

**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: **Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в
м.Івано-Франківськ**

Савчук Андрій 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 ТГПіВ
Предун К.М.

«__» _____ 20__ р.

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

Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в

м.Івано-Франківськ

(назва)

Виконав студент групи ТВм-24-2
Спеціальність: **192 Будівництво та
цивільна інженерія**
ОПШ: **теплогазопостачання і вентиляція**

Савчук Андрій Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник **Москвітїна 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.

«___» _____ 20__ р.

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

Савчук Андрій Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ**

затверджена наказом ректора КНУБА № ___ від «___» _____ 20__ р.

2. Керівник роботи

Москвітїна Анна Сергїївна, к.т.н, доц.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування

Розділ 2 Заходи з енергоефективності

Розділ 3 Трансформація будівлі шляхом глибокої енергетичної модернізації

Розділ 4 Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ

Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів

Розділ 6. Економічна частина

Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. _____

Розділ 2. _____

Розділ 3. _____

Розділ 4. _____

Розділ 5. _____

Розділ 6. _____

5. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування	
Розділ 2. Заходи з енергоефективності	
Розділ 3. Трансформація будівлі шляхом глибокої енергетичної модернізації	
Розділ 4. Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ	
Розділ 5. Автоматизація технологічних процесів	
Розділ 6. Економічна частина	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Москвітїна А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Савчук А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

	<u>Вступ</u>	
1.	<u>Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування</u>	
1.1	<u>Загальні дані</u>	
1.2	<u>Теплотехнічний розрахунок</u>	
1.3	<u>Розрахунок тепловтрат</u>	
1.4	<u>Гідравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів</u>	
1.5.	<u>Підбір обладнання ІТП</u>	
1.6.	<u>Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількості</u>	
1.7.	<u>Розрахунок повітрообміну</u>	
1.8.	<u>Повітряний баланс в приміщенні</u>	
1.9.	<u>Розрахунок і вибір повітророзподільників</u>	
1.10	<u>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів</u>	
2.	<u>Заходи з енергоефективності</u>	
3	<u>Трансформація будівлі шляхом глибокої енергетичної модернізації</u>	
4.	<u>Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ</u>	
5.	<u>Автоматизація технологічних процесів</u>	
6.	<u>Економічна частина</u>	
	<u>Висновок</u>	
	<u>Список літератури</u>	
	<u>Додаток А</u>	
	<u>Додаток Б</u>	

Вступ

Актуальність теми. Будівельний сектор України є одним із найбільших споживачів енергетичних ресурсів, на який припадає близько 40% загального енергоспоживання країни. В умовах стрімкого зростання вартості енергоносіїв та стратегічного курсу на енергонезалежність, питання глибокої термомодернізації існуючого житлового та громадського фонду стає критично важливим. Особливу нішу займають заклади готельного господарства, де забезпечення прецизійних параметрів мікроклімату безпосередньо впливає на конкурентоспроможність бізнесу та комфорт гостей.

Готелі сімейного типу в західних регіонах України, зокрема в м. Івано-Франківськ, часто експлуатуються в будівлях 1980-х років, які мають низьку теплотехнічну якість огороджувальних конструкцій та морально застарілі інженерні системи. Традиційні підходи до опалення та природної вентиляції не здатні забезпечити сучасні норми енергоефективності (клас «С» і вище) та гігієнічні вимоги до чистоти повітря. Тому розробка та впровадження комплексних систем формування мікроклімату, що включають механічну вентиляцію з рекуперацією, VRF-системи кондиціонування та автоматизоване опалення, є актуальним науково-технічним завданням.

Мета роботи — розробка та обґрунтування комплексу енергоефективних інженерних рішень для формування оптимального мікроклімату 5-поверхового готелю в м. Івано-Франківськ, що дозволять мінімізувати споживання енергії при забезпеченні високого рівня теплового та повітряного комфорту.

Об'єкт дослідження — процеси тепло- та повітрообміну в будівлі готелю сімейного типу при впровадженні заходів із глибокої термомодернізації.

Предмет дослідження — енергоефективні системи опалення, механічної вентиляції з рекуперацією тепла та механічної витяжної за потреби,

мультизональні VRF-системи кондиціонування та теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.

Основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати поточний стан енергоспоживання будівлі готелю та виявити основні джерела втрат енергії на основі енергетичного сертифікату.
2. Розрахувати оптимальні параметри теплової ізоляції огорожувальних конструкцій відповідно до чинних норм ДБН В.2.6-31:2021.
3. Розробити проектні рішення щодо модернізації системи опалення з використанням сучасних матеріалів та автоматичного регулювання.
4. Обґрунтувати заміну природної вентиляції на примусову.
5. Запроектувати мультизональну VRF-систему для кондиціонування повітря та оцінити її вплив на річний енергетичний баланс.
6. Провести техніко-економічне порівняння показників будівлі «до» та «після» модернізації, визначити термін окупності інвестицій.

Методи дослідження. У роботі використано методи математичного моделювання теплових втрат будівлі, аналітичні методи розрахунку повітрообміну та спеціалізоване програмне забезпечення (Audytor OZC) для оцінки енергетичної ефективності та підготовки енергетичного сертифіката.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні готового інженерного кейсу з реновації готельних об'єктів, який дозволяє знизити питоме енергоспоживання будівлі більш ніж у два рази (з класу «Е» до класу «С»), зменшити викиди CO₂ та суттєво скоротити експлуатаційні витрати власника закладу в умовах ринку енергоносіїв м. Івано-Франківськ.

1. Основні проектні рішення щодо об'єкту проектування

1.1. Загальні дані

Проект 5-поверхового готелю сімейного типу з підвальним приміщенням в м. Івано-Франківськ передбачає глибоку термомодернізацію будівлі з утепленням огорожувальних конструкцій, заміною вікон, системи опалення, заміну природньої витяжної системи вентиляції на механічну, заміну системи ГВП та освітлення, встановлення VRF-системи охолодження повітря.

Опалення

Для забезпечення теплового комфорту в 5-поверховому готелі запроектовано сучасну двотрубну тупікову систему опалення. Теплоносій із температурним графіком 80/60 °С транспортується мережею трубопроводів, що мають комбінований склад: магістральні ділянки до Ду50 виконані зі сталевих водогазопровідних труб (ДСТУ 8936:2019); трубопроводи діаметром від Ду65 — зі сталевих електрозварних труб (ДСТУ 8943:2019).

Розводка до опалювальних приладів у межах поверхів реалізована за допомогою поліетиленових труб KAN PE-Xc, приховано в конструкції підлоги.

Для запобігання невиправданим тепловтратам трубопроводи захищені ізоляційним шаром Elimaflex Stabil (9 мм). Основним типом нагрівальних приладів обрано сталеві панельні радіатори Kermi. У більшості приміщень передбачено нижнє підключення, проте в кімнатах 005, 013, 105 та 774 застосовано бокове приєднання. Кожен радіатор оснащений вбудованим термостатичним клапаном і термоелементом для точного покімнатного регулювання температури. Повітря із системи видаляється за допомогою кранів Маєвського безпосередньо на приладах та автоматичних автовідвідників у вузлових точках мережі.

Вентиляція

Проектом передбачено перехід від неефективної природньої витяжки до примусової припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням. Обробка та подача повітря здійснюється агрегатами компанії Aerostar, що постачаються у повній заводській готовності та забезпечують очищення (фільтрацію) і підігрів повітряних мас.

Особливості повітряного обміну:

Розподіл повітря: Кінцеву подачу та забір повітря в приміщеннях забезпечують дифузори та решітки виробництва "Григоренко".

Витяжні системи: Для санвузлів загального користування використано каналні вентилятори Aerostar. У готельних номерах встановлено осьові накладні вентилятори Vents. Для запобігання перетоку запахів між номерами витяжні канали приєднуються до збірної шахти через «канали-супутники» з вертикальним розривом не менше 2 м.

Шумоізоляція та естетика: Основні повітропроводи розміщені у застельовому просторі підшивної стелі «Армстронг». Для акустичного комфорту гостей система доукомплектована шумоглушниками.

Забір та викид - повітрозабірні пристрої та витяжні зонти виведені на покрівлю і підняті на 0,6 м над її поверхнею.

Теплова та вогнетривка ізоляція повітропроводів - зовнішні ділянки та припливні траси до вентиляційних машин захищені мінераловатними матами ROCKWOOL ALU LAMELLA (50 мм). Мережа всередині приміщень ізольована 10-міліметровим шаром «Алюфому». Транзитні повітропроводи мають вогнезахисне покриття ROCKWOOL CONLIT MAT (50 мм), що гарантує межу вогнестійкості EI60.

Кондиціонування

З метою підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в номерах та загальних зонах готелю запроектовано високоефективну мультизональну систему класу VRF від виробника "Samsung". Інженерне рішення базується на роботі центрального зовнішнього компресорно-конденсаційного агрегату, розміщеного на покрівлі будівлі, який взаємодіє з розгалуженою мережею внутрішніх модулів. Залежно від призначення та дизайну приміщень, обрано блоки касетного, каналного та настінного виконання.

Технічні та монтажні особливості системи:

Резервування – для безперебійного функціонування серверної (комутаційної) передбачено автономне охолодження за допомогою допоміжної спліт-системи K2, що працює незалежно від основної мережі.

Магістралі холодоагенту: Фреонові траси прокладено у застельовому просторі над підвісною стелею «Армстронг». Для мінімізації втрат холоду та запобігання конденсації на поверхні труб використано професійну каучукову ізоляцію K-Flex ST.

Віброзахист: Зовнішній ККБ встановлюється на спеціалізовану сталеву раму. Для гасіння механічних коливань та зниження рівня шуму передбачено комбіновану віброізоляцію: пружинні або гумові віброізолятори та еластичні прокладки в точках фіксації.

Дренажна мережа: Відведення конденсату від внутрішніх блоків та вузлів вентиляційних установок реалізовано самопливом через металопластикові трубопроводи з нормативним нахилом не менше 0,02 (2 см на 1 м довжини).

Гігієнічні вимоги: Для запобігання проникненню неприємних запахів із каналізаційної мережі, підключення дренажних ліній виконано через сухі сифони з розривом струменя. Це рішення відповідає санітарним нормам для готельних комплексів і забезпечує додаткову бактеріологічну безпеку системи.

Таблиця 1.1.

Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря

Період року	Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість $\varphi_{ext}, \%$	Ентальпія зовнішнього повітря $I, \text{кДж/кг}$	Вологовміст зовнішнього повітря $d, \text{г/кг}$
Теплий	27	73	67	15,6
Холодний	-20	86	-18,5	0,73

Таблиця 1.2.

Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях

Тип приміщення	Температура повітря (холодний період), °С	Температура повітря (теплий період), °С	Відносна вологість, %
Номери (житлові кімнати)	20–22	23–25	30–45 (зима), 30–60 (літо)
Адміністративні приміщення	20	23–25	До 60
Конференц-зали	18–20	22–24	До 60
Ресторани та обідні зали	18–20	22–25	До 60
Вестибюлі, холи	18	Не нормується	Не нормується
Ванні кімнати / душові	25	Не нормується	До 65

Итоги - Общие

Основная информация:		
Название проек.		
Населенный пун.		
Адрес:		
Проектировщик:		
Дата расчета:	Wtorek 16 декабря 2025 22:02	
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:	Ивано-Франковск	
Проектная наружная температура q_e :	-20	°C
Средняя годовая наружная температура $q_{m,e}$:	7,4	°C
Метеорологическая станция:	Івано-Франківськ	
Грунт:		
Вид грунта:	Песок или гравий	
Теплоемкость:	2,000	МДж/(м ³ ·К)
Глубина периодического проникновения тепла d :	3,167	м
Коэффициент теплопроводности λ_g :	2,0	Вт/(м·К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	3090,00	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	11124,0	м ³
Проектные потери тепла за счет теплопередачи F_{T1} :	79858	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию F_V :	24062	Вт
Общие проектные потери тепла F :	103920	Вт
Избыток тепловой мощности F_{RH} :	0	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания F_{HL} :	103920	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель F_{HL} по отношению к поверхности, $f_{HL,A}$:	33,6	Вт/м ²
Показатель F_{HL} по отношению к кубатуре, $f_{HL,V}$:	9,3	Вт/м ³
Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		

Итоги - Общие

Инфильтрующийся воздух V_{infv} :	544,3	м ³ /ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	м ³ /ч
Требуемый воздух, подаваемый мех. $V_{su,min}$:	12249,8	м ³ /ч
Воздух, подаваемый мех. V_{su} :	12249,8	м ³ /ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	12249,8	м ³ /ч
Мех. удаляемый воздух V_{ex} :	12249,8	м ³ /ч
Среднее количество воздухообменов n :	1,3	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V	13338,3	м ³ /ч
Средняя температура подаваемого воздуха q_v :	13,1	°C
Итоги подбора отопительных приборов:		
Сумма проектных тепловых мощностей отопительных приборов $\sum Q_F$		Вт
Сумма реальных тепловых мощностей отопительных приборов $\sum Q_{r,r}$		Вт
Сумма дефицитов тепловых мощностей отопительных приборов $\sum F_{he}$		Вт
Сумма мощностей другого отопительного оборудования F_{he}	0	Вт
Сумма мощностей отопительного оборудования $\sum F_{r,r} + F_{he}$	0	Вт
Сумма дефицитов мощностей отопительного оборудования $\sum F$	0	Вт
Итоги расчетов сезонной потребности в тепловой энергии :		
Метеорологическая станция:	Івано-Франківськ	
Сезонная потребность в тепловой энергии на отопление		
Количество вентиляционного воздуха-отопление $V_{v,H}$:	13424,9	м ³ /ч
Потребность в тепловой энергии - отопление $Q_{H,nd}$:	1405,84	ГДж/год
Потребность в тепловой энергии на отопление $Q_{H,nd}$:	390510	кВтч/год
Отапливаемая площадь здания A_H .	3090	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	11124,0	м ³
Показатель потребности - отопление EA_H :	455,0	МДж/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EA_H :	126,4	кВтч/(м ² ·год)
Показатель потребности - отопление EV_H :	126,4	МДж/(м ³ ·год)
Показатель потребности - отопление EV_H :	35,1	кВтч/(м ³ ·год)
Сезонная потребность в энергии на охлаждение		
Поток вентиляционного воздуха - охлаждение $V_{v,C}$:	13424,9	м ³ /ч
Потребность в энергии - охлаждение $Q_{C,nd}$:	243,26	ГДж/год
Потребность в энергии - охлаждение $Q_{C,nd}$:	67573	кВтч/год
Охлаждаемая площадь здания A_C :	3090,0	м ²
Охлаждаемый объем здания V_C :	5761,8	м ³
Показатель потребности - охлаждение EA_C :	78,7	МДж/(м ² ·год)
Показатель потребности - охлаждение EA_C :	21,9	кВтч/(м ² ·год)
Показатель потребности - охлаждение EV_C :	21,9	МДж/(м ³ ·год)
Показатель потребности - охлаждение EV_C :	6,1	кВтч/(м ³ ·год)
Энергия для приготовления горячей воды в здании		

Итоги - Общие

Энергия для приготовления горячей воды $Q_{nd,w}$:	32956,6	кВтч/год
Энергия для приготовления горячей воды $Q_{nd,w}$:	118,64	ГДж/год
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. Dq_{min} :	4,0	К
Выполнение расчета теплопередачи при мин. Dq_{min} :	4,0	К
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		
Выполнять расчет с ограничением до $q_{j,u}$		
Минимальная дежурная температура $q_{j,u}$:	14	К
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних зданий так, как бы они не отапливались:		
	Нет	
Автоматический расчет тепловых мостов:		
	Да	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:		
	Нет	
Параметры подбора отопительных приборов:		
Проект. температура подающего в систему $q_{s,r}$:	80,0	°С
Проектное остывание теплоносителя в отоп. приб. Dq_r :	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:	Гостиница другая	
Тип конструкции здания:	Пользователя	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	
Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос.:	С понижением температуры	
Время, требуемое для нагрева помещений T_v :	1,0	ч
Понижение темп. воздуха во время ночного режима с	3,0	К
Коэффициент нагрева f_{RH} :	0,0	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

Итоги - Общие

Степень заслонения здания:	В - городские территории,	
Время эксплуатации/бытовые теплопоступления:	12 h и больше	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Приточно-вытяжная	
Температура подаваемого воздуха q_{su} :	16,0	°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} :	0,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. $h_{E,recup}$:	0,0	%
Проектный процент использования рециркуляции h_{recir} :	0,0	%
Сезонный процент использования рециркуляции h :	0	%
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 :	3,90	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i :	3,60	м
Площадь поверхности пола по грунту A_g :	515,00	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен P_g :	112,00	м
Поворот здания:	Без поворота	
Статистика здания:		
Количество этажей:	0	
Количество зон здания:	1	
Количество групп помещений:	1	
Количество помещений:	37	

1.2. Теплотехнічний розрахунок

Таблиця 1.3.

Теплотехнічний розрахунок ОК

КР Кровля											
Вид огорождения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный											
КЕБ-КЕ1000	0,5000	Керамзитобетон на керамзитовом песку. Г	0,330	1000	0,840	1,515	1,515	140,00	5	3571,4	3571,4
МІНВАТ-ЩУ	0,2500		0,042	130	0,750	5,952	5,952	480,00	2	520,8	520,8
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2200	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,115	0,115	30,00	24	7333,3	7333,3
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0
										Сопrotивление теплопередаче внутри R_i , [м ² ·К/Вт]:	0,100
										Опир теплопередаче воні R_e , [м ² ·К/Вт]:	0,040
										Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	7,765
										Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,129
ПОЛ-ПОД Пол в подвале											
Вид огорождения: Пол в подвале, Влажностные условия: Нормальный											
Стена, примыкающая к полу: СТЕНА-ПОД											
Разница высоты пола и грунтовой воды $Z_{гр}$: 10,00 м											
Высота заглубления стены, примыкающей											
ТЕРАКОТА	0,0080		1,050	2000	0,840	0,008	0,008	250,00	3	32,0	32,0
ПІДЛ-БЕЗШОН	0,0060		0,520	1300	0,840	0,012	0,012	115,00	6	52,2	52,2
В-ПЕРЛ-320	0,0500	Вироби (розчини) на основі перліту. Густ	0,091	320	0,840	0,549	0,549	100,00	7	500,0	500,0
ПІНВОЛІСТ	0,0700		0,045	30	1,460	1,556	1,556	12,00	60	5833,3	5833,3
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7
										Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R_g , [м ² ·К/Вт]:	3,284
										Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	5,512
										Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,181
СН Стена наружная											
Вид огорождения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный											
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0
МАХ 138	0,3000	Пустот. блок стіновий МАХ138 188x288x138	0,440	1100	0,880	0,682	0,682	89,90	8	3337,0	3337,0
МІНВАТ-ЩУ	0,1500		0,042	130	0,750	3,571	3,571	480,00	2	312,5	312,5
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0
										Сопrotивление теплопередаче внутри R_i , [м ² ·К/Вт]:	0,130
										Опир теплопередаче воні R_e , [м ² ·К/Вт]:	0,040
										Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	4,509
										Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,222
СТЕНА-ПОД Наружная стена, примыкающая к грунту											
Вид огорождения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Влажный											
Пол, примыкающий к стене: ПОЛ-ПОД											
Высота заглубления стены, примыкающей											
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,800	1700	0,840	0,038	0,038	75,00	10	400,0	400,0
ЗАЛІЗБЕТОН	0,4000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	2,040	2500	0,840	0,196	0,196	30,00	24	13333	13333
ПІНВОЛІСТ	0,0700		0,050	30	1,460	1,400	1,400	12,00	60	5833,3	5833,3
РУБЕРОЙД	0,0150	Руберойд, густина 1000 кг/м3.	0,170	1000	1,680	0,088	0,088	1,00	720	15000	15000
										Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R_g , [м ² ·К/Вт]:	1,883
										Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:	3,605
										Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:	0,277

Таблиця 1.4.

Теплотехнічні характеристики ОК

Вид	d	R_i	R_e	R	U	$\Phi_{гр}$	A_{Cl}	G_{Lg}	g_G	A	A_{Cl}	$Q_{гр}$	$Q_{сол}$	Q_{proc}
Стена наружная	0,510	0,130	0,040	4,509	0,222									
Дверь наружная					1,100	654		50,0	0,50	14,70	7,35	6,32	4,53	1,0
Кровля	1,000	0,100	0,040	7,765	0,129	5327				1034,14		52,02		7,9
Окно наружное					1,100	29235		80,0	0,50	658,86	527,09	283,11	266,41	42,7
Пол в подвале	0,334	3,284		5,512	0,181	1549				595,00		32,74		4,9
Наружная стена, примыкающая к грунту	0,515	1,883		3,605	0,277	1507				269,80		28,90		4,4

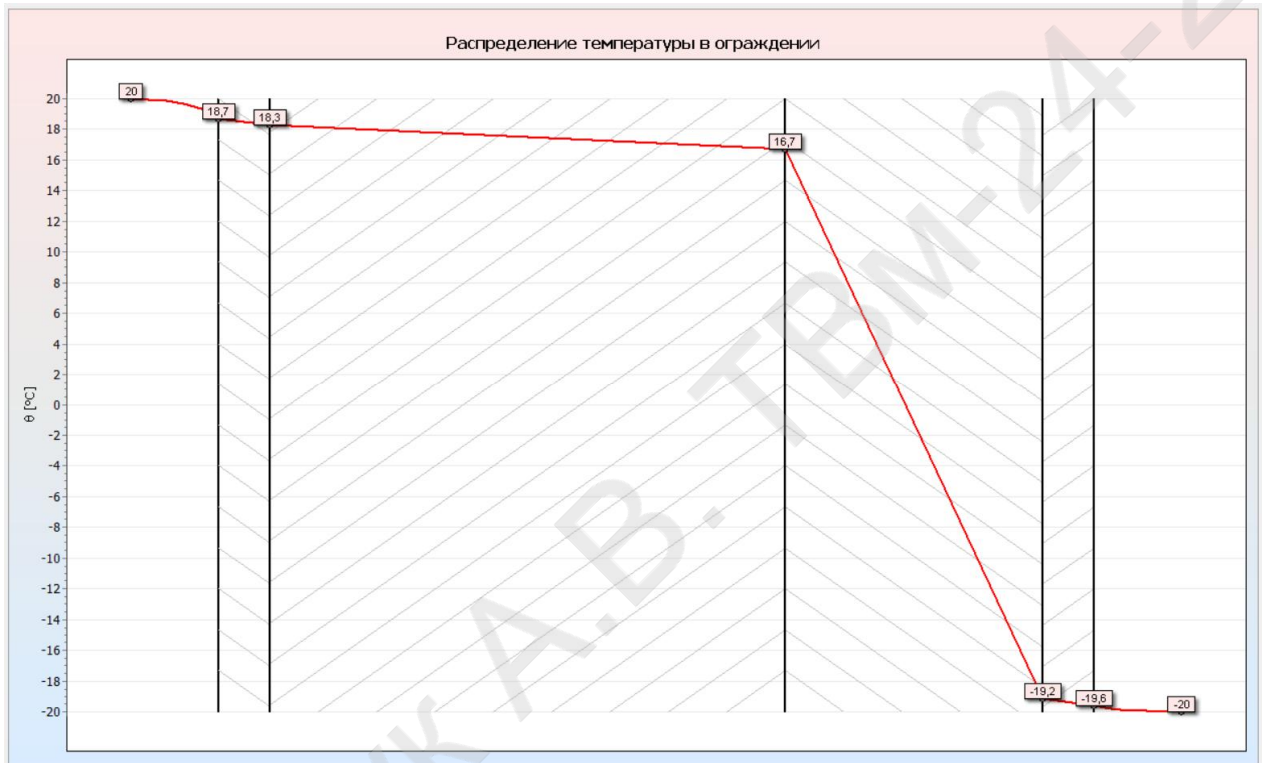


Рис. 1.1. Розподіл температур в конструкції зовнішньої стіни

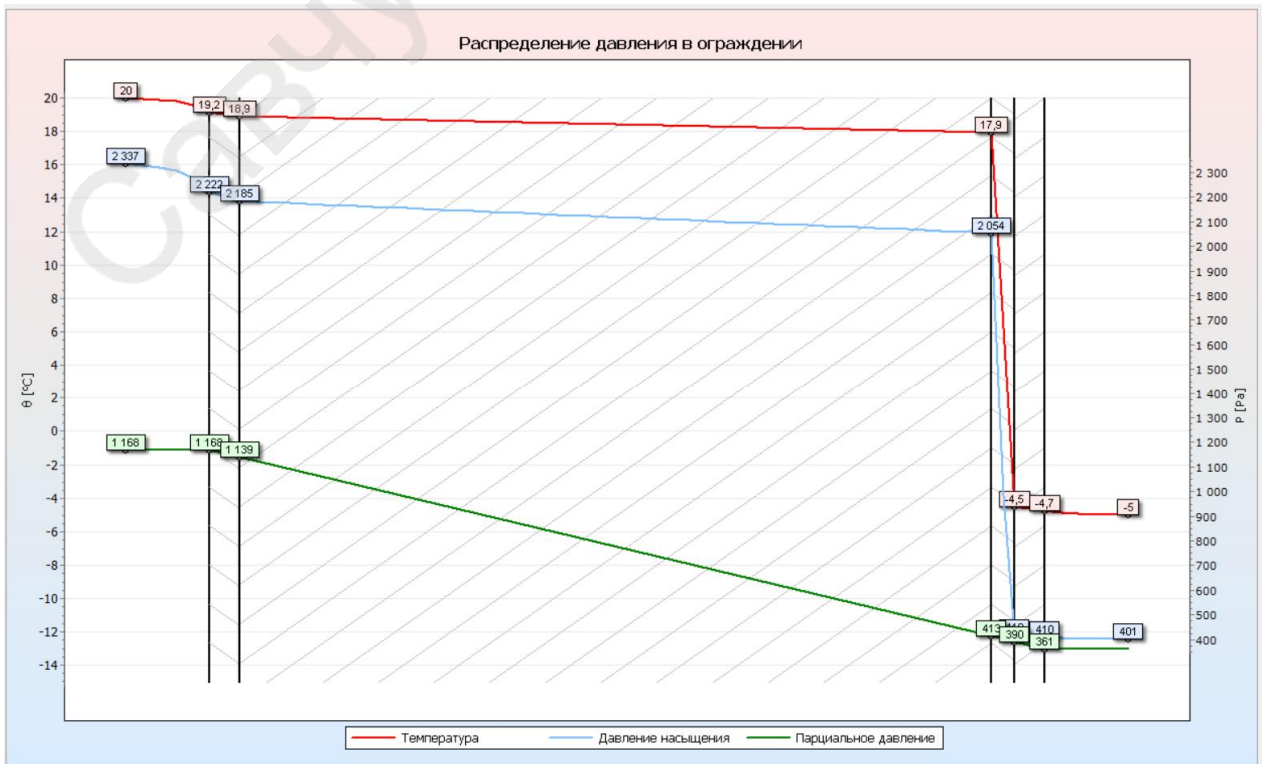


Рис. 1.2. Розподіл парціальних тисків в конструкції зовнішньої стіни

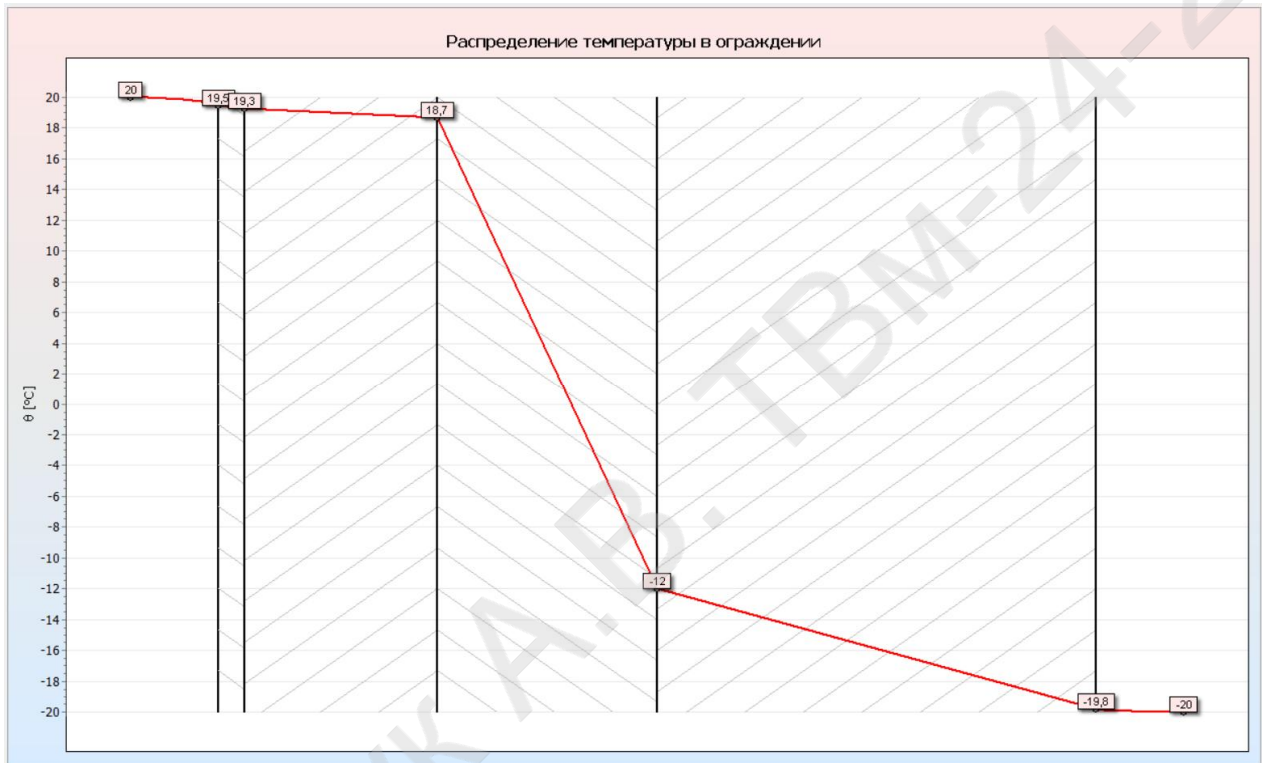


Рис. 1.3. Розподіл температур в конструкції зовнішньої стіни

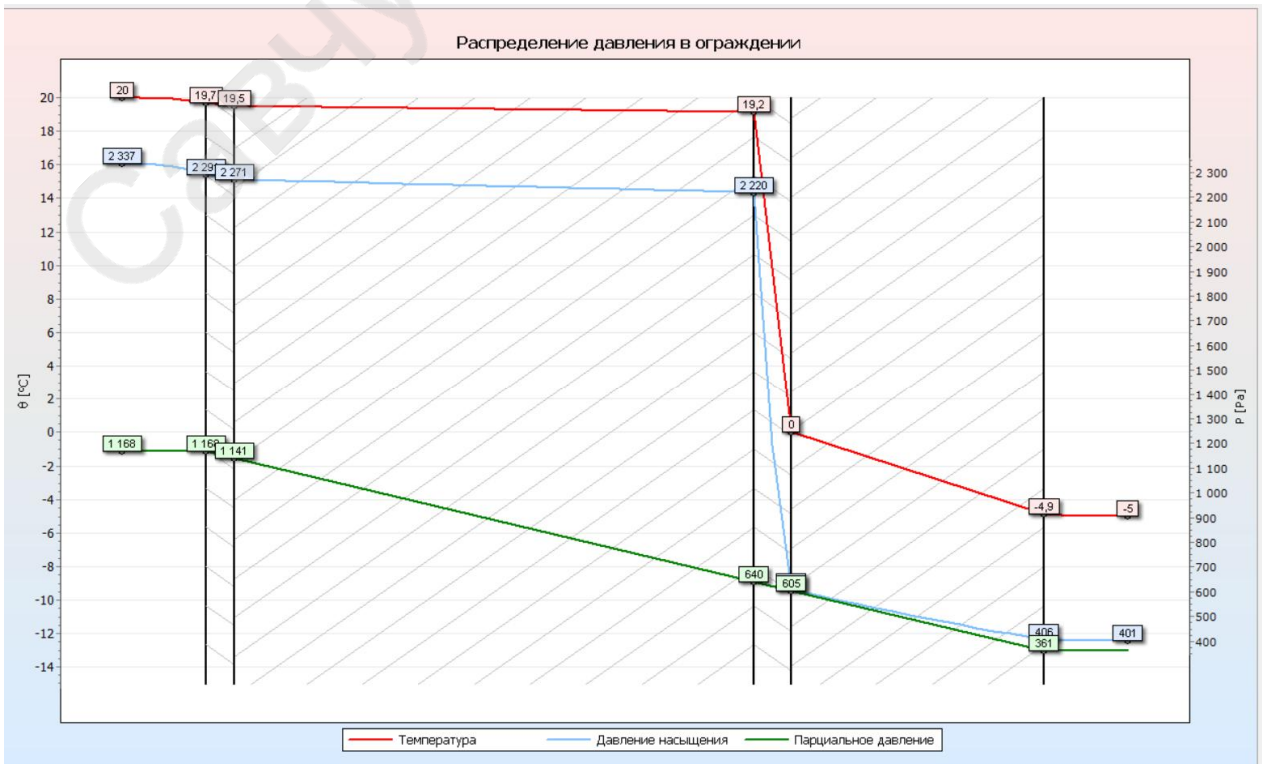


Рис. 1.4. Розподіл парціальних тисків в конструкції суміщеного покриття

1.3. Розрахунок тепловтрат

СИМВОЛ	$\theta_{int, H}$ °C	Φ_{HL} Вт	V_{min} м ³ /ч	V_{infv} м ³ /ч	$V_{m.infv}$ м ³ /ч	$V_{su min}$ м ³ /ч	V_{su} м ³ /ч	$V_{ex min}$ м ³ /ч	V_{ex} м ³ /ч	V_v м ³ /h	θ_v °C	Φ_T Вт	Φ_{T1} Вт
001	20,0	744	320,0	0,0	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	18,0	526	0
002	20,0	741	320,0	0,0	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	18,0	523	0
003	20,0	741	320,0	0,0	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	18,0	523	0
004	20,0	771	320,0	0,0	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	18,0	553	0
005	20,0	793	368,0	0,0	0,0	368,0	368,0	368,0	368,0	368,0	18,0	543	0
101	20,0	4362	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	3861	663
102	20,0	3207	320,0	25,6	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	345,6	15,2	2641	648
103	20,0	3207	320,0	25,6	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	345,6	15,2	2641	648
107	20,0	1722	96,0	7,7	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0	103,7	15,2	1552	420
109	20,0	3207	320,0	25,6	0,0	320,0	320,0	320,0	320,0	345,6	15,2	2641	648
110	20,0	2568	276,7	22,1	0,0	276,7	276,7	276,7	276,7	298,8	15,2	2079	476
201	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
202	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
203	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
204	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
205	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
210	20,0	2568	276,7	22,1	0,0	276,7	276,7	276,7	276,7	298,8	15,2	2079	476
301	20,0	3258	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2757	439
302	20,0	3258	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2757	439
303	20,0	3258	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2757	439
304	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
305	20,0	2647	283,5	22,7	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	306,2	15,2	2146	499
310	20,0	2568	276,7	22,1	0,0	276,7	276,7	276,7	276,7	298,8	15,2	2079	476

Φ_V	H_T	H_V	Φ	$\Phi_{HL,A}$	$\Phi_{HL,C}$
Вт	W/K	W/K	Вт	Вт/м ²	Вт
218	13,15	5,44	744	7,4	744
218	13,08	5,44	741	7,4	741
218	13,08	5,44	741	7,4	741
218	13,83	5,44	771	7,7	771
250	13,57	6,26	793	6,9	793
501	96,53	12,53	4362	45,4	4362
566	66,02	14,14	3207	32,1	3207
566	66,02	14,14	3207	32,1	3207
170	38,80	4,24	1722	57,4	1722
566	66,02	14,14	3207	32,1	3207
489	51,97	12,23	2568	29,7	2568
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
489	51,97	12,23	2568	29,7	2568
501	68,92	12,53	3258	33,9	3258
501	68,92	12,53	3258	33,9	3258
501	68,92	12,53	3258	33,9	3258
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
501	53,64	12,53	2647	27,5	2647
489	51,97	12,23	2568	29,7	2568

401	20,0	2709	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2146	499
402	20,0	2709	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2146	499
403	20,0	2709	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2146	499
404	20,0	2709	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2146	499
405	20,0	2709	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2146	499
410	20,0	2628	276,7	26,6	0,0	276,7	276,7	276,7	276,7	303,3	14,7	2079	476
501	20,0	3320	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2757	439
502	20,0	3320	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2757	439
503	20,0	3320	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2757	439
504	20,0	3320	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2757	439
505	20,0	3320	283,5	27,2	0,0	283,5	283,5	283,5	283,5	310,7	14,7	2757	439
510	20,0	3188	276,7	26,6	0,0	276,7	276,7	276,7	276,7	303,3	14,7	2638	420

