

Енергосервісна
компанія



Екологічні
Системи

**Звіт з енергетичного аудиту
Загальноосвітньої школи I-III ступенів №69
вул. Ладозька, 2**

ЕС3.031.125.02.03.06



м. Запоріжжя
2012 р.

					ЕС3.031.125.02.03.06 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	

Перелік скорочень

ВАТ - відкрите акціонерне товариство
ГВП – гаряче водопостачання
Д – дерево
ДБН – Державні будівельні норми;
ДПП – державно-приватне партнерство;
ДСТУ - Державна система стандартизації України;
ЕЕ – енергетична ефективність
ЕіО – експлуатація і обслуговування
ЗОШ – загальноосвітня школа
Зх – Захід
ІТП – індивідуальний тепловий пункт
ККД – коефіцієнт корисної дії
КП – комунальне підприємство
КУ – комунальна установа
М – метал
М_{ут.} – метал з утепленням
ОП – опалювальні прилади
ОСВ - одиниця скорочення викидів
П – пластик
Пд – Південь
ПДВ - податок на додану вартість
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси
Пн – Північ
СФТО - системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні
Сх – Схід
ТЕ – тепла енергія
ТЕО – техніко-економічне обґрунтування

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РЕЗЮМЕ	5
1. Організація проекту	8
2. Стандарти і Правила	8
3. Загальні дані про будівлю	10
4. Конструктивні особливості будівлі	11
4.1. Зовнішні стіни	11
4.2. Вікна	12
4.3. Вхідні двері.....	13
4.4. Дах.....	14
4.5. Підвал.....	15
5. Характеристика інженерних систем.....	16
5.1. Опалення	16
5.2. Гаряче водопостачання	18
5.3. Вентиляція	19
5.4. Електропостачання	20
5.4.1. Освітлення.....	20
5.4.2. Електрообладнання.....	21
6. Енергоспоживання.....	22
6.1. Виміряне енергоспоживання.....	22
6.2. Базове енергоспоживання	25
7. Енергоефективні заходи.....	28
7.1. Опис енергоефективних заходів	29
7.2. Запропоновані енергоефективні заходи	48
8. Енергетичний баланс	52
9. Екологічні вигоди.....	53
10. Впровадження та організація	55
Додаток А. Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента * ..	57
Додаток Б. Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні.....	60
Додаток В. Енергетичний паспорт будинку.....	64
Додаток Г. Звіт з тепловізійного обстеження.....	68

ПЕРЕДМОВА

Виконання енергетичних аудитів групи пілотних бюджетних та житлових будівель міста є частиною процесу розробки Муніципального енергетичного плану Запоріжжя на 2013 – 2016 роки.

Виконання енергетичного аудиту пілотних будівель міста має три основні мети:

- Підготовка вихідних даних для техніко-економічних розрахунків ефективності інвестиційних проектів та інвестиційних програм термомодернізації бюджетних та житлових будівель міста.
- Обґрунтування зниження потреби у тепловій енергії у 3 рази від існуючих рівнів, як досягнення одного з головних чинників Муніципального енергетичного плану Запоріжжя.
- Підготовка інвестиційних проектів термомодернізації пілотних бюджетних та житлових будівель міста Запоріжжя до проектування, фінансування та впровадження у період 2013 - 2016 рр.

Завданням енергетичного аудиту є виявлення та обґрунтування пакетів енергоефективних заходів, що забезпечать зменшення витрат енергоресурсів у будівлях міста приблизно в 3 рази при забезпеченні комфортних умов перебування людей в будівлях.

Також, завданням енергетичного аудиту є підготовка технічних завдань на робоче проектування термомодернізації будівель.

РЕЗЮМЕ

Енергетичний аудит будівлі загальноосвітньої школи №69 по вул. Ладозька, 2 виконаний енергосервісною компанією «Екологічні Системи» за завданням Департаменту освіти і науки, молоді та спорту Запорізької міської ради.

В ході проведення енергетичного аудиту будівлі запропоновані ряд заходів для зниження потреб в енергоресурсах на опалення та електропостачання. В звіті енергоефективні заходи згруповані по двом пакетам в залежності від капіталоємності та очікуваної економії теплової енергії.

Планується, що згідно з вибраною схемою, строками та обсягами фінансування, пілотні будівлі будуть також згруповані у належні пули локальних проектів. Одним із таких пілотних проектів стане проект термомодернізації будівлі ЗОШ №69 по вул. Ладозька, 2.

Склад Пакетів наведено в **таблиці 1.1**.

Таблиця 1.1. Склад Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакет 1	Пакет 2
- Часткова модернізація системи опалення; - Заміна вікон та балконних блоків; - Часткова модернізація системи вентиляції; - Часткова модернізація системи освітлення.	- Комплексна модернізація системи опалення; - Модернізація фасаду; - Модернізація дахового перекриття; - Модернізація підвального перекриття; - Заміна вікон та балконних блоків; - Часткова модернізація системи вентиляції; - Часткова модернізація системи освітлення;

Порівняльний аналіз Пакетів наведений в **таблиці 1.2**.

Таблиця 1.2. Порівняльний аналіз Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакети ЕЕ заходів	Базове споживання енергії на опалення	Річна економія енергії на опалення		Капітальні витрати на реалізацію заходів	Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідкове)*
	кВт·год	кВт·год	%	тис. грн	роки	роки
Пакет 1	1 322 486	451 146	34	1 772	6,4	3,8
Пакет 2	1 322 486	908 675	69	4 957	8,9	5,2

* – розрахунки строків окупності виконані по базі прогнозних тарифів 2020 року у **розділі 7.2** з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

В якості базового пропонується **Пакет 2** енергозберігаючих заходів, що відповідає меті Муніципального енергетичного плану Запоріжжя. Економічна ефективність пропонованих заходів забезпечується за рахунок зниження споживання енергії в будівлі. Додатковий позитивний результат при впровадженні заходів буде спостерігатися у вигляді підвищення комфортності перебування людей у приміщенні та кращого зовнішнього вигляду будівель за рахунок архітектурного оздоблення.

Економічні показники базового варіанту наведені в **таблиці 1.3**. Економічні розрахунки за іншими варіантами представлені в **розділі 7**.

Усі найменування обладнання, матеріалів та компаній-виробників, що наведені нижче, є прикладом, використано як базу для розрахунків та не має рекламного характеру.

Таблиця 1.3. Економічні показники пропонованих енергоефективних заходів (по тарифах за 2012 р.).

ЗОШ №69 по вул. Ладозька, буд. 2, м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 5 139 м²					
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довідкове)
Пакет 2		тис. грн	кВт-год	тис. грн	рік		рік
1.	Комплексна модернізація системи опалення	763,2	122 661	76,0	10,0	-0,09	5,9
2.	Модернізація фасаду	1 230,3	235 287	145,9	8,4	0,58	5,0
3.	Модернізація дахового перекриття	1 052,8	161 542	100,2	10,5	0,27	6,2
4.	Модернізація підвального перекриття	216,5	25 711	15,9	13,6	-0,02	8,0
5.	Заміна вікон та балконних блоків	1 517,2	234 426	145,3	10,4	0,19	6,1
6.	Часткова модернізація системи вентиляції	177,2	129 048	78,8	2,2	3,05	1,3
7.	Часткова модернізація системи освітлення	14,9	7 058	6,7	2,2	3,75	1,3
Всього		4 972,1	915 733	568,9	8,7	0,36	5,1

* – Ставка дисконтування в розрахунках прийнята у розмірі 7%. Строк життя проекту прийнято 15 років. Похибка обчислення може становити $\pm 10\%$.

** - розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх

В **таблиці 1.4** наведені показники економії енергії, що отримані згідно Пакету 2 відносно базового споживання, з розділенням на окремі потреби.

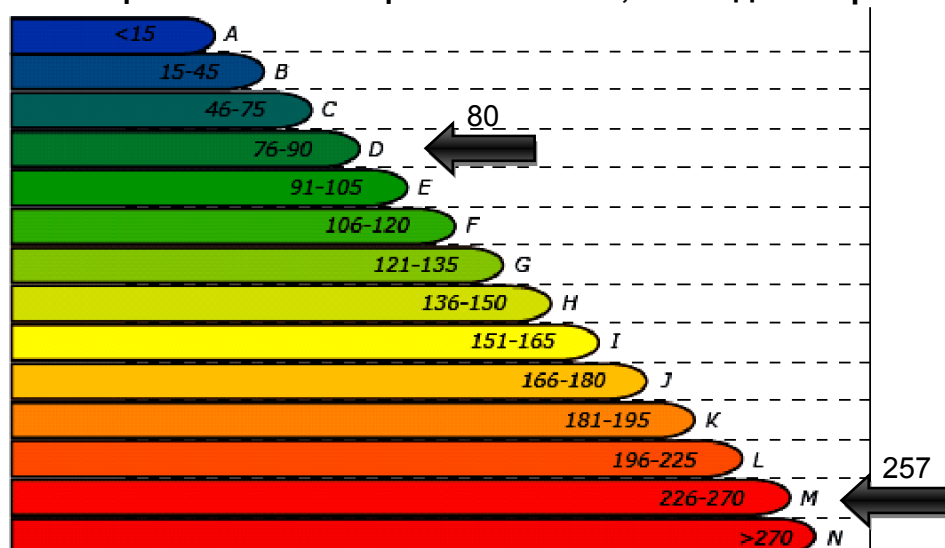
Таблиця 1.4. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	1 322 486	413 811	908 675
Електроенергія	кВт·год	34 822	27 763	7 058

Таким чином, після проведення комплексної термомодернізації, енергоефективність будівлі (на опалення) підвищиться від існуючого класу М до класу D, згідно загальноєвропейської класифікації енергоефективності будівель. Класифікація енергоефективності будівлі до та після проведення термомодернізації, згідно загальноприйнятих в країнах ЄС нормативів, приведена на **рисунку 1**.

Рисунок 1. Клас енергоефективності будівлі до та після термомодернізації (згідно класифікації енергоефективності будівель в країнах ЄС).

Питомі витрати теплової енергії на опалення, кВт·год/м² за рік



За рахунок впровадження віх заходів Пакету 2 досягається непряме зниження викидів CO₂ в розмірі 238 тонн/рік (65% від існуючого стану).

Звіт виконано за результатами спрощеного енергетичного аудиту з використанням програмного забезпечення ENSI EAB Software.

1. Організація проекту

Назва проекту/будівлі/об'єкту:	Загальноосвітня школа I-III ступенів №69
Адреса:	м. Запоріжжя, вул. Ладозька, буд.2
Контактна особа:	Чухрай Р. В.
Тел/факс:	32-52-20
Email:	
Посада:	Директор
Власник будівлі:	Департамент освіти і науки, молоді та спорту Запорізької міської ради
Енергоаудитор:	Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»
Контактна особа:	Афанасьєв Олександр Сергійович
Адреса:	69035 м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11
Тел:	(061) 224-68-12
Факс:	(061) 224-66-86
Посада:	Технічний директор

2. Стандарти і Правила

Наступні Стандарти та Правила є доречними для енергоефективних заходів та заходів по термомодернізації:

- ДБН В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»
- ДБН В 2.2-9-1999 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення»
- ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення»
- ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків»
- ДБН В.2.5-39:2008. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»;
- ДБН В 2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»;
- ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»;
- ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;
- ДСТУ Б В.2.6-18-2000 (ГОСТ 26602.2-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітро- та водопроникності»;
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008. «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій»;

					ЕС3.031.125.02.03.06 Енергетичний аудит будівель	
					м. Запоріжжя	
					Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	8

- ДСТУ 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги (ANSI/IEEE 739-1995, NEQ)»;
- ДСТУ 4472-2005. «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»;
- ГОСТ 25891-83 «Будівлі та споруди. Методи визначення опору повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
- ГОСТ 26253-84 «Будівлі та споруди. Методи визначення теплостійкості огорожувальних конструкцій»;
- СанПиН 4723-88 «Санітарні правила пристроїв та експлуатації системи централізованого водопостачання»;
- СНіП 2.04.01-85 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель»;
- СНіП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»;
- СНіП 2.04.07-86 «Теплові мережі»;
- КТМ 204 Україна 244–94. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько–побутові потреби в Україні».

Наслідком цих стандартів та правил є наступні вимоги:

- м. Запоріжжя відноситься до II температурної зони з загальною кількістю градусо-днів опалювального періоду більше 3250;
- середня зовнішня температура за опалювальний період для м. Запоріжжя складає 1,4°C;
- нормативне значення температури в приміщеннях: $t_{вн}=21^{\circ}\text{C}$;
- мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін $R_{q\ min} \geq 2,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі вікон $R_{q\ min} \geq 0,56\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі входних дверей $R_{q\ min} \geq 0,41\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований вище рівня землі $R_{q\ min} \geq 2,6\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі горища $R_{q\ min} \geq 4,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Δt_{cr} , стіни - 4°C, горище – 3°C, підлога – 2°C;
- нормативні максимальні тепловитрати дитячих навчальних закладів з кількістю поверхів від 4 до 5 складають $E_{max}= 29\ \text{кВт}\cdot\text{год/м}^3$;
- забезпечення повітрообміну приміщень;
- забезпечення місцевого регулювання теплового потоку для забезпечення комфортних умов;
- забезпечення належного рівня освітленості;
- теплоізоляція трубопроводів, кранів, арматури;
- теплоізоляційні матеріали, що використовуються в конструкціях теплоізоляційної оболонки будинків, повинні відповідати вимогам ДГН 6.6.1-6.5.001, ДБН В.1.4-0.01, ДБН В.1.4-0.02, ДБН В.1.4-2.01 та супроводжуватися висновками державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України;
- конструкції теплоізоляційної оболонки будинків повинні відповідати вимогам пожежної безпеки за ДБН В.1.1-7.

3. Загальні дані про будівлю

Будівля побудована в 1974 році, за проектом **серії 224-1-86 п** (загальноосвітня десятилітня школа на 30 класів). Проектна кількість учнів складає 1176 осіб. На час проведення аудиту середня кількість учнів складала 810 осіб. Графік роботи закладу - п'ять днів на тиждень. В вечірні та нічні години в будівлі несуть варту чергові охоронці.

Внутрішня температура в приміщеннях будівлі задовільна. В опалювальний період внутрішня температура коливається в межах $+17 - +21^{\circ}\text{C}$ в залежності від призначення та розміщення приміщень. Нормативне значення температури в приміщеннях складає $+21^{\circ}\text{C}$ відповідно до ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди».

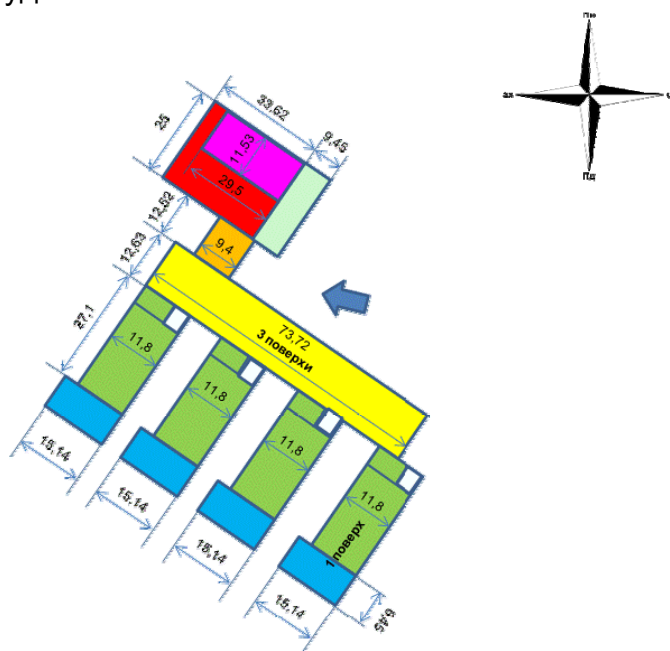
За останні роки були здійсненні ремонти за кошти міського бюджету, а саме: замінено 37% площі дерев'яних віконних блоків на металопластикові; реконструкція тамбуру головного входу; часткова реконструкція крівлі даху. Промивка внутрішньої системи опалення проводилась.

Загальні дані про будівлю наведено в **таблиці 3.1**. На **рисунку 3.1** приведено план забудови будівлі.

Таблиця 3.1. Загальні дані про будівлю

Рік забудови	1974 р.	Кількість поверхів	1-3
Площа забудови, $S_{\text{заб}}, \text{м}^2$	3 747	Площа опалювальна $S_{\text{опал}}, \text{м}^2$	5 139
Площа приміщень $S_{\text{приміщень}}, \text{м}^2$	4 879	Об'єм опалювальний $V_{\text{опал}}, \text{м}^3$	19 288
Об'єм загальний $V_{\text{заг}}, \text{м}^3$	20 760	Чиста висота приміщення $h_{\text{прим}}, \text{м}$	2,75-6,25

Рисунок 3.1. План забудови будівлі



Нижче в **таблиці 3.2** приведено найменування організацій, що надають комунальні послуги. Характеристика системи обліку приведена в **таблиці 3.3**.

Таблиця 3.2. Найменування організацій, що надають послуги з енергопостачання

Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування	Відповідальна компанія/особа
Теплопостачання	Філія Концерну «Міські теплові мережі» Ленінського району
Електропостачання	Відкрите акціонерне товариство «Запоріжжяобленерго»
Водопостачання	Комунальне підприємство «Водоканал»

Таблиця 3.3. Характеристика приладів обліку енергоресурсів

Встановлені лічильники	Місце розташування	Рік введення в дію	Найменування/Тип	Серійний номер	Дата останньої повірки
Електроенергія	Електрощитова	2009 2009 2011	CA4Y-И672М CA4Y-И672М НІК 2301	905001 205707 0510988	01 2009 01 2009 2011
Централізоване теплопостачання (Теплолічильник)	Елеваторний вузол	2008	ULTRAHEAT	65820659	2012
Холодна вода	Приміщення	2010	ЛЛ 25	002946	2010
Гаряче водопостачання	Елеваторний вузол	1999	витратомір СВК-20	18010360	

4. Конструктивні особливості будівлі

4.1. Зовнішні стіни

Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду відсутні. Конструкція стін виконана з силікатної цегли з включеннями червоної цегли. Площа стін та їх характеристика приведена в таблиці 4.1.1. На рисунку 4.1.1 представлено фрагменти фасаду будівлі.

Таблиця 4.1.1. Характеристики стін

Загальна площа ($S_{\text{стін}}$ м ²)	2 017	Опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$, м ² ·К/Вт)		0,77
Конструкція стіни	Силікатна цегла (510 мм) Вапняно-піщана штукатурка (20 мм)		Теплоізоляція	Відсутня
Орієнтація за сторонами світу	Пн/Сх	Пд/Сх	Пд/Зх	Пн/Зх
Площа стіни (м ²)	620	401	389	607

Існуюче значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін}}$ 0,77 м²·К/Вт менше ніж мінімальне допустиме значення $R_{\text{стін min}} = 2,5$ м²·К/Вт, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.1.1. Фрагменти фасаду будівлі



4.2. Вікна

Будівля має 233 вікон, загальною площею 1358 м², що складає 40 % від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасадів становить 0,4). Будівля характеризується значною кількістю вікон різного розміру. В закладі переважають дерев'яні спарені віконні з подвійним склінням.

За останні було замінено 37% площі дерев'яних віконних блоків із частковим зменшенням площі скління (частина віконних отворів закладена цеглою, частина вікон спортивної зали замінена стіновими сандвіч – панелями) на металопластикові з однокамерними склопакетами (варіант скління 4М1-16-4М1). Існуючі дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації розсохлась, спостерігаються нещільності між рамою і склом, багато вікон з битим склом.

Існуючі дерев'яні вікна не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі становить $R_{\text{вікон Д}} = 0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що є менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вікон min}} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Встановлені металопластикові вікна також не є енергоефективними, тому що опір теплопередачі становить $R_{\text{вікон П}} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вікон min}} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ і не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

В таблиці 4.2.1 представлені характеристики віконних блоків будівлі, на **рисунку 4.2.1** представлено зовнішній вигляд вікон.

Рисунок 4.2.1. Вигляд вікон будівлі

Два ряди вікон у класах	Віконні блоки спортивної зали	Металопластикові віконні блоки
		

Таблиця 4.2.1. Характеристики віконних блоків

Віконні блоки

Орієнтація	Розмір (а x b)		Площа одного	Кількість, шт			Загальна площа, м²		
				Дер.	Плас.	Всього	Дер.	Плас.	Всього
Пн/Сх	2,05	х 5,6	11,48	25	6	31	287,0	69,0	356,0
	2,05	х 1,86	3,81	6	1	7	23,0	4,0	27
	0,4	х 1,86	0,74	1	-	1	1	-	1
Пд/Сх	3,73	х 2,05	7,65	1	-	1	8,0	-	8
	2,6	х 2,4	6,24	-	5	5	-	31,0	31
	2,3	х 2,65	6,10	3	35	38	18,0	213,0	232
	1,1	х 2,3	2,53	24	12	36	61,0	30,0	91
	1,5	х 0,4	0,60	-	8	8	-	5,0	5
Пд/Зх	2,4	х 5,6	13,44	6	-	6	81,0		81
	2,05	х 5,6	11,48	12	10	22	138,0	115,0	253
	2,4	х 1,2	2,88	1	-	1	3,0	-	3
	2,05	х 1,86	3,81	1	3	4	11,0		11,0
	2,3	х 2,6	5,98	6	-	6	36,0	-	36
	2,3	х 1,7	3,91	6	6	12	24,0	24,0	47,0
	0,5	х 2,3	1,15	9	-	9	10,0	-	10,0
Пн/Зх	2,05	х 3,73	7,65	1	-	1	8,0	-	8,0
	2,3	х 2,6	5,98	3	-	3	18,0	-	18,0
	1,7	х 2,6	4,42	28	-	28	124,0	-	124,0
	2	х 2	4,00	4	-	4	16,0	-	16,0
				137	86	223	867	491	1358

4.3. Вхідні двері

В будівлі встановлені 11 вхідних дверей: головний вхід - металопластикові (2 шт.) та запасні виходи (9 шт.) - металеві, без теплоізоляції. Спостерігаються нещільності між дверною рамою та дверми.

