споживання кінцевої та первинної енергії, розрахувавши фінансову вигоду від зменшення енерговитрат та термін окупності капітальних інвестицій у проект.

Оцінити стратегічну стійкість будівлі до коливань цін на енергоносії в Київській області на основі отриманих результатів енергетичного моделювання.

Порівняльна таблиця огорожувальних конструкцій до та після термомодернізації

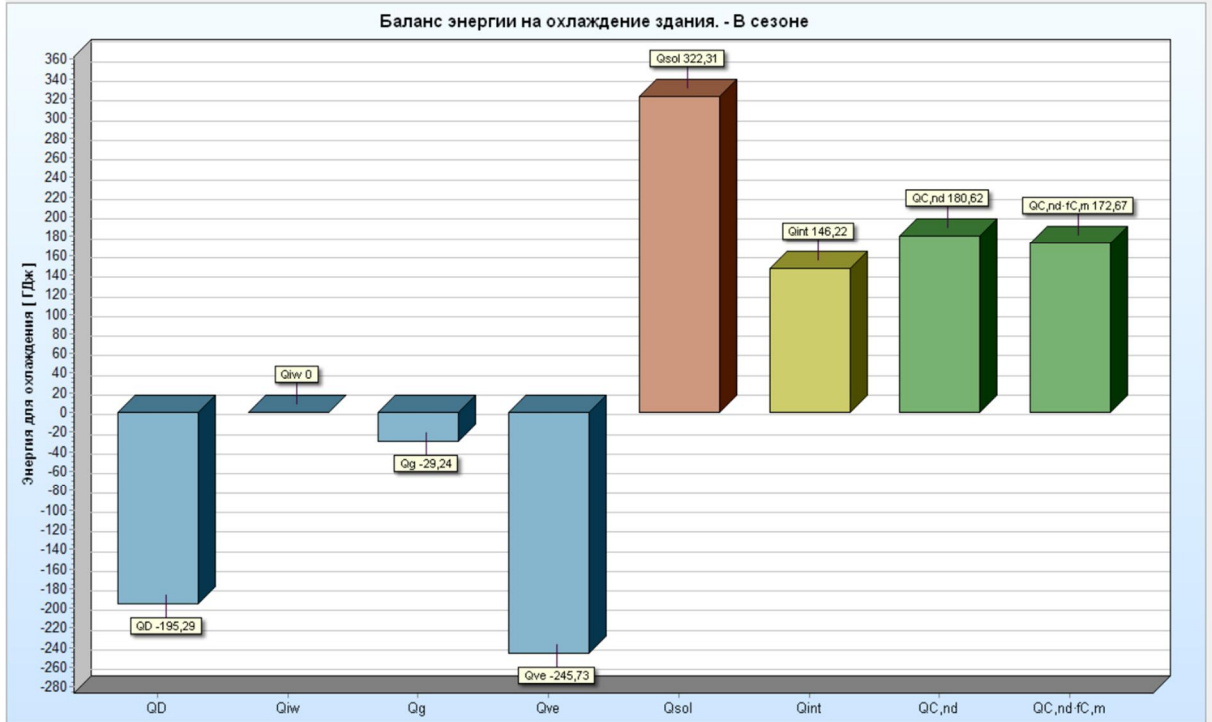
OK	Параметр	До термо-модернізації	Після термо-дернізації	Зміна (кратність/відсоток)
Зовнішня стіна (СН)	Товщина, d (м)	0,57	0,74	+0,170 м (+30%)
	Опір теплопередачі, R (м ² ·К/Вт)	1,236	4,855	×3,93р
	Питомі тепловтрати, U (Вт/м ² ·К)	0,809	0,206	-74%

	Річні тепловтрати, Qsol (ГДж/рік)	$\sim 1058 + 598 + 90 = \sim 1746$	$83 + 47 + 5,67 = \sim 136$	-92%
	Частка втрат, Qpгoc (%)	$42,1 + 6,1 + 11,8 = \sim 60$	$23,3 + 13,2 + 8,9 = \sim 45$	-25%
Зовнішні двері (ДВ)	Опір теплопередачі, R (м ² ·К/Вт)	1,43	1,02	-29% (заміна на кращі)
	Річні тепловтрати, Qsol (ГДж/рік)	$7,95 + 15,55 = 23,5$	$5,67 + 15,36 = 21,03$	-10%
	Частка втрат, Qpгoc (%)	1	1,6	+60%
Покрівля (КР)	Товщина, d (м)	0,101	0,301	+0,200 м (+198%)
	Опір теплопередачі, R (м ² ·К/Вт)	2,521	7,283	×2,89
	Питомі тепловтрати, U (Вт/м ² ·К)	0,397	0,137	-65%
	Річні тепловтрати, Qsol (ГДж/рік)	90,71	31,94	-65%
	Частка втрат, Qpгoc (%)	11,8	8,9	-24%
Зовнішнє вікно (ОК1)	Опір теплопередачі, R (м ² ·К/Вт)	1,43	1,02	-29% (заміна на енергоефективні)
	Площа, A (м ²)	423,97	423,97	без змін
	Річні тепловтрати, Qsol (ГДж/рік)	$339,17 + 229,16 + 493,42 = \sim 1061$	$163,46 + 495,48 = \sim 659$	-38%
	Частка втрат, Qpгoc (%)	29,8	45,6	+53% (відносно, через інші економії)
Підлога по ґрунту (ПОЛ)	Товщина, d (м)	0,264	0,334	+0,070 м (+27%)
	Опір теплопередачі, R (м ² ·К/Вт)	3,27	6,668	×2,04
	Питомі тепловтрати, U (Вт/м ² ·К)	0,306	0,15	-51%
	Річні тепловтрати, Qsol (ГДж/рік)	70,86	26,56	-63%

Частка втрат, Q _{гр} с (%)	9,2	7,4	-20%
----------------------------------------	-----	-----	------

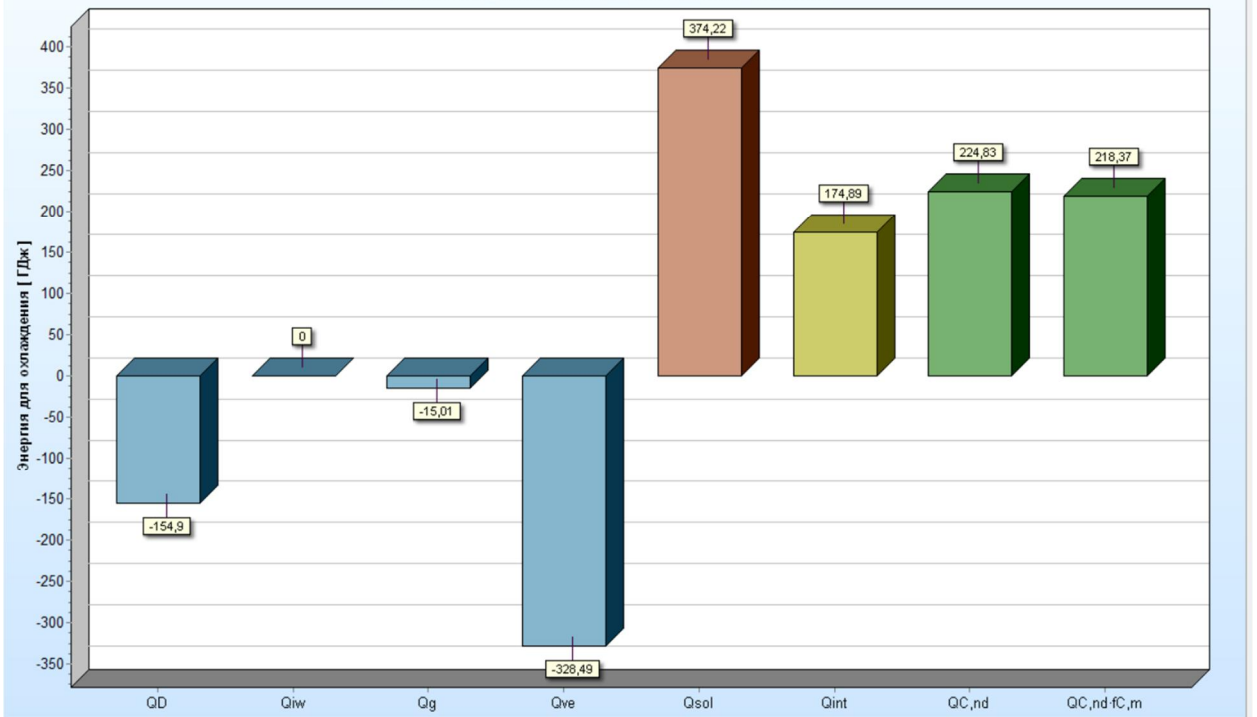
Баланс енергії на охолодження до та після термомодернізації

Бал	Місяць	T _{вн,м} °C	Q _D ГДж/год	Q _{iw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	η _{c,ia}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{c,nd} ГДж/год	Q _{c,nd} ·f _{c,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	τ _c ч	a _c	γ _{c,m} (1/γ _c) _{lim}	f _{c,m}	L _{c,m} ч	
<input type="checkbox"/>	січень	-4,7	-166,43	-0,00	-11,08	-209,48	0,115	15,60	29,63	0,73	0,00	233906,3	2300,7	2715,6	13	1,86	0,117	1,537	0,000	0
<input type="checkbox"/>	лютий	-3,6	-144,58	-0,00	-10,42	-181,98	0,157	27,87	26,76	1,56	0,00	233906,3	2312,5	2715,6	13	1,86	0,162	1,537	0,000	0
<input type="checkbox"/>	березень	1,0	-133,49	-0,00	-11,08	-168,02	0,222	43,76	29,63	3,87	0,00	233906,3	2336,0	2715,6	13	1,86	0,235	1,538	0,000	0
<input type="checkbox"/>	квітень	9,0	-84,45	-0,00	-9,52	-106,29	0,353	51,50	28,67	9,57	0,00	233906,3	2399,7	2715,6	13	1,85	0,400	1,541	0,000	0
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	15,2	-51,44	-0,00	-8,13	-64,74	0,588	74,48	29,63	30,98	26,37	233906,3	2497,1	2715,6	12	1,83	0,838	1,546	0,851	633
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	18,3	-32,45	-0,00	-6,21	-40,83	0,739	79,49	28,67	49,40	49,40	233906,3	2569,8	2715,6	12	1,82	1,361	1,550	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	19,8	-24,86	-0,00	-5,17	-31,28	0,796	73,91	29,63	54,76	54,76	233906,3	2606,6	2715,6	12	1,81	1,689	1,551	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	19,0	-29,49	-0,00	-4,72	-37,10	0,697	53,98	29,63	33,92	33,92	233906,3	2502,1	2715,6	12	1,83	1,173	1,546	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,9	-57,05	-0,00	-5,01	-71,80	0,430	40,45	28,67	11,55	8,21	233906,3	2346,0	2715,6	13	1,86	0,516	1,539	0,711	512
<input type="checkbox"/>	жовтень	8,1	-92,47	-0,00	-6,42	-116,38	0,238	24,90	29,63	3,22	0,00	233906,3	2306,7	2715,6	13	1,86	0,253	1,537	0,000	0
<input type="checkbox"/>	листопад	1,9	-124,15	-0,00	-7,87	-156,26	0,141	12,80	28,67	0,96	0,00	233906,3	2293,6	2715,6	13	1,86	0,144	1,536	0,000	0
<input type="checkbox"/>	грудень	-2,5	-153,72	-0,00	-9,83	-193,47	0,110	10,23	29,63	0,59	0,00	233906,3	2295,0	2715,6	13	1,86	0,112	1,536	0,000	0
В сезоні		8,0	-195,29	-0,00	-29,24	-245,73	0,612	322,31	146,22	180,62	172,67	233906,3	2344,9	2715,6	13	1,86		1,539	0,956	3353



Бал	Месяц	$T_{em,m}$ °C	Q_D ГДж/год	Q_{iw} ГДж/год	Q_D ГДж/год	Q_{ve} ГДж/год	$\eta_{C,1a}$	Q_{sol} ГДж/год	Q_{int} ГДж/год	$Q_{C,nd}$ ГДж/год	$Q_{C,nd} \cdot f_{C,m}$ ГДж/год	C_m кДж/К	$H_{tr,adj}$ Вт/К	$H_{ve,adj}$ Вт/К	τ_C ч	a_C	$Y_{C,m}$	$(1/Y_C)_{lim}$	$f_{C,m}$	$L_{C,m}$ ч	
<input type="checkbox"/>	січень	Месяць холодного періода.			0,00	-3,99	-195,45	0,154	15,87	29,63	0,70	0,00	235901,9	1238,6	2533,6	17	2,16	0,156	1,463	0,000	0
<input type="checkbox"/>	лютий	3,6	-79,70	0,00	-3,73	-169,79	0,210	28,04	26,76	1,59	0,00	235901,9	1242,7	2533,6	17	2,16	0,216	1,464	0,000	0	
<input type="checkbox"/>	березень	1,0	-73,62	-0,00	-3,99	-156,77	0,295	43,88	29,63	4,26	0,00	235901,9	1251,4	2533,6	17	2,15	0,314	1,464	0,000	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	квітень	9,0	-46,63	-0,00	-3,47	-99,17	0,461	51,60	28,67	11,41	8,37	235901,9	1275,5	2533,6	17	2,15	0,538	1,466	0,734	528	
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	15,2	-28,47	-0,00	-3,04	-60,41	0,722	74,48	29,63	37,71	37,71	235901,9	1314,4	2533,6	17	2,14	1,133	1,468	1,000	744	
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	18,3	-18,01	-0,00	-2,42	-38,10	0,854	79,45	28,67	58,13	58,13	235901,9	1347,8	2533,6	17	2,13	1,847	1,470	1,000	720	
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	19,8	-13,85	-0,00	-2,10	-29,19	0,895	73,93	29,63	63,15	63,15	235901,9	1369,8	2533,6	17	2,12	2,294	1,472	1,000	744	
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	19,0	-16,39	-0,00	-1,95	-34,62	0,818	54,12	29,63	40,41	40,41	235901,9	1330,2	2533,6	17	2,13	1,581	1,469	1,000	744	
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,9	-31,55	-0,00	-2,03	-67,00	0,550	40,64	28,67	14,01	10,59	235901,9	1263,7	2533,6	17	2,15	0,689	1,465	0,756	544	
<input type="checkbox"/>	жовтень	8,1	-51,04	-0,00	-2,50	-108,59	0,316	25,18	29,63	3,62	0,00	235901,9	1245,2	2533,6	17	2,16	0,338	1,464	0,000	0	
<input type="checkbox"/>	листопад	1,9	-68,47	-0,00	-2,94	-145,80	0,188	13,11	28,67	0,97	0,00	235901,9	1238,1	2533,6	17	2,16	0,192	1,463	0,000	0	
<input type="checkbox"/>	грудень	-2,5	-84,75	-0,00	-3,59	-180,52	0,147	10,55	29,63	0,57	0,00	235901,9	1237,3	2533,6	17	2,16	0,149	1,463	0,000	0	
	В сезоні	8,0	-154,90	-0,00	-15,01	-328,49	0,651	374,22	174,89	224,83	218,37	235901,9	1257,3	2533,6	17	2,15		1,465	0,971	4024	

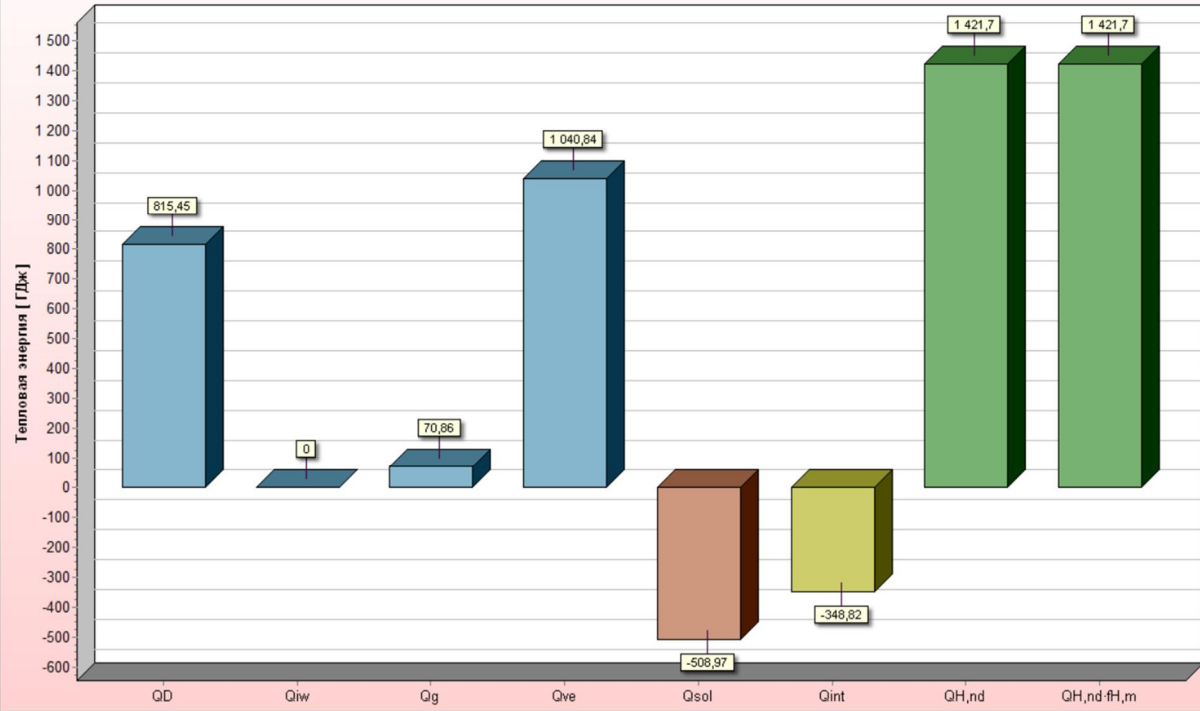
Баланс энергии на охлаждение здания. - В сезоне