563	53,64	14,07	2709	28,2	2709
563	53,64	14,07	2709	28,2	2709
563	53,64	14,07	2709	28,2	2709
563	53,64	14,07	2709	28,2	2709
563	53,64	14,07	2709	28,2	2709
549	51,97	13,74	2628	30,4	2628
563	68,92	14,07	3320	34,5	3320
563	68,92	14,07	3320	34,5	3320
563	68,92	14,07	3320	34,5	3320
563	68,92	14,07	3320	34,5	3320
563	68,92	14,07	3320	34,5	3320
549	65,95	13,74	3188	36,9	3188

1.4. Гідрравлічний розрахунок та підбір опалювальних приладів

Підсумки - Загальні

Основна інформація:			
Назва проєктів:		готель	
Адреса:		Івано-Франківськ	
Населений пун.			
Проектувальник:			
Дата розрахунку		Czwartek 20 ноября 2025 14:40	
Інф			
Тип А:	PUSH PEXC P10	Тип В:	ГОСТ 10704-76
Тип С:		Тип D:	
Тип Е:		Тип F:	
Тип G:		Тип H:	
Тип I:		Тип J:	
Тип K:		Тип L:	
Тип M:		Тип N:	
Тип O:		Тип P:	
Символ джерела тепла:		ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО	
Параметри теплоносія:			
$\theta_{s,n}$ [°C]:	80,00	$\theta_{r,n}$ [°C]:	60,00
$\theta_{r,r,n}$ [°C]:	58,71		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [%]	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$ [kg/c]:		2,082	
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$ [% U]:		1350	
Розрахункова теплова потужність системи $\Phi_{HL,inst}$ [BT]:		174300	
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst,n}$ [BT]:		11844	
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{tot,inst,n}$ [BT]:		186144	
Параметри джерела тепла: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
$\Delta p_{нс}$ [Па]:	0	$V_{нс}$ [л]:	0,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} [Па]:		94361	
Дод.запас пот. для заповнення буферної ємності $\Phi_{HL,reserve}$ [BT]:			
Орієнтовна теплова потужність джерела взимку $\Phi_{HL,winter}$ [BT]:		174300	
Розрахункова теплова потужність джерела влітку $\Phi_{HL,summer}$ [BT]:			
Розрахункова теплова потужність джерела в перехідному періоді $\Phi_{HL,part}$ [BT]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій $N_{FS,sim}$ [шт.]:			
Параметри для роботи в режимі охолодження:			

Розрахункова

Підсумки - Загальні

$\theta_{s,c}$, [°C]:		$\theta_{r,r,c}$, [°C]:	
Потужність на охолодження разом із підключеннями $\Phi_{r,c,t,c}$, [Вт]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛ			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	1	Надлишок потужності, [Вт]:	4958
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	525
Потужність опал. прил., [В	163923	Теплонадх. від труб, [Вт]:	14810
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [В	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	103
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	1	Надлишок потужності, [Вт]:	5037
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	604
Розрахункова потужність, [174300	Реальна потужність, [Вт]:	163923

Підсумки - Приміщення

СИМВОЛ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	ABTH	$\theta_{F,C}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт		°
00010	20	700	0,7	79	0,1	633	0,6	-13	-0,0	0,90	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 633$ Вт Aut.H = 0,90								
00011	22	1000	1,0	19	0,0	1001	1,0	-20	-0,0	1,00	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,400 м L = 1,40 м $\Phi_{r,H} = 1001$ Вт Aut.H = 1,00								
00013	25	400	0,4	48	0,0	375	0,4	-24	-0,0	0,94	
	☞ PLAN-11K-50		Розмір 0,705 м L = 0,71 м $\Phi_{r,H} = 375$ Вт Aut.H = 0,94								
00014	20	700	0,7	72	0,1	631	0,6	-3	-0,0	0,90	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 631$ Вт Aut.H = 0,90								
00015	18	900	0,9	111	0,1	829	0,8	-39	-0,0	0,92	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м $\Phi_{r,H} = 829$ Вт Aut.H = 0,92								
00016	18	800	0,8	51	0,1	738	0,7	11	0,0	0,92	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 738$ Вт Aut.H = 0,92								
00017	18	1000	1,0	58	0,1	950	1,0	-8	-0,0	0,95	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 950$ Вт Aut.H = 0,95								
00020	18	700	0,7	23	0,0	699	0,7	-22	-0,0	1,00	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 699$ Вт Aut.H = 1,00								
00021	18	800	0,8	38	0,0	793	0,8	-31	-0,0	0,99	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м $\Phi_{r,H} = 793$ Вт Aut.H = 0,99								
0007	22	1000	1,0	91	0,1	905	0,9	4	0,0	0,91	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 905$ Вт Aut.H = 0,91								
0009	25	400	0,4	46	0,0	381	0,4	-27	-0,0	0,95	
	☞ PLAN-11K-50		Розмір 0,705 м L = 0,71 м $\Phi_{r,H} = 381$ Вт Aut.H = 0,95								
002	16	800	0,8	48	0,0	747	0,7	6	0,0	0,93	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 747$ Вт Aut.H = 0,93								
003	16	1500	1,5	107	0,1	1376	1,4	17	0,0	0,92	
	☞ PROFIL-12V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м $\Phi_{r,H} = 1376$ Вт Aut.H = 0,92								
004	16	4200	4,2	1260	1,3	3055	3,1	-115	-0,1	0,73	
	☞ PROFIL-33V-50		Розмір 1,400 м L = 1,40 м $\Phi_{r,H} = 3055$ Вт Aut.H = 0,73								
005	18	1000	1,0	76	0,1	909	0,9	15	0,0	0,91	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 909$ Вт Aut.H = 0,91								
010	18	2100	2,1	80	0,1	2090	2,1	-70	-0,1	1,00	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м $\Phi_{r,H} = 1047$ Вт Aut.H = 0,50								
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,300 м L = 1,30 м $\Phi_{r,H} = 1042$ Вт Aut.H = 0,50								
011	18	1300	1,3	167	0,2	1129	1,1	4	0,0	0,87	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 1129$ Вт Aut.H = 0,87								
0110	18	600	0,6	19	0,0	615	0,6	-34	-0,0	1,02	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 615$ Вт Aut.H = 1,02								
012	18	1000	1,0	43	0,0	967	1,0	-9	-0,0	0,97	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 967$ Вт Aut.H = 0,97								
013	18	800	0,8	45	0,0	796	0,8	-42	-0,0	1,00	













Підсумки - Приміщення

СИМВОЛ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	АВТН	$\theta_{F,C}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт		°
PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м $\Phi_{r,H} = 796$ Вт Aut.H = 1,00									
014	16	800	0,8	0	0,0			800	0,8		
015	16	0	0,0	42	0,0			-42	-0,0		
016	16	1500	1,5	92	0,1	1482	1,5	-74	-0,1	0,99	
PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 749$ Вт Aut.H = 0,50									
PROFIL-11V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 733$ Вт Aut.H = 0,49									
06	18	800	0,8	35	0,0	777	0,8	-12	-0,0	0,97	
PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м $\Phi_{r,H} = 777$ Вт Aut.H = 0,97									
102	18	4300	4,3	302	0,3	4283	4,3	-285	-0,3	1,00	
PROFIL-22V-30		Розмір 1,600 м L = 1,60 м $\Phi_{r,H} = 1423$ Вт Aut.H = 0,33									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,600 м L = 1,60 м $\Phi_{r,H} = 1433$ Вт Aut.H = 0,33									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,600 м L = 1,60 м $\Phi_{r,H} = 1427$ Вт Aut.H = 0,33									
103	16	4600	4,6	1294	1,3	3350	3,3	-44	-0,0	0,73	
PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 1696$ Вт Aut.H = 0,37									
PROFIL-22V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 1654$ Вт Aut.H = 0,36									
104	18	800	0,8	46	0,0	798	0,8	-44	-0,0	1,00	
PROFIL-22V-50		Розмір 0,600 м L = 0,60 м $\Phi_{r,H} = 798$ Вт Aut.H = 1,00									
105	16	5000	5,0	71	0,1	4747	4,7	182	0,2	0,95	
PROFIL-33K-50		Розмір 2,300 м L = 2,30 м $\Phi_{r,H} = 4747$ Вт Aut.H = 0,95									
107	20	800	0,8	37	0,0	760	0,8	4	0,0	0,95	
PROFIL-11V-50		Розмір 1,000 м L = 1,00 м $\Phi_{r,H} = 760$ Вт Aut.H = 0,95									
112	20	5900	5,9	326	0,3	5677	5,7	-103	-0,1	0,96	
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 942$ Вт Aut.H = 0,16									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 950$ Вт Aut.H = 0,16									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 953$ Вт Aut.H = 0,16									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 948$ Вт Aut.H = 0,16									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 945$ Вт Aut.H = 0,16									
PROFIL-22V-30		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 940$ Вт Aut.H = 0,16									
115	16	5000	5,0	70	0,1	4770	4,8	160	0,2	0,95	
PROFIL-33K-50		Розмір 2,300 м L = 2,30 м $\Phi_{r,H} = 4770$ Вт Aut.H = 0,95									
116	22	1800	1,8	55	0,1	1735	1,7	10	0,0	0,96	
PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 863$ Вт Aut.H = 0,48									
PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 872$ Вт Aut.H = 0,48									
118	22	1800	1,8	74	0,1	1761	1,8	-34	-0,0	0,98	
PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 879$ Вт Aut.H = 0,49									
PROFIL-11V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 882$ Вт Aut.H = 0,49									
120	22	1800	1,8	146	0,1	1654	1,7	0	0,0	0,92	
PROFIL-11V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 828$ Вт Aut.H = 0,46									
PROFIL-11V-50		Розмір 1,100 м L = 1,10 м $\Phi_{r,H} = 826$ Вт Aut.H = 0,46									
121	16	0	0,0	0	0,0			0	0,0		

Підсумки - Приміщення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	ABTH	$\theta_{F,C}$
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт		°
216	22	1800	1,8	54	0,1	1882	1,9	-136	-0,1	1,05	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 936$ Вт Aut.H = 0,52								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 946$ Вт Aut.H = 0,53								
218	22	1900	1,9	79	0,1	1936	1,9	-115	-0,1	1,02	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 967$ Вт Aut.H = 0,51								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 970$ Вт Aut.H = 0,51								
220	22	1800	1,8	144	0,1	1736	1,7	-81	-0,1	0,96	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м $\Phi_{r,H} = 869$ Вт Aut.H = 0,48								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м $\Phi_{r,H} = 867$ Вт Aut.H = 0,48								
221	16	0	0,0	0	0,0			0	0,0		
222	22	1900	1,9	75	0,1	1914	1,9	-89	-0,1	1,01	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 965$ Вт Aut.H = 0,51								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 948$ Вт Aut.H = 0,50								
224	22	1800	1,8	53	0,1	1863	1,9	-116	-0,1	1,03	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 926$ Вт Aut.H = 0,51								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 937$ Вт Aut.H = 0,52								
226	22	2200	2,2	202	0,2	1981	2,0	18	0,0	0,90	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 992$ Вт Aut.H = 0,45								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 989$ Вт Aut.H = 0,45								
302	18	800	0,8	45	0,0	775	0,8	-19	-0,0	0,97	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,600 м L = 0,60 м $\Phi_{r,H} = 775$ Вт Aut.H = 0,97								
303	18	2200	2,2	175	0,2	2134	2,1	-109	-0,1	0,97	
	☞ PROFIL-22V-30		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 1062$ Вт Aut.H = 0,48								
	☞ PROFIL-22V-30		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 1072$ Вт Aut.H = 0,49								
304	16	4700	4,7	1134	1,1	3611	3,6	-44	-0,0	0,77	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 1825$ Вт Aut.H = 0,39								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 1,200 м L = 1,20 м $\Phi_{r,H} = 1785$ Вт Aut.H = 0,38								
305	20	1100	1,1	55	0,1	1048	1,0	-4	-0,0	0,95	
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м $\Phi_{r,H} = 519$ Вт Aut.H = 0,47								
	☞ PROFIL-11V-50		Розмір 0,700 м L = 0,70 м $\Phi_{r,H} = 529$ Вт Aut.H = 0,48								
310	20	2200	2,2	76	0,1	2251	2,3	-126	-0,1	1,02	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 1133$ Вт Aut.H = 0,52								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,900 м L = 0,90 м $\Phi_{r,H} = 1117$ Вт Aut.H = 0,51								
311	22	2000	2,0	88	0,1	1953	2,0	-41	-0,0	0,98	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 980$ Вт Aut.H = 0,49								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 973$ Вт Aut.H = 0,49								
313	22	3000	3,0	205	0,2	2929	2,9	-134	-0,1	0,98	
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 983$ Вт Aut.H = 0,33								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 977$ Вт Aut.H = 0,33								
	☞ PROFIL-22V-50		Розмір 0,800 м L = 0,80 м $\Phi_{r,H} = 969$ Вт Aut.H = 0,32								

Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів CO

Символ:  1	Виробник: KAN	Каталожний №:
плитка керамічна		
Метод розрахунку: EN 1264/15377		
Підлогове покриття за замовчуванням: 3 ($R_{\alpha, B} = 0,012 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)		
Вологі умови: Нормальний		
Тип конструкції: Тип А		
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:		
Символ	D	Опис матеріалу
	м	
 СТЯЖКА ЦЕМ	0,0260	Цементна стяжка
Символ труб: BLUEFLOOR	Dn _{min} : 16 мм Dn _{max} : 16 мм	
L _{max} : 200 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м	
Прошарки з іншого боку труб:		
Символ	D	Опис матеріалу
	м	
 EPS 100 KAN 20	0,0200	Плита пінополістирольна Tacker EPS100 038 (PS20) з плівкою
 EPS 100-038 20	0,0200	Плити пінополістирольні EPS 100 - 038 з об'ємною щільністю
 ПОЛІЕТИЛЕН 0,15	0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0,15 мм
 БЕТОН-1900	0,0100	Бетон важкий. Заповнювач із природного каменю.
Символ:  2	Виробник: KAN	Каталожний №:
паркетна дошка		
Метод розрахунку: EN 1264/15377		
Підлогове покриття за замовчуванням: 13 ($R_{\alpha, B} = 0,105 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)		
Вологі умови: Нормальний		
Тип конструкції: Тип А		
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:		
Символ	D	Опис матеріалу
	м	
 СТЯЖКА ЦЕМ	0,0260	Цементна стяжка
Символ труб: BLUEFLOOR	Dn _{min} : 16 мм Dn _{max} : 16 мм	
L _{max} : 200 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м	
Прошарки з іншого боку труб:		
Символ	D	Опис матеріалу
	м	
 EPS 100 KAN 20	0,0200	Плита пінополістирольна Tacker EPS100 038 (PS20) з плівкою
 EPS 100-038 20	0,0200	Плити пінополістирольні EPS 100 - 038 з об'ємною щільністю
 ПОЛІЕТИЛЕН 0,15	0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0,15 мм
 БЕТОН-1900	0,0100	Бетон важкий. Заповнювач із природного каменю.

Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів CO

Символ:	↑↓ ЗА ЗАМОВЧЕННЯМ(ПІД.)	Виробник:	KAN	Каталожний №:	
Стандартна конструкція системи поверхневого опалення					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: 3 ($R_{\alpha, B} = 0,012 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)					
Вологі умови: Нормальний					
Тип конструкції: Тип А					
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		М			
■ СТЯЖКА ЦЕМ		0,0650	Цементна стяжка		
Символ труб:	BLUEPERT	Dn _{min} : 14 мм Dn _{max} : 20 мм			
L _{max} : 100 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м				
Прошарки з іншого боку труб:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		М			
■ EPS 100 KAN 20		0,0200	Плита пінополістирольна Tacker EPS100 038 (PS20) з плівкою		
■ EPS 100-038 20		0,0200	Плити пінополістирольні EPS 100 - 038 з об'ємною щільністю		
■ ПОЛІЕТИЛЕН 0,15		0,0001	Плівка PE для укладання під теплоізоляцією. D = 0,15 мм		
■ БЕТОН-1900		0,0100	Бетон важкий. Заповнювач із природного каменю.		
Символ:	↑↓ ЗА ЗАМОВЧУВАННЯМ(С.)	Виробник:		Каталожний №:	
Конструкція стінового опалювального приладу за замовчуванням					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: 0 ($R_{\alpha, B} = 0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)					
Вологі умови: Нормальний					
Тип конструкції: Тип А					
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		М			
Символ труб:		Dn _{min} : мм Dn _{max} : мм			
L _{max} : 120 м	T _{min} : 0,05 м T _{max} : 0,3 м T _{step} : 0,05 м				
Прошарки з іншого боку труб:					
Символ		D	Опис матеріалу		
		М			
Символ:	↑↓ ЗА ЗАМОВЧУВАННЯМ(СТ)	Виробник:		Каталожний №:	
Конструкція підлогового опалювального приладу за замовчуванням					
Метод розрахунку: EN 1264/15377					
Підлогове покриття за замовчуванням: 0 ($R_{\alpha, B} = 0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$)					
Вологі умови: Нормальний					

Підсумки - Конструкції поверхневих опалювальних приладів СО

Тип конструкції:			Тип А		
Прошарки між трубами та опалювальним приміщенням:					
Символ		D		Опис матеріалу	
		м			
Символ труб:		D_{min}: мм D_{max}: мм			
L_{max}: 120 м	T_{min}: 0,05 м T_{max}: 0,3 м T_{step}: 0,05 м				
Прошарки з іншого боку труб:					
Символ		D		Опис матеріалу	
		м			

Савчук А.В. ТБМ-24/2

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					м			мм	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-30 в приміщенні: 112									
Δp _{disp} = 94611 Па Δp _{gr} = 250 Па Δp = 94611 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{СІR} = 87,64 м									
☘ ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО							Δp _{НС} = 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		32x4,4	1129200045
KAN КОЛ RBV-П				d _n = 25 мм		k _v = 5,000		Δp = 1364 Па	
—	A			PUSH PEXC P10	1,34	103		32x4,4	1129200045
☘ 1 4017 0X				Налаштування: 2.1 d _n = 25 мм					
				k _v = 3,250 м ³ /год Δp = 3229 Па					
—	A			PUSH PEXC P10	1,25	103		32x4,4	1129200045
—	A			PUSH PEXC P10	2,64	103		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	5,68	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	4,15	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	0,47	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	0,37	112		18x2,5	1129200039
☘	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
☘ V3KS				Налаштування: 1 d _n = 15 мм					
				Авторитет = 0,93 k _v = 0,077 м ³ /год Δp = 32023 Па					
☘ RLV-K П				d _n = 20 мм k _v = 1,400 Δp = 96 Па					
☘ PROFIL-22V-30				1,100 м L = 1,10 м Φ _{г,н} = 953 Вт Δp = 7 Па					
☘	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,27	112		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,67	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	4,35	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	5,68	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	2,44	103		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	1,20	103		32x4,4	1129200045

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н	
					М			ММ		
--		A		PUSH PEXC P10	1,14	103		32x4,4	1129200045	
			1 4002 2X	Налаштування: !20!	d _n = 15 мм					
				Δp _{st} = 34,15 кПа	k _v = 1,696 м ³ /год			Δp = 11590 Па		
o		A		PUSH PEXC P10	0,60	103		32x4,4	1129200045	
			KAN КОЛ RBV-3	d _n = 25 мм	k _v = 5,000			Δp = 1334 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		
o		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					
				Δp _{st} = 62,71 кПа	k _v = 14,950 м ³ /год			Δp = 25973 Па		
o		B		ГОСТ 10704-76	0,55	015		65		
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-30 в приміщенні: 112										
Δp _{disp} = 94611 Па Δp _{gr} = 250 Па Δp = 94611 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{CIR} = 95,34 м										
			ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО				Δp _{HS} = 0 Па			
o		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		
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			Δp = 3283 Па		
o		A		PUSH PEXC P10	0,90	103		32x4,4	1129200045	
			KAN КОЛ RBV-П	d _n = 25 мм	k _v = 5,000			Δp = 1364 Па		
-		A		PUSH PEXC P10	1,34	103		32x4,4	1129200045	

Підсумки - Циркуляційні кільця - Опалення СО

Тип діл.	Труб.	Стояк	Діл.	Символ труб	L	Приміщення	DN Префікс	d _n	Каталожний н
					М			ММ	
	● 1 4017 0X			Налаштування: 2.1 d _n = 25 мм					
				k _v = 3,250 м ³ /год Δр = 3229 Па					
-	A			PUSH PEXC P10	1,25	103		32x4,4	1129200045
-	A			PUSH PEXC P10	2,64	103		25x3,5	1129200043
-	A			PUSH PEXC P10	5,68	112		25x3,5	1129200043
-	A			PUSH PEXC P10	4,15	112		25x3,5	1129200043
-	A			PUSH PEXC P10	0,47	112		25x3,5	1129200043
-	A			PUSH PEXC P10	3,84	112		18x2,5	1129200039
-	A			PUSH PEXC P10	0,38	112		18x2,5	1129200039
○	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
	P V3KS			Налаштування: 1 d _n = 15 мм					
				Авторитет = 0,90 k _v = 0,078 м ³ /год Δр = 31209 Па					
	H RLV-K П			d _n = 20 мм k _v = 1,400 Δр = 96 Па					
	PROFIL-22V-30			1,100 м L = 1,10 м Φ _{г,н} = 948 Вт Δр = 7 Па					
○	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,28	112		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	3,84	112		18x2,5	1129200039
--	A			PUSH PEXC P10	0,67	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	4,35	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	5,68	112		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	2,44	103		25x3,5	1129200043
--	A			PUSH PEXC P10	1,20	103		32x4,4	1129200045
--	A			PUSH PEXC P10	1,14	103		32x4,4	1129200045
	● 1 4002 2X			Налаштування: !20! d _n = 15 мм					
				Δр _{st} = 34,15 кПа k _v = 1,696 м ³ /год Δр = 11590 Па					
○	A			PUSH PEXC P10	0,60	103		32x4,4	1129200045
	KAN КОЛ RBV-3			d _n = 25 мм k _v = 5,000 Δр = 1334 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					

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	0,55	015		65	
Стояк/Ділянка / Цирк. кільце через опал. прил.: PROFIL-22V-30 в приміщенні: 112									
Δp _{disp} = 94611 Па Δp _{gr} = 250 Па Δp = 94611 Па Δp _{over} = 0 Па ΔH = 2,87 м L _{CIR} = 98,90 м									
⚡ ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО							Δp _{НС} = 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		32x4,4	1129200045
KAN КОЛ RBV-П				d _n = 25 мм k _v = 5,000 Δp = 1364 Па					
—	A			PUSH PEXC P10	1,34	103		32x4,4	1129200045
⚙ 1 4017 0X				Налаштування: 2.1 d _n = 25 мм					
				k _v = 3,250 м ³ /год			Δp = 3229 Па		
—	A			PUSH PEXC P10	1,25	103		32x4,4	1129200045
—	A			PUSH PEXC P10	2,64	103		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	5,68	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	4,15	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	0,47	112		25x3,5	1129200043
—	A			PUSH PEXC P10	3,84	112		18x2,5	1129200039
—	A			PUSH PEXC P10	1,00	112		18x2,5	1129200039
—	A			PUSH PEXC P10	0,89	112		18x2,5	1129200039
—	A			PUSH PEXC P10	0,17	112		18x2,5	1129200039
⊙	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
⚙ V3KS				Налаштування: 1 d _n = 15 мм					
				Авторитет = 0,90 k _v = 0,078 м ³ /год			Δp = 31009 Па		
⚙ RLV-К П				d _n = 20 мм k _v = 1,400 Δp = 96 Па					
⚙ PROFIL-22V-30				1,100 м L = 1,10 м Φ _{г,н} = 945 Вт Δp = 7 Па					
⊙	A			PUSH PEXC P10	0,10	112		18x2,5	1129200039
—	A			PUSH PEXC P10	0,27	112		18x2,5	1129200039

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип	Тип	Стояк	Діл.	Приміщення	Символ	d _n	Каталожний номер	Налаштув
	діл.	ар.					мм		
					016	V3KS	15		1
					016	V3KS	15		1
					012	V3KS	15		1
					013	V3KS	15		1
					011	V3KS	15		1.5
					010	V3KS	15		1
					00020	V3KS	15		1
					00017	V3KS	15		1
					00015	V3KS	15		1
					00011	V3KS	15		1
					0007	V3KS	15		1
					005	V3KS	15		1
					003	V3KS	15		1.5
					002	V3KS	15		1
					004	V3KS	20		5.5
					015	1 4017 0X	50	1 4017 06	8.0
					015	1 4002 2X	40	1 4002 25	!20
					06	V3KS	15		1
					00010	V3KF	15		3
					00013	RA-DV П	10	013G7712	3
					0009	RA-DV П	10	013G7712	3
					00014	V3KF	15		3
					00016	V3KS	15		1
					00021	V3KS	15		1
					010	V3KS	15		1
					004	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					004	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					004	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					004	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					004	1 4017 0X	15	1 4017 01	2.0
					004	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.4
					004	1 4017 0X	15	1 4017 01	2.2
					004	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.4
					102	V3KS	15		1
					102	V3KS	15		1
					102	V3KS	15		1
					107	V3KS	15		1
					112	V3KS	15		1
					112	V3KS	15		1
					112	V3KS	15		1

Підсумки - Налаштування

Сис	Тип	Тип	Стояк	Діл.	Приміщення	Символ	d _n	Каталожний номер	Налаштув
	діл.	ар.					мм		
					112	V3KS	15		1
					103	V3KS	15		2
					116	V3KS	15		1
					116	V3KS	15		1
					118	V3KS	15		1
					118	V3KS	15		1
					120	V3KS	15		1
					120	V3KS	15		1
					122	V3KS	15		1
					123	V3KS	15		1
					124	V3KS	15		1
					125	V3KS	15		1
					127	V3KF	15		1
					128	V3KF	15		1
					129	V3KF	15		1
					130	V3KF	15		1
					131	V3KF	15		1
					103	V3KS	15		3
					104	V3KS	15		1
					105	RA-DV П	15	013G7714	N
					115	RA-DV П	15	013G7714	N
					112	V3KS	15		1
					112	V3KS	15		1
					0110	V3KF	15		1
					103	1 4002 2X	15	1 4002 21	!20
					103	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					103	1 4002 2X	15	1 4002 21	20
					103	1 4002 2X	15	1 4002 21	!20
					103	1 4017 0X	25	1 4017 03	1.9
					103	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.5
					103	1 4017 0X	20	1 4017 02	1.6
					103	1 4017 0X	25	1 4017 03	2.1
					103	1 4017 0X	32	1 4017 04	4.4
					103	1 4017 0X	32	1 4017 04	4.4
					203	V3KS	15		1
					203	V3KS	15		1
					205	V3KF	15		1
					210	V3KS	15		1
					211	V3KS	15		1
					213	V3KS	15		1

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-025-09 (21пл.)	шт.		1
2	Насос циркуляційний CB DN40, PN10, Q=14,5м3/год, H=6 м.вод.ст. P=0,19кВт, U=230В, I=1,3А	Stratos-D 40/1-8 PN6/10 Wilo (Німеччина)	шт.	2120640	2
3	Регулятор температури CB DN20, PN16 Q=2,49м3/год, kvs=6,3м3/год, dp=0,156бар	VF3 Danfoss (Данія)	компл.	06520256	1
4	Електропривід, 230В	AMV-435	шт.	082H0163	1
5	Накладний датчик температури	Danfoss (Данія)	шт.		2
6	Датчик температури зовнішнього повітря	Danfoss (Данія)	шт.		1
7	Сітчастий фільтр фланцевий DN 50, PN16	ZETKAMA (Польща)	шт.		1
8	Сітчастий фільтр фланцевий DN 40, PN16	ZETKAMA (Польща)	шт.		1
8а	Ручний клапан з попередньою настройкою DN 32, PN16	MSV-F2 PN16	шт.	003Z1059	1
9	Кульовий кран фланцевий DN 50, PN16	Danfoss (Данія)	шт.		2
10	Кульовий кран фланцевий DN 40, PN16	Danfoss (Данія)	шт.		1
10а	Кульовий кран муфтовий DN 40, PN16	IVR (Італія)	шт.		4
11	Кульовий кран муфтовий DN 15, PN16	IVR (Італія)	шт.		4
12	Клапан зворотній муфтовий DN 40, PN16	IVR (Італія)	шт.		2
13	Гнучка вставка DN 50, PN16	VITECH (Словаччина)	шт.		2
14	Контрольні стержні		компл.		2
15	Запобіжний клапан DN 32 Рскиду=6,5 бар	Valtec (Італія)	компл.		1
16	Автоматичний повітропускник 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 HCB 14xM20 УХЛ4	ТУ 36-1104-82			
18	Відбірний пристрій тиску ЗКЧ-270.10-90 в складі: Труба DN 15 І=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°С, 0... 1,6МПа	СклоПрилад (Україна)	шт.		1
21	Термоманометр Границя виміру 0...120°С, 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	Труба обв'язка *		компл.		1
25	Рама під блок системи опалення		шт.		1
26	Щит автоматизації СВ		шт.		1
27	Датчик-реле тиску	Danfoss (Данія)	компл.		1
Підживлення					
33	Кульовий кран муфтовий DN 20	IVR (Італія)	шт.		2
34	Клапан зворотній муфтовий DN 20	IVR (Італія)	шт.		1
35	Сітчастий фільтр муфтовий DN 20	IVR (Італія)	шт.		1
36	Лічильник гарячої води DN 15	JS-90 Qn1,5 (Польща)	шт.		1
37	Клапан соленоїдний DN 20	EV251B 18B G3/4	шт.	032U5382 31	1
38	Редуктор тиску "після себе" DN20 тиск налашт 1-7 бар	IVR (Італія)	шт.		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 8943:2019

АЕ ТВ-09-40-50-в-110+П				
Капітальний ремонт закладу дошкільної освіти Дарницького району м. Києва				
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Нач.від.				
Розробив				
Модульний блок системи вентиляції			Стадія	Аркуш
			РП	1
Специфікація			ТОВ «АЕ»	

Специфікація на теплообмінник

Замовник:

Об'єкт: Модернізація систем опалення і вентиляції в офісному центрі м.Київ

Виконавець:

Розбірний пластинчастий теплообмінник: **Funke-025-09-21**

Призначення: **Опалення**

Розрахункові данні: Тепла сторона Холодна сторона

Теплоносій: Вода Вода

Витрата масова:	[т/год]	2.37	---	[т/год]	4.74
Витрата об'ємна:	[м3/год]	2.452	---	[м3/год]	4.859
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]	110.00	
Повна теплопередаюча поверхня:	[м2]	1.58	
Середньологар. різниця температур:	[К]	18.20 / 18.20	
Коеф.теплопередачі необх./факт.:	[Вт/м2К]	3832 / 4244	
Фактор забруднення:	[м2К/Вт]	0.0000254	
Запас теплообмінної поверхні:	[%]	10.77	
Втрати тиску:	[кПа]	7.123	[кПа] 24.193
Кількість ходів:		1	1
Загальна кількість пластин		21	
Тип каналів:		5*HH + 5*LL	

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 HT	
	рама -	вуглецева сталь	
Приєднання:	тепл.сторона	F4=>F1 під муфту DN 25	
	хол.сторона	F2=>F3 під муфту DN 25	

Примітка:

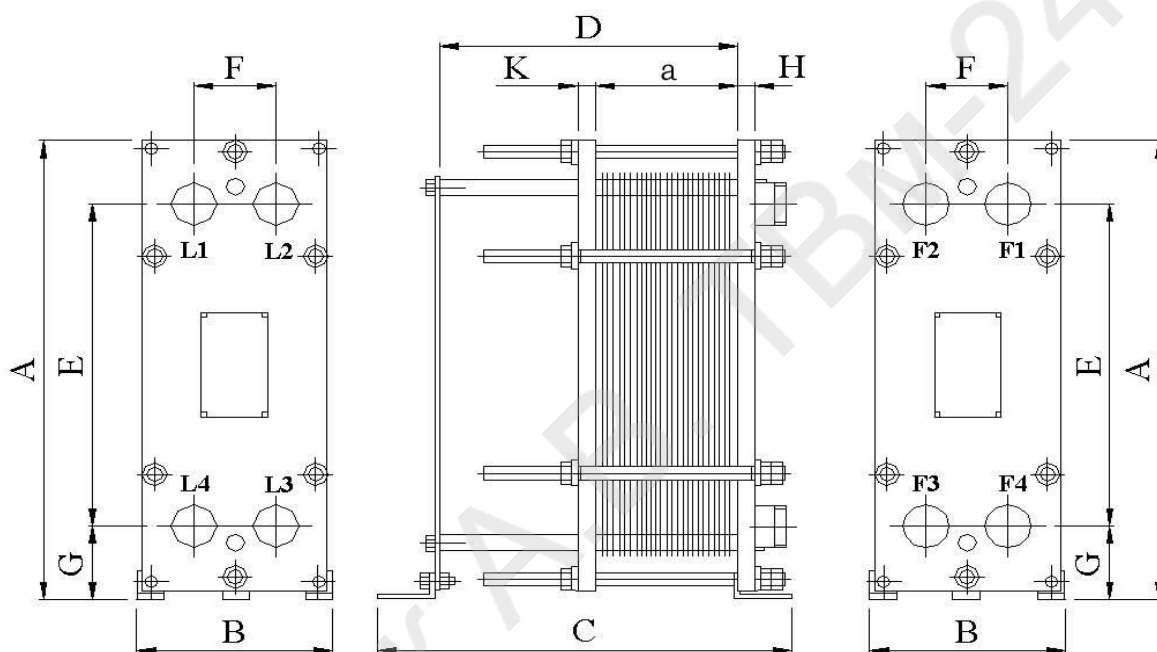
Об'єкт:

Модернізація систем опалення і вентиляції в офісному центрі м.Київ

Габаритні розміри та схема приєднання теплообмінника

Funke-025-09

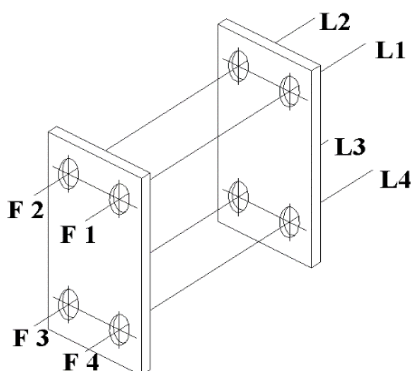
21 пласт.



1	A	Загальна висота	770	мм.
2	B	Загальна ширина	200	мм.
3	C	Загальна довжина	275	мм.
4	D	Довжина направляючої	150	мм.
5	E	Вертикальна відстань між патрубками	676	мм.
6	F	Горизонтальна відстань між патрубками	70	мм.
7	G	Відстань від рівня підлоги до нижнього патрубка	47	мм.
8	H	Товщина нерухомої плити	20	мм.
9	K	Товщина рухомої плити	20	мм.
10	a	Загальна довжина пакета пластин	56,7	мм.

Одноступеневий теплообмінник

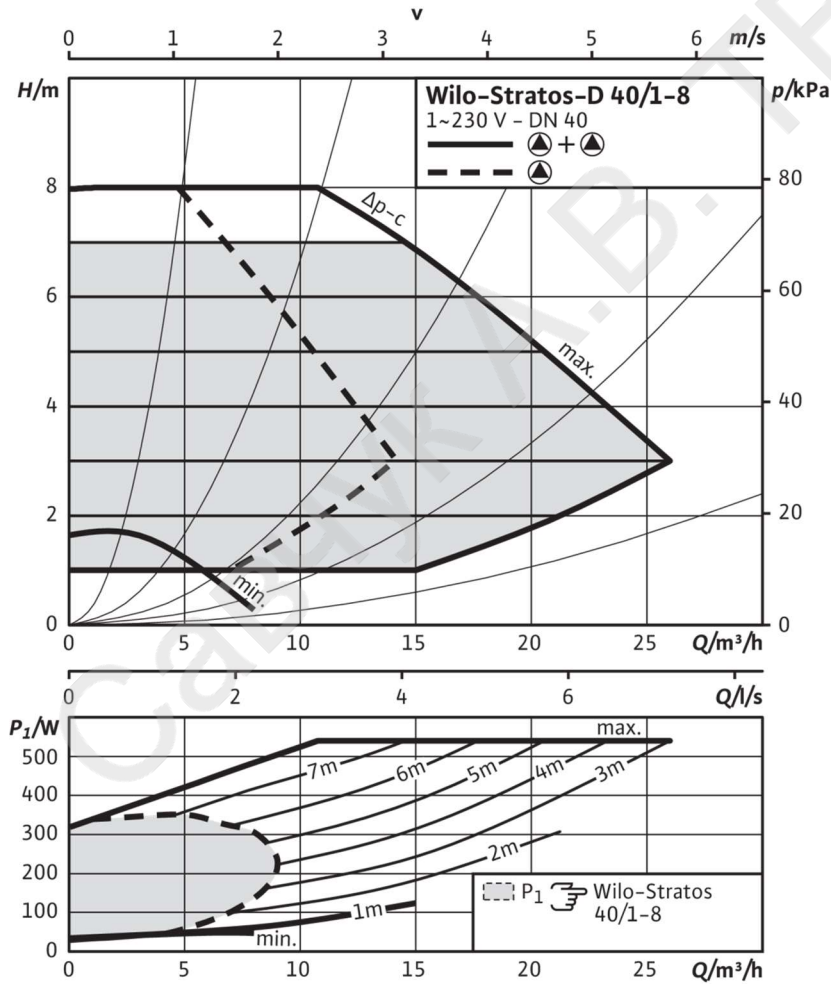
Поз	Ду	Тип приєднання	Теплоносій		
F4	25	Муфтове	Вхід мережної води (Т1)	110,00	°C
F3	25	Муфтове	Вихід води в СО (Т11)	80,00	°C
F2	25	Муфтове	Вхід води з СО (Т21)	60,00	°C
F1	25	Муфтове	Вихід мережної води (Т2)	70,00	°C
L1					°C
L2					°C
L3					°C
L4					°C



Підбір циркуляційного насосу [11]

Назва	dP	G	H	V	T	Ro	dP H2O	H H2O
	Па	кг/с	м	м3/ч	°C	кг/м3	Па	м
Stratos-D 40/1-8 PN6/10	45906	3,867	4,78	14,22	67,7	979	45906	4,78

За визначеним тиском та витратою підбираю насос марки [11]: Stratos-D 40/1-8 PN6/10



Основні технічні характеристики [13]:

Допустимий діапазон температур від +20° C до +110° C

Підключення до мережі 1~230 В, 50 Гц

Тип захисту IP X 4D

Номінальний внутрішній діаметр від DN 40 Макс. робочий тиск 6/10 бар або 6 бар .