Тамбур головного входу був реконструйований у 2012 році, встановлені внутрішні та зовнішні металопластикові двері оснащені інерційною системою зачинення (доводчиком).

Існуючі металеві двері не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі таких дверей становить $R_{\text{вх.дверей М}} = 0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ відповідно, що є менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вх. дверей min}} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Опір теплопередачі встановлених метало пластикових дверей становить $R_{\text{вх.дверей П}} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоля-

ція будівель».

В таблиці 4.3.1 приведені характеристики дверей будівлі, на рисунку 4.3.1 представлено зовнішній вигляд дверей будівлі.

Таблиця 4.3.1. Характеристики входних дверей

Орієнтація	Розмір (a x b)			Площа одної	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу
	м			м ²	шт.	м ²	(П,Д,М..)
Пн/Сх	1,9	х	1,25	2,38	1	2,4	М
Пд/Сх	1,9	х	1,25	2,38	4	9,5	М
	2,1	х	1,9	3,99	2	7,9	П
Пд/Зх	1,9	х	1,25	2,38	2	4,8	М
Пн/Зх	1,9	х	1,25	2,38	2	4,8	М
Всього					11	29,0	

Рисунок 4.3.1. Зовнішній вигляд входних дверей будівлі



4.4. Дах

Крівля проектом передбачена сумісна рулонна: на головному триповерховому блоці – вентилярована, на інших блоках – не вентилярована, без технічного поверху. Існуючий стан даху в задовільному стані. В 2010 проводився частковий ремонт (відновлення цілісності гідроізоляції). Утеплення не проводилось.

В таблиці 4.4.1 приведені характеристики конструкції даху будівлі, на рисунку 4.4.1 представлено зовнішній вигляд покриття даху.

Таблиця 4.4.1. Характеристика конструкції даху

Площа перекриття, S _{перек} м ²	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі даху (R _{даху} , м ² ·К/Вт)
3 447	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), пінобетон (150 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм), руберойд	1,3

Існуюче значення опору теплопередачі даху R_{даху} = 1,3 м²·К/Вт менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних

горищ $R_{\text{даху min}} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.4.1. Вигляд перекриття даху та стелі



4.5. Підвал

Під будівлею наявний підвал площею $1\,050 \text{ м}^2$ та підпільні канали, де розміщені нижня частина розведення труб систем опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також каналізації. Ізоляція трубопроводів виконана частково. За рахунок неефективної ізоляції трубопроводів системи опалення, середня температура в підвалі за опалювальний період коливається від $+7 - +12 \text{ }^{\circ}\text{C}$. В **таблиці 4.5.1** представлені характеристики підвалу будівлі.

Таблиця 4.5.1. Характеристики технічного підвалу Технічний підвал

Площа підвалу, $S_{\text{підвал}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Висота $h_{\text{внутр.}}, \text{ м}$	Загальний опір теплопередачі ($R_{\text{даху}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)
1 050	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), цементно-піщана стяжка (30 мм), гравій керамзитовий (150 мм), лінолеум /паркет	1,8	1,9
		3	

Підлога на ґрунті

Площа підлоги $S_{\text{підлоги}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі $R_{\text{підвалу}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
2 398	Залізобетонна плита (300 мм), цементно-піщана стяжка (40 мм), лінолеум /паркет	1,9

Існуюче середнє значення опору теплопередачі підвалу $R = 1,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ має значення меншим ніж мінімальне допустиме значення перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі ($R_{\text{підвалу min}} = 2,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$), відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

5. Характеристика інженерних систем

5.1. Опалення

Джерело теплової енергії

Опалення закладу здійснюється централізовано від котельні по вул. Товариська, 47, що обслуговується Філією Ленінського району Концерну «Міські теплові мережі».

Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,670 Гкал/год (779,4 кВт).

Вузол теплового введення

Вузол теплового введення знаходиться в підвалі під вестибюлем. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням гідроелеваторного вузла.

Запірна арматура знаходиться в робочому стані.

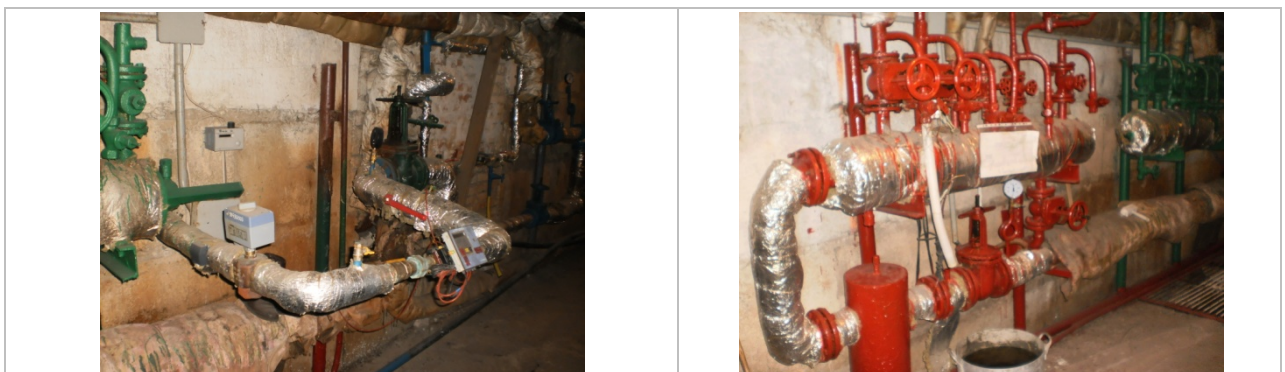
Теплова ізоляція вузла теплового введення виконана не в повному обсягу: не ізольовані з'єднувальні фланці, запірна арматура та деякі ділянки трубопроводів.

Вузол теплового введення обладнано системою автоматичного регулювання теплового потоку на опалення з погодною корекцією на основі контролера Siemens RVD115. На момент обстеження система автоматичного регулювання теплового потоку знаходилась в невідлагодженому стані.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення вузол теплового введення обладнаний ультразвуковим тепловим лічильником Ultraheat 2WR (серійний № 65820659) виробництва Landis+Gyr GmbH (Німеччина).

На **рисунку 5.1.1** представлений вузол теплового введення та його елементи.

Рисунок 5.1.1. Елементи вузла теплового введення.



Внутрішньобудинкова система опалення

Проект опалення виконаний на розрахункову температуру зовнішнього повітря $t_{3.0} = -23^{\circ}\text{C}$. Розрахунковий перепад температури в системі опалення прийнятий $95^{\circ}-70^{\circ}\text{C}$.

В будівлі запроектовано 5 самостійних систем опалення:

- Система опалення 4-х одноповерхових навчальних блоків (блоки №№ 1-4) для молодших класів живиться від вузла теплового введення, що розташований в теплопункті, в підвалі під вестибюлем. Конструктивно система опалення виконана з нижнім розведенням, тупиково-кільцева – в межах кожного блоку система прийнята з попутним рухом теплоносія, а основна розвідна магістраль по блокам прийнята в тупиковому вирішенні. В межах кожного блоку система опалення запроектована горизонтально-однотрубна з ділянками, що замикаються.
- Система опалення 3-х поверхового навчального блоку (блок №5) для середніх та старших класів конструктивно виконана тупиковою, з нижнім розведенням, вертикально-однотрубна.
- Система опалення вестибюля, клубного блоку, обідньої зали та кухні (блок №6) запроектована ланцюгово-проточною, однотрубною з попутним рухом теплоносія.
- Система опалення гімнастичної зали та душових клубного блоку (блок №6) запроектована ланцюгово-проточною, однотрубною з попутним рухом теплоносія аналогічно кухні.
- Система опалення актові зали виконується по аналогії з системою опалення гімнастичної зали.

Подавальні та зворотні магістралі прокладаються в підпільних каналах та під стелею підвалу в блоці №5.

Магістральні трубопроводи змонтовані зі сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-76, а стояки та підводки – зі сталевих водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75. Заміна сталевих трубопроводів системи опалення на поліпропіленові здійснена приблизно на 40%.

Прокладка стояків – відкрита вздовж стін будівлі.

Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались.

Теплова ізоляція магістральних трубопроводів знаходиться в задовільному стані. Матеріал утеплення – мінеральна вата з покрівельним шаром лакосклотканини. Товщина ізоляції трубопроводів $\delta_{iz} = 30 - 60$ мм.

В якості нагрівальних приладів в класних приміщеннях і кабінетах прийняті чавунні секційні радіатори М-140-АО. В рекреаційних приміщеннях 1-го поверху блока №5 і вестибюля – конвектори «Аккорд». В гімнастичній залі нагрівальні прилади – М-140-АО огорожуються решітками з дерев'яних рейок.

Загальна кількість встановлених чавунних секційних радіаторів становить 260 шт. (2900 секцій), конвекторів – 20 шт.

Автоматичне регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів не здійснюється.

Температура в приміщеннях нижча за нормовану, зокрема в 4-х одноповерхових навчальних блоків (блоки №№ 1-4). На це є кілька причин:

- внутрішня система опалення будівлі розбалансована;
- встановлені опалювальні прилади не мають змоги задовольнити належний режим опалення будівлі через засміченість внутрішніх поверхонь відкладеннями;
- невідлагоджена система автоматичного регулювання теплового потоку здійснює свої функції некоректно.

Задля забезпечення комфортних теплових умов в приміщеннях використовуються електрообігрівачі.

Промивання системи опалення проводилось в 2011 році перед початком опалювального сезону.

На **рисунку 5.1.3** представлені прилади опалення, що встановлені в будівлі.

Рисунок 5.1.3. Прилади опалення будівлі

Чавунний секційний радіатор	Конвектор типу «Аккорд»
	

5.2. Гаряче водопостачання

Гаряче водопостачання (ГВП) будівлі здійснюється централізовано. Приєднання системи опалення виконано за відкритою схемою, з циркуляційним трубопроводом.

Приєднане навантаження на ГВП становить 0,030 Гкал/год (35,2 кВт).

Трубопроводи ГВП виконані зі сталі. Частина трубопроводів замінено на поліпропіленові. Теплова ізоляція трубопроводів часткова.

Для здійснення комерційного обліку спожитої гарячої води встановлено витратомір СВК-20 (серійний № 18010360).

Подача гарячої води здійснюється цілодобово. Гаряча вода використовується на загально побутові потреби: миття рук та посуду, вологе прибирання тощо.

5.3. Вентиляція

Для приміщень школи запроектована наступна система вентиляції:

- Класи, кабінети, лабораторії – повітрообмін розрахований на створення оптимального тепловологісного режиму. Приплив підігрітого зовнішнього повітря в приміщення повинен забезпечуватися децентралізованими припливними установками. В якості спонукачів децентралізованих припливних установок прийняті квартирні осьові малогабаритні вентилятори ОВ-47. Нагрівальні елементи установок виконуються з 4-х трубних низьких острівних конвекторів. Витяжка з класів та кабінетів запроектована природна з підпором.
- Обідня зала та кухня – припливно-витяжна з механічним спонуканням та підігрівом повітря в зимову пору.
- Механічний приплив з підігрівом в зимову пору для гімнастичної й актової залів та природною витяжкою.
- Механічна витяжка з санвузлів з урахуванням витяжки 1/3 забрудненого повітря, що приходить на кожний клас і кабінет, через рекреацію.
- Механічна витяжка з душових при гімнастичній залі.
- Припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням для кінопроекційної з підігрівом припливного повітря в зимову пору.
- Механічна витяжка від витяжних шаф в лабораторіях хімії та фізики.

Забір повітря для припливних систем обідньої зали, актової та гімнастичної залів згідно проекту повинен здійснюватися через вбудовану біля вестибюля повітрозабірну шахту; забір повітря для децентралізованих припливних установок – на рівні не нижче 3-х метрів від поверхні землі.

Вентиляційні установки клубного блоку (блок №6) розташовані в венткамері теплопункту. Вентилятори витяжних систем – дахові відцентрові, встановлені на покриттях блоків школи.

В 2010 році на кухні була встановлена нова система витяжної вентиляції.

Відомості про тип та характеристики вентиляційного обладнання в ході проведення енергетичного аудиту не були надані.

Під час аудиторського обстеження механічна витяжна вентиляція функціонувала лише на кухні. Зі слів персоналу, період роботи системи становить 2 години на день. Всі інші припливні та витяжні системи вентиляції з механічним спонуканням знаходяться в занедбаному стані та не експлуатуються.

На момент обстеження видалення повітря з класів та кабінетів здійснювалось через витяжні решітки, що встановлені під стелею, по вертикальних вентиляційних каналах за рахунок гравітаційного напору. Припливний потік свіжого повітря не організований, забезпечувався за рахунок відкривання вікон, дверей та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

Автоматичне управління системою вентиляції за часовими програмами та частотне регулювання вентиляційних механізмів не здійснюється, рекуператори теплоти не встановлені.

Мережі каналів й ізоляція

Повітропроводи припливної системи виконанні з чорної покрівельної сталі, а витяжних систем з оцинкованої сталі. Канали не забезпечені регуляторами та закриваючими стулками з вимірювальними штуцерами. Ізоляція каналів відсутня.

Природна витяжна вентиляція здійснюється через шахти, що прокладені в товщі стін та виводяться вище рівня даху приблизно на 0,5-0,7 м. Витяжні решітки встановлені на каналах під стелею. Засоби регулювання на входних отворах відсутні.

На **рисунку 5.3.1** приведені елементи системи вентиляції.

Рисунок 5.3.1. Вентиляційна система

Вентагрегати припливної системи для приміщень блоку №6	Витяжні вентагрегати та виведення витяжних каналів природної вентиляції на даху блоку №5
	

5.4. Електропостачання

Джерело електропостачання

Електропостачання будівлі виконано двома взаємно-резервуючими кабельними лініями низької напруги 0,4 кВ від ТП-920, що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго».

По рівню надійності електропостачання електроприймачі закладу відносяться до II категорії.

Розрахункове приєднане електричне навантаження будівлі становить 385 кВт.

5.4.1. Освітлення

Система внутрішнього освітлення закладу складається зі світильників з лампами розжарювання, лінійних люмінесцентних та компактних люмінесцентних ламп (енергозберігаючі або КЛЛ).

Найбільша частка споживання електроенергії в системі внутрішнього освітлення припадає на лампи розжарювання, кількість яких налічується близько 800 шт., річне споживання становить 49,0 тис. кВт·год, або 96% від загального

споживання на освітлення.

Управління освітленням здійснюється в ручному режимі.

Система зовнішнього освітлення складається з 3-х світильників, що встановлені над входами в будівлю та оснащених лампами розжарювання потужністю 100 Вт, та 1-м світильником, що встановлений на ліхтарному стовпі та оснащений лампою типу ДРЛ, потужністю 250 Вт.

В таблиці 5.4.1 приведені характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення будівлі.

Таблиця 5.4.1. Характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення

Найменування	Кількість, шт.	Одинична потужність, Вт	Загальна потужність, кВт	Середня тривалість роботи в рік, годин	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт*год/рік
Лампи розжарювання	800	60;100	51,8	945	49,0
Люмінесцентні лампи	80	20	1,6	945	1,5
Зовнішнє освітлення	3	100	0,3	1512	0,5
	1	250	0,25	1512	0,4
Всього	884		54,02		51,3

5.4.2. Електрообладнання

Відомості про електроспоживаюче обладнання, що встановлене в будівлі, в ході проведення енергетичного аудиту не були надані.

6. Енергоспоживання

6.1. Виміряне енергоспоживання

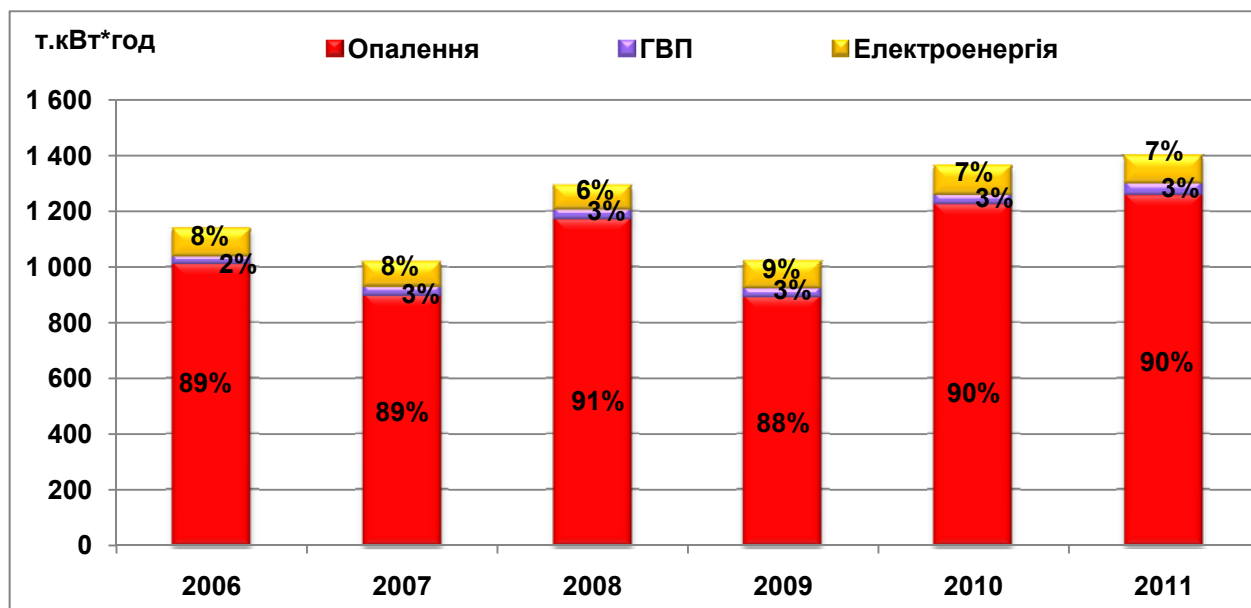
Зведені дані про енергоспоживання закладу за останні чотири роки та дані розрахунку значень питомого споживання наведено в **таблиці 6.1.1**.