Баланс теплової енергії до та після термомодернізації

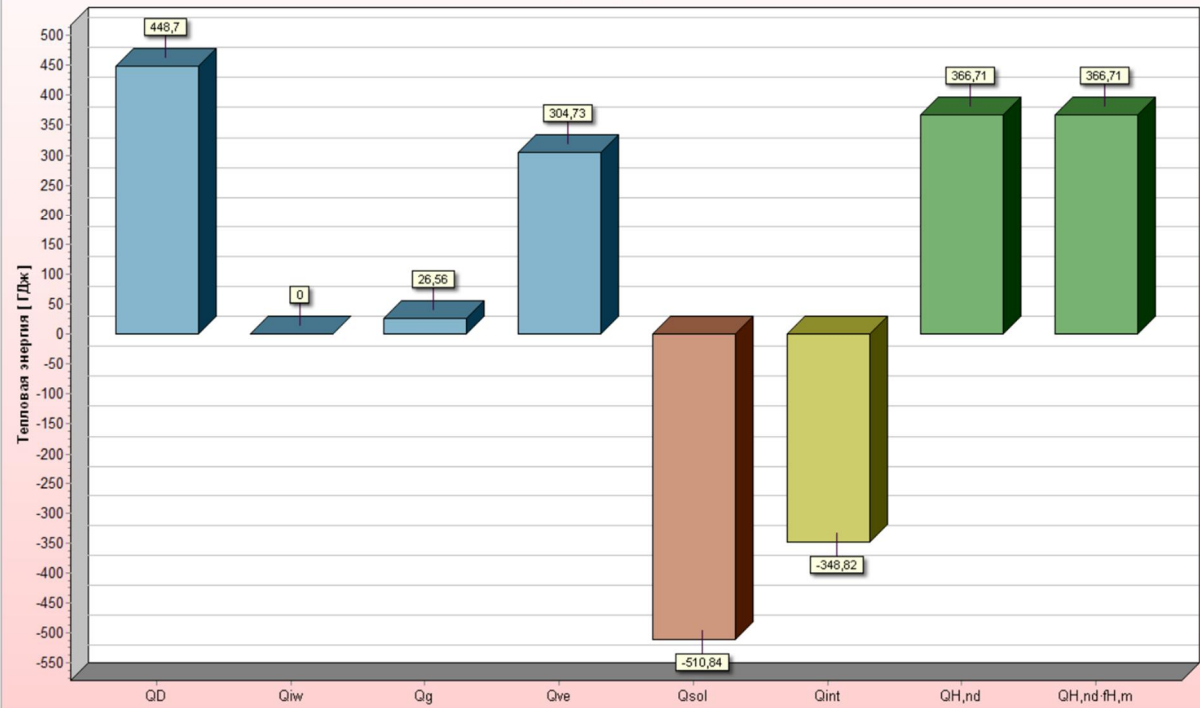
Бал	Месяц	$T_{em,m}$ °C	Q_D ГДж/год	Q_{iw} ГДж/год	Q_D ГДж/год	Q_{ve} ГДж/год	$\eta_{C,gn}$	Q_{sol} ГДж/год	Q_{int} ГДж/год	$Q_{H,nd}$ ГДж/год	$Q_{H,nd} \cdot f_{H,m}$ ГДж/год	C_m кДж/К	$H_{tr,adj}$ Вт/К	$H_{ve,adj}$ Вт/К	τ_C ч	a_H	$Y_{H,m}$	$Y_{H,lim}$	$f_{H,m}$	$L_{H,m}$ ч
<input checked="" type="checkbox"/>	січень	-4,7	142,72	0,00	8,99	182,17	0,979	15,60	29,63	289,61	289,61	234639,7	2293,3	2753,6	13	1,86	0,135	1,537	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	лютий	-3,6	123,17	0,00	8,54	157,21	0,963	27,87	26,76	236,31	236,31	234639,7	2306,8	2753,6	13	1,86	0,189	1,538	1,000	672
<input checked="" type="checkbox"/>	березень	1,0	109,78	0,00	8,99	140,13	0,929	43,76	29,63	190,74	190,74	234639,7	2334,0	2753,6	13	1,85	0,283	1,539	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	квітень	9,0	61,51	0,00	7,49	78,51	0,819	51,50	28,67	81,83	81,83	234639,7	2420,2	2753,6	13	1,84	0,543	1,544	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	15,2	27,74	0,00	6,04	35,40	0,508	74,48	29,63	16,24	16,24	234639,7	2627,0	2753,6	12	1,81	1,505	1,553	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	18,3	9,51	0,00	4,19	12,13	0,224	79,49	28,67	1,66	1,66	234639,7	3108,8	2753,6	11	1,74	4,187	1,574	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	19,8	1,16	0,00	3,08	1,48	0,054	73,91	29,63	0,09	0,09	234639,7	7913,4	2753,6	6	1,41	18,12	1,711	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	19,0	5,78	0,00	2,63	7,38	0,180	53,98	29,63	0,71	0,71	234639,7	3137,8	2753,6	11	1,74	5,298	1,576	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,9	34,11	0,00	2,98	43,54	0,698	40,45	28,67	32,38	32,38	234639,7	2346,0	2753,6	13	1,85	0,857	1,540	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	жовтень	8,1	68,76	0,00	4,33	87,77	0,908	24,90	29,63	111,37	111,37	234639,7	2293,2	2753,6	13	1,86	0,339	1,537	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	листопад	1,9	101,21	0,00	5,84	129,19	0,968	12,80	28,67	196,11	196,11	234639,7	2281,9	2753,6	13	1,86	0,176	1,537	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	грудень	-2,5	130,01	0,00	7,74	165,94	0,980	10,23	29,63	264,64	264,64	234639,7	2285,8	2753,6	13	1,86	0,131	1,537	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	В сезоні	8,0	815,45	0,00	70,86	1040,84	0,589	508,97	348,82	1421,70	1421,70	234639,7	2344,8	2753,6	13	1,85		1,540	1,000	8760

Bilans energii cieplnej - В сезоне

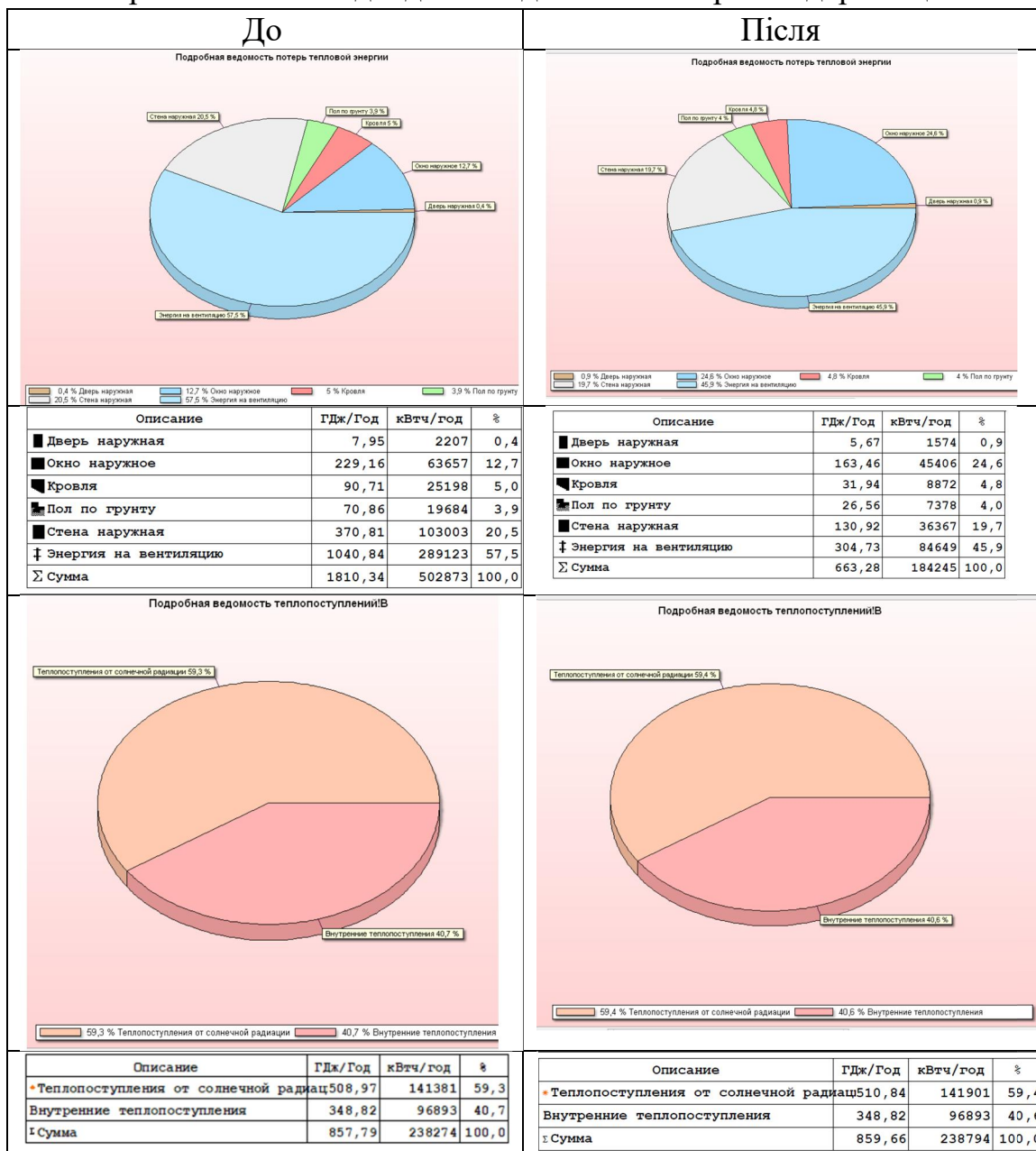


Бал	Месяц	$t_{em,m}$ °C	Q_D ГДж/год	Q_{iw} ГДж/год	Q_g ГДж/год	Q_{ve} ГДж/год	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol} ГДж/год	Q_{int} ГДж/год	$Q_{H,nd}$ ГДж/год	$Q_{H,nd} \cdot f_{H,m}$ ГДж/год	C_m кДж/К	$H_{tr,adj}$ Вт/К	$H_{ve,adj}$ Вт/К	τ_H ч	a_H	$\gamma_{H,m}$	$\gamma_{H,lim}$	$f_{H,m}$	$L_{H,m}$ ч
<input checked="" type="checkbox"/>	січень	-4,7	78,53	0,00	3,21	53,34	0,978	15,87	29,63	90,59	90,59	234639,7	1235,5	806,20	32	3,13	0,337	1,320	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	лютий	-3,6	67,77	0,00	3,03	46,03	0,948	28,04	26,76	64,89	64,89	234639,7	1240,1	806,20	32	3,12	0,469	1,320	1,000	672
<input checked="" type="checkbox"/>	березень	1,0	60,41	0,00	3,21	41,03	0,871	43,88	29,63	40,64	40,64	234639,7	1250,1	806,20	32	3,11	0,702	1,321	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	квітень	9,0	33,85	0,00	2,72	22,99	0,634	51,60	28,67	8,70	8,70	234639,7	1282,3	806,20	31	3,08	1,348	1,325	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	15,2	15,26	0,00	2,26	10,36	0,264	74,48	29,63	0,39	0,39	234639,7	1363,0	806,20	30	3,00	3,733	1,333	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	18,3	5,23	0,00	1,66	3,55	0,096	79,45	28,67	0,01	0,01	234639,7	1564,1	806,20	27	2,83	10,35	1,353	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	19,8	0,64	0,00	1,32	0,43	0,023	73,93	29,63	0,00	0,00	234639,7	3646,1	806,20	15	1,98	43,42	1,506	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	19,0	3,18	0,00	1,17	2,16	0,078	54,12	29,63	0,00	0,00	234639,7	1624,3	806,20	27	2,79	12,87	1,359	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,9	18,77	0,00	1,27	12,75	0,447	40,64	28,67	1,79	1,79	234639,7	1267,7	806,20	31	3,10	2,114	1,323	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	жовтень	8,1	37,83	0,00	1,72	25,70	0,819	25,18	29,63	20,37	20,37	234639,7	1240,9	806,20	32	3,12	0,840	1,320	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	листопад	1,9	55,69	0,00	2,19	37,82	0,956	13,11	28,67	55,74	55,74	234639,7	1233,7	806,20	32	3,13	0,437	1,319	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	грудень	-2,5	71,54	0,00	2,81	48,58	0,979	10,55	29,63	83,58	83,58	234639,7	1233,6	806,20	32	3,13	0,327	1,319	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	В сезоне	8,0	448,70	0,00	26,56	304,73	0,481	510,84	348,82	366,71	366,71	234639,7	1257,3	806,20	32				1,000	8760

Bilans energii cieplnej - В сезоне



Тепловтрати та теплонадходження до та після термомодернізації



Технічна досконалість: Завдяки утепленню стін до опору $R=4,85$ (що на 21% вище норми) та покрівлі до $R=7,28$, будівля стала «тепловим термосом», що дозволило скоротити витрати на опалення на 86%.

Зменшення показника первинної енергії до $126,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ означає, що будівля тепер суттєво менше навантажує національну енергосистему, оскільки сумарні витрати палива на виробництво необхідної їй енергії скоротилися більш ніж удвічі.

Економія на екологічному податку (7 тис. грн) поки що є незначною через низьку ставку податку в Україні. Проте, у разі вступу до ЄС та переходу на систему ETS (де ціна тонни CO₂ сягає 80-100 євро), ця економія зросте до ~800 000 грн/рік, що робить проект стратегічно вигідним.

Збільшення енергоспоживання на вентиляцію (з 0 до 20,9 тис. кВт·год) та охолодження є плановим — це плата за перехід від природної вентиляції до механічної з рекуперацією, що гарантує здоровий мікроклімат за нормами ДБН.

Завдяки впровадженню заходів, річні витрати бюджету установи знижуються на ~2,57 млн грн, що дозволяє окупити проект термомодернізації в середньостроковій перспективі.

Результати термомодернізації та екологічний ефект

Стаття витрат / Показник	Стан ДО (тис. кВт·год/рік)	Стан ПІСЛЯ (тис. кВт·год/рік)	Річна економія (тис. кВт·год)	Економія в грн/рік (з ПДВ)
Опалення (тепло)	980,5	134,6	845,9	2 368 520 грн
Гаряче водопостачання (тепло)	195,2	153,2	42,0	117 600 грн
Вентиляція та Охолодження (ел.)	16,6	59,9	-43,3	-424 340 грн
Освітлення (ел.)	85,6	33,89	51,71	506 758 грн
ВИКИДИ CO₂ (тонн/рік)	322,1	87,3	234,8 т	—
Податок на CO₂ (грн/рік)	9 663	2 619	7 044 т	7 044 грн
УСЬОГО (грн/рік)	—	—	—	2 575 582 грн
Параметр порівняння	Стан ДО	Стан ПІСЛЯ	Ефект / Покращення	
Клас енергоефективності	Е	В	Підвищення на 3 класи	
Питоме споживання (EP)	~135 кВт·год/м ²	45,55 кВт·год/м²	-66%	
Питома первинна енергія (PE)	~340 кВт·год/м ²	126,4 кВт·год/м²	-63%	
Питомі викиди CO₂	115,1 кг/м ²	31,2 кг/м²	Скорочення у 3,7 раза	

5. Автоматизація

5.1 Вступ

Новітні будівлі та промислові об'єкти характеризуються високими вимогами до енергетичної ефективності та комфорту мікроклімату. Система вентиляції є одним із ключових елементів підтримки здорового та безпечного середовища, що забезпечує приплив свіжого повітря, видалення шкідливих домішок та регулювання температури та вологості. Водночас вентиляційні системи є значними споживачами електроенергії.

Автономно-ощадлива автоматика вентиляції (АОАВ) дозволяє забезпечити підтримку заданих параметрів мікроклімату без постійного втручання оператора, оптимізуючи споживання енергії. Такі системи інтегрують датчики, виконавчі механізми та алгоритми управління, що реагують на зміни параметрів приміщення та зовнішнього середовища.

Актуальність дослідження обумовлена потребою у впровадженні енергозберігаючих технологій у будівництві та промисловості, а також розвитком концепції "розумного будинку" та індустрії 5.0.

5.2. Теоретичні основи вентиляції

Типи вентиляції

Системи вентиляції поділяються на:

- Природна вентиляція, яка використовує природні перепади тиску та температури.
- Примусова вентиляція, де повітря переміщується за допомогою вентиляторів.
- Змішана вентиляція, що поєднує природні та механічні способи циркуляції повітря.

Фізичні процеси

Ключовими параметрами, що регулюються вентиляційними системами, є:

- Температура повітря, °С

- Вологість, %
- Концентрація CO₂ та інших шкідливих домішок, ppm
- Тиск повітря, Па

Оптимальні параметри мікроклімату встановлюються згідно з нормативами (ДБН, ISO 7730), що визначають допустимі межі для комфорту та здоров'я людини.

5.3. Концепція автономно-ощадливої автоматики. Поняття автономності

Автономна система вентиляції здатна діяти без постійного контролю оператора, здійснюючи:

- Самостійне визначення потреби в вентиляції
- Регулювання швидкості обігу повітря
- Використання рекуперації тепла та енергії
- Аварійне відключення при критичних ситуаціях
- Принципи енергозбереження
- Енергозбереження досягається через:
 - Адаптивне управління вентиляторами — зміна швидкості обертання залежно від концентрації CO₂ або температури.
 - Рекуперацію тепла — використання теплоти витяжного повітря для підігріву припливного.
 - Селективне включення зон — подача повітря лише у приміщення, що потребують вентиляції.

Складові системи автоматики

Датчики:

- Температурні — вимірюють температуру повітря в приміщенні та зовні.
- Вологоміри — контролюють рівень вологості.
- Датчики CO₂ — забезпечують контроль якості повітря.
- Датчики руху та присутності — дозволяють оптимізувати вентиляцію відповідно до присутності людей.

Контролери

Контролери забезпечують обробку даних з датчиків та формування сигналів для виконавчих механізмів. Вони можуть бути:

- Програмовані логічні контролери (PLC) — використовуються в промислових системах.
- Мікроконтролери — для невеликих автономних систем.
- Інтелектуальні модулі — здатні до адаптивного навчання та прогнозування.

Виконавчі механізми

- Вентилятори — регулюють швидкість обігу повітря.
- Клапани та заслінки — керують потоками повітря між зонами.
- Рекуператори — передають тепло від витяжного повітря до припливного.
- Комунікаційні інтерфейси
- Modbus, BACnet — промислові стандарти
- Wi-Fi, LoRa — для інтелектуальних будівель

Алгоритми управління:

- Пряме управління
- Система підтримує задані параметри мікроклімату через порогові значення датчиків.
- Енергозберігаючі алгоритми
- Регулювання оборотів вентиляторів залежно від концентрації CO₂ або температури.
- Селективне включення зон — подача повітря тільки туди, де знаходяться люди.
- Режим нічного зниження споживання — зменшення обертів у неробочі години.
- Адаптивні алгоритми

- Навчання системи поведінці користувачів
- Прогнозування потреби вентиляції на основі історичних даних
- Оптимізація роботи рекуператора
- Захисні алгоритми
- Аварійне відключення при перевищенні критичних температур
- Запобігання обмерзанню рекуператора
- Сигналізація про несправності

Приклади реалізації:

- Житлові будинки — автоматичне регулювання подачі повітря у спальні та вітальні залежно від присутності мешканців.
- Офісні приміщення — зональна вентиляція із датчиками CO₂ для економії енергії.
- Промислові об'єкти — рекуператори тепла та адаптивне управління витяжними системами у цехах.

Переваги та недоліки автономної автоматики

Переваги:

- Зниження енергоспоживання
- Підвищення комфорту для користувачів
- Мінімізація впливу людини на процес

Недоліки:

- Висока початкова вартість обладнання
- Залежність від точності та якості датчиків
- Необхідність налаштування під специфіку приміщення

Енергетичний ефект та економічна оцінка

Автономні системи дозволяють зменшити споживання електроенергії вентиляторами та опаленням, покращуючи коефіцієнт енергетичної ефективності будівлі.

Основні методи оцінки:

- Порівняння роботи вентиляційної системи у ручному та автоматичному режимах
- Аналіз витрат на електроенергію
- Визначення окупності впровадження автоматизації

Перспективи розвитку:

- Інтеграція з IoT та "розумними будинками"
- Використання штучного інтелекту для прогнозування мікроклімату
- Розробка автономних систем для великих промислових об'єктів

5.4. Висновки

Автономно-ощадлива автоматика вентиляції дозволяє поєднати комфорт, безпеку та енергоефективність. Використання датчиків, адаптивних алгоритмів та рекуперації тепла забезпечує економію енергоресурсів без погіршення мікроклімату. Впровадження таких систем є перспективним напрямком розвитку сучасних будівель та промислових об'єктів.

5.5. Управління вентустановкою з рекуперацією

Автономна робота вентобладнання забезпечується логіко-автоматизаційною конструкцією на основі шафи управління. Здійснюється управління вентиляційною установкою з гліколієвим рекуператором, нагрівачем з електричним живленням, реверсивним фреоновим теплообмінником, вентиляторами зі 100% резервуванням на притоці та витяжці, заслінками робочих/резервних вентиляторів, заслінками на повітрозаборі та викиді, фільтрами з різними класами фільтрації.

Алгоритм управління:

Увімкнувши автоматизоване управління клавішою «Запуск», контролер Carel здійснює обробку та аналіз інформації з датчиків та задає оптимальний режим роботи, наступним чином.

Спочатку відкриваються заслінки D2, D1, D3.1, D5.1 за допомогою електроприводів Belimo (D2 – заслінка витяжки, D1 – заслінка притоку, D3.1 – заслінка основного вентилятора притоку, D5.1 – заслінка основного вентилятора витяжки). Потім вмикаються основні вентилятори M1.1 – припливу, M2.1 – витяжки. Далі реле перепаду тиску PD3 фіксує показники створюваного тиску припливного вентилятора та дає:

- дозвіл на включення гліколієвого рекуператора, а саме запуску насоса M5, регулювання теплового потоку трьох-ходовим клапаном SM5
- дозвіл на включення електричного нагрівача EK1
- дозвіл на включення фреонового теплообмінника K1 в режимі нагрів

Пріоритет догріву EK1 або K1 програмується згідно технічного завдання.

Пресостати PD1.1, PD1.2, PD1.3, PD2 контролюють забрудненість відповідних фільтрів.