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

- Теплонадходження через скляні прорізи [13]:

Вікна ПдСх Торговий зал 1 [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	429,0	363,0	272,0	150,0	14,0					
Розсіяна	110,0	98,0	86,0	78,0	72,0	67,0	63,0	55,0	43,0	23,0
h	49,0	56,0	61,0	61,0	56,0	49,0	40,0	30,0	20,0	10,0
Ac	60,0	40,0	16,0	16,0	40,0	60,0	76,0	87,0	99,0	110,0
Acco	15,0	5,0	29,0	29,0	85,0	105,0	121,0	132,0	144,0	155,0
Beta	40,0	33,9	25,9	25,9	3,4	-12,7	-31,5	-49,2	-65,8	-79,0
S		41,0	190,0	335,0	429,0	492,0	497,0	427,0	286,0	125,0
D	88,0	94,0	105,0	113,0	127,0	144,0	151,0	148,0	116,0	62,0
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	45,3	38,7	30,1	19,2	7,2	5,6	5,3	4,6	3,6	1,9
tн.усл	28,2	30,2	33,7	36,9	39,2	40,9	41,2	40,0	37,1	33,3
q2t	5,6	8,3	12,9	17,2	20,3	22,5	22,9	21,4	17,5	12,4
Сума	610,6	564,3	515,9	436,2	330,3	337,2	338,3	311,7	253,2	172,4

- Теплонадходження через зовнішні стіни [13]:

Вертикальна поверхня в Торговому залі 1 ПдСх [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	518,0	465,0	373,0	230,0	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Розсіяна	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	59,0	39,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
t l	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
A q пк	1,828	1,445	0,868	0,038	-0,890	-1,273	-1,310	-1,375	-1,451	-1,558
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	339,0	268,0	161,0	7,0	-165,0	-236,0	-243,0	-255,0	-269,0	-289,0
	566,6	513,6	433,8	318,9	190,6	137,6	132,4	123,5	113,0	98,1

Вертикальна поверхня в Залі-ресторані ПнЗх[13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма			106,0	251,0	352,0	419,0	427,0	363,0	237,0	95,0
Розсіяна	65,0	70,0	78,0	84,0	94,0	107,0	112,0	109,0	87,0	45,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
t l	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
A q пк	-1,418	-1,391	-0,777	0,038	0,636	1,068	1,138	0,777	-0,022	-1,014
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-263,0	-258,0	-144,0	7,0	118,0	198,0	211,0	144,0	-4,0	-188,0
	28,8	29,8	52,5	82,6	104,7	120,7	123,3	109,9	80,4	43,7

Вертикальна поверхня в Кухні ПнЗх[13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма			106,0	251,0	352,0	419,0	427,0	363,0	237,0	95,0
Розсіяна	65,0	70,0	78,0	84,0	94,0	107,0	112,0	109,0	87,0	45,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
t l	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
A q пк	-1,418	-1,391	-0,777	0,038	0,636	1,068	1,138	0,777	-0,022	-1,014
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-263,0	-258,0	-144,0	7,0	118,0	198,0	211,0	144,0	-4,0	-188,0
	43,2	45,2	90,6	150,8	195,1	227,0	232,2	205,5	146,5	73,1

Вертикальна поверхня в Спорт- залі 1 ПдЗх [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	65,0	230,0	373,0	465,0	518,0	521,0	457,0	316,0	154,0
Розсіяна	92,0	98,0	105,0	116,0	131,0	149,0	154,0	149,0	122,0	71,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
t l	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
A q пк	-1,273	-0,890	0,038	0,868	1,445	1,828	1,871	1,499	0,593	-0,555
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-236,0	-165,0	7,0	161,0	268,0	339,0	347,0	278,0	110,0	-103,0
	39,2	54,3	90,9	123,6	146,4	161,5	163,2	148,5	112,8	67,5

- Теплонадходження через перекриття [13]:

Горизонтальна поверхня Спорт-залі [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	586,0	666,0	719,0	719,0	666,0	586,0	495,0	364,0	223,0	119,0
Розсіяна	119,0	126,0	133,0	133,0	126,0	119,0	112,0	100,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
t l	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
A q пк	1,558	1,918	2,166	2,166	1,918	1,558	1,153	0,562	-0,087	-0,632
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	377,0	464,0	524,0	524,0	464,0	377,0	279,0	136,0	-21,0	-153,0
	355,8	389,3	412,3	412,3	389,3	355,8	318,1	263,2	202,8	152,1

Горизонтальна поверхня Кухня [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	586,0	666,0	719,0	719,0	666,0	586,0	495,0	364,0	223,0	119,0
Розсіяна	119,0	126,0	133,0	133,0	126,0	119,0	112,0	100,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
t l	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
A q пк	1,558	1,918	2,166	2,166	1,918	1,558	1,153	0,562	-0,087	-0,632
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	377,0	464,0	524,0	524,0	464,0	377,0	279,0	136,0	-21,0	-153,0
	256,4	282,3	300,1	300,1	282,3	256,4	227,2	184,7	137,9	98,7

Горизонтальна поверхня Залу-ресторана [13]

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	586,0	666,0	719,0	719,0	666,0	586,0	495,0	364,0	223,0	119,0
Розсіяна	119,0	126,0	133,0	133,0	126,0	119,0	112,0	100,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
t l	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
A q пк	1,558	1,918	2,166	2,166	1,918	1,558	1,153	0,562	-0,087	-0,632
Beta _z	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q r	377,0	464,0	524,0	524,0	464,0	377,0	279,0	136,0	-21,0	-153,0
	811,1	888,8	942,4	942,4	888,8	811,1	723,6	596,0	455,8	337,9

Загальні теплонадходження в приміщення [13]

Назва прим	джерело теплоти	період року			
		ТП		ХП	
		Я	П	Я	П
конференц-зал	люди	1376	2336	1728	2432
	вікна	610,6	610,6	-	-
	ок	961,6	961,6	-	-
	штучне освітлення	1023	1023	1023	1023
	сума	3971,2	4931,2	2751	3455
спорт-зал	люди	432	876	648	912
	вікна	-	-	-	-
	ок	291,7	291,7	-	-
	штучне освітлення	396	396	396	396
	сума	1119,7	1563,7	1044	1308
ТЗ4	люди	432	876	648	912
	вікна	-	-	-	-
	ок	165,6	165,6	-	-
	штучне освітлення	396	396	396	396
	сума	993,61	1437,61	1044	1308
ЗР	люди	3908	8088	5420	8320
	ок	1025,0	1025,0	-	-
	штучне освітлення	2376	2376	2376	2376
	їжа	2476,32	2476,32	2476,32	2476,32
	сума	9785,3	13965,3	10272,3	13172,3
КУХ	люди	1694	4334	3124	6380
	ок	483,4	483,4	-	-
	штучне освітлення	792	792	792	792
	Обладнання	12309,38	12309,375	12309,375	12309,38
	сума	15278,7	17918,7	16225,4	19481,4

Загальні вологонадходження в приміщення [13]

Назва прим	джерело вологи	період року	
		ТП	ХП
конференц - зал	люди	642	402
	сума	642	402
Зал Ресторан	люди	5412	4004
	їжа	1190,493	1190,49335
	сума	6602,493	5194,49335
КУХ	люди	3872	4796
	Обладнення	3737,5	3737,5
	сума	7609,5	8533,5
Спорт-зал	люди	546	402
	сума	546	402

Надходження вуглекислого газу [13]

Назва прим	Джерело вмілень	Виділення вуглекислого газу
		МСO ₂
Конференц-зал	люди	960
Зал Ресторан	люди	2490
КУХ	люди	1980
Спорт-зал	люди	360

Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей [14].

Назва прим	Об'єм приміщення	Період року	Теплота	Надхоження теплоти	Втрати теплоти	Надлишки теплоти	Теплова напруженість
Конференц-зал	530,2	ТП	явні	3971,2		3971	7,490004
			повні	4931,2		4931	
		ХП	явні	2751		2751	5,188608
			повні	3455		3455	
ТЗ2-3	205,2	ТП	явні	1119,7		1120	5,456384
			повні	1563,7		1564	
		ХП	явні	1044		1044	5,087719
			повні	1308		1308	
Спорт-зал	205,2	ТП	явні	993,61		994	4,842154
			повні	1437,61		1438	
		ХП	явні	1044		1044	5,087719
			повні	1308		1308	
Зал Ресторан	1231,2	ТП	явні	9785,3		9785	7,947791
			повні	13965,3		13965	
		ХП	явні	10272,3		10272	8,34334
			повні	13172,3		13172	
Кух	410,4	ТП	явні	15278,7		15279	37,22891
			повні	17918,7		17919	
		ХП	явні	16225,4		16225	39,53551
			повні	19481,4		19481	

1.7. Розрахунок повітрообміну

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами [5]

за сан нормами				
назв. Прим	люд	площ	L	G
зал-ресторану	54	216	1322	1586
кухня	22	72	498	598
конференц-зал	16	93	465	558
спорт-зал	6	36	177	213
тз3	6	36	177	213
тз4	6	36	177	213

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК (гранично допустима концентрація) [5]

назв. Прим.	люд	M	L	G
зал-ресторану	54	2490	1701	2041
кухня	22	1980	1352	1623
конференц-зал	16	960	656	787
спорт-зал	6	360	246	295
тз	6	360	246	295
тз	6	360	246	295

1.8. ПОВІТРЯНИЙ БАЛАНС В ПРИМІЩЕННІ

№	Призначення приміщення	S	Vпр	Приплив		Видалення	
				К	Лм ³ /год	К	Лм ³ /год
1	Конференц-зал	93	530	-	1275	-	1275
2	Спорт-зал	36	205	-	469	1	469
3	Актова зала	36	205	-	469	1	469
4	Венткамера 1	47,1	268	2	537	2	537
5	Кухня	72	410	-	6386	2	821
6	Зал-ресторану	216	1231	-	3969	-	1700
7	Венткамера 2	59,9	341	2	683	2	683
8	с/у	14,7	84	-	-	-	450
9	с/у	14	80	-	-	-	450
10	Кладова	14,4	82	-	-	0,5	41
11	Приймочна	11,2	64	2	128	1	64
12	Кімната персоналу	6,2	35	1	35	1	35
13	Торговий зал	36	205	-	357	-	357
14	Пост охорони	17,5	100	1	100	1	100
Сума	(коридор)				912		

1.9. Розрахунок і вибір повітророзподільників [17].

Торговий зал 1 підбір припливних решіток [17]

H- висота приміщення; H=5,7 м. [17]

L=1275 м³/год.

$$N = 5 \text{ шт}$$

$$L_0 = \frac{L}{N} = \frac{1275}{5} = 255 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо 5 дифузорів РВ 200x200, з такими параметрами [17]:

$$L_0=255 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0.027565 \text{ м}^2; m=3,0; n=2,1; \zeta=1,3 [17]$$

Довжину струмини знаходимо по формулі [17]:

$$x = \sqrt{F_0 + H - h_{wz}} = \sqrt{0.027565 + 5,7 - 2} = 3,85 \text{ м}$$

Струмина на відстані $x < b \cdot a_0$ розрізняється як плоска, і як компактна на відстані $x > b \cdot a_0$. Перевіряємо умову:

a_0 -ширина повітророзподільника.

$6 \cdot 0,200 = 1,2$, отже $3,85 > 1,2$ - струмина, компактна.

- тах швидкість при вході струмини в робочу зону [17]:

$$V_x = \frac{m \cdot \vartheta_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_H = \frac{3 \cdot 2,57 \cdot \sqrt{0.027565}}{3,85} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,13 = 0,14 \text{ м/с},$$

$$v_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0} = \frac{255}{3600 \cdot 0.027565} = 2,57 \text{ м/с}$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot A_{Rx}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 0,35} = 1,13$$

$$A_{Rx} = \frac{n}{m^2} \cdot A_{R0} \cdot \left(\frac{X_{\Pi}}{1,13 \cdot \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{3}{2,1^2} \cdot 0,00364 \cdot \left(\frac{3,5}{1,13 \cdot \sqrt{0.027565}} \right)^2 = 0,35$$

$$A_{R0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{v_0^2 \cdot T_{wz}} = 11,1 \frac{6 \cdot \sqrt{0.027565}}{2,57^2 \cdot 297} = 0,00364$$

Δt_0 - перепад температури між робочою зоною і припливним повітрям [17];

$$\Delta t_0 = t_{wz} - t_{in} = 24 - 18 = 6^\circ\text{C} [17]$$

$$X_{\Pi} = H_{\text{прим}} - h_{wz} = 5,7 - 2 = 3,5\text{м} [17]$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 24 = 297 \text{ К} [17]$$

Савчук А.В. ТВМ-24-2

1.10 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо [17].

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість в повітря перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт K_1	Питома втрата тиску на тертя	Втрата тиску на тертя на всій ділянці $R_{тер} = R \cdot l_{дл} \cdot \beta_{ш} \cdot K_1$	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $R_0 = \rho \cdot V^2 / 2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K_2	Втрата тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{оп} \cdot R_0 \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дл} = R_{тер} + P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нів'язка	Коефіцієнт опору дросельклапана	Кількість створок дросельклапана	Кут нахилу кросельклапану
№ діл.	$L_{дл}, \text{ м}^3/\text{год}$	$l_{дл}, \text{ м}$	$a \times b$ або $d, \text{ мм}$	$d_v, \text{ мм}$	$f_{ф}, \text{ м}^2$	$V_d, \text{ м/с}$	$\beta_{ш}$	K_1	$R, \text{ Па/м}$	$\Delta P_{тер}, \text{ Па}$	$R_0, \text{ Па}$	$\sum \xi$ діл	K_2	$\Delta P_z, \text{ Па}$	$\Delta P_{дл}, \text{ Па}$	$\sum \Delta P, \text{ Па}$	$H, \%$	$\xi_{дк}$	$n, \text{ шт}$	град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Основне приміщення Торгові зали																				
Приплив																				
Магістраль																				
1-2	255	6,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	4,22	4,65	3,35	1	15,59	19,81	19,81				
2-3	510	6	200	-	0,03	4,51	1	1	1,35	8,10	12,21	0,8	1	9,77	17,87	37,68				
3-4	765	6	250	-	0,05	4,33	1	1	0,95	5,70	11,26	0,8	1	9,00	14,70	52,39				
4-5	1020	5,2	280	-	0,06	4,60	1	1	0,92	4,78	12,72	1,8	1	22,89	27,67	80,06				
5-6	1275	6	315	-	0,08	4,55	1	1	0,78	4,68	12,40	0,8	1	9,92	14,60	94,67				
6-7	1745	6	355	-	0,10	4,90	1	1	0,77	4,62	14,40	0,8	1	11,52	16,14	110,81				
7-8	2215	7,4	400	-	0,13	4,90	1	1	0,66	4,88	14,40	12,7	1	182,86	187,74	298,55				
Відгалуження																				
2-2'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	2,5	1	11,63	12,02	12,02	-39,344	-4,6746	2	30
3-3'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	2,5	1	11,63	12,02	24,04	-36,216	-8,1839	2	40
4-4'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	2,5	1	11,63	12,02	36,05	-31,179	-9,7947	1	40
5-5'	255	1,4	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,90	4,65	2,5	1	11,63	12,53	48,58	-39,317	-18,876	4	60
6-6'	470	1,4	250	-	0,05	2,66	1	1	0,39	0,55	4,25	3,35	1	14,23	14,78	48,58	-48,678	-28,92	5	70
7-7'	470	1,4	250	-	0,05	2,66	1	1	0,39	0,55	4,25	3,35	1	14,23	14,78	48,58	-56,155	-39,051	5	70

Витяжка**Магістраль**

1-2	255	6,3	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	4,03	4,65	2,85	1	13,26	17,30	17,30				
2-3	510	6	200	-	0,03	4,51	1	1	1,35	8,10	12,21	0,5	1	6,11	14,21	31,50				
3-4	765	6	250	-	0,05	4,33	1	1	0,95	5,70	11,26	0,75	1	8,44	14,14	45,64				
4-5	1020	3,4	280	-	0,06	4,60	1	1	0,92	3,13	12,72	1,85	1	23,53	26,65	72,30				
5-6	1275	1,2	315	-	0,08	4,55	1	1	0,78	0,94	12,40	0,5	1	6,20	7,14	79,44				
6-7	1510	5	355	-	0,10	4,24	1	1	0,59	2,95	10,79	0,5	1	5,39	8,34	87,78				
7-8	1745	1	355	-	0,10	4,90	1	1	0,77	0,77	14,40	0,5	1	7,20	7,97	95,75				
8-9	1980	5	400	-	0,13	4,38	1	1	0,54	2,70	11,51	0,75	1	8,63	11,33	107,08				
9-10	2215	8	400	-	0,13	4,90	1	1	0,66	5,28	14,40	11,1	1	159,82	165,10	272,18				

Відгалудження

2-2'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	1,5	1	6,98	7,36	7,36	-57,418	-5,9548	2	40
3-3'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	1,5	1	6,98	7,36	7,36	-76,622	-14,474	2	50
4-4'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	1,5	1	6,98	7,36	7,36	-83,865	-22,954	1	50
5-5'	255	0,6	180	-	0,03	2,78	1	1	0,64	0,38	4,65	1,5	1	6,98	7,36	7,36	-89,814	-38,937	5	70
6-6'	235	0,6	180	-	0,03	2,57	1	1	0,41	0,25	3,95	1,4	1	5,53	5,78	5,78	-92,725	-47,927	3	70
7-7'	235	0,6	180	-	0,03	2,57	1	1	0,41	0,25	3,95	1,4	1	5,53	5,78	5,78	-93,416	-53,355	3	70
8-8'	235	0,6	180	-	0,03	2,57	1	1	0,41	0,25	3,95	1,4	1	5,53	5,78	5,78	-93,964	58,5422	4	80
9-9'	235	0,6	180	-	0,03	2,57	1	1	0,41	0,25	3,95	1,4	1	5,53	5,78	5,78	-94,603	65,9137	4	80

Фуд-Корт; Кухня

Приплив

Магістраль

1-2	1596	4,5	450	-	0,16	2,79	1,00	1,00	0,21	0,95	4,67	3,35	1,00	15,63	16,58	16,58				
2-3	3192	6,5	450	-	0,16	5,58	1,00	1,00	0,72	4,68	18,67	0,50	1,00	9,33	14,01	30,59				
3-4	4788	1,5	560	-	0,25	5,40	1,00	1,00	0,52	0,78	17,51	0,70	1,00	12,26	13,04	43,63				
4-5	6386	2,1	630	-	0,31	5,69	1,00	1,00	0,49	1,03	19,45	0,70	1,00	13,61	14,64	58,28				
5-6	8150	3,5	710	-	0,40	5,72	1,00	1,00	0,47	1,65	19,64	0,30	1,00	5,89	7,54	65,81				
6-7	8591	3,5	710	-	0,40	6,03	1,00	1,00	0,52	1,82	21,82	0,90	1,00	19,64	21,46	87,27				
7-8	10355	5,5	800	-	0,50	5,73	1,00	1,00	0,37	2,04	19,67	8,40	1,00	165,21	167,24	254,51				

Відгалуження

4-4'	1598	2,00	450	-	0,16	2,79	1,00	1,00	0,21	0,42	4,68	3,35	1,00	15,67	16,09	16,09	-63,12	-16,469	3	60
5-9	1764	5,70	315	-	0,08	6,10	1,00	1,00	1,41	8,04	22,33	0,4	1,00	8,93	16,97	65,38	-0,65			
9-10	1323	5,70	280	-	0,06	5,97	1,00	1,00	1,49	8,49	21,39	0,3	1,00	6,42	14,91	48,42				
10-11	882	5,70	250	-	0,05	4,99	1,00	1,00	1,23	7,01	14,96	0,8	1,00	11,97	18,98	33,51				
11-12	441	5,70	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	2,00	3,74	3,35	1,00	12,53	14,53	14,53				
7-13	1764	3,85	350	-	0,10	5,10	1,00	1,00	1,41	5,43	15,58	0,6	1,00	9,35	14,78	14,78				
13-14	1323	3,85	315	-	0,08	4,72	1,00	1,00	1,49	5,74	13,36	0,7	1,00	9,35	15,09	15,09				
14-15	882	3,85	280	-	0,06	3,98	1,00	1,00	1,23	4,74	9,51	0,7	1,00	6,66	11,39	11,39				
15-16	441	4,45	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	1,56	3,74	3,35	1,00	12,53	14,09	25,88				
2-2'	1596	0,6	450	-	0,16	2,79	1,00	1,00	0,21	0,13	4,67	2,5	1,00	11,67	11,79	11,79	-28,87	-2,8657	1	8
3-3'	1596	0,6	450	-	0,16	2,79	1,00	1,00	0,21	0,13	4,67	2,5	1,00	11,67	11,79	11,79	-61,45	-11,257	2	50
9-9'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-80,25	-16,016	1	60
10-10'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-71,46	-16,016	5	60
11-11'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-34,18	-3,3204	2	30
13-13'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-36,62	-3,6952	2	30
14-14'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-16,07	-1,2242	1	20
15-15'	441	0,6	250	-	0,05	2,50	1,00	1,00	0,35	0,21	3,74	2,5	1,00	9,35	9,56	9,56	-63,06	-10,916	3	50

Видалення																			
Магістраль																			
1-2	340	6,6	225	-	0,04	2,38	1,00	1,00	0,38	2,508	3,39	2,85	1,00	9,66	12,17	12,17			
2-3	680	1,1	225	-	0,04	4,75	1,00	1,00	1,30	1,43	13,55	0,96	1,00	13,01	14,44	26,61			
3-4	1360	6,5	280	-	0,06	4,85	1,00	1,00	0,88	5,72	14,11	0,75	1,00	10,59	16,31	42,91			
4-5	1700	13,5	315	-	0,08	6,06	1,00	1,00	1,32	17,82	22,05	2,43	1,00	53,59	71,41	114,32			
Відгалуження																			
3-6	680	2,15	225	-	0,04	4,75	1,00	1,00	1,3	2,795	13,55	0,9	1,00	12,20	14,99	24,88	-6,9465		
6-6'	340	0,6	225	-	0,04	2,38	1,00	1,00	0,38	0,228	3,39	2,85	1,00	9,66	9,89	9,89			
4-4'	340	0,6	225	-	0,04	2,38	1,00	1,00	0,38	0,228	3,39	1,5	1,00	5,08	5,31	5,31	87,6238	26,4236	5 70
6-6'	340	0,6	225	-	0,04	2,38	1,00	1,00	0,38	0,228	3,39	1,5	1,00	5,08	5,31	5,31	95,3543	76,6027	5 80
Додаткові приміщення																			
Приплив																			
Магістраль																			
1-2	304	4	200	-	0,03	2,69	1,00	1,00	0,53	2,12	4,34	3,35	1,00	14,54	16,66	16,66			
2-3	404	4,3	200	-	0,03	3,57	1,00	1,00	0,88	3,78	7,66	0,30	1,00	2,30	6,08	22,74			
3-4	708	3,6	225	-	0,04	4,95	1,00	1,00	1,41	5,08	14,69	0,70	1,00	10,29	15,36	38,10			
4-5	743	2,3	225	-	0,04	5,19	1,00	1,00	1,43	3,29	16,18	0,25	1,00	4,05	7,33	45,44			
5-6	871	0,9	250	-	0,05	4,93	1,00	1,00	1,21	1,09	14,59	0,70	1,00	10,21	11,30	27,96			
6-7	1216	2,7	280	-	0,06	5,49	1,00	1,00	1,19	3,21	18,07	8,00	1,00	144,59	147,80	170,54			
7-8	1899	7,5	355	-	0,10	5,33	1,00	1,00	0,86	6,45	17,06	7,40	1,00	126,23	132,68	149,34			
Відгалуження																			
2-2'	100	4,40	125	-	0,01	2,26	1,00	1,00	2,00	8,8	3,08	3,35	1,00	10,31	19,11	19,11	-14,719	-1,8079	5 30
4-4'	35	6,60	100	-	0,01	1,24	1,00	1,00	3,00	19,80	0,92	3,35	1,00	3,08	22,88	22,88	39,9428	20,5215	1 50
5-5'	128	6,60	125	-	0,01	2,90	1,00	1,00	0,90	5,94	5,04	3,35	1,00	16,89	22,83	22,83	49,7543	8,79828	1 40
3-3'	304	0,6	200	-	0,03	2,69	1,00	1,00	1,4	0,84	4,34	2,3	1,00	9,98	10,82	10,82	52,4161	7,40178	5 50
6-6'	345	0,6	200	-	0,03	3,05	1,00	1,00	0,6	0,36	5,59	2,3	1,00	12,85	13,21	13,21	52,7377	8,06835	4 50
7-7'	683	0,6	280	-	0,06	3,08	1,00	1,00	0,6	0,36	5,70	2,5	1,00	14,25	14,61	14,61	91,4304	84,4703	5 80
Видалення																			
Магістраль																			
1-2	100	8,4	125	-	0,01	2,26	1,00	1,00	0,70	5,88	3,08	2,85	1,00	8,77	14,65	14,65			
2-3	135	2,3	125	-	0,01	3,06	1,00	1,00	1,20	2,76	5,61	0,96	1,00	5,38	8,14	22,79			
3-4	199	2,5	125	-	0,01	4,51	1,00	1,00	2,46	6,15	12,19	0,75	1,00	9,14	15,29	38,08			
4-5	240	10	125	-	0,01	5,44	1,00	1,00	3,42	34,2	17,73	1,2	1,00	21,27	55,47	93,55			
5-6	923	6	280	-	0,06	4,17	1,00	1,00	0,76	4,56	10,41	7,8	1,00	81,22	85,78	179,34			
Відгалуження																			
2-2'	35	0,6	100	-	0,01	1,24	1,00	1,00	0,5	0,3	0,92	1,7	1,00	1,56	1,86	1,86	87,2728	17,2403	1 50
3-3'	64	0,6	100	-	0,01	2,26	1,00	1,00	0,6	0,36	3,08	1,7	1,00	5,23	5,59	5,59	75,4702	12,6856	2 50
4-4'	41	0,6	100	-	0,01	1,45	1,00	1,00	0,6	0,36	1,26	1,7	1,00	2,15	2,51	2,51	93,4173	40,952	3 70
5-5'	683	0,6	280	-	0,06	3,08	1,00	1,00	0,8	0,48	5,70	1,7	1,00	9,69	10,17	10,17	89,1259	45,1701	3 70

ТЗ4																				
Приплив																				
Магістраль																				
1-2	119	2,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	2,47	4,36	3,35	1,00	14,60	17,07	17,07				
2-3	238	2	125	-	0,01	5,39	1,00	1,00	3,38	6,76	17,43	0,40	1,00	6,97	13,73	30,80				
3-4	357	1	160	-	0,02	4,93	1,00	1,00	2,11	2,11	14,61	4,20	1,00	61,36	63,47	94,27				
Відгалудження																				
2-2'	119	0,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	0,57	4,36	2,2	1,00	9,59	10,16	10,16	67,0235	12,7924	5	60
3-3'	119	0,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	0,57	4,36	2,2	1,00	9,59	10,16	10,16	89,2261	52,1253	1	60
Видалення																				
Магістраль																				
1-2	119	2,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	2,47	4,36	2,85	1,00	12,42	14,89	14,89				
2-3	238	2	125	-	0,01	5,39	1,00	1,00	3,38	6,76	17,43	0,2	1,00	3,49	10,25	25,14				
3-4	357	1	160	-	0,02	4,93	1,00	1,00	2,11	2,11	14,61	4,2	1,00	61,36	63,47	88,61				
Відгалудження																				
2-2'	119	0,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	0,57	4,36	1,36	1,00	5,93	6,50	6,50	56,3686	5,20092	2	40
3-3'	119	0,6	125	-	0,01	2,69	1,00	1,00	0,95	0,57	4,36	1,36	1,00	5,93	6,50	6,50	74,1542	11,5502	5	60
Викид повітря																				
1-1	357	36,2	160	-	0,02	4,93	1,00	1,00	2,11	76,382	14,61	4,7	1,00	68,67	145,05	145,05				
Коридор																				
Приплив																				
Магістраль																				
1-2	179	17,9	160	-	0,02	2,47	1,00	1,00	0,60	10,74	3,67	1,71	1,00	6,28	17,02	17,02				
2-3	358	10,2	160	-	0,02	4,95	1,00	1,00	2,12	21,62	14,69	0,20	1,00	2,94	24,56	41,58				
3-4	537	8,9	200	-	0,03	4,75	1,00	1,00	1,49	13,26	13,54	2,85	1,00	38,59	51,85	93,43				
Відгалудження																				
2-2'	179	0,6	160	-	0,02	2,47	1,00	1,00	0,6	0,36	3,67	2,2	1,00	8,08	8,44	8,44	50,4094	5,79125	2	40
3-3'	179	0,6	160	-	0,02	2,47	1,00	1,00	0,6	0,36	3,67	2,2	1,00	8,08	8,44	8,44	79,7015	22,3698	1	50
С/У																				
Видалення																				
Магістраль																				
1-2	100	1,3	125	-	0,01	2,26	1,00	1,00	0,7	0,91	3,08	1,71	1,00	5,26	6,17	6,17				
2-3	250	1,3	140	-	0,02	4,51	1,00	1,00	3,69	4,797	12,22	0,2	1,00	2,44	7,24	13,41				
3-4	350	1,3	160	-	0,02	4,84	1,00	1,00	2,04	2,652	14,04	2,85	1,00	40,02	42,67	56,09				
4-5	450	4,1	180	-	0,03	4,91	1,00	1,00	1,8	7,38	14,49	2,85	1,00	41,30	48,68	104,77				
5-6	900	40	250	-	0,05	5,10	1,00	1,00	1,28	51,2	15,58	2,85	1,00	44,40	95,60	200,37				
Відгалудження																				
2-6	50	0,6	100	-	0,01	1,77	1,00	1,00	0,6	0,36	1,88	1,36	1,00	2,55	2,91	2,91				

2. Заходи з енергоефективності

Проект передбачає глибоку термомодернізацію будівлі, що включає комплекс технічних рішень, спрямованих на значне зниження енергоспоживання, тепловтрат та експлуатаційних витрат. Основні заходи з енергоефективності:

Комплексне утеплення зовнішніх стін, покрівлі, підлоги підвалу та інших огорожувальних елементів мінераловатними матеріалами (наприклад, ROCKWOOL) та іншими сучасними ізоляторами. Це суттєво підвищує опір теплопередачі конструкцій та відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель».

Встановлення енергоефективних віконних блоків з багатошаровими склопакетами та низькоемісійним покриттям, а також утеплені вхідні двері. Це зменшує тепловтрати через прозорі огороження на 40–60%.

Перехід на сучасну двотрубну тупікову систему з температурним графіком 80/60 °С.

Використання сталевих та поліетиленових труб (KAN PE-Xc) з високою корозійною стійкістю.

Повна теплоізоляція трубопроводів (Elimaflex Stabil товщиною 9 мм).

Встановлення сталевих панельних радіаторів Kermi з вбудованими термостатичними клапанами та термoeлементами для покiмнатного регулювання температури.

Результат: гiдравлiчне балансування, зниження тепловтрат у мережах та точне пiдтримання комфорту.

Замiна неефективної природної витяжки на припливно-витяжну механiчну вентиляцiю з рекуперацiєю теплоти (агрегати Aerostar).

Очищення та підігрів припливного повітря, що дозволяє повертати до 70–90% тепла з витяжного повітря.

Теплоізоляція повітропроводів (ROCKWOOL ALU LAMELLA 50 мм, Алюфом 10 мм) та вогнезахисне покриття (ROCKWOOL CONLIT MAT для EI60).

Шумоглушники для акустичного комфорту.

Високоєфективна мультizonaльна система Samsung VRF з одним зовнішнім блоком та різними внутрішніми (касетні, каналні, настінні).

Ізоляція фреонових магістралей каучуком K-Flex ST для мінімізації втрат холоду та запобігання конденсації.

Віброізоляція зовнішнього блоку для зниження шуму.

Автономне резервне охолодження для критичних приміщень (серверна).

Заміна застарілого ІТП на сучасне з ІТП з погодозалежним керуванням.

Приготування ГВП в ефективному пластинчастому теплообміннику.

Повна заміна традиційних джерел світла на енергоєфективні світлодіодні (LED) світильники, що забезпечує зниження електроспоживання на освітлення на 60–80%.

Розташування зовнішніх елементів (повітрозабір, витяжні зонти, ККБ) з урахуванням мінімізації тепловтрат та шуму.

3. Трансформація будівлі шляхом глибокої енергетичної модернізації

Проект Фази 1 компанії Open Market ESCO LLC («ОМЕ») «Трансформація громадської будівлі за допомогою глибокої енергетичної модернізації» («Проект») мав шість початкових цілей, коротко описаних нижче:

1. Повністю залучити архітекторів, інженерів та інших відповідних учасників до процесу проектування DER;
2. Залучити генерального підрядника та ключових постачальників до участі в процесі розробки проекту для оптимізації ціноутворення та забезпечення придатності до будівництва;
3. Визначити фінансові бар'єри та рішення, а також створити дорожню карту для нового фінансування та/або грантового фінансування, що застосовується до конверсії RAD та проектів податкових пільг на модернізацію приватних будівель (LIHTC);
4. Створити відтворюване проектне рішення для розподіленого розподілу електричної енергії (DER) для проектів доступної термомодернізації, що планують масштабні заходи з рекапіталізації, такі як RAD;
5. Розробити програму залучення/навчання/підготовки мешканців та персоналу будівлі, яка забезпечить довгострокову економію та успіх проекту;
6. Стимулювати попит на ринку, ділячись отриманим досвідом із зацікавленими сторонами, включаючи HUD, державні фінансові агентства, органи державного господарства та власників.

Ці шість цілей були досягнуті завдяки чотирьом основним завданням проекту: комплексному проекту, ціноутворенню та залученню підрядників, фінансуванню та структуруванню угоди, а також масштабуванню глибокої енергетичної модернізації, а також заходам співпраці ABC протягом усього проекту.

Цей проект унікальний серед інших ініціатив у сфері передового будівництва, оскільки він зосереджений на процесі та підході, а не на технологічних дослідженнях та розробках. Хоча технології, безумовно, відіграють певну роль у самому підході – лазерне сканування та вибір панелей, зокрема, як пояснюється тут – Проект натомість зосередився на інтегрованому та орієнтованому на ефективність проектуванні та фінансуванні як критичних методах для перетворення реконструкції, яка в іншому випадку діяла б за принципом «звичайного бізнесу» («BAU»), на фінансовану глибоку енергетичну модернізацію всієї будівлі. Використовуючи реальний проект реконструкції доступного житла, хостелів, готелів запланований для 102-квартирного комплексу Eva White Apartments у Бостоні, штат Массачусетс, OME сприяла тісній співпраці всієї своєї проектної команди, включаючи Reisen Design Associates (RDA), Keith Construction Inc. (KCI), Castle Square Tenant Organization (CSTO), Urban Ingenuity (UI) та інших, один з одним та зі сторонніми виробниками для визначення та вдосконалення рішення для глибокої енергетичної модернізації,

включаючи дизайн продукту, засоби та методи, а також фінансування.

Удосконалення підходу до передпроектної підготовки, включаючи проектування, ціноутворення, залучення мешканців та фінансування, є можливим за умови належного керівництва, цілей ефективності та, найголовніше, глибокого розуміння фінансових обмежень, існуючих джерел субсидій та креативного структурування угоди.