Таблиця 6.1.1. Споживання енергоресурсів

Рік 2008	Од. вим.	Централізоване теплопостачання		Електроенергія	Вода	Всього
		на опалення	на ГВП			
Витрати на оплату	тис. грн	241,1	7,5	41,3	36,5	326,4
Споживання енергоресурсів	тис. кВт·год	1 172,0	35,4	82,4		1 289,8
	Гкал	1 007,7	30,5			1 038,2
	тис. м ³				18,6	18,6
Питоме енергоспоживання	кВт·год/м ²	228,1	6,9	16,0		251,0
Рік 2009						
Витрати на оплату	тис. грн	275,4	10,1	55,7	26,4	367,5
Споживання енергоресурсів	тис. кВт·год	893,2	30,7	94,3		1 018,1
	Гкал	768,0	26,4			794,4
	тис. м ³				11,8	11,8
Питоме енергоспоживання	кВт·год/м ²	173,8	6,0	18,3		198,1
Рік 2010						
Витрати на оплату	тис. грн	417,2	11,9	67,0	20,1	516,1
Споживання енергоресурсів	тис. кВт·год	1 225,0	34,9	100,8		1 360,7
	Гкал	1 053,3	30,0			1 083,3
	тис. м ³				6,7	6,7
Питоме енергоспоживання	кВт·год/м ²	238,4	6,8	19,6		264,8
Рік 2011						
Витрати на оплату	тис. грн	568,7	19,0	77,8	22,3	687,8
Споживання енергоресурсів	тис. кВт·год	1 258,2	42,6	95,5		1 396,3
	Гкал	1 081,8	36,7			1 118,5
	тис. м ³				7,1	7,1
Питоме енергоспоживання	кВт·год/м ²	244,8	8,3	18,6		271,7

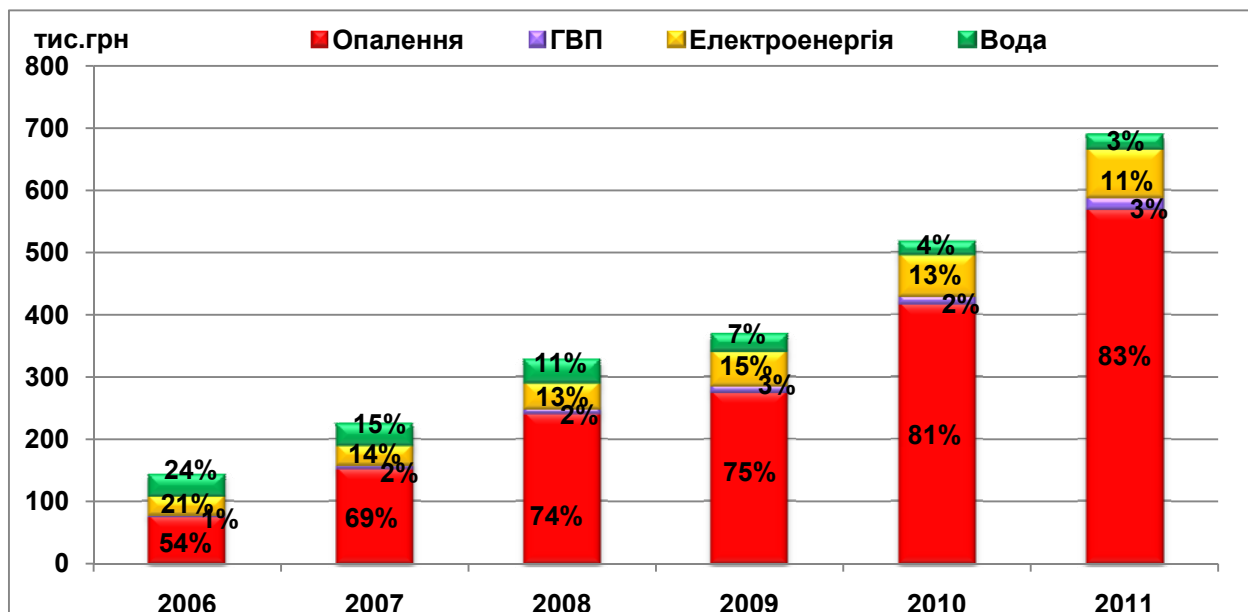
Питоме споживання енергії на опалення за останні 4 роки знаходиться в межах 173 – 244 кВт·год/м² в залежності від температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального періоду. Фактичне питоме споживання теплової енергії на опалення перевищує нормативне значення (68 кВт·год/м³) відповідно до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 6.1.1. Структура споживання енергії будівлею



Найбільшу частку в структурі споживання енергії будівлею займає тепла енергія на опалення, що становить в середньому 90% в рік. В період 2006 - 2011 рр. споживання енергії на опалення знаходилося в межах 890 - 1 250 тис. кВт*год, що пояснюється різними кліматичними показниками опалювальних періодів.

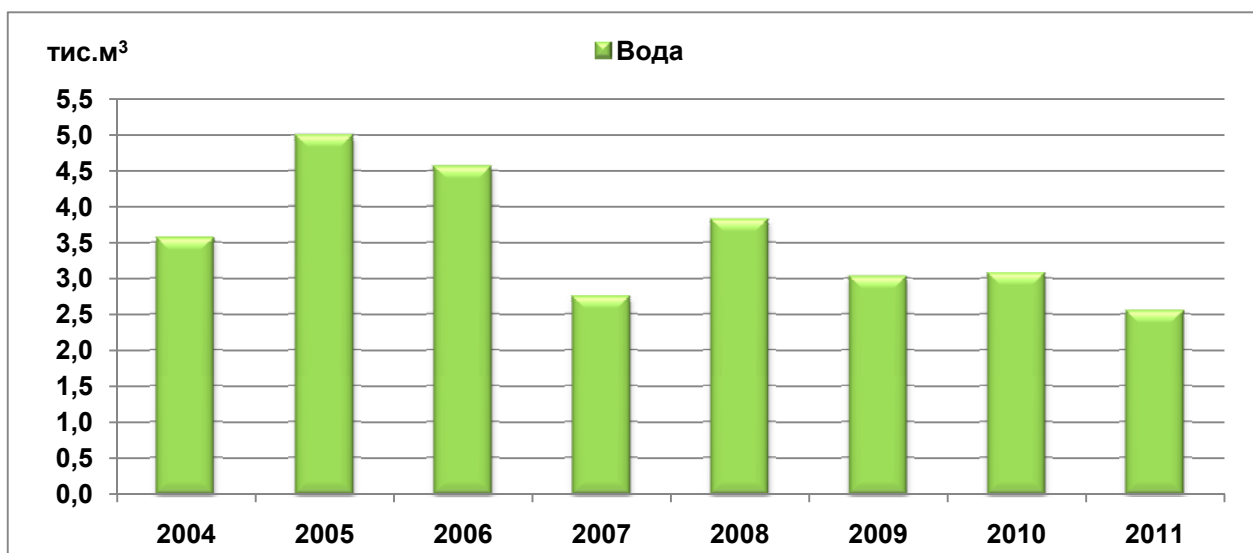
Рисунок 6.1.2. Структура витрат на оплату енергоресурсів, без ПДВ



Найбільша частка припадає на оплату послуг з постачання теплової енергії 83 % в 2011 році. Витрати на оплату теплової енергії з 2006 до 2011 року збільшилися в 7,4 рази, що в основному викликано зростанням тарифу на газ.

Динаміка споживання води приведена на **рисунку 6.1.3.**

Рисунок 6.1.3. Споживання води



Тарифи станом на 01.11.2012 р. приведені в **таблиці 6.1.2**. Тарифи на енергоресурси приведені без урахування ПДВ. Динаміка росту тарифів на теплову та електричну енергію представлена на **рисунках 6.1.7 - 6.1.9**.

Таблиця 6.1.2. Тариф на енергоресурси (станом на 01.11.2012 р.)

№п/п	Найменування	Од. виміру	Значення
1	Теплова енергія	грн./Гкал	719
2	Електроенергія	грн./кВт·год	0,95
3	Вода	грн./м³	3,3

Рисунок 6.1.7. Тарифи на електроенергію в період 2008-2012 рр.

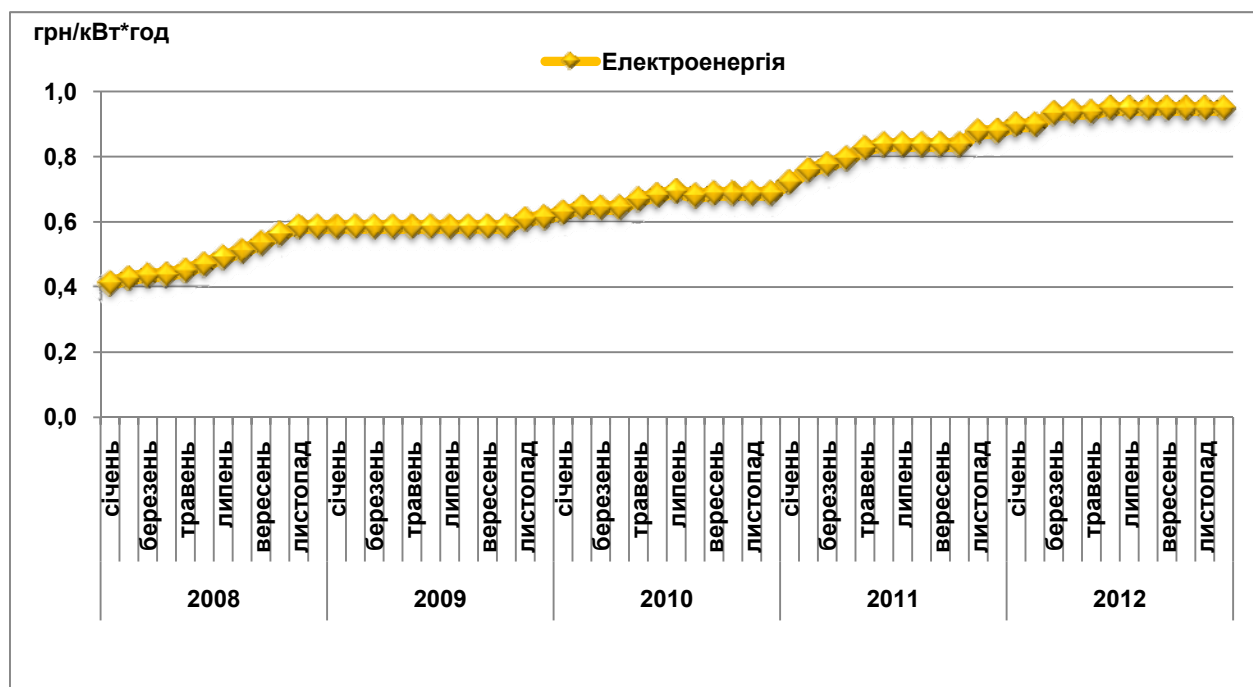


Рисунок 6.1.8. Тарифи на теплову енергію в період 2008-2012 рр.

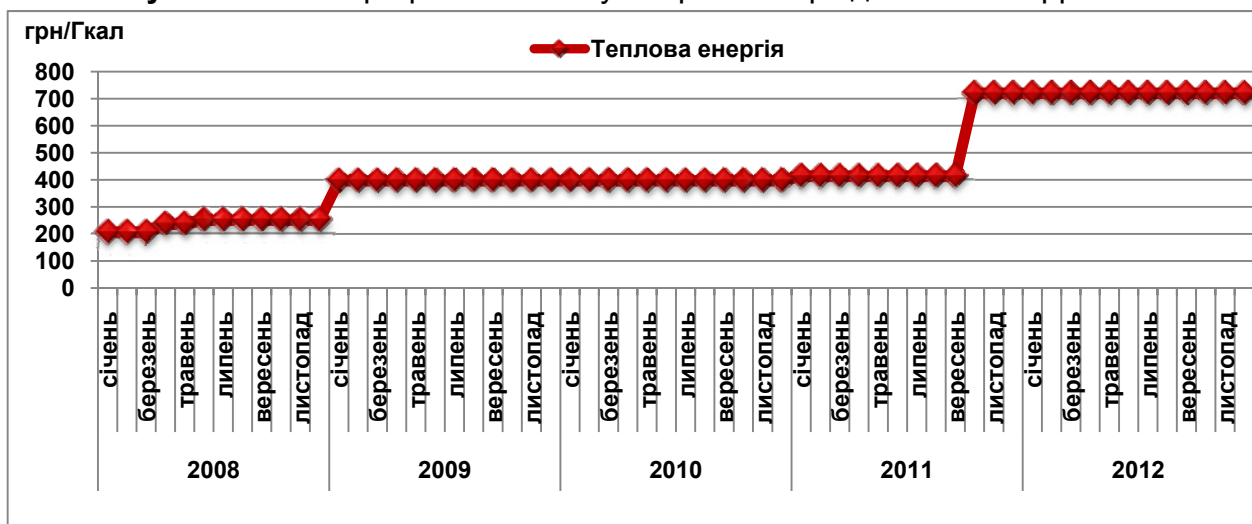
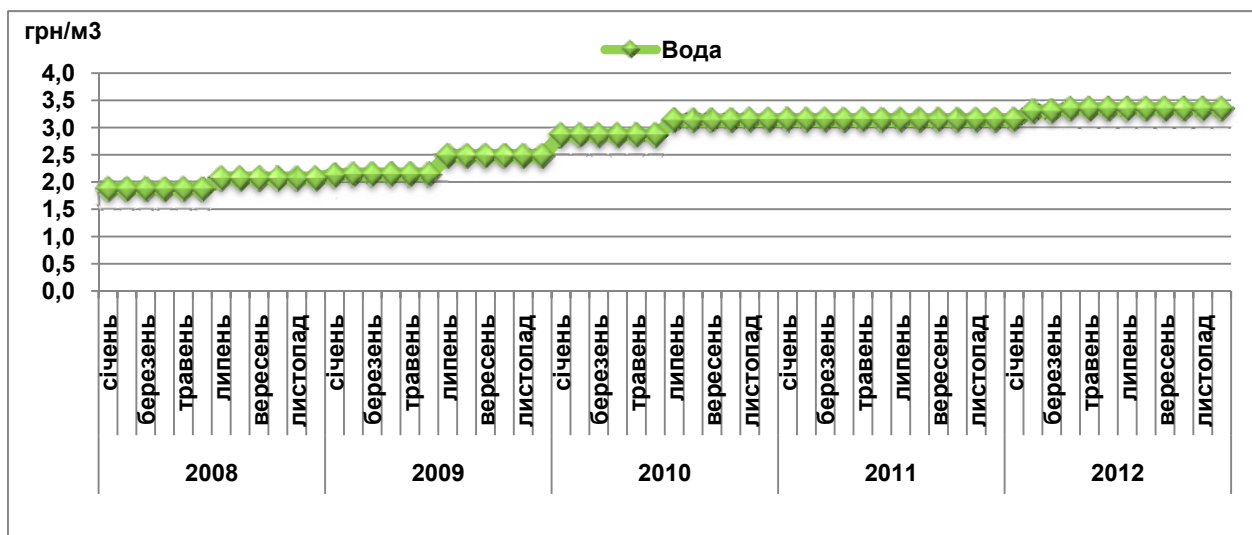


Рисунок 6.1.9. Тарифи на воду в період 2008-2012 рр.



6.2. Базове енергоспоживання

Базове енергоспоживання – це річний обсяг витрат теплової енергії на потреби теплопостачання та споживання електричної енергії. Базове енергоспоживання служить вихідною точкою для оцінки результатів та наслідків реалізації проектів, що дорівнює різниці між початковим (вихідним) станом і станом після реалізації проектів.

Базове енергоспоживання енергії на опалення розраховано за допомогою програмного комплексу ENSI EAB Software з врахуванням нормативних умов в приміщенні.

В таблиці 6.2.1 - 6.2.2. приведені нормативні та прийнятні кліматичні дані згідно з ДСТУ –НБВ.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», що використовувалися при розрахунках базового споживання теплової енергії на опалення.

Таблиця 6.2.1. Температура зовнішнього повітря

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нормативна середня температура місяця, °C	-3,5	-2,6	2	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1

Таблиця 6.2.2. Нормативні кліматичні показники

Найменування	Показники
Температурна зона	2
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	-21
Середня температура за опалювальний період	1,4
Кількість днів опалювального періоду	166
Середня нормативна температура в приміщенні, °C	21

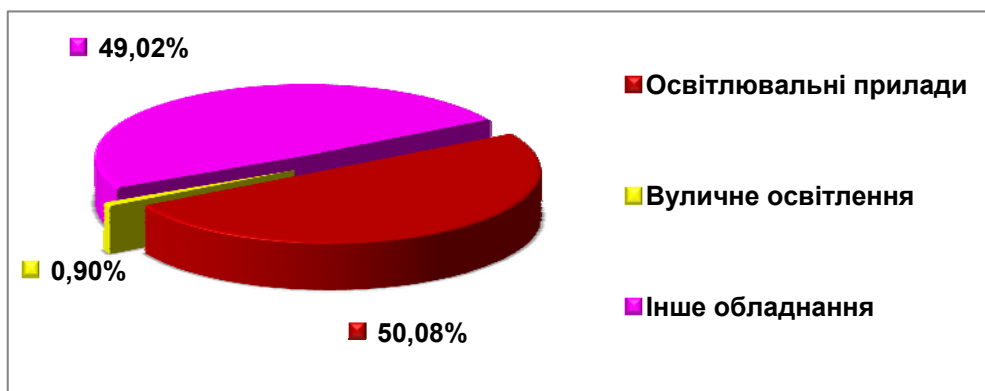
За базове значення споживання теплової енергії на ГВП приймаємо значення фактичного споживання.

Базове споживання електричної енергії на потреби освітлення та на побутові потреби будівлі, розраховано з урахуванням потужності обладнання та періодом його роботи. Характеристики роботи обладнання приведені в розділі 5.4 «Електропостачання». Структура базового споживання електричної енергії приведена в таблиці 6.2.3 та на рисунку 6.2.1. Найбільша частка витрат електричної енергії припадає на освітлювальні прилади, що становить 50 % від загального споживання електроенергії.

Таблиця 6.2.3. Зведені розрахунки споживання електричної енергії

Найменування	Потужність, кВт	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год
Освітлювальні прилади	50,5	50,5
Вуличне освітлення	0,9	0,9
Інше обладнання		49,4
Усього	51,4	100,8

Рисунок 6.2.1. Баланс базового споживання електричної енергії



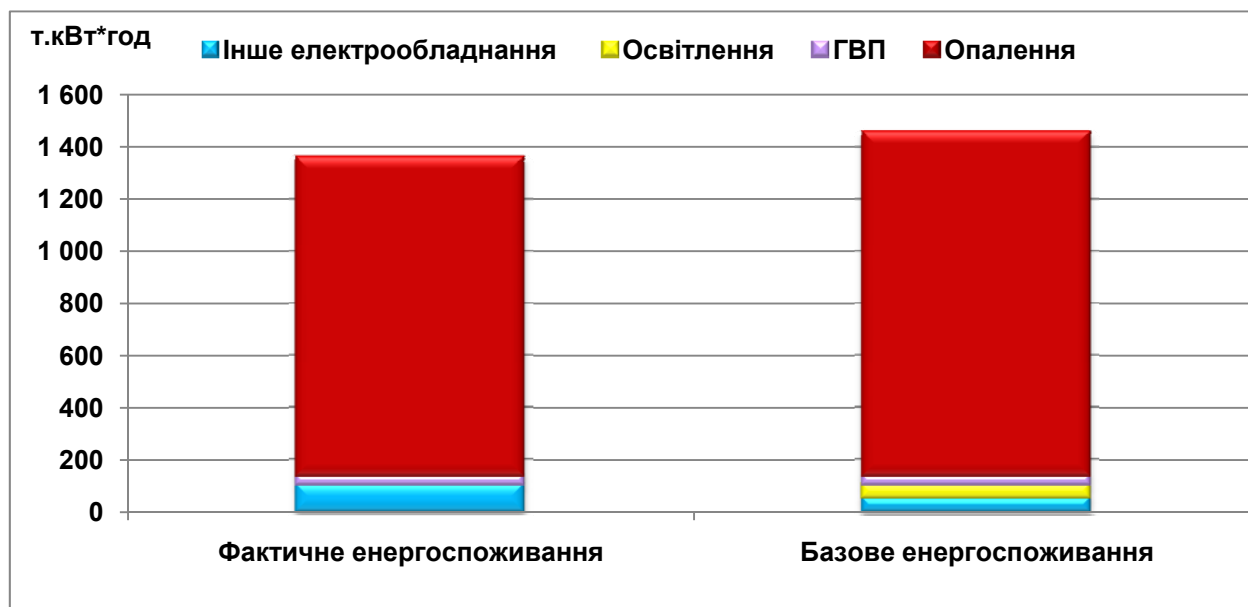
Зведені показники, порівняння фактичного та базового споживання енергії, приведені в **таблиці 6.2.4** та на **рисунку 6.2.2**. Базове споживання енергії на опалення більше на 8% порівняно з фактичним значенням, що пояснюється незадовільним станом огорожувальних конструкцій будівлі та недостатньою кількістю подачі теплової енергії від теплових мереж, що призводить до зменшення температури в приміщеннях будівлі.

Таблиця 6.2.4. Зведені показники споживання енергії

Стаття бюджету енергоспоживання	Фактичне енергоспоживання 2010 р.	Базове енергоспоживання
	тис. кВт·год/рік	
Опалення	1 225,0	1 322,5
ГВП	34,9	34,9
Освітлення	100,8	51,4
Інше електрообладнання		49,4
Всього	1 360,7	1 458,2

На **рисунку 6.2.2** приведено баланс витрат по кожній статті енергоспоживання. В категорії «Інші» в фактичному енергоспоживанні враховано сумарне споживання електроенергії на побутові потреби та на освітлення.

Рисунок 6.2.2. Споживання енергії будівлею



7. Енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоемності та очікуваної економії теплової енергії.

Загальний перелік заходів з розбивкою по пакетах наведено в таблиці нижче.

ЗАПРОПОНОВАНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЗАХОДИ	
	Пакет №1
1.	Часткова модернізація системи опалення (модернізація вузла теплового введення, балансування системи опалення, встановлення зарядіаторних рефлекторів)
2.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
3.	Часткова модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
4.	Часткова модернізація системи освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)
	Пакет №2
1.	Комплексна модернізація системи опалення (модернізація вузла теплового введення, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та зарядіаторних рефлекторів)
2.	Модернізація фасаду
3.	Модернізація дахового перекриття
4.	Модернізація підвального перекриття
5.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
6.	Часткова модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
7.	Часткова модернізація системи освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Детальніша інформація щодо енергозберігаючих заходів наведена в **розділі 7.1.**

7.1. Опис енергоефективних заходів

Захід №1. Комплексна модернізація системи опалення

Існуюча ситуація

Існуюча система опалення будівлі неефективна та не забезпечує нормовану температуру в приміщеннях.

Застосування системи автоматичного регулювання теплового потоку в поєднанні з елеваторним вузлом приєднання до теплових мереж не прийнятне через гідравлічне розрегулювання внутрішньої системи опалення.

За весь час експлуатації будівлі комплексний ремонт трубопроводів системи опалення та теплової ізоляції не виконувався.