Датчик TE1 вимірює температуру зовнішнього повітря, датчик TE2 вимірює температуру після гліколієвого рекуператора по лінії витяжки, датчик TE3 вимірює температуру зворотнього теплоносія, датчик TE5 вимірює температуру нагріву після електричного калорифера, датчик TE5 вимірює температуру припливного повітря в приміщення, датчик TE6 вимірює температуру витяжного повітря з приміщення.

6. Економіка будівництва

Оцінка вартості:

Метою оцінки вартості є прогнозування вартості проекту до його фактичного будівництва. Оцінка вартості – це метод наближеного визначення ймовірної вартості проекту до його будівництва. Точна вартість проекту відома після завершення проекту. Оцінка вартості готується на різних етапах протягом життєвого циклу проекту на основі інформації, доступної під час підготовки кошторису. Як правило, для будь-якого будівельного проекту задіяні три сторони, а саме: власник, фахівці з проектування та фахівці з будівництва. У деяких випадках фахівці з проектування та будівництва працюють з однієї компанії або утворюють команду через спільне підприємство для надання послуг власнику в рамках проекту. Кожна сторона, залучена до проекту, несе відповідальність за оцінку витрат на різних етапах проекту. Рання оцінка допомагає власнику вирішити, чи є проект доступним у межах наявного бюджету, водночас задовольняючи цілі проекту. Для оцінки вартості структура розподілу робіт (WBS) служить важливою основою для організованого збору даних про вартість проекту та підготовки кошторисів на різних рівнях. Це метод, який передбачає ієрархічне розподілення проекту на різні робочі елементи на послідовних рівнях та визначає взаємозв'язки між ними. Для підготовки кошторисів витрат кошторисник виконує об'ємний розрахунок для кількісної оцінки кожного елемента робіт, переглядаючи креслення та специфікації контракту. При оцінці вартості об'ємний розрахунок є важливим завданням, яке виконується перед встановленням ціни на кожен елемент робіт, а кількості повинні бути представлені в стандартних одиницях вимірювання. Перед тим, як подавати заявку на проект, кошторисник (разом зі своєю групою) будівельної фірми повинен визначити загальну вартість проекту відповідно до контрактних документів, що складаються з креслень, специфікацій та всіх інших технічних документів і вимог. Загальна вартість проекту складається з двох компонентів, а саме

прямих витрат та непрямих витрат. Прямі витрати включають вартість матеріалів, обладнання та праці, пов'язаних з кожним елементом робіт, а також вартість.

Роботи, виконані субпідрядом. Непрямі витрати – це витрати, які не пов'язані з кожним елементом робіт, а ці витрати розраховуються для всіх будівельних робіт і включають накладні витрати (як накладні витрати офісу на проект або будівельного майданчика, так і загальні накладні витрати головного офісу), непередбачені витрати, тобто вартість будь-яких непередбачених робіт, та прибуток. Важливо точно оцінити всі складові вартості проекту перед поданням заявок. Вартість матеріалів для кожного елемента робіт можна розрахувати, помноживши необхідну кількість матеріалів на його ціну за одиницю. Кількість матеріалів, що витрачаються, або кількість матеріалів для елемента робіт можна легко розрахувати, використовуючи інформацію з креслень та специфікацій контракту. Поточну ціну за одиницю матеріалів можна отримати від постачальників матеріалів. Крім того, кошторисник повинен додати певний відсоток за втрати матеріалів під час розрахунку вартості матеріалів. Вартість обладнання складається з двох компонентів, а саме: вартості володіння та експлуатаційних витрат. Як правило, вартість обладнання виражається погодинно. Як уже згадувалося (у Модулі 4), заробітна плата оператора обладнання, яка варіюється від проекту до проекту, зазвичай розраховується як окрема категорія витрат і додається до інших компонентів експлуатаційних витрат на обладнання. Процедура розрахунку погодинної вартості обладнання вже викладена в Лекції 1 та Лекції 2 Модуля 4. Погодинна вартість обладнання та коефіцієнт виробництва обладнання використовуються для розрахунку собівартості одиниці продукції обладнання. Коефіцієнт виробництва обладнання залежить від його номінальної потужності, тривалості виробничого циклу, ефективності, а також від умов на робочому місці. Вартість робочої сили залежить від продуктивності робітників, яка змінюється залежно від характеру роботи. Продуктивність праці робітників залежить від різних факторів, а саме від їхньої кваліфікації,

кількості робочих годин на день, нагляду, характеру роботи, умов на робочому місці тощо. Частина роботи, яку мають виконати робітники, можна дізнатися з проектної документації, тобто з договірних креслень та специфікацій. Вартість робочої сили зазвичай виражається на погодинній основі. Для розрахунку вартості матеріалів, обладнання та робочої сили також можна використовувати історичні дані з минулих проектів. Для підрядників розрахована ціна пропозиції (сума прямих та непрямих витрат) для проекту повинна бути збалансована з відповідною нормою прибутку таким чином, щоб ціна пропозиції була достатньо низькою, щоб укластися в бюджет замовника та виграти тендер, і водночас вона повинна бути достатньо високою, щоб завершити проект з очікуваним прибутком.

Види оцінок

Як уже зазначалося, існують різні типи кошторисів, які готуються на різних етапах життєвого циклу проекту, починаючи від початкових фаз до його завершальної фази, на основі інформації, доступної на момент підготовки кошторисів. Діапазон очікуваної точності більший у кошторисах, які готуються на початкових етапах, і він звужується в міру просування проекту з наявністю більш детальної інформації та підвищенням рівня визначення проекту. Окрім параметрів проекту, ступінь точності кошторису також залежить від досвіду, здібностей та судження оцінювача. Кошторис вартості будівництва загалом класифікується на два типи: приблизні кошториси та детальні кошториси. Приблизні кошториси готуються на початкових етапах життєвого циклу проекту. Ці кошториси також відомі як попередні, бюджетні або порядкові кошториси та готуються для визначення попередньої вартості проекту. За приблизними кошторисами вартості власник проекту може дізнатися, чи можна реалізувати проект у межах наявного бюджету. Залежно від місця розташування, умов ділянки, типу конструкції тощо, для проекту може бути більше одного альтернативного варіанту. Кошторисник може визначити приблизну вартість різних альтернативних варіантів проекту,

отримавши попередню проектну інформацію від проектувальника, та може знайти економічно вигідну альтернативу, яка є доступною в межах наявного бюджету на проект.

Детальний кошторис готується відповідно до повного комплексу договірних документів. Як уже зазначалося, підрядники готують детальний кошторис перед поданням заявки на проект, ретельно переглядаючи договірні документи. Може знадобитися відвідування об'єкта проекту персоналом підрядника, щоб визначити параметри, які можуть вплинути на вартість проекту, і відповідно, кошторис може бути скоригований. Детальний кошторис, що показує ціну пропозиції проекту, важливий як для власника проекту, так і для підрядника, оскільки ціна пропозиції являє собою суму, яку підрядник отримає від власника за виконання проекту відповідно до договірних документів. Різні типи кошторисів, які готуються на різних етапах проекту, описані нижче.

Оцінки під час концептуального планування:

Цей кошторис готується на самому початковому етапі, тобто під час етапу концептуального планування проекту. Він базується на невеликій кількості інформації та на загальних параметрах, а саме: розмірі проекту, місці розташування та умовах будівельного майданчика, а також очікуваній якості будівництва проекту в цілому. Розмір проекту може бути виражений його місткістю, а саме кількістю кімнат у гуртожитку, кількістю ліжок у лікарні, довжиною (км) автомагістралі тощо. Власник проекту надає достатню інформацію для визначення обсягу проекту, і цей обсяг проекту формує основу, на якій готується концептуальний кошторис. Цей кошторис готується для встановлення попереднього бюджету проекту та відповідно до нього може бути організовано фінансування проекту. Ступінь точності цього кошторису є найнижчим серед усіх кошторисів, що готуються на різних етапах проекту.

Оцінки під час розробки схеми:

На цьому етапі проекту кошторис готується на основі попередньої проектної інформації разом із необхідною схематичною документацією. Проектувальник може включати різні альтернативні варіанти проектування, а кошторис готується для цих альтернативних варіантів проектування кошторисниками залежно від наявної інформації. Кошторисні оцінки різних альтернативних варіантів проектування переглядаються з урахуванням обсягу та бюджету проекту, а прийнятний(і) варіант(и), обраний(і) на цьому етапі, детально аналізується на наступному етапі проекту. Цей кошторис готується шляхом розрахунку вартості основних елементів проекту за одиничною ціною на основі доступної попередньої проектної інформації. Субпідрядників або постачальників матеріалів можуть попросити надати інформацію під час ціноутворення основних елементів проекту. Оскільки кошторис готується з використанням попередньої проектної інформації, до кошторису може бути додано резерв на непередбачені обставини, щоб врахувати невідомі деталі проекту. Зі збільшенням обсягу проекту очікуваний ступінь точності цього кошторису вищий порівняно з концептуальним кошторисом.

Оцінки під час розробки дизайну:

На етапі розробки проекту кошторис готується на основі більш детальної проектної інформації та схематичних документів. Завдяки покращеному рівню інформації, більшість основних пунктів проекту, а саме обсяг земляних робіт (м3), об'єм бетону (м3), вага сталі (тонни) тощо, можуть бути кількісно визначені, а вартість...

Кошторис готується з використанням відомих цін за одиницю. Детальну інформацію від субпідрядників або постачальників матеріалів слід отримати та використовувати для ціноутворення основних позицій проекту. На цьому етапі оцінюються всі визначені основні системи проекту, а саме: конструктивні системи (залізобетон проти конструкційної сталі), кладка (глиняні цегляні блоки проти бетонних кладок), пальовий фундамент (бетонна паля проти сталевий паля) тощо, а потім вартість кожної системи порівнюється

з вартістю, отриманою з попередніх аналогічних проектів. Елементи проекту, вартість яких занадто висока або занадто низька порівняно з попередніми даними, слід переглянути та відповідно скоригувати. Завдяки наявності детальної проектної інформації та покращеному визначенню системи, очікуваний ступінь точності цього кошторису вищий порівняно з кошторисом, підготовленим на етапі схематичного проектування проекту.

Оцінки під час закупівель (тобто оцінки на будівництво проекту):

На цьому етапі проекту кошторис готується на основі повного комплексу контрактних документів, які визначають проект. Підприємці, що подають заявки на участь у проекті, готують кошторис відповідно до контрактних документів, враховуючи передбачувану тривалість проекту. Як уже зазначалося в попередній лекції (Лекція-1 цього модуля), загальну вартість проекту можна розділити на дві категорії, а саме: прямі витрати та непрямі витрати. Прямі витрати включають вартість матеріалів, обладнання та праці, пов'язаних з кожним елементом робіт, та вартість робіт, виконаних субпідрядом. Непрямі витрати - це витрати, які не відносяться до кожного елемента робіт, а розраховуються для всього проекту та включають накладні витрати, непередбачені витрати та прибуток. Команда замовника також готує кошторис, щоб перевірити точність цінових пропозицій, зазначених підрядниками, та узгодити з підрядником розумну ціну. Оскільки цей кошторис готується відповідно до повного комплексу контрактних документів проекту, ступінь точності цього кошторису надзвичайно високий.

Кошториси на зміни замовлень під час будівництва:

Цей кошторис підготовлено з урахуванням змін в обсягу проекту, які вимагаються замовником під час етапу будівництва проекту.

Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-03
на Опалення
офісний центр

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 4909,848 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,54753 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 555,099 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,6 розряд

Складений за поточними цінами станом на "20 травня" 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати	в тому числі за- робітної плати	на одини- цю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 1. Опалення									
		БУДІВЕЛЬНІ РОБОТИ									
		Паркет									
1	KP7-2-4	Розбирання покриттів підлог з штучного паркету на мастиці	100м2	2,95	<u>9180,91</u> 9001,45	<u>179,46</u> 56,75	27084	26554	<u>530</u> 167	<u>92,8080</u> 0,4385	<u>273,78</u> 1,29
2	KP7-17-1 к дем.=0,8	(Демонтаж) Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	2,95	<u>7475,59</u> 7294,49	<u>157,86</u> 141,32	22053	21519	<u>466</u> 417	<u>68,4864</u> 1,1402	<u>202,03</u> 3,36
3	KP7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/ к дем.=0,8	(Демонтаж) На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	2,95	<u>524,34</u> 441,72	<u>82,62</u> 73,96	1547	1303	<u>244</u> 218	<u>4,1472</u> 0,5967	<u>12,23</u> 1,76
4	KP7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	2,95	<u>14038,60</u> 9118,11	<u>197,33</u> 176,65	41414	26898	<u>582</u> 521	<u>85,6080</u> 1,4252	<u>252,54</u> 4,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/	На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	2,95	<u>3000,37</u> 552,15	<u>103,27</u> 92,45	8851	1629	<u>305</u> 273	<u>5,1840</u> 0,7459	<u>15,29</u> 2,2
6	КР7-24-2	Улаштування покриття з штучного паркету без жилки на мастиці	100м2	2,95	<u>45366,77</u> 23636,93	<u>64,55</u> 57,78	133832	69729	<u>190</u> 170	<u>198,7800</u> 0,4662	<u>586,4</u> 1,38
7	С112-249	Паркет штучний з деревини дуба, ясеня, ільма, клена	м2	300,9	<u>813,26</u> -	<u>-</u> -	244710	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
8	КР7-31-1	Улаштування плінтусів дерев'яних	100м	1,03	<u>1788,87</u> 1776,59	<u>3,69</u> 3,30	1843	1830	<u>4</u> 3	<u>16,6800</u> 0,0266	<u>17,18</u> 0,03
9	С123-352 варіант 1	Плінтуси для підлог з дубу	м	106,09	<u>143,92</u> -	<u>-</u> -	15268	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
10	КР12-46-2	Покриття підлог лаком за 2 рази	100м2	3,0015	<u>5065,30</u> 3456,71	<u>1,84</u> 1,65	15203	10375	<u>6</u> 5	<u>24,9600</u> 0,0133	<u>74,92</u> 0,04
11	& С111-1664-1 варіант 1	Лак для паркету Synteko Pro	кг	73,75	<u>697,12</u> -	<u>-</u> -	51413	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
12	КБ11-31-1	Чавунні плити Демонтаж покриттів з чавунних плит на прошарку з піску	100м2	0,52	<u>582003,95</u> 12827,45	<u>855,57</u> 280,72	302642	6670	<u>445</u> 146	<u>117,3600</u> 2,1901	<u>61,03</u> 1,14
13	КР7-17-1 к дем.=0,8	(Демонтаж) Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	0,52	<u>7475,59</u> 7294,49	<u>157,86</u> 141,32	3887	3793	<u>82</u> 73	<u>68,4864</u> 1,1402	<u>35,61</u> 0,59
14	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/ к дем.=0,8	(Демонтаж) На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	0,52	<u>524,34</u> 441,72	<u>82,62</u> 73,96	273	230	<u>43</u> 38	<u>4,1472</u> 0,5967	<u>2,16</u> 0,31
15	КР7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	0,52	<u>14038,60</u> 9118,11	<u>197,33</u> 176,65	7300	4741	<u>103</u> 92	<u>85,6080</u> 1,4252	<u>44,52</u> 0,74
16	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/	На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	0,52	<u>3000,37</u> 552,15	<u>103,27</u> 92,45	1560	287	<u>54</u> 48	<u>5,1840</u> 0,7459	<u>2,7</u> 0,39
17	КБ11-31-1	Улаштування покриттів з чавунних плит на прошарку з піску /старі плити/	100м2	0,52	<u>20224,80</u> 12827,45	<u>855,57</u> 280,72	10517	6670	<u>445</u> 146	<u>117,3600</u> 2,1901	<u>61,03</u> 1,14
18	КР20-40-1	Навантаження сміття вручну	1 т	5,015	<u>189,71</u> 189,71	<u>-</u> -	951	951	<u>-</u> -	<u>1,9560</u> -	<u>9,81</u> -
19	С311-30-М	Перевезення сміття до 30 км	т	5,015	<u>294,75</u> -	<u>294,75</u> 54,67	1478	-	<u>1478</u> 274	<u>-</u> 0,4110	<u>-</u> 2,06
20	КР15-90-1	МОНТАЖНІ РОБОТИ Установлення опалювальних радіаторів чавунних	100кВт	0,51576	<u>19148,79</u> 16648,84	<u>1414,77</u> 460,89	9876	8587	<u>730</u> 238	<u>154,3560</u> 2,9820	<u>79,61</u> 1,54
21	& С130-555-2	Радіатори опалювальні чавунні Bohemia 800	секція	230	<u>2765,31</u> -	<u>-</u> -	636021	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	& C130-555-3	Радіатори опалювальні чавунні Bohemia 450	секція	147	<u>1646,34</u>	-	242012	-	-	-	-
23	& C130-485-1-2 варіант 1	Ніжки для чавунного радіатору Bohemia 800	компл	13	<u>64,95</u>	-	844	-	-	-	-
24	& C130-485-1-2 варіант 2	Ніжки для чавунного радіатору Bohemia 450	компл	6	<u>33,33</u>	-	200	-	-	-	-
25	& C130-485-1-3	Кріплення на стіну для Bohemia	компл	2	<u>174,09</u>	-	348	-	-	-	-
26	C130-485-1	Кронштейни для кріплення радіаторів до цегляних та бетонних стін, довжина кронштейна 332 мм	100шт	0,13	<u>294,11</u>	-	38	-	-	-	-
27	KP15-90-2	Установлення опалювальних радіаторів сталевих	100кВт	0,381	<u>20333,03</u> 14978,89	<u>687,17</u> 223,86	7747	5707	<u>262</u> 85	<u>133,7520</u> 1,4484	<u>50,96</u> 0,55
28	& C130-557-1 варіант 1	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 600x1200	шт	2	<u>14389,59</u>	-	28779	-	-	-	-
29	& C130-557-1	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 600x1300	шт	3	<u>15001,59</u>	-	45005	-	-	-	-
30	& C130-557-2	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 500x1300	шт	3	<u>12835,77</u>	-	38507	-	-	-	-
31	& C130-557-2 варіант 1	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 500x1200	шт	1	<u>12518,55</u>	-	12519	-	-	-	-
32	& C130-557-3	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 500x2000	шт	2	<u>19640,23</u>	-	39280	-	-	-	-
33	& C130-557-3 варіант 1	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 500x1800	шт	1	<u>17841,97</u>	-	17842	-	-	-	-
34	& C130-557-4	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 300x1600	шт	2	<u>12084,00</u>	-	24168	-	-	-	-
35	& C130-557-5	Радіатори сталеві Kerמי 33 тип 300x1300	шт	1	<u>9955,59</u>	-	9956	-	-	-	-
36	KP15-122-4	Зашивка радіаторів в ніші декоративним кожухом	грати	15	<u>650,56</u> 556,37	<u>20,80</u> 1,12	9758	8346	<u>312</u> 17	<u>4,9680</u> 0,0094	<u>74,52</u> 0,14
37	& C130-59-24-1 варіант 1	Декоративний кожух металевий (перфорований захисний екран)	м2	30	<u>2793,28</u>	-	83798	-	-	-	-
38	KP15-90-3	Установлення опалювальних конвекторів	100кВт	0,70205	<u>23846,09</u> 22599,72	<u>573,99</u> 186,99	16741	15866	<u>403</u> 131	<u>196,8960</u> 1,2098	<u>138,23</u> 0,85