Інтегроване проектування

Завдання 1 проекту було зосереджено на проектуванні та інженерії, з чотирма підзавданнями, включаючи зобов'язання, дослідження проекту, комплексну перевірку та розробку проекту. Завдання 1 виконано, основним результатом якого є креслення та специфікації проекту, що базуються на дослідженнях виробника та продукту, а також на існуючих умовах будівлі Єви Вайт. У рамках

проекту було оцінено численні огорожувальні конструкції будівлі та системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, як описано в Додаток А, з остаточним вибором систем/технологій, представлених у будівельних кресленнях Проекту.

Ціноутворення та залучення підрядників

До виконання Завдання 2 Проекту було залучено експертів будівельної галузі та фахівців протягом усього процесу розробки проекту з метою врахування відгуків підрядників щодо ціноутворення та можливості будівництва. Проект врахував відгуки чотирьох основних постачальників та партнерів: Sunrise Erectors, Superior Plumbing, The Waterproofing Company та Keith Construction, генерального підрядника Проекту. Проект провів численні зустрічі на місці, а також щотижневі дзвінки для

отримання відгуків підрядників від етапів концептуального проектування до креслярського та будівельного проектування. Це завдання включало два підзавдання, пов'язані зі залученням підрядників та ціноутворенням. Вартість проекту наймовірно висока і продовжуватиме бути складною для впровадження глибокої енергетичної модернізації. Проект визначив стратегії зниження витрат на ранньому етапі проектування, що допомогло визначитися з вибраними підходами до систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Копія бюджету будівництва Єви Вайт на 50% CD включена до Додаток Б додається до цього документа.

Фінансування та структурування угоди

Розуміючи, що вартість будівництва буде основною перешкодою для глибокої енергетичної модернізації всієї будівлі. Проект витратив значні зусилля та час на спроби вирішити проблему фінансування. Проект зосередився на переобладнанні RAD, щоб підтримати більші витрати проекту за рахунок традиційних джерел фінансування, включаючи першу іпотеку. Проект гарантує 100% економії коштів

на воду та енергію, що перевищує стандартну найкращу практику, але все ще недостатньо для покриття загальних витрат проекту. Проект співпрацював з Urban Ingenuity для розробки доданої Дорожньої карти фінансування документування різних стратегій фінансування, досліджених протягом усього Проекту, включаючи кінцевий результат, який є високо відтворюваним рішенням для Програми RAD. Завдання 3 включало три підзавдання, зосереджені на виявленні та забезпеченні дефіциту фінансування, необхідного для фінансування глибокої енергетичної модернізації будівель.

Масштабування DER

Проект 4гоЗавдання пов'язане з плануванням після модернізації та трансформацією ринку, включаючи стратегію залучення та навчання мешканців, складання обліку репрезентативних характеристик будівель, оцінку витрат та економії для потенційних проектів Фази 2 та залучення зацікавлених сторін галузі. У рамках проекту було зібрано численні характеристики будівель, які можна відсортувати та оцінити на предмет відтворюваності глибокої енергетичної модернізації, а також застосували моделювання енергоефективності Фази 1 до двох подібних

будівель, одна з яких включена до пропозиції Фази 2 Проекту, що подається у співпраці з Інститутом Склеястих гір. Проект також оцінив численні будівлі в місті Бостон, враховуючи результати Фази 1 у порівнянні з багатоквартирними будинками для людей з низьким рівнем доходу. Враховуючи інтенсивність викидів вуглецю відповідно до майбутньої постанови міста Бостон про викиди.

Залучення та інформування зацікавлених сторін було досягнуто шляхом проведення численних конференцій та презентацій, а також друкованих матеріалів, поширених публічно та серед ключових зацікавлених сторін, зокрема на рівні міста та штату.

Результати

1. Дослідження дизайну: Проєкт уклав угоди з ключовими членами команди проєктувальників, після чого розпочав щотижневі сесії з визначення обсягу робіт та зустрічі з проєктування. Одразу стало очевидно, що цілеспрямоване та спільне проєктування — це зовсім не «звичайна справа». Проєкт встановив ключові цілі та вимоги до ефективності, в основному на основі ініціативи REALIZE, включаючи наступне:

- 50% економії порівняно з базовим рівнем;
- Зниження показника EUI для опалення, охолодження та гарячого водопостачання на 75%, орієнтуючись на показник EUI 7,8;
- Заселений ремонт, а не незаселений;
- Повна електрифікація систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції;
- Відсутність змін у структурі обліку комунальних послуг або виставлення рахунків;
- Впровадження збірних огорожувальних конструкцій будівель;

Після встановлення вищезазначених цілей команда проєктувальників під керівництвом ОМЕ проводила щотижневі зустрічі для обговорення концептуальних сфер та підходів, прикладів аналогічних проєктів, потреб у капіталі, варіантів ведення бізнесу як зазвичай або заміни в натуральній формі, переміщення мешканців, зменшення викидів небезпечних матеріалів, розробки продуктів та стратегій вентиляції. Проєкт визначив, на основі результатів енергетичного моделювання, наступні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі:

- Теплові характеристики R-30;
- Продуктивність вікна U-0,26;
- 0,2 інфільтрація ACH50;
- Утеплення даху R-40.

Подальші ітерації моделювання енергії припустив, що Проєкт може досягти цілей енергоефективності з дещо нижчими характеристиками, зокрема, з використанням панелі R-22 та даху R-30; однак, Проєкт прагне досягти ефективної продуктивності панелей, ближчої до R-28.

2. Аналіз/Деллідженс: Структурний аналіз будівлі, мабуть, є найважливішим фактором у плануванні проєкту переоблицювання. Існуюча конструкція встановлює обмеження та вимоги до конфігурації панелей, встановлюючи обмеження ваги панелей та визначаючи систему анкерного кріплення панелей та стратегію кріплення. Будівля Єви Вайт має єдине місце для анкерування стінових панелей через розташування арматури в плитах перекриття будівлі. Систему анкерного кріплення панелей зрештою довелося скоригувати та перепроєктувати, щоб врахувати цей обмежувальний фактор.

Крім того, вітрове навантаження – незалежно від того, чи воно було встановлено нормами, чи страховими компаніями будівель – вплинуло на структуру панелі, включаючи розташування елементів внутрішнього каркасу Tremco. Специфічні для будівлі та проєкту обмеження можуть бути відтворені для подібних будівель – бетонних та блочних конструкцій, будівництва 1960-х років – але кожна будівля, що отримує механічно прикріплену панель, потребуватиме аналізу існуючих умов. Окрім співпраці з інженером-конструктором для перевірки існуючих структурних обмежень, Проєкт залучив компанію з 3D-лазерного сканування для встановлення узгодженості поверхні існуючої цегляної облицювання та бетонного фасаду. Лазерні скани порівнювали з (високоточними) кресленнями проєкту та використовували для створення топографічних теплових карт (Додаток Г), що свідчило про надзвичайну мінливість – 3 дюйми в найгіршому випадку – у фасаді.

3. Розробка дизайну: У рамках проєкту було розроблено описове завдання, схематичне проєктування та комплект будівельної документації на 50%. Кожна

ітерація проектування фіксувала додаткові деталі, виявляла нові або непередбачені проблеми та спрацьовувала.

Технічні вимоги, причому кожен прогресивний набір проектів розкриває унікальні деталі та нюанси вимог до проекту. Під час концептуальної фази розробки проекту розглядалися різні варіанти панелей і лише після вибору підходу, виходячи з вищезазначених вимог до продуктивності та цілей проекту, проект просувався далі.

Переваги та недоліки різних варіантів панелей та план розробки проекту відображені на **рисунку 1**.

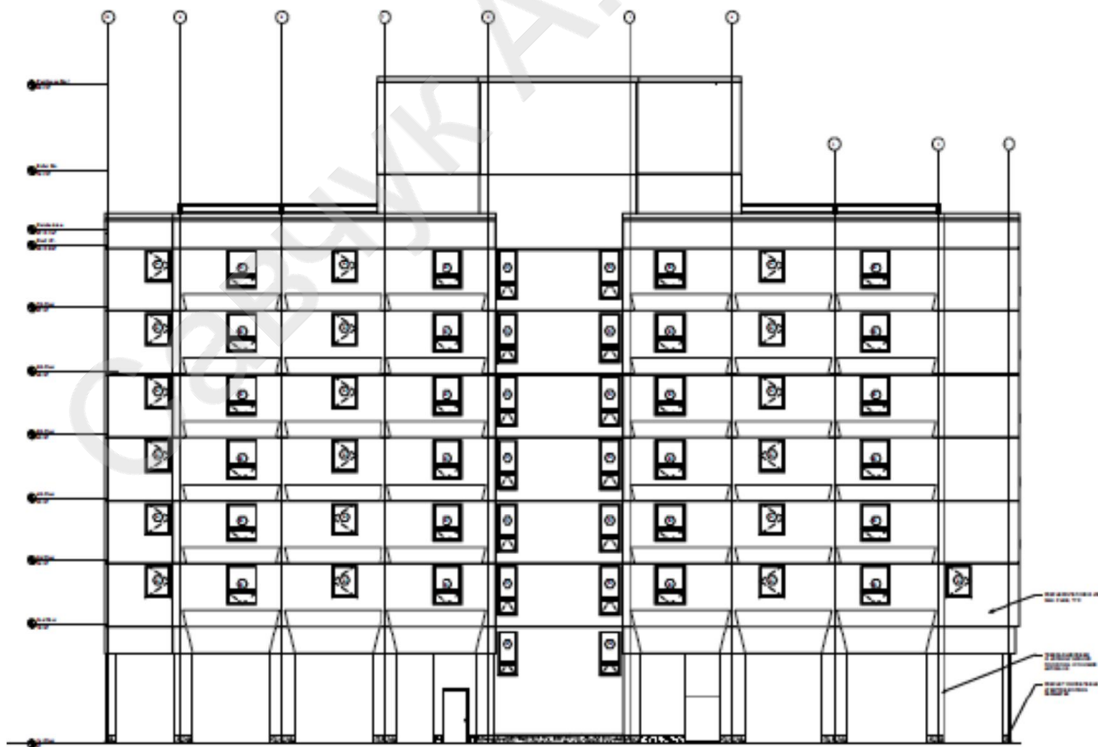


Рисунок 1. Електричні системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря

У рамках проекту було зроблено спробу розробити та подати тендер на обсяг робіт на основі продукту, який все ще перебуває на стадії досліджень та розробок, що виявилось надзвичайно складним для вдосконалення та переробки дизайну, демонструвати дизайн та продукт. Проектування йшло пліч-о-пліч, що

допомогло просунути дослідження та розробки продукту, але додало складності самому проекту. Хоча на концептуальній фазі проектування враховувалися загальні деталі – з'єднання панелей з панелями, з'єднання панелей зі стіною, інтеграція вікон з панелями – схематичне та конструктивне проектування призвело до відкриття дизайну та технічних деталей, пов'язаних з обрізанням віконних отворів, зменшенням зазорів між різними панелями або виробами, розташуванням віконних петель та екранів, пожежною ізоляцією, координацією систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, розподілом між блоками та навіть естетичними рішеннями (де візуально розташовані стики, як вибираються кольори панелей тощо). Отримані креслення відображають повністю конструктивно придатний та фінансово прийнятний обсяг робіт, інтегруючи все збірні панелі (Tremco Revitalite) у житловому приміщенні. Повний пакет проектування доступний тут.

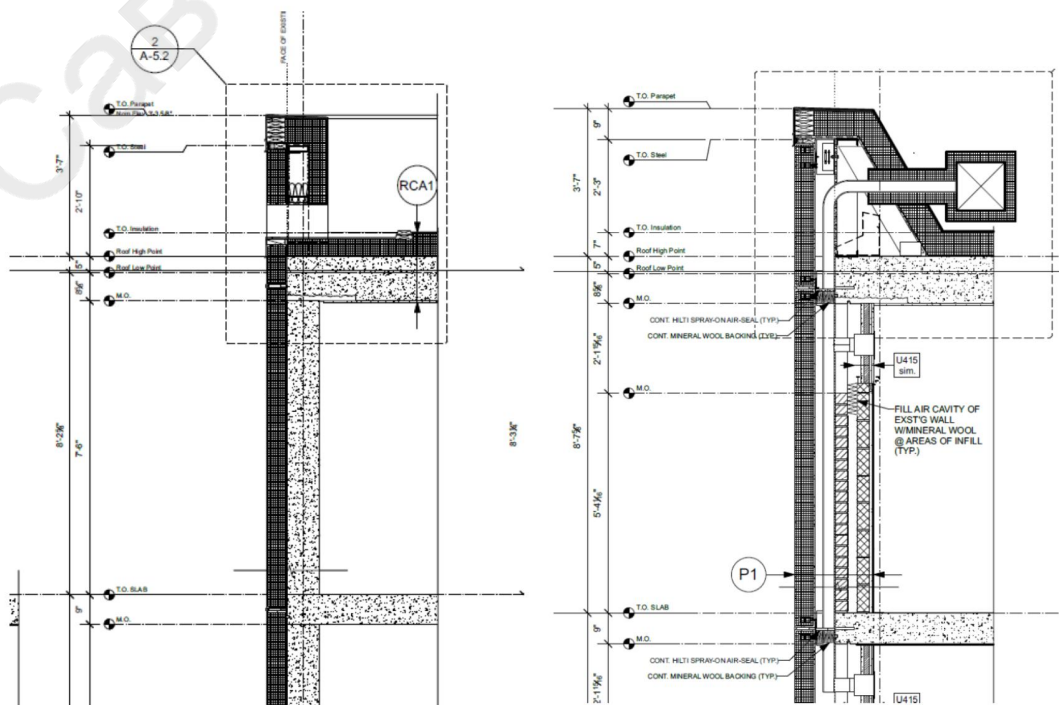


Рисунок 2. Деталь розрізу «Стіни повернення» (ліворуч) та фасади спереду та ззаду з використанням Revitalite (праворуч)

1. Залучення підрядників виявилось найбільш корисним для проектування системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. У рамках проекту було оцінено численні стратегії розподілу припливного повітря, включаючи внутрішньоблокові рекуперативні вентиляційні системи (ERV), внутрішній вертикальний розподіл повітропроводів у шахтах та різні схеми розподілу повітропроводів у шахтах. Проект запросив підрядників-механіків брати участь у щотижневих проектних нарадах, коли представлялися нові підходи до проектування, що дозволило Проекту врахувати негайний зворотний зв'язок на місцях у процесі розробки проекту, одночасно зменшуючи витрати. Відгуки та залучення підрядників призвели до таких проектних рішень:

- a. Зовнішній розподіл бажаний для холодоагенту та повітропроводів;
- b. Розташуйте всі системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря на зовнішній стіні, щоб уникнути їх розподілу всередині блоку;
- c. Панелі доступу не потрібні для обслуговування холодоагентної лінії;
- d. Вимоги до протипожежних та димових клапанів є значними, і їх слід уникати, коли це можливо;
- e. Механічне обладнання, встановлене на даху, потребує достатньої відстані від даху для захисту від снігу та льоду (що призвело до появи парпетної конструкції та висоти);
- f. Для належної послідовності кріплення болтів необхідна достатня відстань навколо всіх анкерів панелі, що призводить до більшої уваги до координації конструкції панелі та механічного обладнання;
- g. Порожнини глибиною 6 дюймів або більше потребують спринклерних систем, що призводить до максимальної глибини порожнини 5,75 дюйма.

Проект також виявив, що дуже мало підрядників та монтажників знайомі зі збірними панельними системами.

У випадку з Revitalite, багато монтажників панелей, які спеціалізуються на навісних стінах та вікнах, відчували дискомфорт від продукту, який здавався

настільки схожим на EIFS, віддаючи перевагу продуктам, які вважалися більш довговічними, враховуючи використання в них сталі, алюмінію та скла.

2. Ціноутворення та тендер на інноваційні та незвичайні проекти, такі як обсяг робіт, розроблений для квартир Eva White, практично неможливі на звичайному ринку, не кажучи вже про часи COVID. Проект включав компанію Sunrise Erectors, виробника та монтажника панелей, на ранніх етапах концептуального та креслярського проектування. Sunrise не тільки надала підтримку з ціноутворення, але й допомогла розробити схематичний проект для збірної системи навісних стін з використанням ізольованих металевих панелей Kingspan, а також допомогла дослідити інші продукти та виробників, включаючи проведення ранніх зустрічей та обговорень з Nexii. Sunrise допомогла визначити ранні цінові очікування, а також консультувала щодо доступу до об'єкта та послідовності робіт.

Оцінки цін Sunrise Erectors показують надзвичайно вищу вартість уніфікованих панелей порівняно з традиційними методами «клейкового будівництва»:

	Вартість матеріалів (\$/кв. фут)	Вартість робочої сили (\$/квадратний фут)
Ізольовані металеві панелі Stick Build	30 доларів США	36 доларів
Уніфікована навісна стіна	84 долари	63 долари
Ревіталіт	64 долари	45 доларів США

Хоча такі програми, як ініціатива RetrofitNY від NYSERDA, прагнуть встановити вартість встановлення модульних панельних систем на рівні 32 доларів США за квадратний фут, ціноутворення в рамках цього проекту показало, що ці нові збірні панелі сьогодні коштують майже втричі дорожче. Ціни на Revitalite значно знизилися з початку проекту, як показано нижче:

	Вартість матеріалів (\$/кв. фут)
Revitalite ROM – оригінальний	155 доларів США
Revitalite ROM – 50% CD	65 доларів США
% Зниження:	Зниження витрат на 58%

Проект визначив Програму RAD та проекти, що спрямовані на перетворення RAD, як важливу можливість для впровадження глибокої енергетичної модернізації, яка й надалі вимагатиме значних фінансових ресурсів. Великі заходи з рекапіталізації дозволяють власникам будівель використовувати фінансові ресурси з житлових програм, таких як RAD та Податкова пільга на житло для людей з низьким рівнем доходу (LINTC), а також інші місцеві або державні облігації та субсидії, які часто поєднуються з LINTC. Хоча «зелене фінансування» для енергетики (таке як Енергетичні контракти з гарантією якості та RACE) може підтримувати певні проекти з привабливою прибутковістю та термінами окупності, традиційні ресурси фінансування доступного житла, включаючи довгострокове боргове фінансування з низькими відсотками, будуть набагато ефективнішими для андеррайтингу дорожчих енергетичних проектів. Реконструкція апартаментів Eva White спочатку включала обсяг робіт за принципом «звичайний досвід» (BAU), включаючи ремонт кухні та ванної кімнати, заміну даху, заміну вікон, ремонт ліфтів та інші оновлення згідно з нормативними актами, вартість яких становила приблизно 15,5 млн доларів США. Різниця між вартістю BAU та вартістю DER – це фінансова розбіжність, яку потрібно було вирішити Проекту.

Проект оцінив численні варіанти заповнення прогалини, всі вони описані в Дорожній карті фінансування. Зрештою, Проект успішно усунув прогалину на всьому об'єкті, включаючи задню будівлю, завдяки таким додатковим ресурсам:

- Стимул за комунальні послуги: 1 560 000 доларів США
- 4% власного капіталу LINTC (відповідає вартості): витрати на будівництво у розмірі 9 млн доларів США дають право на додаткові 468 000 доларів
- США власного капіталу LINTC, включаючи фіксоване підвищення базової ставок QST на 4% та 30%

- Постійна іпотека (борг, що підтримується заощадженнями на комунальні послуги та орендною платою RAD): збільшено з 5,8 млн доларів до 16 млн доларів

Апартаменти Eva White тричі подавали заявки до Департаменту житлового будівництва та розвитку громад штату Массачусетс на отримання 4% фінансування LIHTC. Третя заявка відображала запропонований проект глибокої енергетичної модернізації та додаткові витрати, що вимагало залучення державного фінансового агентства для пояснення змін до обсягу та вартості проекту. Державне агентство вимагало повного пояснення додаткових витрат та пояснення того, як ці витрати будуть фінансуватися. Оскільки не було додаткового субфінансування, пов'язаного з проектом, згоди не були отримані. Однак, не пов'язано з дефіцитом фінансування, для реалізації проекту потрібні будуть згоди від Міністерства житлового будівництва та міського розвитку США (HUD), а також від Bank of America щодо прав на використання повітря, оскільки новий фасад виходить за межі ділянки та над прилеглою ділянкою, що фінансується як HUD, так і Bank of America.

Проект залучив Urban Ingenuity, некомерційну організацію з фінансування енергетики, що базується у Вашингтоні, округ Колумбія, для допомоги у вивченні фінансової форми реконструкції Eva White. Як видно з Додатку Н, глибока енергетична модернізація за сьогоднішніми цінами та з урахуванням сьогоднішніх тарифів на електроенергію не залучить значного фінансування без грантових субсидій, які спочатку зменшать вартість.

Змодельовані витрати на енергію та воду, що дорівнюють 60 тис. доларів США на рік, самі по собі забезпечать 1 млн доларів США боргу (за умови 4% фінансування з 30-річним терміном), або приблизно 10% від загальної додаткової вартості проекту модернізації. Податок на викиди вуглецю та/або вищі витрати на газ та/або нижчі тарифи на електроенергію можуть сприяти дуже різним фінансовим результатам, що призведе до подвійного або навіть потрійного

збільшення вартості проекту, як показано в Додатку Н. Urban Ingenuity також підсумувала інші фінансові інновації, створені та досліджені Open Market ESCO, включаючи фінансування ESA/PPA, зміни в політиці LINTC та федеральні податкові пільги.

Залучення мешканців буде важливим фактором для моделювання та гарантування економії енергії, а також забезпечення сприйнятливості громади до змін у будівлі. У сфері енергоефективності змодельована або прогнозована економія витрат на енергію ніколи не буває 100% точною, що може призвести до збільшення витрат та невдоволення кредиторів. У співпраці з некомерційною організацією орендарів Castle Square, Проект провів особисті презентації та зустрічі з мешканцями квартир Eva White, щоб допомогти пояснити проект, запросити відгуки та задокументувати передбачувані ризики, занепокоєння та побажання щодо проекту реконструкції. Проект виявив наступні ключові висновки, пов'язані з пріоритетами та занепокоєннями мешканців:

- a. Існуючі витяжні системи не працюють, що створює проблеми з вологістю у ванних кімнатах;
- b. У літні місяці в будівлі не працює належне кондиціонування повітря;
- c. Будівля має недостатнє опалення в зимові місяці;
- d. Звук та запахи від сусідів поширюються коридорами та між квартирами (що підкреслює несправність систем вентиляції)
- e. Мешканці більше стурбовані працівниками у своїх будинках, ніж втратою простору чи функціональної площі вікон;
- f. Мешканці більше стурбовані комфортом та навколишнім середовищем, ніж естетикою чи зовнішнім виглядом громади.

Стандартний «Посібник для екологічних мешканців» та «Посібник для екологічно чистих робіт», що описують компоненти енергоефективності на місці, включаючи облицювання для мешканців, таку як фанкойли, термостати та вікна, а також пов'язані з управлінням/обслуговуванням елементи, включаючи все

центральне механічне обладнання, механічне обладнання всередині квартири та панелі, допоможуть розробити стратегії після модернізації для забезпечення довгострокової економії. Реалізація енергозбереження важливіша за моделювання економії, а поведінка мешканців та обслуговування систем мають вирішальне значення для досягнення цільових показників ефективності. Таким чином, проекти глибокої енергетичної модернізації повинні мати план залучення мешканців до цього. Чому були прийняті певні рішення та як вони можуть зменшити споживання енергії/вуглецю вдома, а також планувати та складати бюджет на профілактичне обслуговування та перевірки систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, а також стиків панелей.

Відтворюваність має вирішальне значення для масштабування проектів, тому демонстраційні проекти, такі як квартири Eva White та демонстраційні майданчики Фази 2, не є одноразовими, а навпаки, інформують та впливають на десятки подібних проектів у майбутньому. OME збрала інформацію про будівлі шляхом відвідування об'єктів, збору документів, публічних баз даних, обстежень на місцях та даних про вартість комунальних послуг для підмножини середньоповерхових будівель у портфелі WinnCompanies. Інвентаризація включає двадцять дев'ять будівель, класифікованих за категоріями опалення, гарячого водопостачання, вентиляції, охолодження, освітлення та навантаження від розеток. Дані портфеля аналізуються на предмет глибокої відтворюваності енергії, підмножина початкових оцінок енергозбереження представлена нижче:

	Існуючий EUI	Опублікувати REALIZUЄMO EUI	Інтенсивність викидів вуглецю після модернізації REALIZE (кгCO ₂ /куб. фут)
Волден-сквер	77	37	2.1
Локвуд Плаза	79	29	2.6
Головна місія	74	25	1.6
Філіпс Брукс	106	33	2.7
Замкова площа	122	36	2.9

Завдяки цьому аналізу, Проект визначив Волден-сквер як хороший кандидат на будівлю для Фази 2, що відображено в Інституті Скелястих гір. Рецепт

модернізації багатоквартирних будинків за принципом ABC: технології, фінансування та реалізація проєктівзастосування.

У проєкті використовувалося як енергетичне моделювання Open Studio/Energy Plus, так і Carrier Hourly Analysis Program (НАР) для оцінки енергоефективності всієї будівлі після модернізації. Енергетичне моделювання допомогло встановити характеристики продуктивності для огорожувальних конструкцій будівлі та систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Проєкт мав на меті скорочення витрат енергії на опалення, охолодження та гаряче водопостачання на 75% та скорочення загального споживання енергії на 50% порівняно з базовим/історичним споживанням. Як показала остаточна енергетична модель (Додаток F) та звіт НАР (Додаток H), Проєкт виконав обидва цілі щодо енергоефективності, зі змодельованим коефіцієнтом енергоефективності (EUI) 7,8, що рівно на 75% нижче медіани для типології будівель (31 kBtu/кв. фут), як визначено у файлі цільових показників EUI Міністерства енергетики.

Проєкт не був зосереджений на конкретному продукті чи технології, а також не мав науково-дослідного характеру. Натомість, головною метою проєкту було визначення придатної для будівництва та фінансування низьковуглецевої модернізації, яка б використовувала попередньо виготовлені компоненти та могла бути інтегрована в складну угоду з фінансування доступного житла. Проєкт не мав чіткого обсягу робіт, натомість оцінював численні підходи та стратегії для досягнення різних цілей проєкту, а також обрав та розвинув найоптимальніший варіант з точки зору готовності до виходу на ринок, ефективності та вартості.

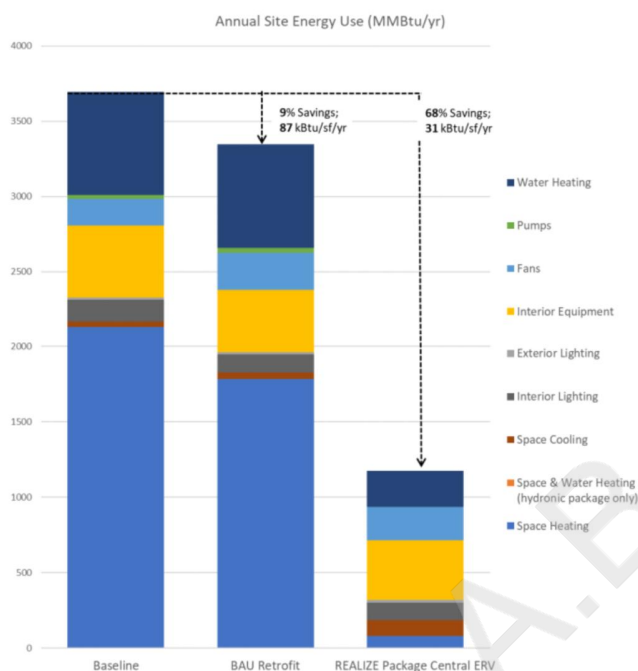


Рисунок 3. Результати енергетичного моделювання надані Інститутом Скелястих гір

Моделювання NAE демонструє загальне зниження EUI проекту на 72% та зниження EUI на 74% для опалення/охолодження/нагріву води для досягнення EUI 7,8.

Baseline Building and Proposed Building Energy Use Index (EUI) Summary

Table 1. Baseline Building and Proposed Building Total EUI Summary

Building Case	EUI (kBTU/sq.ft.)	% Energy Savings
Baseline	104.2	-
Proposed	29.0	72%

Table 2. Massachusetts DOE Target EUI vs. Proposed Building EUI Summary

Building Case	EUI (kBTU/sq.ft.)	% Energy Savings
DOE Baseline Target (heating, cooling, water heating only)	30.1	-
Proposed (heating, cooling, water heating only)	7.82	74%

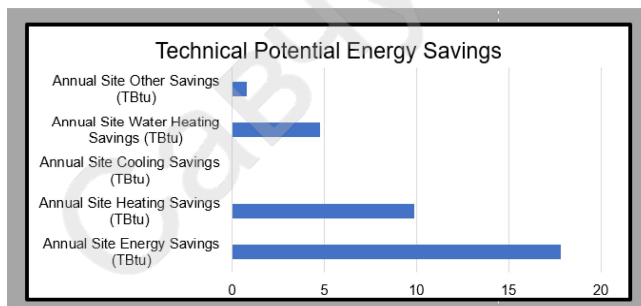
Рисунок 4. Зведена інформація EUI від Єви Вайт, згенерова

Екстраполяція змодельованих енергозбережень будівлі в рамках Проекту на всі середньоповерхові багатоквартирні будинки, що містять 5+ квартир у Новій Англії, дозволить досягти наступної економії енергії, згідно зі зведеною таблицею даних про житлові будівлі Міністерства енергетики США:

Потенціал енергозбереження

Results:	Summary			Total Site Energy		Site Energy by End Use			
	Total Homes/Units	Total Buildings	Total Square Feet (Millions)	Total Site Energy (TBtu)	Site Heating (TBtu)	Site Cooling (TBtu)	Site Water Heating (TBtu)	Site All Other (TBtu)	
Total	685,174	54,500	583	26.2	10.3	0.5	7.4	7.9	
% of Total Residential	0.6%	0.1%	0.2%	0.3%	0.3%	0.1%	0.4%	0.3%	
All Residential	118,208,250	92,481,089	237,421	9,114	4,013.7	774.0	1,745.3	2,575.8	

Provide below inputs:		Technical Potential Energy Savings	
% Total Site Energy Savings	68%	Annual Site Energy Savings (TBtu)	17.8
% Total Site Heating Savings	96%	Annual Site Heating Savings (TBtu)	9.9
% Total Site Cooling Savings	0%	Annual Site Cooling Savings (TBtu)	-
% Total Site Water Heating	65%	Annual Site Water Heating Savings (TBtu)	4.8
% Total Site Other	10%	Annual Site Other Savings (TBtu)	0.8



Методологія Проекту може бути застосована до всіх забудовників доступного житла, що надає чудову можливість використовувати Програму RAD для фінансування глибокої енергетичної модернізації, одночасно трансформуючи та модернізуючи житло для людей з надзвичайно низьким рівнем доходу. Окрім підходів до проектування та фінансування, що вивчаються в цьому Проекті, самі передові будівельні технології, включаючи систему збірних ізольованих панелей, що використовується в Проекті, також допоможуть зменшити початкові витрати та пришвидшити розробку проекту. Хоча Проект не досліджував та не розробляв конкретний продукт чи групу продуктів, він слугував тестовим прикладом для

збірної панелі, що детально обговорюється тут, та пропонує важливі висновки щодо інтеграції вимог та підходів ABC, які можуть ефективно функціонувати в широкому спектрі будівель.

Інтегрований підхід до реалізації проектів, що використовується в рамках Проекту, у поєднанні з цілями проектування, орієнтованими на енергоефективність, широко застосовується до команд розробників, включаючи архітекторів, інженерів, підрядників тощо, по всій країні, незалежно від кліматичної зони. Удосконалені підходи до реалізації проектів не лише допоможуть визначити та визначити пріоритети цілей енергоефективності, але й можуть спрямувати команди до інших цілей проекту, які можуть включати стійкість, здоров'я, рівність, доступність тощо. Майже кожен проект доступного житла – реконструкція житлових приміщень, реконструкція зайнятих приміщень, нове будівництво тощо – передбачає вибір між конкуруючими потребами для вирішення бюджетного розриву. За підтримки Міністерства енергетики США цей Проект зміг довести, що інтегрована команда, яка має згоду та відданість спільним цілям, може ітеративно проектувати, адаптувати та перепроєктувати, щоб створити конструктивно та фінансово прийнятний пакет рішень. Більшість проектів не матимуть часу або ресурсів перед розробкою для відтворення Проекту, тому впровадження стандартизованих технологій та фіксованих специфікацій виявиться важливим для розробки більш відтворюваної моделі реалізації проектів, як це пропонується для Фази 2.

Власники й надалі покладатимуться на професійного архітектора та вимагатимуть його для контролю координації, дотримання вимог щодо конструкції та норм. Хоча значну частину креслярської та проектної роботи (і вартості) можна зменшити завдяки стандартизованим деталям панелей та інтеграції BIM-моделювання з виробничими та цеховими кресленнями, роль архітектора залишатиметься важливою для енергетичної модернізації всієї будівлі. Коли енергетична модернізація всієї будівлі відбувається разом з іншими

ремонтними роботами, такими як ремонт кухні та ванної кімнати, роль архітектора буде більш традиційною, відповідно до типової моделі «проекування, подання заявки, будівництво».

Проекти облицювання можуть впливати на ADA та протипожежні норми, тлумачення яких може відрізнятись залежно від юрисдикції. Демонстраційні проекти в таких містах, як Бостон і Нью-Йорк. Йорк допоможе в обґрунтуванні переглядів норм для майбутніх проектів та варіантів використання. Методи запобігання протягам та вогнезахисту навколо панелей або компонентів панелей можна стандартизувати, використовуючи стандартні деталі, такі як мінеральна вата та герметики у формі спрею, або продукт Hilti CFS-EOS QuickSeal для попередньо сформованого краю плити.

Міста вимагають розгляду проектів, що перевищують певний поріг розміру або вартості, що очікується від більшості великих міст. Навчання та пояснення модернізації фасадів представникам міських дизайнерів є необхідним кроком у розробці проектів, а продукти, подібні до EIFS, будуть продовжувати ретельно перевірятися на основі їхньої історії в дерев'яних каркасних будівлях. Демонстраційні проекти будуть важливими для підтвердження концепції та для створення більш оптимізованих та стандартизованих процесів розгляду проектів з цілями енергоефективності. Проект тісно співпрацював з містом Бостон, щоб пояснити продукт Revitalite, і допомагає запровадити альтернативний підхід до оцінки прав на повітряне середовище та сервітутів для проектів, які прагнуть реалізувати проекти низьковуглецевої модернізації (порівняно з проектами, які можуть передбачати, наприклад, естетичну модернізацію або добудову будівель).

Інтегроване проектування може бути застосоване до будь-якого проекту та має починатися з визначення цілей ефективності та документування цілей і вимог до проекту, що зрештою формує специфікацію вимог до проекту власника. Власники та забудовники можуть ефективно керувати командами з проектування та інженерії проекту через процес проектування, орієнтований на ефективність,

для будь-якого проекту, незалежно від обсягу, складності та цілей. Стандарт сертифікації Enterprise Green Communities визначив корисний інструмент і процес, спеціально для забудовників доступного житла, який вимагає від проектних команд визначати цілі та завдання, розподіляти ролі та обов'язки, а також відстежувати прогрес у процесі проектування, будівництва та експлуатації.

Хоча проекти доступного житла вимагають кількох ітерацій проектування та офіційних заявок, а фінансування часто займає 2-3 роки, активніші зусилля щодо залучення субпідрядників та виробників з першого дня допоможуть зафіксувати обсяг робіт, усунути невідомі фактори та ризики, а також, в ідеалі, забезпечити краще ціноутворення. Залучення субпідрядників та виробників є складним для проектів, які не можуть укласти будівельні контракти, особливо на конкурентному та напруженому ринку. Цей ризик можна пом'якшити, а також визначити обсяг та вартість повної модернізації будівель за допомогою більш стандартизованих продуктів та партнерських відносин із закупівель, які виходять за рамки проекту, а також планують розробку проектів та портфелів.

Інтеграція обсягу глибокої енергетичної модернізації та цільових показників ефективності, як у Проекті, призведе до збільшення витрат на проектування, а також на будівництво, що вимагатиме більших фінансових ресурсів. Хоча цей Проект доводить можливість повторного застосування Розділу 18 RAD, інші проекти вимагатимуть вищого рівня стимулювання комунальних послуг та більш вигідних тарифів на електроенергію, щоб допомогти забезпечити більшу економію коштів на комунальних послугах, що може підтримати більший обсяг боргу.

- Інтегроване проектування може допомогти досягти вищих цілей ефективності як для досвідчених, так і для неспеціалізованих команд. Демонстрація в Єві Вайт встановить вищу планку для існуючих стандартів ефективності будівель та для ремонту доступного житла в Массачусетсі. Оскільки штати та міста створюють

власні дорожні карти декарбонізації, вони шукають демонстраційні проекти та тематичні дослідження, які допоможуть просунути ринок. Обсяг робіт цього проекту, інтегрований процес проектування, процес стимулювання комунальних служб та поєднання RAD Section 18 – це стратегії та інструменти, які будь-яка проектна команда може легко застосувати та адаптувати, що дозволить трансформувати звичайний підхід та можливості для ремонту існуючих будівель. Цей проект допоможе WinnDevelopment оцінювати всі проекти реконструкції на північному сході та в Середньоатлантичному регіоні. Як забудовник, власник та керуючий нерухомістю, Winn може скористатися досвідом проекту Єви Вайт та краще оцінити й розглянути інтеграцію цілісного обсягу робіт з глибокої енергетичної модернізації будівлі. У проекті розглянуто можливість відтворюваності інтегрованого, цілеспрямованого процесу проектування, технічний обсяг робіт та стратегію фінансування для підмножини середньоповерхових будівель Winn, визначивши можливості майбутньої реконструкції LIHTC у Провіденсі, штат Род-Айленд, потенційну можливість RAD у Лоуренсі, штат Массачусетс, та демонстраційний проект Фази 2 на площі Волден.