Опалювальні прилади та трубопроводи системи опалення забруднені твердими та м'якими відкладеннями, що призводить до порушення гідравлічного режиму та зниження якості теплопостачання.

Система опалення будівлі розбалансована. Нерівномірність розподілення теплоносія у внутрішній мережі призводить до коливань внутрішньої температури приміщень залежно від блоку будівлі/стояку системи опалення.

Можливість регулювання тепловіддачі приладів опалення відсутня.

Опис заходу

Для отримання максимального економічного ефекту, питання модернізації системи опалення необхідно розглядати комплексно, тобто включати одночасне переустаткування абонентського вводу і внутрішніх систем.

Комплексна модернізація системи опалення передбачає наступні заходи:

- заміна магістральних та розподільчих трубопроводів,
- балансування системи опалення,
- модернізація вузла теплового введення,
- заміна встановлених опалювальних приладів на біметалічні радіатори,
- встановлення терморегуляторів на приладах опалення,
- встановлення теплоізоляційного рефлектору за опалювальними приладами.

Вибір заходів модернізації системи опалення заснований на вимогах державних нормативних документів:

- обов'язкове регулювання витрати та температури теплоносія за погодними умовами в індивідуальних теплових пунктах; заборона застосування елеваторів, допуск застосування насосів з частотним регулюванням, допуск застосування автоматичного обмеження витрати на будівлю замість лімітних

шайб (ДБН В.2.5-39: 2008 «Теплові мережі», ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди», змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»);

- обов'язкове автоматичне гідравлічне балансування стояків або приладових віток систем опалення (ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків», змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»);
- обов'язкове застосування автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах систем опалення (змін. №1:2009 ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.3.2-2-2009 «Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капремонт»; змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» тощо);

а також з огляду на стан існуючої системи опалення закладу.

Основним завданнями модернізації є скорочення споживання теплової енергії при поліпшенні рівня теплового комфорту в приміщеннях.

Модернізація вузла теплового введення.

Застосування того або іншого встаткування абонентського введення багато в чому визначено гідравлічними параметрами теплоносія в трубопроводах теплової мережі. Для спрощення автоматики опалення прийнята для застосування типова схема з регулятором теплового потоку, циркуляційним насосом та регулятором перепаду тиску. В якості регулюючого пристрою використовується клапан із електричним приводом.

В **Додатку А** представлена детальна схема та принцип дії індивідуального теплового пункту із залежним підключенням абонента.

У зв'язку з тим, що існуючий вузол теплового введення наразі обладнано сучасною автоматичною системою регулювання теплового потоку, в рамках реалізації заходу пропонується використати наявне обладнання автоматичного регулювання (за умови підтвердження працездатності) для модернізації вузла теплового введення.

Перелік робіт з модернізації теплового пункту:

- Демонтаж елеваторного вузла та системи регулювання теплового потоку;
- Реконструкція вузла теплового введення;
- Установка малошумних регульованих циркуляційних насосів;
- Установка допоміжного устаткування для забезпечення надійного і якісного тепlopостачання;
- Пуско-налагоджувальні роботи.

Розташування індивідуального теплового пункту передбачено в технічному

підпіллі. Проектом не передбачається модернізація вузла введення гарячої води.

Остаточна вартість реалізації заходів з модернізації абонентського вузла теплового введення визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК. Орієнтовна вартість обладнання (без автоматичного регулятора теплового потоку), матеріалів та робіт приведена в **таблиці 7.1.1**.

Таблиця 7.1.1. Орієнтовна вартість обладнання, матеріалів та робіт.

№	Найменування устаткування та робіт	грн., без ПДВ	грн., з ПДВ
1	Насосне обладнання	11 558,1	13 869,8
2	Обладнання для ручного регулювання тиску	478,5	574,2
3	Експлуатаційна гідравлічна арматура	8 977,3	10 772,8
4	Експлуатаційне вимірювальне обладнання	491,8	590,1
5	Матеріали і з'єднувальні частини трубопроводу	2 463,8	2 956,6
6	Електромонтажне обладнання і матеріали	432,8	519,4
7	Теплоізоляційні і антикорозійні матеріали	920,5	1 104,6
8	Обладнання і матеріали вузлів врівноважування різниці тисків на вводах	4 800,6	5 760,7
9	Розроблення робочого проекту	4 351,8	5 222,2
10	Монтажні (механічні, електротехнічні) роботи	10 879,5	13 055,5
11	Пусконаладжувальні роботи та введення в експлуатацію	1 088,0	1 305,5
	Всього:	46 442,8	55 731,4

Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів

Внаслідок тривалої неналежної експлуатації системи тепlopостачання будівлі, сталеві трубопроводи системи опалення зазнали змін. З часом на внутрішніх стінках труб утворилися відкладення різної природи та характеру. Незалежно від хімічного складу і структури відкладень, їх утворення приводить до серйозного заміщення та зменшення пропускної здатності трубопроводів, збільшенню їх шорсткості і значного збільшення гідравлічного опору. Зростає витрата енергії, зменшується середня температура радіаторів, кількість теплоти, що віддається в приміщення та зростає загроза локальної корозії.

Найбільшої шкоди утворенні відкладень можуть завдати системі автоматизації тепlopостачання.

В рамках комплексної модернізації системи опалення пропонується замінити існуючі сталеві розподільчі трубопроводи опалення на труби з зшитого поліетилену (РЕХ), а магістральні – на попередньо ізольовані пінополіуретаном.

Балансування системи опалення

Для нормального та сталого функціонування системи опалення будівлі загальна кількість теплоносія системи опалення повинна розподілятися по паралельних циркуляційних контурах таким чином, щоб втрати тиску в контурах були рівні

між собою. Таким чином, для розподілу теплоносія відповідно до теплових навантажень циркуляційних контурів системи опалення, необхідно виконати гідравлічне ув'язування за рахунок забезпечення однакових втрат тиску в контурах.

Крім того, балансування приладових віток системи опалення необхідно для створення фіксованого гідравлічного опору, що дозволяє створити необхідний перепад тиску перед терморегуляторами, тобто забезпечити регулювання тепловіддачі опалювальних приладів для підтримки заданої температури в приміщенні.

Таким чином, гідравлічне балансування системи опалення дозволить нормалізувати температури по приміщеннях будівлі, покращить санітарні умови перебування людей, а також дозволить зменшити перевитрати теплової енергії.

Для вирівнювання гідравлічних втрат у контурах системи опалення використовується балансувальна арматура ручного або автоматичного регулювання, яка представлена на ринку України такими виробниками як Danfoss, Herz, Honeywell, Oventrop тощо.

В рамках заходу пропонується виконати розрахунки щодо гідравлічного та теплового режиму системи опалення, за результатами яких здійснити балансування системи опалення будівлі шляхом встановлення балансувальних вентилів на вертикальних приладових вітках системи.

Заміна радіаторів опалення на біметалічні радіатори

Для забезпечення нормативних умов теплопостачання будівлі та відповідності вимогам щодо автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів пропонується замінити існуючі радіатори на нові біметалічні радіатори з поліпшеними показниками тепловіддачі.

Встановлення терморегуляторів на приладах опалення

Терморегулятор призначається для підтримки в приміщенні будівлі заданої необхідної температури повітря. Терморегулятори опалення змінюють кількість теплоносія, яка проходить через опалювальний пристрій, в залежності від зміни температури в приміщенні. Таким чином збільшується або зменшується кількість тепла, випромінюваного радіатором.

Терморегулятори опалення встановлюють безпосередньо на опалювальному пристрої або перед ним на трубопроводі, що подає в пристрій теплоносій. За допомогою терморегуляторів можна встановлювати температуру в приміщенні на рівні від +6 °С до +28 °С. Дані прилади дозволяють перешкоджати перегріву приміщень, дозволяючи отримати економію близько 10% енергії, яка споживається на опалення будівель. Крім цього, терморегулятори опалення забезпечують в приміщеннях комфортну температуру повітря.

Улаштування теплоізоляційного рефлектора

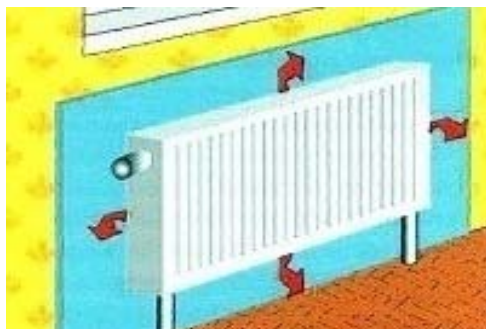
Радіатори системи опалення розташовуються частіше за все під вікнами на відстані приблизно 20 см від зовнішньої стіни. Таким чином частина теплового потоку від радіаторів витрачається на прогрів стіни.

Найпростіший спосіб збільшення температури в приміщеннях на кілька градусів - використання тепловідбиваючого матеріалу. Для збільшення тепловіддачі за батареї поміщають теплоізоляційний рефлексор завтовшки 5 – 7 мм з поверхнею із фольги (наприклад, пінофол, пінопропілен). Наведений матеріал є самоклеючим.

Тепловідбиваючий матеріал з поверхнею із фольги перешкоджає нагріванню стіни та підвищує температуру у приміщенні на 2 – 3 градуси без додаткових витрат на збільшення температури теплоносія.

На **рисунку 7.1.1.** наведений зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлексора

Рисунок 7.1.1. Зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлексора



Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	23,87		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	5 139 м²	=	122 661	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г	=	76 050	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		61 054		грн
Управління Проектом		15 264		грн
Обладнання		496 067		грн
Встановлення		190 795		грн
Всього інвестицій		763 180		грн
Чиста економія		76 050		грн/рік
Простий строк окупності		10,0		років
Дисконтований строк окупності		17,9		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		5,5		
Чиста приведена вартість (NPV)		-70 523		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		-0,09		

Додаткова інформація

До проекту часткової модернізації системи опалення входять наступні заходи: встановлення регулятора теплового потоку та балансування системи опалення. Детальний опис наведених заходів приведено вище.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу з часткової

модернізації системи опалення приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	13,12		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	5 139 м²	=	67 404	кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г	=	41 790	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		6 233		грн
Управління Проектом		1 558		грн
Обладнання		50 644		грн
Встановлення		19 479		грн
Всього інвестицій		77 914		грн
Чиста економія		41 790		грн/рік
Простий строк окупності		1,9		років
Дисконтований строк окупності		2,1		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		53,6		
Чиста приведена вартість (NPV)		302 706		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		3,89		

Захід №2. Модернізація фасаду

Існуюча ситуація

Стіни будівлі цегляні, в задовільному стані.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих стін складає $R = 0,77 \text{ м}^2\text{K/Вт}$, що не відповідає нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 2,5 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$ (визначено відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу

В якості переваг при утепленні фасаду виступають наступні аспекти:

- економічний – зменшення енергозатрат на опалення приміщень приблизно на 30%;
- соціальний аспект – збільшення комфорту приміщень (відсутність плісняви, грибку, нормальний режим вологості у приміщенні, тощо).

Зовнішня теплоізоляція фасаду будівлі забезпечить:

- відповідність мікроклімату внутрішніх приміщень вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;
- зменшення витрат енергії на створення потрібних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень;
- стабілізацію теплового режиму у внутрішніх приміщеннях протягом різних пір року;
- швидкий прогрів в період опалювального сезону та швидке охолодження в літній період року повітря внутрішніх приміщень;

- краще збереження будівлі за рахунок зменшення деформацій конструкцій, що викликаються різкими перепадами температури зовнішнього середовища, а також за рахунок забезпечення захисту від корозії зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- покращення зовнішнього вигляду фасаду будівлі, що раніше експлуатувалися протягом тривалого часу.

Всі системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні (далі СФТО), які використовуються в будівельній галузі України можна розподілити на три групи – А, Б, В:

Група А – СФТО не вентильовані з мокрими процесами, тобто штукатурками.

Група Б – СФТО не вентильовані з личкуванням цеглою.

Група В – СФТО вентильовані з індустріальними личкувальними елементами.

В проекті розглядається СФТО групи В, як оптимальна за експлуатаційними, теплоізоляційними та вартісними показниками. На ринку будівельних матеріалів представлений широкий вибір так званих «вентильованих фасадів».

Детальний опис найбільш відомих сучасних систем фасадних теплоізоляційно-оздоблювальних групи В наведений в **Додатку Б**.

Беручи до уваги те, що нормативні вимоги щодо тепловитрат на опалення в Україні значно перевищують Європейські стандарти, в проекті була обрана теплова ізоляція товщиною 200 мм. Таким чином були враховані загальноєвропейські тенденції в сфері утеплення фасадів будинків.

На **рисунку 7.1.2** наведений зовнішній вигляд після проведення термомодернізації будівлі. На **рисунку 7.1.3** наведена схема утеплення стін за методом «керамічний вентильований фасад».

Рисунок 7.1.2. Зовнішній вигляд будівлі ЗОШ №19 м. Павлограда



Рисунок 7.1.3. Утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад»



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі СФТО «Сканрок». Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{iz}=200$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 4,8$ м²К/Вт. Впровадження ЕЕ заходу дозволить зменшити втрати теплової енергії через стіни на 60% у порівнянні з існуючими втратами.

Загальна площа фасаду, що підлягає утепленню, складає 2 017 м².

Вартість системи залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування. Орієнтовна вартість встановлення СФТО, що отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції, приведена в **таблиці 7.1.2.**

Таблиця 7.1.2. Орієнтовна вартість СФТО «Сканрок», грн

№	Матеріал	Од. вим.	Ціна за од., грн без ПДВ	Витрати матеріалу на 1м² фасаду	Загальна вартість, грн/м² (без ПДВ)
1	Камінь «СКАНРОК», стандартні кольори 600x100x30 мм	м²	145,42	1,1	159,96
2	Направляючий профіль (куток спеціальний "Маунтинг-райлс" - вертикальний)	м.п.	15,33	4,5	69,00
3	Z-профіль (куток спеціальний "Стилстадс новий" - горизонтальний)	м.п.	20,19	2,2	44,42
4	Куток фасонний "Дистанція" – консоль	шт.	8,41	4	33,63
5	Дюбеля Hilti (для кріплення в основу)	шт.	2,67	4	10,67
6	Саморізи Hilti S-MDO1Z 4.8x13 (для кріплення вертикали)	шт.	0,13	12	1,60
7	Саморізи Hilti S-MDO1Z 6.3x19 (для кріплення Z-профілю до консолі)	шт.	0,38	7	2,63
8	Утеплювач Техновент Стандарт (80 кг/м³, 200 мм)	м²	133,25	1,03	107,64
9	Вітробар'єр Juta	м²	5,75	1	5,75
10	Віконні обрамлення, розгортка, орієнтовний розрахунок (матеріал + робота + монтаж)	м.п.	87,5	0,22	19,25
11	Монтажні роботи / шефмонтаж.	м²	135,42	1	135,42
12	Робочий проект обличкування фасаду будівлі	м²	20,00	1	20,00
Загалом приблизна вартість системи утеплення з каменем «СКАНРОК»			грн/м²		609,95

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)					
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:		45,78	кВт·г/м²рік	
Опалювальна площа	5 139	м²	=	235 287	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,62	грн /кВт·г	=	145 878	грн/рік
Інвестиції:					
Розробка/Планування			98 427	грн	
Управління Проектом			24 607	грн	
Обладнання			799 722	грн	
Встановлення			307 585	грн	
Всього інвестицій			1 230 342	грн	
Чиста економія			145 878	грн/рік	
Простий строк окупності			8,4	років	
Дисконтований строк окупності			13,2	років	
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			11,7		
Чиста приведена вартість (NPV)			714 461	грн	
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			0,58		

Захід №3. Модернізація дахового перекриття

Існуюча ситуація

Дах плоский з м'яким покриттям. Існуючий стан даху незадовільний, на момент проведення енергетичного аудиту були наявні ознаки протікання стелі. Утеплення не проводилось.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1,3 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

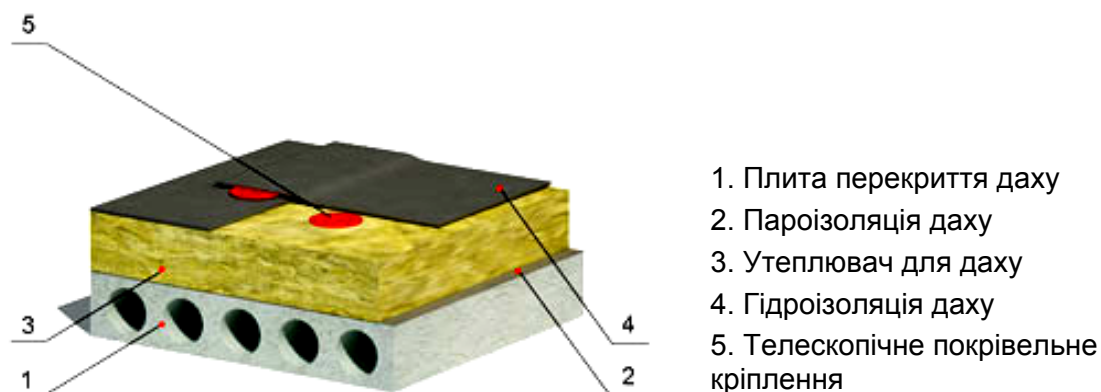
Опис заходу

Утеплення даху грає значну роль в підвищенні комфортності приміщення, поліпшенні його мікроклімату. Крім того, правильно підібрана теплоізоляція збільшує термічний опір захисної конструкції, що дозволяє знизити витрати на опалення за рахунок зменшення тепловтрат.

Заходом передбачається утеплення даху плитами з базальтової мінераловати. Для запобігання проникненню пари з житлових приміщень в підпокрівельний простір планується прокласти пароізоляційний шар. Таким чином, структура утеплення наступна: паробар'єр, утеплювач, гідробар'єр.

Структура утеплення дахового перекриття приведена на **рисунку 7.1.4**.

Рисунок 7.1.4. Структура утеплення дахового перекриття



Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{i3}=100$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R_{cp} = 2,94$ м²К/Вт.

Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає 3 447 м².

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:	31,43		кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	5 139 м ²	=	161 542	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,62 грн/кВт·г	=	100 156	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		84 220		грн
Управління Проектом		21 055		грн
Обладнання		684 291		грн
Встановлення		263 189		грн
Всього інвестицій		1 052 755		грн
Чиста економія		100 156		грн/рік
Простий строк окупності		10,5		років
Дисконтований строк окупності		19,7		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		9,2		
Чиста приведена вартість (NPV)		282 496		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,27		

Захід №4. Модернізація підвального перекриття

Існуюча ситуація

Стан технічного підпілля оцінюється як задовільний. Утеплення перекриття не здійснювалось.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Опис заходу

Утеплення виконується зі сторони технічного підпілля. При утепленні підвального перекриття рекомендовано використовувати пошарову систему утеплення.

Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу приведено на **рисунку 7.1.5**.

Рисунок 7.1.5. Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі застосування в якості теплоізоляційного матеріалу плит з базальтової мінераловати, товщиною $\delta_{із}=70 \text{ мм}$, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 3,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає $1\,049 \text{ м}^2$.

Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування. Орієнтовна вартість утеплення підвального перекриття, що отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції, приведена в **таблиці 7.1.3**.

Таблиця 7.1.3. Орієнтовна вартість утеплення підвального перекриття

№	Матеріал	Од. вим.	Ціна за од., грн без ПДВ	Витрати матеріалу на 1 м^2 фасаду	Загальна вартість, грн/ м^2 (без ПДВ)
1	Клеючий розчин Ceresit CT 80	кг	2,18	5,0	10,88
2	Мінераловатні плити, (70 мм, 125 кг/м^3)	м^2	49,98	1,0	49,98
3	Розчин Ceresit CT 80 - перший шар	кг	2,69	2,0	5,38
4	Сітка з скловолокна з спеціальною пропиткою	м^2	8,33	1,1	9,17
5	Розчин Ceresit CT 80 - другий шар	кг	2,69	2,0	5,38
6	Фарба ґрунтуюча Ceresit CT 16	л	12,49	0,3	3,75
7	Декоративний шар штукатурки Ceresit CT 35	кг	3,38	4,0	13,53
8	Роботи з монтажу	м^2	108,3	1,0	108,33
					206,40

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)					
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:		5,0		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	5 139	м²	=	25 711	кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	15 941	грн/рік
Інвестиції:					
Розробка/Планування			17 323		грн
Управління Проектом			4 331		грн
Обладнання			140 746		грн
Встановлення			54 133		грн
Всього інвестицій			216 532		грн
Чиста економія			15 941		грн/рік
Простий строк окупності			13,6		років
Дисконтований строк окупності			44,5		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			6,8		
Чиста приведена вартість (NPV)			-4 011		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,02		

Захід №5. Заміна вікон та балконних блоків

Існуюча ситуація

Будівля характеризується значною кількістю вікон великого розміру. Основна частка вікон в будівлі – з дерев'яними рамами, що мають значний строк експлуатації, відхилення в конструкції (дерев'яні рами вікон розсохлися, утворені значні щілини) та низький опір теплопередачі. Частина вікон в закладі вже замінено на металопластикові, найчастіше із застосуванням не енергоефективного типу склопакету, опір теплопередачі якого $R = 0,36 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих вікон складає $R = 0,34 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$, що не відповідає відповідному нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 0,56 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$ (згідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу

Найбільші втрати тепла відбуваються через старі вікна великих та середніх розмірів. Через незадовільний стан, рекомендується замінити існуючі вікна на металопластикові енергозберігаючі. Також проектом передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на енергозберігаючі.

Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний **на прикладі** використання енергоефективних вікон виробництва компанії «Віконда».

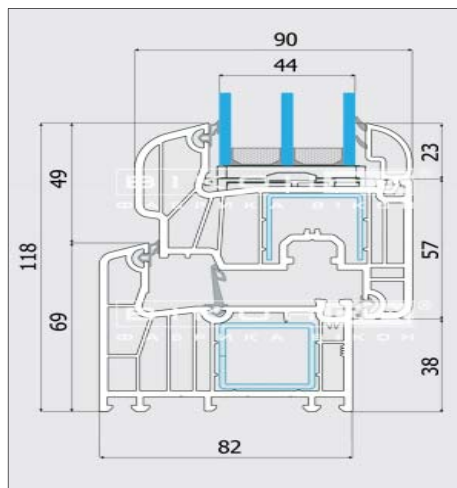
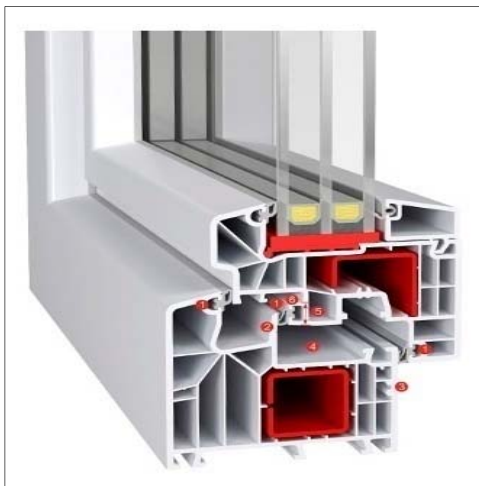
Сучасне вікно складається з профільної системи та склопакету. Порівняльна характеристика пропонованих профільних систем наведена в **таблиці 7.1.4**.

Таблиця 7.1.4. Порівняльні характеристики профільних систем

№	Показник	Віконда КЛАСИК	Віконда КОТЕДЖ
1	Кількість камер	3	6
2	Монтажна глибина	60 мм	82 мм
3	Опір теплопередачі	$R = 0,71 \text{ м}^2\text{К/Вт}$	$R = 0,85 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

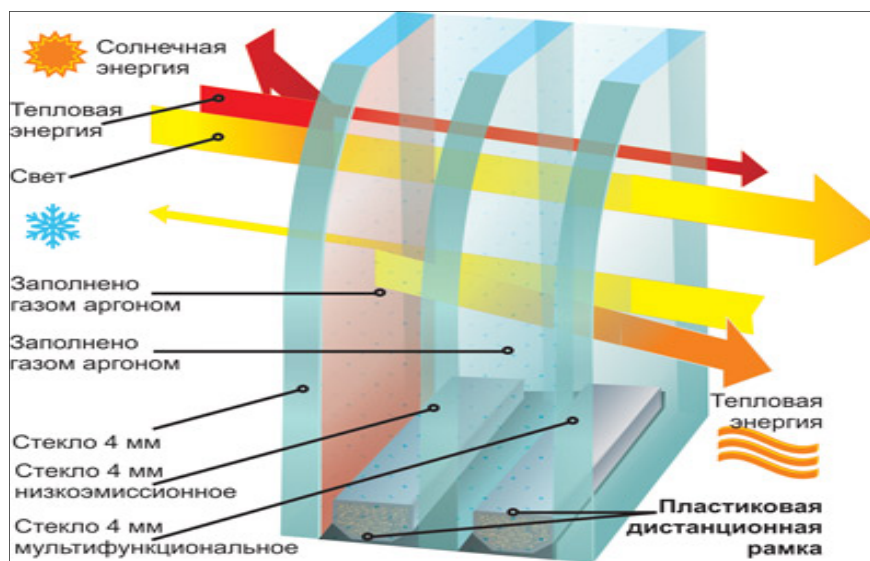
На **рисунку 7.1.6.** наведена віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».

Рисунок 7.1.6. Віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».



Задля забезпечення максимального енергозбереження рекомендується встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з енергозберігаючим двокамерним склопакетом з пластиковими дистанційними рамками (**рисунок 7.1.7**). Енергозберігаючі склопакети виробляють зі скла з напиленням іонів срібла (і-скло) та наповненням камер склопакету інертним газом аргоном.

Рисунок 7.1.7. Енергозберігаючий склопакет



Формула енергозберігаючого склопакету – 4i-16Ar-4-16Ar-4i; опір теплопередачі $R=1,2 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

В таблиці 7.1.5 приведені порівняльні характеристики склопакетів.

Таблиця 7.1.5. Порівняльна характеристика склопакетів

Тип склопакету	Формула склопакету	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт	Світлопроникність, %	Сонячний фактор, %	Індекс звукоізоляції, дБ
Однокамерний склопакет	4-16-4	0,32	83	79	30
TERMO tech	4-16п-4і	0,62	78	60	30
TERMO tech euro	4і-16Ar-4-16Ar-4і	1,2	69	54	32

Середньозважений опір теплопередачі вікна розрахований згідно формули:

$$R_{np} = \frac{F_{cn} + \sum_{i=1}^n F_i}{\frac{F_{cn}}{R_{\Sigma cn}} + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}}},$$

де F_{cn} – площа світлопрозорої частини, м²;

$R_{\Sigma i}$, F_i – опір теплопередачі та площа і-го непрозорого елементу.

Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,97$ м²·К/Вт.

Остаточний вибір типу енергозберігаючого склопакету відбудеться на етапі робочого проектування. Для розрахунку ефективності впровадження заходу проектом передбачається встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з двокамерним енергозберігаючим склопакетом типу TERMO tech euro. Вартість вікна, в залежності від розміру та функціональних можливостей отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції (таблиця 7.1.6).

Таблиця 7.1.6. Орієнтовна вартість вікон, грн

Двокамерний склопакет, профіль «Віконда КОТЕДЖ»

Розміри вікна	TERMO tech euro	CLIMA tech euro	ISO tech euro	MULTI tech euro
1,3x1,4	1 995	2 119	2 545	2 808
2,1x1,4	2 864	3 089	3 823	4 278
б/б (балконний блок)	3 098	3 317	4 072	4 534

В рамках реалізації заходу додатково передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на однокамерні енергозберігаючі склопакети TERMO tech. Формула склопакету (згідно ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель») – 4-16п-4і; опір теплопередачі $R=0,62$ м²·К/Вт. Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,6$ м²·К/Вт

Загальна площа вікон з дерев'яними рамами, що підлягає заміні, складає 857 м². Площа заміни склопакетів існуючих металопластикових вікон – 502 м².

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення: 45,62			кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	5 139	м ²	=	234 426
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	145 344
Інвестиції:				
Розробка/Планування	121 376			грн
Управління Проектом	30 344			грн
Обладнання	986 179			грн
Встановлення	379 300			грн
Всього інвестицій	1 517 198			грн
Чиста економія	145 344			грн/рік
Простий строк окупності	10,4			років
Дисконтований строк окупності	19,4			років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	8,8			
Чиста приведена вартість (NPV)	286 382			грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	0,19			

Захід №6. Часткова модернізація системи вентиляції

В будівлі передбачена проектом вентиляція для навчальних класів та кабінетів не експлуатується. Приплив повітря забезпечується через вікна та нещільності в дверях, видалення – за рахунок різниці тисків через вентиляційні канали, що виходять на дах.

Така організація системи вентиляції будинку призводить до втрат теплової енергії порядку 20-30% від загальних, що не забезпечує достатнього рівня енергозбереження в будівлі.

Опис заходу

При заміні вікон та утепленні фасаду будівлі гостро стане питання щодо забезпечення нормованого повітрообміну в закладі. Через герметичність енергозберігаючих вікон існуюча система вентиляції працювати не буде.

Для забезпечення нормованого повітрообміну, який відповідає санітарно-гігієнічним нормам, в приміщеннях з природною вентиляцією, де постійно перебувають люди, пропонується встановити локальні пристрої вентиляції з рекуператорами теплоти.

Локальна припливно-витяжна система вентиляції, монтується в верхній частині стіни, яка граничить із зовнішнім середовищем.

Вентиляція приміщень відбувається за рахунок того, що система відбирає повітря з приміщення та скидає його на зовні, одночасно з чим примусово нагнітає

свіже повітря до приміщення. При цьому повітряні потоки розділені між собою. За рахунок проходження повітряних потоків через систему мідних теплообмінників, розташованих всередині робочого модуля, тепле витяжне повітря віддає своє тепло холодному припливному.

Таким чином здійснюється ефективний повітрообмін приміщень (квартир) та забезпечується, завдяки рекуперації, енергозберігаючий ефект – приплив свіжого повітря без порушення теплового комфорту.

Коли вентиляція працює в літній період, в рекуператорі відбувається зворотній процес – кондиціювання.

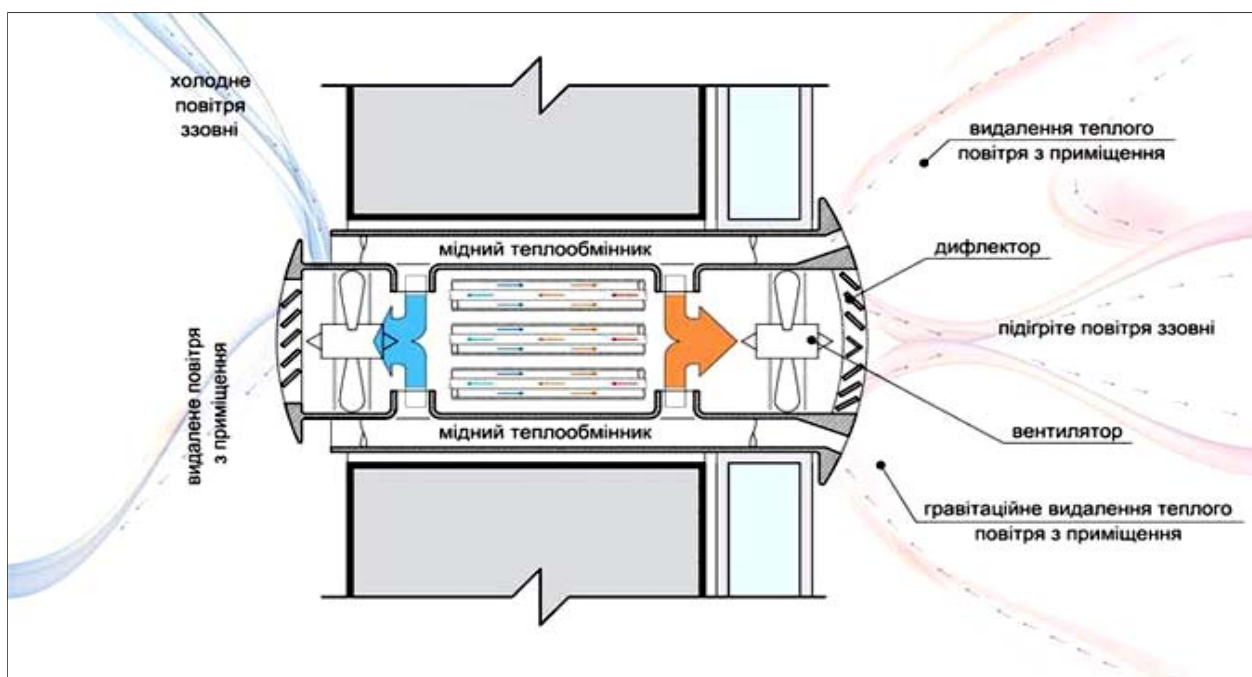
Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

Основні переваги децентралізованої системи вентиляції:

- Економія теплової енергії;
- Компактні габарити;
- Швидкість та легкість монтажу;
- Відсутність витратних матеріалів;
- Легкість та простота в управлінні та обслуговуванні;
- Можливість перевести роботу системи в безшумний нічний режим.

На **рисунку 7.1.8** наведена приклад децентралізованої системи вентиляції.

Рисунок 7.1.8. Схема децентралізованої системи вентиляції типу Прана



В **таблиці 7.1.7** наведені характеристики модельного ряду децентралізованої системи вентиляції типу Прана.

Таблиця 7.1.7. Характеристики модельного ряду децентралізованої системи вентиляції типу Прана

Найменування	Діаметр корпусу робочого модулю, мм	ККД, %	Добове споживання електроенергії, кВт·год	Об'єми повітрообміну при рекуперації, м³/год		
				приток	виток	ніч
Децентралізована система вентиляції «Прана-150»	150	67	0,007 – 0,032	125	115	25
Децентралізована система вентиляції «Прана-200G»	200	74	0,007 – 0,032	135	125	25
Децентралізована система вентиляції «Прана-340A»	340	54-78	0,030 – 0,110	540	520	-

Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний на прикладі «Прана-200G» (діаметр робочого модуля 200 мм) з розрахунку один пристрій на площу приміщення до 60 м².

Середньодобове споживання електроенергії одним пристроєм децентралізованої системи вентиляції складатиме 0,024 кВт·год.

Остаточний вибір обладнання децентралізованої вентиляційної системи повинен відбутися на стадії робочого проектування.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)			
Економія енергії:	Теплова енергія:	132 725	кВт·г/ рік
Вартість TE	062 грн/кВт·г =	82 290	грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		14 177	грн
Управління Проектом		3 544	грн
Обладнання		115 190	грн
Встановлення		44 304	грн
Всього інвестицій		177 216	грн
ЕіО видатки на рік		3 482	грн/рік
Чиста економія		78 807	грн/рік
Простий строк окупності		2,2	років
Дисконтований строк окупності		2,5	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		44,3	
Чиста приведена вартість (NPV)		540 551	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		3,05	

Захід №7. Модернізація системи освітлення

Опис існуючого стану

Система освітлення закладу складається переважно з ламп розжарювання (800 шт.), що мають досить високий рівень енергоспоживання – 96% від загального споживання на освітлення, низьку світловіддачу та короткий термін служби.

Опис заходу

Світлодіодне освітлення – альтернативна технологія штучного освітлення, що заснована на використанні світлодіодів в якості джерела світла. Це новий вид освітлення, принцип та робота якого, кардинальним чином відрізняється від інших.

Заходом пропонується модернізація системи внутрішнього освітлення шляхом заміни ламп розжарювання, що встановлені в коридорах, кабінетах та підсобних приміщеннях (за винятком приміщень, де перебувають діти) світлодіодними лампами. Кількість ламп, що підлягає заміні – 133 шт.

Економічний ефект проекту забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення.

Також додатковим ефектом є покращення якості освітлення.

Переваги освітлення на основі світлодіодних ламп

Економія

При однакових параметрах світлового потоку, споживання електричної енергії світлодіодною лампою в 10 разів менше, ніж у лампи розжарювання, та більш ніж в 2 рази менше, ніж у люмінесцентної лампи.

Якість світла

За допомогою світлодіодної лампи створюється потік світла найбільш приближений до сонячного, природного освітлення. В світлодіодній лампі відсутній ефект мерехтіння, що не викликає втоми очей.

Екологічна чистота

Робоче середовище сучасних енергозберігаючих ламп заповнюється парами ртуті. Світлодіоди не містять ртуті та є безпечними для зовнішнього середовища. Такі лампи безпечні та прості у використанні, зберіганні, транспортуванні та утилізації.

Термін роботи

Термін експлуатації світлодіодної лампи складає приблизно 50000 годин. Внаслідок чого час роботи світлодіодних ламп складає :

- при 6 годинах на добу = 22,8 років;
- при 12 годинах на добу = 11,4 років;
- при 24 годинах на добу = 5,7 років.

Установка світлодіодної лампи не потребує регулярної роботи по заміні не тільки самої лампи, але й пускових пристроїв.

Механічна міцність

Лампи розжарювання та люмінесцентні лампи мають в своїй конструкції тонкі вольфрамові нитки розжарювання, при механічних коливаннях (удари, тряски) нитка обривається, що призводить до втрати працездатності лампи. Світлодіодна лампа стійка до подібних механічних втручань та не має в своїй конструкції крихкого скла.

Температурний режим

Світлодіодна лампа включається при температурі зовнішнього середовища від +40 до -25 °С. Це дозволяє використовувати лампу в приміщеннях з низькою температурою та на вулиці.

Стійкість до перепадів напруги

Напруга в сучасних електричних мережах не стабільна та складається з постійних комутаційних перешкод, що викликають перепади напруги. В порівнянні з люмінесцентною лампою світлодіодна лампа, в силу свого устрою, практично не чутлива до зміни напруги живлення.

Простота установки

Світлодіодна лампа не потребує для своєї роботи додаткових пускових пристроїв, які необхідні для роботи люмінесцентної лампи (дросель, стартер, конденсатор).

Недоліки освітлення на основі світлодіодних ламп

Світлодіодні лампи «прямої заміни» ламп розжарювання по прийнятній ціні та якісним характеристикам на даний момент відсутні. Недостатньо вивчені біологічний вплив нових джерел світла.

Наприклад, недопустиме застосування світлодіодних світильників з корельованою колірною температурою понад 3500 К в палатах інтенсивної терапії, в кабінах машиністів, в дитячих і шкільних закладах через спектральний склад світла («синя небезпека»).

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії		
Економія енергії:	Електрична енергія: 7 058	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,95 грн/кВт·г = 6 684	грн/рік
Інвестиції:		
Розробка/Планування	1 192	грн
Управління Проектом	298	грн
Обладнання	9 682	грн
Встановлення	3 724	грн
Всього інвестицій	14 895	грн
Чиста економія	6 684	грн/рік
Простий строк окупності	2,2	років
Дисконтований строк окупності	2,5	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	44,8	
Чиста приведена вартість (NPV)	55 915	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	3,75	

7.2. Запропоновані енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоємності та очікуваної економії теплової енергії. Економічні показники заходів зведені в таблицях 7.2.1 - 7.2.2.

Таблиця 7.2.1. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 1

ЗОШ №69 по вул. Ладозька, буд.2 м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 5 139 м²		
Енергоефективні заходи	Інвестиції	Чиста річна економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довіdkовo)
Пакет 1	тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1. Часткова модернізація системи опалення	77,9	67 404	41,8	1,9	3,89	1,1
2. Заміна вікон та балконних блоків	1 517,2	257 148	159,4	9,5	0,30	5,6
3. Часткова модернізація системи вентиляції	177,2	126 594	77,3	2,3	2,97	1,3
4. Часткова модернізація системи освітлення	14,9	7 058	6,7	2,2	3,75	1,3
Всього	1 787,2	458 204	285,2	6,3	0,75	3,7

Таблиця 7.2.2. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 2

ЗОШ №69 по вул. Ладозька, буд.2 м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 5 139 м²		
Енергоефективні заходи	Інвестиції	Чиста річна економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довіdkовo)
Пакет 2	тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1. Комплексна модернізація системи опалення	763,2	122 661	76,0	10,0	-0,09	5,9
2. Модернізація фасаду	1 230,3	235 287	145,9	8,4	0,58	5,0
3. Модернізація дахового перекриття	1 052,8	161 542	100,2	10,5	0,27	6,2
4. Модернізація підвального перекриття	216,5	25 711	15,9	13,6	-0,02	8,0
5. Заміна вікон та балконних блоків	1 517,2	234 426	145,3	10,4	0,19	6,1
6. Часткова модернізація системи вентиляції	177,2	129 048	78,8	2,2	3,05	1,3
7. Часткова модернізація системи освітлення	14,9	7 058	6,7	2,2	3,75	1,3
Всього	4 972,1	915 733	568,9	8,7	0,36	5,1

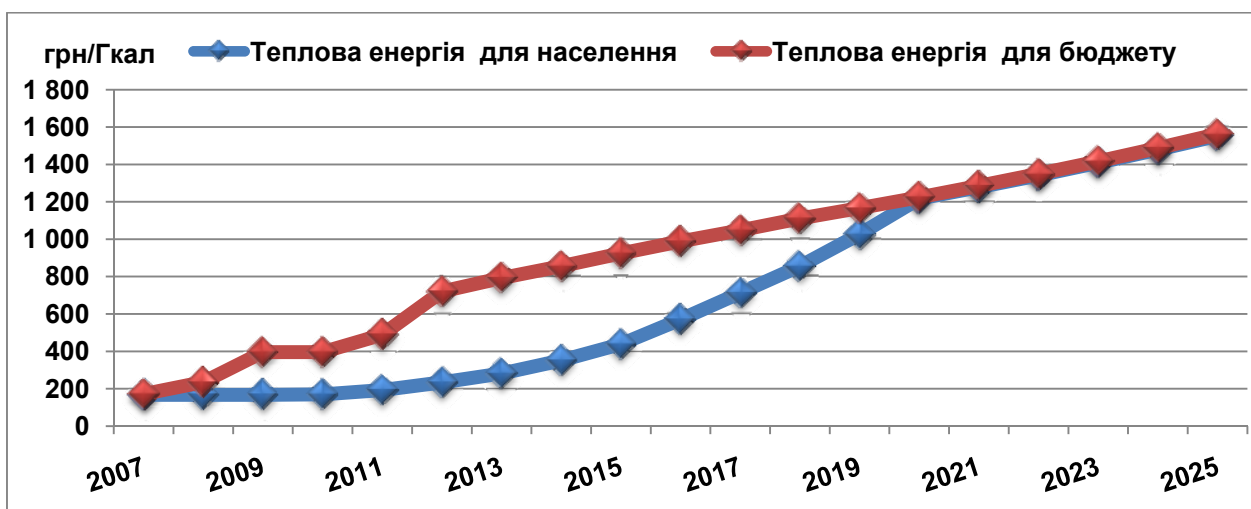
* - базована на ставці дисконтування 7 %.

** - розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

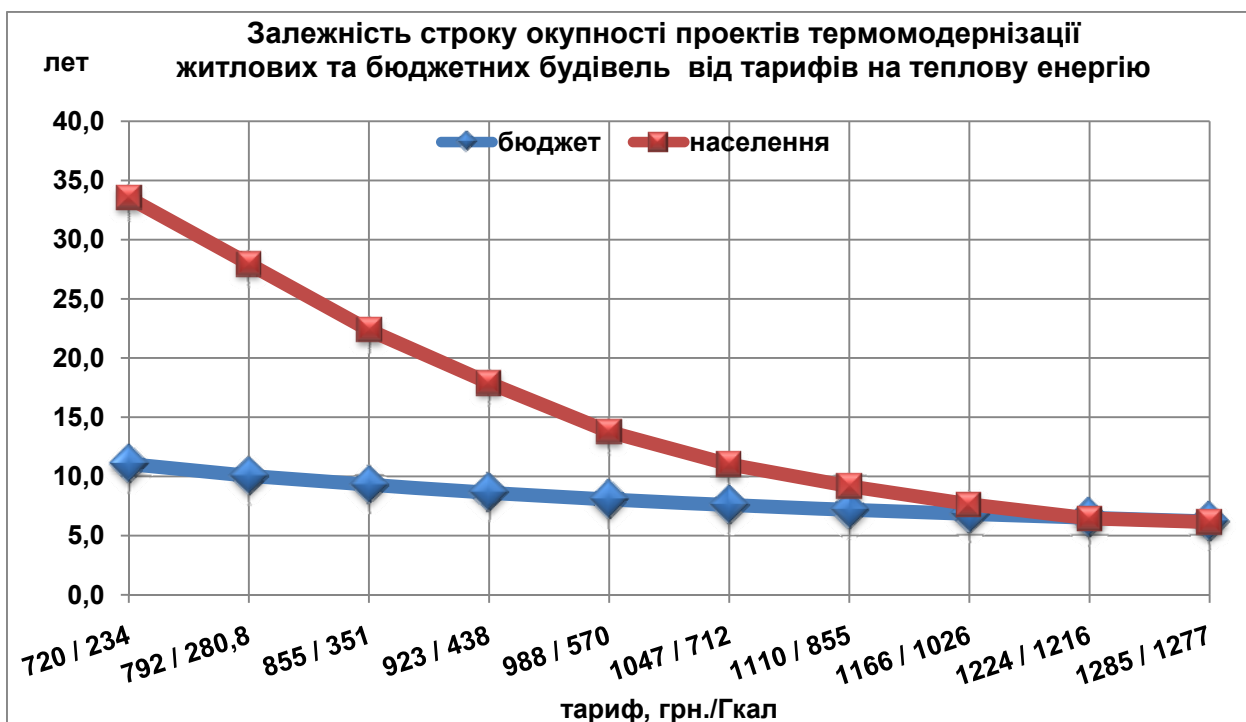
Усі базові розрахунки показників економічної ефективності проектів термомодернізації виконано по тарифам на теплову та електричну енергію 2012 року.

Нижче приведено прогноз росту тарифів на теплову енергію на період до 2025 року. Оскільки основною схемою фінансування термомодернізації бюджетних та житлових будівель буде залучення кредитних ресурсів на 15 років (2014 - 2025 рр.), то для розрахунків з урахуванням росту тарифів пропонується вибрати тариф 2020 року.

Ці розрахунки окупності проектів термомодернізації наведено довідково, для урахування зниження терміну окупності проектів внаслідок росту тарифів.



Окупність проектів термомодернізації залежить від вартості теплової енергії. На прикладі типового проекту на графіку нижче наведена залежність строку окупності від тарифу на теплову енергію.



Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Тому, **в якості базового, пропонується Пакет 2 енергозберігаючих заходів.**

Додатково після впровадження заходів очікуються наступні покращення:

- постійне забезпечення протягом опалювального періоду нормованих температур внутрішнього повітря у всіх приміщеннях будівлі, покращення умов теплового комфорту перебування людей;
- забезпечення регулювання необхідних параметрів внутрішнього повітря у приміщеннях з урахуванням інтенсивності сонячного випромінювання і контролю температури у приміщеннях протягом усього опалювального періоду залежно від температури зовнішнього повітря, автоматичне регулювання подачі теплоти у періоди потепління;
- зведення до мінімуму аварійних ситуацій, проривів трубопроводів та витоків теплоносія;
- значне зниження платежів за енергоресурси;
- підвищення строку експлуатації будівлі та кращого зовнішнього вигляду за рахунок архітектурного оздоблення.

В **таблиці 7.2.3** наведені показники економії енергії, що отримані згідно Пакету 2 відносно базового споживання, з розділенням на окремі потреби.

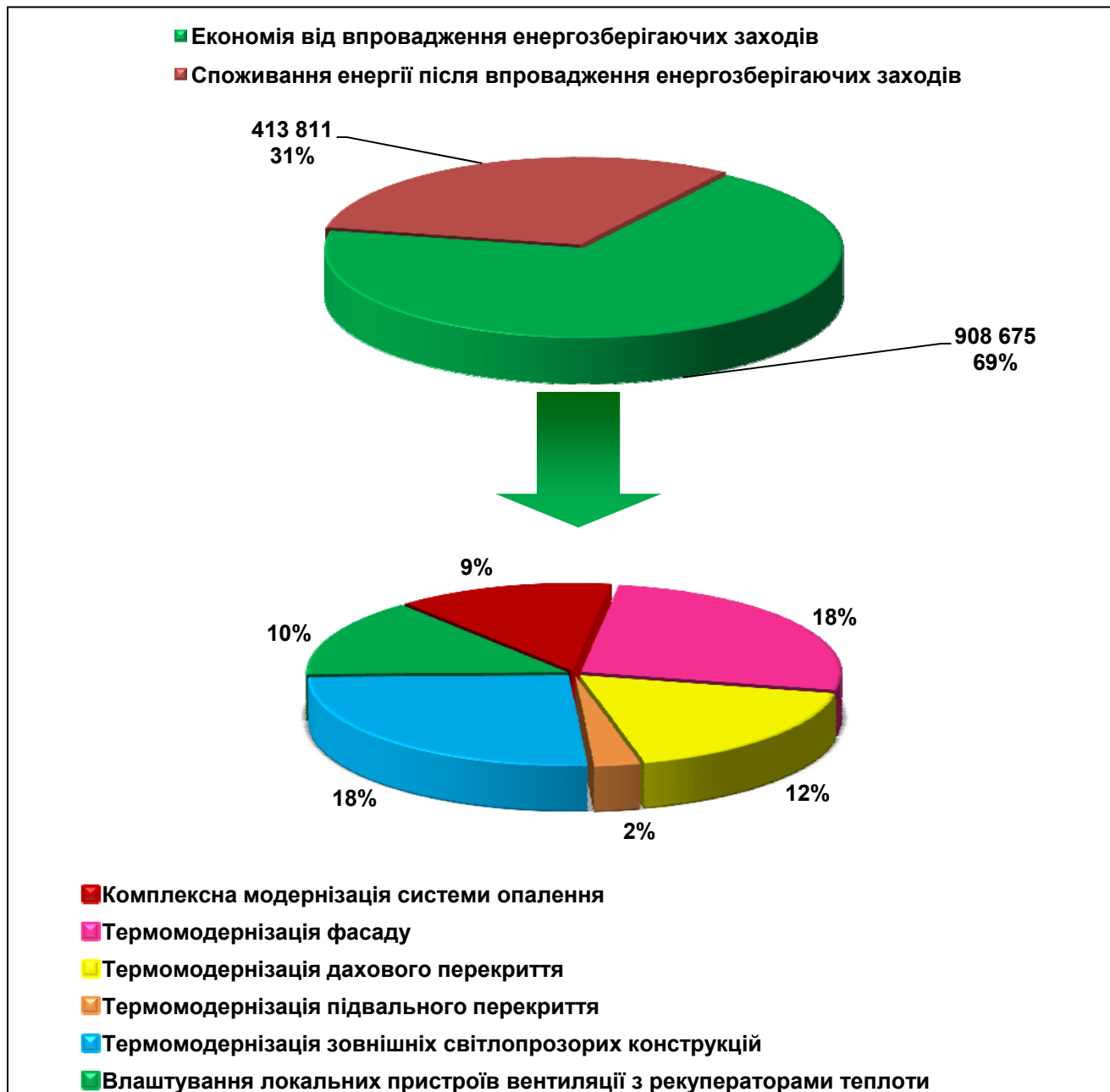
Таблиця 7.2.3. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	1 322 486	413 811	908 675
Електроенергія	кВт·год	34 822	27 763	7 058

Зниження споживання енергії на опалення внаслідок впровадження енергозберігаючих заходів доцільно виразити у відсотках від базового споживання енергії будівлею.

На **рисунку 7.2.1** зображено структуру економії теплової енергії на опалення після впровадження енергоефективних заходів. Споживання теплової енергії знизиться на **69 %** від базового споживання будівлею на опалення, розрахованого при дотриманні нормативних умов.

Рисунок 7.2.1. Баланс економії спожитої теплової енергії на опалення будів-
лею, кВт·год/рік



8. Енергетичний баланс

Споживання енергії «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів підсумовані в наступному енергетичному балансі в **таблицях 8.1 – 8.2**.

Таблиця 8.1. Річне енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

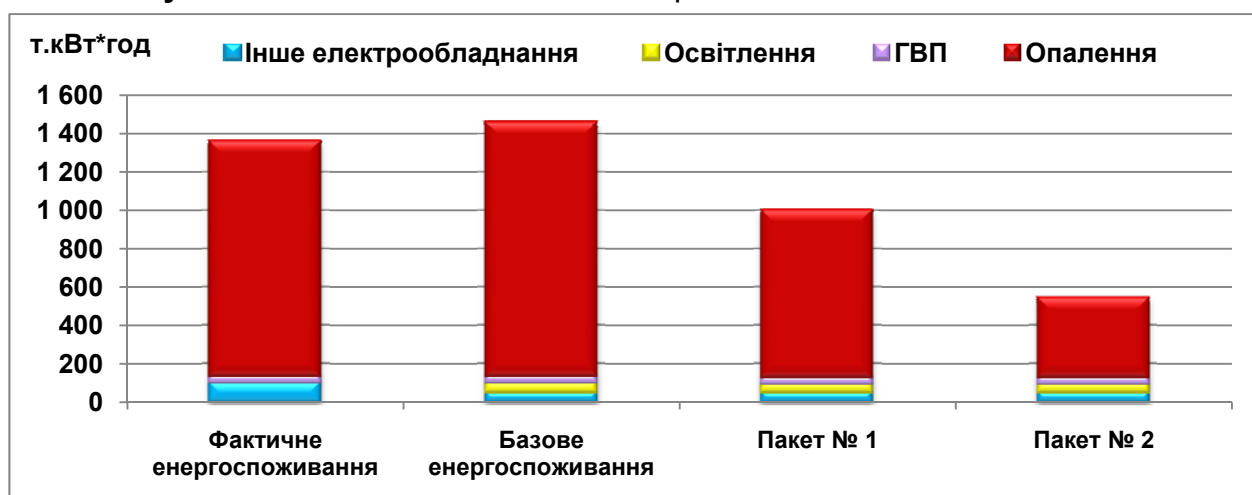
Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	тис. кВт·год/рік			
Опалення	1 225,0	1 322,5	871,340	413,8
ГВП	34,9	34,9	34,9	34,9
Освітлення		51,4	44,3	44,3
Інше електрообладнання	100,8	49,4	49,4	49,4
Всього	1 360,7	1 458,2	1 000,0	542,4

Таблиця 8.2. Питоме енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	кВт·год/м²рік			
Опалення	238,4	257,4	169,6	80,5
ГВП	6,8	6,8	6,8	6,8
Освітлення		10,0	8,6	8,6
Інше електрообладнання	19,6	9,6	9,6	9,6
Всього	264,8	283,8	194,6	105,6

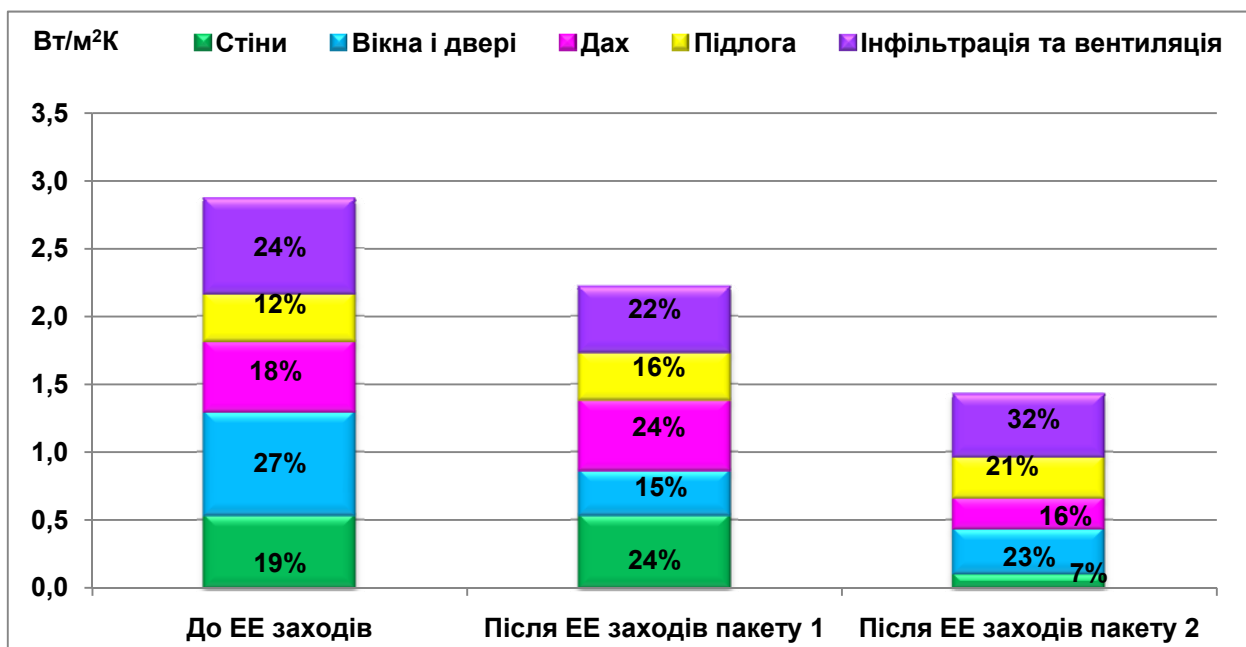
На **рисунку 8.1** приведено структури споживання енергії «до» та «після» впровадження пакетів енергоефективних заходів. Пакет 1 енергоефективних заходів дозволяє знизити споживання від базового рівня на **31%**, а Пакет 2 на **63 %**.

Рисунок 8.1. Баланс споживання енергії



На **рисунках 8.2** приведено баланс витрат на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів. Основна доля тепловитрат будівлі «до» проведення енергоефективних заходів складає 19 % через стіни, 27 % через вікна та 24 % на підігрів вентиляційного повітря і на інфільтраційні тепловтрати.

Рисунок 8.2. Баланс втрат теплової енергії на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів по огорожувальним конструкціям будівлі



9. Екологічні вигоди

Впровадження енергоефективних заходів в будівлі ЗОШ №69 по вул. Ладозька, 2 призведе до зниження споживання теплової та електричної енергії. Зниження споживання енергоресурсів у споживачів сприяє непрямому (опосередкованому) зменшенню викидів парникових газів в місцевій системі теплопостачання.

Результати від впровадження ЕЕ заходів

Обраний пакет	Економія теплової енергії, кВт·год/рік	Економія електричної енергії, кВт·год/рік	Разом економія, кВт·год/рік
Пакет №2	908 675	7 058	915 733

Непряме зменшення викидів CO₂ шляхом економії тепла у споживачів розраховується за наступними формулами:

$$\text{Зменшена подача енергії} = \frac{1 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ зекономленого тепла}}{(1 - \text{показник втрат в мережі}) \cdot \text{показник ефективності генерації}}$$

$$\text{Зменшення викидів} = \text{Зменшена подача енергії палива} \cdot \text{коефіцієнт викидів}$$

Вихідні дані для розрахунку обсягів зниження викидів наведені в **таблиці 9.1.**

Таблиця 9.1. Вихідні дані для розрахунку

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Середній показник ефективності генерації теплової енергії по підприємству		0,9
2	Середні втрати в теплових мережах по підприємству	%	12
3	Вид палива, що використовується для виробництва теплової енергії		Природний газ
4	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу*	тонн/МВт·год	0,202
5	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні**	тонн/МВт·год _е	0,896

* - стандартні коефіцієнти викидів при спаленні викопного палива наведені в Посібниках Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК, 2006 рік).

** - коефіцієнт викидів CO₂ для ОЕС України наведений у звіті «Standardized emission factors for the Ukrainian electricity grid» (Version 5, 02 February 2007) developed by Global Carbon B.V.

Результати розрахунків наведені в **таблицях 9.2 - 9.3.** Розрахункові показники економії енергії та пов'язаного з цим зменшення обсягу викидів CO₂ емісії від впровадження енергоефективних заходів наведені в **таблиці 9.4.**

Таблиця 9.2. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії теплової енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія теплової енергії	кВт·год/рік	908 675
2	Зменшена подача енергії палива	кВт·год/рік	1 147 316,6
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу	тонн/МВт·год	0,202
4	Зменшення викидів CO ₂	тонн/рік	231,8

Таблиця 9.3. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії електричної енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія електричної енергії	кВт·год/рік	7 058
2	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні	тонн/МВт·год _е	0,896
3	Зменшення викидів CO ₂	тонн/рік	6,3

Таблиця 9.4. Розрахункові показники зменшення обсягу викидів CO₂

Зменшення викидів CO₂ від впровадження ЕЕ заходів

Обраний пакет	Зменшення викидів (економія теплової енергії), тонн/рік	Зменшення викидів (економія електричної енергії), тонн/рік	Разом, тонн/рік
Пакет №2	231,8	6,3	238,1

10. Впровадження та організація

Реалізація проекту повинна здійснюватися в 4 етапи:

- розробка робочого проекту модернізації існуючої будівлі;
- придбання встаткування і матеріалів;
- монтажні роботи;
- налагодження встаткування та введення в експлуатацію.

На **першому етапі** здійснюється виконання проектних робіт з модернізації існуючої будівлі починаючи з розробки ТЕО та технічного завдання на проектування. Виконується вибір постачальників матеріалів, надходять комерційні пропозиції виробників, формуються замовлені специфікації, складається кошторисна документація.

На **другому етапі** здійснюється придбання енергозберігаючих вікон, радіаторів допоміжного устаткування; матеріалів для утеплення фасаду, підвального перекриття та горища; вибір генпідрядника на виконання робіт.

На **третьому етапі** здійснюється модернізація існуючої будівлі, демонтаж старих вікон, радіаторів, заміна обладнання абонентського введення будівлі, монтаж енергозберігаючих вікон та монтаж радіаторних систем. Виконуються роботи по утепленню фасаду, підвального перекриття та горища, зовнішнє оздоблення захисним матеріалом.

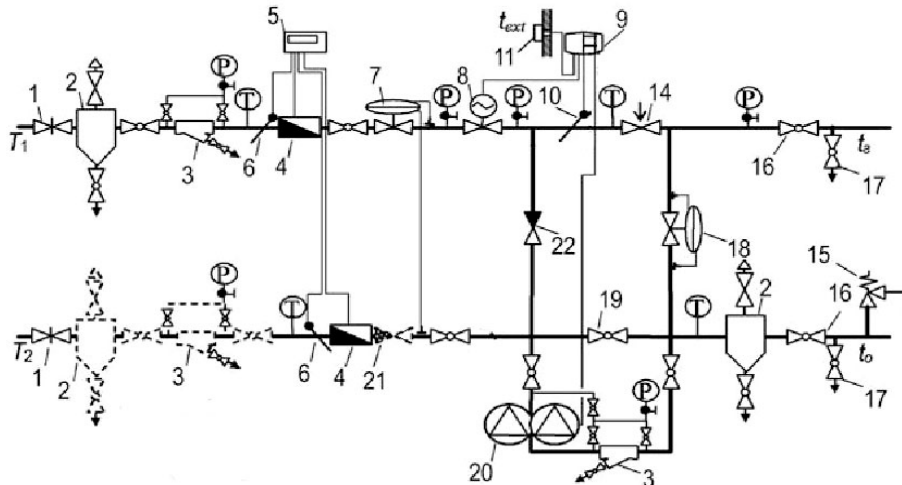
На **четвертому етапі** виконуються налагоджувальні роботи випробування нових радіаторів на міцність, проводиться тепловізійна зйомка об'єкту в опалювальний період, здача об'єкту в експлуатацію.