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	& C130-422-1	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x1600	шт	19	<u>35211,57</u>	-	669020	-	-	-	-
40	& C130-422-2	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x1800	шт	12	<u>38843,76</u>	-	466125	-	-	-	-
41	& C130-422-3	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x2000	шт	2	<u>43236,55</u>	-	86473	-	-	-	-
42	& C130-422-4	Конвектор настінний MINIB COIL-NW170-232-2000	шт	2	<u>28017,23</u>	-	56034	-	-	-	-
43	& C130-422-5	Конвектор настінний MINIB COIL-NW170-232-1500	шт	1	<u>24850,27</u>	-	24850	-	-	-	-
44	& C130-422-7	Конвектор настінний MINIB-NU2-116-348-1250	шт	1	<u>13696,63</u>	-	13697	-	-	-	-
45	& C130-422-6	Конвектор настінний MINIB-NU2-116-348-900	шт	1	<u>11486,61</u>	-	11487	-	-	-	-
46	& C113-2301-6	Компресійний фітинг для металевої труби d15 3P 1/2"	шт	42	<u>189,94</u>	-	7977	-	-	-	-
47	& C113-2301-7	Г-подібна з'єднувальна трубка для підключення до опалювальних пристроїв Rehau Rautitan 16x500	шт	21	<u>470,27</u>	-	9876	-	-	-	-
48	& C113-2301-7	Г-подібна з'єднувальна трубка для підключення до опалювальних пристроїв Rehau Rautitan 16x1000	шт	21	<u>529,77</u>	-	11125	-	-	-	-
49	KM11-30-1	Прилади, що встановлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	74	<u>140,28</u> 66,93	-	10381	4953	-	<u>0,5400</u>	<u>39,96</u>
50	& C113-2301-1	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, прямий	шт	13	<u>1301,57</u>	-	16920	-	-	-	-
51	& C113-2301-2	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, кутовий	шт	23	<u>1301,57</u>	-	29936	-	-	-	-
52	& C113-2301-3	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, осьовий	шт	38	<u>1301,57</u>	-	49460	-	-	-	-
53	KM11-30-1	Прилади, що встановлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	74	<u>140,28</u> 66,93	-	10381	4953	-	<u>0,5400</u>	<u>39,96</u>
54	& C113-2301-4	Запірний вентиль для відключення радіатора Danfoss DN 15 мм RLV-S, кутовий	шт	74	<u>356,20</u>	-	26359	-	-	-	-
55	KM11-30-1	Прилади, що встановлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	4	<u>140,28</u> 66,93	-	561	268	-	<u>0,5400</u>	<u>2,16</u>
56	& C113-2301-5	Термостатичний елемент Danfoss RA 2991	шт	4	<u>595,22</u>	-	2381	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
57	KP15-19-1	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 20 мм	100м	5,4	<u>8392,49</u> 8288,17	-	45319	44756	-	<u>67,9080</u>	<u>366,7</u>
58	KP15-19-2	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 25 мм	100м	2,3	<u>8767,78</u> 8649,93	-	20166	19895	-	<u>70,8720</u>	<u>163,01</u>
59	KP15-19-3	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 32 мм	100м	1,52	<u>9683,19</u> 9543,33	-	14718	14506	-	<u>78,1920</u>	<u>118,85</u>
60	KP15-19-4	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 40 мм	100м	2,8	<u>10337,11</u> 10162,86	-	28944	28456	-	<u>83,2680</u>	<u>233,15</u>
61	KP15-19-5	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 50 мм	100м	2,16	<u>10459,31</u> 10236,05	-	22592	22110	-	<u>85,1160</u>	<u>183,85</u>
62	& C1530-63-3	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d16x2,2	м	310	<u>65,93</u>	-	20438	-	-	-	-
63	& C1530-63-4	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d20x2,8	м	230	<u>84,41</u>	-	19414	-	-	-	-
64	& C1530-63-5	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d25x3,5	м	230	<u>134,83</u>	-	31011	-	-	-	-
65	& C1530-63-6	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d32x4,4	м	152	<u>194,70</u>	-	29594	-	-	-	-
66	& C1530-63-7	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d40x5,5	м	280	<u>409,28</u>	-	114598	-	-	-	-
67	& C1530-63-8	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d50x6,9	м	216	<u>527,81</u>	-	114007	-	-	-	-
68	& C113-1078-1	Трійник REHAU RAUTITAN 20x16x16	шт	14	<u>144,39</u>	-	2021	-	-	-	-
69	& C113-1078-2	Трійник REHAU RAUTITAN 16x20x16	шт	2	<u>144,39</u>	-	289	-	-	-	-
70	& C113-1078-3	Трійник REHAU RAUTITAN 20x16x20	шт	6	<u>205,59</u>	-	1234	-	-	-	-
71	& C113-1078-4	Трійник REHAU RAUTITAN 20x20x16	шт	4	<u>205,74</u>	-	823	-	-	-	-
72	& C113-1078-5	Трійник REHAU RAUTITAN 25x16x20	шт	10	<u>227,22</u>	-	2272	-	-	-	-
73	& C113-1078-6	Трійник REHAU RAUTITAN 25x16x25	шт	16	<u>232,32</u>	-	3717	-	-	-	-
74	& C113-1078-7	Трійник REHAU RAUTITAN 20x25x16	шт	2	<u>228,92</u>	-	458	-	-	-	-
75	& C113-1078-8	Трійник REHAU RAUTITAN 32x16x25	шт	10	<u>1090,11</u>	-	10901	-	-	-	-
76	& C113-1078-9	Трійник REHAU RAUTITAN 32x16x32	шт	16	<u>474,71</u>	-	7595	-	-	-	-
77	& C113-1078-10	Трійник REHAU RAUTITAN 40x32x32	шт	2	<u>1061,37</u>	-	2123	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78	& C113-1078-11	Трійник REHAU RAUTITAN 40x20x40	шт	18	<u>1061,36</u>	-	19104	-	-	-	-
79	& C113-1078-12	Трійник REHAU RAUTITAN 25x25x16	шт	4	<u>354,49</u>	-	1418	-	-	-	-
80	& C113-1078-13	Трійник REHAU RAUTITAN 20x25x20	шт	2	<u>264,39</u>	-	529	-	-	-	-
81	& C113-1078-14	Трійник REHAU RAUTITAN 40x20x32	шт	6	<u>1350,34</u>	-	8102	-	-	-	-
82	& C113-1078-15	Трійник REHAU RAUTITAN 50x50x50	шт	8	<u>1541,69</u>	-	12334	-	-	-	-
83	& C113-1078-16	Трійник REHAU RAUTITAN 50x20x50	шт	4	<u>1423,04</u>	-	5692	-	-	-	-
84	& C113-1078-17	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d16	шт	136	<u>136,23</u>	-	18527	-	-	-	-
85	& C113-1078-18	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d20	шт	28	<u>178,43</u>	-	4996	-	-	-	-
86	& C113-1078-19	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d25	шт	36	<u>261,66</u>	-	9420	-	-	-	-
87	& C113-1078-20	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d32	шт	44	<u>419,46</u>	-	18456	-	-	-	-
88	& C113-1078-21	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d40	шт	26	<u>718,58</u>	-	18683	-	-	-	-
89	& C113-1078-22	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d50	шт	34	<u>1423,90</u>	-	48413	-	-	-	-
90	& C113-1078-23	Муфта з'єднувальна рівнопрохідна REHAU RAUTITAN 40	шт	36	<u>522,20</u>	-	18799	-	-	-	-
91	& C113-1078-24	Муфта з'єднувальна рівнопрохідна REHAU RAUTITAN 50	шт	34	<u>767,00</u>	-	26078	-	-	-	-
92	& C113-1078-25	З'єднувач REHAU RAUTITAN d16x1/2" 3P	шт	136	<u>171,99</u>	-	23391	-	-	-	-
93	& C113-1078-26	З'єднувач REHAU RAUTITAN d16x1/2" BP	шт	6	<u>171,99</u>	-	1032	-	-	-	-
94	& C113-1078-27	З'єднувач REHAU RAUTITAN d25x1/2" BP	шт	2	<u>269,21</u>	-	538	-	-	-	-
95	& C113-1078-28	З'єднувач REHAU RAUTITAN d32x1" 3P	шт	2	<u>357,34</u>	-	715	-	-	-	-
96	& C113-1078-29	З'єднувач REHAU RAUTITAN d40x1 1/4" 3P	шт	4	<u>656,21</u>	-	2625	-	-	-	-
97	& C113-1078-30	З'єднувач REHAU RAUTITAN d50x1 1/2" 3P	шт	4	<u>806,15</u>	-	3225	-	-	-	-
98	& C113-1078-31	Перехід REHAU RAUTITAN 32x25	шт	2	<u>143,80</u>	-	288	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
99	& C113-1078-32	Перехід REHAU RAUTITAN 20x16	шт	24	<u>66,45</u>	-	1595	-	-	-	-
100	& C113-1078-33	Перехід REHAU RAUTITAN 50x40	шт	6	<u>628,77</u>	-	3773	-	-	-	-
101	& C113-1078-34	Перехід REHAU RAUTITAN 40x32	шт	2	<u>248,42</u>	-	497	-	-	-	-
102	& C113-1078-35	Перехід REHAU RAUTITAN 50x25	шт	6	<u>533,86</u>	-	3203	-	-	-	-
103	& C113-1873-1	Кран кульовий з американкою 1 1/4"	шт	4	<u>1089,83</u>	-	4359	-	-	-	-
104	& C113-1873-2	Кран кульовий з американкою 1 1/2"	шт	4	<u>1434,08</u>	-	5736	-	-	-	-
105	& C113-1873-3	Кран кульовий з американкою 1"	шт	2	<u>612,98</u>	-	1226	-	-	-	-
106	KP15-19-5	Прокладання фіксуючого жолобу діаметром 50 мм	100м	0,32	<u>10459,31</u>	-	3347	3276	-	<u>85,1160</u>	<u>27,24</u>
107	& C1530-63-10	Фіксуючий жолоб на трубу REHAU RAUTITAN d50	м	32	<u>105,19</u>	-	3366	-	-	-	-
108	KP15-85-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих електрозварних труб діаметром до 40 мм	100м	0,9	<u>17259,22</u>	<u>1731,28</u>	15533	13747	<u>1558</u>	<u>125,1480</u>	<u>112,63</u>
					<u>15274,31</u>	<u>192,25</u>			<u>173</u>	<u>1,4542</u>	<u>1,31</u>
109	& C130-1192-1	Сталеві електрозварні труби DN 40	м	36	<u>167,39</u>	-	6026	-	-	-	-
110	& C130-1192-2	Сталеві електрозварні труби DN 32	м	36	<u>153,62</u>	-	5530	-	-	-	-
111	& C130-1192-3	Сталеві електрозварні труби DN 25	м	18	<u>110,86</u>	-	1995	-	-	-	-
112	& C1630-128-1	Кутик 90 під зварку DN 40	шт	20	<u>72,49</u>	-	1450	-	-	-	-
113	& C1630-128-2	Кутик 90 під зварку DN 32	шт	20	<u>54,78</u>	-	1096	-	-	-	-
114	& C1630-128-3	Кутик 90 під зварку DN 25	шт	12	<u>47,59</u>	-	571	-	-	-	-
115	& C1630-128-4	Трійник під зварку 40x40x20	шт	2	<u>73,19</u>	-	146	-	-	-	-
116	& C1630-128-5	Трійник під зварку 32x32x15	шт	2	<u>62,68</u>	-	125	-	-	-	-
117	& C1630-128-6	Трійник під зварку 25x25x15	шт	2	<u>54,38</u>	-	109	-	-	-	-
118	& C1630-128-7	З'єднувач під зварку d25x1" BP	шт	2	<u>15,33</u>	-	31	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119	& C1630-128-8	З'єднувач під зварку d32x1 1/4" ВР	шт	2	<u>18,66</u>	-	37	-	-	-	-
120	& C1630-128-9	З'єднувач під зварку d40x1 1/2" ВР	шт	2	<u>27,06</u>	-	54	-	-	-	-
121	& C1630-128-10	З'єднувач під зварку d15x1/2" ВР	шт	6	<u>7,91</u>	-	47	-	-	-	-
122	& C1630-128-11	Перехід під зварку 40x32	шт	4	<u>21,43</u>	-	86	-	-	-	-
123	& C1630-128-12	Перехід під зварку 40x25	шт	2	<u>25,59</u>	-	51	-	-	-	-
124	& C1630-118-1	Автоматичний повітроспускник 1/2"	шт	14	<u>356,94</u>	-	4997	-	-	-	-
125	KP15-30-1	Гідравлічне випробування трубопроводів системи водопроводу, гарячого водопостачання та опалення діаметром до 50 мм	100м	0,9	<u>2028,58</u> 1950,69	-	1826	1756	-	<u>13,4160</u>	<u>12,07</u>
126	KP12-54-4	Фарбування металевих ґрат, рам, труб діаметром менше 50 мм тощо білилом з додаванням колера за 2 рази	100м2	0,132	<u>19564,20</u> 16633,38	<u>1,84</u> 1,65	2582	2196	-	<u>146,6400</u> 0,0133	<u>19,36</u>
127	KP19-21-1	Ізоляція трубопроводів трубками зі спіненого каучуку, поліетилену	100м	15,08	<u>5362,97</u> 5362,97	-	80874	80874	-	<u>47,2800</u>	<u>712,98</u>
128	& C114-98-1	Теплоізоляція на труби K-flex 18x9	м	316,82	<u>24,68</u>	-	7819	-	-	-	-
129	& C114-98-2	Теплоізоляція на труби K-flex 22x9	м	235,06	<u>33,07</u>	-	7773	-	-	-	-
130	& C114-98-3	Теплоізоляція на труби K-flex 28x9	м	235,06	<u>42,78</u>	-	10056	-	-	-	-
131	& C114-98-4	Теплоізоляція на труби K-flex 35x9	м	173,74	<u>50,49</u>	-	8772	-	-	-	-
132	& C114-98-5	Теплоізоляція на труби K-flex 42x9	м	286,16	<u>55,36</u>	-	15842	-	-	-	-
133	& C114-98-6	Теплоізоляція на труби K-flex 45x9	м	36,792	<u>58,43</u>	-	2150	-	-	-	-
134	& C114-98-7	Теплоізоляція на труби K-flex 52x9	м	257,544	<u>80,92</u>	-	20840	-	-	-	-
135	& C130-1097-2	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d16	шт	380	<u>7,69</u>	-	2922	-	-	-	-
136	& C130-1097-3	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d20	шт	280	<u>7,69</u>	-	2153	-	-	-	-
137	& C130-1097-4	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d25	шт	280	<u>9,39</u>	-	2629	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
138	& C130-1097-5	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d32-35	шт	175	<u>9,40</u>	-	1645	-	-	-	-
139	& C130-1097-6	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d40-45	шт	340	<u>10,76</u>	-	3658	-	-	-	-
140	& C130-1097-7	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d50-52	шт	250	<u>11,10</u>	-	2775	-	-	-	-
141	& C111-1721-12	Стрічка самоклеюча для спінених теплоізоляційних матеріалів	м	2083	<u>17,97</u>	-	37432	-	-	-	-
142	& C111-1721-13	Клей K-flex	л	21,4	<u>674,82</u>	-	14441	-	-	-	-
143	KM12-790-1 в.в. п.2.12.1.2 к(труд)=1,25	Вентилі, засувки, клапани сталеві фланцеві запобіжні, пружинні одноважільні та двоважільні зворотні підймальні на умовний тиск до 2,5 МПа [25 кгс/см ²], діаметр умовного проходу 15-25 мм [електричний або електромагнітний привід]]	10 шт	0,1	<u>9364,48</u> 8658,72	<u>309,66</u> 112,85	936	866	<u>31</u> 11	<u>72,0000</u> 0,8364	<u>7,2</u> 0,08
144	KP15-97-1	Установлення гребінок пароводорозподільчих із сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу гребінок 108 мм	гребінка	1	<u>1955,31</u> 1867,40	<u>67,62</u> 14,64	1955	1867	<u>68</u> 15	<u>15,5280</u> 0,0974	<u>15,53</u> 0,1
145	C130-254	Розподільчий колектор DN 100 на 5 виходів DN 40 з повтроспускником, краном зливу води	комплект	1	<u>14082,29</u>	-	14082	-	-	-	-
146	C130-984	Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см ²], діаметр 65 мм	шт	2	<u>298,58</u>	-	597	-	-	-	-
147	& C1630-128-1-1	Американка латунна 1"	шт	1	<u>130,22</u>	-	130	-	-	-	-
148	& C1630-128-1-2	Перехід латунний 1"ВРх3/4"ЗР	шт	1	<u>26,52</u>	-	27	-	-	-	-
149	& C1630-128-1-3	Ніпель редукційний латунний 1"х3/4"	шт	1	<u>32,48</u>	-	32	-	-	-	-
150	КБ20-34-1	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних масою до 0,25 т	шт	2	<u>2118,97</u> 1672,29	<u>374,82</u> 144,64	4238	3345	<u>750</u> 289	<u>15,3000</u> 1,1668	<u>30,6</u> 2,33
		Разом прямі витрати по розділу 1					4666079	469509	<u>9091</u> 3550		<u>4079,8</u> 27,53
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					4666079				
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					4187479				
		всього заробітна плата, грн.					473059				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиборні витрати, грн. трудоємність в загальновиборних витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиборних витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					243769 440,2 82040 4909848				
		----- Всього по розділу 1					4909848				
		Разом прями витрати по кошторису					4666079	469509	9091 3550		4079,8 27,53
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиборні витрати, грн. трудоємність в загальновиборних витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиборних витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					4666079 4187479 473059 243769 440,2 82040 4909848				
		----- Всього по кошторису					4909848				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					4547,53 555099				

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-04
на опалення

Основа: креслення (специфікації) № відомості тощо
Кошторисна вартість 58,602 тис. грн.
Складений за поточними цінами станом на "20 травня" 2024 р.

№ Ч.ч.	Документ, що обґрунтовує ціну	Найменування і характеристика устаткування, меблів та інвентарю, маса одиниці устаткування	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Опалення						
1	& 2307-10763-1	Двоходовий клапан VS2 DN15 Danfoss; (маса=0,0015)	шт	1	5490,00	5490
2	& 2307-10763-2	Електропривід Danfoss AMV(E) 10 230B; (маса=0,015)	шт	1	19330,00	19330
3	& 1505-9007-2	Завіса теплова VTS E100 EC 220B; (маса=0,0275)	шт	2	15783,33	31567
		Разом по розділу 1				56387
		Транспортні та заготівельно-складські витрати				2215
		Всього по розділу 1				58602
		Разом				56387
		Транспортні та заготівельно-складські витрати				2215

Всього по кошторису

58602

Склав

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

Перевірів

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

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було проведено всебічне дослідження енергетичного стану адміністративної будівлі площею **2799,31 м²**, розташованої в Київській області. Встановлено, що будівля, зведена у 1980 році, мала критично низькі теплотехнічні показники. Аналіз базового енергетичного сертифіката показав, що об'єкт належав до **класу енергоефективності «Е»** (близько до «F»), з питомим енергоспоживанням близько **135 кВт·год/м²** на рік.

Виявлено, що основною причиною перевитрат енергії були значні втрати через зовнішню оболонку (стіни та вікна), що становили понад 70% загального теплового балансу. Відсутність механічної вентиляції та застаріла система освітлення не лише призводили до фінансових збитків, а й не забезпечували нормативних умов комфорту для працівників.

На основі детальних розрахунків у програмі *Audytor OZC* (згідно з ДБН В.2.6-31:2021) було розроблено проектні рішення щодо глибокої термомодернізації. Впроваджені заходи дозволили досягти наступних результатів:

- **Зовнішні стіни:** Завдяки доутепленню опір теплопередачі R зріс до **4,855 м²·К/Вт**, що на 21% перевищує мінімально допустиме значення для першої кліматичної зони (4,0 м²·К/Вт). Коефіцієнт теплопередачі U знизився до **0,206 Вт/м²·К**.

- **Суміщена покрівля:** Було досягнуто показника $R = \mathbf{7,283 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}}$, що забезпечило виняткову герметичність та теплову стабільність верхнього поверху.

- **Світлопрозорі конструкції:** Заміна вікон на сучасні енергоефективні склопакети дозволила встановити опір на рівні **0,98 м²·К/Вт**, що мінімізувало інфільтрацію повітря та радіаційні втрати тепла.

В роботі доведено, що лише утеплення конструкцій недостатньо для досягнення сучасного класу енергоефективності. Було запроєктовано:

- **Система опалення:** Впровадження двотрубної системи з покімнатним термостатичним регулюванням та автоматизацією теплового пункту дозволило скоротити споживання тепла на опалення з **980,5 тис. кВт·год** до **134,6 тис. кВт·год** на рік (економія 86%).

- **Вентиляція та кондиціонування:** Встановлено механічну припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла та VRF-систему охолодження. Попри збільшення витрат електроенергії на приводи вентиляторів (до 20,9 тис. кВт·год), загальний енергетичний баланс покращився за рахунок повернення тепла витяжного повітря.