У рамках проекту було розроблено та спроектовано обсяг робіт, який включає нову, запатентовану збірну систему ізольованих панелей виробництва Tremco, а також повністю електричне рішення для опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC), включаючи центральну систему вентиляції та кондиціонування повітря (VRF), водонагрівач з тепловим насосом та вентилятор з рекуперацією енергії (ERV). Хоча в рамках проекту було оцінено численні огорожувальні конструкції будівель, включаючи клейкі системи EIFS, ізольовані металеві панелі, модульні навісні стіни та сендвіч-панелі, для подальшої розробки проекту було обрано панельну систему Revitalite від Tremco. Хоча проект безпосередньо не керував дослідницькими та розробницькими роботами щодо панелей Revitalite, специфічні характеристики панелі та її

інтеграція з будівлею, як показано на кресленнях 50% будівництва проекту, описані нижче:

Стандартні характеристики технології:

- Revitalite складається з кількох продуктів Druvit, включаючи покриття EIFS; з'єднання панелей
- між панелями виконується за допомогою двокомпонентного герметика Willseal. Кожна
- панель Revitalite включає внутрішню каркасну систему;
- Вікна конструктивно кріпляться до внутрішньої каркасної системи панелі. Проект розробив вимоги до деталей вікон для забезпечення достатньої повітро- та водонепроникності. Спосіб кріплення
- Tremco включає в себе Н-подібний кронштейн, встановлений на будівлі, на якому можна підвішувати алюмінієві рейки панелі. механічне кріплення. Для проекту потрібна була порожнина глибиною понад 4 дюйми для розміщення ліній холодоагенту та повітроводів подачі, що було легко реалізовано завдяки структурному кріпленню панелі. Потрібно буде зупинити пожежу на периметри всіх віконних прорізів, що буде досягнуто за допомогою ізоляції зі скловолокна.

Панель Revitalite відповідатиме наступним стандартним специфікаціям:

- 9 ПФС
- Включає вікно U-0.26 або
краще
- Теплові характеристики R-25+
- Випробування повітрям: ASTM E283
- Випробування водою: ASTM E331 2 години при 6,24 PSF
- Сертифіковано NFPA 285
- Максимальні розміри: 3 м x 4,5 м

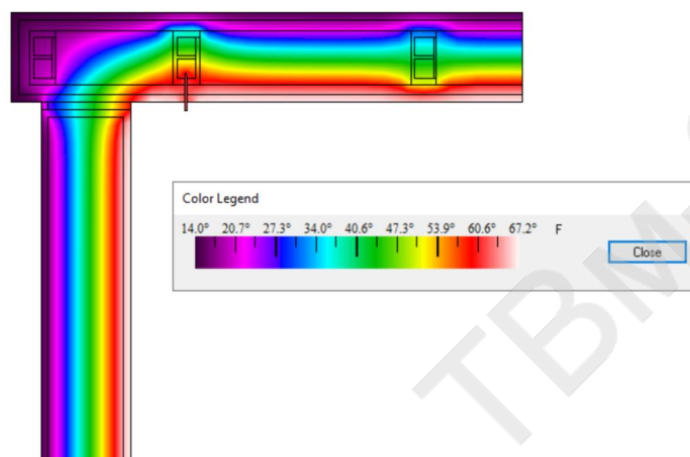


Рисунок 5. Безперервний тепловий бар'єр від панелі до панелі (див. Додаток I для термічного моделювання)

Технічна інтеграція збірних панелей у реконструкції існуючих будівель є дуже складною. Основні вимоги до інтеграції панелі Revitalite, та будь-якої збірної панелі, визначаються існуючими умовами, включаючи: конструктивні умови, вітрове навантаження, розміри будівлі та розміри вікон. Хоча конструкція панелі та спосіб її кріплення до будівлі можуть бути стандартизовані – зовнішнє оздоблення, стики панелей, інтеграція вікон, ізоляція та кріплення – сама існуюча будівля визначатиме розташування самих кріплень, розміри панелей, розташування та частоту стиків між панелями, а також розміри прорізів вікон.

Існуючі умови будівлі Єви Вайт зумовили значну частину проектних робіт з інтеграції панелей, включаючи розташування анкерів (бетонних плит перекриття будівлі), розміри вікон (зменшена висота стельки для розміщення конструкції у верхній частині панелі) та розміри панелей (висота = від плити до плити; ширина = від вертикального прольоту до вертикального прольоту). Конструкційна документація на 50% містить детальну інформацію про те, як панелі будуть розмірені, розкладені та прикріплені назад до будівлі, що є результатом багатьох місяців проектних ітерацій, які можна було б спростити за допомогою стандартизованих деталей панелей.

Оскільки Проєкт передбачав встановлення центрального обладнання опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК) з певними розподільчими системами поза межами існуючої фасадної частини будівлі, панелі довелося підвішувати на відстані щонайменше 10 см від існуючого фасаду, але менше ніж 15 см, щоб уникнути проблем зі спринклерною системою та пожежною безпекою. Зазор між існуючим фасадом та новою панеллю є однією з найскладніших деталей інтеграції віконних прорізів, які необхідно обрізати до внутрішньої частини будівлі. Команда Проєкту оцінила численні підходи для спрощення встановлення внутрішнього оздоблення, включаючи заводське блокування та L-подібні кутники для кріплення віконних воріт, що збільшує вартість панелі та складність польових робіт. Навіть після розробки 50% будівельної документації Проєкт продовжує оцінювати альтернативні методи для збірних віконних коробок з МДФ, які усунуть прямі, жорсткі з'єднання з панеллю зсередини, а також зменшать дерев'яне блокування в чорновому отворі. Проєкт зіткнувся з численними хвильовими наслідками, оскільки певні деталі панелей були уточнені, а також були виявлені деталі будівлі. Інші відповідні вимоги до інтеграції включають вплив панелей на межі власності, доступність згідно з ADA, поділ на відсіки та контроль за вогнем/димом, як узагальнено нижче:

- Лінії сайту. Будь-який проєкт з переоблицювання в щільному міському середовищі може зіткнутися з проблемами, пов'язаними з межами власності. Будівля «Єва Вайт» розташована на нульовій межі ділянки, тобто будівля займає всю площу ділянки, в результаті чого нова 6-дюймова панель, що відступає від стіни на 5,75 дюйма, виходить за межі власності прилеглих будівель. Проєкт має чотирнадцять таких випадків, що потребують розгляду, узгоджень, оцінки та погоджень від кількох організацій, включаючи Бостонське управління планування та розвитку, Міністерство житлового будівництва та міського розвитку США та Банк Америки. Інтеграція нового обсягу робіт з облицювання

вимагатиме перевірки правового титулу та переговорів з прилеглими будівельниками.

- Доступність ADA: Проект врахував питання доступності згідно із Законом про американців з інвалідністю на ранніх етапах розробки проекту. Нові вікна, розташовані в новому панельному блоці, мають бути приблизно на 18 дюймів вище внутрішньої поверхні стіни, що вимагатиме від мешканця досить далеко тягнутися, щоб відкрити та закрити вікно. У старому будинку особливо непокоїть те, що мешканці нахиляються та тягнуться до своїх вікон. Щоб допомогти зменшити це занепокоєння, Проект безпосередньо співпрацював з виробником вікон, щоб зменшити висоту віконної ручки та вказав модель, що відкривається всередину, якою можна керувати однією рукою.

- Компарменталізація. Після того, як панель пройшла випробування на вогнестійкість NFPA 285, у Проекті було достатньо інформації, щоб звернутися до Бостонської пожежної служби та Департаменту інспекційних служб для обговорення проблем поширення вогню та диму, пов'язаних з порожниною діаметром 5,75 дюйма. з'єднання повітропроводів від поверху до поверху в межах цієї порожнини. Оскільки повітроводи простягаються вертикально через кілька поверхів, зазвичай вони вимагають 2-годинної стіни шахти з протипожежними/димовими клапанами на кожному проникненні шахти (780 CMR, розділи 713.4 та 717.5.3). Через високу вартість та технічні обмеження протипожежних/димових клапанів, Проект запросив альтернативний дизайн з використанням концепції, що міститься в 780 CMR, розділ 717.6.1, яка дозволяє захистити повітропровід, що проходить через один поверх, протипожежним клапаном на лінії підлоги замість огороження шахти. Оскільки наш проект не зміг розмістити протипожежний клапан на рівні підлоги (панель знаходиться на відстані 5,75 дюйма від кожної плити перекриття), Проект запросив розмістити нові протипожежні клапани там, де повітропровід проходить через існуючу цегляну та блокову стіну, а також запровадити заходи щодо запобігання протягам

навколо всіх віконних прорізів та деяких вертикальних димарів. Початкові відгуки від BFD та ISD були обнадійливими та дозволили Проекту продовжити скоординовані роботи з проектування панелей та систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, включаючи протипожежне запобігання у віконних прорізах та протипожежні клапани на вентиляційних повітропроводах.

Різноманітність впровадження: Запропоноване технічне рішення, що включає систему збірних панелей (Revitalite) та центральні системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (VRF, ERV, HPWH), є доречним для великих будівель з конструктивною здатністю, що дозволяє витримувати механічне кріплення панелей вагою від 8 до 10 PSF. Відгуки про ціни свідчать про те, що збірні панельні модернізації найбільш підходять для будівель понад дев'ять поверхів, тоді як традиційні підходи до клейового будівництва для утеплення фасадів є більш економічно ефективними для менших будівель від 1 до 8 поверхів. Це здебільшого зумовлено доступом до будівельного майданчика та логістикою будівництва – менші будівлі мають менше місця для зберігання великих панелей та розміщення обладнання, необхідного для підвішування панелей на місці, що призводить до неефективності на будівельному майданчику. Використання збірних конструкційних панелей, а не EIFS або менших ізольованих металевих панелей, дозволяє створити більшу порожнину між існуючим фасадом та новою панеллю, що є критично важливим для керування централізованим розподільчим обладнанням від механічних систем. Інтеграція центрального обладнання та розподільчого обладнання за новою панеллю буде особливо важливою для проектів з недостатнім простором усередині квартир, де комунальні послуги повинні залишатися з головним лічильником, що особливо поширене серед громадського житлового фонду.

• **Відтворюваність:** Очікується, що панель та система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, розроблені для цього проекту, зменшать споживання

енергії на об'єкті більш ніж на 60%. Подібна ефективність очікується для будь-якої будівлі, яка включає суцільну зовнішню ізоляційну панель та повністю електричні системи теплових насосів. Цей обсяг робіт виявиться найбільш економічно ефективним у великих будівлях з мінімальною або відсутньою існуючою ізоляцією, міцною існуючою конструкцією та простою геометрією будівлі.

Моделювання та аналіз витрат

Як обговорювалося вище, у рамках Проекту ціни на будівництво оновлювалися в міру просування проектування, використовуючи детальніші креслення для визначення точнішого – не завжди менш дорогого – ціноутворення. Основні витрати Проекту – це панелі та система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Використання реальної будівлі зі структурованим фінансуванням та графіком будівництва, що керується власником, покращило участь підрядників та дало виробникам панелей можливість оцінити реальні витрати на проект, а не гіпотетичні оцінки проекту. Усі витрати базуються на фактичних проектах та деталях, розроблених на основі поглибленого аналізу та інженерії будівлі, а також польових вимірювань.

Системи конвертів та МЕР (примітка: усі витрати розраховані на основі переважної заробітної плати). Проект зміг покрити ці додаткові витрати за допомогою відтворюваних рішень фінансування – стимулювання комунальних послуг, вищій рівень боргу – але такі житлові субсидії доступні лише для підмножини забудованого середовища, що обмежує загальний охоплення Проекту доступним житлом (можливо, надзвичайно важливим сегментом ринку). Якщо такі Проекти спрямовують фінансування виключно на економію витрат на енергію, як це часто буває серед забудовників та власників за ринковими цінами, вартість одиниці інвестицій необхідно буде зменшити до менш ніж 10 000 доларів США/одиниця (для

досягнення 15- річної простої окупності), що неможливо, враховуючи складність обсягів робіт. На відміну від легкодоступних заходів з енергоефективності, повна глибока енергетична модернізація будівлі не може фінансуватися виключно на основі економії витрат на енергію. Таким чином, для трансформації ринку необхідні більші інновації не лише у зниженні витрат на технології, але й у впровадженні нових фінансових інструментів для підтримки скорочення викидів вуглецю. ОМЕ з нетерпінням чекає на роботу над досягненням таких результатів на черговому успішному етапі передового будівництва будівель.

Технічне/інженерне проектування



Рис.6 Багатоквартирний будинок

У цьому звіті підсумовано процес та результати ініціативи Міністерства енергетики США з будівництва будівель у житловому комплексі Eva White Apartments у Бостоні, штат Массачусетс. Open Market ESCO LLC («ОМЕ») керувала комплексною командою з проектування, інженерії та будівництва, яка протягом багатомісячного процесу дослідження та проектування виконувала завдання з визначення придатного для будівництва та фінансування проєкту глибокої енергетичної модернізації для житлового комплексу Eva White (Проєкт). У цьому остаточному звіті пропонується ідеалізований підхід до відтворення та масштабування подібних проєктів глибокої енергетичної модернізації.

Ми переживаємо переломний момент для модернізації існуючих будівель, коли зростає потреба у скороченні викидів парникових газів з будівель, а також ми стоїмо на порозі продуктивного узгодження між регулюванням викидів будівель, фінансуванням програм стимулювання, регіональними діями щодо покращення викидів з електромережі та бажанням діяти. Ми повинні вийти за рамки звичайної парадигми реконструкції 1-го рівня заселених будівель нашого існуючого фонду доступного багатоквартирного житлового фонду, щоб досягти наших кліматичних цілей та забезпечити постійну безпеку та комфорт мешканців.

Проєкт розпочався з передумови, що обмежені точки втручання для модернізації будівель – це наша найкраща можливість визначити та досягти цільового показника викидів парникових газів (ПГ) для використання енергії в операційній діяльності. Яскравими нещодавніми прикладами цільових показників викидів ПГ в операційній діяльності будівель є Стандарти енергетичної ефективності будівель (BEPS) у Вашингтоні, округ Колумбія, Місцевий закон 97 у Нью-Йорку та Бостонський указ про звітність та розкриття інформації про енергію будівель версії 2.0 (BERDO 2.0). Цільові показники викидів у цих прикладах нормативних актів виражаються в інтенсивності

викидів вуглецю (CEI) на квадратний фут кондиціонованої площі будівлі, що знижується між початковим роком та цільовим роком, до якого будівлі, на які поширюються нормативні акти, повинні досягти цільового показника CEI – у випадку BERDO 2.0 цим цільовим показником CEI та роком є нульові викиди до 2050 року.

З огляду на покращення рівня викидів з електромережі та типовий термін служби обладнання, що працює на викопному паливі, що генерує викиди в існуючих будівлях, можливо досягти проміжних цільових показників викидів за рахунок певного залишкового споживання викопного палива на місці, перш ніж досягти нульових або майже нульових викидів згідно з цими правилами до цільового року. Однак головною метою описаної тут роботи є використання можливості, яку надає реконструкція, для перевищення проміжних цільових показників та підготовки таких будівель, як Eva White, до остаточних цільових показників нульових викидів.

Скорочення викидів парникових газів у будівлях не відбувається миттєво, а обсяг і масштаб втручань, необхідних для досягнення кліматичних цілей у всіх будівлях, є величезними. Необхідно докласти зусиль для прискорення, поширення та зниження витрат на значне скорочення викидів. Ця робота розглядає вищезазначену мету та ставить наступні три цілі для визначення та тестування нових рішень для задоволення цієї потреби, зокрема в портфелі субсидованого доступного багатоквартирного житла:

Мета 1: Безкоштовне надання командам проектування, будівництва та власникам можливість вийти за межі тривалого та часто дорогого процесу проектування-тендеру-будівництва, щоб займатися креативним вирішенням конкретних будівельних проблем поза типовими зонами комфорту для цих фахівців.

Ціль 2: Визначте відтворюваний підхід з точки зору мислення, складу команди,

процесу та технічного обсягу будівництва. Будівлі — це складні системи з низьким рівнем стандартизації на детальному рівні форми, матеріалу та компонентів. Технічні рішення для декарбонізації будівельних операцій можуть відрізнятися від однієї будівлі до іншої, але процес виконання роботи з декарбонізації може не потребувати цього. Вторинним аспектом цієї мети також є визначення та створення ринку для продуктів, які можна відтворювати та стандартизувати від проекту до проекту, коли це можливо. Дивіться обговорення майбутньої роботи та стандартизації підходу в обговореннях запропонованого ідеалізованого процесу та розділах аналізу портфолію нижче.

Ціль 3: Досягти амбітного прогнозованого цільового показника ефективності. Проект прагне досягти цільового показника ефективності відповідно до ініціативи REALIZE Інституту Скелястих гір та Програми передового будівництва будівель Міністерства енергетики США, які встановили такі пов'язані, але різні цілі:

УВІМАЙТЕ: Продемонструйте використання уніфікованої панелі, що включає шари повітряного, водного та терморегуляторного контролю, з повністю інтегрованими віконними отворами та можливістю інтеграції механічних, електричних та сантехнічних компонентів, виготовлених з відступом. Уніфікована панель має підтримувати цілі повної електрифікації всіх кінцевих споживачів енергії в будівлі, зі скороченням споживання енергії в усій будівлі щонайменше на 50%.

(«ABC»): Продемонструвати комплексне рішення для електрифікації всіх кінцевих споживачів енергії в будівлі, яке можна фінансувати за допомогою існуючих інструментів фінансування та будувати з використанням доступних на даний момент будівельних технологій. Рішення передбачає додавання збалансованої механічної вентиляції та зниження інтенсивності

використання енергії на опалення, охолодження та вентиляцію щонайменше на 75%.

Решта цього звіту організована за розділами, що описують процес проектування проекту глибокої енергетичної модернізації Єви Вайт, який здійснювався відповідно до цих цілей, те, як команда проекту запропонує виконувати цю роботу по-іншому в майбутньому, а також основні логістичні проблеми, що виникли, та рішення, визначені в ході цього процесу. Заключний розділ звіту — це загальний огляд двох додаткових проєктів та їх потенційного впливу на викиди парникових газів будівлями, використовуючи підхід, подібний до того, що був використаний для Єви Вайт, як перший крок до розширення цього аналізу на додаткові проєкти, що належать та управляються компанією Winn. Скрізь, де існують будівлі з подібним типом конструкції та планування, профілем енергоспоживання, кліматичною зоною та власністю або управлінням, ймовірно, існують можливості для повторення та оптимізації робіт з глибокої енергетичної модернізації.

ПРОЦЕС

Реконструкцію будинків Eva White Apartments буде завершено в рамках програми HUD Rental Assistance Demonstration (RAD), в рамках якої державний та приватний борг та акціонерний капітал будуть залучені для реінвестування в проєкти державного житла, що фінансуються з федерального бюджету, яким в іншому випадку заборонено брати на себе борги.

Відремонтовані квартири перейдуть з портфеля державного житла на платформу Section 8 шляхом переведення існуючого фінансування державного житла на фінансування Section 8.

Процес перетворення RAD, як його ще називають, вимагає Оцінки потреб у капіталі (CNA). CNA HUD – це інструмент планування заміни будівель в натуральній формі, за допомогою якого оцінювач оцінює стан та залишковий термін корисного використання всіх основних систем і компонентів будівлі, а також розраховує поточну та майбутню вартість заміни еквівалентними системами та компонентами. Цей процес фактично фіксує існуючі енергетичні та викидопродуктивні характеристики будівлі, за винятком будь-яких норм чи інших вимог, що замінюють вимоги щодо покращення компонентів і систем, і не включає фінансові стимули для покращень, такі як програми знижок на комунальні послуги.

Процес проектування реконструкції Eva White розпочався з аналізу існуючих умов, енергетичної оцінки та аналізу взаємодії з іншими системами (CNA), але команда прагнула максимізувати потенціал покращення ефективності та викидів у разі заміни, визначеної як капітальні потреби. Команда оцінила тип, ефективність та залишковий термін служби обладнання для систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) та гарячого водопостачання (ГВП), а також облицювання та конструкції огорожувальних конструкцій, вікон та аксесуарів. Були протестовані вдосконалення огорожувальних конструкцій, щоб забезпечити електрифікацію опалення приміщень, додавання охолодження приміщень та ефективної вентиляції з рекуперацією ентальпії. Були протестовані вдосконалення механічних систем на предмет планування простору та структурної доцільності, а також ефективності та доступності.

Протягом 12 місяців між початком проєкту та початком будівництва, команда власників та проектувальників щотижня зустрічалася для ітеративного дослідження: енергетичного моделювання, описових матеріалів проєкту, ескізів та креслень механічних систем, огорожувальних

конструкцій та конструктивних компонентів, перевірки проєкту підрядника та кошторису витрат, а також інформації від виробника, а також інформації від уповноваженого органу (АНІ) та вимог кодексу. Нижче наведено короткі обговорення кожної досліджуваної теми.

Моделювання енергії

Протягом усього проєктування команда проєкту виконувала ітеративне енергетичне моделювання для перевірки запропонованого проєктного енергоспоживання та прогнозованого скорочення викидів парникових газів для заданих проєктних сценаріїв відносно цілей REALIZE та DOE, зазначених вище. Були використані два різні інструменти енергетичного моделювання: інженерні розрахунки кінцевого споживання енергії, що підтримувалися Програмою погодинного аналізу носіїв (НАР), та енергетична модель усієї будівлі, розроблена RMI від імені проєкту за допомогою OpenStudio/EnergyPlus.

Енергетичне моделювання RMI зосереджувалося на економії енергії відносно існуючого базового рівня будівлі, відповідно до цілей програми REALIZE. Модель проєктної групи оцінювала запропонований проєкт відносно існуючого базового рівня та відносно базових цільових показників Міністерства енергетики США лише для опалення, охолодження та нагрівання води, а також для всієї будівлі. Хоча результати енергетичного моделювання за допомогою різних інструментів загалом не слід порівнювати один з одним, враховуючи різні методології та припущення, результати двох процесів моделювання були значною мірою узгоджені. Остаточна модель OpenStudio для глибокої енергетичної модернізації, як запроектовано, прогнозує 68% річне скорочення експлуатаційних витрат енергії на об'єкті, тоді як модель НАР прогнозує 72% скорочення споживання енергії на об'єкті — дуже схожі результати для різних енергетичних моделей.

Змодельоване командою проєктувальників скорочення споживання енергії відображає прогнозоване покращення інтенсивності використання енергії (EUI) з поточного базового рівня EUI 104,2 кБту/кв. фут/рік до запропонованого EUI 29,0 кБту/кв. фут/рік. Щоб розширити це порівняння змодельованого запропонованого споживання енергії, команда також порівняла цей результат з чинними вимогами Енергетичного кодексу MA Stretch для нових будівельних проєктів та з вимогами Phius 2021 CORE щодо джерела енергії на людину.

Поточний Розширений енергетичний кодекс Массачусетсу, якщо його застосовувати до цієї будівлі (зауважте, що Розширений комерційний кодекс наразі застосовується лише до будівель площею 100 000 кв. футів і більше), вимагатиме покращення на 10% порівняно з базовим значенням, змодельованим за стандартом ASHRAE 90.1-2013. Середнє змодельоване базове значення EUI 90.1-2013 для цього типу будівництва, мінус 10%, становить 42,2 кБту/кв. фут/рік. Таким чином, змодельоване запропоноване споживання енергії являє собою покращення на 31% порівняно з чинним Розширеним енергетичним кодексом Массачусетсу для нового будівництва на основі EUI.

Потреба в енергії на особу за даними Phius 2021 CORE для проєкту Eva White, яка індивідуально підбирається для будь-якої будівлі, становитиме 4921 кВт·год/особу/рік. Запропонований коефіцієнт енергоспоживання проєкту 29,0 кБту/кв. фут/рік дорівнює 2586 кВт·год/особу/рік, що на 47% менше, ніж вимога Phius 2021 CORE на особу.

Зверніть увагу, що проєкти доступного багатоквартирного житла нерідко показують кращі результати порівняно зі стандартами Phius щодо джерела енергії на особу, ніж відповідно до енергетичного кодексу MA Stretch або інших енергетичних стандартів на основі EUI, через високу щільність населення, що є типовою для доступного багатоквартирного житла. Phius

навмисно використовує стандарт джерела енергії на особу для житла, щоб сприяти справедливому розподілу споживання енергії та зусиль щодо скорочення викидів між типами житла.

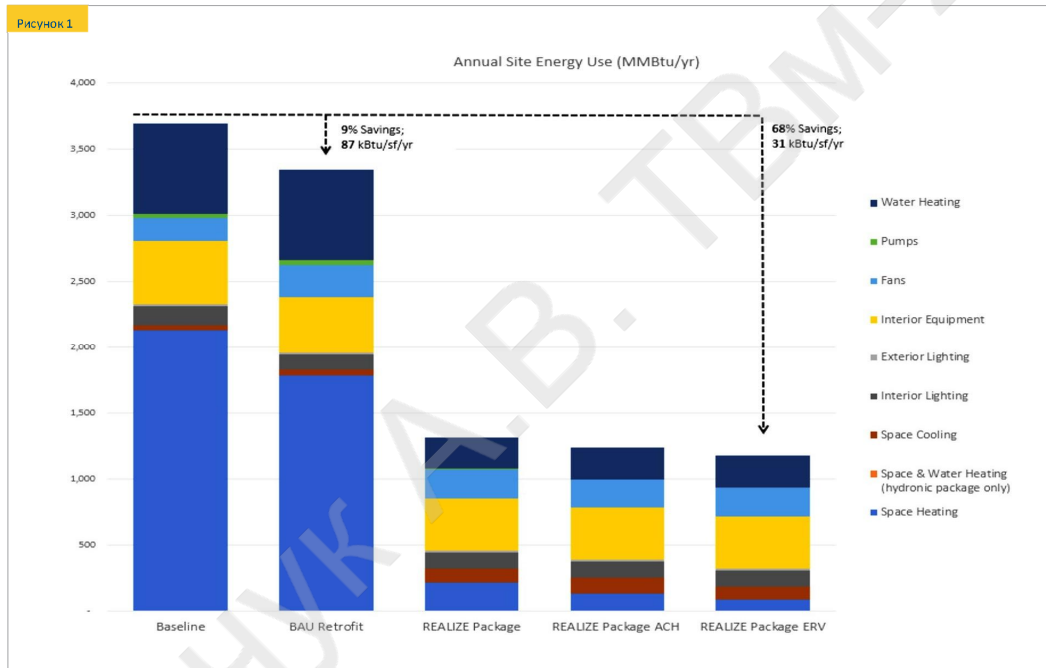


Рисунок 7. OpenStudio енергетична модель результати

Результати енергетичної моделі наведено на рисунку 1 та в таблиці 1 (нижче).

Building Case	EUI (kBTU/sq.ft.)	% Energy Savings
Baseline	104.2	-
Proposed	29.0	72%

Окрім прогнозів щодо енергії, її вартості та скорочення викидів, енергетичне моделювання підтримувало сценарне планування оцінки вартості життєвого циклу, прогнозованих витрат і вигод, а також простої окупності. Не дивно, що початкові оцінки вартості будівництва для глибокої енергетичної модернізації не показують сприятливих показників витрат і вигод порівняно із прогнозованим зниженням економії на експлуатаційних витратах на енергію. Це часто трапляється, особливо в регіонах з високими витратами на електроенергію на BTU

порівняно з витратами на природний газ, таких як Бостон, і коли враховуються елементи з високим співвідношенням витрат до економії, такі як складна модернізація огорожувальних конструкцій та вікна (див. поточні витрати на комунальні послуги на рисунку 2).

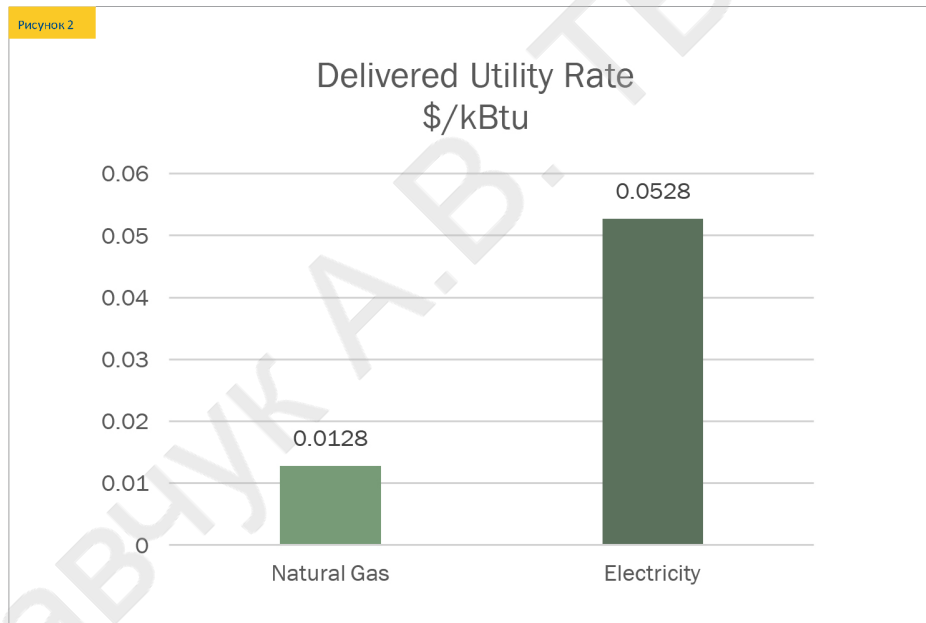


Рисунок 8. Середня корисність показники, що спостерігаються для аналогічні доступні багатоквартирний будинок нерухомість у Eversource-Бостон територія обслуговування для 2020 рік, включаючи всі послуга та попит звинувачення.

Початкова оцінка витрат визначає загальну вартість будівництва глибокої енергетичної модернізації для проєкту Eva White приблизно на 85 000 доларів США на житлову одиницю. Річна економія енергії від експлуатації наразі оцінюється в 600 доларів США на одиницю на рік, що призводить до приблизної простої окупності інвестицій протягом 142 років. Цей аналіз не враховує вплив викидів або вплив майбутніх змін тарифів на природний газ та електроенергію, які можуть суттєво вплинути на цей аналіз.

Дизайнерські наративи, ескізи та малюнки

Проект розпочався з етапу концептуального проектування, метою якого було спільне визначення та узгодження оптимізованого концептуального підходу, який потім буде розвинений до схематичних креслень, і, нарешті, до 50% будівельної документації, включаючи паралельне ціноутворення. Ключові критерії були визначені заздалегідь — роботи повинні виконуватися за участю мешканців, використовувати попередньо виготовлені компоненти огорожувальних споруд та досягати 50% економії порівняно з історичним споживанням — команда проекту проводила щотижневі зустрічі для вивчення потреб, вимог та можливостей проекту.

Основним або повторюваним фокусом ітеративного процесу проектування для проекту Єви Вайт був сам збірний панельний продукт та забезпечення збалансованої вентиляції у всіх приміщеннях, де раніше передбачалася лише витяжна вентиляція. Ці елементи, окрім інших допоміжних заходів щодо енергозбереження та покращення якості повітря в приміщенні, згруповані в покращення огорожувальної конструкції та механічні вдосконалення, які обговорюються нижче.

Проект розпочався зі стандартної специфікації ключових систем та компонентів будівлі, що базувалася на проекті Посібника з модернізації промислових будівель з глибоким енергоспоживанням, підготовленого організацією Passive House US та Інститутом Склеястих гір для програми Building America Міністерства енергетики США. Ці цільові показники ефективності REALIZE, включаючи значення теплопродуктивності стін, вікон та покрівельних конструкцій, встановлювали цілі проектування з самого початку.

Під час проектування було оцінено три варіанти огорожувальних конструкцій, усі з яких включали заміну існуючих вікон, встановлення нового зовнішнього повітряного бар'єру та суцільної ізоляції. Вікна, обрані для проекту, мають коефіцієнт теплопередачі всього вікна $U=0,26$. Хоча це не таке низьке значення U , як зазвичай у вискоєфективних нових будівельних проектах, вікна в Eva White менші порівняно з новобудовами.

Проекти, і Проект зміг досягти своїх цільових показників без використання потрібного склопакета, що допомогло зменшити витрати та вагу панелей.

Нижче наведено три типи панелей, що розглядалися, а також переваги та недоліки кожного з них. Для остаточного проекту було обрано варіант 3.



Рис.9. Оздоблювальні роботи фасаду

Варіант 1: Цей варіант, який часто називають «клеєвим будівництвом», включав новий повітро- та атмосферозахисний бар'єр до існуючого

облицювання, додавання нової термороздільної кріпильної конструкції облицювання до фасаду, закріпленої на існуючих бетонних плитах перекриття, зовнішню ізоляцію, нове облицювання та нові вікна. Цей варіант вимагав би складання всієї конструкції на місці.

ПЕРЕВАГИ

Традиційна, добре зрозуміла типологія будівництва.

Різноманітні варіанти матеріалів на ринку.

МІНУСИ

Потрібне зберігання матеріалів на місці.

Потрібно більше часу на обмеженому майданчику або громадській зоні для використання підйомників або риштувань, щоб забезпечити доступ до фасадів протягом усього будівництва.

Не забезпечує порожнини за новим облицюванням та ізоляцією для прокладання нової механічної інфраструктури.

Не відповідає меті REALIZE щодо демонстрації попередньо виготовлених компонентів.

Варіант 2: Модульна навісна стіна з облицюванням, ізоляцією, повітряним бар'єром, вікнами та зовнішнім обшивом, об'єднаними в один виріб. Панелі для кріплення до існуючих бетонних плит перекриття та міжпрогонових плит. Приклад детального розрізу системи кріплення облицювання та модель THERM цього варіанту показані нижче на рисунках 10 та 11.

ПЕРЕВАГИ

Переважно позамайданчикове будівництво, що дозволяє мінімізувати час монтажу на місці та покращити контроль якості в заводських умовах.

Забезпечує порожнину за новим облицюванням та ізоляцією для прокладання нової механічної інфраструктури за межами існуючої площі підлоги. Міцні, довговічні матеріали

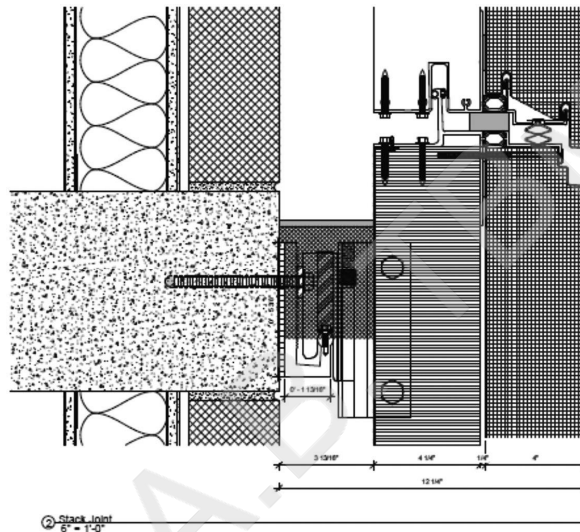


Рис.10. Модульна навісна стіна зі системою кріплення THERM

МІНУСИ

Високе використання сталі та інших струмопровідних матеріалів.

Обшивка нових віконних отворів зсередини будівлі, з новими вікнами.

Не економічно вигідно нижче 9 поверхів.

Теплові мости.

Орієнтовна вартість: 150 доларів США/фунтовий мет

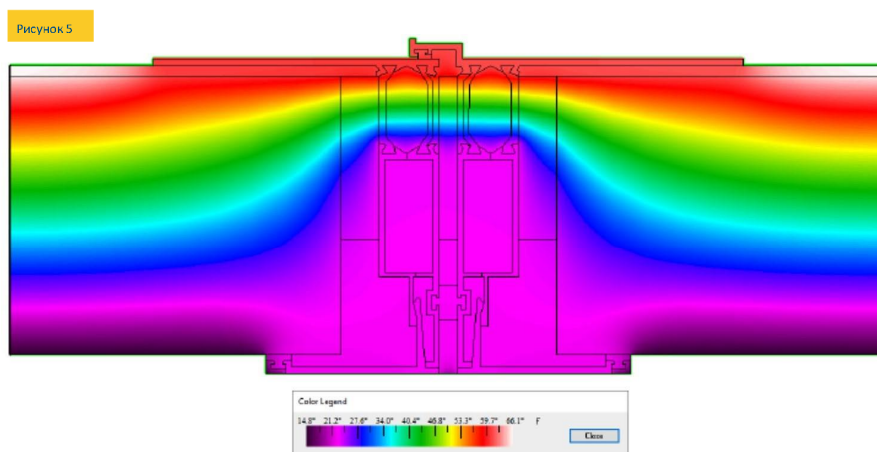


Рис.11. Розподілення температур

Варіант 3: «Сендвіч»-панель із внутрішньою структурою, облицюванням, ізоляцією, повітряним бар'єром, вікнами та зовнішнім обшивом, об'єднаними в один виріб. Модель THERM на місці з'єднання панелей з панелями для цієї системи представлена нижче на рисунку 6.