Інвестиційний план, що включає склад і зміст основних етапів робіт, вартість капвкладень, наведено в **таблиці 10.1**.

Таблиця 10.1. Інвестиційний план

№ етапу	Найменування робіт	Строк (міс.)	Вартість (грн.)	Виконавець
1	Проектні роботи			
	Розробка проектної документації	3	497 212	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	облаштування "керамічного вентилязованого фасаду"			
	облаштування даху			
	модернізація системи опалення			
	утеплення даху			
	утеплення підвального перекриття			
2	Поставка матеріалів та устаткування			
	Поставка матеріалів	2	3 480 482	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	поставка біметалічних радіаторів			
	поставка енергозберігаючих вікон			
	поставка матеріалів для утеплення даху			
	поставка матеріалів для утеплення фасаду			
	поставка матеріалів для утеплення підвального перекриття			
3	Монтажні роботи			
	Монтажні роботи	6	745 818	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	демонтаж існуючих вікон			
	демонтаж існуючих радіаторів			
	встановлення енергозберігаючих вікон			
	встановлення біметалічних радіаторів			
	підготовчі роботи перед утепленням даху			
	підготовчі роботи перед утепленням фасаду			
	підготовчі роботи перед утепленням підвального перекриття			
	укладання шару утеплювача			
	зовнішнє оздоблення захисним матеріалом			
4	Пуско-налагоджувальні роботи			
	Пуско-налагоджувальні роботи	1	248 606	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	випробовування нових радіаторів на міцність			
	тепловізійна зйомка будівлі в опалювальний період			
	здача об'єкту в експлуатацію			
	Усього	12	4 972 117	Підрядник

Додаток А.
Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента *



1 - клапан, що відключає, 2 - грязьовик, 3 - фільтр, 4 - витратомір, 5 – тепловий лічильник, 6 - датчик температури теплоносія, 7 - регулятор перепаду тиску, 8 - клапан регулятора теплового потоку, 9 - електронний регулятор, 10 - датчик температури, 11 - датчик зовнішнього повітря, 14 - регулюючий вентиль системи опалення, 15 - запобіжний клапан, 16 – відключаюча арматура, системи опалення, 17 - спускні (дренажні) крани, 18 - пропускний клапан, 20 - насосна група, 21, 22 - зворотний клапан.

*** - джерело Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: II «Такі справи», 2008. – 252 с. (с. 35 – 52, 81 - 90).**

Регулятор перепаду тиску (7) захищає тепломережу від гідравлічного розрегулювання. Захищає систему опалення від коливання тиску в тепломережі. Підтримує постійний перепад тиску й постійний зовнішній авторитет на клапані регулятора теплового потоку (8), створюючи найкращі умови регулювання. Обмежує разом з (8) максимальні витрати теплоносія в абонента. Забезпечує механічну працездатність електропривода клапана (8), тому що підтримує постійний перепад тиску на затворі клапана (8), дорівнює розрахунковим умовам.

Місце установки витратоміра (4) залежить від вимог виробника й вимог організації, що забезпечує тепло. Так, наприклад, ультразвуковий витратомір нечутливий до забруднень теплоносія й по вказівках виробника може бути встановлений як на подавальному, так і на зворотному трубопроводі. На вимогу організацій, що забезпечують тепло найчастіше необхідно встановлювати витратомір на подавальному й на зворотному трубопроводах одночасно.

Клапан регулятора теплового потоку (8) змінює подачу теплоносія з тепломережі для підмішування з охолодженим теплоносієм зі зворотного трубопроводу, забезпечуючи необхідну температуру теплоносія на вході в систему опалення. Клапан регулюється електроприводом (актуатор), що управляється електронним регулятором ECL. Привод вибирають повільний – з часом переміщення штока, наприклад, 14 с/мм. Це викликано тим, що система опалення є інерційним об'єктом регулювання й не вимагає миттєвої зміни параметрів теплоносія, крім того, при цьому не утворюються гідравлічні удари.

Пропускний клапан (18) забезпечує циркуляцію теплоносія по малому циркуляційному контуру (через себе) при закритих терморегуляторах двотрубної систе-

ми опалення зі змінним гідравлічним режимом. У цей момент клапан регулятора теплового потоку 8 закривається, тому що температура в малому циркуляційному контурі буде постійна й дорівнює необхідному значенню. Крім того, даний клапан стабілізує тиск теплоносія, частково поліпшуючи роботу терморегуляторів (тільки при їхньому закритті). Застосовують при використанні автоматично нерегульованих насосів, нездатних працювати при нульовій витраті. В однотрубних та двотрубних системах опалення з постійним гідравлічним режимом не встановлюють.

Опис установки ІТП

Теплоносій з теплової мережі по подавальному трубопроводу поступає до теплового вузла з робочими параметрами, які забезпечує джерело тепла. Для можливості візуального контролю параметрів мережевого теплоносія на вводі встановлюються показуючі манометри і термометри. Витрата теплоносія в мережі і кількість спожитої теплової енергії вимірюється і реєструється існуючим лічильником теплової енергії.

Система управління забезпечує здійснення опалення будівлі в двох режимах – робочому і ощадному.

В робочому режимі теплоносій з теплової мережі поступає в систему опалення після перетворення його температури відповідно до поточних погодних умов таким чином, щоб підтримувався режим опалення згідно температурного графіку 95/70 °С. Пониження температури мережевого теплоносія відбувається за рахунок підмішування до подавального трубопроводу зворотної води через змішувальну перемичку. Контролер порівнює фактичні температури зовнішнього повітря і теплоносія, що надходить до системи опалення, за заданими кривою опалення значеннями і через прохідний регулюючий клапан з електроприводом регулює кількість води, яка поступає з зовнішньої теплової мережі до вузла змішування.

Для подолання гідравлічного опору обладнання ІТП по стороні системи опалення і опору системи опалення та здійснення процесу підмішування зворотної води використано циркуляційний малoshумний насос мокрого ходу.

Проектна витрата теплоносія в системі опалення встановлюється за допомогою ручного дроселюючого клапана в процесі налагодження ІТП.

В ощадному режимі опалення здійснюється по пониженому температурному графіку. Рівень пониження температурного графіка може бути змінений обслуговуючим персоналом під час експлуатації системи. Ощадний режим реалізується автоматично з використанням добового і тижневого таймера, а також переходом вручну на чергове опалення на тривалі періоди часу і, відповідно, поверненням вручну до робочого (автоматичного) режиму опалення.

Для можливості проведення гідравлічної наладки ІТП використовуються дросельно/запірні клапани з дисковим затвором, шкалою положень диска і фіксуємим пристроєм, а в точках, де проходить зміна параметрів теплоносія, встановлюються показуючі манометри і термометри. Для контролю стану забруднення гідравлічної арматури в характерних точках трубопроводу передбачено монтаж триходових кранів для манометрів.

Захист обладнання ІТП і системи опалення від забруднення забезпечується використанням сітчастого водяного фільтра на подавальному трубопроводі перед витратоміром вузла обліку і на зворотному трубопроводі перед циркуляційним насосом по ходу води.

Освітлення, вентиляція і каналізаційні стоки ІТП прийняті в існуючому виконанні.

Тепловий вузол після монтажу обладнання і частин трубопроводу підлягає гідравлічному випробуванню пробним тиском 1,5 МПа протягом 1 год та промивці водою.

Після проведення випробувань під тиском поверхні труб та підпор повинні бути покриті щонайменше в два шари стійкою до корозії фарбою і, після цього, теплоізоляцією з мінеральної вати або підпресованого поліуретану. Теплопровідність ізоляційного матеріалу не повинна перевищувати $0,034 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Мінімальна товщина ізоляції 50 мм. Під час проведення робіт ізоляційні матеріали і поверхня труб повинні бути сухими.

Монтаж, налагодження і пуск теплового вузла в експлуатацію повинні здійснюватися кваліфікованим персоналом і під контролем тепlopостачальної організації.

Додаток Б.
Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні
СФТО «Сканрок»

СФТО «Сканрок» є багат шаровою вентиляованою конструкцією з утеплювачем із мінераловатних плит, металевим підконструкційним кріпильним каркасом та індустріальними личкувальними елементами, виготовленими із дрібнозернистого високомарочного кольорового бетону. Ця система використовується в обличкуванні зовнішніх огорожувальних конструкцій і декоративному опорядженні будинків та споруд різного призначення заввишки до 25 поверхів з метою економії енергоресурсів.

Утеплювач являється невід'ємною частиною СФТО. Найбільш поширеними видами теплоізоляційних матеріалів використовуваних в СФТО являються утеплювачі на основі базальтових та скляних волокон.

Структура волокон в виробках буває повздовжньої, вертикальної та змішаної орієнтації. Густина виробів із скловолокна знаходиться у межах від 9 до 140 кг/м³, а виробів із мінеральних волокон – від 20 до 240 кг/м³. Теплопровідність матеріалів залежить від густини і дорівнює 0,032 – 0,042 Вт/м² а паропроникнення – близько 0,25 – 0,50 мг/(м.ч.Па).

Найголовнішою властивістю волокнистих утеплювачів являється негорючість. При температурі до +250 °С вироби зберігають свою міцність. Головним недоліком волокнистих утеплювачів – це втрачання теплоізоляційних властивостей у випадку збільшення вологості в його товщині. В СФТО, для рішення цієї проблеми передбачається наявність вентиляційного каналу (в СФТО «Сканрок» товщина вентиляційного каналу, згідно з ТУ дорівнює не менше 40 мм).

В СФТО «Сканрок» наявність вентиляційного каналу (прошарку) забезпечує оптимальний тепловий режим фасаду. Відомо, що накопичення вологи в товщі конструкції – головна причина погіршення теплоізоляційних характеристик і руйнування конструкції у процесі експлуатації. Адже при нормальній вологості приміщення волога, за рахунок термовологодифузії завжди потрапляє в товщу конструкції. В цьому випадку (в вентфасадах) вона проходить через всю конструкцію і виноситься через вентиляційний канал (прошарок).

З метою захисту утеплювача від інфільтрації використовується вітробар'єр мембранного типу.

Високі теплотехнічні показники СКАНРОК дозволяють економити до 40% енергоресурсів на кондиціонування та опалення, а також підтримувати комфортний мікроклімат в приміщеннях цілий рік.

Утеплення будівлі захищає від стіни від осадків, температурних перепадів, ультрафіолетових промінів та механічних навантажень, що сприятливо позначається на довговічності стін та значно подовжує термін експлуатації будівлі.

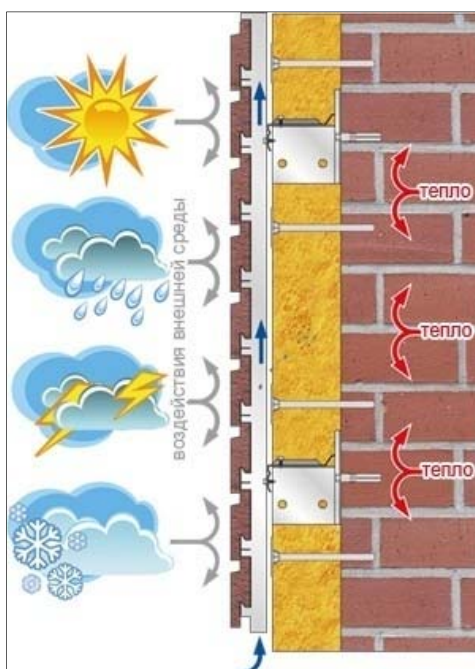
Морозостійкість фасадного каменя складає у більш ніж 150 циклів в комплексі з високою якістю дозволяють експлуатувати систему в різних кліматичних умовах.

Конструкція системи компенсує процеси природної усадки будівлі та сейсмічні навантаження без руйнування фасаду.

Основні переваги системи «керамічний вентиляований фасад»

- широка можливість кольорових комбінацій;
- високі тепло- та звукоізолюючі характеристики системи;
- завдяки шару утеплення, «точка роси» виноситься за межі несучої стіни будівлі;
- значна економія затрат на опалення будівлі;
- довговічність: строк безремонтної експлуатації системи – до 50 років;
- стійкість фасадної системи до атмосферних впливів;
- швидкий монтаж фасадної системи в будь-який період року.

Рисунок. Фасадна система «СКАНРОК»



СФТО «Marmoros»

Система навісних вентиляованих фасадів Marmoros (Роктаун) — це конструкція, котра складається з несучого каркасу, теплоізоляційного матеріалу та захисного екрану з малоформатних бетонних плиток з мармуровою крихтою.

Матеріал: мармурова крихта, цемент зв'язуючий, фарбуючі пігменти, гідрофобізація. Розміри: 600x105x25.

Теплоізоляційний матеріал — утеплювач типу «Isover KL-34». Матеріал: скловолокно. Розміри: висота 610 мм, товщина 50, 100, 150 мм.

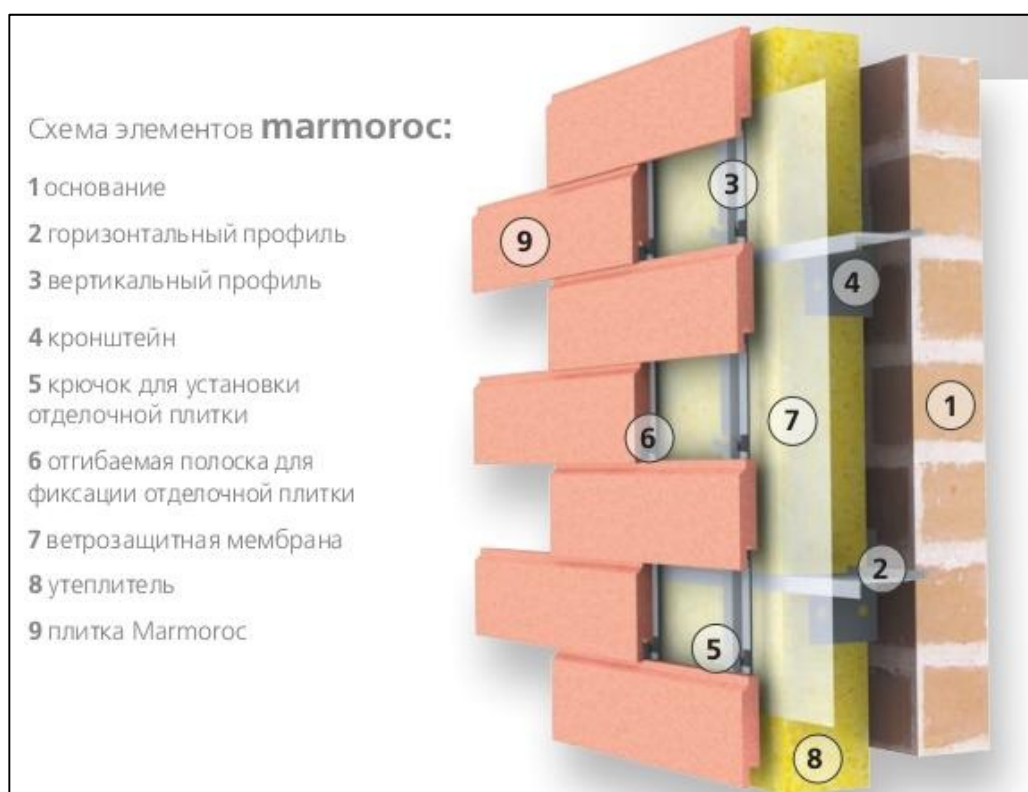
Вітрозахисна мембрана — плівка типу «Tyvek». Матеріал: високотехнологічний вітровологозахисний паропроникливий мембранний матеріал. Розміри: рулон-

ний матеріал шириною 1500-3000 мм, довжиною до 100 м, товщиною 0,15-0,25 мм. Призначення: захист від вологи, повітряних потоків, перепаду температур и УФ випромінювання. Створення умов вільного виходу водяних парів з теплоізоляційного матеріалу.

Система МАРМОРОК захищає зовнішні стіни від зовнішнього впливу (сніг, дощ, туман і т.д.). Стіни не насичуються природною вологою. Побутова волога не затримується в стінах, а під впливом тепла потрапляє до більш паропроникного утеплювача, звідки виводиться активним повітряним каналом. Система дозволяє виключити негативний вплив «мостів холоду». Зменшення впливу вуличного досягається до 50%.

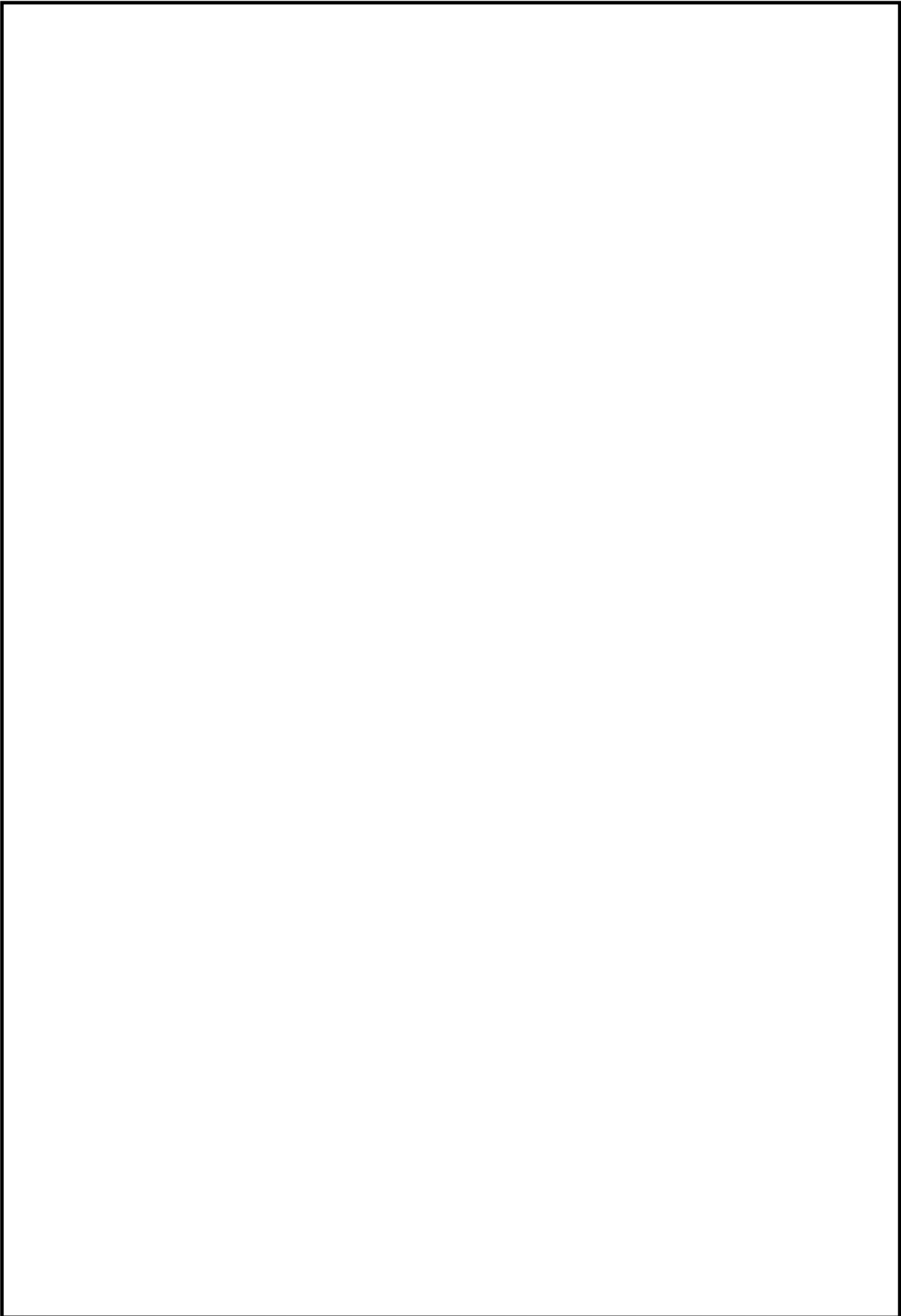
При реконструкції фасаду не потребується виселення жителів. Заміна пошкодженого каменя виконується за короткий час, фасадний камінь має декілька фактур поверхні та широку кольорову гамму.

Рисунок. Схема елементів системи «Марморос»



Основні переваги фасадної системи «Марморос»

- подовження терміну експлуатації будівлі;
- енергозбереження;
- ефективна вентиляція;
- зниження рівню шуму;
- 100% захист від проникнення вологи;
- комфортний мікроклімат цілорічно.