- **Освітлення:** Повна заміна світильників на LED-технології дозволила знизити споживання електрики за цією статтею на **60%** (з 85,6 до 33,89 тис. кВт·год).

За результатами розробки підсумкового енергетичного сертифіката, будівля перейшла до **класу енергоефективності «В»**.

- **Кінцева енергія (EP):** Питоме споживання знизилося до **45,55 кВт·год/м²**.

- **Первинна енергія (PE):** Найважливішим показником є скорочення споживання первинної енергії до **126,4 кВт·год/м²**. Це свідчить про радикальне зменшення навантаження на національну енергосистему та використання природних копалин для генерації енергії для потреб об'єкта.

Досліджено екологічні наслідки модернізації, що є ключовим аспектом «Зеленого курсу» України.

- **Викиди CO₂:** Питомі викиди скоротилися з 115,1 кг/м² до **31,2 кг/м²**. У натуральному вираженні це становить запобігання викиду **234,8 тонн CO₂** щорічно.

· **Економіка викидів:** Розраховано пряму економію на екологічному податку (хоча наразі вона становить близько 7 тис. грн/рік через низьку ставку, стратегічно це захищає установу від майбутніх європейських вуглецевих зборів).

Економічний розрахунок, проведений за тарифами 2025 року для Київської області, показав:

· **Річна фінансова економія:** Сумарно становить **2 575 582 грн.**

· **Окупність:** Комплексний проект має середньостроковий період окупності, при цьому будівля стає повністю захищеною від майбутньої волатильності цін на енергоносії.

Запропонований у магістерській роботі комплекс заходів із термомодернізації дозволяє трансформувати застарілу адміністративну будівлю в сучасний енергонезалежний об'єкт. Результати підтверджують, що глибока реновація з фокусом на підвищення опору конструкцій вище нормативних значень та інтеграцію «розумних» інженерних систем є найбільш ефективним шляхом оновлення громадського будівництва в Україні.

Список літератури:

1	Office building deep energy retrofit: life cycle cost benefit analyses using cash flow analysis and multiple benefits on project level
2	Енергетична сертифікація будівель [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2010. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/325147281_Energeticna_sertifikacia_budivel .
3	Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19 .
4	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 .
5	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 .
6	Савйовський В. Термомодернізація будівель : навч. посіб. – Київ : Ліра-К, 2023. – 280 с. – ISBN 978-617-520-157-2.
7	A Multi-Facet Retrofit Approach to Improve Energy Efficiency of Existing Class of Single-Family Residential Buildings in Hot-Humid Climate Zones [Електронний ресурс] // Energies. – 2020. – Vol. 13, no. 5. – P. 1178. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/13/5/1178 .
8	Life Cycle Sustainability Assessment: An Index System for Building Energy Retrofit Projects [Електронний ресурс] // Buildings. – 2024. – Vol. 14, no. 9. – P. 2817. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2075-5309/14/9/2817 .
9	Energy Savings Results from Small Commercial Building Retrofits in the US [Електронний ресурс] // Energies. – 2021. – Vol. 14, no. 19. – P. 6207. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/14/19/6207 .
10	Study on Energy Efficiency of Retrofitting Existing Residential Buildings Based on System Dynamics Modeling [Електронний ресурс] // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, no. 11. – P. 6072. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/11/6072 .
11	Increasing the Market Value of Buildings Through Energy Retrofitting: A Comparison of Actual Retrofit Costs and Perceived Values [Електронний ресурс] // Buildings. – 2025. – Vol. 15, no. 3. – P. 376. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2075-5309/15/3/376 .
12	Cost-Effective Energy Retrofit Pathways for Buildings: A Case Study in Greece [Електронний ресурс] // Energies. – 2025. – Vol. 18, no. 15. – P. 4014. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/18/15/4014 .

13	· Retrofitting Existing Buildings to Improve Energy Performance [Електронний ресурс] // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, no. 2. – P. 666. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/2/666 .
14	A Review on Technical Challenges and Possibilities on Energy Efficient Retrofit Measures in Heritage Buildings [Електронний ресурс] // Energies. – 2022. – Vol. 15, no. 20. – P. 7472. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/1996-1073/15/20/7472 .
15	Енергоефективність громадських будівель державної власності [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/372197772_ENERGIEFEKTIVNIST_GROMADSKIH_BUDIVEL_DERZAVNOI_VLASNOSTI .
16	Installation for research of thermal conductivity of energy efficient heat insulation materials from vegetable origin [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2020. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/345735067_INSTALLATION_FOR_RESEARCH_OF_THERMAL_CONDUCTIVITY_OF_ENERGY_EFFICIENT_HEAT_INSULATION_MATERIALS_FROM_VEGETABLE_ORIGIN
17	Європейський досвід державного управління енергоефективністю та енергозбереженням у житлово-комунальному господарстві: уроки для сучасної України [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2021. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/351604526_Evropejskij_dosvid_derzavnogo_upravlinna_energoefektivnistu_ta_energozberezennam_u_zitlovo-komunalnomu_gospodarstvi_uroki_dla_sucasnoi_Ukraini .
18	Системи централізованого теплопостачання з інтеграцією відновлювальних джерел енергії [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/376681608_Sistemi_centralizovanogo_teplopostacanna_z_integracieu_vidnovluvalnih_dzerel_energii .
19	Енергоефективність у професійній підготовці майбутніх фахівців будівельного профілю [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2013. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/359485962_Energoefektivnist_u_profesijnij_pidgotovci_majbutnih_fahivciv_budivelnogo_profilu .
20	Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво») [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2025. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/391850615_Materiali_IV_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Green_Construction_Zelene_budivnictvo_Kiiv_13-14_travna_2025_r .
21	Енергетична незалежність сільських територій як пріоритетна модель розвитку: міжнародний та вітчизняний досвід [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2020. – Режим доступу:

	https://www.researchgate.net/publication/377089327_Energeticna_nezaleznist_sil_skih_teritorij_ak_prioritetna_model_rozvitku_miznarodnij_ta_vitciznanij_dosvid_red_kol .
22	ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення [Текст]. – Чинні від 2011-07-01. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 48 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27263 (дата звернення: 18.12.2025).
23	ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення [Текст]. – Чинні від 2019-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 72 с. (зі Зміною № 1). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82012 (дата звернення: 18.12.2025).
24	ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” 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 „Укрархбудінформ”, 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	Sugarman S. C. Testing and Balancing HVAC Air and Water Systems / Samuel C. Sugarman. – Lilburn : Fairmont Press, 2014. – 375 p.
36	McKew H. J. Air-Conditioning System Design Manual / Howard J. McKew. – Atlanta : ASHRAE, 2007. – 400 p.
37	Stanford III H. W. Analysis and Design of Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Systems / Herbert W. Stanford III, Adam F. Spach. – Boca Raton : CRC Press, 2019. – 446 p.
38	Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Oleksandr Shamykh, Olesia Kholodova. Synthesis of physical and mathematical model of energy-efficient microclimate management of rural area gym, taking into account indicators of comfort and air quality. Engineering for Rural Development 21-23.05.2025 Jelgava, LATVIA. Vol. 24 P. 706-715 (Scopus) https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2025/Papers/TF147.pdf
39	Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Oleksandr Shamykh, Serhii Rybachov, Olesia Kholodova. Improvement of microclimate control energy-saving systems at indoor sports facilities in rural areas. Engineering for Rural Development 21-23.05.2025 Jelgava, LATVIA. Vol. 24 P. 764-771 (Scopus) https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2025/Papers/TF156.pdf
40	Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітін А.С. Моделювання та алгоритм розрахунку параметрів системи регулювання мікроклімату приміщення з елементами штучного інтелекту / Ю.В. Човнюк, П.П. Чередніченко, А.С. Москвітін // Містобудування та територіальне планування – Випуск 79. – К.: КНУБА, 2022 – С. 446-462. – Режим доступу: http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/256543
41	Gruneberg S. L. Construction Economics: An Introduction. – London : Macmillan, 1997. – 290 p. – ISBN 978-1-349-13998-9.
42	Hillebrandt P. M. Economic Theory and the Construction Industry. 3rd ed. – London : Macmillan, 2000. – 226 p.
43	Ofori G. The Construction Industry: Aspects of Its Economics and Management. – Singapore : Singapore University Press, 1990. – 232 p.

Додаток А

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):

2799,31

Опалюваний об'єм, (м³):

8258,0

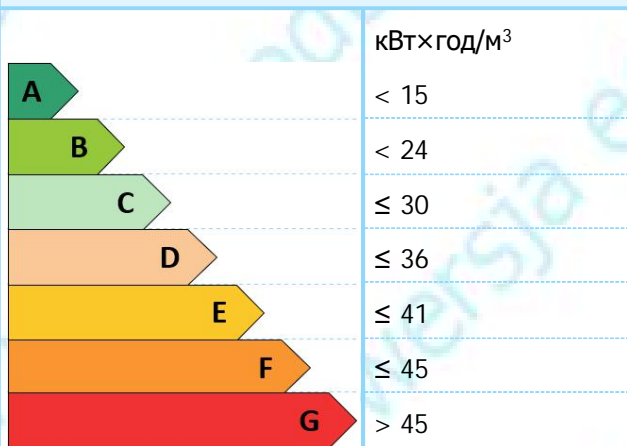
Кількість поверхів:

5

Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

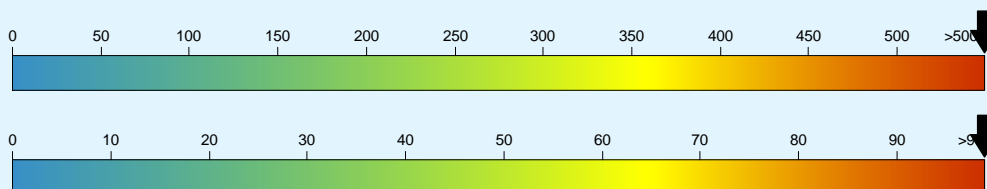
G

74,21

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

799,85



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

155,76

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):

2186,1

Загальний об'єм, (м³):

5766,9

Опалювана площа, (м²):

2799,31

Опалюваний об'єм, (м³):

8258,0

Кількість поверхів:

5

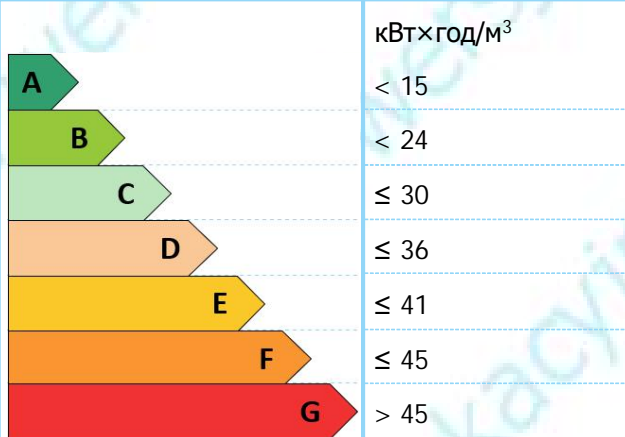
Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

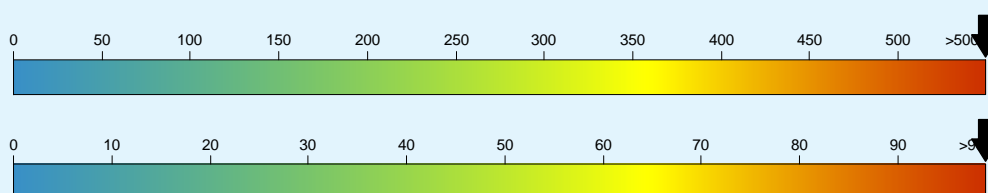
G

74,21

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

799,85



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

155,76

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

ВИД ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ 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

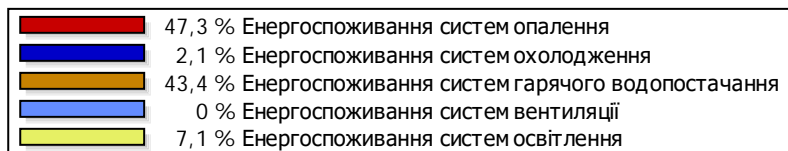
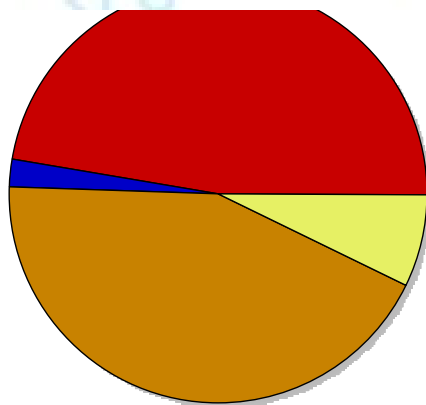
II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

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])	[57,02]	не встановлено
Питоме енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[74,21]	[30,00]
Питоме споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[211,74]	не встановлено
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	155,76	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			586,3	[71,00]
Енергоспоживання при охолодженні			33,5	4,06
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			537,5	[65,09]
Енергоспоживання при вентиляції			0,00	[0,00]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			88,54	[10,72]
УСЬОГО			1239	[150,02]



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

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):

2799,31

Опалюваний об'єм, (м³):

8258,0

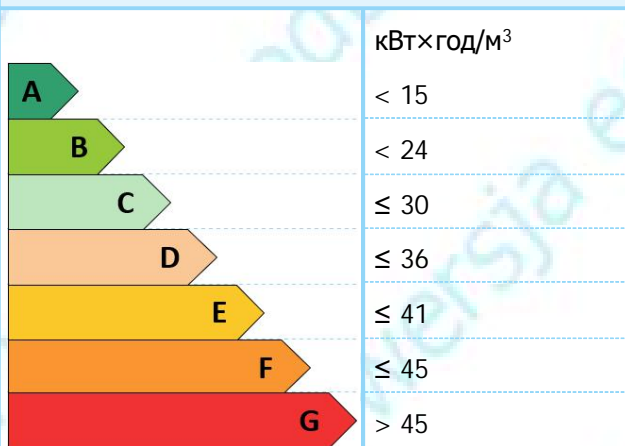
Кількість поверхів:

5

Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

20,36

B

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

272,12



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

51,19

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):

2186,1

Загальний об'єм, (м³):

5766,9

Опалювана площа, (м²):

2799,31

Опалюваний об'єм, (м³):

8258,0

Кількість поверхів:

5

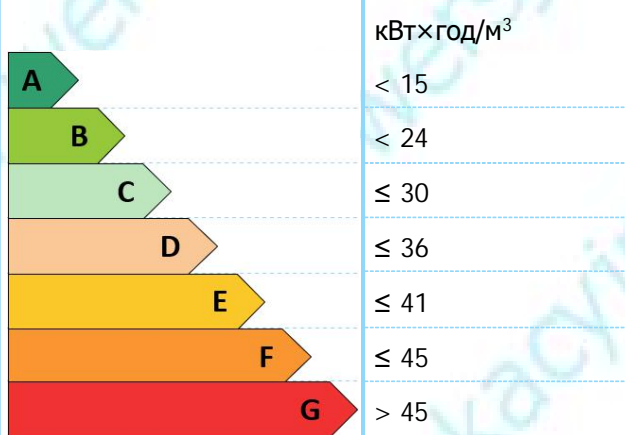
Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

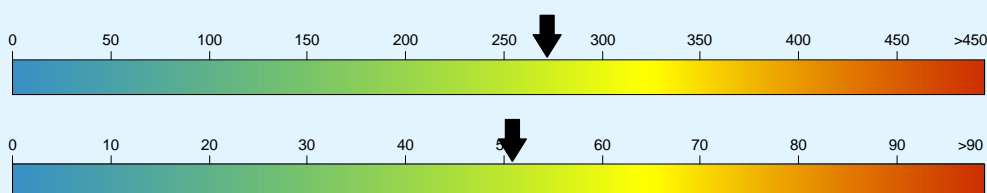
20,36

B

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

272,12



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

51,19

Дані енергоаудитора

Номер та дата реєстрації

I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

ВИД ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ 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

--

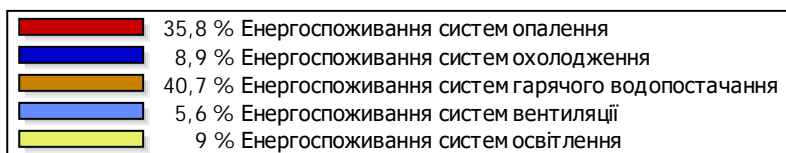
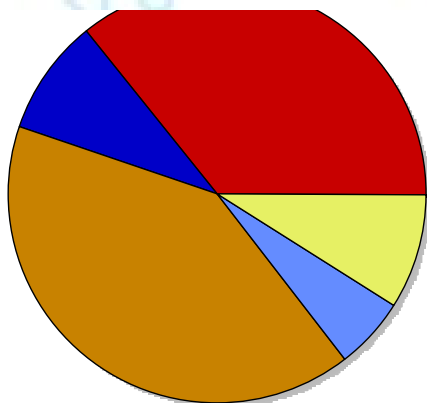
II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

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])	[23,07]	не встановлено
Питоме енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[20,36]	[30,00]
Питоме споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[72,04]	не встановлено
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	51,19	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			134,6	[16,30]
Енергоспоживання при охолодженні			26,49	[3,21]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			153,2	[18,55]
Енергоспоживання при вентиляції			20,90	[2,53]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			33,89	[4,10]
УСЬОГО			376,1	[45,55]