ПЕРЕВАГИ

Переважно позамайданчикове будівництво, що дозволяє мінімізувати час монтажу на місці та покращити контроль якості в заводських умовах

Менше стиків панелей та проблем із тепловими містками

Демонструє РЕАЛІЗАЦІЮ попередньо виготовлених компонентів та відповідає інноваційним цілям ABC

МІНУСИ

Нетрадиційний продукт, обмежена доступність на сучасному ринку

Стандартизовані панелі можуть не відповідати складності існуючого фасаду будівлі

Обшивка нових віконних отворів зсередини будівлі, з новими вікнами.

Не забезпечує порожнини за новим облицюванням та ізоляцією для прокладання нової механічної інфраструктури

Вартість суттєво варіюється, враховуючи, що новий продукт ще не з'явився на ринку, орієнтовна вартість < 100 доларів США/фунтовий стерлінгів

ВИРОБНИКИ, ЯКІ РОЗГЛЯДАЛИСЯ:

Тремко

Дексталл

RC-панелі

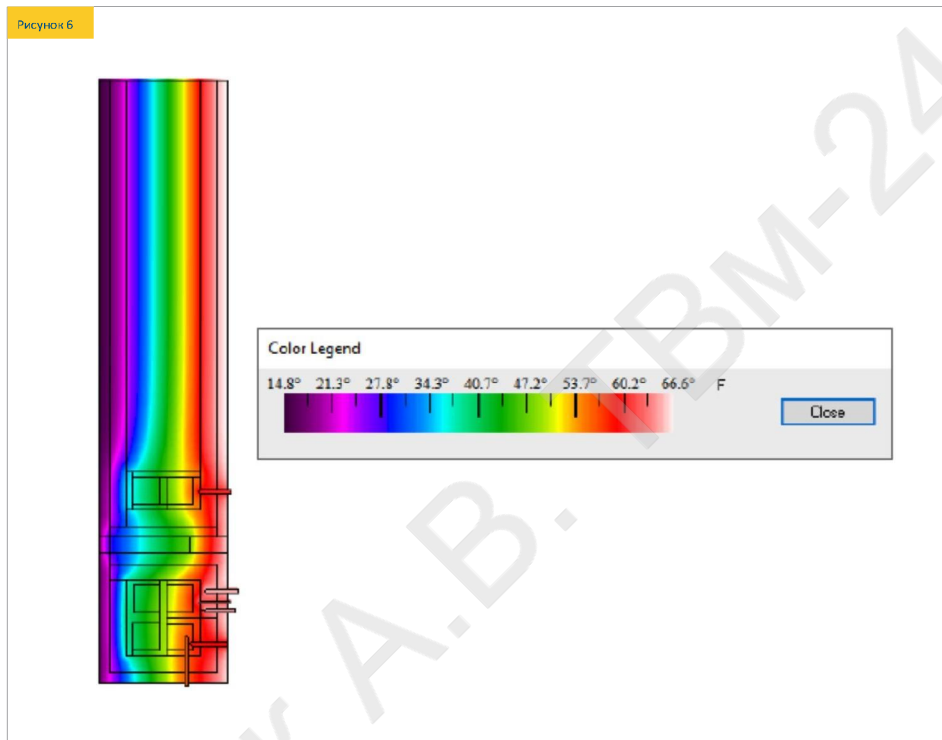


Рисунок 12. Модель THERM на з'єднання панелей система Тремко запропоновано у Варіанті 3

4. Модернізація системи забезпечення мікроклімату в готелі в м.Івано-Франківськ

Мета дослідження

Розробити та обґрунтувати комплексний підхід до глибокої термомодернізації 5-поверхового готелю сімейного типу з підвальним приміщенням у м. Івано-Франківськ, спрямований на значне зниження енергоспоживання, підвищення класу енергоефективності будівлі, покращення мікроклімату приміщень та забезпечення відповідності сучасним нормам екологічної безпеки та комфорту.

Завдання дослідження:

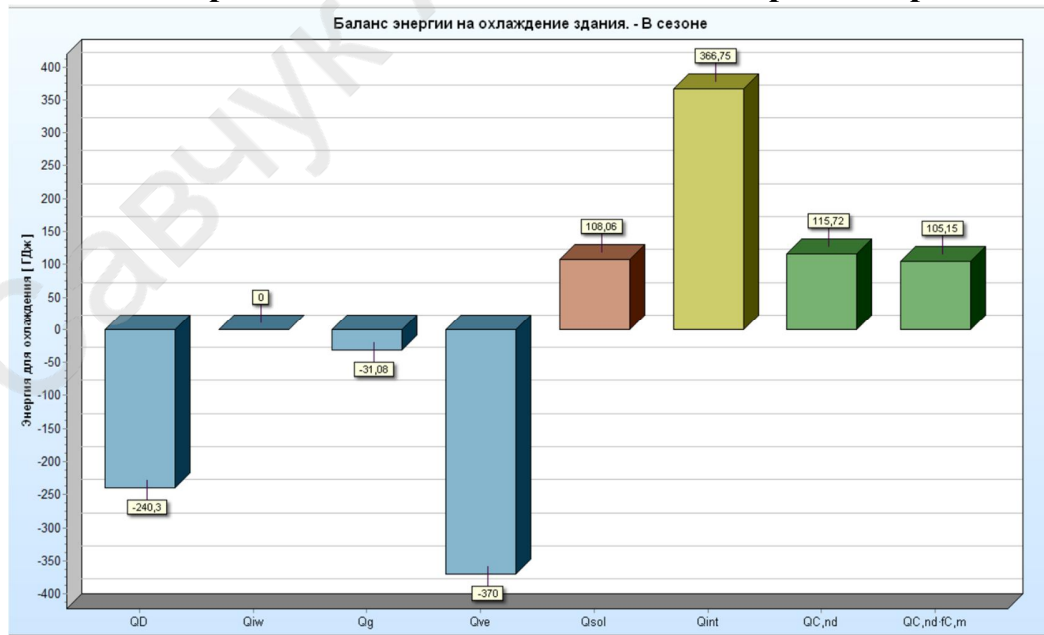
1. Проаналізувати початковий стан будівлі, включаючи архітектурно-конструктивні особливості, енергетичні показники та недоліки огорожувальних конструкцій, систем опалення, вентиляції, кондиціонування та гарячого водопостачання.
2. Обґрунтувати вибір технічних рішень для термомодернізації, таких як утеплення огорожувальних конструкцій, заміна вікон, модернізація систем ОВК (опалення, вентиляція, кондиціонування), ГВП та освітлення.
3. Виконати теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій, балансу енергії, тепловтрат та теплонадходжень до та після модернізації для оцінки ефективності заходів.
4. Оцінити енергетичну ефективність проекту на основі енергетичних сертифікатів, розрахунку економії ресурсів (електроенергія, тепло, викиди CO₂) та окупності інвестицій.
5. Розробити рекомендації щодо впровадження енергоефективних технологій у подібних об'єктах громадського призначення, з урахуванням гігієнічних, пожежних та екологічних норм (ДСТУ, ДБН, санітарні вимоги).

- Опір теплопередачі (R) значно зріс (у 3–5 разів для стін, покрівлі та підлог), що свідчить про ефективне утеплення.
- Питомі тепловтрати (U) зменшилися в 3–4 рази.
- Річні тепловтрати (Q_{sol} та Q_{proc}) скоротилися на 50–75% залежно від конструкції.
- Загальна частка тепловтрат через зовнішні стіни та вікна зменшилася з ~70% до ~50–60%, що підтверджує високу ефективність термомодернізації.

Порівняльна таблиця огорожувальних конструкцій до та після термомодернізації

Вид конструкції	Стан	d, м	R, м²·К/Вт	U, Вт/м²·К	Qsol, ГДж/рік	Qпрос, ГДж/рік	Qпрос, %
Зовнішня стіна	До	0,37	1,236	0,809	313,83	12	55,1
	Після	0,52	4,808	0,208	80,94	8,4	39,6
Зовнішні двері	До	-	2,5	-	13,89	16,04	0,5
	Після	-	1,02	-	5,67	15,36	0,6
Покрівля	До	0,95	2,517	0,397	185,88	-	7,1
	Після	1,25	9,66	0,104	49,43	-	5,1
Вікно зовнішнє	До	-	1,67	-	765,88	1789,17	29,2
	Після	-	1,02	-	440,02	1654,04	45,8
Підлога по ґрунту	До	0,308	3,162	0,316	101,66	-	3,9
	Після	0,334	7,202	0,139	26,62	-	2,8
Підлога в підвалі	До	0,308	4,08	0,245	58,85	-	2,2
	Після	0,334	8,079	0,124	30,79	-	3,2
Зовнішня стіна, примикаюча до ґрунту	До	0,445	1,838	0,544	53,21	2,2	2,2
	Після	0,545	4,28	0,234	27,16	2,8	2,8

Баланс енергії на охолодження до та після термомодернізації

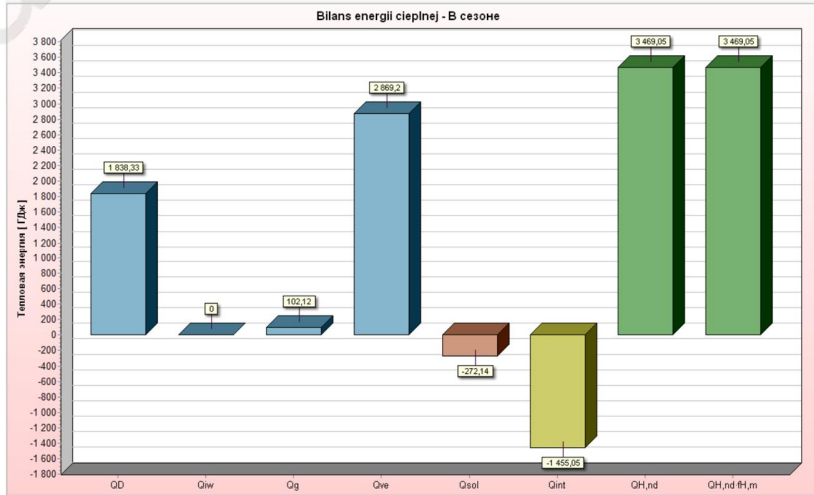


Бал	Месяц	T _{em,m} °C	Q _D ГДж/год	Q _{hw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	П _{с,lv}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{C,nd} ГДж/год	Q _{C,nd fC,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	t _c ч	a _c	γ _{c,m}	(1/γ _c) _{lim}	f _{c,m}	L _{c,m} ч
<input type="checkbox"/>	січень	-4,3	-356,71	-0,00	-12,58	-549,24	0,142	8,88	123,58	2,29	0,00	665894,7	4872,0	7246,0	15	2,02	0,144	1,496	0,000	0
<input type="checkbox"/>	лютий	-2,6	-302,84	-0,00	-11,52	-466,29	0,159	15,02	111,62	2,72	0,00	665894,7	4885,1	7246,0	15	2,02	0,162	1,496	0,000	0
<input type="checkbox"/>	березень	1,7	-281,08	-0,00	-12,58	-432,79	0,196	23,37	123,58	4,73	0,00	665894,7	4916,7	7246,0	15	2,01	0,202	1,497	0,000	0
<input type="checkbox"/>	квітень	8,1	-193,95	-0,00	-11,73	-298,63	0,277	29,16	119,59	9,27	0,00	665894,7	4990,6	7246,0	15	2,01	0,295	1,498	0,000	0
<input type="checkbox"/>	травень	13,6	-131,09	-0,00	-11,48	-201,84	0,408	38,23	123,58	21,17	0,00	665894,7	5118,2	7246,0	15	2,00	0,470	1,501	0,000	0
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	16,7	-89,05	-0,00	-10,49	-137,11	0,528	39,41	119,59	34,08	29,51	665894,7	5260,7	7246,0	15	1,99	0,672	1,504	0,866	623
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	18,3	-71,85	-0,00	-10,38	-110,62	0,603	37,81	123,58	45,01	45,01	665894,7	5385,8	7246,0	15	1,98	0,837	1,506	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	17,7	-79,41	-0,00	-10,21	-122,27	0,556	30,84	123,58	36,63	30,64	665894,7	5311,0	7246,0	15	1,98	0,729	1,505	0,836	622
<input type="checkbox"/>	вересень	13,4	-129,30	-0,00	-10,04	-199,09	0,372	21,90	119,59	15,51	0,00	665894,7	5071,6	7246,0	15	2,00	0,418	1,500	0,000	0
<input type="checkbox"/>	жовтень	8,0	-201,67	-0,00	-10,84	-310,52	0,250	14,44	123,58	7,11	0,00	665894,7	4959,1	7246,0	15	2,01	0,264	1,497	0,000	0
<input type="checkbox"/>	листопад	2,5	-262,26	-0,00	-11,11	-403,81	0,182	6,90	119,59	3,52	0,00	665894,7	4905,4	7246,0	15	2,01	0,187	1,496	0,000	0
<input type="checkbox"/>	грудень	-2,4	-332,76	-0,00	-12,12	-512,36	0,149	6,17	123,58	2,45	0,00	665894,7	4877,4	7246,0	15	2,02	0,151	1,496	0,000	0
	В сезоні	7,6	-240,30	-0,00	-31,08	-370,00	0,560	108,06	366,75	115,72	105,15	665894,7	4967,4	7246,0	15	2,01		1,498	0,909	1990

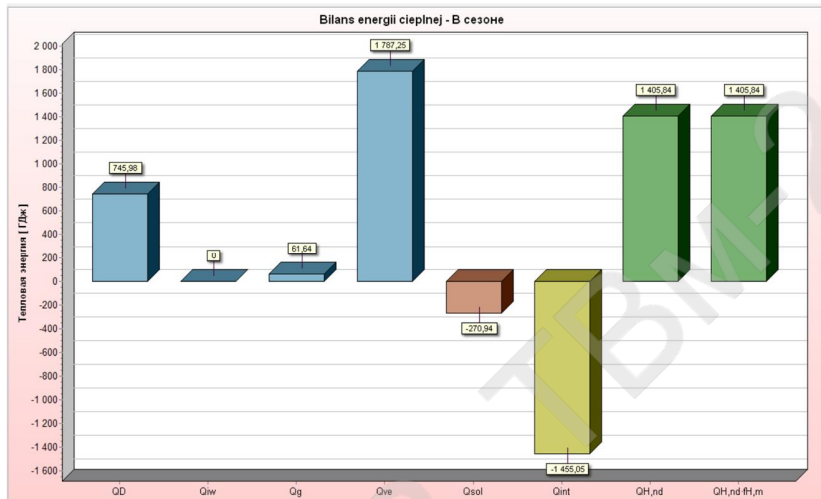


Бал	Месяц	T _{ем,м} °C	Q _D ГДж/год	Q _{iw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	П _{с,пв}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{nd} ГДж/год	Q _{nd} ·f _{C,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	ψ _ч	α _с	γ _{н,м} (1/γ _с) _{lim}	f _{C,m}	L _{C,m} ч	
	сiчень	-4,3	-135,89	-0,00	-6,55	-273,01	0,312	8,88	123,58	2,83	0,00	602815,9	1879,3	3601,8	31	3,04	0,319	1,329	0,000	0
	лютый	-2,6	-115,37	-0,00	-5,99	-231,78	0,348	15,02	111,62	3,68	0,00	602815,9	1885,9	3601,8	31	3,03	0,359	1,330	0,000	0
	березень	1,7	-107,08	-0,00	-6,55	-215,13	0,425	23,37	123,58	7,38	0,00	602815,9	1902,5	3601,8	30	3,03	0,447	1,330	0,000	0
<input checked="" type="checkbox"/>	квiтень	8,1	-73,89	-0,00	-6,13	-148,44	0,575	29,16	119,59	17,34	13,45	602815,9	1941,6	3601,8	30	3,01	0,651	1,332	0,775	558
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	13,6	-49,94	-0,00	-6,04	-100,33	0,762	38,23	123,58	42,68	42,68	602815,9	2009,8	3601,8	30	2,99	1,035	1,335	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	16,7	-33,92	-0,00	-5,56	-66,15	0,871	39,41	119,59	65,27	65,27	602815,9	2086,9	3601,8	29	2,96	1,477	1,338	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	18,3	-27,37	-0,00	-5,54	-54,99	0,916	37,81	123,58	80,88	80,88	602815,9	2155,4	3601,8	29	2,94	1,836	1,340	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	17,7	-30,25	-0,00	-5,46	-60,78	0,889	30,84	123,58	68,63	68,63	602815,9	2116,2	3601,8	29	2,95	1,600	1,339	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,4	-49,26	-0,00	-5,36	-98,96	0,718	21,90	119,59	31,18	28,99	602815,9	1987,8	3601,8	30	3,00	0,921	1,334	0,930	669
	ховтень	8,0	-76,83	-0,00	-5,75	-154,35	0,529	14,44	123,58	12,72	0,00	602815,9	1927,0	3601,8	30	3,02	0,583	1,331	0,000	0
	листопад	2,5	-99,91	-0,00	-5,85	-200,72	0,396	6,90	119,59	5,23	0,00	602815,9	1897,8	3601,8	30	3,03	0,413	1,330	0,000	0
	грудень	-2,4	-126,77	-0,00	-6,34	-254,68	0,326	6,17	123,58	3,15	0,00	602815,9	1882,4	3601,8	31	3,04	0,335	1,329	0,000	0
	В сезоне	7,6	-264,63	-0,00	-34,09	-531,65	0,748	197,35	729,52	305,98	299,90	602815,9	1930,4	3601,8	30	3,02		1,331	0,980	4180

Баланс тепловой энергии до та після термомодернізації

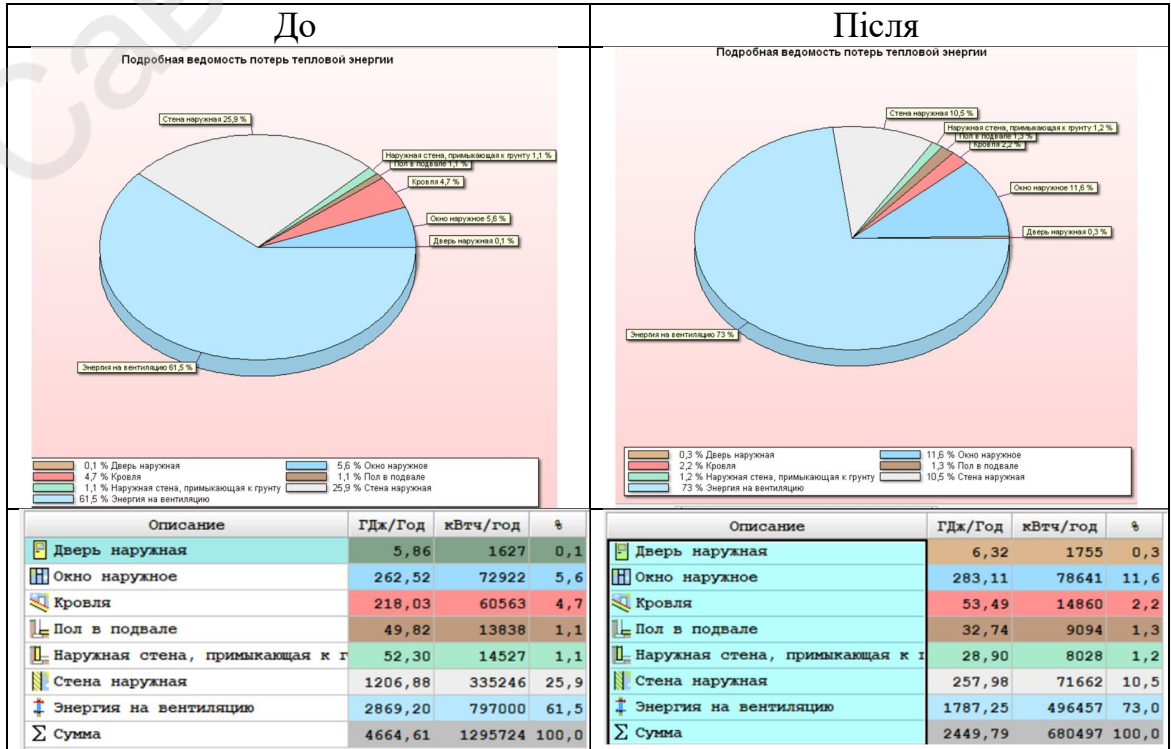


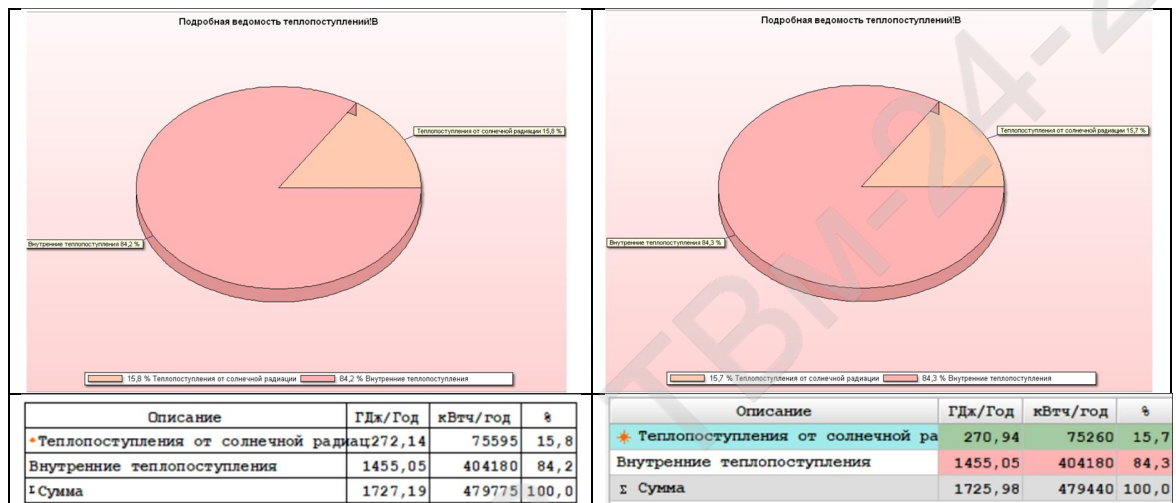
Бал	Месяц	T _{ем,м} °C	Q _D ГДж/год	Q _{iw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	П _{с,пв}	Q _{sol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{nd} ГДж/год	Q _{nd} ·f _{H,m} ГДж/год	C _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	ψ _ч	α _с	γ _{н,м} (1/γ _с) _{lim}	f _{H,m}	L _{H,m} ч	
<input checked="" type="checkbox"/>	сiчень	-4,3	306,29	0,00	9,78	478,05	0,976	8,88	123,58	664,86	664,86	645919,5	4856,4	7345,0	15	1,98	0,167	1,505	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	лютый	-2,6	257,30	0,00	8,99	401,58	0,970	15,02	111,62	545,08	545,08	645919,5	4870,5	7345,0	15	1,98	0,190	1,505	1,000	672
<input checked="" type="checkbox"/>	березень	1,7	230,67	0,00	9,78	360,01	0,953	23,37	123,58	460,49	460,49	645919,5	4905,6	7345,0	15	1,98	0,245	1,506	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	квiтень	8,1	145,16	0,00	9,02	226,56	0,898	29,16	119,59	247,15	247,15	645919,5	4998,4	7345,0	15	1,97	0,391	1,508	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	травень	13,6	80,67	0,00	8,68	125,91	0,750	38,23	123,58	93,86	93,86	645919,5	5212,4	7345,0	14	1,95	0,752	1,512	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	червень	16,7	40,25	0,00	7,78	62,83	0,535	39,41	119,59	25,75	25,75	645919,5	5616,1	7345,0	14	1,92	1,434	1,520	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	липень	18,3	21,43	0,00	7,58	33,44	0,344	37,81	123,58	6,93	6,93	645919,5	6370,4	7345,0	13	1,87	2,584	1,534	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	серпень	17,7	28,99	0,00	7,41	45,25	0,441	30,84	123,58	13,58	13,58	645919,5	5908,5	7345,0	14	1,90	1,891	1,526	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	вересень	13,4	80,51	0,00	7,33	125,65	0,786	21,90	119,59	102,29	102,29	645919,5	5134,7	7345,0	14	1,96	0,663	1,511	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	ховтень	8,0	151,26	0,00	8,04	236,08	0,915	14,44	123,58	269,14	269,14	645919,5	4956,3	7345,0	15	1,97	0,349	1,507	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	листопад	2,5	213,47	0,00	8,40	333,17	0,958	6,90	119,59	433,85	433,85	645919,5	4891,2	7345,0	15	1,98	0,228	1,506	1,000	720
<input checked="" type="checkbox"/>	грудень	-2,4	282,34	0,00	9,32	440,67	0,973	6,17	123,58	606,07	606,07	645919,5	4861,3	7345,0	15	1,98	0,177	1,505	1,000	744
<input checked="" type="checkbox"/>	В сезоне	7,6	1838,33	0,00	102,12	2869,20	0,776	272,14	1455,05	3469,05	3469,05	645919,5	4967,5	7345,0	15	1,97		1,507	1,000	8760



Бал	Місяць	t _{в,м} °С	Q _D ГДж/год	Q _{iw} ГДж/год	Q _g ГДж/год	Q _{ve} ГДж/год	η _{в,gn}	Q _{isol} ГДж/год	Q _{int} ГДж/год	Q _{H,nd} ГДж/год	Q _{H,nd,ft,m} ГДж/год	S _m кДж/К	H _{tr,adj} Вт/К	H _{ve,adj} Вт/К	η _ч	α _H	Y _{H,m}	Y _{H,lim}	F _{H,m}	L _{H,m} ч
✓	січень	-4,3	124,29	0,00	5,88	297,78	0,967	8,78	123,58	299,94	299,94	570949,5	2000,0	4575,3	24	2,61	0,309	1,383	1,000	744
✓	лютий	-2,6	104,41	0,00	5,40	250,15	0,956	14,93	111,62	238,92	238,92	570949,5	2008,4	4575,3	24	2,61	0,352	1,384	1,000	672
✓	березень	1,7	93,60	0,00	5,88	224,26	0,926	23,28	123,58	187,78	187,78	570949,5	2029,6	4575,3	24	2,60	0,454	1,384	1,000	744
✓	квітень	8,1	58,90	0,00	5,43	141,12	0,826	29,07	119,59	82,70	82,70	570949,5	2085,7	4575,3	24	2,59	0,724	1,386	1,000	720
✓	травень	13,6	32,74	0,00	5,24	78,43	0,594	38,14	123,58	20,41	20,41	570949,5	2215,3	4575,3	23	2,56	1,389	1,391	1,000	744
✓	червень	16,7	16,33	0,00	4,71	39,14	0,357	39,32	119,59	3,41	3,41	570949,5	2460,7	4575,3	23	2,50	2,640	1,400	1,000	720
✓	липень	18,3	8,70	0,00	4,60	20,83	0,208	37,71	123,58	0,64	0,64	570949,5	2919,9	4575,3	21	2,41	4,726	1,415	1,000	744
✓	серпень	17,7	11,76	0,00	4,50	28,19	0,278	30,73	123,58	1,49	1,49	570949,5	2640,3	4575,3	22	2,47	3,472	1,406	1,000	744
✓	вересень	13,4	32,67	0,00	4,45	78,27	0,643	21,79	119,59	24,42	24,42	570949,5	2169,9	4575,3	24	2,57	1,225	1,389	1,000	720
✓	жовтень	8,0	61,38	0,00	4,87	147,05	0,856	14,33	123,58	95,27	95,27	570949,5	2061,2	4575,3	24	2,59	0,647	1,386	1,000	744
✓	листопад	2,5	86,62	0,00	5,07	207,53	0,936	6,79	119,59	180,95	180,95	570949,5	2021,5	4575,3	24	2,60	0,422	1,384	1,000	720
✓	грудень	-2,4	114,57	0,00	5,61	274,50	0,962	6,06	123,58	269,90	269,90	570949,5	2003,2	4575,3	24	2,61	0,328	1,384	1,000	744
	В сезоні	7,6	745,98	0,00	61,64	1787,25	0,689	270,94	1455,05	1405,84	1405,84	570949,5	2067,5	4575,3	24	2,59	1,386	1,000	8760	

Тепловтрати та теплонадходження до та після термомодернізації





Техніко-економічне порівняння

Стаття витрат	Ресурс	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	1 228,0	473,0	755,0	2 038 500 грн
Гаряче водопостачання	Тепло	155,5	167,5*	-12,0	-32 400 грн
Вентиляція	Електро	0,0	37,05**	-37,05	-355 680 грн
Освітлення	Електро	171,4	67,56	103,84	996 864 грн
Охолодження (VRF)	Електро	16,13	37,31	-21,18	-203 328 грн
РАЗОМ	—	1 571,0	782,4	788,6	2 443 956 грн

Показник	Стан ДО	Стан ПІСЛЯ	Ефект / Покращення
Клас енергоефективності	E	C	Підвищення на 2 класи
Питоме енергоспоживання	141,26 кВт·год/м ²	70,33 кВт·год/м ²	Зниження у 2 рази
Питомі викиди CO ₂	133,07 кг/м ²	45,87 кг/м ²	Екологічний ефект ~65%
Річні витрати на енергію	~4,98 млн грн	~2,54 млн грн	Чиста економія коштів

Чиста фінансова економія: Проект забезпечує зменшення видатків бюджету готелю на 2,44 млн грн щороку.

Структурна зміна: Найбільший внесок у фінансову економію дає термомодернізація стін та вікон, що скоротило витрати на опалення на 61%.

Якість мікроклімату: Хоча витрати на електрику (вентиляція та охолодження) зросли на ~550 тис. грн, це компенсується переходом готелю на вищий рівень сервісу (стабільна температура влітку та свіже повітря без відкривання вікон).

Економічна доцільність: При капітальних інвестиціях у таку модернізацію, термін окупності для готельного бізнесу в Івано-Франківську складе близько 6–8 років.

Савчук А.В. ТВМ 2022

5. Автоматизація

5.1. Опис функціоналу автоматизації

Автоматизація є одним з найважливіших факторів ефективного функціонування будь-якого промислового чи побутового об'єкта. Основним завданням, яке вирішує система вентиляції, є забезпечення максимально комфортного повітряного простору в приміщенні [1]. Широке застосування систем припливно-витяжної вентиляції промислових [2–4] і житлових будинків [5, 6] зумовлено наступними причинами: розвитком нових галузей електронної, електротехнічної, машинобудівної, хімічної, текстильної та інших галузей промисловості, які потребують підтримки певних і постійних параметрів стану повітря; підвищення вимог до умов праці та підвищення продуктивності праці в гарячих і мокрих цехах, вугільних шахтах, шахтах тощо; оснащення промислових організацій, організацій зв'язку, проектно-конструкторських і дослідницьких установок, точна і безвідмовна робота яких можлива лише за певних температур і відносної вологості; збільшення кількості закритих приміщень для тривалого перебування великої кількості людей (театри, кінотеатри, концертні зали, стадіони, ресторани, вокзали тощо). Системи вентиляції в більшості випадків являють собою складні системи інженерного обладнання для забезпечення ефективного повітрообміну. Ручне регулювання в цьому випадку нераціонально, оскільки параметри повітря постійно змінюються в залежності від пори року, кліматичних умов, кількості змінюється повітря, що видаляється і надходить. Розробка автоматизованої системи управління вентиляцією не тільки промислових об'єктів [7, 8], але й більшості житлових і громадських будівель [9, 10] є актуальним завданням. Впровадження систем автоматичного регулювання дає можливість: підтримувати оптимальну температуру повітря та інші показники, що впливають на життєдіяльність і працездатність людини; регулюють інтенсивність роботи вентиляторів, розташованих у припливних і витяжних повітропроводах;

своєчасно запобігати замерзанню водонагрівача та ін. Важливою перевагою впровадження системи автоматизації вентиляції є те, що автоматизація підвищує рівень безпеки об'єкта. Наприклад, при спрацьовуванні пожежної сигналізації можна вимкнути припливні пристрої, що допоможе стримати поширення полум'я та якомога швидше локалізувати його. Впровадження системи автоматизації дозволяє виключити роботу системи вентиляції в критичних режимах, при високих або низьких температурах, які сприяють виходу з ладу обладнання системи вентиляції, що призводить до необхідності його заміни або дорогого ремонту. Впровадження системи автоматизації вентиляції об'єктів зменшує споживання енергії в середньому на 20% [11].

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом автоматизації є припливно-витяжна система вентиляції [12]. Припливно-витяжна вентиляція дозволяє одночасно забезпечити приплив свіжого повітря в обслуговуване приміщення і видалити з нього відпрацьоване повітря. Розглянуті системи вентиляції рекомендовані для використання в побутових і комерційних приміщеннях площею більше 100 м². Схема припливно-витяжної вентиляції наведена на рис.1.

1 – повітряні фільтри очищення припливного і витяжного повітря; 2 – повітрянагрівач (або повітрянагрівач) для підігріву припливного повітря взимку (теплоносій – гаряча вода); 3 – вентилятори для подачі припливного повітря в приміщення, що обслуговується, і видалення з нього відпрацьованого повітря; 4 – водяний насос для циркуляції гарячої води через калорифер; 5 – заслінки на припливному та витяжному повітроводах; 6 – триходовий кран на трубопроводі гарячої води

Розглянемо принцип роботи припливно-витяжної системи вентиляції. Вуличне повітря з температурою від -30 до +30 °С залежно від пори року надходить у припливний повітропровід через відкриту заслінку за рахунок роботи

вентилятора. Повітря фільтрується і нагрівається в водонагрівачі до необхідної температури, яка залежить від заданої температури в обслуговуваному приміщенні. Опалення в водонагрівачі здійснюється, як правило, взимку, оскільки необхідно прогріти обслуговуване приміщення до середньої температури 25 ° С. Влітку нагрівач відключають, так як підігрів повітря не потрібен. Гаряча вода надходить в нагрівач з водопроводу через триходовий кран і циркулює за рахунок роботи водяного насоса. Якщо нагрівач перегрівається, триходовий клапан перемикається на циркуляцію води по замкнутому контуру, тобто подача свіжої води припиняється. Нагріте повітря надходить в обслуговуване приміщення і нагріває його до заданої температури. За допомогою вентилятора у витяжному каналі відпрацьоване повітря видаляється в атмосферу через відкриту заслінку. Таким чином приміщення провітрюється. Відпрацьоване повітря також фільтрується для обмеження викидів пилу в атмосферу.

Система повинна забезпечувати захист обігрівача від промерзання в холодну пору року. Здійснюється шляхом блокування роботи вентилятора в припливному повітропроводі і перекриття заслінки, яка обмежує надходження зовнішнього повітря в систему. Блокування відбувається, коли температура на водонагрівачі падає нижче допустимої. Система повинна бути розроблена таким чином, щоб перевіряти, чи повітряні фільтри не засмічені пилом і сміттям. У разі засмічення фільтра в припливному або витяжному повітропроводі необхідно заблокувати роботу відповідного вентилятора для захисту від перегріву та виходу з ладу двигуна приводу вентилятора. Те, що повітряний фільтр забитий, визначається різницею тиску до і після фільтра. Як правило, перепад тиску на повітряному фільтрі не повинен перевищувати 300 Па.

Вентилятори приводяться в дію асинхронними електродвигунами Vilmann Z 100L2-4. Загальні характеристики електродвигунів Vilmann Z 100L2-4: ступінь захисту – IP55; категорія ізоляції – F; максимальна температура повітря 40 °С.В

системі припливно-витяжної вентиляції використовуються вентилятори WRW 70-40/35-4D. Технічні характеристики вентиляторів: повітрообмін – 5787 м³/год; розміри – 780×481×740 мм; тиск – 776,7 Па; клас захисту – IP 54.

Умови експлуатації приладів і засобів автоматизації: напруга живлення 220 В, частота мережі 50 Гц; відхилення напруги від +5 до -5%; температура навколишнього повітря від +10 до +30 °С; вологість повітря не більше 70%; температура води в системі не вище 80 °С.

Відповідно до СП 12.13130.2009 «Визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх споруд за вибухо- та пожежонебезпечністю» приміщення відносяться до категорії Д - знижена пожежна небезпека (негорючі речовини і матеріали в холодному стані).

Перелік первинних і стандартизуючих перетворювачів із зазначенням основних техніко-експлуатаційних характеристик наведено в табл. 1. Виконавчі пристрої та їх характеристики вказані в табл. 2.