Додаток В
Енергетичний паспорт будинку

Таблиця 1. Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	2013.01.30
Адреса будинку	м. Запоріжжя, вул. Ладозька, 2
Розробник проекту	ТОВ "ЕСКО "Екологічні системи"
Адреса і телефон розробника	м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11 тел.: (061) 224-68-12 факс.: (061) 224-66-85
Шифр проекту будинку	5113-24
Рік будівництва	1974

Таблиця 2. Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів		Позначення	Одиниці вимірювання	Величина
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	21
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-21
3	Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	°C	-
4	Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	5
5	Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	166
6	Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	1,4
7	Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C·днів	3 250
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку				
8	Призначення	Дитяча навчальна установа		
9	Розміщення в забудові	Окремо розташована		
10	Типовий проект, індивідуальний	Типовий проект серії 224-1-86п загальноосвітня школа на 30 класів/1176 учнів		
11	Конструктивне рішення	Будівля цегляна		

Таблиця 3. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
Геометричні показники					
12	Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	--	10 300,5	
	В тому числі:				
	- стін	$F_{нп}, \text{м}^2$	--	2 017,1	

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- вікон і балконних дверей	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	1 359,5	
	- вітражів	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	-	
	- ліхтарів	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	-	
	- входних дверей	$F_{\text{д}}, \text{м}^2$		29,4	
	- покриття (суміщених)	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	--	3 447,2	
	- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{\text{пк хг}}, \text{м}^2$	--	-	
	- перекриттів теплих горищ	$F_{\text{пк тг}}, \text{м}^2$	--	-	
	- перекриттів над техпідпіллями	$F_{\text{ц1}}, \text{м}^2$	--	-	
	- перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{\text{ц2}}, \text{м}^2$	--	1 049,1	
	- перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{\text{ц3}}, \text{м}^2$	--	-	
	- підлоги по ґрунту	$F_{\text{ц}}, \text{м}^2$	--	2 398,1	
13	Площа опалюваних приміщень	$F_{\text{н}}, \text{м}^2$	--	5 138,7	
14	Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	4 878,6	
15	Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	-	
16	Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	-	
17	Опалюваний об'єм	$V_{\text{н}}, \text{м}^3$	--	19 287,5	
18	Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{\text{ск}}$	--	0,40	
19	Показник компактності будинку	$k_{\text{к буд}}$	--	0,53	

Теплотехнічні та енергетичні показники

Теплотехнічні показники

20	Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень	$R_{\Sigma \text{пр}}, \text{м}^2 \times \text{К} / \text{Вт}$			
	- стін	$R_{\Sigma \text{пр ст}}$	2,5	0,77	
	- вікна дерев'яні спарені	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	0,56	0,34	
	- вікна дерев'яні роздільні	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	-	-	
	- вікна металопластикові	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	0,56	0,36	
	- балконні блоки дерев'яні	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	-	-	
	- балконні блоки металопластикові	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	-	-	
	- склоблоки	$R_{\Sigma \text{пр сб}}$	-	-	
	- вітражів	$R_{\Sigma \text{пр вт}}$	-	-	
	- ліхтарів	$R_{\Sigma \text{пр л}}$	-	-	

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- вхідних дверей дерев'яних	$R_{\Sigma \text{пр в д}}$	-	-	
	- вхідних дверей металевих	$R_{\Sigma \text{пр в д}}$	0,41	0,16	
	- вхідних дверей металопластикових	$R_{\Sigma \text{пр в д}}$	0,41	0,5	
	- вхідних воріт	$R_{\Sigma \text{пр вор}}$	-	-	
	- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma \text{пр п}}$	4,5	1,27	
	- горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma \text{пр г}}$	-	-	
	- перекриттів теплих горищ (включаючи покриття)	$R_{\Sigma \text{пр п г}}$	-	-	
	- перекриттів над техпідпіллями	$R_{\Sigma \text{пр п т}}$	-	-	
	- перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma \text{пр п н}}$	2,6	1,91	
	- перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{\Sigma \text{пр п п}}$	-	-	
	- підлоги по ґрунту	$R_{\Sigma \text{пр п д}}$	-	1,91	
Енергетичні показники					
21	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}$, кВт·год/м ² , [кВт·год/м ³]		257,36 [68,57]	
22	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max} , кВт·год/м ² , [кВт·год/м ³]		- [29]	
23	Клас енергетичної ефективності			F	
24	Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	років		25	
25	Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			Ні	
26	Необхідність доопрацювання проекту будинку			Так	

Таблиця 4. Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] 100\%$
A	мінус 50 та менше
B	від мінус 49 до мінус 10
C	від мінус 9 до плюс 5
D	від плюс 6 до плюс 25
E	від плюс 26 до плюс 75
F	плюс 76 та більше

Таблиця 5. Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку	
Рекомендовано:	
Комплексна модернізація системи опалення. Здійснити встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та теплоізоляційних рефлекторів.	
Модернізація фасаду. В якості системи фасадного утеплення можуть бути використані система фасадного утеплення з вентильованим повітряним прошарком та індустріальним лічкуванням. Необхідна товщина теплоізолюючого шару повинна бути не менше ніж 100 мм.	
Модернізація дахового перекриття. В якості системи утеплення дахового перекриття може бути використана пошарова система утеплення з використанням теплоізолюючого шару (наприклад: плити з базальтової мінераловати, товщиною не менше 100 мм) та прокладанням пароізоляційного шару.	
Модернізація підвального перекриття. В якості системи утеплення підвального перекриття може бути використана пошарова система утеплення з використанням теплоізолюючого шару (наприклад: плити з базальтової мінераловати, товщиною не менше 70 мм) та прокладанням пароізоляційного шару.	
Заміна вікон та балконних блоків. Здійснити заміну існуючих віконних та балконних блоків на енергозберігаючі склопакети.	
Часткова модернізація системи вентиляції. Здійснити встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти.	
Часткова модернізація системи освітлення. Здійснити заміну ламп розжарювання енергозберігаючими.	

Паспорт заповнений:	
Організація	ТОВ "ЕСКО "Екологічні системи"
Адреса и телефон	м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11 тел.: (061) 224-68-12 факс.: (061) 224-66-86
Відповідальний виконавець	Афанасьєв О.С.

Додаток Г.
Звіт з тепловізійного обстеження

В додатку приведені результати обстеження теплотехнічного стану огорожувальних конструкцій ЗОШ № 69 по вул. Ладозька, 2.

Обстеження проведено з метою якісного аналізу фактичного стану огорожувальних конструкцій будівлі.

В результаті тепловізійного обстеження та його аналізу виявляються ділянки з понаднормативними втратами теплової енергії: ділянки порушення теплової ізоляції, інфільтрації зовнішнього повітря, а також приховані дефекти будівельних конструкцій за допомогою інфрачервоної термографії.

Термографія дає інформацію про теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій та разом з опорними розрахунками дозволяє оцінити енергетичну ефективність будівель та споруд.

Аналіз тепловізійного обстеження дозволить якісно порівняти теплотехнічний стан будівлі до та після проведення робіт по термомодернізації.

Умови обстеження та технічні характеристики тепловізора

Об'єктом обстеження виступають елементи зовнішніх стін (стики, віконні відкоси, тощо). Схема проведення обстеження наведена на **рисунку 1**.

Обстеження проводились при мінусових температурах зовнішнього повітря, при відсутності прямого сонячного випромінювання, атмосферних опадів, туману та інших погодних явищ. Умови проведення обстеження наведені в **таблиці 1**.

Тепловізійне обстеження поверхні стіни проводились в перпендикулярному напрямку до стіни, або при відхиленні по горизонталі та вертикалі, що не перевищує 30°. Виміри проводились з фіксованої дистанції. При переміщенні оператора вздовж об'єкта в цілях коректності подальших розрахунків фіксована дистанція максимально зберігалась.

Обстеження проводилось послідовно по наміченим ділянкам з покадровим записом термограм в комп'ютер та одночасним виміром та фіксацією температур реперних ділянок.

Технічні характеристики тепловізора наведені в **таблиці 2**.

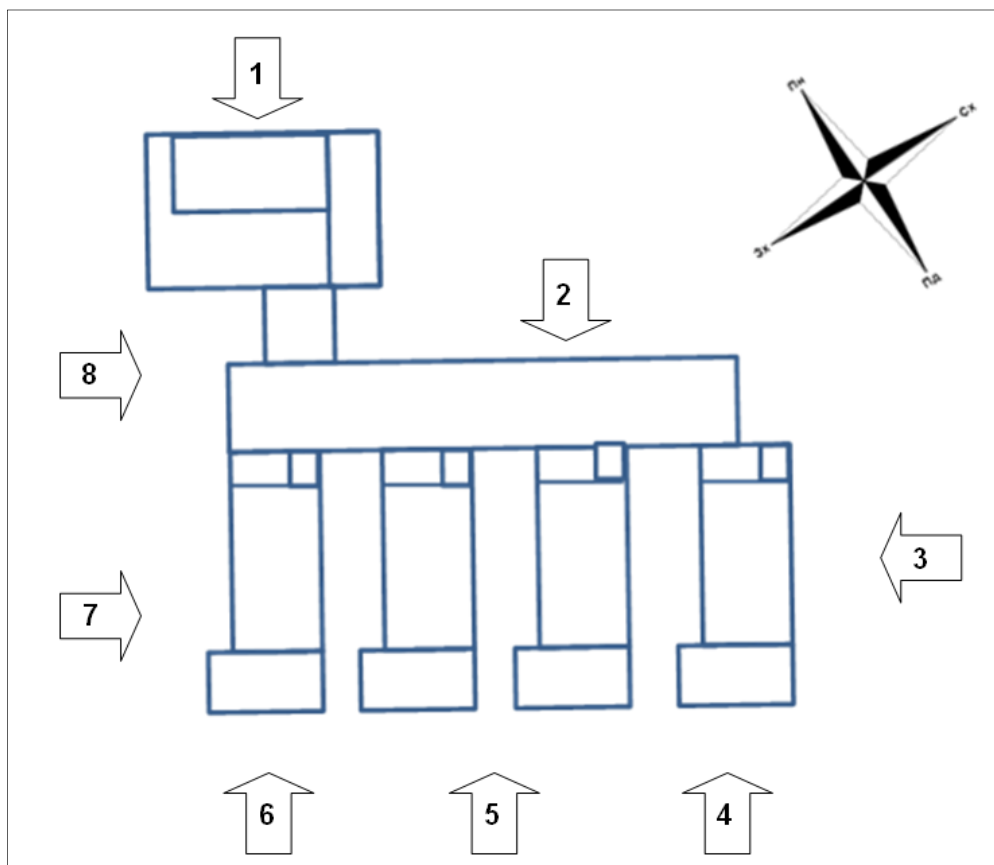
Таблиця 1. Умови під час обстеження

Дата і час обстеження	20.12.2012, 13:40
Зовнішня температура	-7 °C
Внутрішня температура	+20 °C
Вологість	85%
Вітер	7 м/с

Таблиця 2. Технічні характеристики тепловізора

Найменування обладнання	FLUKE Ti10
Матриця	160x120
Похибка виміру	$\pm 5^{\circ}\text{C}$ або 5%
Спектральний діапазон	від 7,5 мкм до 14 мкм
I.F.O.V. поле зору	2,5 мрад
Тип інфрачервоного об'єктиву	20 мм, F=0,8
Робоча температура	від -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$
Програма обробки термограм	SmartView

Рисунок 1. Схема проведення тепловізійної зйомки

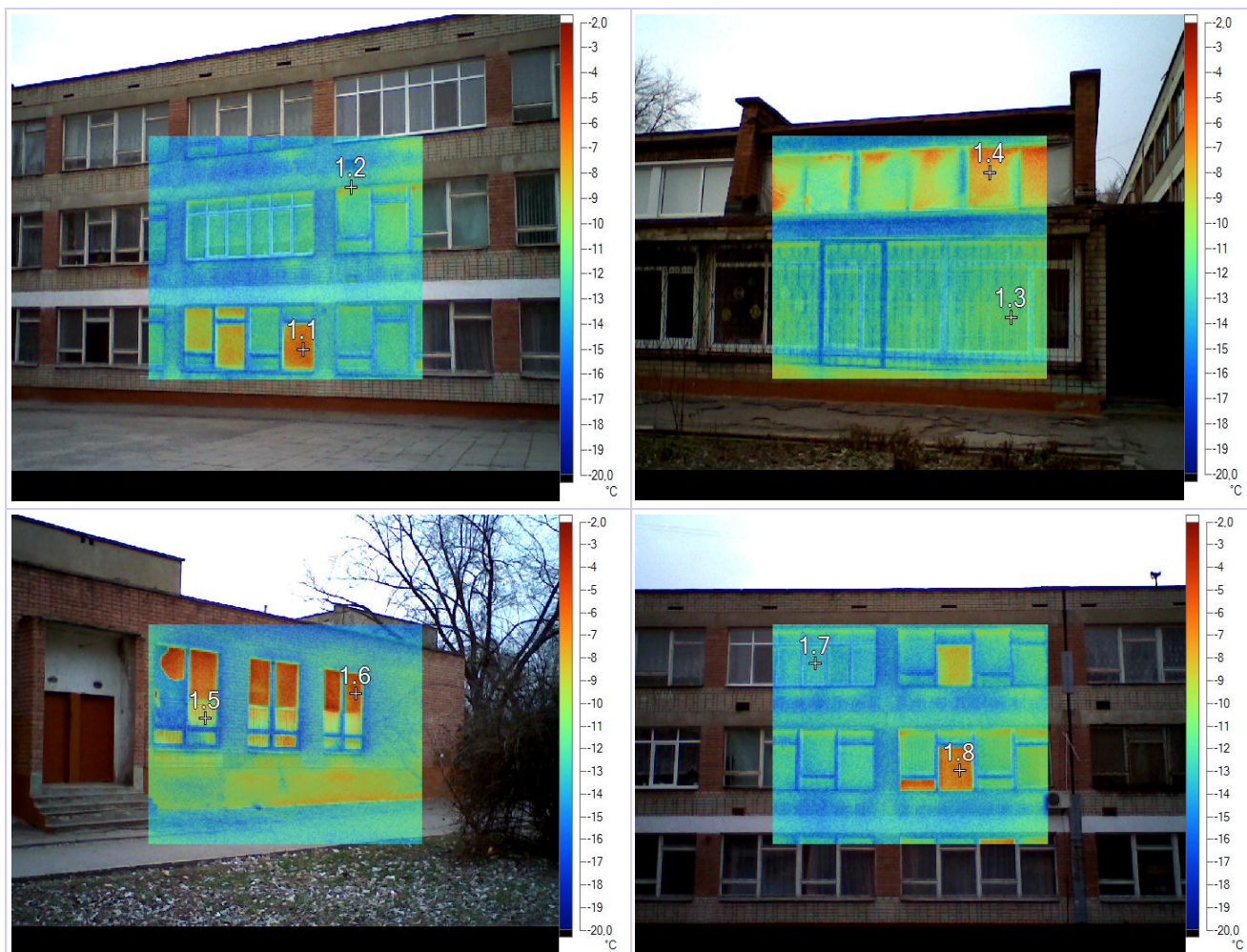


В додатку приведена частина фотографій, які відображають характерні властивості огорожувальних конструкцій будівлі.

На **рисунку 2** наведені фотографії фрагментів віконних конструкцій.

На **рисунку 3** наведені фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.

Рисунок 2. Фотографії фрагментів віконних конструкцій.

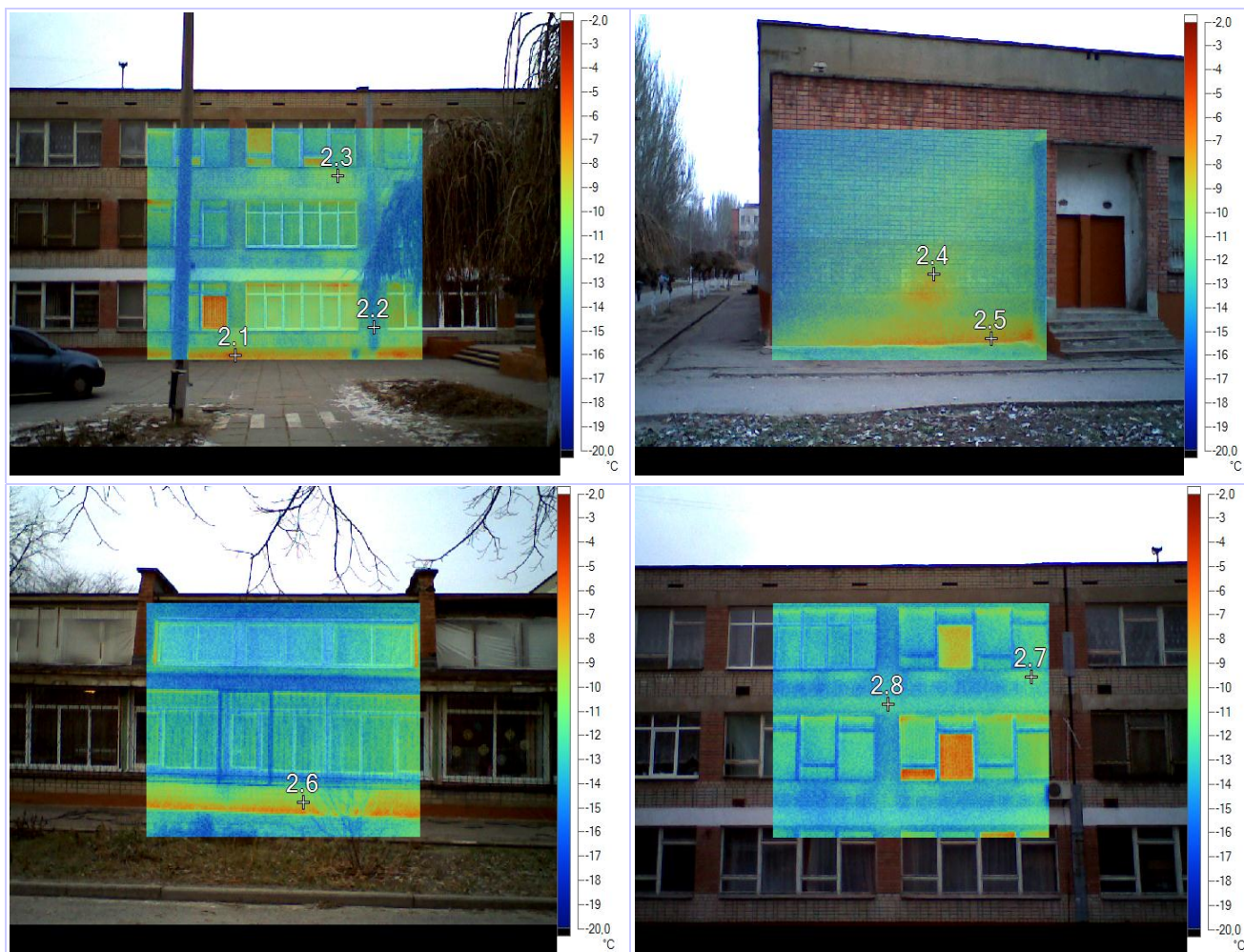


Виявлені проблеми

В точках «1.1», «1.4», «1.5», «1.6», «1.7», «1.8» спостерігаються підвищені втрати теплоти через вікна.

В точці «1.2» наявні витоки теплого повітря через нещільність віконних конструкцій.

Рисунок 3. Фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.



Виявлені проблеми

В точці «2.3», «2.4», «2.6», «2.7» спостерігаються підвищені втрати теплоти через стіни в місцях встановлення опалювальних приладів.

В точці 2.8» спостерігаються витоки теплової енергії на стику панельних плит.

В точці «2.2.» наявна інфільтрація холодного зовнішнього повітря на стику панельних плит.

В точках «2.1», «2.5», «2.6» наявні втрати теплової енергії через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі.

Висновки

В результаті інструментального тепловізійного обстеження будівлі було отримано інформацію про існуючі конструкційні дефекти будівлі, внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії, а саме:

Втрати теплової енергії через віконні конструкції.

Будівля має 233 вікна. Під час тепловізійної зйомки було обстежено 75 вікон. В результаті аналізу даних обстеження було виявлено, що 95 - 98% вікон мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

Виявлені дефекти під час обстеження віконних конструкцій будівлі:

- втрати теплової енергії з теплопередачею. Встановлені дерев'яні та металопластикові вікна не є енергоефективними;
- втрати теплової енергії через нещільності віконних конструкцій. Щілини між ущільнювачем рам та стулками складають до 5 мм;
- вузли віконних зливів створюють мостики холоду, що викликає зниження температури нижньої частини віконних рам.

Втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції, в місцях стиків панельних плит, перекриттів, в місцях встановлення опалювальних приладів.

Загальна площа стін будівлі складає 2 017 м². Під час тепловізійної зйомки було обстежено 50% загальної площі стін. В результаті обстеження було виявлено, що 45% стін мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

В результаті обстеження були виявлені наступні ділянки втрати теплоти:

- в місцях стиків панельних плит, перекриттів (4% від загальної площі стін);
- в місцях встановлення опалювальних приладів (25% від загальної площі стін);
- в місцях часткового руйнування фасаду, порушення ізоляції (4% від загальної площі стін);
- через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі (12% від загальної площі стін).

Результати аналізу тепловізійної зйомки дозволяють зробити рекомендації оптимальних конструктивно-технологічних рішень та являються однією з підстав для вибору заходів щодо термомодернізації будівлі.