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

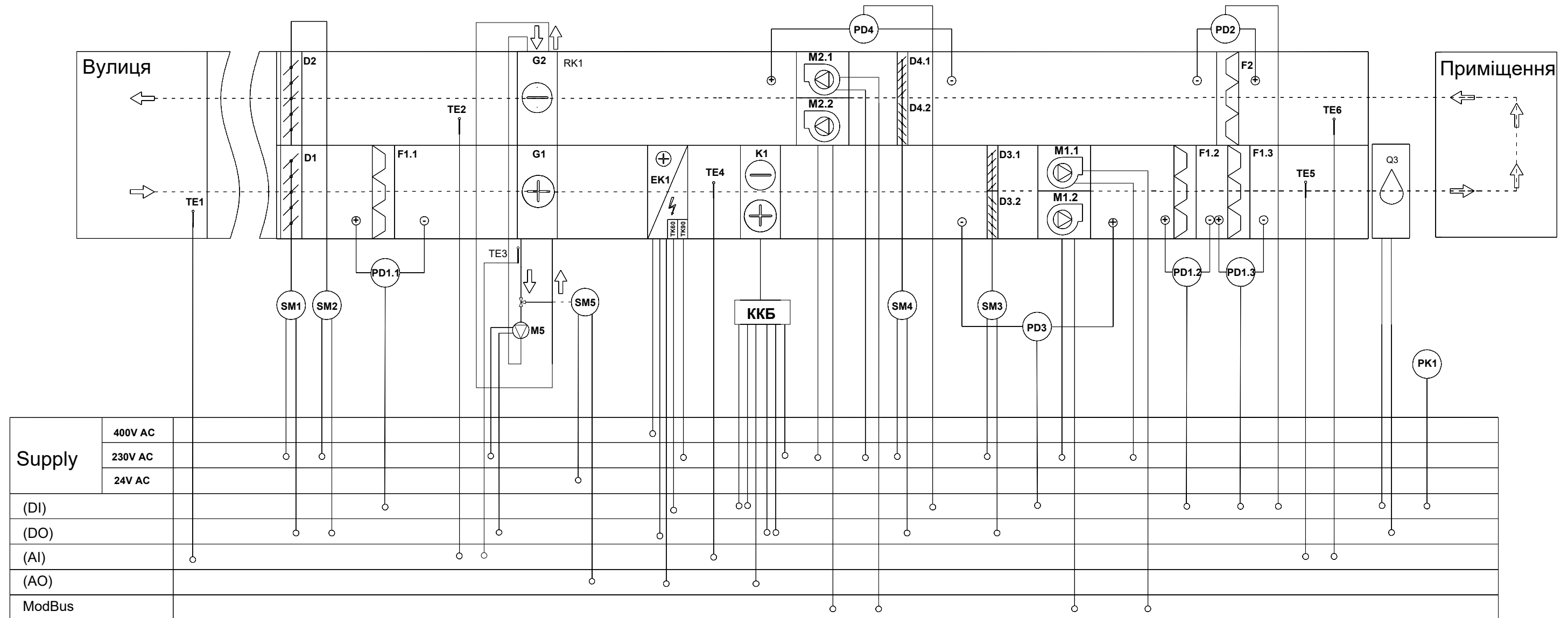
Системи постачання гарячої води

Системи освітлення

IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

Додаток Б

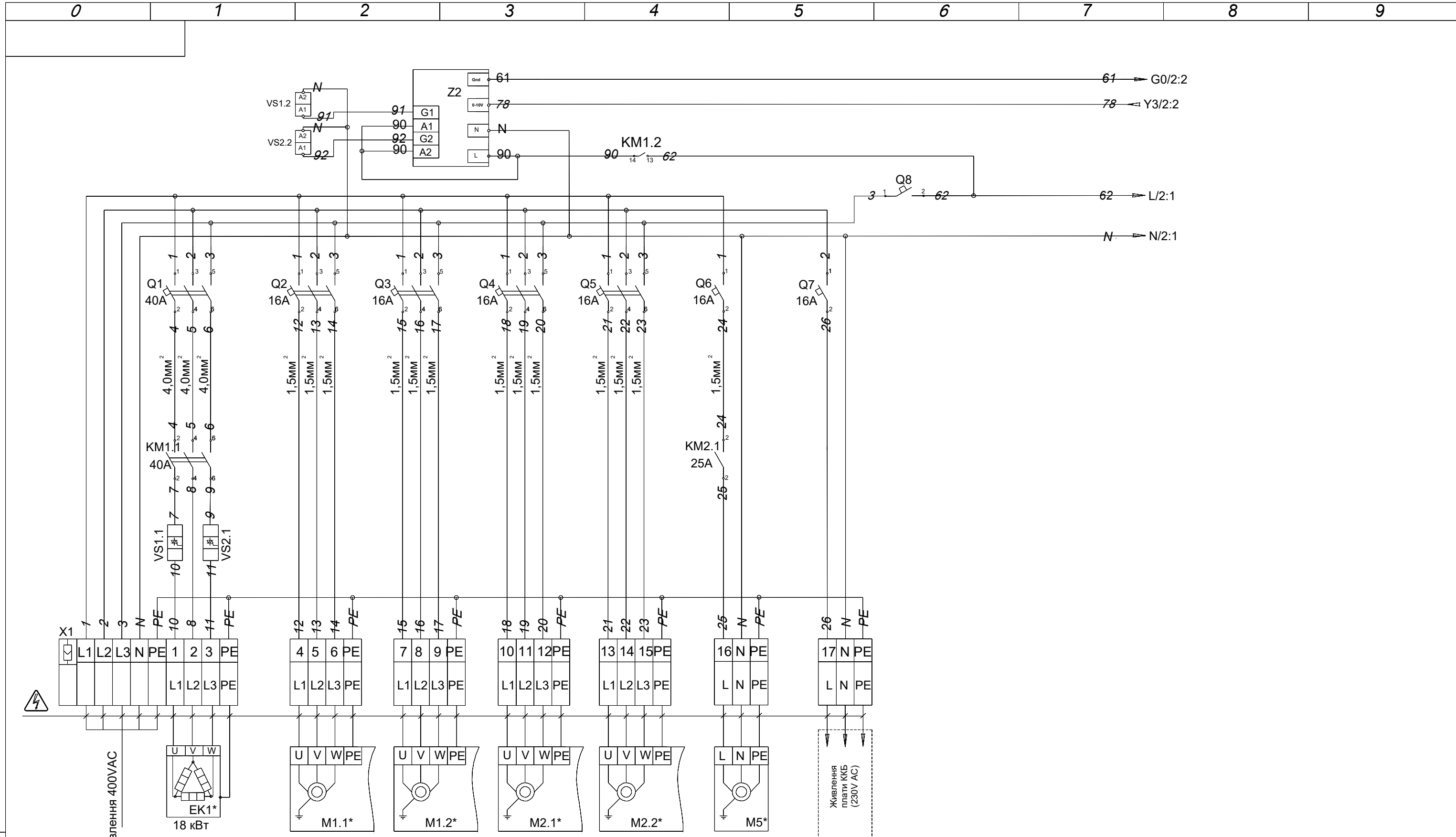
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА SR-E018-TH-G-3PECx2/3PECx2



Позначення	Найменування
D1	Заслінка припливного повітря
D2	Заслінка витяжного повітря
D3.1, D3.2	Заслінки резерву припливного вентилятора
D4.1, D4.2	Заслінки резерву витяжного вентилятора
F1.1-F1.3	Фільтри припливу
F2	Фільтр витяжки
M1.1, M1.2	Припливні вентилятори основний/резервний
M2.1, M2.2	Витяжні вентилятори основний/резервний
PD1.1-PD1.3	Реле перепаду тиску на фільтрах припливу
PD2	Реле перепаду тиску на фільтрі витяжки
PD3	Реле перепаду тиску на двигуні припливу
PD4	Реле перепаду тиску на двигуні витяжки
RK1	Рекуператор гліколевий
K1	ККБ
EK1	Ел.калорифер 1 ст
O3	Зволожувач

Позначення	Найменування	Тип
TE1	Датчик температури зовнішній	NTC
TE2	Датчик температури після рекуператора	NTC
TE3	Датчик темп. зворотнього теплоносія рекуператора	NTC
TE4	Датчик температури перед ККБ	NTC
TE5	Датчик температури притоку	NTC
TE6	Датчик температури в витяжному каналі	NTC
PK1	Контакт з пульта пожежної сигналізації	NC
SM1	Електропривід повітряної заслонки припливу	TF230
SM2	Електропривід повітряної заслонки витяжки	TF230
SM3	Електропривід заслінки резерву притоку	LF230
SM4	Електропривід заслінки резерву витяжки	LF230
SM5	Електропривід клапана гліколевого рекуператора	LR24 SR
M5	Ел.двигун насоса гліколевого рекуператора	
TK60	Термоконттакт захисту ел.нагрівача T=60 C	NC
TK90	Термоконттакт захисту ел.нагрівача T=90 C	NC

Инов. № подл. Подп. и дата. Изм. № дубл. Подп. и дата. Изм. № дубл. Подп. и дата.



Живлення 400VAC

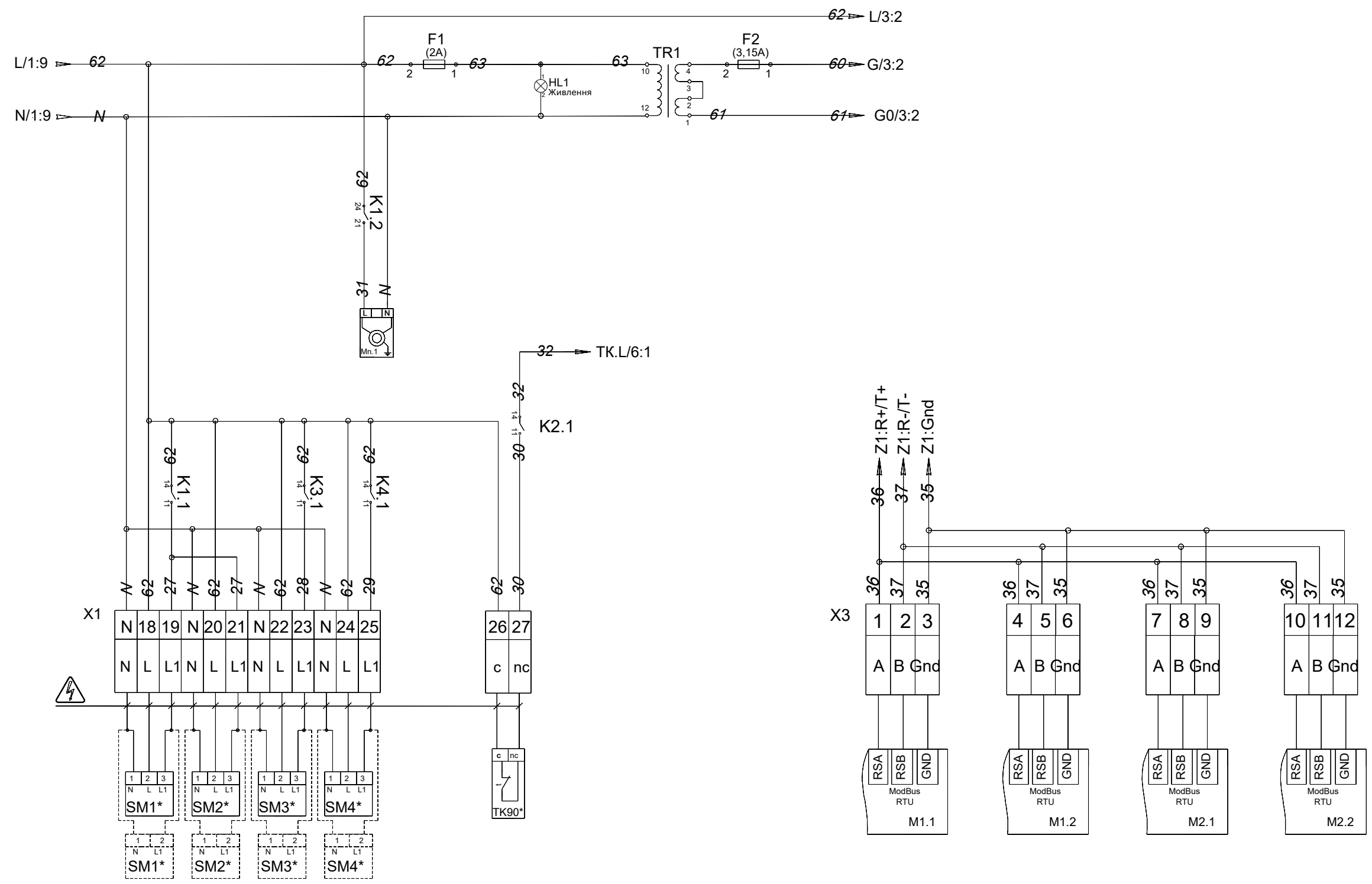
⚡ - Небезпека ураження електричним струмом!

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 вибрати в відповідності до потужності електронагрівача.

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подп.	Дата

SR-E018-TH-G-3PECx2/3PECx2



Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подп.	Дата

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № дубл. Подп. и дата

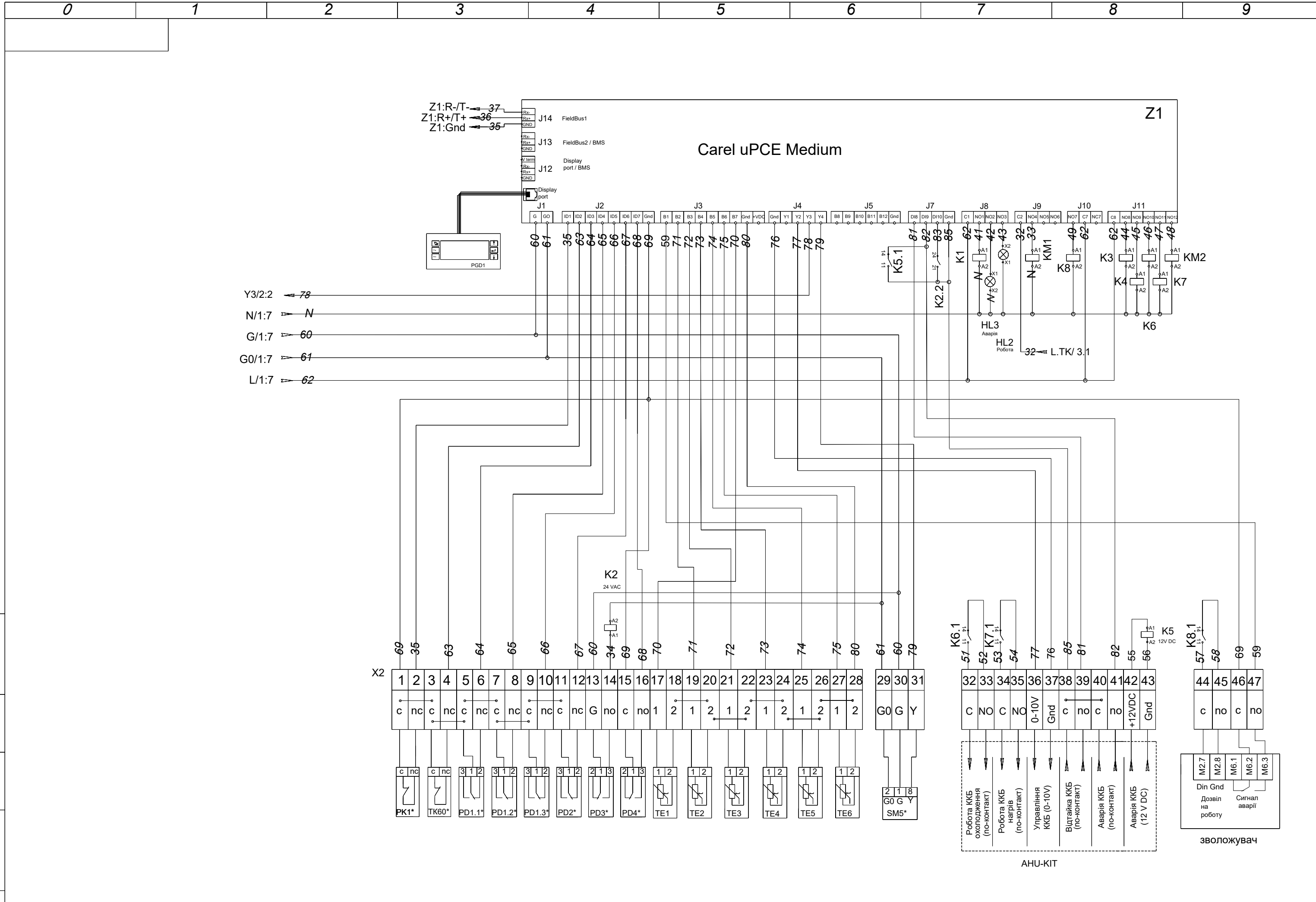
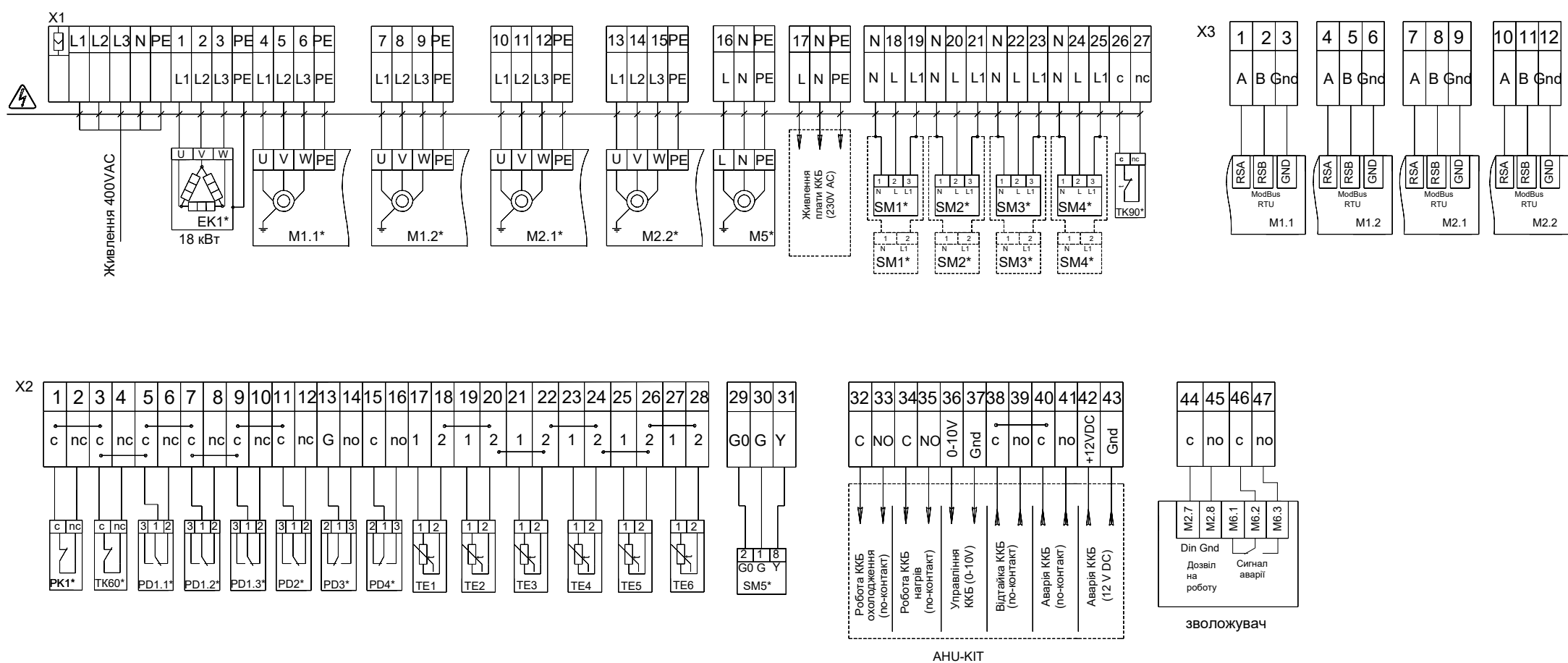


Схема зовнішніх підключень



Позначення	Найменування	Тип	Провід підключення**
M1.1	Ел.двигун основного припливного вентилятора	згідно із замовленням	
M1.2	Ел.двигун резервного припливного вентилятора	згідно із замовленням	
M2.1	Ел.двигун основного витяжного вентилятора	згідно із замовленням	
M2.2	Ел.двигун резервного витяжного вентилятора	згідно із замовленням	
M5	Ел.двигун насоса гліколевого рекуператора	згідно із замовленням	
SM1	Електропривод припливної повітряної заслінки	TF230	2x0,75мм2
SM2	Електропривод витяжної повітряної заслінки	TF230	2x0,75мм2
SM3	Електропривід заслінки резерву притоку	LF230	2x0,75мм2
SM4	Електропривід заслінки резерву витяжки	LF230	2x0,75мм2
SM5	Електропривод 3х ходового клапану глікол. рекуператора	LR 24 A SR	3x0,75мм2
PD1.1	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу 1	NO	2x0,75мм2
PD1.2	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу 2	NO	2x0,75мм2
PD1.3	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу 3	NO	2x0,75мм2
PD2	Реле перепаду тиску на фільтрі витяжки	NO	2x0,75мм2
PD3	Реле перепаду тиску на вентиляторі припливу	NO	2x0,75мм2
PD4	Реле перепаду тиску на вентиляторі витяжки	NO	2x0,75мм2
TE1	Датчик зовнішньої температури		2x0,75мм2
TE2	Датчик температури після рекуператора		2x0,75мм2
TE3	Датчик температури зворотнього теплоносія рекуператора		2x0,75мм2
TE4	Датчик температури після ел. нагрівача		2x0,75мм2
TE5	Датчик температури притоку		2x0,75мм2
TE6	Датчик витяжної температури		2x0,75мм2
PK1	Контакт з пульта пожежної сигналізації	NC	2x0,75мм2
TK60	Термоконтакт захисту ел. нагрівача Тспр.60 С	NC	2x0,75мм2
TK90	Термоконтакт захисту ел. нагрівача Тспр.90 С	NC	2x0,75мм2
АНУ-КІТ	Живлення ККБ		3x0,75мм2
АНУ-КІТ	Управління ККБ		5x2x0,75мм2
EK1	Електронагрівач 1 ст.	макс 18 кВт	
	Зволожувач		4x0,75мм2

Автомат	Функція
Q1	Автомат захисту 1 ст. електронагрівача
Q2	Автомат захисту припливного вентилятора M1.1
Q3	Автомат захисту припливного вентилятора M1.2
Q4	Автомат захисту витяжного вентилятора M2.1
Q5	Автомат захисту витяжного вентилятора M2.2
Q6	Автомат захисту насоса гліколевого рекуператора
Q7	Автомат живлення плати ККБ
Q8	Автомат захисту ланцюга управління

- ⚠ - 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 двигунів M1, M2.
 - Монтаж і експлуатацію електрообладнання виконувати відповідно до ПУЕ, ПТЕ і ПТБ при експлуатації електроустановок споживачів.
 - Перетин кабелів для підключення EK1 вибрати в відповідності до потужності електронагрівача.