Для управління припливно-витяжною системою вентиляції використовується контролер OWEN PLC73-KKKKRRII. Додатково використовувався модуль дискретного виводу MU110-224.16R. Для візуалізації роботи системи припливно-витяжної вентиляції використовувався пульт оператора SP307-B.

Таким чином, автоматизована система управління припливно-витяжною вентиляцією включає:

- сенсорний рівень:
- датчики температури, перепаду тиску,
- перетворювача частоти електродвигунів, пускової апаратури, електроповітряних заслінок, триходового крана з електроприводом;
- рівень контролера: OWEN PLC73, модуль дискретного виведення сигналу MU110;

- диспетчерський рівень: сенсорна панель оператора SP307.

Для підключення обладнання рівня датчика та контролера використовуються стандартні з'єднання автоматизації, включаючи інтерфейс «струмової петлі». Для зв'язку з обладнанням рівня контролера (PLC73, MU110) використовується цифровий інтерфейс RS-485. Для зв'язку обладнання на рівні контролера і диспетчера (PLC73 і SP307) використовується цифровий інтерфейс RS-232. Для організації мережевої структури не потрібно комунікаційне обладнання.

Алгоритмічне забезпечення системи автоматизації припливно-витяжної вентиляції включає алгоритми формування сигналів: в системі автоматичного регулювання температури повітря в приміщенні; в системах автоматичної сигналізації при виході значень технологічних параметрів за допустимі межі; в системах автоматичного захисту обладнання систем вентиляції. Як приклад розглянемо алгоритм формування сигналів в системі автоматичного захисту водонагрівача від замерзання та виходу з ладу вентилятора припливного повітропроводу при забрудненні відповідного повітряного фільтра шляхом зупинки електродвигуна M1 вентилятора припливного повітропроводу. Блок-схема алгоритму наведена на рис. 2, а. Вікно програмної реалізації алгоритму автоматичної системи захисту в середовищі CoDeSys на мові діаграм сходової логіки (LD) показано на рис. 2, б. У програмі використовуються стандартні функції: блоки порівняння: GT – «Більше», LT – «Менше»; нормально відкриті контакти; скинути обмотку. Програма приймає такі змінні: зовнішні, що надходять від вимірювальних приладів: dP – перепад тиску на повітряному фільтрі, T – температура повітря навколо калорифера; зовнішні, що надходять від оператора: dPmax – верхнє граничне значення перепаду тиску на повітряному фільтрі, Tmin – нижнє граничне значення температури навколо нагрівача; зовнішній, що входить в схему управління електродвигуном: M1; внутрішні для передачі сигналів між програмними схемами: C1, C2.

Розраховано основні економічні характеристики: вартість придбання приладів і засобів автоматизації системи, що розробляється, капітальні вкладення, умовну річну економію, економічний ефект і термін окупності. Розрахунки показали, що впровадження системи автоматизації припливно-витяжної вентиляції виправдано і принесе річний економічний ефект 120 тис. Руб. При цьому термін окупності капітальних вкладень в автоматизацію системи вентиляції становитиме 1,15 року, що відповідає нормативним вимогам.

Висновок

Об'єктом автоматизації є припливно-витяжна система вентиляції. Підібрано технічні засоби системи автоматизації, які відповідають умовам експлуатації об'єкта автоматизації. Вирішено задачі розробки алгоритмічного та програмного забезпечення системи автоматизації. Розроблена структурна схема алгоритму формування сигналу в системі автоматичного захисту водонагрівача від замерзання та виходу з ладу вентилятора припливного повітропроводу при забрудненні відповідного повітряного фільтра шляхом зупинки електродвигуна вентилятора припливного повітропроводу. Програмну реалізацію алгоритму здійснено в середовищі CoDeSys. Розраховано основні витрати на створення та експлуатацію автоматизованої системи керування припливно-витяжною вентиляцією, економічний ефект та термін окупності. Економічно виправданим і доцільним є впровадження автоматизованої системи управління.

5.2. Функції систем автоматизації.

Керування вентиляційною установкою виконується за допомогою щита автоматичного управління в якому знаходяться складні інженерно-електронні елементи. Вентмашина має наступну конфігурацію:

- гліколієвий рекуператор
- електрокалорифер

- реверсивний фреоновий випарник/конденсатор
- припливний та витяжний вентилятори
- фільтри
- повітряні клапани

Алгоритм управління:

Запускаємо автоматичну роботу вентустановки натиснувши кнопку «Start» на шафі керування. Логічний контролер виконує перевірку всіх елементів після пуску та задає відповідний алгоритм роботи.

Повітряні клапани: D1 – припливного повітря, D2 – витяжного повітря відкриваються електроприводами SM1, SM2.

Далі вмикаються вентилятори припливу - M1, витяжки - M2 . - Пресостат PD3 здійснює контроль створення тиску і надає дозвіл на включення:

- G1-G2 рекуператора з теплоносієм пропіленгліколю,
- EK1 – електрокалорифера
- K1 – охолоджувача

Реле тиску PD1.1/PD1.2/PD2 виконують контроль забруднення фільтруючих елементів.

TE1 - датчик температури зовнішнього повітря,

TE2 - датчик температури після охолоджувача гліколієвого рекуператора, TE3 - датчик температури зворотнього теплоносія,

TE5 - датчик температури припливу повітря у приміщення,

TE6 - датчик температури 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 проекті 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. Підрядники, 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 цінкових 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.

Савчук А.В. ТБМ-24-2

Відомість обсягів робіт

Реконструкція систем опалення та вентиляції готелю в м.Івано-Франківськ ПКД (Код ДК 021:2015: 45454000-4 - Реконструкція)

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5
	<u>Локальний кошторис 02-01-01 на вентиляція та кондиціонування повітря</u>			
	<u>Розділ 1. K1B1</u>			
1	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість припливно-витяжної системи враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера	1	
2	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	1	
3	Пульт керування вентсистемою <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	1	
4	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект	2	
5	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект	3	
6	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	1	
7	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	2	
8	Реле, установлене на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	2	
	<u>Розділ 2. K2B2</u>			
9	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість припливно-витяжної системи враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера	1	
10	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг	шт	1	

1	2	3	4	5
	<u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>			
11	Пульт керування вентсистемою <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
12	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		4
13	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		5
14	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		4
15	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		2
16	Реле, установлюване на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
	<u>Розділ 3. КЗВЗ</u>			
17	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість припливно-витяжної системи враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера		1
18	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
19	Пульт керування вентсистемою <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
20	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		4
21	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		5
22	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		4
23	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т	шт		2

1	2	3	4	5
	<u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>			
24	Реле, установлюване на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
25	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		8
	<u>Розділ 4. K4B4</u>			
26	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість припливно-витяжної системи враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера		1
27	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
28	Пульт керування вентсистемою <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
29	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		4
30	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		5
31	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
32	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		2
33	Реле, установлюване на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
34	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
	<u>Розділ 5. K5B5</u>			
35	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість припливно-витяжної системи враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера		1
36	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1

1	2	3	4	5
37	Пульт керування вентсистемою <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
38	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		4
39	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		5
40	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
41	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		2
42	Реле, установлене на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
43	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
	<u>Розділ 6. К6</u>			
44	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
45	Установлення агрегатів вентиляційних внутрішніх <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
	<u>Розділ 7. К7</u>			
46	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
47	Установлення агрегатів вентиляційних внутрішніх <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
	<u>Розділ 8. К8</u>			
48	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
49	Установлення агрегатів вентиляційних внутрішніх <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		4

1	2	3	4	5
	<u>Розділ 9. К9</u>			
50	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
51	Установлення агрегатів вентиляційних внутрішніх <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
	<u>Розділ 10. К10</u>			
52	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
53	Установлення агрегатів вентиляційних внутрішніх <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		4
	<u>Розділ 11. ПВ1,ПВ2</u>			
54	Установлення агрегатів вентиляційних пилоуловлюючих <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
	<u>Розділ 12. ПВ3</u>			
55	Установлення припливно-витяжних установок <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	камера		1
56	Щити, пульти, стативи, маса до 50 кг <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
57	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач температури) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		1
58	Установлення приладів для аналізу фізико-хімічного складу речовини, категорія складності приладів 1 (Давач перепаду тиску) <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	комплект		2
59	Монтаж електропривода вентсистем <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
60	Апаратура настінна, маса від 0,15 до 0,2 т <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
61	Реле, установлюване на пультах і панелях <u>**Вартість враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		1
62	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних	шт		1

1	2	3	4	5
	<u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>			
63	Установлення клапанів зворотних діаметром до 355 мм	клапан		1
64	Клапан зворотній ф250 ЗК	шт		1
65	Клапан під привід	шт		1
66	Фільтр бокс ВЕНТС ФБ250	шт		1
67	Гнучкі вставки ВВГ 250	шт		4
	<u>Розділ 13. П1</u>			
68	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		3
69	Фільтр бокс ВЕНТС ФБ250 <u>Розділ 14. П2,П3</u>	шт		1
70	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		4
71	Фільтр бокс ВЕНТС ФБ250 <u>Розділ 15. В1</u>	шт		2
72	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u> <u>Розділ 16. В2,В3,В8-В10</u>	шт		1
73	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u> <u>Розділ 17. В5</u>	шт		5
74	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u> <u>Розділ 18. В6</u>	шт		1
75	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u> <u>Розділ 19. В4, В7</u>	шт		1
76	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт		2
77	Установлення шумоглушників вентиляційних перерізом 400х300 мм	шт		6
78	Шумоглушник 800х500 І=1000	шт		2
79	Шумоглушник 650х750 І=650	шт		2
80	Шумоглушник 400х300 І=600	шт		1
81	Шумоглушник 400х250 І=600	шт		1
82	Установлення шумоглушників вентиляційних перерізом 300х200 мм	шт		2
83	Шумоглушник 300х200 І=600	шт		2

1	2	3	4	5
84	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих перерізом 200x100 мм	шт		3
85	Шумоглушник 200x200 l=1000	шт		1
86	Шумоглушник 150x200 l=600	шт		1
87	Шумоглушник 150x150 l=600	шт		1
88	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу діаметром обичайки 200 мм	шт		7
89	Шумоглушник ф200 l=600	шт		3
90	Шумоглушник ф150 l=600	шт		4
91	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу діаметром обичайки 125 мм	шт		1
92	Шумоглушник ф125 l=600	шт		1
93	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, діаметром до 800 мм	м2		96
94	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм	м2		96
95	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, діаметром від 500 до 560 мм	м2		159
96	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм	м2		159
97	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм, діаметром до 450 мм	м2		19
98	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,6 мм	м2		19
99	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм, діаметром до 355 мм	м2		141
100	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,6 мм	м2		141
101	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм, діаметром до 250 мм	м2		4
102	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,6 мм	м2		4
103	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	м2		37
104	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,5 мм	м2		37
105	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 3200 мм	м2		39
106	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм	м2		39
107	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм	м2		51
108	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм	м2		51
109	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром від 1100 до 1600 мм	м2		38
110	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм	м2		38
111	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром 900 мм	м2		57
112	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,6 мм	м2		57
113	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, діаметром до 800 мм	м2		82
114	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,5 мм	м2		82
115	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	м2		153
116	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,5 мм	м2		153

1	2	3	4	5
117	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	м2	245	
118	Фасонні елементи із сталі тонколистової d=0.5- 0.7мм	м2	245	
119	Ізоляція плоских та криволінійних поверхонь листами із спіненого каучуку, поліетилену	м2	1127,27	
120	Мат ламельний Техноніколь 35 10000x1200x25	м2	901,22	
121	Мат ламельний Техноніколь 35 5000x1200x50мм	м2	250,85	
122	Ротаційний дифузор регульований круглий VD500	шт	48	
123	Лінійний дифузор LD-5-600-208(650x250x200h)	шт	23	
124	Лінійний дифузор LD-4-600-168(650x200x200h)	шт	4	
125	Лінійний дифузор LD-3-600-128(650x200x200h)	шт	2	
126	Лінійний дифузор LD-3-400-128(550x200x200h)	шт	5	
127	Лінійний дифузор LD-2-600-88(650x100x100h)	шт	2	
128	Дифузор ПДК-20(450x450x300h)	шт	4	
129	Дифузор ПДК-14(350x350x250h)	шт	1	
130	Встановлення решіток вентиляційних	грати	71	
131	Решітка регулююча PP 600x250	шт	1	
132	Решітка регулююча PP 500x200	шт	2	
133	Решітка регулююча PP 450x450	шт	6	
134	Решітка регулююча PP 400x200	шт	4	
135	Решітка регулююча PP 400x150	шт	2	
136	Решітка регулююча PP 350x100	шт	4	
137	Решітка регулююча PP 300x150	шт	2	
138	Решітка регулююча PP 250x100	шт	10	
139	Решітка регулююча PP 150x150	шт	3	
140	Решітка дверна 500x100	шт	3	
141	Анемостат ф150	шт	12	
142	Анемостат ф125	шт	4	
143	Решітка зовнішня ЗР 750x350	шт	1	
144	Решітка зовнішня ЗР 750x300	шт	1	
145	Решітка зовнішня ЗР 700x350	шт	3	
146	Решітка зовнішня ЗР 600x350	шт	2	
147	Решітка зовнішня ЗР 500x250	шт	3	
148	Решітка зовнішня ЗР 450x250	шт	1	
149	Решітка зовнішня ЗР 400x500	шт	1	
150	Решітка зовнішня ЗР 250x300	шт	2	
151	Решітка зовнішня ЗР 150x200h	шт	20	
152	Дросель- клапан ф355 ДКК 355	шт	8	
153	Дросель- клапан ф315 ДКК 315	шт	10	
154	Дросель- клапан ф300 ДКК 300	шт	6	
155	Дросель- клапан ф250 ДКК 250	шт	1	
156	Дросель- клапан 300X200 ДКП 300X200	шт	2	
157	Дросель- клапан 300X150 ДКП 300X150	шт	1	
158	Дросель- клапан 250X200 ДКП 250X200	шт	2	
159	Дросель- клапан 250X150 ДКП 250X150	шт	4	
160	Дросель- клапан 200X150 ДКП 200X150	шт	2	
161	Дросель- клапан 150X150 ДКП 150X150	шт	13	
162	Дросель- клапан круглі з периметром до 700мм	шт	25	
163	Установлення над шахтами зонтів із листової сталі прямокутного перерізу периметром 2600 мм	зонт	1	
164	Зонт-дашок 700x400	шт	1	
165	Установлення клапанів зворотних периметром до 1600 мм	клапан	1	
166	Клапан зворотній 500x250 ЗК	шт	1	
167	Установлення клапанів зворотних діаметром до 355 мм	клапан	11	
168	Клапан зворотній ф250 ЗК	шт	3	
169	Клапан зворотній ф200 ЗК	шт	2	
170	Клапан зворотній ф150 ЗК	шт	5	
171	Клапан зворотній ф125 ЗК	шт	1	

1	2	3	4	5
172	Трубопроводи з мідних труб на умовний тиск до 2,5 МПа [25 кгс/см ²], діаметр зовнішній 18 мм	м	484,7	
173	Труба мідна ізолювана ф6,35	м	175,2	
174	Труба мідна ізолювана ф9,52	м	280	
175	Труба мідна ізолювана ф12,7	м	10,5	
176	Труба мідна ізолювана ф15,88	м	19	
177	Трубопроводи з мідних труб на умовний тиск до 2,5 МПа [25 кгс/см ²], діаметр зовнішній 28 мм	м	97	
178	Труба мідна ізолювана ф19,05	м	97	
179	Фреон R410-A	б	3	
180	Прокладання дренажних труб	м	131	
181	Труба дренажна ф20	м	30	
182	Труба дренажна ф25	м	6	
183	Труба дренажна Ф32	м	95	
184	Сифон дренажний HL 138N	шт	7	
185	Кронштейн для зовнішніх блоків К-3	компл	13	
186	Декорований захист для зовн. блоків	компл	5	
187	Прокладання гільз зі сталевих електрозварних труб діаметром 50 мм	м	5,1	
188	Сталева гільза ф48х3 l=510	шт	10	
189	Прокладання гільз зі сталевих електрозварних труб діаметром 65 мм	м	1,02	
190	Сталева гільза ф60х3 l=510	шт	2	
191	Прокладання гільз зі сталевих електрозварних труб діаметром 100 мм	м	0,51	
192	Сталева гільза ф108х3 l=510	шт	5	
193	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних <u>**Вартість устаткування враховано в кошторисі на придбання устаткування</u>	шт	1	
194	Прокладання проводу в пустотах перекриття або перегородок	м	309	
195	Провід ПВС 4х1,5	м	318,27	
196	Стрічка бандажка БІЛА 100мм (32шт /ящ)	шт	40	
197	Профіль Т-20 (2,5м) 30ммх20ммх1,20мм	пог.м	100	
198	Профіль Т-30 (2,5м) 30ммх30ммх1,4мм	пог.м	80	
199	Шпилька різьбова М8х2000 (25штх2)	шт	100	
200	Перфострічка 18 мм 25(м)	пог.м	350	
201	Дюбель латунний М8 (100шт.)	шт	600	
202	Болт М8х30 (в ящике 30)	шт	1500	
203	Гайка М8	шт	2500	
204	Стрічка алюмінієва самоклеюча 75мм/50м (16шт./ящ)	рул	140	
205	Гвинт 3,8х11 (100шт)	пач	8	
206	Шайба збільшена М8	шт	200	
207	Свердління кільцевими алмазними свердлами з застосуванням охолоджувальної рідини /води/ в залізобетонних конструкціях горизонтальних отворів глибиною 200 мм, діаметром 160 мм	шт	2	
208	Додавати або вилучати на кожні 10 мм зміни глибини свердління кільцевими алмазними свердлами з застосуванням охолоджувальної рідини /води/ в залізобетонних конструкціях горизонтальних отворів діаметром 160 мм <u>Локальний кошторис 02-01-02 на придбання устаткування на вентиляція та кондиціонування повітря</u>	шт	2	

Розділ 1. К1В1

1	2	3	4	5
209	Припливна установка із повною рециркуляцією повітря. Виконання праве, стаціонарна Lпр=5600м3/год, Lрец.=5600м3/год, Qt.=24 ,4кВт (Фреон R 410A), Qх=32,20кВт (Фреон R410A) AeroMaster XP10	компл		1
210	Щит автоматики K1B1	шт		1
211	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	шт		1
212	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	шт		2
213	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	шт		3
214	Привід повітряної заслінки Aerostar NM230A-TP, AC 230 V, 10 Nm, IP 54 (no spring) Belimo	шт		1
215	Перетворювач частоти 2,2 кВт 1ф. (Навісне обладнання) FC 2,2 kW 1Ph. IP20 Schneider Electric 320	шт		2
216	Термостат LF55T-2M IP30 Aerostar <u>Розділ 2. K2B2</u>	шт		2
217	Припливно- витяжна установка із частковою рециркуляцією повітря та рекуператором. Виконання праве, стаціонарна Lпр=5615м3/год, Lрец.=1960м3/год, Qt.=26,5кВт (Фреон R 410A), Qх=46,10кВт (Фреон R410A), ККДрек=84%, AeroMaster XP10	компл		1
218	Щит автоматики K2B2	шт		1
219	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	шт		1
220	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	шт		4
221	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	шт		5
222	Привід повітряної заслінки Aerostar NM24A-SR-TP, AC/DC 24 V, DC 0(2)...10 V, 10 Nm, IP 54 (no spring) Belimo	шт		4
223	Перетворювач частоти 3,0 кВт 3ф. (Навісне обладнання) FC 3,0 kW 3Ph. IP20 Schneider Electric 320	шт		2
224	Термостат LF55T-2M IP30 Aerostar <u>Розділ 3. K3B3</u>	шт		3
225	Припливно- витяжна установка із частковою рециркуляцією повітря та рекуператором. Виконання праве, стаціонарна Lпр=5615м3/год, Lрец.=1960м3/год, Qt.=26,5кВт (Фреон R 410A), Qх=46,10кВт (Фреон R410A), ККДрек=84%, AeroMaster XP10	компл		1
226	Щит автоматики K3B3	шт		1
227	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	шт		1
228	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	шт		4
229	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	шт		5
230	Привід повітряної заслінки Aerostar NM24A-SR-TP, AC/DC 24 V, DC 0(2)...10 V, 10 Nm, IP 54 (no spring) Belimo	шт		4
231	Перетворювач частоти 3,0 кВт 3ф. (Навісне обладнання) FC 3,0 kW 3Ph. IP20 Schneider Electric 320	шт		2
232	Термостат LF55T-2M IP30 Aerostar	шт		3
233	Інверторний компресорно- конденсаторний блок (типу ТН) до системи K1B1, K2B2, K3B3 Qх=15,5кВт, Qt.=18кВт GUC-54Z-DNH	шт		8
234	Комплект розширювального клапана для теплообмінника 15,5-17,6 кВт GZX-6.0AEC <u>Розділ 4. K4B4</u>	шт		8

1	2	3	4	5
235	Припливно- витяжна прямохідна установка із рекуператором. Виконання праве(обв'язка калорифера), підвісна Lпр=1085м3/год, Lвит.=725м3/год, Qт.=7,4кВт (Фреон R 410A), Qх=6,6кВт (Фреон R410A) ККДрек.=73%, з комплектом автоматики AeroMaster FP 2.7	компл		1
236	Щит автоматики K4B4	шт		1
237	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	шт		1
238	Канальний датчик температури NTC 10к (з кріпленням та трубою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	шт		4
239	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	шт		5
240	Привід повітряної заслінки Aerostar LM230A-TP, AC 230 V, 5 Nm, IP 54 (no spring) Belimo	шт		2
241	Привід повітряної заслінки Aerostar Aerostar LM24A-SR ARS, AC/DC 24 V, DC 0(2)...10 V, IP 54 (no spring) Belimo	шт		1
242	Перетворювач частоти 0,75 кВт 1ф. (Навісне обладнання) FC 0,75 kW 1Ph. IP20 Schneider Electric 320	шт		2
243	Термостат LF55T-2M IP30 Aerostar	шт		1
244	Інверторний компресорно- конденсаторний блок (типу ТН) до системи K4B4 Qх=11,2кВт, Qт.=12,5кВт SRC63ZSPR-S	шт		1
245	Комплект розширювального клапана для теплообмінника 10-12,3 кВт АНУ-KIT-SP <u>Розділ 5. K5B5</u>	шт		1
246	Припливно- витяжна прямохідна установка із рекуператором. Виконання праве (обв'язка калорифера), підвісна Lпр=1625м3/год, Lвит. =1375м3/год, Qт.=10, 4кВт (Фреон R 410A), Qх=12кВт (Фреон R410A) ККДрек.=82%, AeroMaеіег РР 2.7	компл		1
247	Щит автоматики K5B5	шт		1
248	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	шт		1
249	Канальний датчик температури NTC 10к (з кріпленням та трубою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	шт		4
250	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	шт		5
251	Привід повітряної заслінки Aerostar LM230A-TP, AC 230 V, 5 Nm, IP 54 (no spring) Belimo	шт		2
252	Привід повітряної заслінки Aerostar Aerostar LM24A-SR ARS, AC/DC 24 V, DC 0(2)...10 V, IP 54 (no spring) Belimo	шт		1
253	Перетворювач частоти 0,75 кВт 1ф. (Навісне обладнання) FC 0,75 kW 1Ph. IP20 Schneider Electric 320	шт		2
254	Термостат LF55T-2M IP30 Aerostar	шт		1
255	Інверторний компресорно- конденсаторний блок (типу ТН) до системи K5B5 Qх=14кВт, Qт.=16кВт GUC-43Z-NH	шт		1
256	Комплект розширювального клапана для теплообмінника 10- 12,3 кВт GZX-6.0AEC <u>Розділ 6. K6</u>	шт		1
257	Канальна спліт-система із середньонапірним внутрішнім блоком GCZ24MLN-W GDZ24ML(Q)-W Qх.=6 кВт <u>Розділ 7. K7</u>	шт		1
258	Настінна спліт-система зовнішній інверторний блок GKZ09HF-S Qх.=2 кВт <u>Розділ 8. K8</u>	шт		1
259	Зовнішній інверторний блок Qх.=9 кВт SCM80ZS-W	шт		1
260	Настінний внутрішній блок Qх.=4,2 кВт SRK50ZS-W	шт		1
261	Настінний внутрішній блок Qх.=2,0 кВт SRK20ZS-W	шт		3

1	2	3	4	5
	<u>Розділ 9. K9</u>			
262	Зовнішній інверторний блок Qx.=8 кВт SCM80ZS-W	ШТ		1
263	Настінний внутрішній блок Qx.=2,5 кВт SKM25ZSP-W	ШТ		2
264	Підлоговий внутрішній блок Qx.=3,5 кВт SRF35ZS-W	ШТ		1
	<u>Розділ 10. K10</u>			
265	Настінний внутрішній блок Qx.=2,0 кВт SKM20ZSP-W W	ШТ		3
266	Настінний внутрішній блок Qx.=2,5 кВт SKM25ZSP-W	ШТ		1
267	Зовнішній інверторний блок Qx.=9 кВт SCM80ZS-W	ШТ		1
	<u>Розділ 11. ПВ1,ПВ2</u>			
268	Рекуператор Prana 200C ECO Life	КОМПЛ		2
	<u>Розділ 12. ПВ3</u>			
269	Приточно-витяжна система CH-HRV10K	КОМПЛ		1
270	Щит автоматики ПВ3	ШТ		1
271	Пульт керування настінний Carel Th-Tune IP20 Carel	ШТ		1
272	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	ШТ		2
273	Датчик перепаду тиску LF32-05 IP54 Aerostar	ШТ		2
274	Привід заслонки 220В	ШТ		1
275	Електро калорифер Д250	ШТ		1
276	Сімісторний блок (реле), 1х25А, настінний RMZ400.025 IP54 Aerostar	ШТ		2
	<u>Розділ 13. П1</u>			
277	Канальний вентилятор TD-800 200 3V	ШТ		1
278	Канальний електрокалорифер СВ250-6,0	ШТ		1
279	Канальний електрокалорифер СВ160-1,2	ШТ		1
280	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	ШТ		1
281	Автоматика управління	КОМПЛ		1
	<u>Розділ 14. П2,П3</u>			
282	Канальний вентилятор TD-800 200 3V	ШТ		2
283	Канальний електрокалорифер СВ250-6,0	ШТ		2
284	Канальний датчик температури NTC 10k (з кріпленням та трубкою) WF269+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67 Aerostar (IQ)	ШТ		2
285	Автоматика управління	КОМПЛ		2
	<u>Розділ 15. В1</u>			
286	Канальний вентилятор TD-350/125	ШТ		1
	<u>Розділ 16. В2,В3,В8-В10</u>			
287	Канальний вентилятор TD-500/150 3V	ШТ		5
	<u>Розділ 17. В5</u>			
288	Настінний вентилятор із зворотнім клапаном, регулюючим гідростатом та таймером Silent100-CHZ	ШТ		1
	<u>Розділ 18. В6</u>			
289	Канальний вентилятор із зворотнім клапаном та таймером EBB100N-HS	ШТ		1
	<u>Розділ 19. В6</u>			
290	Канальний вентилятор TD-800 200 3V	ШТ		2
291	Теплова завіса з пультом керування S&P COR-3,5-1000 N	ШТ		1

Висновки

У процесі дослідження глибокої термомодернізації 5-поверхового готелю сімейного типу з підвальним приміщенням у м. Івано-Франківськ було досягнуто основної мети: розроблено комплексний проєкт реновації, що забезпечує значне підвищення енергоефективності будівлі, покращення мікроклімату приміщень та відповідність сучасним нормам екологічної безпеки. Аналізуючи початковий стан об'єкта (збудований у 1980 р.), виявлено типові проблеми радянської забудови: низький опір теплопередачі огорожувальних конструкцій ($R = 0,57\text{--}0,95 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ для стін та покрівлі), високі коефіцієнти теплопередачі ($U = 0,245\text{--}0,809 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$), неефективні системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Це призводило до перевищення енергоспоживання ($111,87 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$) та викидів CO_2 ($133,07 \text{ кг}/\text{м}^2$), що відповідало класу енергоефективності E за шкалою ДБН В.2.6-31:2021 підтверджує ці проблеми: опалювана площа 3090 м^2 , об'єм 11124 м^3 , питоме споживання первинної енергії $688,10 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$. Баланс енергії показував значні втрати на опалення ($1228 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$) та освітлення ($171,4 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$), з нерегульованою природньою вентиляцією та значними інфільтраційними тепловтратами. Після впровадження заходів, сертифікат після модернізації демонструє клас B: питоме споживання знижено до $45,87 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$, первинна енергія – до $360,29 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, викиди CO_2 – до $68,61 \text{ кг}/\text{м}^2$. Це свідчить про скорочення енергоспоживання на 59% (з $141,26 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ до $70,33 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ в розрахункових значеннях). Ключові заходи термомодернізації включали утеплення огорожувальних конструкцій, заміну вікон на енергоефективні з багатошаровим склопакетом, модернізацію опалення на двотрубну тупікову систему з радіаторами Kermi та ізоляцією трубопроводів тепловою ізоляцією Elimaflex Stabil (9 мм). Це підвищило R стін з $1,236$ до $4,808 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, зменшивши U з $0,809$ до $0,208 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$. Річні тепловтрати через стіни скоротилися з $313,83 \text{ ГДж}/\text{рік}$ до $80,94 \text{ ГДж}/\text{рік}$, а загальна частка втрат через огороження – з $\sim 70\%$ до $\sim 50\text{--}60\%$. Перехід від природної вентиляції до механічної припливно-витяжної з рекуперацією (агрегати Aerostar) та механічної витяжної за потреби, дозволив повертати $30\text{--}50\%$ тепла, збільшивши енергоспоживання на роботу вентиляції з $0,00$ до $37,05 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$ у розрахунку, але зі зменшенням навантаження на систему опалення. Ізоляція повітропроводів (Алюфом 10 мм , ROCKWOOL CONLIT MAT для EI60) забезпечила шумоізоляцію та пожежну безпеку. Баланс енергії на охолодження після модернізації показує економію: з $37,31 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$ до $16,13 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$, але з

оптимізацією за рахунок VRF-системи Samsung. Впровадження VRF-системи з зовнішнім блоком на покрівлі та внутрішніми модулями (касетні, каналні, настінні) забезпечило зональне регулювання мікроклімату. Ізоляція фреонових магістралей K-Flex ST мінімізувала втрати холоду, а віброізоляція (пружинні елементи) знизила шум. Резервне охолодження для серверної (спліт-система K2) гарантує безперебійність. Заміна ГВП та освітлення на LED-світильники зменшила споживання на ГВП з 155,5 тис. кВт·год/рік до 167,5 тис. кВт·год/рік (з оптимізацією), а освітлення – з 171,4 до 67,56 тис. кВт·год/рік, тобто на 60%. Економічні аспекти: початкові інвестиції (утеплення, системи ОВК) оцінюються в 10–15 млн грн, з окупністю 7–10 років за рахунок заощаджень (економія 782,4 тис. кВт·год/рік після vs. 1571 тис. кВт·год/рік до). У рамках державної програми термомодернізації до 2050 р. можливе фінансування 30–50% з Фонду енергоефективності та грантів ЄС. Екологічний ефект: зниження викидів CO₂ на 48% (з 133,07 до 68,61 кг/м²), що сприяє досягненню кліматичних цілей України. Аналіз балансу теплової енергії до та після модернізації підтверджує ефективність. Розподіл температур та парціальних тисків виключає конденсацію, забезпечуючи гігієну. Сертифікати енергоаудиту (до: клас E, після: B) доводять перехід від "енергетично пасивної" будівлі до сучасної, з питомою енергопотребою 43,96 кВт·год/м³ після vs. 92,03 кВт·год/м³ до. Порівняльна таблиця огорожувальних конструкцій показує зростання R у 3–5 разів, зменшення U в 3–5 рази та скорочення річних втрат на 50–75%.

Список літератури:

1	Wall Upgrades for Residential Deep Energy Retrofits: A Literature Review
2	Савйовський В. Термомодернізація будівель : навч. посіб. – Київ : Ліра-К, 2023. – 280 с. – ISBN 978-617-520-157-2.
3	Світовий досвід розвитку системи енергетичного менеджменту та перспективи його впровадження в Україні [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/372359096 SVITOVIJ DOSVID ROZVITKU SISTEMI ENERGETICNOGO MENEDZMENTU TA PERSPEKTIV I JOGO VPROVADZENNA V UKRAINI
4	Теплозабезпечення великих міст України: поточний стан і напрями модернізації [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2021. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/363185102 Teplozabezpecenna velikih mist Ukraini potocnij stan i naprami modernizacii Heat supply of large cities of Ukraine current state and directions of modernization.
5	Особливості управління енергоефективними проектами [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2024. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/381201997 OSOBLIVOSTI UPRAVLINNA ENERGOEFEKTIVNIMI PROEKTAMI.
6	Технології інтенсифікації процесів зберігання теплоти [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2020. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/344694788 TEHNOLOGII INTENSIFIKACII PROCESIV ZBERIGANNA TEPLOTI.
7	Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії // Львівська область: природні умови та ресурси [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2018. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/328465529 NETRADICIJNI TA VIDNOVLUVALNI DZERELA ENERGIJ Lvivska oblast prirodni umovi ta resursi.
8	A Strategic Imperative: Integrating Residential Energy Efficiency into Ukraine's Reconstruction [Електронний ресурс] // Vox Ukraine. – 2024. – Режим доступу: https://voxukraine.org/en/a-strategic-imperative-integrating-residential-energy-efficiency-into-ukraine-s-reconstruction .
9	Аналіз факторів конкурентоспроможності будівельних підприємств України [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/377127386 ANALIZ FAKTORIV KONKURENTOSPROMOZNOSTI BUDIVELNIH PIDPRIEMSTV UKRAINI.
10	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 .
11	Глобальні виклики та перспективи структурного розвитку електроенергетики України [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2022. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/363738410_GLOBALNI_VIKLIKI_TA_PERSPEKTIVI_STRUKTURNOGO_ROZVITKU_ELEKTROENERGETIKI_UKRAINI Global Challenges and Prospects for the Structural Development of Ukraine%27s Electric Energy Industry.
12	Materials of webinar “Bioenergy retrofits for Ukrainian fossil heating and power sectors – European technologies and examples” [Електронний ресурс] // Bioenergy Association of Ukraine. – 2021. – Режим доступу: https://uabio.org/en/news/uabio-news/11525/ .
13	An Energy-Efficiency Program in Ukraine Heats Up [Електронний ресурс] // IFC. – 2020. – Режим доступу: https://www.ifc.org/en/stories/2020/ukraine-energy-efficiency .
14	Realized dynamic effect of retrofits on energy consumption in Soviet-era multi-apartment buildings [Електронний ресурс] // Energy Economics. – 2024. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988324002718 .
15	Rebuild, Decarbonize, and Integrate: Ukraine, the EU, and the Road to a Net-Zero Energy Sector [Електронний ресурс] // German Marshall Fund. – 2024. – Режим доступу: https://www.gmfus.org/news/rebuild-decarbonize-and-integrate-ukraine-eu-and-road-net-zero-energy-sector .
16	Енергоефективність як індикатор сталого розвитку аграрного виробництва [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/377209955_Energoefektivnist_ak_indikator_stalogo_rozvitku_agrarnogo_virobnictva .
17	Ефективність застосування відновлювальних джерел енергії для автономної системи тепlopостачання [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/376084996_Efektivnist_zastosuvanna_vidnovluvalnih_dzerel_energii_dla_avtonomnoi_sistemi_teplopостачання .
18	Developing Renewable Energy in Ukraine [Електронний ресурс] // CSIS. – 2024. – Режим доступу: https://www.csis.org/analysis/developing-renewable-energy-ukraine .
19	Застосування енергетичних геоструктур для опалення та охолодження будівель [Електронний ресурс] / В. С. Задіранов // ResearchGate. – 2024. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/385679959_Zastosuvanna_energeticnih_geostruktur_dla_opalenna_ta_oholodzenna_budivel .

20	Тези доповідей IV-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Екологія. Ресурси. Енергія" [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2023.
21	Порівняльний аналіз конструктивних рішень утеплення житлового будинку [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2013. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/357326669_Porivnialnij_analiz_konstruktivnih_risen_uteplenna_zitlovogo_budinku .
22	Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19 .
23	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.
24	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.
25	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.
26	ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023- 03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 63 с.
27	Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
28	Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
29	Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проектної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.
30	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. Москвітін, М.О. Шишина, І.О. Пефтьєва. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
31	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.
32	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.
33	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.
34	ASHRAE Guideline 36-2021 – High-Performance Sequences of Operation for HVAC Systems. – Atlanta : ASHRAE, 2021. – 212 p.
35	Introduction to Building Automation Systems : course material / CED Engineering. – [S. 1.] : CED Engineering, 2020. – 150 p.
36	Zito P. Building Automation Systems A to Z: How to Survive in a World Full of BAS / Phil Zito. – [S. 1.] : CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 286 p.
37	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
38	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
39	Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С. Моделювання та алгоритм розрахунку параметрів системи регулювання мікроклімату приміщення з елементами штучного інтелекту / Ю.В. Човнюк, П.П. Чередніченко, А.С. Москвітіна // Містобудування та територіальне планування – Випуск 79. – К.: КНУБА, 2022 – С. 446-462. – Режим доступу: http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/256543
40	Економіка будівництва. Частина 1 : навч. посіб. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 150 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/46227 .
41	Гойко А. Ф. Економіка будівельних організацій / А. Ф. Гойко, П. С. Рогожин. – Київ : Видавничий дім «Скарби», 2007. – 312 с.
42	Myers D. Construction Economics: A New Approach. 5th ed. – London : Routledge, 2022. – 358 p. – ISBN 9781032262611.

Савчук А.В. ТВМ-24-2

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):

3090,00

Опалюваний об'єм, (м³):

11124,0

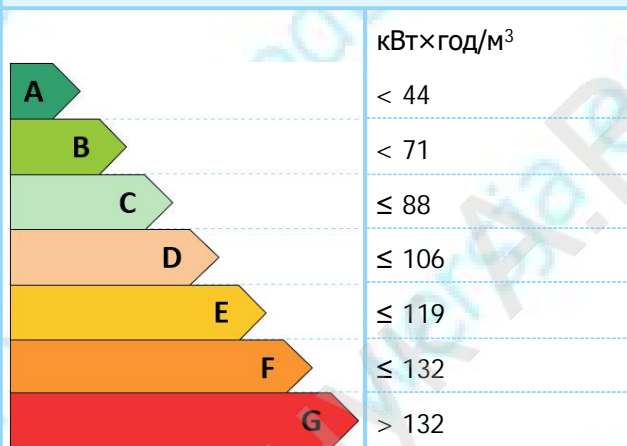
Кількість поверхів:

5

Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

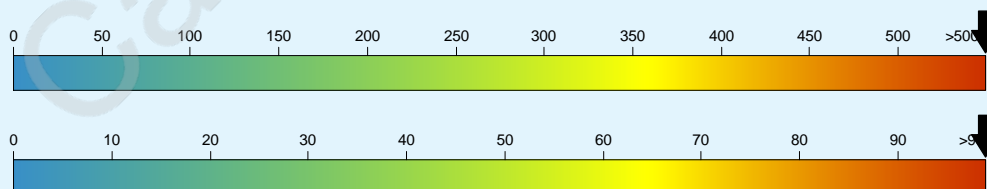
111,87

E

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

688,10



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

133,07

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):

3295,7

Загальний об'єм, (м³):

10041,5

Опалювана площа, (м²):

3090,00

Опалюваний об'єм, (м³):

11124,0

Кількість поверхів:

5

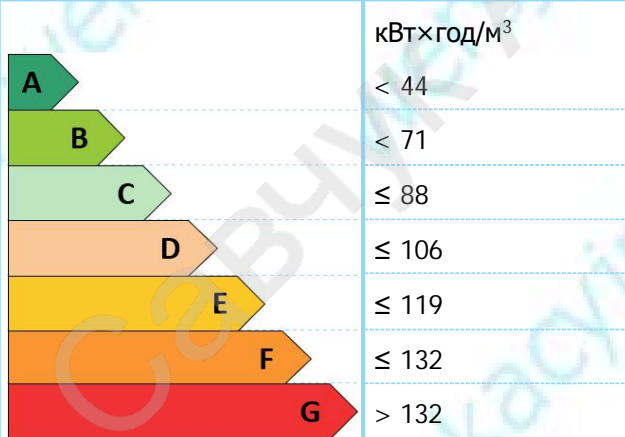
Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

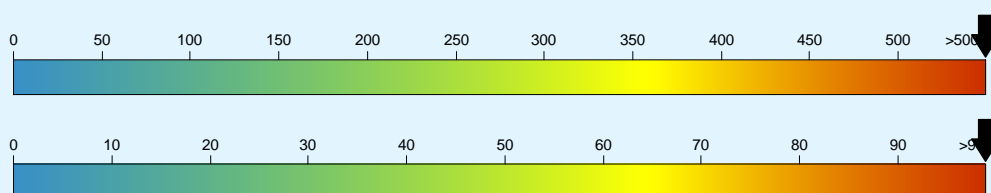
111,87

E

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

688,10



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

133,07

Дані енергоаудитора

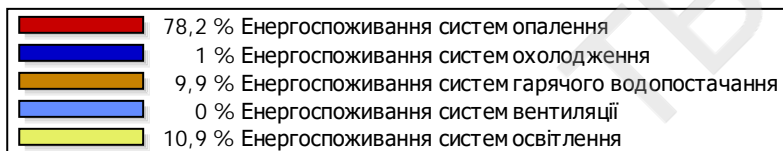
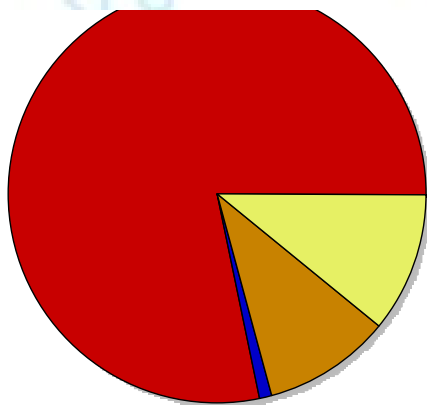
Номер та дата реєстрації

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])	[92,03]		не встановлено	
Питоме енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[111,87]		[88,25]	
Питоме споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[203,86]		не встановлено	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	133,07		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			1228	[110,42]
Енергоспоживання при охолодженні			37,31	[3,35]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			155,5	[13,98]
Енергоспоживання при вентиляції			0,00	[0,00]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			171,4	[15,41]
УСЬОГО			1571	[141,26]



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

III. Характеристики інженерних систем будівлі

Системи опалення

Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції

Системи постачання гарячої води

Системи освітлення

IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

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):

3090,00

Опалюваний об'єм, (м³):

11124,0

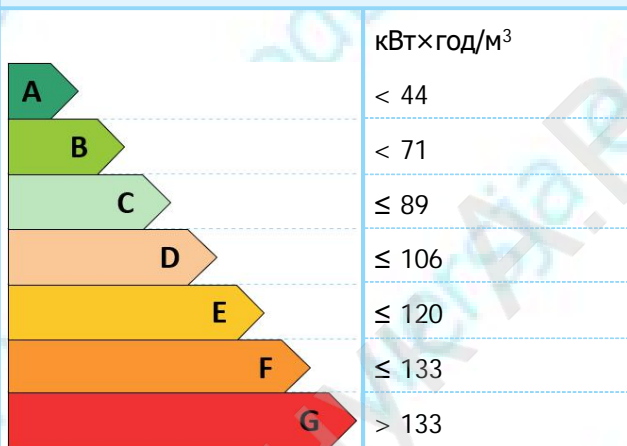
Кількість поверхів:

5

Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

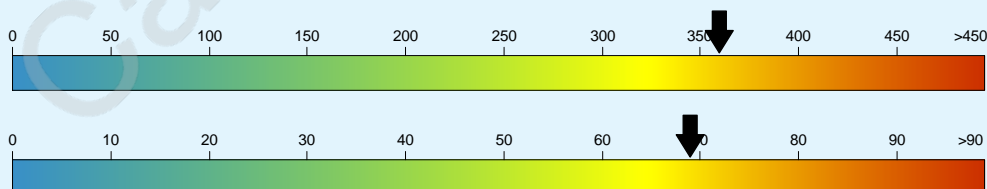
45,87

B

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

360,29



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

68,61

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):

3295,7

Загальний об'єм, (м³):

10041,5

Опалювана площа, (м²):

3090,00

Опалюваний об'єм, (м³):

11124,0

Кількість поверхів:

5

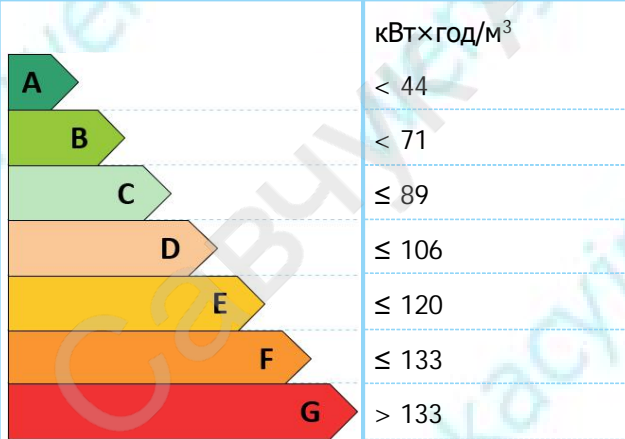
Рік прийняття в експлуатацію:

1980

Кількість під'їздів або входів:

1

Шкала класів енергоефективності



Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання

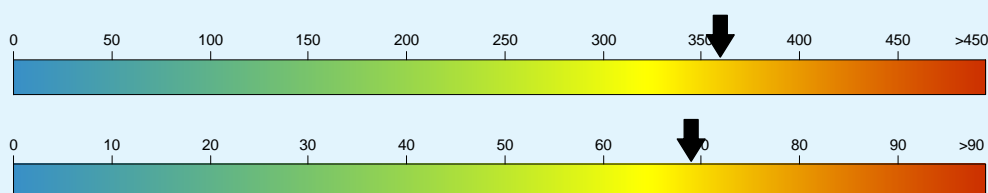
45,87

B

2021

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м² :

360,29



Питомі викиди парникових газів, кг/м² :

68,61

Дані енергоаудитора

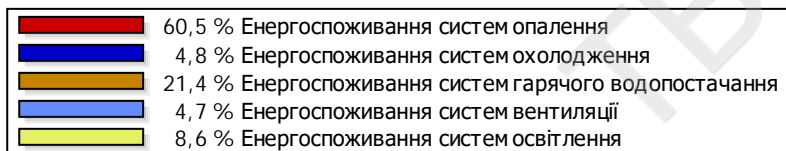
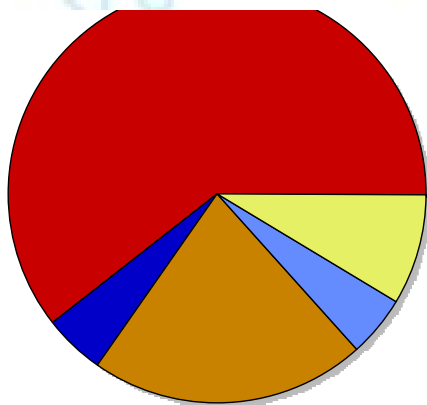
Номер та дата реєстрації

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])	[43,96]		не встановлено	
Питоме енергоспоживання (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[45,87]		[88,59]	
Питоме споживання первинної енергії (кВт×год/м ² або [кВт×год/м ³])	[106,74]		не встановлено	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	68,61		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			473,0	[42,52]
Енергоспоживання при охолодженні			37,31	[3,35]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води			167,5	[15,06]
Енергоспоживання при вентиляції			16,13	[1,45]
Обсяг енергоспоживання при освітленні			67,56	[6,07]
УСЬОГО			782,4	[70,33]



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

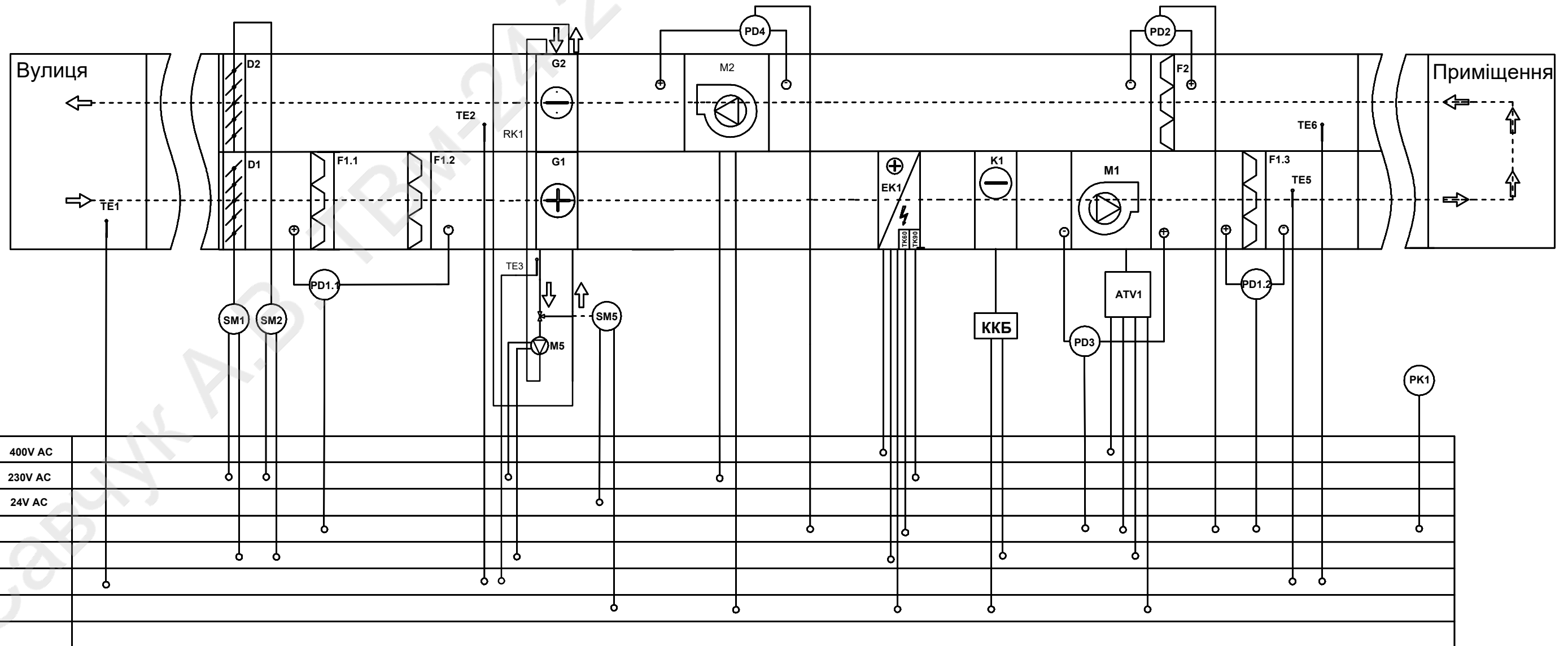
Системи постачання гарячої води

Системи освітлення

IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

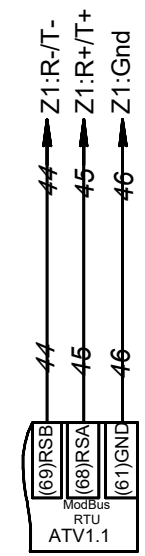
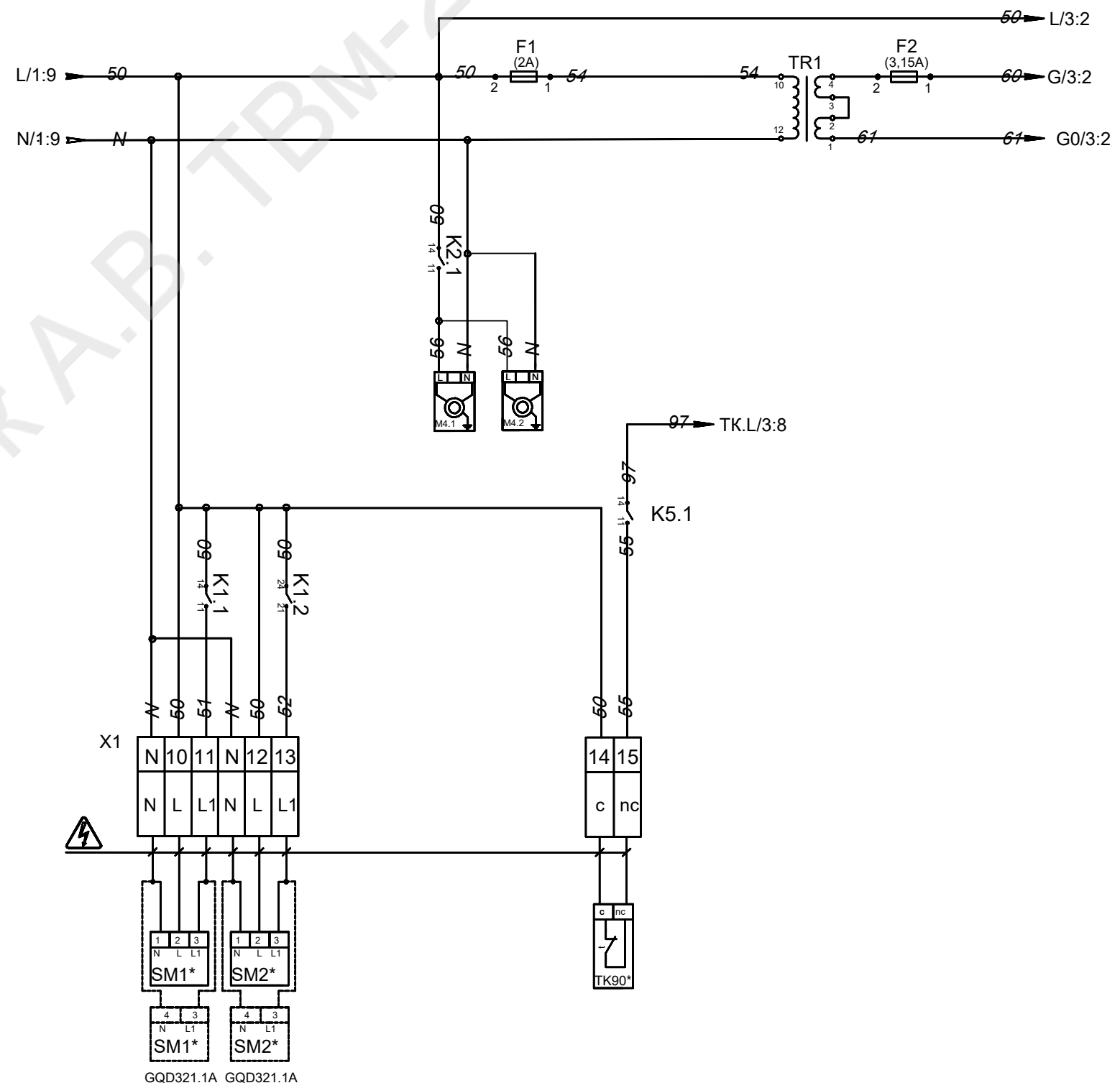
ДОДАТОК Б

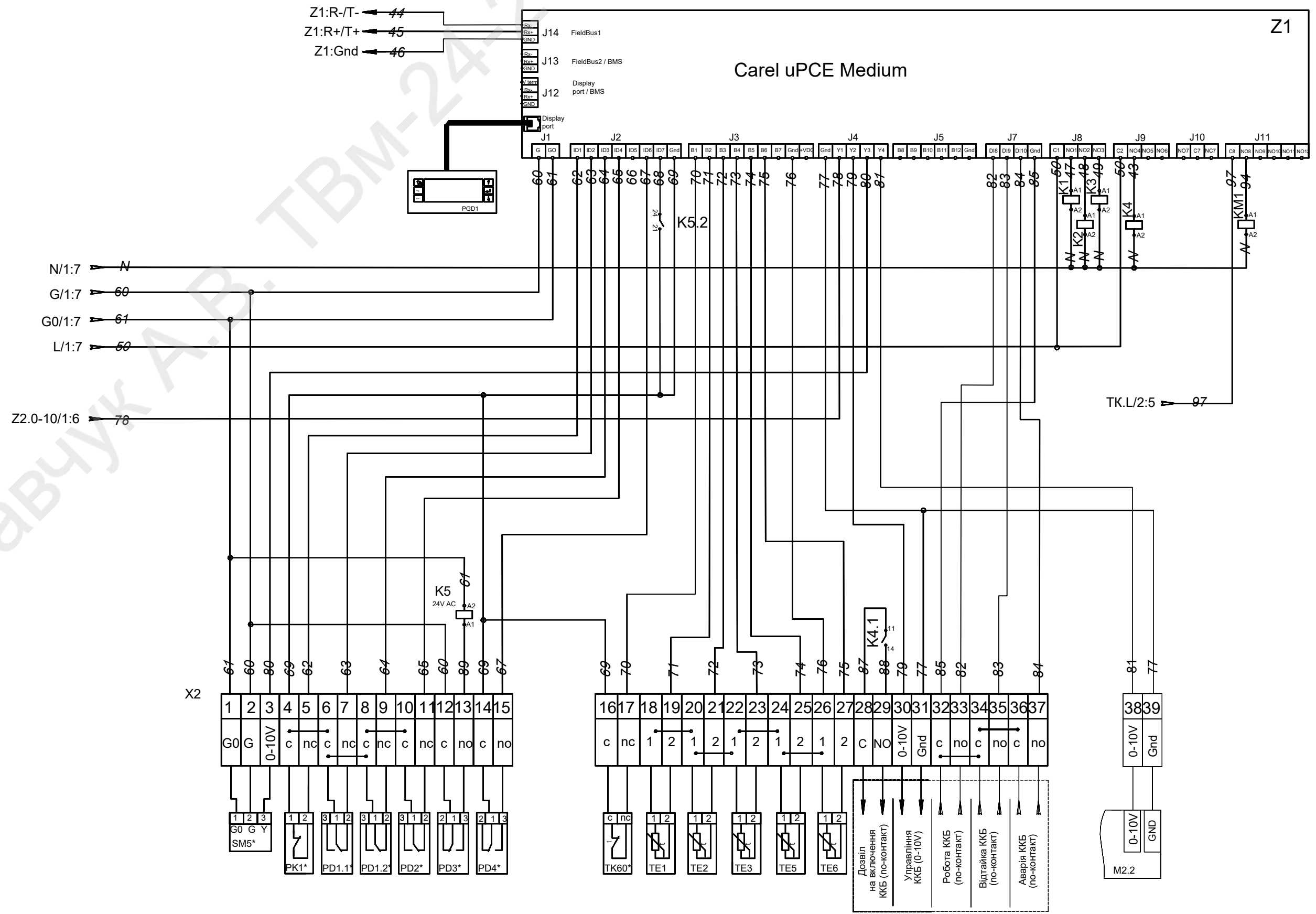
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА SR-E015-R-G-3P040/1PEC



Позначення	Найменування
D1	Заслонка припливного повітря
D2	Заслонка витяжного повітря
F1	Фільтр припливу
F2	Фільтр витяжки
M1	Припливний вентилятор
M2	Витяжний вентилятор
PD1.1	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу
PD1.2	Реле перепаду тиску на фільтрі 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

Позначення	Найменування	Тип
TE1	Датчик температури зовнішній	NTC
TE2	Датчик температури після рекуператора	NTC
TE3	Датчик темп. зворотнього теплоносія рекуператора	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	GQD321.1A
SM2	Електропривід повітряної заслонки витяжки	GQD321.1A
SM5	Електропривід клапана гліколевого рекуператора	LR24 SR
M5	Ел.двигун насосу гліколевого рекуператора	
ATV1	Частотний перетворювач припливного вентилятора	

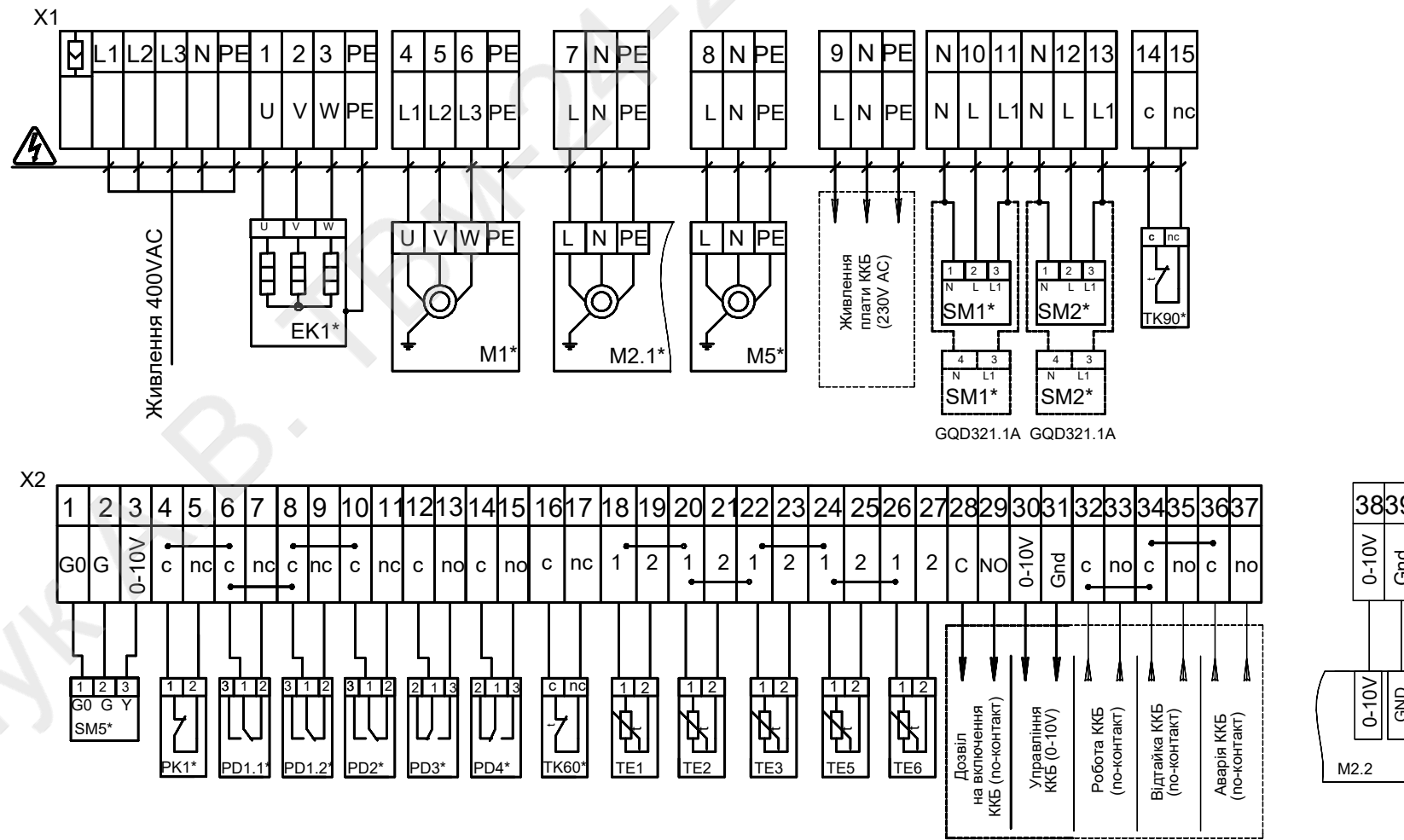




Инв. № подл. Подп. и Дата Взам. инв. №

Савчук А.В. ТБМ-242

Схема зовнішніх підключень для систем SR-E015-R-G-3P040/1PEC

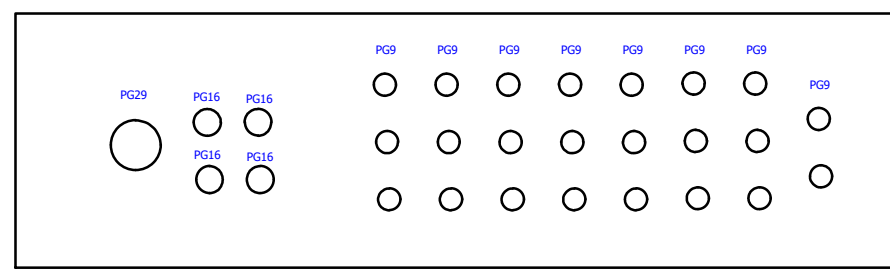
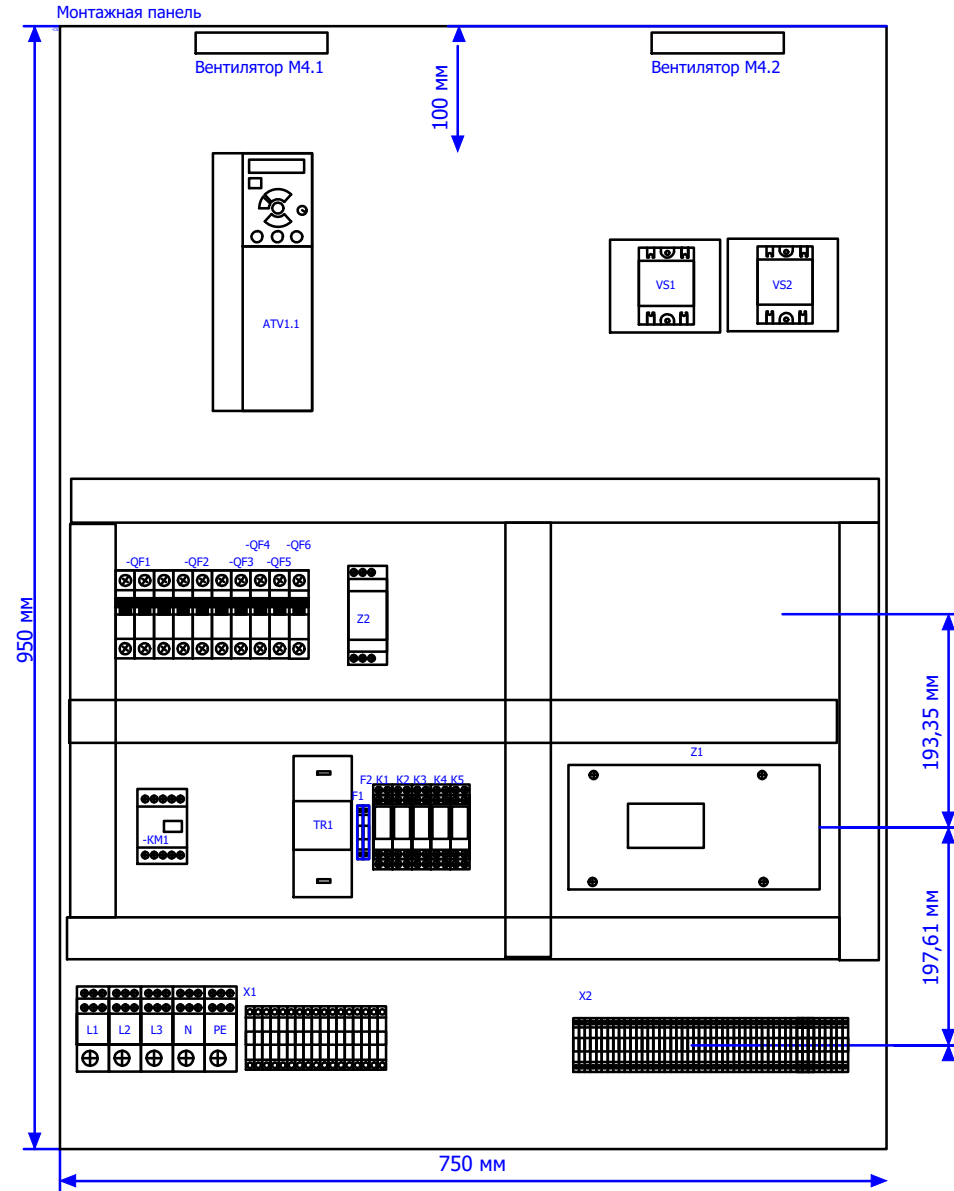
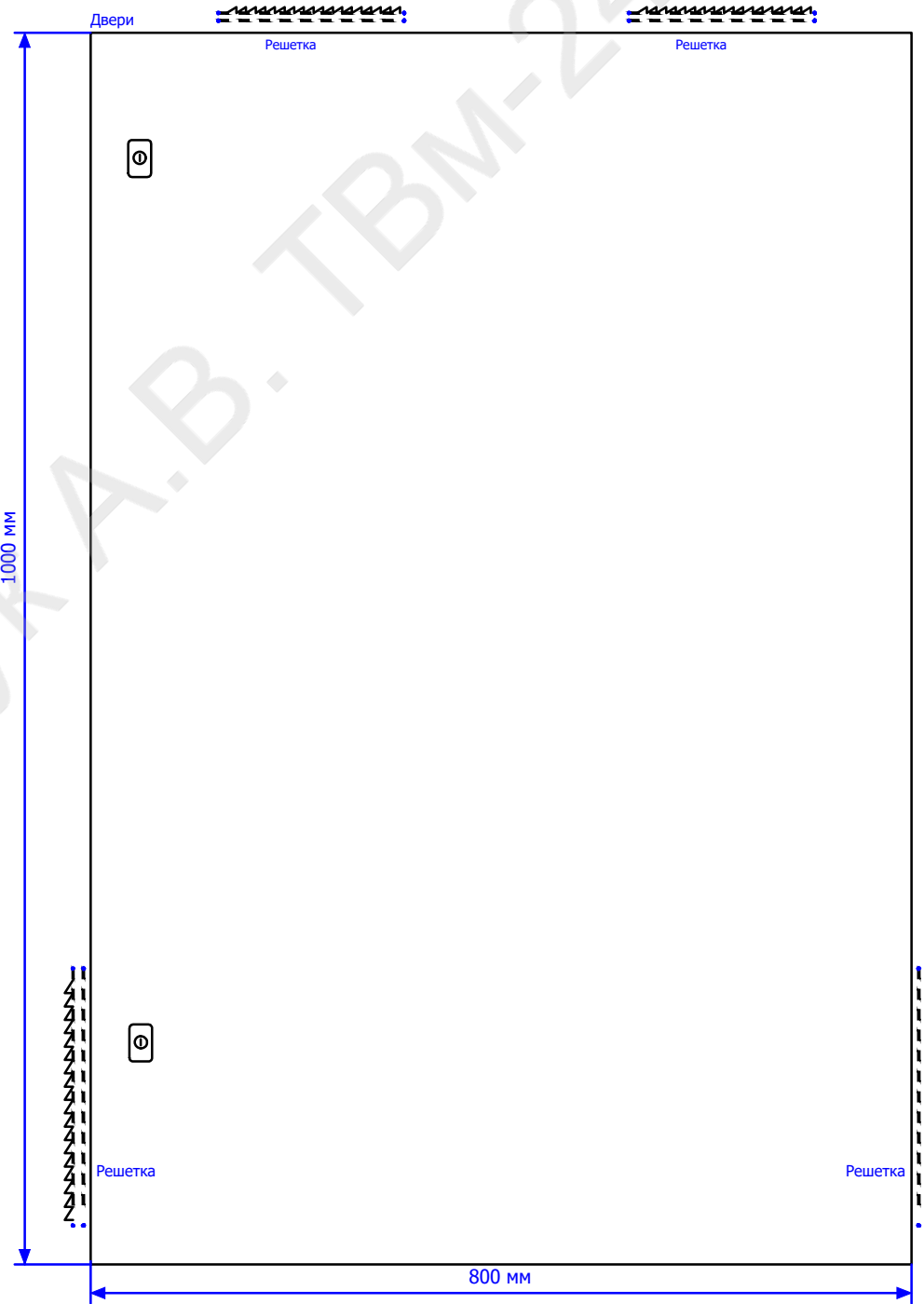


Позначення	Найменування	Тип	Провід підключення**
M1	Ел.двигун припливного вентилятора	згідно із замовленням	
M2	Ел.двигун витяжного вентилятора	згідно із замовленням	
M5	Ел.двигун насосу гліколевого рекуператора	згідно із замовленням	
SM1	Електропривод припливної повітряної заслонки	GQD321.1A	3(2)x0,75мм ²
SM2	Електропривод витяжної повітряної заслонки	GQD321.1A	3(2)x0,75мм ²
SM5	Ел.привід клапана гліколевого рекуператора	LR24A-SR-TP	3x0,75мм ²
PD1.1	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу	NC	2x0,75мм ²
PD1.2	Реле перепаду тиску на фільтрі припливу	NC	2x0,75мм ²
PD2	Реле перепаду тиску на фільтрі витяжки	NC	2x0,75мм ²
PD3	Реле перепаду турбіни припливу	NO	2x0,75мм ²
PD4	Реле перепаду турбіни витяжки	NO	2x0,75мм ²
TE1	Датчик зовнішньої температури	NTC	2x0,75мм ²
TE2	Датчик температури за рекуператором	NTC	2x0,75мм ²
TE3	Датчик зворотнього теплоносія рекуператора	NTC	2x0,75мм ²
TE5	Датчик температури притоку	NTC	2x0,75мм ²
TE6	Датчик температури витяжки	NTC	2x0,75мм ²
PK1	Контакт з пульта пожежної сигналізації	NC	2x0,75мм ²
EK1	Ел.калорифер (макс 15 кВт.)	згідно із замовленням	
TK60	Термоконтакт захисту ел.нагрівача T=60 C	NC	2x0,75мм ²
TK90	Термоконтакт захисту ел.нагрівача T=90 C	NC	2x0,75мм ²
ККБ	Фреоновий охолоджувач	згідно із замовленням	5x2x0,75мм ²

Автомат	Функція
Q1	Автомат захисту 1 ст. електронагрівача
Q2	Автомат захисту припливного вентилятора M1
Q3	Автомат захисту витяжного вентилятора M2
Q4	Автомат захисту насоса гліколевого рекуператора
Q5	Автомат живлення плати ККБ
Q6	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 двигуна 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. №

Савчук А.В. ТВМ-24-2