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № дубл. Подп. и дата

Перв. примен.

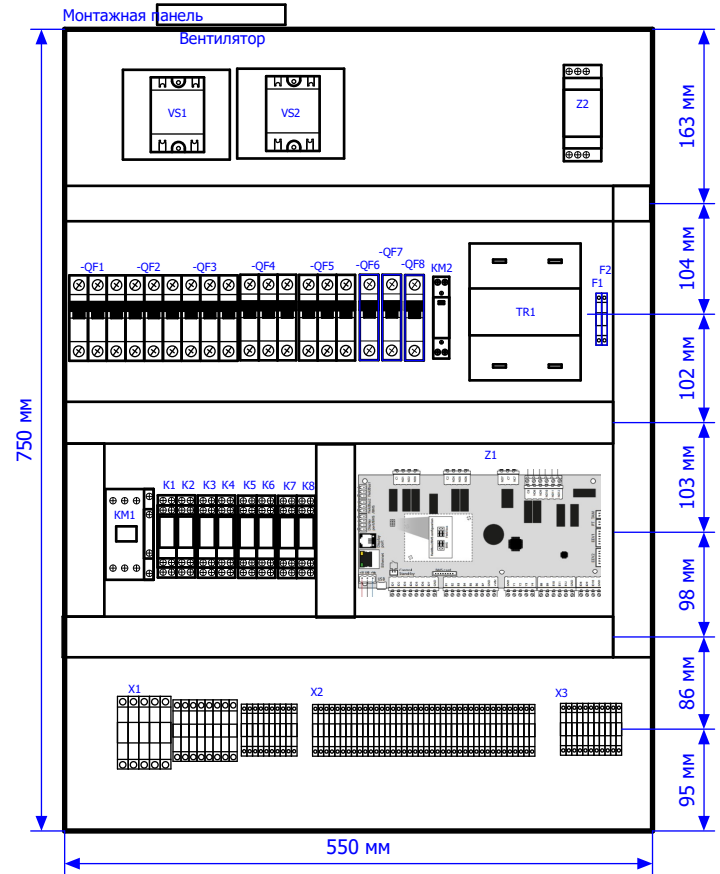
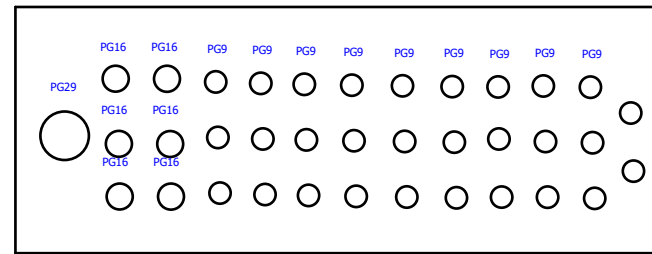
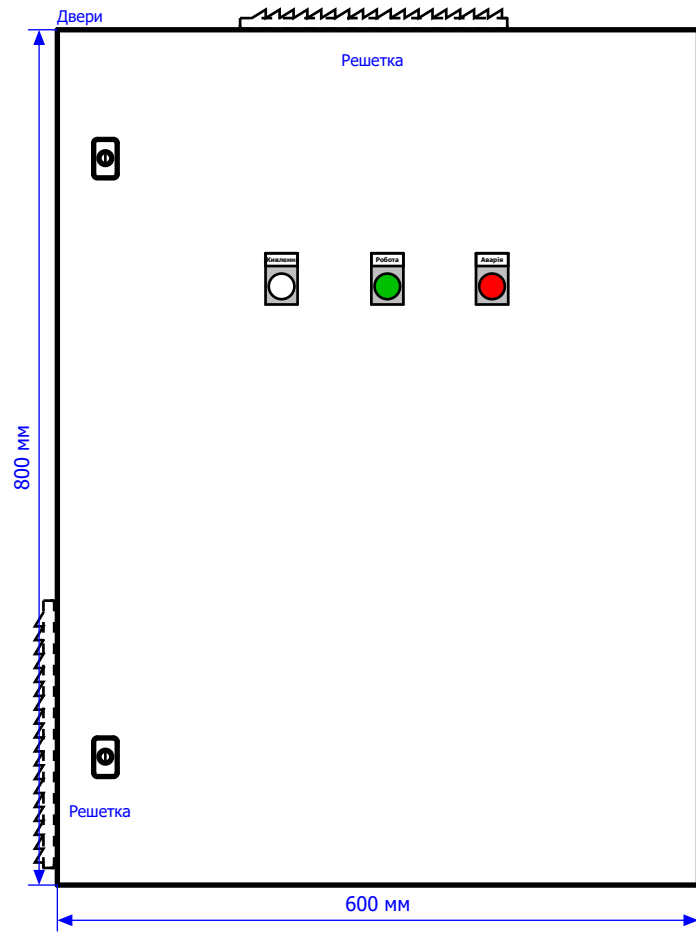
Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. № / Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

Атестаційна випускна робота магістра
Радковського Максима Васильовича
На тему: Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності
адміністративної будівлі в Київській області

Керівник: к.т.н., доц. Москвітіна А.С.

Київ 2025

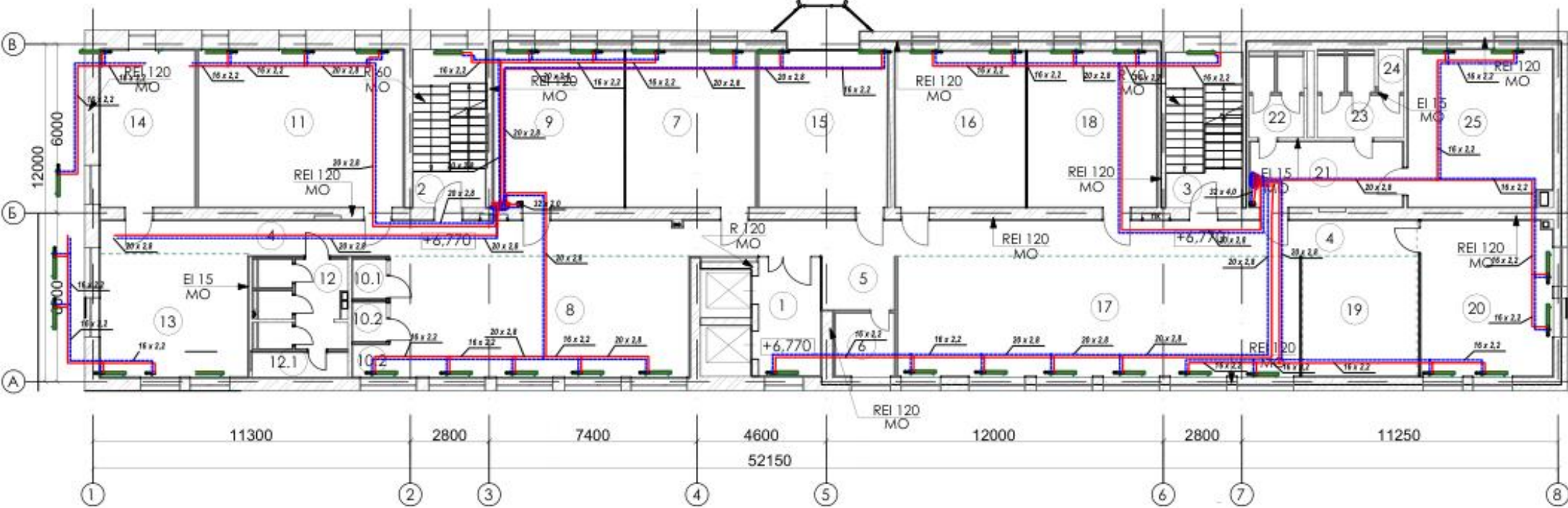
Мета та завдання:

Розробити та техніко-економічно обґрунтувати комплекс енергоефективних заходів для адміністративної будівлі в Київській області, спрямованих на суттєве зниження споживання енергоресурсів, підвищення класу енергетичної ефективності та створення комфортних умов внутрішнього середовища.

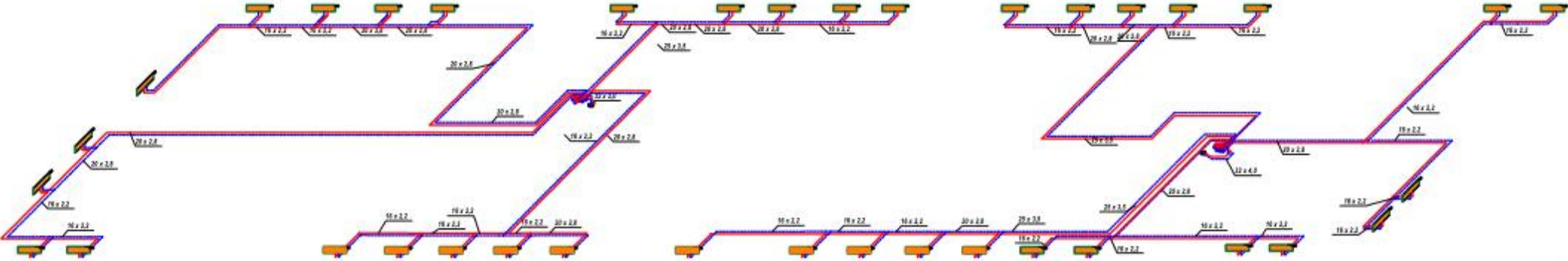
Основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати архітектурно-конструктивні особливості та стан інженерних мереж досліджуваної адміністративної будівлі.
2. Провести оцінку фактичного рівня енергоспоживання та визначити ключові джерела втрат енергії.
3. Розрахувати оптимальні параметри теплоізоляції зовнішніх стін, покрівлі та світлопрозорих конструкцій згідно з чинними нормативами.
4. Обґрунтувати модернізацію систем життєзабезпечення (опалення, вентиляції з рекуперацією повітря, впровадження LED-освітлення).
5. Виконати порівняльний розрахунок енергетичного балансу будівлі «до» та «після» впровадження заходів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
6. Провести техніко-економічний аналіз запропонованих рішень та визначити термін окупності інвестицій.

План третьего поверху. Опалення

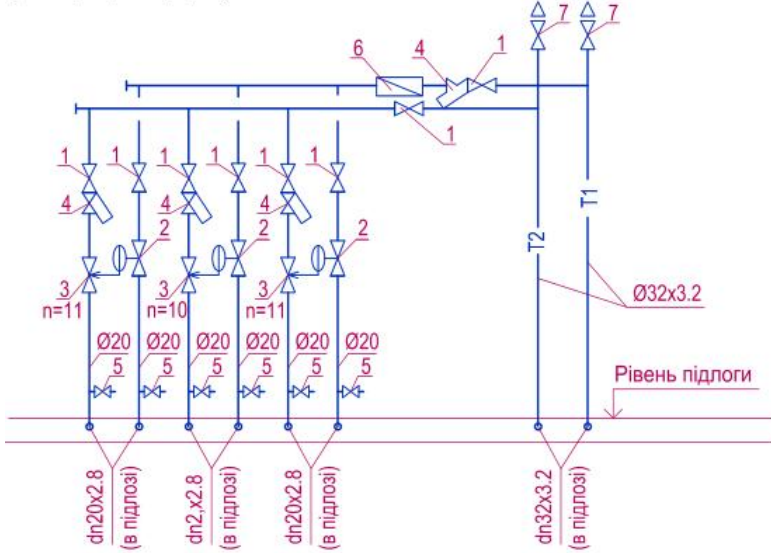


АксонOMETрична схема системи опалення

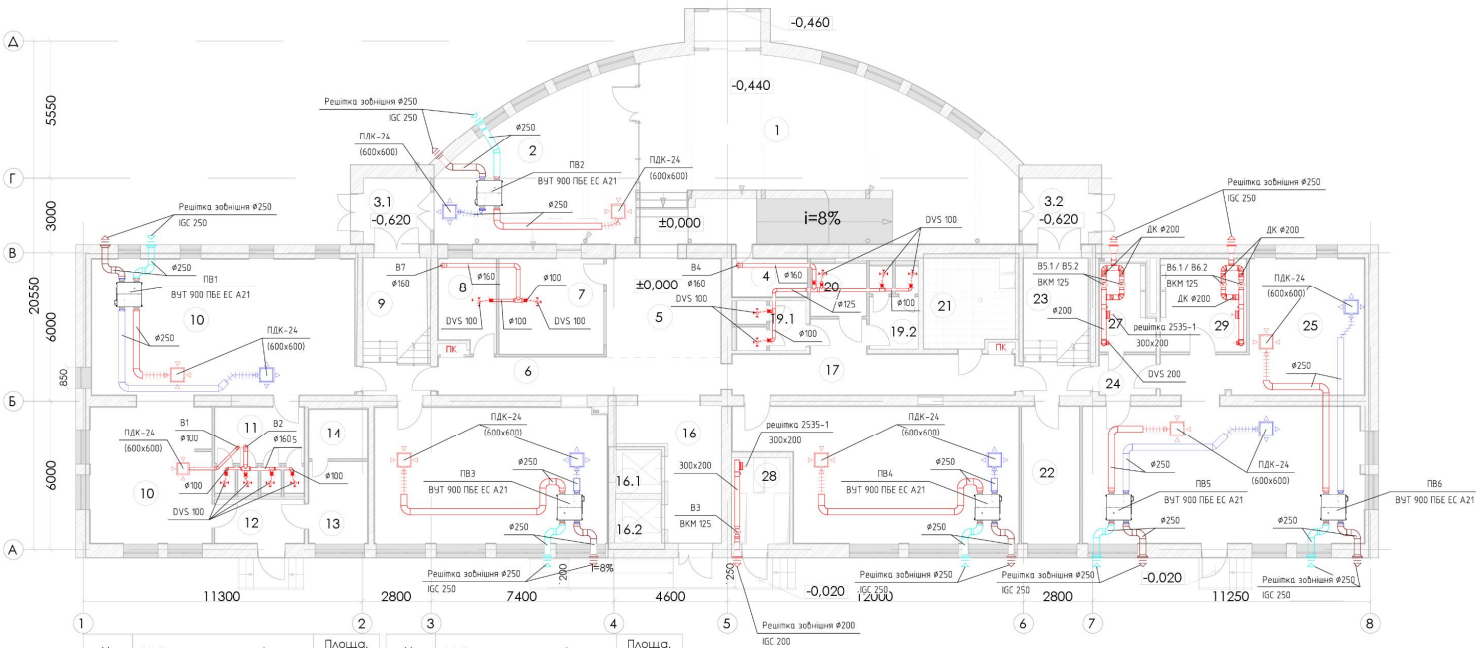


Умовні позначення:





- 1 - Кран кульбовий зі згоном Dn20
 - 2 - Запірний клапан, тип ASV-M DN20 перепаду тиску (DANFOSS) Dn15
 - 3 - Регулятор перепаду тиску, тип ASV-PV 25 4G, DN15 перепаду тиску (DANFOSS) Dn15
 - 4 - Фільтр Dn20
 - 5 - Кран кульбовий Dn15 для дренажу
 - 6 - Теплолічильник LQM-III-ELF 1,5 ДУ 15 Араго з модулем M-BUS
 - 7 - Автоматичний повітроспускник з кульбовим краном НВ 1/2"
- Настройки та діаметри регуляторів перепаду тиску, балансувальних вентилів, кульбових кранів і фільтрів див. розрахункові схеми.



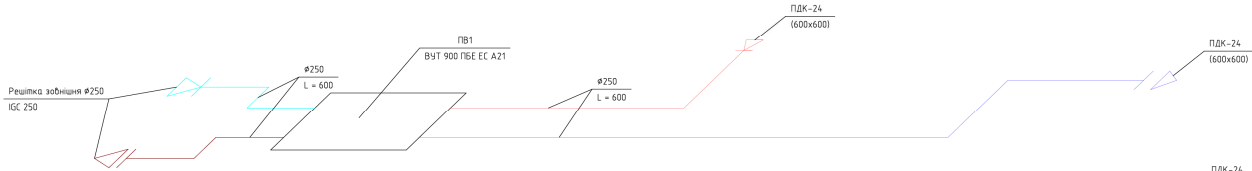
План першого поверху. Вентиляція



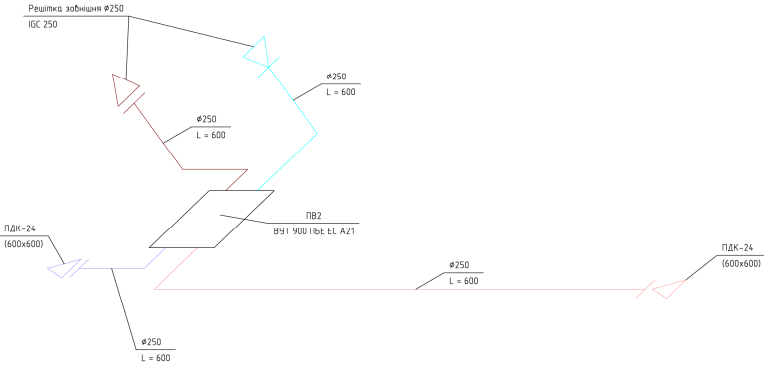
№	Найменування приміщення	Площа, м2	№	Найменування приміщення	Площа, м2
1	Головний хол з рецепцією	96,11	16.1	Ліфтова шахта	3,24
2	Кімната для переговорів	45,11	16.2	Ліфтова шахта	3,30
3.1	Тамбур	7,29	17	Коридор	21,66
3.2	Тамбур	7,18	18	Лекторій	54,85
4	Кімната охорони	4,73	19.1	С/В	5,38
5	Зона очікування	18,39	19.2	С/В	6,47
6	Хол	17,25	20	С/в для МГН	4,86
7	Гардероб	16,31	21	Технічне приміщення	13,28
8	Молебна кімната	8,26	22	Приміщення завгоспа	12,89
9	Сходові клітина	14,67	23	Сходові клітина	14,79
10	Сталля	86,47	24	Коридор	3,64
11	С/В	12,05	25	Офісна зона	31,21
12	Тамбур	6,35	26	Офісна зона	62,47
13	Кухня	7,76	27	Серверна	7,22
14	Комора	4,74	28	Електрошитова	8,24
15	Лекторій	51,36	29	Серверна	13,18 м2
16	Ліфтовий хол	15,34		Всього:	686,05 м2

- Умовні позначення:
-  - припливний плenum з решіткою
 -  - витяжний плenum з решіткою
 -  - приплив
 -  - витяжка

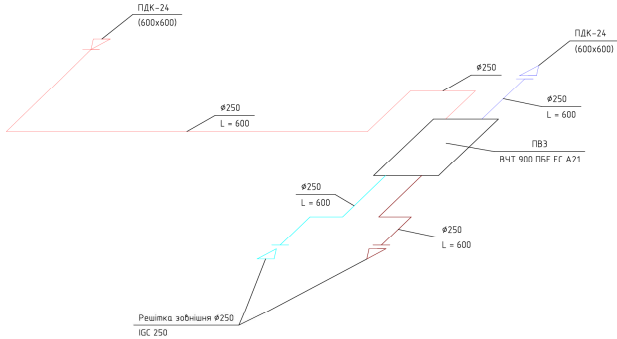
Аксонетрична схема системи вентиляції



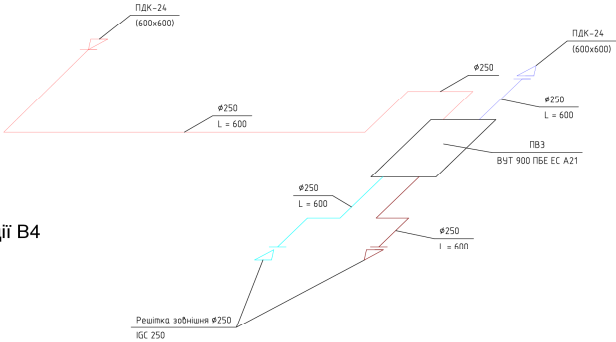
Аксонетрична схема вентиляції ПБ2



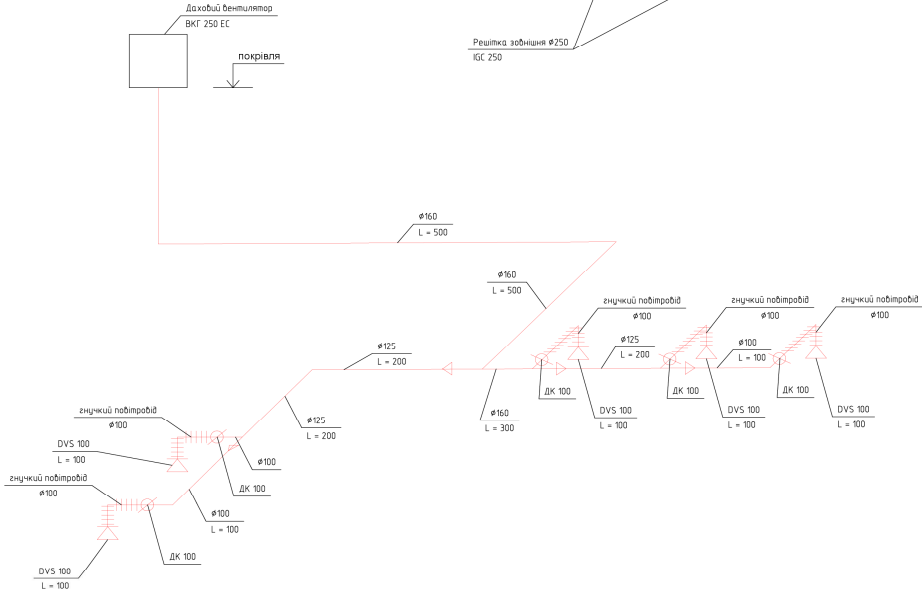
Аксонетрична схема вентиляції ПБ4



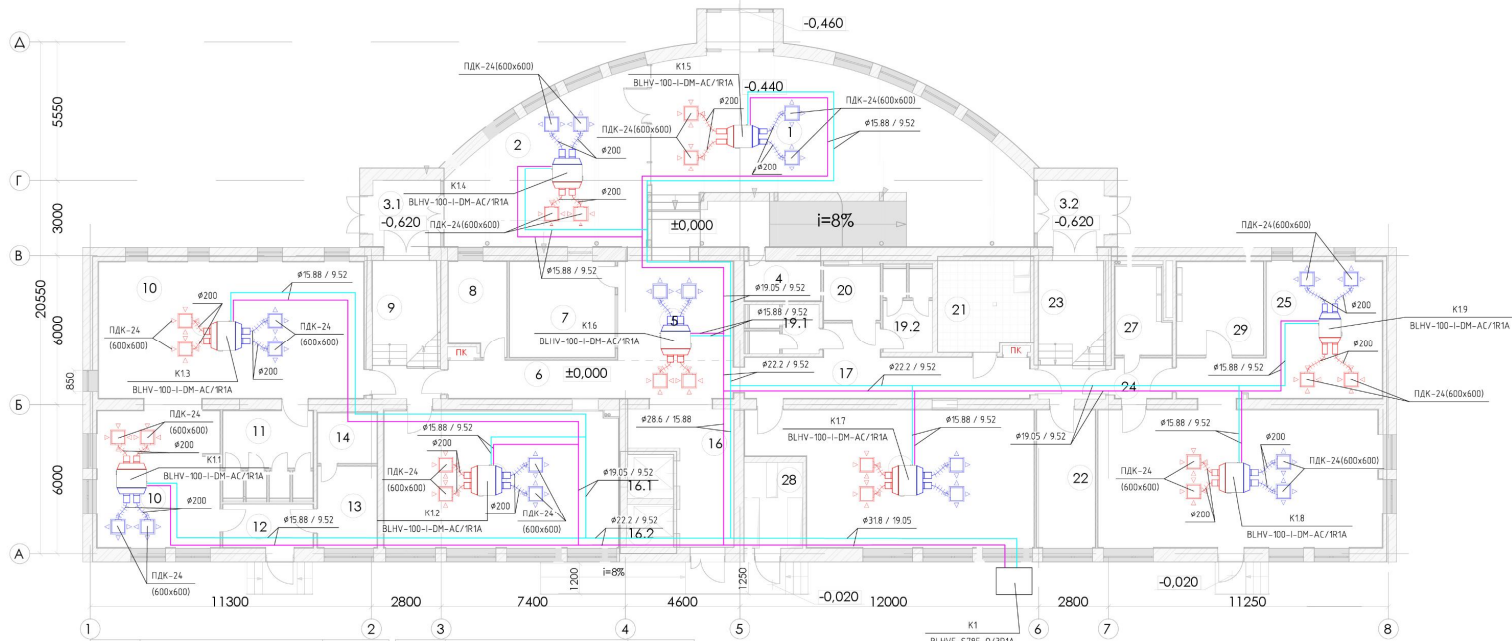
Аксонетрична схема вентиляції ПБ3



Аксонетрична схема вентиляції В4







План першого поверху. Кондиціонування

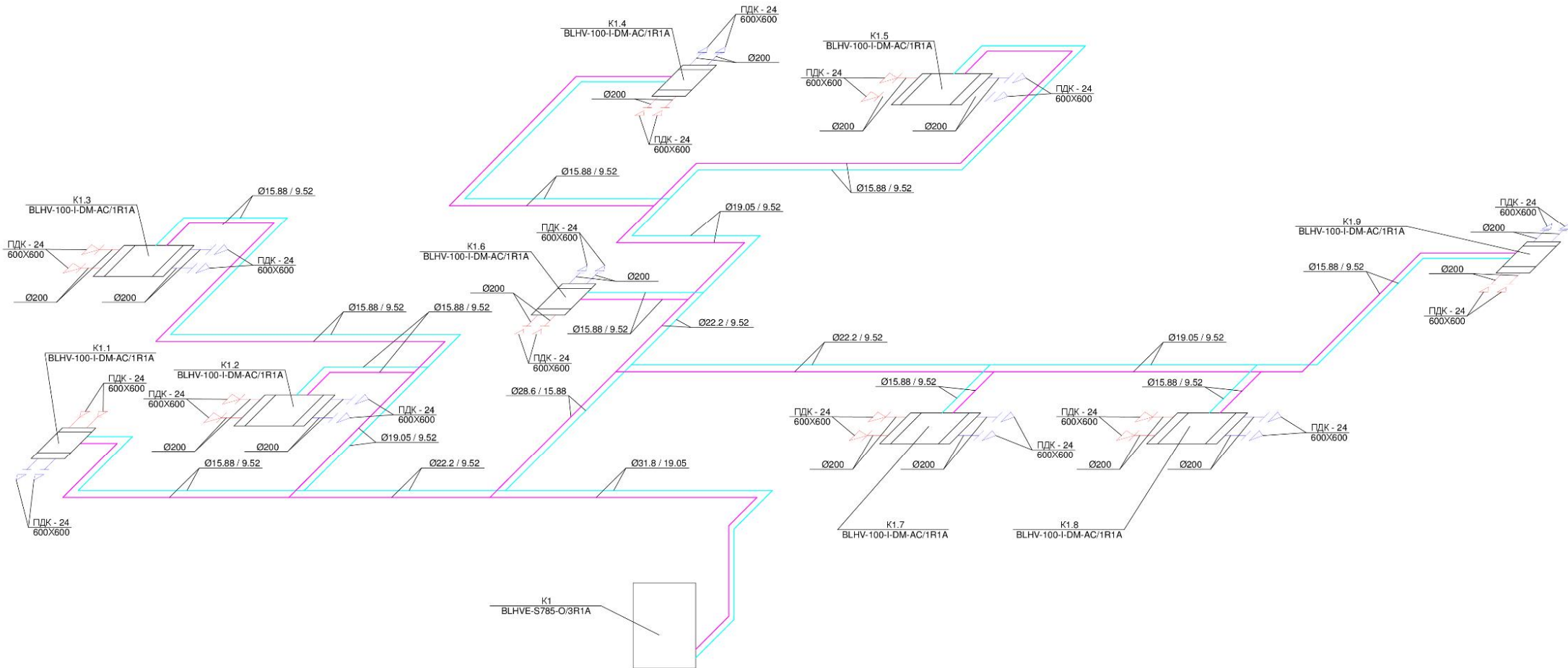


№	Найменування приміщення	Площа, м ²	№	Найменування приміщення	Площа, м ²
1	Головний хол з реєстрацією	96,11	16.1	Ліфтова шахта	3,24
2	Кімната для переговорів	45,11	16.2	Ліфтова шахта	3,30
3.1	Тамбур	7,29	17	Коридор	21,66
3.2	Тамбур	7,18	18	Лекторій	54,85
4	Кімната охорони	4,73	19.1	С/В	5,38
5	Зона очкування	18,39	19.2	С/В	6,47
6	Хол	17,25	20	С/в для МГН	4,86
7	Гардероб	16,31	21	Технічне приміщення	13,28
8	Молебна кімната	8,26	22	Приміщення завогоспа	12,89
9	Сходовая клітина	14,67	23	Сходовая клітина	14,79
10	Столова	86,47	24	Коридор	3,64
11	С/В	12,05	25	Офісна зона	31,21
12	Тамбур	6,35	26	Офісна зона	62,47
13	Кухня	7,76	27	Серверна	7,22
14	Комора	4,74	28	Електрощитова	8,24
15	Лекторій	51,36	29	Серверна	13,18 м ²
16	Ліфтовий хол	15,34		Всього:	686,05 м ²

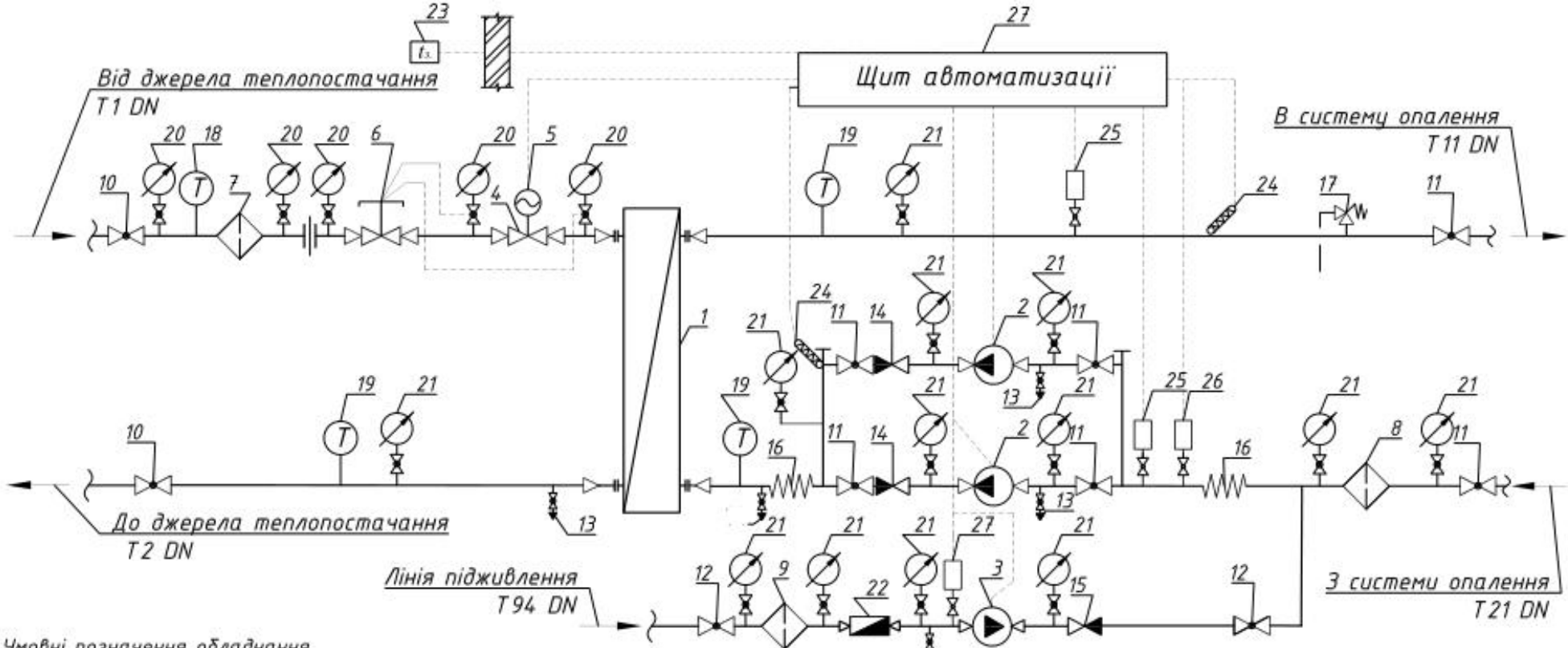
Умовні позначення:

-  - припливний плenum з решіткою
-  - витяжний плenum з решіткою
-  - газовий фреонopровід
-  - рідинний фреонopровід

Аксонетрична схема системи кондиціонування



Принципова схема ІТШ



Умовні позначення обладнання

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------------|
| Теплообмінник | Фільтр сітчастий | Антивібраційна вставка | Манометр показуючий |
| Насос циркуляційний | Кран кульбовий | Запобіжний клапан | Датчик температури зовнішнього повітря |
| Регулятор температури | Зворотний клапан | Датчик температури | Датчик тиску |
| Регулятор перепаду тиску | Спускний (дренажний) кран | Термометр | Лічильник води |

Порівняльна таблиця огорожувальних конструкцій до та після термомодернізації

10

Тип конструкції (ОК)	Товщина d , м (До / Після)	Опір R , м ² ·К/Вт (До / Після)	Річні тепловтрати Q , ГДж (До / Після)	Ефект (Зменшення втрат)
Зовнішня стіна (СН)	0,57 / 0,74	1,236 / 4,855	~1746 / ~136	-92,2%
Суміщене покриття (ПК)	0,44 / 0,61	1,475 / 7,283	~403 / ~21	-94,8%
Вікна (ЗВ)	—	0,55 / 0,98	~491 / ~275	-44,0%
Зовнішні двері (ДВ)	—	0,70 / 0,98	23,5 / 21,03	-10,5%

Баланс енергії на охолодження до та після термомодернізації

11

Помісячний баланс потреби в енергії на охолодження (тис. кВт·год)

Місяць	Стан ДО (Базовий)	Стан ПІСЛЯ (Проєктний)	Економія (кВт·год)	Ефект (%)
Травень	3,73	1,61	2,12	-56,8%
Червень	8,21	3,55	4,66	-56,8%
Липень	11,57	5,00	6,57	-56,8%
Серпень	10,07	4,36	5,71	-56,8%
Вересень	3,73	1,61	2,12	-56,8%
УСЬОГО (сезон)	37,31	16,13	21,18	-56,8%

Баланс теплової енергії (тис. кВт·год)

12

Місяць	Стан ДО (Базовий)	Стан ПІСЛЯ (Проектний)	Економія (кВт·год)	Ефект (%)
Жовтень	110,5	42,6	67,9	-61,4%
Листопад	171,9	66,2	105,7	-61,5%
Грудень	221,0	85,1	135,9	-61,5%
Січень	245,6	94,6	151,0	-61,5%
Лютий	208,8	80,4	128,4	-61,5%
Березень	171,9	66,2	105,7	-61,5%
Квітень	98,3	37,9	60,4	-61,4%
УСЬОГО (сезон)	1 228,0	473,0	755,0	-61,5%

Порівняльна таблиця річних тепловтрат через огорожувальні конструкції

Елемент будівлі (ОК)	Втрати ДО (ГДж/рік)	Втрати ПІСЛЯ (ГДж/рік)	Економія (ГДж/рік)	Зменшення втрат (%)
Зовнішні стіни (СН)	~1746	~136	1610	-92,2%
Суміщене покриття (ПК)	~403	~21	382	-94,8%
Вікна (ЗВ)	~491	~275	216	-44,0%
Зовнішні двері (ДВ)	23,5	21,03	2,47	-10,5%
УСЬОГО (через оболонку)	~2663,5	~453,03	2210,47	-83,0%

Енергетичний сертифікат будівлі

Відомості про конструкцію будівлі

Опалювана площа, (м²): Опалюваний об'єм, (м³):

Кількість поверхів: Рік прийняття в експлуатацію:

Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
<p>кВт×год/м³</p> <p>A < 15</p> <p>B < 24</p> <p>C ≤ 30</p> <p>D ≤ 36</p> <p>E ≤ 41</p> <p>F ≤ 45</p> <p>G > 45</p>	<p>G</p> <p>74,21</p> <p>2021</p>

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

Відомості про конструкцію будівлі

Опалювана площа, (м²): Опалюваний об'єм, (м³):

Кількість поверхів: Рік прийняття в експлуатацію:

Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
<p>кВт×год/м³</p> <p>A < 15</p> <p>B < 24</p> <p>C ≤ 30</p> <p>D ≤ 36</p> <p>E ≤ 41</p> <p>F ≤ 45</p> <p>G > 45</p>	<p>B</p> <p>20,36</p> <p>2021</p>

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

Результати термомодернізації та екологічний ефект

№ 3/П	НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА		Економія	%
			До	Після		
1	Питоме енергоспоживання опалення	кВт х год/м ³ за рік	71,00	16,30	54,70	77,04
2	Питоме енергоспоживання охолодження	кВт х год/м ³ за рік	4,06	3,21	0,85	20,94
3	Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	кВт х год/м ³ за рік	65,09	18,55	46,54	71,50
4	Питоме енергоспоживання системи вентиляції	кВт х год/м ³ за рік	0,00	2,53	-2,53	-100,00
5	Питоме енергоспоживання освітлення	кВт х год/м ³ за рік	10,72	4,10	6,62	61,75
6	Питоме споживання первинної енергії	кВт х год/м ³ за рік	799,85	272,12	527,73	65,98
7	Питомі викиди парникових газів	кг/м ³	155,76	51,19	104,57	67,14

Результати термомодернізації та екологічний ефект

Стаття витрат	Ресурс	Питоме ДО / ПІСЛЯ (кВт·год/м ³)	Річне ДО (кВт·год/рік)	Річне ПІСЛЯ (кВт·год/рік)	Економія (грн/рік з ПДВ)
Опалення	Тепло	71,00 / 16,30	586 318	134 605	1 359 761
ГВП	Тепло	65,09 / 18,55	537 513	153 186	1 156 824
Охолодження	Електр.	4,06 / 3,21	33 527	26 508	59 662
Освітлення	Електр.	10,72 / 4,10	88 526	33 858	464 678
Вентиляція	Електр.	0,00 / 2,53	0	20 893	-177 591
УСЬОГО	—	150,87 / 44,69	1 245 884	369 050	2 863 334

Результати термомодернізації та екологічний ефект

17

Показник	Енергія (кВт·год)	Викиди CO_2 ДО (т/рік)	Викиди CO_2 ПІСЛЯ (т/рік)	Скорочення викидів (т/рік)
Теплова енергія	1 123 831 → 287 791	227,01	58,13	168,88
Електрична енергія	122 053 → 81 259	48,09	32,02	16,07
РАЗОМ	1 245 884 → 369 050	275,10	90,15	184,95

Висновки:

Аналіз адміністративної будівлі показав, що до модернізації огорожувальні конструкції не відповідали сучасним нормам R_{qmin} . Питоме енергоспоживання становило $150,87 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$, що відповідало класу енергоефективності - G. Впровадження теплоізоляції стін ($R=4,855 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$) та покрівлі ($R=7,283 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$) дозволило знизити тепловтрати через оболонку на 83%.

Показник опору покрівлі на 21% перевищив нормативний, що дозволило мінімізувати тепловтрати у верхній зоні будівлі.

Впровадження системи вентиляції з рекуперацією, збалансованої двотрубної системи опалення, LED-освітлення та оптимізація ГВП знизили питоме споживання енергії до $44,69 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ (загальне зниження на 70%).

Сумарна річна економія на енергоносіях у цінах 2025 року для тарифів Київської обл. становить 2,86 млн грн. Проєкт демонструє високу інвестиційну привабливість.

Річне скорочення викидів CO_2 становить 184,95 тонн. Це дозволяє не тільки економити на екологічних податках, а й переводить будівлю до категорії об'єктів з низьким вуглецевим слідом.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !