



ЦЕНТР ЕФЕКТИВНОГО
ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

2022

Звіти про проведені енергетичні експрес- аудити

Зміст

Резюме Звітів з енергетичних експрес-аудитів.....	3
Загальні висновки.....	8
Додаток 1 - Експрес-енергетичний аудит КП «Сєвєродонецьктеплокомуненерго» (котельня 83 мікрорайону)	
Додаток 2 - Експрес-енергетичний аудит Денежниківського ліцею Новоайдарської селищної ради (вул. Центральна,27/б, с. Денежникове, Щастинський район, Луганська область)	
Додаток 3 - Експрес-енергетичний аудит КНП «Старобільська багатопрофільна лікарня» (вул. Монастирська, 67, м. Старобільськ, Луганська область)	

Резюме Звітів з енергетичних експрес-аудитів

Пакет звітів з експрес-енергетичних аудитів виконано в рамках розробки Регіональної програми модернізації систем теплопостачання населених пунктів Луганської області. В ході виконання робіт проведено обстеження Котельні 83-го мікрорайону в Северодонецьку, Денежниківського ліцею та комплексу будівель Старобільської багатопрофільної лікарні. Також, до уваги було взято пакет звітів з енергетичного аудиту будівель міста Северодонецьк, виконаних в рамках проєкту «Муніципальна енергетична реформа в Україні» у 2017 році.

Енергетичний аудит котельні дає можливість оцінити ситуацію на об'єктах генерації теплової енергії для систем централізованого теплопостачання. На Котельні 83-го мікрорайону встановлено 3 котли ПТВМ 30М, загальною потужністю 120 Гкал/год. Виміряне теплове навантаження не перевищувало 55 Гкал/год. Переважно працює один котел, в найбільш холодні періоди працює два котли паралельно. Особливістю експлуатації котельні є те, що в період роботи одного з котлів, через інший непрацюючий котел циркулює теплоносіє, що призводить до додаткових тепловтрат.

На кожному котлі встановлено димосос та по 2 вентилятори, обладнані частотно-регульованими приводами (ЧРП). Проте, частота задається на кожній установці в ручному режимі. Прилади обліку оснащені можливістю автоматичного зчитування даних. Проте, інформація не зводиться до однієї системи.

Оцінка втрат теплової енергії в мережах показала, що втрати досягають 20% у найбільш віддалених споживачів. Годинні витрати води на підживлення не перевищують 1% об'єму мережі.

Згідно журналів та теплового лічильника на відпуск теплової енергії, спостерігається невідповідність фактичного температурного графіку затвердженому (95/70 °С). Першочерговим заходом є впровадження погодного регулювання.

Слід відзначити, що фактична потужність споживачів значно нижча від потужності джерел. Рекомендовано мати резервне джерело живлення меншої потужності, адже робота котлів з низьким рівнем завантаженості призводить до зниження ефективності їх роботи. Пропонується встановити твердопаливний котел для зниження собівартості теплової енергії.

Окрім того, пропонується встановлення когенераційної установки. Але цей захід має доцільність лише у випадку відновлення централізованого гарячого водопостачання. Також, у рамках термомодернізації будівель, на пізнішому етапі рекомендовано перейти до кількісно-якісного регулювання подачі теплоносія та виконати встановлення частотно-регульованих приводів на циркуляційних насосах.

Важливим етапом є впровадження системи автоматизованого енергомоніторингу. Проте вартість заходу та ефект від його впровадження може бути визначено лише після формування детального технічного завдання.

Зведені показники пропонованих заходів наведено нижче (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Зведені показники енергозберігаючих заходів котельні 83-го мікрорайону Северодонецька

Захід	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
Впровадження системи погодного регулювання	1 000 000	7 310 973,6	0,14
Встановлення твердопаливного котла	58 000 000	25 340 879,1	2,30
Встановлення когенераційної установки	12 000 000	2 543 082,0	4,72
Утилізація теплоти димових газів	3 000 000	1 567 715,6	1,9
Загалом	74 000 000	36 762 650	2,0

Енергетичний аудит Денежниківського ліцею Новоайдарської селищної ради дає можливість визначити рівень енергетичної ефективності закладів освіти. Будівля має опалювальну площу – 1 647 м². Базовий рівень енергоспоживання становить 322 811 кВт·год на рік для опалення і вентиляції та 19 473 кВт·год на рік для гарячого водопостачання.

Конструктивними особливостями будівлі є встановлені металопластикові вікна та частково замінені двері. Інші огорожувальні конструкції (підлоги, дах та стіни) мають низькі теплоізоляційні властивості. Термічний опір непрозорих конструкцій значно нижче від нормативного. Опалення будівлі здійснюється від власної газової котельні. Регулювання подачі теплоносія відбувається в ручному режимі. Вузол підмішування теплоносія відсутній. Низька температура подачі призводить до конденсації і пошкоджень димових труб. Внутрішня система опалення представлена реєстрами без можливостей регулювання.

Під час обстежень було виявлено знижену температуру повітря на другому поверсі та підвищений рівень вуглекислого газу в кабінетах.

З метою покращення умов перебування та зниження витрат на енергоспоживання пропонується встановити альтернативне джерело теплової енергії, встановити автоматичне, погодне регулювання, модернізувати внутрішню систему опалення, провести термомодернізацію огорожувальних конструкцій та встановити систему вентиляції з рекуперацією повітря.

Зведені показники пропонованих заходів наведено нижче (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Зведені показники енергозберігаючих заходів Денежниківського ліцею

№ з/п	Заходи	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Простий період окупності, років
1	Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу	400 000	84 618	4,7
2	Модернізація джерела тепlopостачання	150 000	16 543	9,1
3	Утеплення даху	1 032 480	110 035	9,4
4	Утеплення стін	1 699 310	138 726	12,2
5	Модернізація системи опалення	628 000	33 538	18,7
6	Утеплення підлоги	1 196 280	51 069	23,4
7	Заміна дверей	39 105	1 562	25,0
8	Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря	1 500 000	32 451	46,2
	Всього енергозберігаючі заходи	6 645 175	468 542	14,2

Проведення енергетичного аудиту КНП «Старобільської багатопрофільної лікарні» дає змогу оцінити ефект від термомодернізації та заміни джерела тепlopостачання для комплексу будівель. Комунальне підприємство складається з дванадцяти будівель різних років будівництва від 1913 до 1970 років. Загальна опалювальна площа – 9 202 м², загальний опалювальний об'єм – 32 432 м³.

Базовий рівень енергоспоживання становить приблизно 2 985 390 кВт-год на рік для опалення, вентиляції та 370 099 кВт-год на рік для гарячого водопостачання.

В переважній більшості зовнішні огорожувальні конструкції будівель знаходяться в незадовільному стані, відсутні зливостоки та водовідведення дощової води. Наявне утеплення зовнішніх стін тільки в інфекційному відділенні та частково головному корпусі. Віконні конструкції дерев'яні та металопластикові.

Дахи всіх будівель скатні, покриття з азбестоцементних листів та частково металочерепиця. Утеплення плити перекриття мінераловатними плитами наявне лише в двох будівлях.

Підвали наявні лише в двох будівлях, інші – розміщені по ґрунту. Утеплення – відсутнє.

Теплопостачання лікарні здійснюється частково за рахунок індивідуальних газових котлів та частково від трьох модульних газових котелень, де обслуговування котелень та постачання теплової енергії забезпечує підрядна організація. Слід відзначити, що тепла енергія від постачальника має досить високу вартість.

Експлуатація газових котлів виконується власним персоналом. Котли в автоматичному режимі підтримують задану температуру. Зміна заданої температури виконується обслуговуючим персоналом в ручному режимі. Графік орієнтовно 70/50 °С.

Наявність великої кількості джерел генерації ускладнює процес експлуатації та не дозволяє ефективно керувати споживанням.

Внутрішня система опалення будівель в переважній більшості не модернізована. Опалювальні прилади переважно чавунні, локально замінені на біметалеві з терморегуляторами. Вводи в будівлю підключені напряму по залежній схемі, регулювання споживанням від зовнішньої температури відсутнє.

Потенціал економії енергії завдяки визначеним заходам з енергоефективності наведено нижче (Таблиця 3).

Таблиця 3 – Потенціал енергоефективності для КНП «Старобільської багатопрофільної лікарні»

Заходи	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Простий період окупності, рік
Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів	1 140 000	130 193	8,8
Утеплення даху	4 702 650	1 695 859	2,8
Утеплення стін	8 934 810	2 789 776	3,2
Заміна вікон та дверей	1 442 680	398 597	3,6
Встановлення ІТП (модуль опалення)	5 760 000	1 182 464	4,9
Впровадження системи енергомоніторингу та системи диспетчеризації	1 100 000	398 620	2,8
Встановлення балансувальних клапанів та балансування системи опалення	1 392 000	800 840	1,7
Утеплення трубопроводів	172 075	661 686	0,3
Усі заходи	24 644 215	8 058 035	3,1

Що стосується джерел теплової енергії, перспективними заходами є облаштування нового джерела теплової енергії на твердому паливі або встановлення когенераційної установки для генерації теплової та електричної енергії на власні потреби.

Потенціал економії коштів за рахунок переходу на інші джерела генерації теплової енергії, наведено нижче (Таблиця 4).

Таблиця 4 - Потенціал енергоефективності для джерел теплової енергії КНП «Старобільської багатoproфільної лікарні»

Заходи*	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Простий період окупності, рік
Заміна джерела генерації	1 183 000	912 572	1,3
Встановлення когенераційної установки	8 000 000	1 822 800	4,4

*заходи є взаємовиключними

Будівля обласної поліклініки – розташована окремо від комплексу будівель Старобільської багатoproфільної лікарні. Будівля має три поверхи, фасади будівлі утеплено мінераловатними плитами, віконні та дверні конструкції – металопластикові.

За відсутності інформації щодо споживання енергоресурсів та проєктної документації виконання детального енергоаудиту неможливе.

Система подачі теплоносія обладнана гідрострілкою та циркуляційним насосом, обладнання для регулювання подачі теплоносія – відсутнє.

На основі архіву даних з лічильника теплової енергії, незмінна величина витрати теплоносія та відсутності кореляції між споживанням теплової енергії будівлею та зовнішньої температурою свідчить про відсутність регулювання подачі теплоносія (Рисунок 1).

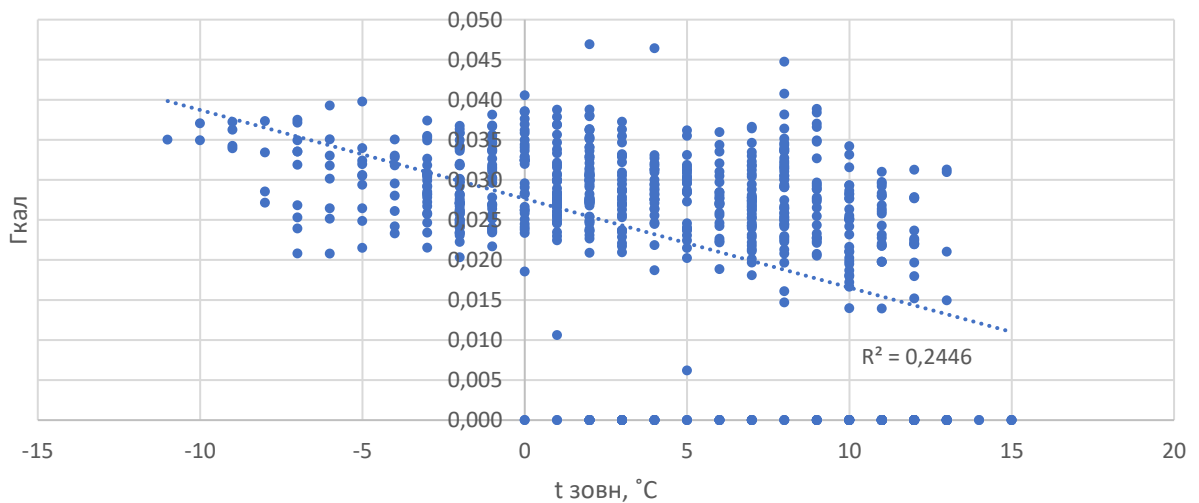


Рисунок 1 - Погодинне споживання теплової енергії будівлею поліклініки, залежно від зовнішньої температури повітря

Враховуючи, що огорожувальні конструкції будівлі мають хороші теплоізоляційні властивості першочерговим заходом є встановлення автоматичного погодного регулювання (індивідуального теплового пункту). Для оцінки вартості обладнання та енергозберігаючого ефекту необхідно мати детальне технічне завдання та розробка ПКД.

Так як дана будівля не є репрезентованою, детальніше захід розглянуто не було.

Також, в рамках розробки Регіональної програми модернізації систем тепlopостачання населених пунктів Луганської області враховано результати розроблених раніше звітів для будівель Сєвєродонецька.

На основі даних про обсяги споживання енергії та потенціалу економії, результати розрахунків було оновлено відповідно до чинних тарифів на теплову та електричну енергію. Також, було оновлено необхідні інвестиції заходів відповідно до змін вартостей.

Результати оновленого пакету звітів наведено в таблиці нижче (Таблиця 5).

В цілому будівлі характеризуються огорожувальними конструкціями з низьким опорам теплопередачі та застарілими системами опалення. Також, фактичні значення характеристик мікроклімату приміщень (температура та кратність повітрообміну) не відповідають нормативним, що пояснює значну відмінність між фактичним споживанням та базовим рівнем.

Таблиця 5 – Оновлені показники енергозберігаючих заходів попередньо-виконаних енергетичних аудитів

Будівля	Опалювальна площа, м ²	Базовий рівень (опалення), кВт·год	Економія енергії, кВт·год	Економія коштів, грн	Інвестиції, грн	Окупність, років
ДЮСШ №2	6421	669 312	278 592	874 693	12 134 158	13,9
Житловий будинок (Будівельників 21)	10939	2 325 190	683 553	1 242 845	13 744 603	11,1
Житловий будинок (Лисичанська 5А)	3247	1 096 123	552 464	1 004 759	10 620 315	10,6
Житловий будинок (Першотравнева 29)	3220	1 097 196	541 452	984 789	10 441 673	10,6
Житловий будинок (Юності 13)	861	412 908	237 824	432 569	4 091 053	9,5
Житловий будинок (Центральний 6)	920	471 842	268 415	488 222	4 365 705	8,9
ЗОШ 12	4197	1 100 919	730 211	2 292 395	24 853 263	10,8
ЗОШ 14	7048	1 527 814	992 971	3 117 278	43 397 613	13,9
ЗОШ 20	4222	910 081	491 255	1 542 799	26 686 040	17,3
Севєродонецька міська багатoproфільна лікарня	11584	2 319 017	936 197	2 943 100	26 310 115	8,9
Севєродонецький центр ПМСД	1932	583 799	297 170	932 693	10 150 945	10,9
Управління праці та соцзахисту	2042	553 694	394 249	1 238 186	19 273 893	15,6
Всього	56633	13 067 895	6 404 353	17 094 327	206 069 373	12,1

Відповідно, при розрахунку економії від базового рівня споживання теплової енергії (при дотриманні нормативних вимог мікроклімату) економія від впровадження енергозберігаючих заходів становитиме близько 50%. Якщо порівнювати розрахункове споживання після впроваджених заходів з фактичним споживанням, то економія становитиме лише близько 15%. Проте значно покращаться внутрішні умови проживання – для житлових будинків та умови перебування – для громадських будівель.

Загальні висновки

1. Основні споживачі теплової енергії, а саме житловий та бюджетний сектор мають значний потенціал економії який складає до 20% за рахунок швидкоокупних заходів з порівняно низькими інвестиціями (регулювання, зменшення втрат у внутрішньобудинкових трубопроводах) та 40-60% для комплексної реновації.
2. З огляду на існуючий графік теплоспоживання та перспективи комплексної термосанації рекомендовано при встановленні нової генерації на відновлювальних джерелах енергії орієнтуватися на половину існуючої приєднаної потужності і використовувати існуючі котли в якості пікових та резервних.
3. За вартості газу, що спостерігається в опалювальному сезоні 2021-2022 роках по ряду бюджетних об'єктів електроопалення в ряді випадків стає дешевшим ніж газове, але в перспективі його можна розглядати лише в контексті балансування електромережі та використання теплових насосів для опалення та гарячого водопостачання бюджетних закладів.
4. Щодо котелень – основною тенденцією має бути використання твердопаливних котелень, модернізація мережевих насосів та системи автоматики для роботи в кількісно-якісному режимі (після встановлення ІТП у споживачів) та використання когенерації принаймні для покриття власних потреб.
5. Важливим є запобігання подальшого відключення споживачів від централізованого тепlopостачання, а з часом збільшення кількості підключених споживачів, в тому числі відновлення гарячого водопостачання.

Експрес-енергетичний аудит

КП «Сєвєродонецьктеплокомуненерго»

(котельня 83 мікрорайону)

Зміст

Резюме	3
Вступ	4
1. Загальна інформація	5
1.1. Опис об'єкту	5
1.2. Опис системи теплопостачання.....	5
1.3. Облік енергоресурсів	9
1.4. Статистичні дані	9
1.5. Тарифи та витрати	11
2. Детальна інформація.....	12
2.1. Енергетичний баланс.....	12
2.2. Аналіз енергетичної ефективності	14
3. Заходи з енергоефективності	22
3.1. Впровадження системи погодного регулювання	22
3.2. Встановлення твердопаливного котла	23
3.3. Встановлення когенераційної установки	23
3.4. Утилізація теплоти димових газів.....	25
3.5. Використання частотно-регульованих приводів.....	25
3.6. Впровадження системи автоматизованого енергомоніторингу	25
3.7. Особливості впровадження заходів	27
Додаток 1 - Фотоматеріали.....	29
Додаток 2 – Дані з приладів обліку.....	32
Додаток 3 – Тепловізійне обстеження.....	34
Додаток 4 – Режимні карти.....	36

Резюме

В ході проведення енергетичного аудиту було виконано обстеження основного обладнання котельні 83-го мікрорайону міста Северодонецьк. Також, було проведено аналіз наявного контрольно-вимірювального обладнання, обладнання для обліку енергоносіїв та відпуску теплової енергії. Крім того, виконано аналіз статистичних даних, зібраних з журналів, архівів даних з лічильників котельні та віддалених споживачів.

На котельні встановлено 3 котли ПТВМ 30М, загальною потужністю 120 Гкал/год. Виміряне теплове навантаження не перевищувало 55 Гкал/год. Переважно працює один котел, в найбільш холодні періоди працює два котли паралельно.

На кожному з котлів встановлено димосос та по 2 вентилятори, обладнані частото-регульованим приводом (ЧРП). Проте, частота задається на кожній установці в ручному режимі.

Прилади обліку оснащені можливістю автоматичного зчитування даних. Проте, інформація не зводиться до однієї системи.

Згідно даних журналів обліку та показів теплового лічильника на відпуск теплової енергії, спостерігається невідповідність фактичного температурного графіку затвердженому (95/70).

Першочерговим заходом є впровадження погодного регулювання.

Також, пропонується встановити твердопаливний котел для зниження собівартості теплової енергії.

Окрім того, пропонується встановлення когенераційної установки. Але цей захід має доцільність лише у випадку відновлення централізованого гарячого водопостачання.

Загальні характеристики рекомендованих енергоефективних заходів наведено в таблиці нижче (Помилка! Джерело посилання не знайдено.).

Таблиця 1 – Зведені показники заходів

Захід	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
Впровадження системи погодного регулювання	1 000 000	7 310 973,6	0,14
Встановлення твердопаливного котла	58 000 000	25 340 879,1	2,30
Встановлення когенераційної установки	12 000 000	2 543 082,0	4,72
Утилізація теплоти димових газів	3 000 000	1 567 715,6	1,9
Загалом	74 000 000	36 762 650	2,0

У рамках термомодернізації будівель, вподальшому рекомендованого перейти до кількісно-якісного регулювання подачі теплоносія та виконати встановлення частотно-регульованих приводів на циркуляційних насосах.

Важливим етапом є впровадження системи автоматизованого енергомоніторингу. Проте вартість заходу та ефект від його впровадження може бути визначено лише після формування детального технічного завдання.

Вступ

Даний звіт з експрес-енергетичного аудиту системи тепlopостачання виконано в рамках розробки Регіональної програми модернізації систем тепlopостачання населених пунктів Луганської області.

Завданням енергоаудиту є оцінка існуючої системи централізованого тепlopостачання міста Северодонецьк, визначення попиту на теплову енергію, оцінка ефективності роботи системи та виявлення напрямків для подальшої модернізації і підвищення енергетичної ефективності. Також, необхідно розглянути можливості та доцільність використання біопалива місцевих ресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту є Котельня 83-го району (Комунального підприємства "Северодонецьктеплокомуненерго") м. Северодонецьк. Котельня постачає теплову енергію на потреби опалення для значної частини міста Северодонецьк.

Під час проведення робіт було виконано обстеження основного обладнання котельні та систем обліку енергоносіїв. Також, в рамках аудиту проведено обстеження систем тепlopостачання характерних споживачів (житлових будівель).

Для оцінки енергетичної ефективності системи постачання теплої енергії було проведено локальні заміри температур, потужностей та витрат на обладнанні в котельні. Крім того, було проведено детальний аналіз погодинного архіву даних споживання електричної енергії, природного газу та відпуску теплової енергії в мережу. Також, на основі журналів котельні та архіву даних теплових лічильників котельні та споживачів проведено аналіз температурних режимів теплоносія.

На основі проведеного аналізу запропоновано пакет заходів для підвищення енергетичної ефективності системи тепlopостачання.

1. Загальна інформація

1.1. Опис об'єкту

Котельня 83-го мікрорайону розташована в північно-східному районі міста Северодонецьк (Рисунок 1.1). Котельня є джерелом теплової енергії для 261 будівлі, з яких 162 – житлові. Сумарна опалювальна площа будівель – 1 135 487 м² (включно площа житлових будівель – 1 032 908 м²). Загальне теплове навантаження будівель на опалення становить 81 Гкал/год (в тому числі житлових будівель – 72,5 Гкал/год).



Рисунок 1.1 – Вид зверху котельні 83-го мікрорайону

Постачання теплової енергії відбувається лише в опалювальний період, гаряче водопостачання – не забезпечується. Відмова від гарячого водопостачання відбулася у 2014 році. Основним паливом для роботи котлів є природний газ.

1.2. Опис системи теплопостачання

На котельні джерелом теплової енергії є 3 котли ПТВМ 30М (Рисунок 1.2). Залежно від навантаження одночасно працює 1 або 2 установки. Характеристик обладнання наведено нижче (Таблиця 1.1).



Рисунок 1.2 - Котли ПТВМ 30М

Таблиця 1.1 – Характеристики котлів та котельні

Характеристика	Одиниці виміру	Значення
Тип котлів	-	ПТВМ 30/М
Кількість	шт	3
Паливо	-	природний газ
Загальна теплова потужність	Гкал/год	120
Період роботи	год/рік	4152
Річні обсяги генерації теплової енергії	Гкал	114 928,91
Приєднане теплове навантаження (опалення)	Гкал/год	81,96
Температурний графік мережі опалення	°С/°С	95/70
Річні обсяги води на підживлення	м ³	18 529
Об'єм мережі	м ³	2 990
Річні обсяги спожитого палива	м ³	16 109 871
Приєднана електрична потужність	кВт	2960
Річне споживання електричної енергії	кВт·год	2 824 710
Коефіцієнт корисної дії*	%	89,6

* згідно режимних карт для максимального завантаження

В додатку наведено результати термографічного обстеження котельного обладнання (Додаток 3 – Тепловізійне обстеження). Також, у додатках наведено режимні карти котлів (Додаток 4 – Режимні карти).

Котельня обладнана трьома циркуляційними насосами Д-1600, номінальною продуктивністю 1600 м³/год на потужність електричного двигуна 630 кВт. Також, наявні рециркуляційні насоси потужністю 40 кВт, насоси сирі води потужністю 15 кВт та насоси робочої води (Рисунок 1.3).



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.3- Насосне обладнання: а) циркуляційні насоси; б) рециркуляційні насоси; в) насоси сирої води; г) насоси робочої води

Серед дутьового обладнання, в котельні наявні 3 димососи (по 1 на кожен котел), продуктивністю 110 000 м³/год та електричною потужністю 90 кВт (Рисунок 1.4). Наявні 6 вентиляторів (по 2 на кожен котел), продуктивністю по 27 650 м³/год та електричною потужністю 55 кВт (Рисунок 1.5). Димососи та вентилятори обладнані частотно-регульованими приводами (ЧРП), проте регулювання частотою відбувається в ручному режимі (Рисунок 1.6).



Рисунок 1.4 – Димосос



Рисунок 1.5 – Вентилятори ВДН-11,2



Рисунок 1.6 – Частотно-регульований привід димососів та вентиляторів

В котельні наявна двоступенева натрій-катіонова установка для очистки води на підживлення. Також, встановлено деаератор. Відповідні фото наведено в додатках (Додаток 1).

Для регулювання температури води на виході з котлів використовують ввімкнення/вимкнення газових пальників. Підмішування зворотної води з мережі відбувається через перемичку з регулятором та за рахунок постійної циркуляції води через вимкнений котел. Регулювання подачі теплоносія – якісне, витрата у контурі котла та мережі залишається практично незмінною протягом всього опалювального періоду. Задекларований температурний графік мережевої води 95/70 °С.

Характеристика теплових мереж наведена нижче (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Трубопроводи котельної 83-го мікрорайону

Діаметр Φ , мм	Довжина (за термінами експлуатації) в однотрубному вимірі, м			Всього, м	Об'єм, м ³
	до 5 років	від 6 до 15 років	понад 15 років		
45	-	-	246,0	246,0	0,39
48,3	109,8	-	-	109,8	0,20
57	1 004,1	273,0	1 593,9	2 871,0	7,33
63	-	-	-	-	0,00
76	216,0	362,0	1 442,0	2 020,0	9,16
89	879,8	292,0	3 180,8	4 352,6	27,08
108	874,3	-	5 346,7	6 221,0	56,99
114	-	-	1 150,0	1 150,0	11,74
133	-	-	2 172,0	2 172,0	30,18
152	-	-	18,0	18,0	0,33
159	200,3	-	6 965,7	7 166,0	142,29
168	-	-	210,0	210,0	4,66
219	50,3	-	5 919,7	5 970,0	224,88
273	8,8	-	2 235,2	2 244,0	131,35
325	96,0	-	3 364,0	3 460,0	287,03
377	-	-	876,0	876,0	97,79
530	139,5	51,0	8 037,5	8 228,0	1815,25
630	-	-	460,0	460,0	143,39
Всього	3 578,8	978,0	43 217,6	47 774,4	2990,02
У двотрубному виконанні, м				23 887,2	

Максимальні витрати води на підживлення складають 18 м³/год, що становить менше 1 % об'єму мережі.

1.3. Облік енергоресурсів

Для обліку спожитих енергоносіїв та обсягу відпуску теплової енергії на котельні використовуються різні прилади обліку. Зокрема, електрична енергія обліковується на трансформаторній підстанції за допомогою двох лічильників SL-7000. Лічильники підключені до АСКОЕ, що дає змогу отримувати покази споживання електроенергії з інтервалом 15 хв.

Природний газ обліковується приладом G 4000 ЛГ-К-300-1. Наявний модем, що дає змогу відслідковувати споживання з щогодинним інтервалом.

Облік холодної води на підживлення забезпечується лічильником WPK-UA-80. Модем для передачі даних відсутній.

Облік відпущеної теплової енергії відбувається за допомогою лічильника СВТУ-10М. Архіви даних передаються на комп'ютер з дискретністю 1 год. Лічильник встановлено на виході з котельні.

Поагрегатний облік споживання природного газу та виробництва теплової енергії відсутній.

Фото всіх доступних приладів обліку наведено в додатку (Додаток 1).

1.4. Статистичні дані

В ході виконання енергетичного аудиту було зібрано архіви даних з лічильників теплової та електричної енергії та природного газу. Також, було знято архів споживання даних з теплових лічильників споживачів, віддалених від котельні. В додатку наведено загальний вигляд формату

вихідних даних (Додаток 2 – Дані з приладів обліку). Також, для аналізу використано дані з журналу котельні.

Окремо в таблиці нижче наведено помісячний облік енергоносіїв.

Таблиця 1.3 – Помісячні значення споживання енергоресурсів та відпуску теплової енергії, 2020 р

Місяць, рік	Природний газ, м ³	Відпущено теплової енергії, Гкал	Відношення відпущеної теплової енергії до енергії природного газу	Спожито електричної енергії, кВт·год	Спожито води, м ³
2020 рік					
Січень	3032902	21765,668	0,878	484026	2516
Лютий	2821438	20189,509	0,874	480780	2603
Березень	2087912	15125,885	0,878	480364	3211
Квітень	833158	6059,413	0,874	238216	1516
Травень	-	-	-	8376	29
Червень	-	-	-	8244	53
Липень	-	-	-	598	31
Серпень	-	-	-	4314	35
Вересень	-	-	-	10872	1030
Жовтень	406421	2744,653	0,826	145482	2523
Листопад	2870602	20360,262	0,863	474306	2463
Грудень	4057438	28683,523	0,862	489132	2519
За рік	16 109 871	114 928,913	0,869	2 824 710,00	18 529

На діаграмі наведено розподіл спожитих енергоресурсів в рік, приведених до одних одиниць виміру. (Рисунок 1.7).

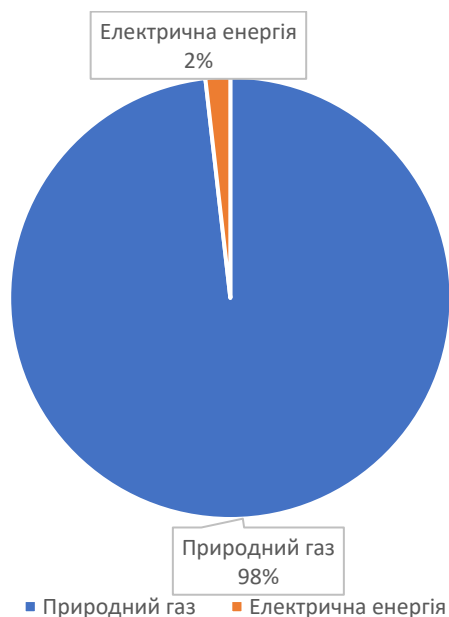


Рисунок 1.7 – Розподіл споживання енергоресурсів, 2020 р.

1.5. Тарифи та витрати

Станом на вересень 2021 року було отримано інформацію щодо тарифів на енергоносії. Дані щодо тарифів та річних витрат наведено в таблиці нижче та на графіку.

Таблиця 1.4 – Тарифи та витрати на енергоносії (вересень 2021 року)

Енергоносій	Одиниці виміру	Величина	Загальні витрати, грн/рік
Електрична енергія	грн/кВт·год	3,26256	9 215 786
Природний газ (населення)	грн/м3	8,04333	116 619 308
Природний газ (інші споживачі)	грн/м3	12,59393	20 288 659
Вода	грн/м3	8,05	149 158
Всього			146 272 911

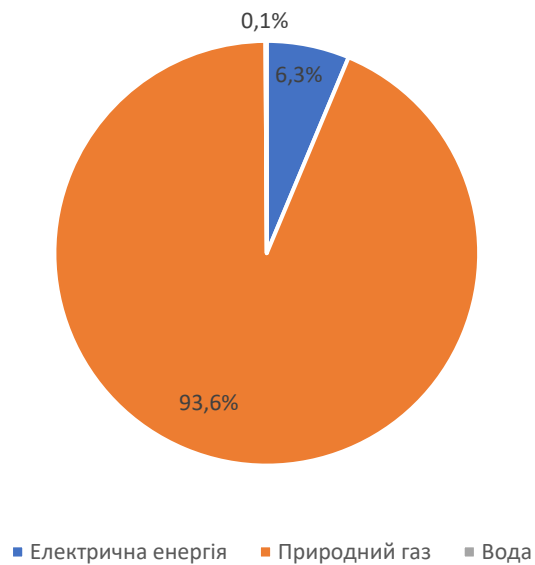


Рисунок 1.8 – Розподіл витрат на енергоносії

Природний газ займає більше 90% споживання як в натуральних одиницях так і в грошових.

2. Детальна інформація

2.1. Енергетичний баланс

Для побудови енергетичного балансу використано статистичні дані щодо обсягів генерації та відпуску теплової енергії (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Виробіток і відпуск теплової енергії за 2018-2020 роки.

Назва	Обсяги, Гкал		
	2018	2019	2020
Вироблено теплової енергії	129 226,5	115 092,2	117 926,2
Власні потреби	2 838,4	2 527,7	2 589,8
Відпущено теплової енергії	126 388,1	112 564,5	115 336,3
Втрати теплової енергії, в т.ч.:	16 387,7	14 593,9	15 568,1
-з мереж системи опалення	16 387,7	14 593,9	15 568,1
-з мереж системи ГВП*	-	-	-
-з витоками	1 006,2	958,4	803,8
Поставлено теплової енергії на опалення і вентиляцію в т.ч.:	108 994,2	97 012,1	98 964,5
- населенню	96 950,6	85 512,1	88 975,2
-бюджетному сектору	9 478,0	8 416,0	6 860,1
-іншим споживачам (господарчий розрахунок, відомчі організації)	2 565,6	3 084,0	3 129,2

*централізоване гаряче водопостачання відсутнє

Для побудови енергетичного балансу використано дані за 2020 рік (Рисунок 2.1).

Баланс електричної енергії побудовано на основі річного споживання (за 2020 рік) та розподілу потужностей між основними споживачами. Результати наведено нижче (Таблиця 2.2, Рисунок 2.2).

Таблиця 2.2 – Баланс електричної енергії

Споживачі електричної енергії	кВт·год
Циркуляційні насоси	2 193 955
Димососи	219 395
Вентилятори	279 231
Інше	132 129
Всього	2 824 710

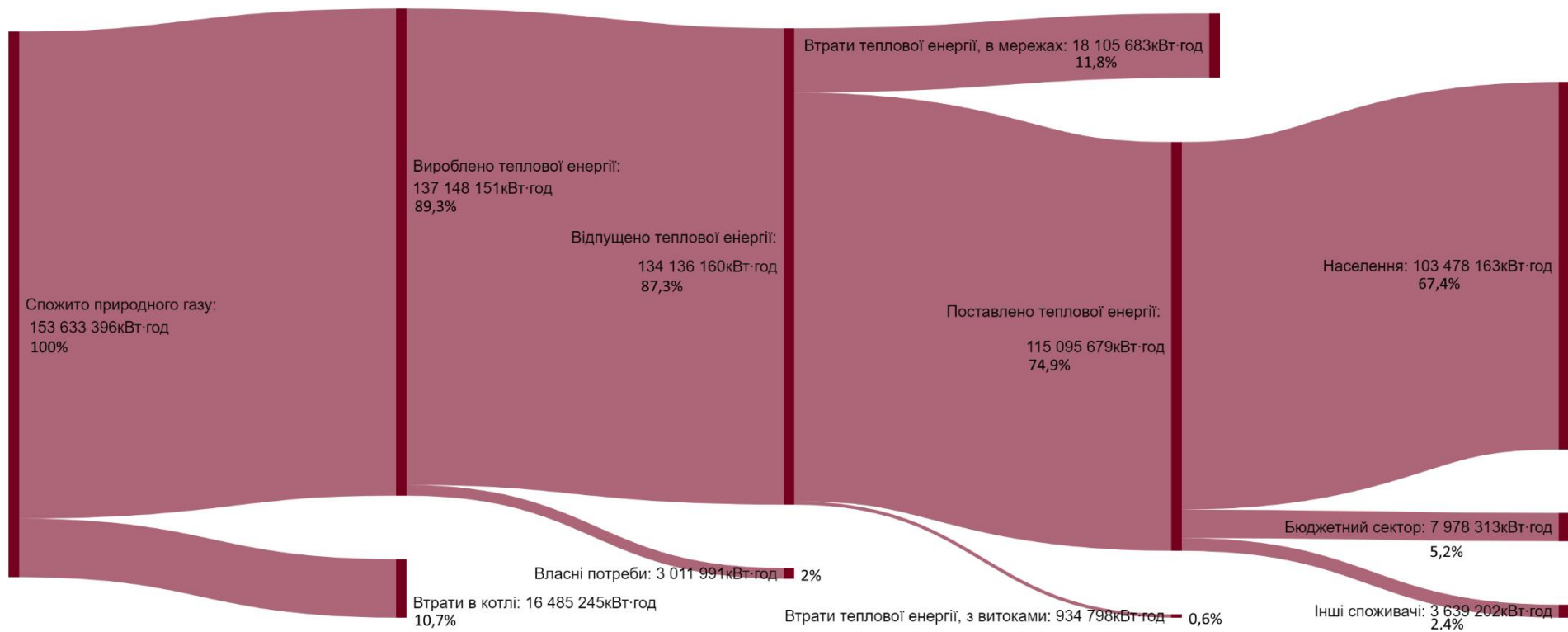


Рисунок 2.1 – Баланс теплової енергії

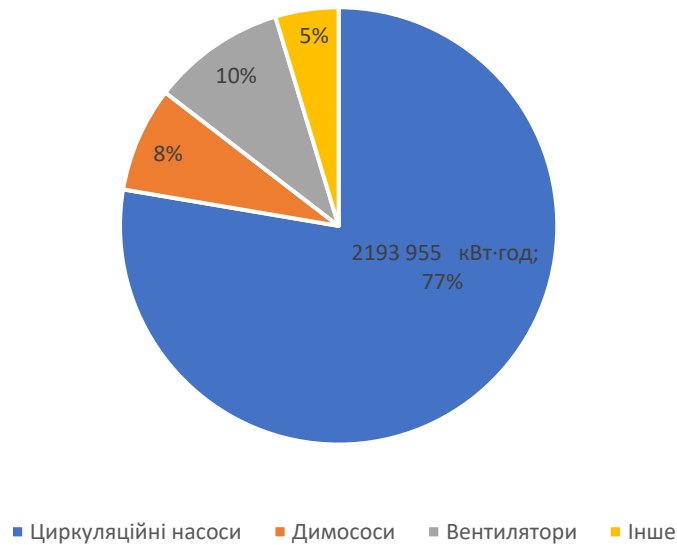


Рисунок 2.2 – Баланс споживання електричної енергії

В балансі теплової енергії найбільшими споживачами є населення (понад 67%). Значну частину балансу займають втрати в котлі та в мережах.

В балансі електричної енергії найбільшу частину займає споживання енергії циркуляційними насосами.

2.2. Аналіз енергетичної ефективності

Аналіз проведено на основі статистичних даних з лічильників теплової енергії, електричної енергії, природного газу, журналів котельні та локальних замрів.

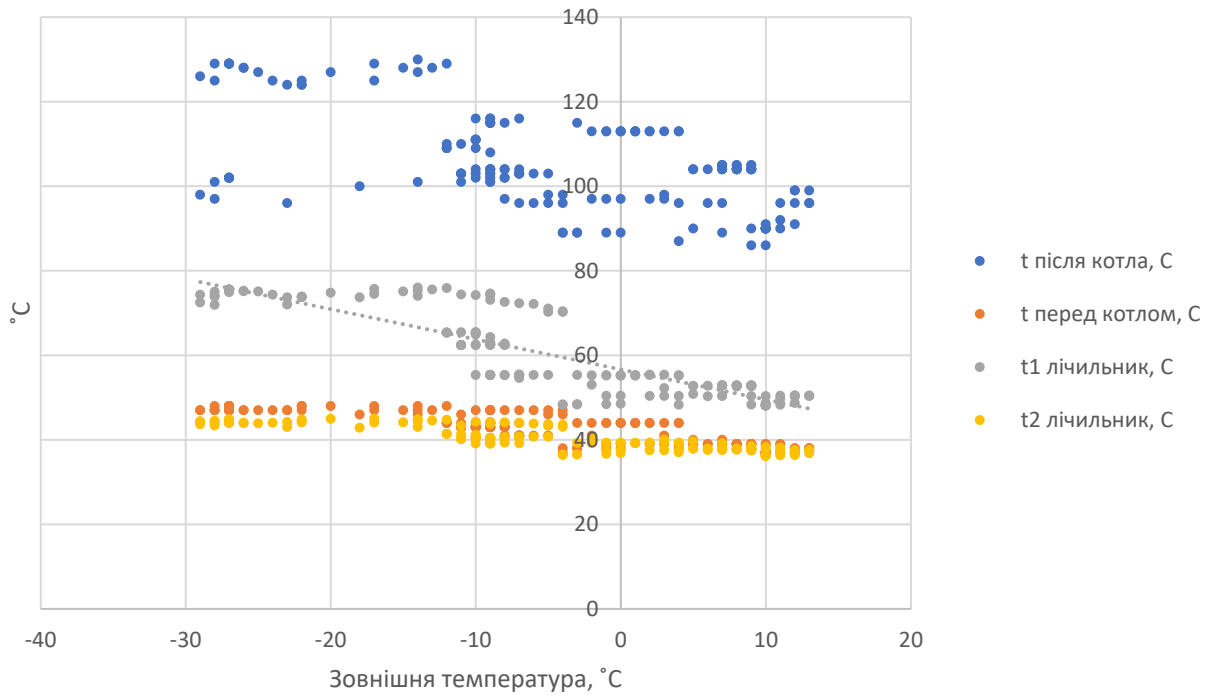


Рисунок 2.3 – Температурні режими теплоносія

На рисунку (Рисунок 2.3) зображено температури води на вході та виході з котла, а також мережевої води. На рисунках нижче (Рисунок 2.4, Рисунок 2.5) наведено температурні графіки подачі теплоносія на затверджений графік 95/70.

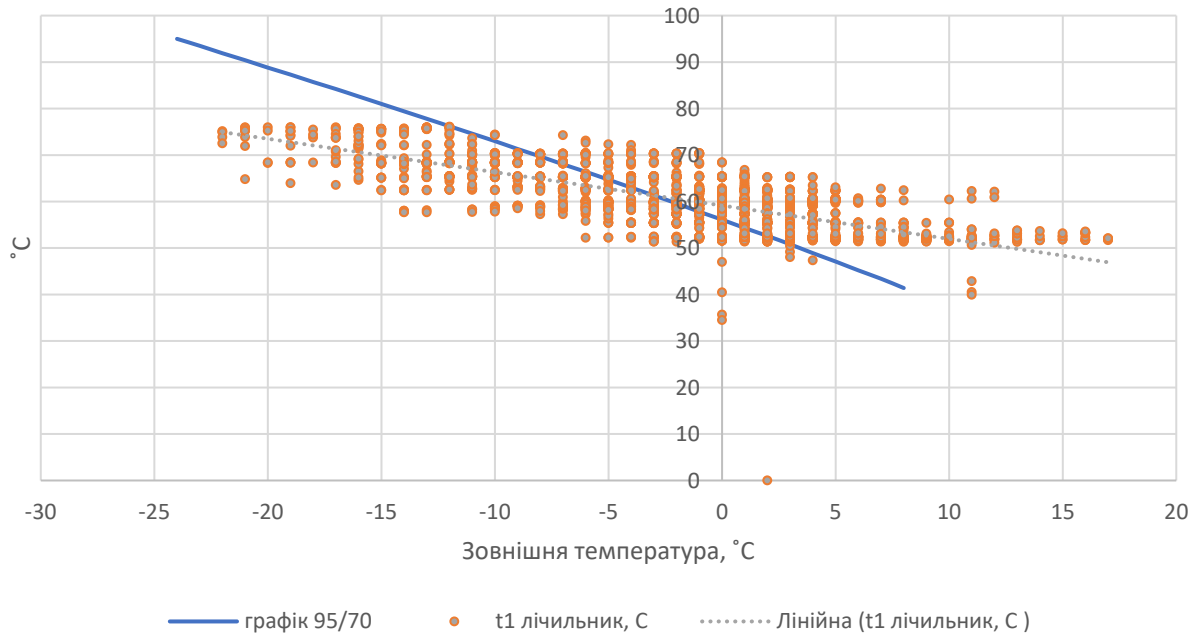


Рисунок 2.4 – Температурний графік подачі теплоносія за опалювальний період 2020-2021

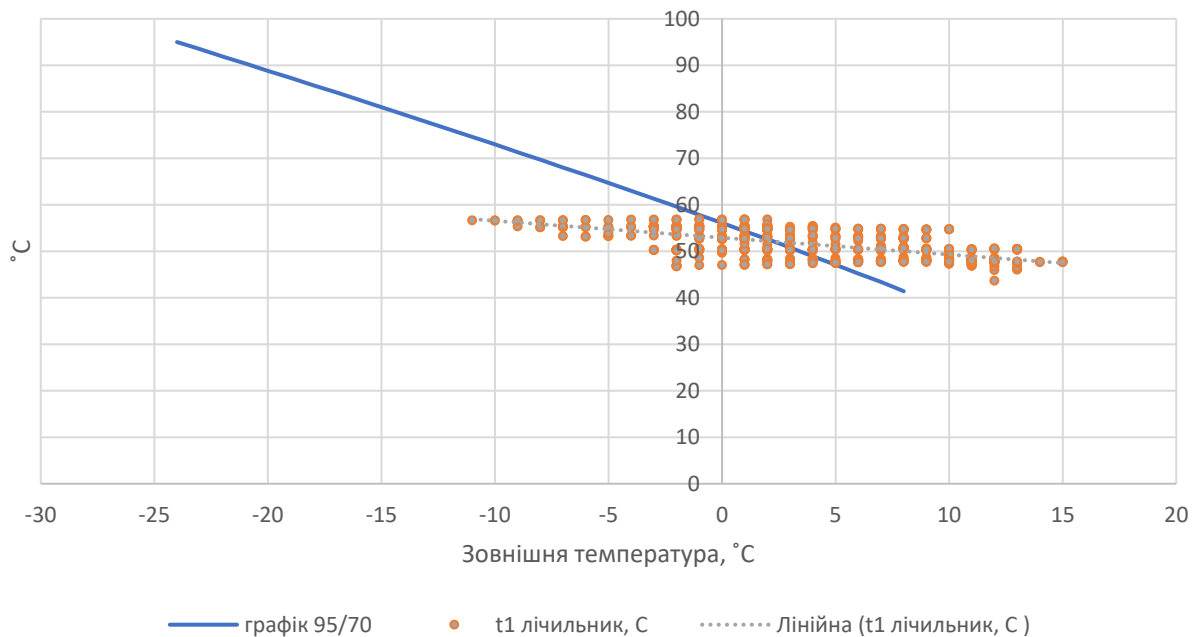


Рисунок 2.5 - Температурний графік подачі теплоносія за опалювальний період 2021-2022

Температура води на виході з котла змінюється значим чином, проте чіткої залежності від зовнішньої температури не спостерігається. Що стосується температури подачі теплоносія, температура помітно зростає при зниженні зовнішньої температури. Проте, в цілому графік подачі теплоносія не витримується: в холодний період фактичний графік значно нижче розрахункового (максимальна температура подачі не перевищувала 80 °C), а в теплий період – навпаки.

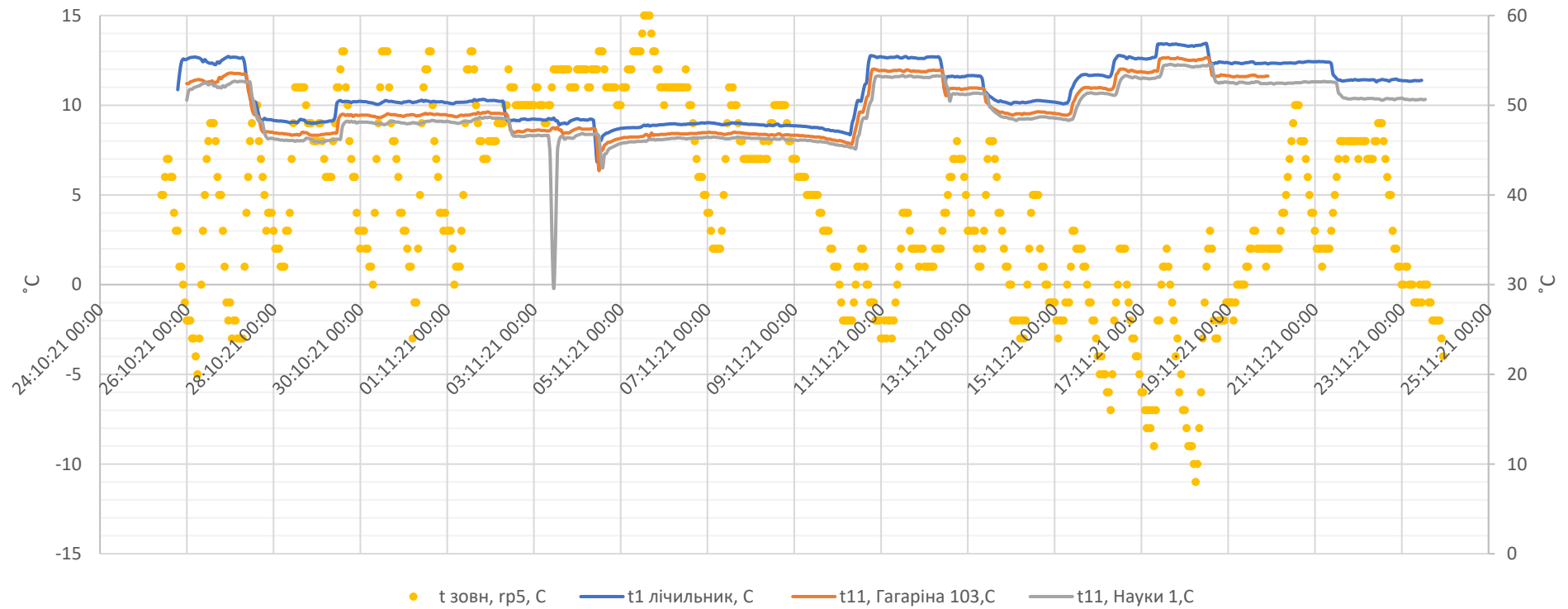


Рисунок 2.6 – Графік подачі теплоносія з котельні та на теплових вводах споживачів

Відповідно до графіка (Рисунок 2.6) регулювання температури подачі відбувається рідко та відповідає зміні середньодобових температур, проте не залежить від зміни зовнішньої температури протягом однієї доби.

На графіках (Рисунок 2.7, Рисунок 2.8) нижче відображено теплові потужності залежно від зовнішньої температури за минулий та поточний опалювальні періоди.

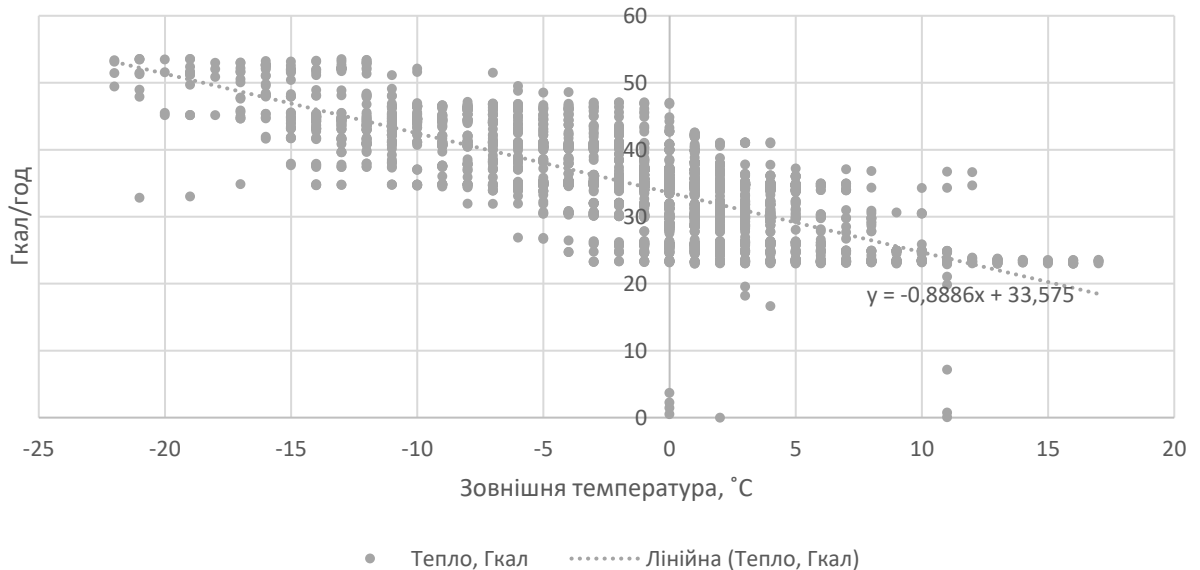


Рисунок 2.7 – Теплова потужність котельні за опалювальний період 2020-2021

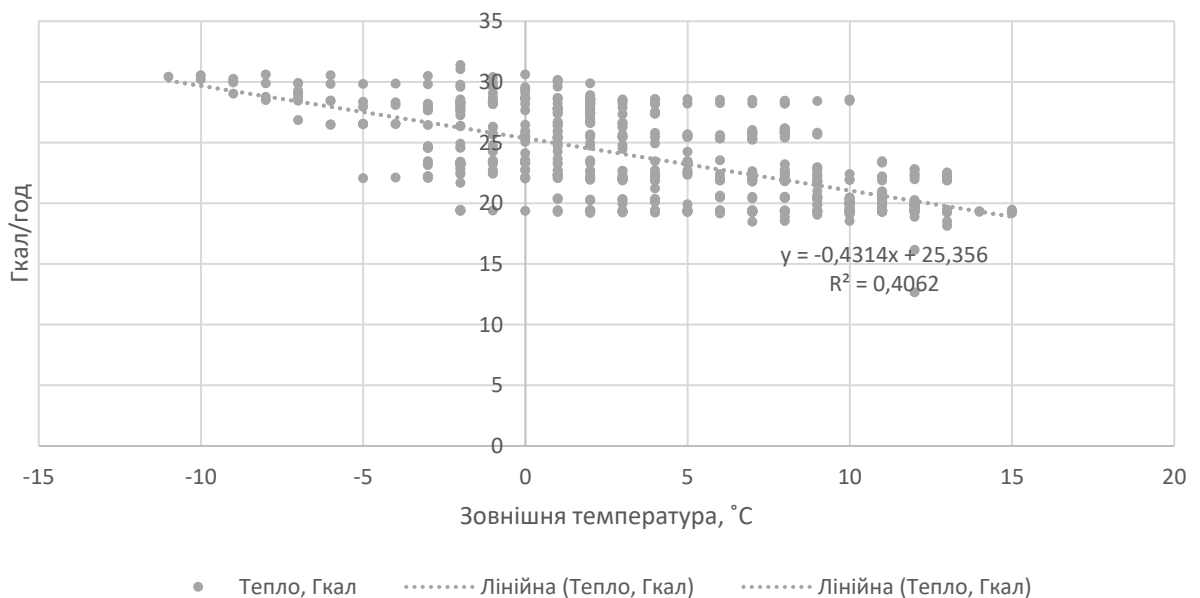


Рисунок 2.8 – Теплова потужність котельні за опалювальний період 2021-2022

Теплова потужність зростає при зниженні зовнішньої температури. Зокрема, при температурах -10°C і нижче помітні значення 50 Гкал/год і вище – що характеризують роботу двох котлів одночасно. Проте, відповідно до наявних даних коефіцієнт кореляції є досить невисоким (близько $0,5$) – що свідчить про наявність значного потенціалу погодного регулювання відпуску теплоносія.

На графіку нижче (Рисунок 2.9) показано обсяги відпуску теплової енергії та споживання природного газу. Для визначення загального коефіцієнта корисної дії котельні прийнято калорійність газу на основі даних ТОВ «Оператор ГТС України»¹.

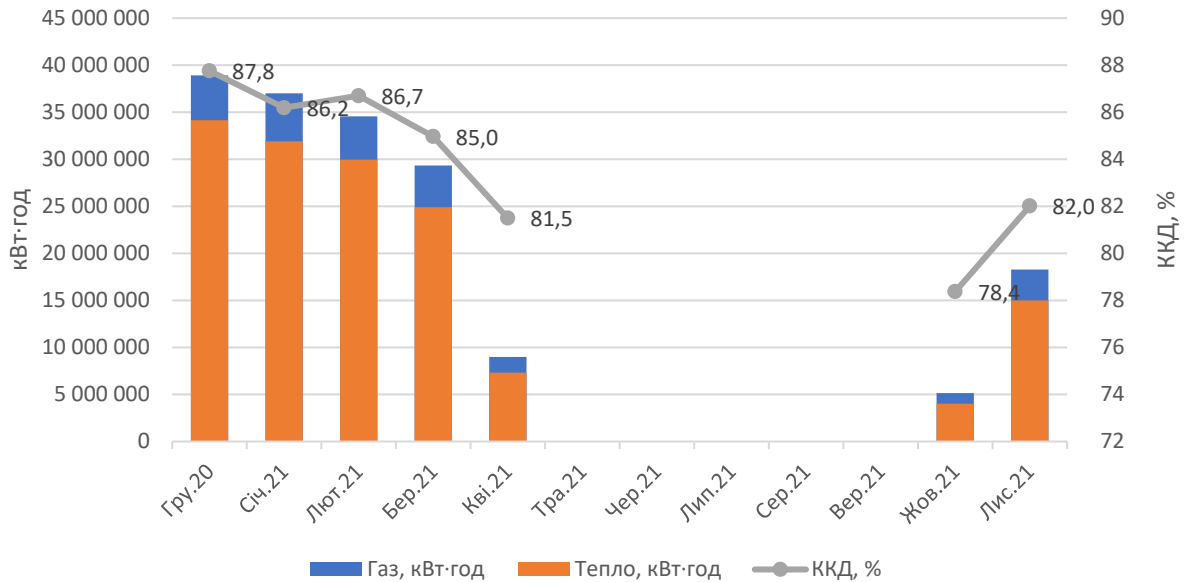


Рисунок 2.9 – Обсяги спожитого палива та відпуску теплової енергії

Котельня характеризується значно вищою ефективністю в холодні періоди року. Це пов'язано з роботою двох котлів одночасно. Окрім того, в періоди незначних навантажень (в перехідні місяці: квітень і жовтень) ефективність системи значно падає. Відповідно, рекомендовано мати на котельні резервне джерело теплової енергії, розраховане на менше навантаження. Існуючі котли можна використовувати в режимі пікових.

Особливістю експлуатації котельні є спосіб підмішування теплоносія. Близько 1700-1800 м³ теплоносія циркулює в мережі, практично не змінюючись від зовнішньої температури. В той же час через працюючий котел циркулює від 370 до 400 м³ теплоносія. Паралельно, через непрацюючий котел також циркулює від 370 до 400 м³ теплоносія, що охолоджується значним чином. Зокрема це і знижує ефективність системи в цілому при роботі одного котла. Інша частина теплоносія проходить через перемичку, що має регульований клапан з електроприводом. Проте протягом опалювального періоду витрата теплоносія практично не змінюється, тобто положення клапана не міняється.

На графіках нижче (Рисунок 2.10, Рисунок 2.11) наведено погодинне споживання природного газу та електричної енергії відповідно до зовнішньої температури. Помітні зміни обсягів споживання газу при зміні зовнішньої температури, рівень споживання електричної енергії залишається практично незмінним.

На графіку нижче (Рисунок 2.12) наведено результати експрес-аналізу втрат теплової енергії в мережах на основі погодинних значень температур та витрат теплоносія з лічильників теплової енергії. Відповідно, для споживача що знаходиться поблизу котельні (вул. Гагаріна 103) втрати теплової енергії в трубопроводах становлять близько 12%, для крайнього споживача (вул. Науки 1) – до 20%.

¹ <https://tsoua.com/prozorist/yakist-gazu/>

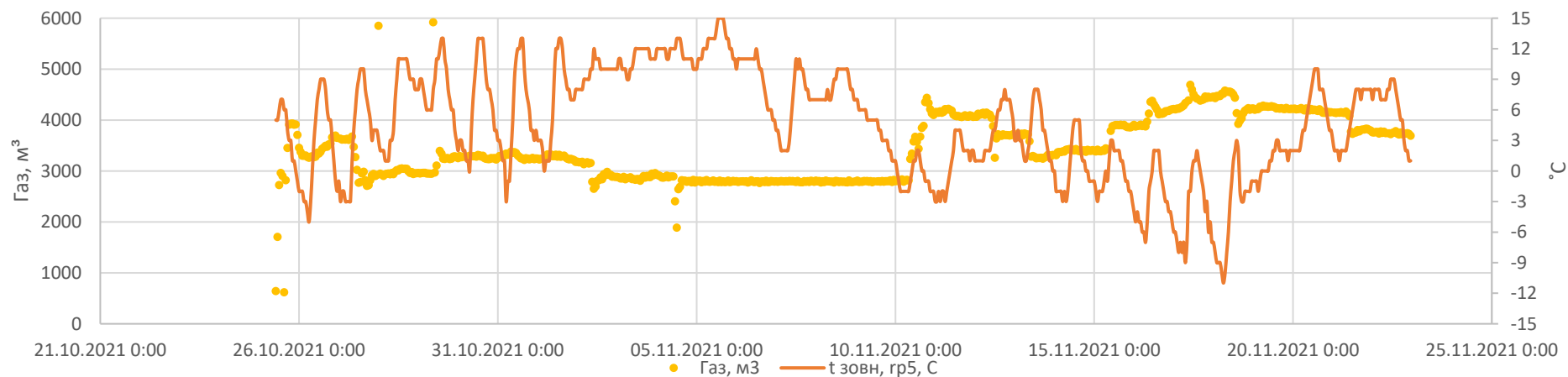


Рисунок 2.10 – Погодинне споживання природного газу та зовнішня температура повітря

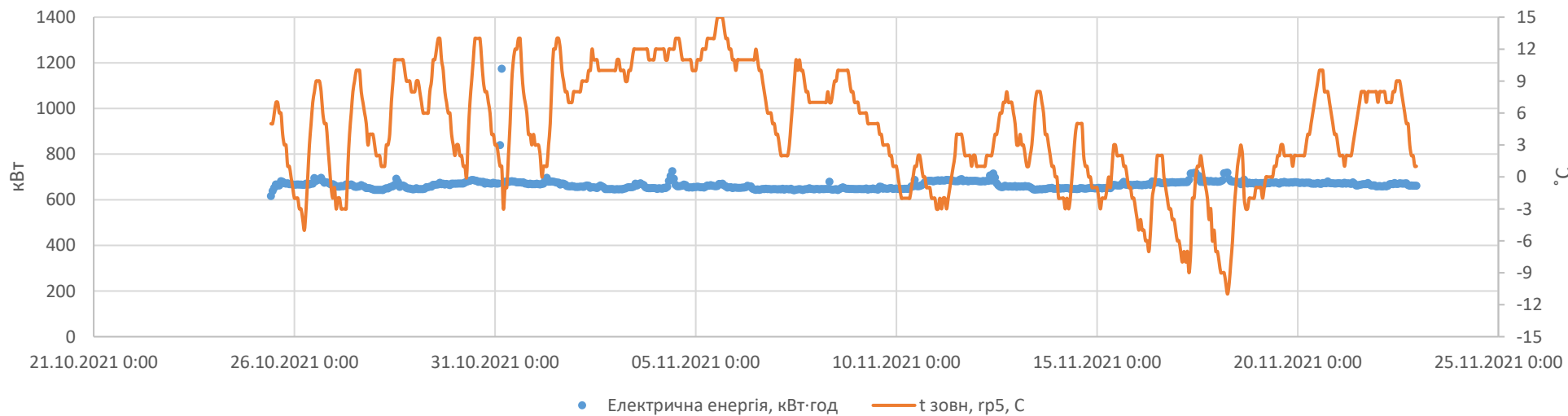


Рисунок 2.11 – Погодинне споживання електричної енергії та зовнішня температура повітря

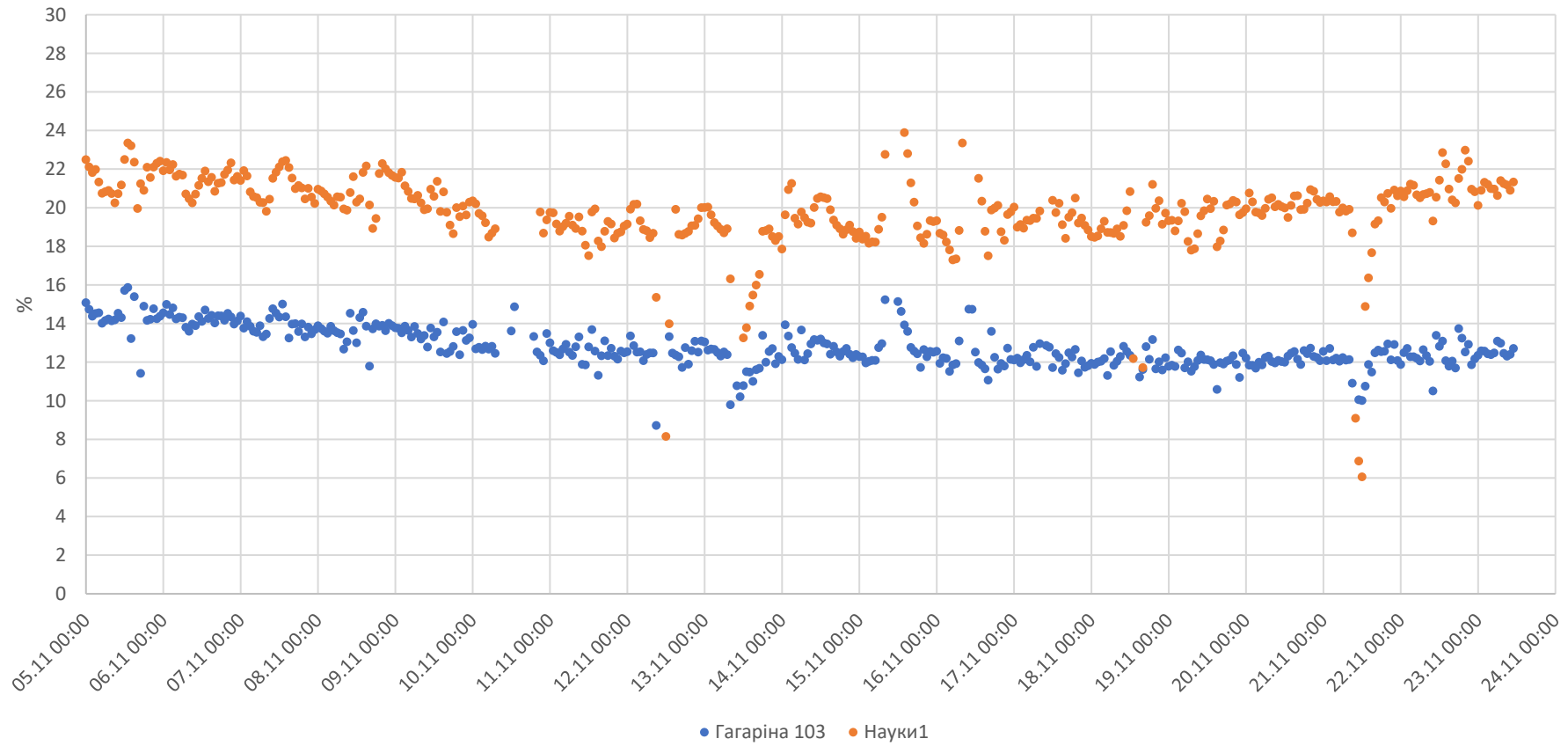


Рисунок 2.12 – Оцінка втрат теплової енергії в подавальних трубопроводах (від 83 котельні до житлових будівель)

3. Заходи з енергоефективності

3.1. Впровадження системи погодного регулювання

На основі проведеного аналізу залежності обсягів відпуску теплової енергії від зовнішньої температури було зроблено висновки щодо неефективності наявної системи регулювання. Відповідно, в котельній наявний значний потенціал впровадження автоматичного погодного регулювання подачі теплоносія.

На графіку нижче (Рисунок 3.1) наведено можливий потенціал економії при впровадженні погодного регулювання.

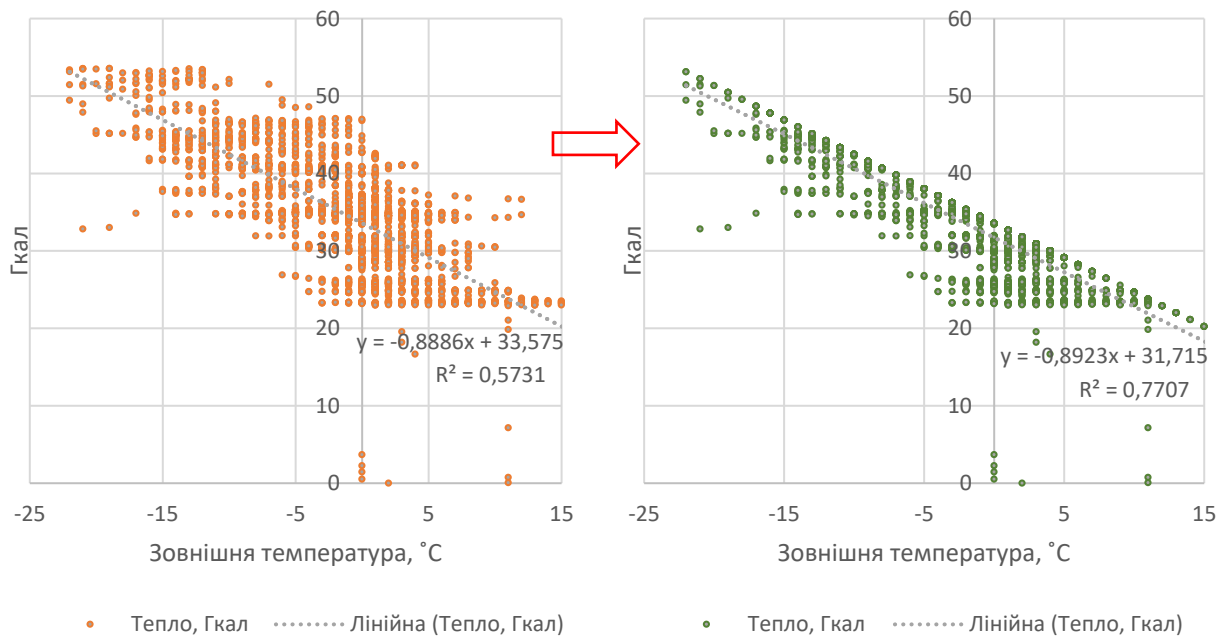


Рисунок 3.1 – Потенціал економії від застосування погодного регулювання

На момент обстеження регулювання температури подачі теплоносія регулюється за рахунок кількості включених котлів та пальників.

Наразі в котельні наявний клапан-регулятор з електроприводом, що встановлено на перемичці між подавальним та зворотним трубопроводом. Проте його положення залишається незмінним.

Пропонується облаштувати клапан системою погодного регулювання, що включає в себе електропривод з датчиком температури та контролером.

Орієнтовні витрати та ефект від впровадження наведено в таблиці нижче (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Захід впровадження погодозалежного регулювання

Показник	Одиниці	Значення
Економія теплової енергії	Гкал	6 313,6
Економія, в еквіваленті природного газу	м ³	860 277,5
Економія електричної енергії	кВт·год	0
Економія коштів	грн	7 310 973,6
Капітальні інвестиції	грн	1 000 000,0
Термін окупності	років	0,14

3.2. Встановлення твердопаливного котла

Пропонується встановити твердосплавний котел на покриття базового теплового навантаження котельні. На основі фактичного графіку теплового навантаження (Рисунок 3.2), встановлення котла потужністю 30 МВт дозволить замінити до 75% річного відпуску теплової енергії.

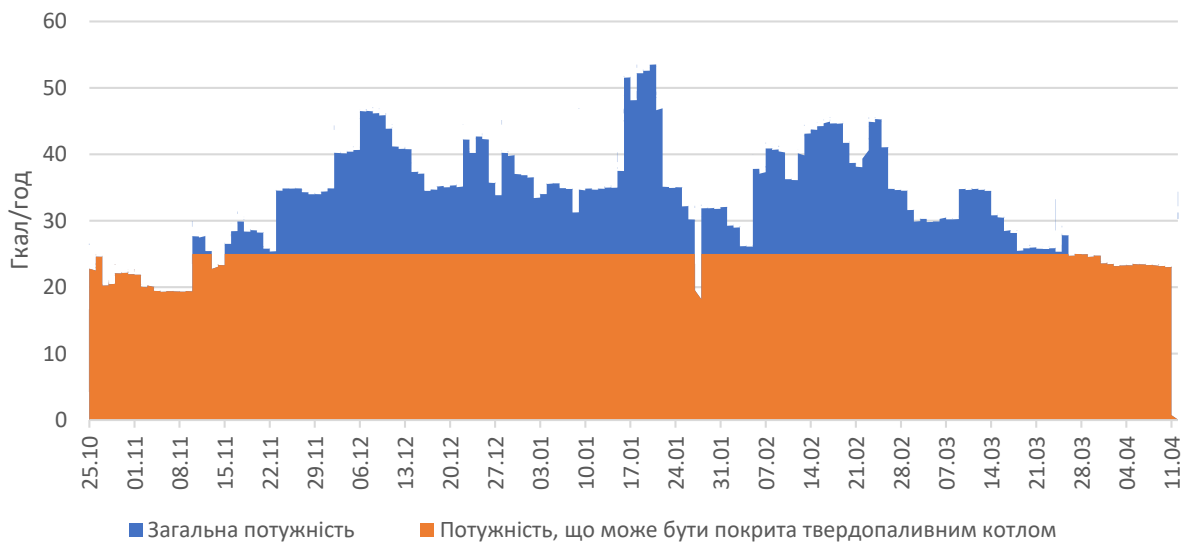


Рисунок 3.2 – Фактична теплова потужність, та потужність що може бути заміщена

За рахунок використання джерела тепла з альтернативним видом палива існує можливість значно знизити витрати на закупівлю природного газу. Орієнтовні витрати та ефект від впровадження наведено в таблиці нижче (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Захід встановлення твердопаливного котла

Показник	Одиниці	Значення
Споживання твердого палива	т	44 538,1
Економія, в еквіваленті природного газу	м ³	13 463 379,5
Економія електричної енергії	кВт·год	0
Економія коштів	грн	25 340 879,1
Капітальні інвестиції	грн	58 000 000,0
Термін окупності	років	2,3

3.3. Встановлення когенераційної установки

В місті відносно донедавна відбувалось надання послуги з централізованого гарячого водопостачання. Таким чином, станом на сьогодні збережені мережі та ЦТП, які були залучені до надання послуги.

Пропонується встановити когенераційну установку для покриття потреб ГВП населення та виробництва електричної енергії на власні потреби. Попередньо, паливом для когенераційної установки буде природний газ.

Підбір когенераційної установки виконано з розрахунку споживаної електричної потужності котельнею. На основі наявного графіку електричного навантаження (Рисунок 2.11), споживана потужність коливається в межах 600-700 кВт.

Пропонується встановлення когенераційної установки тепловою потужністю 720 кВт та електричною потужністю – 500 кВт. Всі показники роботи установки розраховано з припущення, що котельня буде цілий рік надавати мешканцям гарячу воду.

Річна енергопотреба на ГВП житлових будинків, підключених до мереж котельні 83 мікрорайону становить близько 18 000 Гкал. Когенераційна установка може забезпечити близько 1/3 цієї енергії, при цьому практично повністю покриє потреби котельні в електричній енергії (Рисунок 3.3).

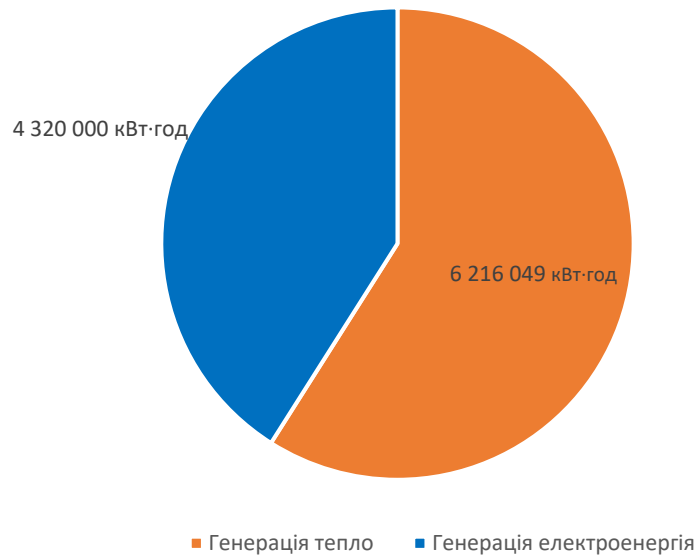


Рисунок 3.3 – Перспективні обсяги генерації теплової та електричної енергії когенераційною установкою

Орієнтовні витрати та ефект від впровадження наведено в таблиці нижче (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Захід встановлення когенераційної установки

Показник	Одиниці	Значення
Генерація теплової енергії	Гкал	5 344,8
Споживання природного газу	м ³	1 359 219,5
Економія (виробництво) електричної енергії	кВт-год	4 320 000,0
Економія коштів	грн	2 543 082,0
Капітальні інвестиції	грн	12 000 000,0
Термін окупності	років	4,7

3.4. Утилізація теплоти димових газів

Наразі забір повітря вентиляторами відбувається з приміщення котельної. В каналі наявні шибери для переключення забору ззовні. В котлах відсутні економайзери, тобто теплота димових газів не утилізується.

Пропонується встановити теплообмінник та використати утилізовану теплоту димових газів для попереднього підігріву повітря перед подачею в котел. Попередній ефект та витрати заходу наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Захід утилізації теплоти димових газів

Показник	Одиниці	Значення
Економія теплової енергії	Гкал	1 354
Економія, в еквіваленті природного газу	м ³	184 472,1
Економія електричної енергії	кВт·год	0
Економія коштів	грн	1 567 715,6
Капітальні інвестиції	грн	3 000 000
Термін окупності	років	1,9

Серед можливих варіантів утилізації можливе використання рекуператорів або термосифонів. Більш детальні результати можуть бути отримані в рамках розробки проектно-кошторисної документації (ПКД) після затвердження технічних рішень.

Попередньо пропонується утилізувати теплоту димових газів без конденсації водяної пари. Незважаючи на те, що утилізація з конденсацією має кращу економію, технічні рішення з конденсацією – більш складні, потребують більших капіталовкладень для уникнення руйнування обладнання.

3.5. Використання частотно-регульованих приводів

Слід відзначити, що у випадку масової термомодернізації споживачів та встановлення індивідуальних теплових пунктів характеристики системи зміняться. Зокрема, в подальшому потрібно впровадити систему кількісно-якісного регулювання. Додатково до регулювання температури подачі теплоносія необхідно буде впровадити регулювання його витрати.

Для забезпечення необхідної витрати теплоносія та при цьому досягати економії електричної енергії, рекомендовано облаштувати циркуляційні насоси частотно-регульованим приводом.

3.6. Впровадження системи автоматизованого енергомоніторингу

Під час обстеження було виявлено, що прилади обліку енергоресурсів на котельні підключені до систем передачі даних. Проте архіви даних передаються на комп'ютери користувачів за запитом, а не з заданою періодичністю. Також, недоліком даної системи є той факт, що дані зберігаються на різних комп'ютерах та не зведені в одну систему. Це значно ускладнює процес аналізу даних споживання.

Крім того, котельня обладнана значним приладовим парком, що дає змогу в режимі реального часу моніторити параметри роботи котельного обладнання: температури, тиски, витрати, потужності

тощо. Проте можливості архівування даних показників наразі відсутні. Відповідно, всі значення занотовуються в ручному режимі в журнал щогодини.

Відповідно, відсутність оцифрованих даних, та досить тривалий інтервал часу між записами не дає можливості провести ефективний аналіз роботи.

Пропонується запровадити автоматизовану систему контролю і обліку енергетичних ресурсів.

Цілі впровадження системи моніторингу повинні бути наступними:

- Створення єдиної інформаційної платформи для моніторингу вироблення, споживання і розподілу енергоресурсів, не зважаючи на різноманітність типів приладів та протоколів передачі інформації;
- Підвищення ефективності використання енергоресурсів, зниження питомих витрат їх споживання за рахунок виявлення основних джерел витрат та втрат, зниження перевитрати, оптимізації розподілу придбаних і власних енергоресурсів;
- Підвищення точності планування споживання енергетичних ресурсів на основі результатів аналізу інформації про фактичні норми споживання за попередні періоди;
- Створення платформи для реалізації перспективних завдань енергоменеджменту, таких як завдання довгострокового і оперативного прогнозування споживання енергоресурсів.

Призначення системи моніторингу повинні бути наступними:

- Інтеграція даних з виробництва і споживання енергоресурсів з різних джерел інформації на базі єдиної інформаційної платформи;
- Автоматизація процесів обробки інформації по енергоспоживанню;
- Своєчасне забезпечення необхідною інформацією керівників і фахівців усіх рівнів для підтримки робочих процесів управління на основі оперативних і достовірних даних щодо вироблення, споживання і розподілу енергоресурсів;
- Підвищення ефективності процесів аналізу споживання енергоресурсів за рахунок використання архівних даних, створення ієрархічної структури даних, розширення можливостей візуалізації інформації, інтеграції різних систем автоматизації і додаткових програмних продуктів.

Автоматизована система моніторингу повинна забезпечити рішення широкого спектра завдань автоматизації процесу контролю і обліку енергоресурсів, таких як:

- Автоматичний збір даних реального часу по енергоспоживанню;
- Автоматичний збір інформації про технологічні параметри, стан і ступінь завантаження устаткування;
- Ручне введення інформації по енергоспоживанню на об'єктах, які не обладнані програмно-апаратними засобами;
- Довготривале і надійне зберігання даних;
- Надання достовірної технологічної інформації про виробництво і споживання всіх видів енергоресурсів в режимі реального часу;
- Формування фактичних балансів енергетичних ресурсів;
- Формування звітності про фактичні та питомі витрати енергоресурсів за вказаний проміжок часу (місяць, декада, доба тощо);
- Планування і прогнозування споживання енергоресурсів на основі статистичних даних.

В подальшому також, рекомендовано долучити до системи прилади обліку споживачів. Також, в майбутньому дана система може бути об'єднана з системами інших джерел генерації теплової енергії населеного пункту та інтегрована в систему енергетичного менеджменту міста.

3.7. Особливості впровадження заходів

Після впровадження заходів необхідно провести етап пуско-налагоджувальних робіт. Також, рекомендовано провести верифікацію даних щодо досягнутих рівнів економії.

Важливим аспектом є проведення навчання для персоналу. Крім того, потрібно налагодити обслуговування нового обладнання.

4. Висновки

Загалом обладнання котельні в задовільному стані. Серед виконаних заходів модернізації слід відзначити встановлення ЧРП на вентиляторах та димососах, що дає змогу більш точно регулювати продуктивність установок та покращує їхню ефективність. Проте, частота задається на кожній установці в ручному режимі.

Позитивним моментом є наявність автоматичного зчитування даних з лічильників теплової енергії, електричної та природного газу. Проте механізм зведення інформації до однієї бази наразі відсутній.

Що стосується ефективності відпуску теплової енергії в мережу, спостерігається невідповідність фактичного температурного графіку затвердженому (95/70). Також, наявний значний потенціал впровадження погодного регулювання.

Перспективним заходом також є перехід на альтернативні види палива та встановлення когенераційної установки (у випадку відновлення централізованого гарячого водопостачання). Загальні характеристики рекомендацій наведено в таблиці нижче (Таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Зведені заходи

Захід	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
Впровадження системи погодного регулювання	1 000 000	7 310 973,6	0,14
Встановлення твердопаливного котла	58 000 000	25 340 879,1	2,30
Встановлення когенераційної установки	12 000 000	2 543 082,0	4,72
Утилізація теплоти димових газів	3 000 000	1 567 715,6	1,9
Використання частотно-регульованих приводів	Рекомендовано впроваджувати на пізнішому етапі		
Впровадження системи автоматизованого енергомоніторингу	Може бути визначено після формування технічного завдання		

Додатки

Додаток 1 - Фотоматеріали



Хімоводоочистка



Деаератор



Димова труба



Прилад обліку теплової енергії та його підключення до трубопроводів



Прилад обліку природного газу

Додаток 2 – Дані з приладів обліку

за період с 25.03.2021 00:00:00 по 25.04.2021 00:00:00

Потребление активной энергии (A+)

Дата	Время	Энергия, кВт·ч	
		Присоединение	
		Кот.83мкр.Ввод1	Кот.83мкр.Ввод2
25.03.2021	00:00 - 00:15	162	5
25.03.2021	00:15 - 00:30	162	5
25.03.2021	00:30 - 00:45	161	4
25.03.2021	00:45 - 01:00	161	4
25.03.2021	01:00 - 01:15	162	5
25.03.2021	01:15 - 01:30	162	5
25.03.2021	01:30 - 01:45	162	4
25.03.2021	01:45 - 02:00	162	4
25.03.2021	02:00 - 02:15	161	4
25.03.2021	02:15 - 02:30	161	4
25.03.2021	02:30 - 02:45	162	5
25.03.2021	02:45 - 03:00	162	5
25.03.2021	03:00 - 03:15	162	4
25.03.2021	03:15 - 03:30	162	4
25.03.2021	03:30 - 03:45	161	4
25.03.2021	03:45 - 04:00	161	4
25.03.2021	04:00 - 04:15	162	5
25.03.2021	04:15 - 04:30	162	5
25.03.2021	04:30 - 04:45	162	4
25.03.2021	04:45 - 05:00	162	4
25.03.2021	05:00 - 05:15	162	4

Формат даних з системи АСКОЕ

Среднечасовые значения параметров за 23.11.2020. Счетчик № 20068. Канал 1. Вариант 5.

стр. 1 из 276

Час	Траб ч	Тсети ч	Температура, °С			Объем, куб.м			Тепло, ГКал	Давление, кгс/см2			Тош, ч	Типы ошибок	Примечание
			tp	toбр	tvх	V1	V2	dV		Pп	Pобр	Pхв			
07	1,00	1,00	58,07	38,33		1779,125	1816,438	-37,313	34,70170	7,26	2,04	0,00			
08	1,00	1,00	58,10	38,34		1772,313	1809,219	-36,906	34,58601	7,22	2,04	0,00			
09	1,00	1,00	58,12	38,40		1771,781	1807,938	-36,156	34,50110	7,22	2,04	0,00			
10	1,00	1,00	58,22	38,47		1770,313	1808,031	-37,719	34,53936	7,21	2,04	0,00			
11	1,00	1,00	58,28	38,49		1769,063	1806,750	-37,688	34,58321	7,21	2,04	0,00			
12	1,00	1,00	58,32	38,53		1768,813	1806,875	-38,063	34,56735	7,21	2,04	0,00			
13	1,00	1,00	58,38	38,60		1768,563	1807,969	-39,406	34,54775	7,20	2,04	0,00			
14	1,00	1,00	58,40	38,64		1769,094	1804,656	-35,563	34,52256	7,20	2,04	0,00			
15	1,00	1,00	58,45	38,66		1767,625	1802,750	-35,125	34,53842	7,21	2,04	0,00			
16	1,00	1,00	58,49	38,69		1767,813	1799,531	-31,719	34,57201	7,20	2,04	0,00			
17	1,00	1,00	58,57	38,73		1768,281	1804,188	-35,906	34,63919	7,22	2,04	0,00			
18	1,00	1,00	58,54	38,77		1767,125	1803,750	-36,625	34,49177	7,21	2,04	0,00			
19	1,00	1,00	58,60	38,82		1767,625	1802,406	-34,781	34,53842	7,21	2,04	0,00			
20	1,00	1,00	58,64	38,84		1766,969	1804,094	-37,125	34,55149	7,22	2,04	0,00			
21	1,00	1,00	58,68	38,87		1767,938	1800,969	-33,031	34,58414	7,21	2,04	0,00			
22	1,00	1,00	58,74	38,92		1768,438	1800,563	-32,125	34,61493	7,21	2,04	0,00			
23	1,00	1,00	58,76	38,96		1768,063	1799,656	-31,594	34,57201	7,21	2,04	0,00			
00	1,00	1,00	58,79	38,99		1767,469	1797,281	-29,813	34,55988	7,21	2,04	0,00			
01	1,00	1,00	58,80	39,01		1767,531	1799,313	-31,781	34,53842	7,21	2,04	0,00			
02	1,00	1,00	58,80	39,04		1767,406	1798,063	-30,656	34,49830	7,21	2,04	0,00			
03	1,00	1,00	58,84	39,05		1768,406	1797,813	-29,406	34,55149	7,20	2,04	0,00			
04	1,00	1,00	58,81	39,06		1769,219	1799,250	-30,031	34,50484	7,20	2,04	0,00			
05	1,00	1,00	58,83	39,05		1768,625	1800,000	-31,375	34,53842	7,20	2,04	0,00			
06	1,00	1,00	58,88	39,07		1767,906	1801,438	-33,531	34,58880	7,20	2,04	0,00			
24,00	24,00		58,55	38,76		42455,000	43279,000	-824,000	829,43717	7,21	2,04	0,00			

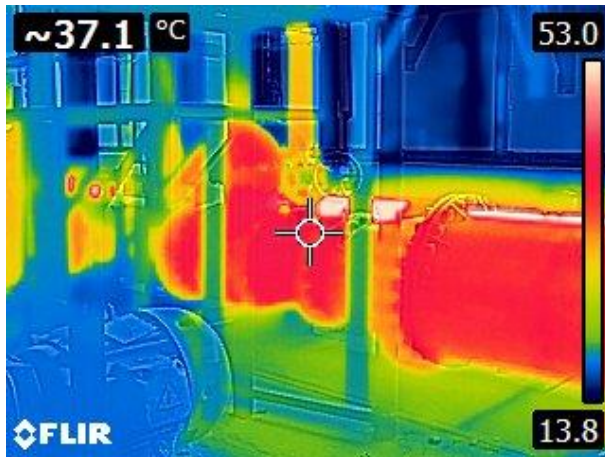
Формат даних з лічильника теплової енергії на відпуск тепла з котельні

Дата	Время работы, ч	Давление, кПа	Темпер, °С	Коэф. кор	Объем, РУ, м3	Объем за час в Р'Объем, СУ, м3	Объем за час в С'Объем ЗНП при Р'Объем	ЗНП при С'Объем	Дополнительный	Объем газа, РУ в	Время аварийной работы, час		
18.01.2021 07:00:00	16752.67111	217.28	5.41	2.26292491	14277750	2990	40122541.6	6764.7	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 08:00:00	16753.67111	215.68	5.4	2.246049404	14280770	3020	40129323.8	6782.2	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 09:00:00	16754.67111	215.04	5.41	2.239540339	14283790	3020	40136086.9	6763.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 10:00:00	16755.67111	213.08	5.42	2.218652725	14286840	3050	40142853.7	6766.8	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 11:00:00	16756.67111	217.04	5.52	2.259614229	14289840	3000	40149631.5	6777.8	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 12:00:00	16757.67111	223.88	5.48	2.331299067	14292750	2910	40156415.2	6783.7	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 13:00:00	16758.67111	222.36	5.49	2.315267086	14295680	2930	40163198.9	6783.6	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 14:00:00	16759.67111	216.52	5.48	2.275361776	14298650	2970	40169956.6	6757.8	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 15:00:00	16760.67111	216.48	5.43	2.254349709	14301650	3000	40176719.6	6763	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 16:00:00	16761.67111	214	5.44	2.228487015	14304680	3030	40183471.9	6752.3	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 17:00:00	16762.67111	214.16	5.42	2.230229378	14307720	3040	40190251.7	6779.8	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 18:00:00	16763.67111	208.04	5.47	2.165689203	14310900	3180	40197126.9	6875.2	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 19:00:00	16764.67111	193.96	5.38	2.019243479	14314580	3880	40204557.5	7430.6	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 20:00:00	16765.67333	190.64	5.36	1.986484289	14318380	3800	40212106	7548.5	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 21:00:00	16766.67333	191.24	5.33	1.991005898	14322200	3820	40219711.1	7605.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 22:00:00	16767.67333	205.52	5.36	2.140019655	14325710	3510	40227213.6	7502.5	30	129.8	88.1	7090	2682.6
18.01.2021 23:00:00	16768.67333	223.32	5.37	2.320290131	14328920	3210	40234675.6	7462	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021	16769.67333	233.32	5.4	2.431068897	14331950	3030	40242041.4	7365.8	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 01:00:00	16770.67333	237.24	5.36	2.472413301	14334940	2990	40249433.5	7392.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 02:00:00	16771.67333	237.88	5.33	2.479256392	14337920	2980	40256821.6	7388.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 03:00:00	16772.67333	236.64	5.32	2.466437817	14340920	3000	40264221	7399.4	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 04:00:00	16773.67333	235.8	5.31	2.457657814	14343920	3000	40271594	7373	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 05:00:00	16774.67333	234.48	5.34	2.443790197	14346940	3020	40278974.6	7380.6	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 06:00:00	16775.67333	224.64	5.38	2.340305805	14350100	3160	40286368.1	7393.5	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 07:00:00	16776.67333	205.64	5.32	2.141715288	14353520	3420	40293689.8	7321.7	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 08:00:00	16777.67333	209.76	5.29	2.185180664	14356900	3380	40301071.4	7381.6	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 09:00:00	16778.67333	210.44	5.29	2.192101955	14360280	3360	40308436.8	7365.4	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 10:00:00	16779.67333	207.2	5.35	2.157657146	14363680	3420	40315815.8	7379	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 11:00:00	16780.67333	211.24	5.32	2.20050478	14367030	3350	40323186.8	7371	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 12:00:00	16781.67333	212.8	5.28	2.217098713	14370360	3330	40330569.8	7383	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 13:00:00	16782.67556	210.04	5.24	2.188218117	14373740	3380	40337966.1	7396.3	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 14:00:00	16783.67556	210.76	5.29	2.195430279	14377100	3360	40345342.6	7376.5	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 15:00:00	16784.67556	213.68	5.32	2.225800859	14380410	3310	40352710	7367.4	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 16:00:00	16785.67556	213.76	5.29	2.227090836	14383730	3320	40360104	7394	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 17:00:00	16786.67556	209.32	5.21	2.180916786	14387110	3380	40367475.1	7371.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 18:00:00	16787.67556	200.04	5.24	2.083955288	14390590	3480	40374727.4	7252.3	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 19:00:00	16788.67556	195.88	5.25	2.039417211	14394110	3520	40382108.1	7180.7	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 20:00:00	16789.67556	194.12	5.26	2.021472216	14397700	3590	40389165.1	7257	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 21:00:00	16790.67556	195.96	5.28	2.040873289	14401330	3630	40396573.3	7408.2	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 22:00:00	16791.67556	201.84	5.26	2.102384806	14404900	3570	40404075.3	7502	30	129.8	88.1	7090	2682.6
19.01.2021 23:00:00	16792.67556	218.04	5.24	2.272194862	14408180	3380	40411524.3	7449	30	129.8	88.1	7090	2682.6
20.01.2021	16793.67556	222.48	5.19	2.319263962	14411400	3220	40418992.4	7468.1	30	129.8	88.1	7090	2682.6
20.01.2021 01:00:00	16794.67556	225.44	5.17	2.35011383	14414580	3180	40426465.7	7473.3	30	129.8	88.1	7090	2682.6
20.01.2021 02:00:00	16795.67556	225.48	5.17	2.350902319	14417750	3170	40433918	7452.3	30	129.8	88.1	7090	2682.6
20.01.2021 03:00:00	16796.67556	224.76	5.15	2.342605217	14420940	3190	40441393	7475	30	129.8	88.1	7090	2682.6

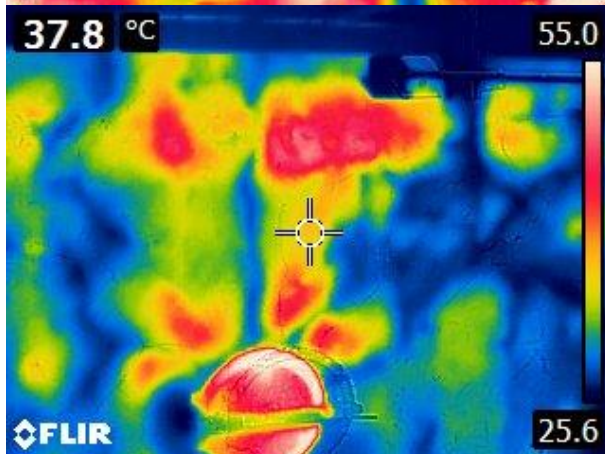
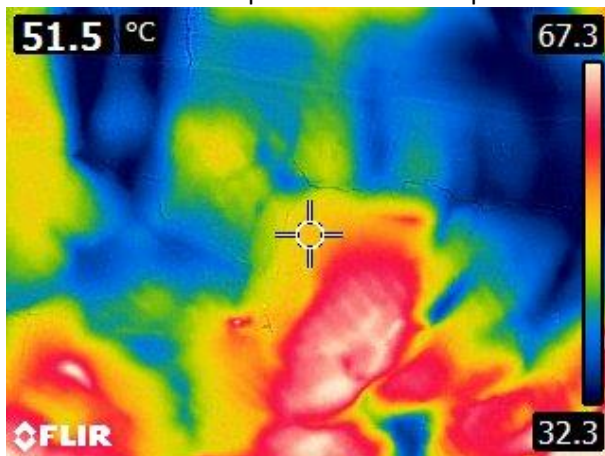
Формат даних з лічильника спожитого природного газу

Дата	M1, т	tn, °C	to, °C	W, Ккал	Тпит, ч	Траб, ч	Тowl, ч	Тerr1, ч	Err1	Тerr2, ч	Err2	Тerr3, ч	Err3	P1, кгс/см2	P2, кгс/см2
24.10.2021 1:00	7,57421875	46,55859375	39,9140625	0,065643311	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 2:00	7,57421875	47,484375	39,5703125	0,060325623	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 3:00	7,580078125	47,04296875	39,1328125	0,060249329	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 4:00	7,57421875	46,9453125	38,88671875	0,061035156	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 5:00	7,5703125	47,04296875	38,9375	0,061775208	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 6:00	7,580078125	47,04296875	38,984375	0,061218262	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 7:00	7,57421875	46,99609375	38,88671875	0,061347961	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 8:00	7,59375	46,99609375	38,88671875	0,061721802	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 9:00	7,611328125	46,9453125	38,88671875	0,061843872	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 10:00	7,611328125	46,8984375	38,83984375	0,061676025	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 11:00	7,607421875	46,8984375	38,7890625	0,061828613	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 12:00	7,607421875	46,84765625	38,7421875	0,061782837	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 13:00	7,607421875	46,84765625	38,7421875	0,061799466	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 14:00	7,60546875	46,84765625	38,7421875	0,062026978	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 15:00	7,599609375	46,80078125	38,69140625	0,061889648	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 16:00	7,5859375	46,80078125	38,64453125	0,061950684	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 17:00	7,677734375	46,75	38,69140625	0,062240601	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 18:00	7,671875	46,75	38,83984375	0,061073303	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 19:00	7,412109375	46,65234375	38,546875	0,060203552	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 20:00	7,421875	46,703125	38,546875	0,060951233	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 21:00	7,431640625	46,703125	38,59375	0,060501099	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 22:00	7,455078125	46,75	38,64453125	0,060668945	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
24.10.2021 23:00	7,455078125	46,65234375	38,64453125	0,059890747	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
25.10.2021	7,3984375	46,80078125	38,64453125	0,060287476	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
25.10.2021 1:00	7,349609375	46,99609375	38,7421875	0,060714722	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
25.10.2021 2:00	7,33984375	46,9453125	38,7890625	0,060119629	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4
25.10.2021 3:00	7,35														

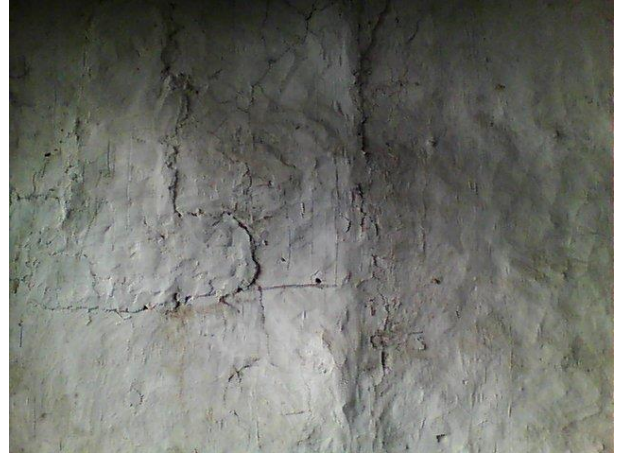
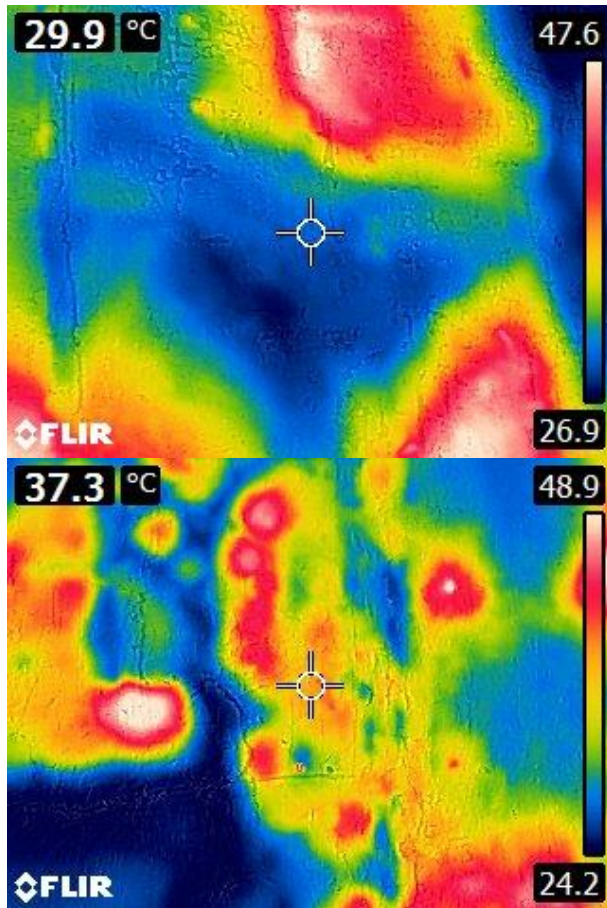
Додаток 3 – Тепловізійне обстеження



Втрати теплової енергії з неізольованих ділянок трубопроводів



Втрати через обмуровку котла



Втрати через обмуровку котла



Тепловий ввід споживачів


Додаток 4 – Режимні карти

СОГЛАСОВАНО:
Фізична особа-підприємець
Е.Б. Учитель
2019г

УТВЕРЖАЮ:
Голова підприємства
КП «Сенатор» Державного підприємства
«Буржкомуненерго»
2019г

Режимная карта
испытаний водогрейного котла типа ПТВМ-30М плавовой №1
тип горелки МГМГ-6 топливо-газ

Наименование параметров	Обозн	Размер	Значение параметров			
			1	2	3	4
1 Теплопроизводительность	Qоб	Гкал/ч	14,588	18,846	22,476	24,879
2 Расход воды через котел:	G	м ³ /ч	389	391	395	391,8
3 Давление на входе	Pвх	Кгс/см ²	10,2	10,2	10,2	10,2
4 Температура на входе	Tвх	°C	42,0	42,1	41,4	42,1
5 Давление на выходе	Pвых	Кгс/см ²	7,5	7,5	7,5	7,5
6 Температура на выходе	Tвых	°C	79,5	90,3	98,3	105,6
Топливо						
7 Расход	Bг	м ³ /ч	1995,00	2572,74	3067,68	3413,80
8 Калорийность	Rм	Ккал/м ³	8147			
9 Давление перед котлом	Pоб	Кгс/см ²	0,261	0,27	0,27	0,28
Давление перед 1/2 горелкой	Pг1/2	кПа	11/-	11/-	11/11	10/11
Давление перед 3/4 горелкой	Pг3/4	кПа	12/13	12/12	11/11	11/11
Давление перед 5/6 горелкой	Pг5/6	кПа	-/-	-12	-11	12/11
10 Температура газа	Tг	°C	8	8	8	8
11 Давление воздуха в коллекторе	Pвоз	Кгс/м ²	200	200	220	220
Давление возд перед 1/2 горелкой	Pв1/2	Кгс/м ²	100/-	105/-	110/115	115/115
Давление возд перед 3/4 горелкой	Pв3/4	Кгс/м ²	100/100	110/110	110/110	115/112
Давление возд перед 5/6 горелкой	Pв5/6	Кгс/м ²	-/-	-120	-120	120/120
Дымовые газы						
12 Разряжение в топке	St	мм. в. ст.	2,5	2,5	2,5	2,5
13 Температура перед дымосос.	Tд	°C	95,9	118,7	140	162
Состав дымовых газов						
14 За котлом						
трехатомные газы	RO2	%	6,8	7,4	8,2	8,7
кислород	O2	%	8,9	7,8	6,4	5,5
оксид углерода	CO	мг/м ³	45	56	68	120
оксиды азота	NOx	мг/м ³	72	76	86	134
коэффициент избытка воздуха	a		1,662	1,535	1,395	1,321
15 Потери тепла:						
с уходящими газами	g2	%	5,450	6,371	6,956	7,732
от химического недожога	g3	%	0	0	0	0
в окружающую среду	g5	%	4,80	3,71	3,11	2,81
16 КПД котла по обратному балансу	η	%	89,75	89,91	89,93	89,45
17 Удельный расход условного топлива на выработку 1Гкал	Bул.	кг.у.т./Гкал	159,17	158,88	158,85	159,70
18 Концентрация приведенная к нормальным условиям z=1						
оксид углерода	GCO	мг/м ³	79,85	91,32	100,10	166,56
оксиды азота	GNOx	мг/м ³	127,77	123,93	126,60	185,99
19 Массовый секундный выброс:						
оксид углерода	MCO	г/сек	0,4064	0,0400	0,0679	0,1138
оксиды азота	MNOx	г/сек	0,6503	0,0543	0,0733	0,1271
20 Удельный выброс на 1Гкал выработанного тепла						
оксид углерода	BCO	г/Гкал	100,30	115,68	128,49	216,66
оксиды азота	BNOx	г/Гкал	160,49	157,00	162,50	241,94
21 Удельный выброс на 1000м ³ топлива						
оксид углерода	BCO	г/1000м ³	733,43	847,43	941,37	1579,01
оксиды азота	BNOx	г/1000м ³	1173,48	1150,08	1190,55	1763,23

Режимную карту составил:  Д.В. Науменко



Физическое лицо-предприниматель

« 27 » *Сентябрь* 2019г

Учитель
Борисович
рег. № 5635
Идентификационный номер 11897

Режимная карта

испытаний водогрейного котла типа ПТВМ-30М пеховой
тип горелки МГМГ-6 топливо-газ

КП «Сварочный теплокомбинат
Свибодненский
теплоэнергетический
№ 13405551
2019г»

Наименование параметров	Обозн	Размер	Значение параметров			
			1	2	3	4
1 Теплопроизводительность	Qоб	Гкал/ч	12,837	18,760	29,370	31,478
2 Расход воды через котел:	G	м ³ /ч	389	386	389	392
3 Давление на входе	Pвх	Кгс/см ²	9,9	10	9,8	10,2
4 Температура на входе	Tвх	°C	41,5	41,7	42,1	41,7
5 Давление на выходе	Pвых	Кгс/см ²	7,4	7,5	7,7	7,6
6 Температура на выходе	Tвых	°C	74,5	90,3	117,6	122
7 Топливо						
8 Расход	Bг	м ³ /ч	1793,58	2608,58	4013,98	4313,53
9 Калорийность	Pм	Ккал/м ³				
10 Давление перед котлом	Роб	Кгс/см ²	8147			
Давление перед 1/2 горелкой	Pг1/2	кПа	0,273	0,28	0,24	0,25
Давление перед 3/4 горелкой	Pг3/4	кПа	11/-	10/-	8/9	8/8
Давление перед 5/6 горелкой	Pг5/6	кПа	11/11	11/11	9/10	8/9
11 Температура газа	Tг	°C	-/-	-11	-10	8/9
12 Давление воздуха в коллекторе	Pвоз	Кгс/м ²	5,2	5,1	5,2	5,3
Давление возд перед 1/2 горелкой	Pв1/2	Кгс/м ²	190	205	210	230
Давление возд перед 3/4 горелкой	Pв3/4	Кгс/м ²	110/-	120/-	110/130	115/130
Давление возд перед 5/6 горелкой	Pв5/6	Кгс/м ²	110/110	115/110	130/115	140/115
Дымовые газы						
13 Разряжение в топке	St	мм. в. ст.	-/-	-120	-125	95/130
14 Температура перед дымосос.	Tд	°C	2,5	2,5	2,5	2,5
Состав дымовых газов			89,4	119,2	139	151,2
15 За котлом						
трехатомные газы	RO2	%	6,4	6,6	7,8	8,1
кислород	O2	%	9,6	9,2	7,1	6,6
оксид углерода	CO	мг/м ³	48	68	90	112
оксиды азота	NOx	мг/м ³	52	56	74	90
коэффициент избытка воздух	a		1,759	1,709	1,462	1,411
16 Потери тепла:						
с уходящими газами	g2	%	5,333	7,064	7,211	7,648
от химического недожога	g3	%	0	0	0	0
в окружающую среду	g5	%	6,82	4,66	2,98	2,78
17 КПД котла по обратному балансу	η	%	87,85	88,27	89,81	89,57
18 Удельный расход условного топлива на выработку 1Гкал	Ву.т.	кг.у.т./Гкал	162,61	161,84	159,07	159,49
Концентрация приведенная к нормальным условиям a=1						
оксид углерода	GCO	мг/м ³	90,44	124,24	139,13	166,73
оксиды азота	GNOx	мг/м ³	97,97	102,31	114,40	133,98
19 Массовый секундный выброс:						
оксид углерода	MCO	г/сек	0,4113	0,0493	0,1003	0,1342
оксиды азота	MNOx	г/сек	0,4455	0,0406	0,0825	0,1078
20 Удельный выброс на 1Гкал выработанного тепла						
оксид углерода	BCO	г/Гкал	115,33	158,23	177,80	214,73
оксиды азота	BNOx	г/Гкал	124,94	130,31	146,19	172,55
21 Удельный выброс на 1000м ³ топлива						
оксид углерода	BCO	г/1000м ³	825,46	1137,92	1300,96	1566,97
оксиды азота	BNOx	г/1000м ³	894,24	937,11	1069,68	1259,18

Режимную карту составил:

Д.В. Науменко

СОГЛАСОВАНО:
Физическое лицо-предприниматель
Е.Б. Учитель
15.04.2019г

Евген
Борисович
Борисович
рег. № 5729

УТВЕРЖЕНО:
Главный инженер
КП «Севастопольское тепломундальное предприятие»
В.М. Мезенцев
15.04.2019г

Режимная карта

Наименование параметров испытаний водогрейного котла типа ПТВМ-30М с газовым №3
тип горелки МГМГ-6 топливо-газ

Наименование параметров	Обозн	Размер	Значение параметров			
			1	2	3	4
1 Теплопроизводительность	Qоб	Гкал/ч	18,002	19,425	29,094	33,363
2 Расход воды через котел:	G	м ³ /ч	394	403	398	401
3 Давление на входе	Pвх	Кгс/см ²	10,2	10,2	10,2	10,2
4 Температура на входе	Tвх	°C	41,5	42,1	41,4	42,1
5 Давление на выходе	Pвых	Кгс/см ²	7,5	7,5	7,5	7,5
6 Температура на выходе	Tвых	°C	74,5	90,3	114,5	125,3
Топливо						
7 Расход	Bг	нм ³ /ч	1810,68	2678,45	3973,65	4568,50
8 Калорийность	Pм	Ккал/м ³	8147			
9 Давление перед котлом	Pоб	Кгс/см ²	0,28	0,27	0,26	0,26
Давление перед 1/2 горелкой	Pг1/2	кПа	-/-	12/-	11/-	11/9
Давление перед 3/4 горелкой	Pг3/4	кПа	13/12	11/11	10/10	10/10
Давление перед 5/6 горелкой	Pг5/6	кПа	-12	-11	9/10	9/10
10 Температура газа	Tг	°C	8	8	8	8
11 Давление воздуха в коллекторе	Pвоз	Кгс/м ²	190	190	170	170
Давление возд перед 1/2 горелкой	Pв1/2	Кгс/м ²	-/-	155/-	145/-	135/110
Давление возд перед 3/4 горелкой	Pв3/4	Кгс/м ²	140/140	135/135	130/130	120/130
Давление возд перед 5/6 горелкой	Pв5/6	Кгс/м ²	135/-	140/-	125/130	130/125
Дымовые газы						
12 Разрежение в топке	St	мм. в. ст.	2,5	2,5	2,5	2,5
13 Температура перед дымосос.	Tд	°C	89,4	119,4	142	161
Состав дымовых газов						
14 За котлом						
трехатомные газы	RO2	%	6,8	7,4	8,2	8,7
кислород	O2	%	8,9	7,8	6,4	5,5
оксид углерода	CO	мг/м ³	23	31	57	105
оксиды азота	NOx	мг/м ³	64	70	68	112
коэффициент избытка воздух	a		1,662	1,535	1,395	1,321
15 Потери тепла:						
с уходящими газами	g2	%	5,131	6,479	7,123	7,738
от химического недожега	g3	%	0	0	0	0
в окружающую среду	g5	%	6,73	4,50	3,01	2,62
16 КПД котла по обратному балансу	η	%	88,14	89,02	89,87	89,64
17 Удельный расход условного топлива на выработку 1Гкал	Ву.т.	кг.у.т./Гкал	162,08	160,48	158,96	159,37
18 Концентрация приведенная к нормальным условиям a=1						
оксид углерода	GCO	мг/м ³	40,60	50,30	83,49	145,01
оксиды азота	GNOx	мг/м ³	112,96	113,58	99,60	154,68
19 Массовый секундный выброс:						
оксид углерода	MCO	г/сек	0,1885	0,0231	0,0629	0,1332
оксиды азота	MNOx	г/сек	0,5246	0,0521	0,0751	0,1421
20 Удельный выброс на 1Гкал выработанного тепла	BCO	г/Гкал	52,20	64,69	107,77	189,19

Експрес-енергетичний аудит

Денежниківського ліцею Новоайдарської селищної ради

(вул. Центральна, 27/б, с. Денежникове,
Щастинський район, Луганська область)

Зміст

Резюме	3
Вступ	4
1. Загальна інформація	5
1.1. Опис об'єкту	5
1.2. Оболонка будівель	5
1.3. Система постачання (генерації) теплової енергії	10
1.4. Система опалення приміщень	10
1.5. Інші інженерні системи	11
2. Споживання енергії	12
2.1. Вимірне споживання	12
2.2. Енергетичний баланс	12
3. Потенціал енергоефективності	14
4. Заходи з енергоефективності	15
4.1. Утеплення стін	15
4.2. Утеплення даху	16
4.3. Утеплення підлоги	17
4.4. Заміна дверей	18
4.5. Модернізація існуючого джерела тепlopостачання	19
4.6. Модернізація системи опалення	20
4.7. Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря	21
4.8. Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу	22
Висновки	24
Додатки	25
Додаток 1 – Тепловізійне обстеження	25

Резюме

Денежниківський ліцей Новоайдарської селищної ради має опалювальну площу – 1 647 м². Базовий рівень енергоспоживання становить 322 811 кВт·год на рік для опалення і вентиляції та 19 473 кВт·год на рік для гарячого водопостачання. Характеристики будівлі наведено в таблиці 1 нижче.

Таблиця 1 – Загальна інформація

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ			
Рік будівництва			1989
Кількість поверхів			2
Загальна площа, м ²			2 434
Опалювана площа, м ²			1 647
Опалюваний об'єм, м ³			4956
Кількість присутніх, осіб			89
Кліматична зона			1
Тривалість опалювального періоду, днів			172
ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОЛОНКИ БУДІВЛІ		ДО ЗАХОДІВ	ПІСЛЯ
Елемент будівлі	Площа, м ²	Коеф. теплопередачі, Вт/м ² К	
Зовнішні стіни	849,3	1,10	0,33
Вікна	215,0	1,45	1,45
Зовнішні двері	19,1	2,19	1,88
Дах	860,0	0,83	0,20
Підлога	860,0	0,54	0,25
Клас енергетичної ефективності		D	A

У звіті визначено перелік заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Таблиця 2 – Зведені показники заходів

№ з/п	Заходи	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Простий період окупності, років
1	Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу	400 000	84 618	4,7
2	Модернізація джерела тепlopостачання	150 000	16 543	9,1
3	Утеплення даху	1 032 480	110 035	9,4
4	Утеплення стін	1 699 310	138 726	12,2
5	Модернізація системи опалення	628 000	33 538	18,7
6	Утеплення підлоги	1 196 280	51 069	23,4
7	Заміна дверей	39 105	1 562	25,0
8	Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря	1 500 000	32 451	46,2
Всього енергозберігаючі заходи		6 645 175	468 542	14,2

Вступ

Даний звіт з експрес-енергетичного аудиту будівлі закладу освіти (Денежниківського ліцею) виконано в рамках розробки Регіональної програми модернізації систем тепlopостачання населених пунктів Луганської області.

Завданням енергоаудиту є оцінка стану та теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівлі, визначення ефективності систем генерації теплової енергії та тепловіддачі. Також, в рамках даного звіту визначено пакет заходів рекомендованих до впровадження. В подальшому, даний звіт та його результати може бути використано для узагальнених оцінок втрат енергії та потенціалу підвищення енергоефективності аналогічних об'єктів.

В ході виконання енергетичного аудиту проведено обстеження огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних мереж, приладів тепловіддачі та джерел генерації теплової енергії. Також, було проведено аналіз наявної проєктної документації. До уваги було взято журнали котельні та статистичні дані щодо енергоспоживання об'єкту за попередній період.

Енергетичний аудит виконано на основі Методики визначення енергетичної ефективності будівель та всіх стандартів, на які посилається Методика.

1. Загальна інформація

1.1. Опис об'єкту

Заклад освіти Денежниківський ліцей Новоайдарської селищної ради, розташований за адресою вул. Центральна, буд. 27-б, с. Денежникове, Новоайдарський район, Луганська область. Заклад складається з однієї будівлі, опалювальною площею 1 647 м². Будівля 1989 року забудови, має 2 поверхи. Кількість працівників – 24 особи, фактична кількість учнів – 65 осіб.

Основні характеристики будівлі наведено в таблиці.

Таблиця 1.1 – Загальні дані

Параметр	Значення	Параметр	Значення
Загальна площа, м ²	2 434	Площа забудови, м ²	969
Опалювальна площа, м ²	1 647	Висота поверху, м	2,9
Загальний об'єм, м ³	7 002	Кількість поверхів	2
Опалювальний об'єм, м ³	4 956	Периметр першого поверху, м	165

На зображенні нижче показано розміщення закладу на карті по відношенню до сторін горизонту (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Розташування об'єкту на карті

1.2. Оболонка будівель

Загальний вигляд будівлі показано на зображенні нижче (Рисунок 1.2).

Стіни будівлі виконано з силікатної цегли, загальною товщиною 0,65 м. Наявні локальні пошкодження конструкцій (затікання, грибок, тріщини). Загальний стан – задовільний. Характеристики наведено в таблицях нижче (Таблиця 1.2, Термічний опір стін (0,9 м²К/Вт) значно нижче від нормативного (3,3 м²К/Вт).

Таблиця 1.3



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд будівлі

Таблиця 1.2 – Загальні характеристики стін

Загальна площа, м ²	849
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	1,1
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	0,9
Матеріали	Розчин вапняно-піщаний (густиною ρ ₀ =1600кг/м ³) (0,02 м); Кладка з цегли силікатної на цементно-піщаному розчині(густиною ρ ₀ =1800кг/м ³) (0,63 м);

Термічний опір стін (0,9 м²К/Вт) значно нижче від нормативного (3,3 м²К/Вт).

Таблиця 1.3 – Розміщення стін за сторонами світу

Напрямок	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Всього
Площа, м ²	208,915		241,465		174,285		224,675		849,34
Коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	1,1		1,1		1,1		1,1		1,1



Рисунок 1.3 – Локальні пошкодження стін будівлі

Вікна будівлі – двокамерні з енергоефективним напленням, в металопластикових рамах. Загальний стан – добрий. Характеристики наведено в таблицях нижче (Таблиця 1.4, Таблиця 1.5).

Таблиця 1.4 – Загальні характеристики вікон

Загальна площа, м ²	215
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	1,45
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	0,69

Термічний опір віконних конструкцій (0,69 м²К/Вт) нижче від нормативного (0,75 м²К/Вт).

Таблиця 1.5 – Розміщення вікон за сторонами світу

Напря́м	Розмі́р	Кількі́сть	Загальна площа	Тип рами,	Тип скління	Коефіцієнт теплопередачі
	м х м	шт	м ²	(Д, МП)	-	Вт/м ² К
Пд	2,28x2	9	41,04	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,44
З	0,8x0,8	3	1,92	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,54
З	2x2	1	4,00	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,42
З	1,7x2,2	1	3,74	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,43
З	1,7x2	16	54,40	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,45
З	1,4x2,05	1	2,87	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,49
Пн	1,7x1,75	8	23,80	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,60
Пд	0,8x0,8	1	0,64	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,54
Сх	0,8x0,8	4	2,56	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,54
Сх	2x2	20	80,00	МП (60мм)	4i-12-4-12-4i	1,42
Загалом		64,0	215,00			1,45



Рисунок 1.4 – Віконні конструкції будівлі

Двері закладу – дерев'яні та металопластикові. Двері головного входу обладнані тамбуром. Загальний стан – добрий. Характеристики наведено в таблицях нижче (Таблиця 1.6, Таблиця 1.7).

Таблиця 1.6 – Загальні характеристики дверей

Загальна площа, м ²	19,1
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	2,19
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	0,46

Термічний опір дверей (0,6 м²К/Вт) нижче від нормативного (0,6 м²К/Вт).

Таблиця 1.7 – Розміщення дверей за сторонами світу

Напря́м	Розмі́р	Кількі́сть	Загальна площа	Матеріал рами,	Тамбур	Коефіцієнт теплопередачі
	м х м	шт	м ²	(Д, МП)	-	Вт/м ² К
Пд	1,2x2,1	1	2,52	Д	Ні	2,5
Пд	1,2x2,1	1	2,52	МП	Ні	2,0
Пд	1,7x2,7	1	4,59	Д	Ні	2,5
З	1,2x2,1	1	2,52	МП	Ні	2,0
Сх	2,3x3	1	6,9	МП	Так	2,0
Загалом		5	19,05			2,19

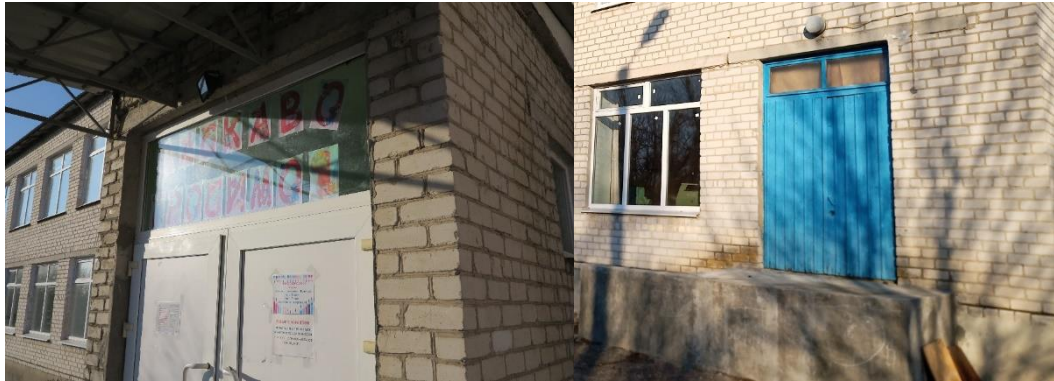


Рисунок 1.5 – Двері будівлі

Дах будівлі – шатровий, двоскатний. Покриття виконано з азбесто-цементних листів. Під час обстеження виявлено нещільності та пошкодженні листів шиферу. Перекриття горища утеплене гравієм керамзитовим. Характеристики наведено в таблиці нижче (Таблиця 1.8).

Таблиця 1.8 - Загальні характеристики горищного перекриття

Загальна площа, м ²	860
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	0,83
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	1,21
Матеріали	Розчин вапняно-піщаний (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$) (0,02 м); Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) (0,22 м); Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,1 м); Гравій керамзитовий(густиною $\rho_0=300\text{кг/м}^3$) (0,1 м);

Термічний опір перекриття горища 1,21 (м²К/Вт) значно нижче від нормативного (4,95 м²К/Вт).



Рисунок 1.6 – Горищне перекриття та азбесто-цементне покриття

Під будівлею школи частково наявний неопалювальний підвал. Стан підвалу задовільний, затікання відсутні. В приміщенні підвалу трубопроводи систем опалення та інші комунікації не проходять.

Під частиною прибудови – розміщена підлога по ґрунту. Характеристики наведено в таблиці нижче (Таблиця 1.9, Таблиця 1.10, Таблиця 1.11).

Таблиця 1.9 – Загальні дані підлоги

Загальна площа, м ²	860
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	0,54
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	1,86

Таблиця 1.10 – Характеристики неопалювального підвалу

Тип підлоги	Підлога по ґрунту
Площа, м ²	74
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	0,56
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	1,79
Матеріали плити по ґрунту	Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,05 м); Гравій керамзитовий(густиною $\rho_0=600\text{кг/м}^3$) (0,05 м); Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) (0,22 м);

Таблиця 1.11 – Характеристики підлоги по ґрунту

Тип підлоги	Неопалювальний підвал
Площа, м ²	787
Приведений коефіцієнт теплопередачі U, (Вт/м ² К)	0,54
Приведений термічний опір R, (м ² К/Вт)	1,87
Матеріали плити перекриття підвалу	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$) (0,005 м); Гравій керамзитовий(густиною $\rho_0=600\text{кг/м}^3$) (0,05 м); Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,05 м); Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) (0,22 м);
Матеріали плити по ґрунту	Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,1 м);
Матеріали стін цоколю	Кладка з цегли силікатної на цементно-піщаному розчині(густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,63 м); Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) (0,01 м);

Термічний опір неопалювального підвалу (1,87 м²К/Вт) нижче від нормативного (3,75 м²К/Вт).



Рисунок 1.7 – Плита перекриття неопалювального підвалу

В додатках наведено результати термографічного обстеження огорожувальних конструкцій (Додаток 1 – Тепловізійне обстеження).

1.3. Система постачання (генерації) теплової енергії

Опалення будівлі відбувається від газових котлів, що розміщені в прибудованому приміщенні. Джерелом є 2 газові котли АТОН, потужністю 50 кВт кожен (Рисунок 1.8). Котли обладнані циркуляційними насосами. Робота системи облаштована таким чином, що кожен котел опалює частину будівлі, відповідно працюють вони одночасно.

В системі наявні розширювальні баки. Контур підмішування – відсутній. Димові труби пошкоджені корозією, ймовірно через конденсацію водяної пари.

Регулювання відбувається в ручному режимі: оператори котельні змінюють температуру подачі теплоносія залежно від внутрішньої температури в середині приміщень. Також, в нічний період температуру понижують.

Орієнтовно температурний графік 70/50 °С.



Рисунок 1.8 – Джерело теплової енергії (котли АТОН)



Рисунок 1.9 – Пошкодження димової труби

1.4. Система опалення приміщень

Прилади системи опалення приміщень – реєстри, розташовані по периметру зовнішніх стін. Лише в приміщенні коридору наявні біметалеві радіатори (Рисунок 1.10). Регулювання в приміщеннях – відсутнє.



Рисунок 1.10 – Опалювальні прилади: реєстри та біметалевий радіатор в коридорі

В цілому, внутрішня температура в приміщеннях на першому поверсі значно вища ніж на другому.

1.5. Інші інженерні системи

Механіка вентиляція приміщень – відсутня. Провітрювання відбувається шляхом відкривання вікон. Під час обстеження було виявлено підвищений рівень вуглекислого газу в кабінетах (1200 ppm при нормі 1000 ppm).

Гаряче водопостачання відбувається з рахунок двох електричних бойлерів. Системи освітлення – світлодіодні, управління – ручне (Рисунок 1.11). Загальна кількість освітлювальних приладів – 120 світильників. Системи охолодження – відсутні.



Рисунок 1.11 – Прилади систем и освітлення

2. Споживання енергії

2.1. Виміряне споживання

В таблиці нижче наведено обсяги фактичного споживання за останні 3 роки (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Фактичне споживання енергоносіїв

Рік	Природний газ, м ³	ГВП*, кВт·год	Електроенергія, кВт·год	Всього, кВт·год
2018	25 622	1 440	8 28	254 515
2019	23 051	1 440	12 753	234 021
2020	20 529	1 152	7 626	204 555
Діючі тарифи, грн/од	16,8	3,2	3,2	-
Загальні витрати, грн/рік	372 977			

*Споживання на потреби гарячого водопостачання визначено як частку електричної енергії, спожитої електричними бойлерами.

В розрахунках прийнято калорійність природного газу 8200 ккал/м³.

2.2. Енергетичний баланс

Розрахункове (базовий рівень), фактичне споживання, та розрахункове споживання після впровадження заходів з енергоефективності наведено в таблицях нижче (Таблиця 2.2, Таблиця 2.3).

Таблиця 2.2 – Енергетичний баланс

Стаття балансу	Фактичні значення до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік	Базовий рівень до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік	Після впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік
Опалення	219 984	322 811	93 333
Вентиляція*	-	-	4 739
ГВП		19 473	19 473
Вентилятори		-	2 453
Насоси	11 046	3 302	3 302
Освітлення		10 046	10 046
Різне		2 511	2 511
Охолодження		-	-
Всього	231 030	358 144	135 858

Таблиця 2.3 – Енергетичний баланс в питомих одиницях

Стаття балансу	Фактичні значення до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/м ² /рік	Базовий рівень до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/ м ² /рік	Після впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/ м ² /рік
Опалення	134	196	57
Вентиляція*	0	0	3
ГВП	1	12	12
Вентилятори		0	1
Насоси		2	2
Освітлення	6	6	6
Різне		2	2
Охолодження		0	0
Всього	140	217	82

*Стаття балансу Вентиляція – включає в себе витрати енергії на підігрів повітря (за наявності механічної вентиляції).

Фактичне споживання розраховано як середнє значення за 3 роки. Відмінності між фактичним споживанням і базовим рівнем пов'язано з тим, що фактична зовнішня температура повітря вища від тієї що наведена в стандартах, а також внутрішні умови (температура та кратність повітрообміну) відрізняються від нормативних.

Порівняння витрат енергії наведено на діаграмі нижче (Рисунок 2.1).

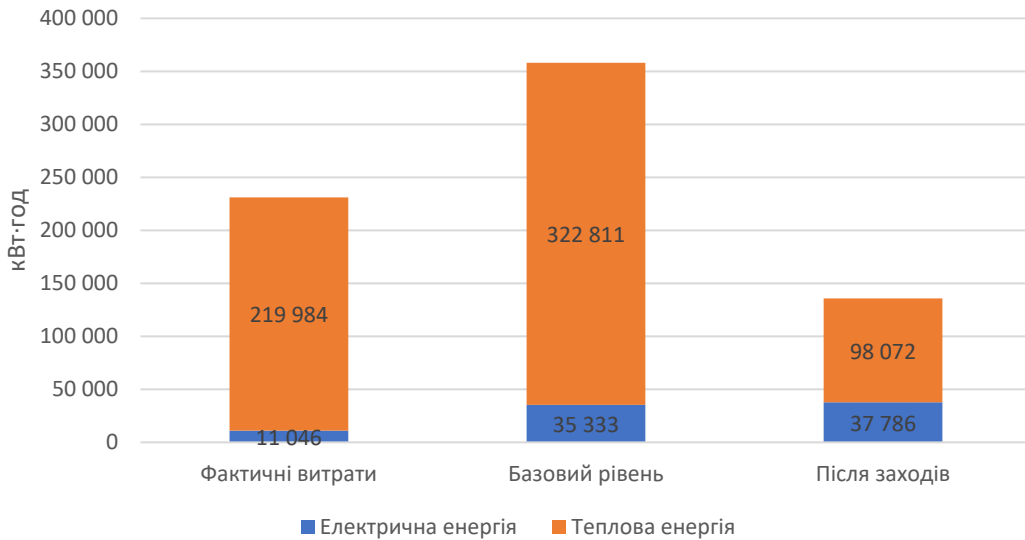


Рисунок 2.1 – Витрати теплової та електричної енергії

На рисунку нижче наведено діаграму розподілу витрат теплової енергії на опалення для Базового рівня (Рисунок 2.2). Помітно що значна частина теплової енергії втрачається через стіни, а також через неефективність інженерних мереж (систем розподілу теплоносія і тепловіддачі).

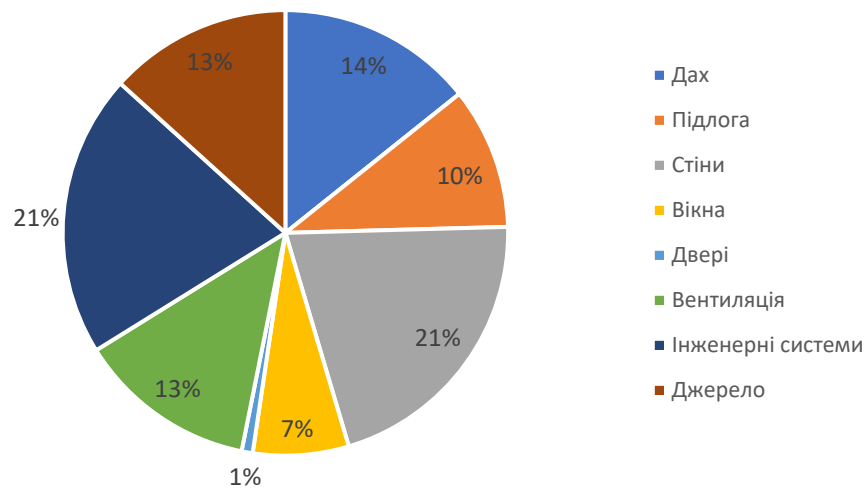


Рисунок 2.2 – Розподіл витрат теплової енергії на опалення

3. Потенціал енергоефективності

Перелік потенційних заходів з підвищення енергоефективності наведено в таблиці нижче.

Таблиця 3.1 – Заходи з підвищення енергетичної ефективності

№ з/п	Заходи	Інвестиції, грн	Економія опалення, кВт·год/рік	Економія електроенергія, кВт·год/рік	Економія, грн/рік	Простий період окупності, рік
1	Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу	400 000	-	-	84 618	4,7
2	Модернізація джерела тепlopостачання	150 000	9 391	-	16 543	9,1
3	Утеплення даху	1 032 480	62 973	-	110 035	9,4
4	Утеплення стін	1 699 310	78 237	-	138 726	12,2
5	Модернізація системи опалення	628 000	19 038	-	33 538	18,7
6	Утеплення підлоги	1 196 280	28 989	-	51 069	23,4
7	Заміна вікон та дверей	39 105	886	-	1 562	25,0
8	Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря	1 500 000	22 877	- 2 453	32 451	46,2
	Всього енергозберігаючі заходи*	6 645 175	224 740	- 2 453	468 542	14,2

*Вартість впровадження заходів з енергозбереження враховує наступні витрати:

- розробка проектно-кошторисної документації,
- авторський нагляд (та нагляд відповідно до стандартів FIDIC),
- технічний нагляд.

4. Заходи з енергоефективності

Опис заходів, представлених у цьому розділі, буде використовуватись як загальні вказівки для подальшого впровадження, які слід розпочати з детального проектування.

4.1. Утеплення стін

Для підвищення енергоефективності будівлі пропонується здійснити теплоізоляцію всіх зовнішніх стін. Поточна приведена величина теплопередачі стін оцінюється як $1,102 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, тоді як згідно з чинними українськими нормами це значення для стін має становити не більше $0,303 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Пропонується застосовувати зовнішню систему теплової негорючої ізоляції Rockwool, Ceresit, Knauf, Saratect або подібну. Пропонується використовувати мінеральну вату для утеплення стін над рівнем землі товщиною 150 мм з теплопровідністю не більше $0,05 \text{ Вт/мК}$, що знизить значення теплопередачі стін до $0,33 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Система теплоізоляції повинна:

- забезпечити достатню термостійкість елемента оболонки будівлі та необхідну паростійкість нанесених шарів;
- відповідати вимогам до міцності та деформацій;
- відповідати вимогам пожежної та екологічної безпеки.

Анкерне кріплення теплоізоляції повинно здійснюватися відповідно до вимог виробника.

Під час утеплення фасаду слід передбачити також ізоляцію зовнішніх укосів усіх отворів у огорожувальних конструкціях, наприклад, вікон та дверей. Орієнтовна площа утеплення укосів - 75 м^2 .

Під час впровадження заходу потрібно виконати наступні додаткові роботи:

- облаштування відведення дощової води;
- заміна підвіконників.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН А.2.2-3-2014, ДБН В.2.6-33:2018, ДСТУ Б.А.2.2-8:2010, ДБН В.2.6-31:2016.

Схеми утеплення стін в різних рішеннях наведено нижче (Рисунок 4.1).

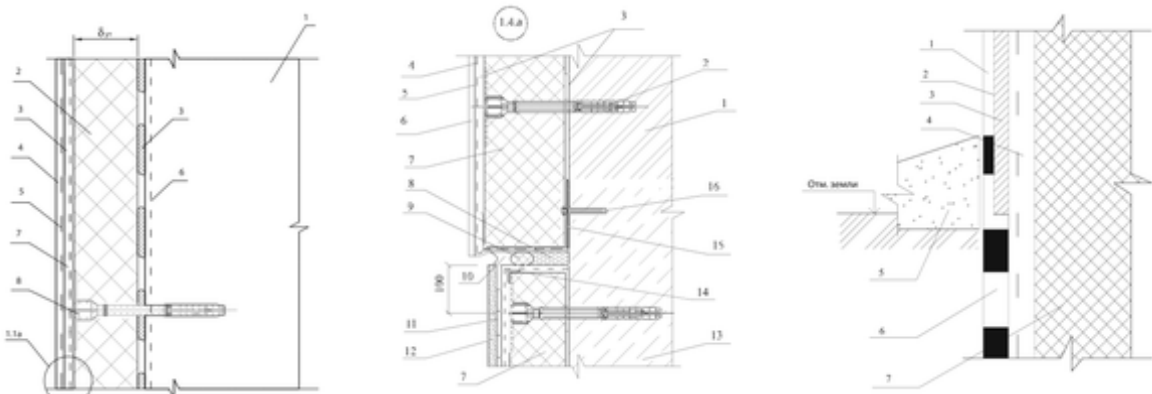


Рисунок 4.1 – Схеми утеплення стін

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.1, Таблиця 4.2).

Таблиця 4.1 – Обсяги робіт по утепленню стін

Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Утеплення фасадів	944	1800	1 699 310

Таблиця 4.2 – Ефект від утеплення стін

Енергозбереження, кВт-год	78 518
Заощадження, грн	138 726
Період окупності, років	12,2

4.2. Утеплення даху

Наразі покрівля не теплоізолювана. Значення теплопередачі становить 0,828 Вт/м²К для горищного перекриття. Тоді як згідно з чинними українськими нормами, це значення не повинно перевищувати 0,202 Вт/м²К для плити перекриття горища.

Покриття даху потребує ремонтних робіт.

Пропонується утеплити плиту перекриття горища шаром утеплювача, товщиною 200 мм з теплопровідністю не більше 0,05 Вт/мК, що знизить значення теплопередачі до 0,204 Вт/м²К.

Необхідно забезпечити належну гідроізоляцію для запобігання протікання води в теплоізоляційний шар та в будівельні конструкції.

Під час впровадження заходу потрібно виконати наступні додаткові роботи:

- ремонт вологозахисного покриття;
- ремонт крокв;
- встановлення блискавкозахисту.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН А.2.2-3-2014, ДБН В.2.6-31:2016.

В рамках даного аудиту питання утилізації азбесто-цементних листів не розглядається, проте у випадку проектування капітального ремонту покрівлі необхідні передбачити належну та безпечну утилізацію матеріалів.

Нижче наведено ілюстрацію теплоізоляції покрівлі (Рисунок 4.2).

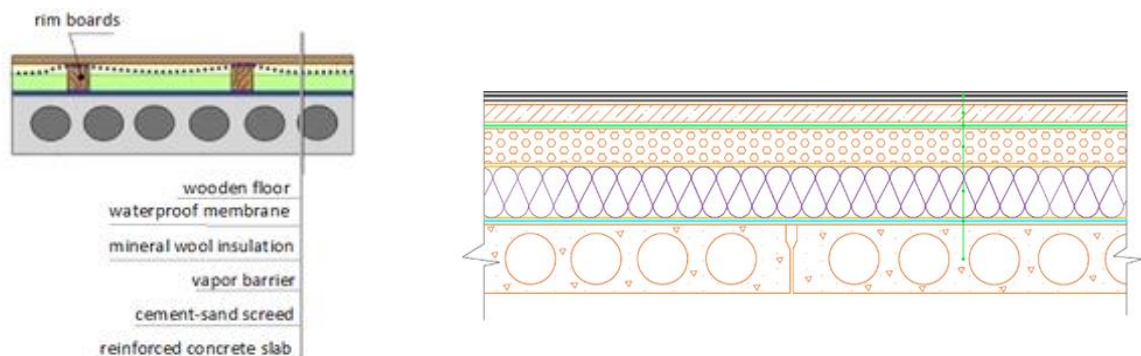


Рисунок 4.2 – Схема утеплення даху

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.3, Таблиця 4.4).

Таблиця 4.3 – Обсяги робіт по утепленню даху

Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Утеплення горища	860,4	1200,0	1 032 480

Таблиця 4.4 – Ефект від утеплення даху

Енергозбереження, кВт·год	62 692
Заощадження, грн	110 035
Період окупності, років	9,4

4.3. Утеплення підлоги

У будівлі наявний не теплоізолюваний неопалювальний підвал. Приведене значення теплопередачі становить 0,536 Вт/м²К, тоді як згідно з чинними українськими нормами воно не повинно перевищувати 0,267 Вт/м²К.

Рекомендовано провести утеплення плити перекриття підвалу мінеральною ватою, товщиною 100 мм, з теплопровідністю не більше 0,05 Вт/мК, стін цоколю екструдованим пінополістиролом, товщиною 100 мм, та теплопровідністю не більше 0,04 Вт/мК, що знизить значення приведеної теплопередачі до 0,22 Вт/м²К.

Для впровадження даного заходу необхідно виконати наступні додаткові роботи:

- відновлення відмостки;
- ремонт стін цоколю;

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН А.2.2-3-2014, ДБН В.2.6-31:2016.

Нижче наведено ілюстрацію теплоізоляції підвалу (Рисунок 4.3).

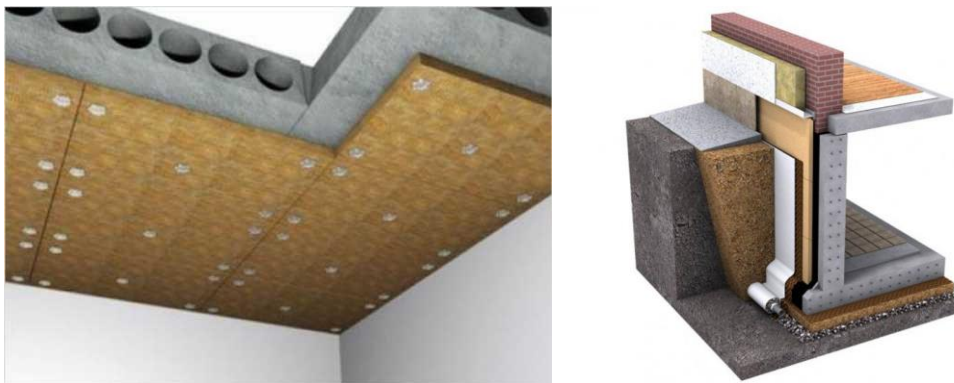


Рисунок 4.3 – Схема утеплення підвалу

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.5Таблиця 4.6).

Таблиця 4.5 – Обсяги робіт по утепленню підвалу

Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Утеплення плити перекриття підвалу	787	1200	944 280
Утеплення стін цоколю	140	1800	252 000
Всього			1 196 280

Таблиця 4.6 – Ефект від утеплення підвалу

Енергозбереження, кВт·год	28 989
Заощадження, грн	51 069
Період окупності, років	23,4

4.4. Заміна дверей

Наявні дерев'яні двері знаходяться в незадовільному стані та мають низькі показники енергоефективності, тому пропонується замінити їх.

Наразі середній коефіцієнт теплопередачі наявних зовнішніх дверей складає 2,187 Вт/м²К, тоді як згідно з чинними українськими нормами значення зовнішніх дверей не має перевищувати 1,667 Вт/м²К.

Пропонується замінити 7,1 м² зовнішніх дверей (дерев'яних) на нові зі значенням теплопередачі не вище 1,667 Вт/м²К.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДСТУ Б В.2.6 -15:2011, ДБН В.2.6-31:2016.

Нижче наведено ілюстрацію нових дверей, що пропонуються на заміну (Рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Двері, що пропонуються на заміну

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.7, Таблиця 4.8).

Таблиця 4.7 - Обсяги робіт по заміні дверей

Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Заміна дверей	7,11	5500	39 105

Таблиця 4.8 – Ефект від заміни дверей

Енергозбереження, кВт·год	886
Заощадження, грн	1 562
Період окупності, років	25,0

4.5. Модернізація існуючого джерела тепlopостачання

В даний час через відсутність автоматичного регулювання температури подачі і неможливість регулювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи. Крім того, зниження температури подачі теплоносія призводить до конденсації водяної пари, руйнування димової труби та скорочення терміну експлуатації котельного обладнання.

Таким чином, необхідно забезпечити існуючі котли автоматичним регулюванням температури, що принесе хороший енергозберігаючий ефект. Таке рішення дозволяє адаптувати постачання тепла до будівлі відповідно до фактичного споживання залежно від температури на вулиці. Автоматичне управління (регулятор) повинно дозволяти програмувати зниження температури на вихідні або святкові дні (або згідно з іншим необхідним робочим графіком).

Необхідно передбачити встановлення обладнання:

- контур підмішування теплоносія;
- гідрострілку для розділення контурів;
- датчики температури в подавальному і зворотному трубопроводі;
- зовнішній датчик температури і контрольний пристрій (панель управління);
- клапан-регулятор та прилади, необхідні для нормальної експлуатації (запірні клапани, зворотні клапани, манометри тощо);

Також, в рамках заходу рекомендовано передбачити утеплення трубопроводів в котельні.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013.

Схематичне зображення наведено нижче (Рисунок 4.5).

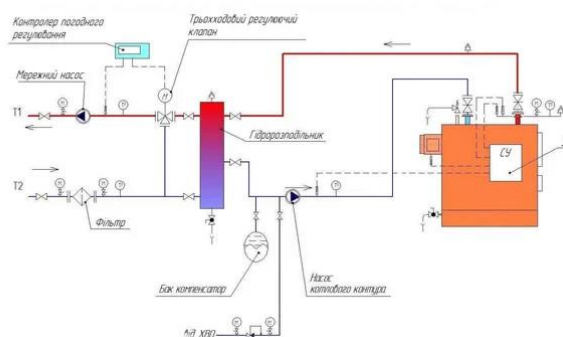


Рисунок 4.5 – Схематичне зображення обв'язки котла

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.9, Таблиця 4.10).

Таблиця 4.9 - Обсяги робіт по модернізації джерела живлення

Роботи	Обсяг робіт, шт	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Модернізація джерела тепlopостачання	1	150000	150 000

Таблиця 4.10 – Ефект від модернізації джерела живлення

Енергозбереження, кВт·год	9 391
Заощадження, грн	16 543
Період окупності, років	9,1

Встановлення автоматичного погодного регулювання дасть змогу знизити витрати на обслуговування котельного обладнання.

4.6. Модернізація системи опалення

Існуючі опалювальні прилади (регістри) зношені та знаходяться в поганому стані. На них впливають корозія та осади, знижуючи їх теплову ефективність. На регістрах відсутня можливість місцевого регулювання тепловіддачі. Система опалення гідравлічно незбалансована, через що розподіл тепла в системі опалення є нерівномірним.

Тому пропонується виконати заміну радіаторів та встановлення термостатичних клапанів, що дозволить краще підтримувати температуру в приміщенні відповідно до заданої. Також потрібне гідравлічне балансування системи опалення (установка балансувальних клапанів).

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013

Нижче наведено ілюстрацію нових опалювальних приладів та балансувальних клапанів (Рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Опалювальні прилади з терморегуляторами та автоматичні балансувальні клапани

Таблиця 4.11 – Обсяги робіт по модернізації

Роботи	Обсяг робіт, шт	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів (разом із заміною трубопроводів в опалювальному приміщенні)	60	10000,0	600 000
Встановлення автоматичних балансувальних клапанів та проведення балансування	4	7000,0	28 000
Всього			628 000

Таблиця 4.12 – Ефект від модернізації системи опалення

Енергозбереження, кВт·год	19 038
Заощадження, грн	33 538
Період окупності, років	18,7

4.7. Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря

Система механічної вентиляції у будівлі відсутня. Існуючі вентканали засмічені та не виконують своїх функцій.

Після утеплення стін та встановлення нових вікон рівень проникнення повітря зовні знизиться, а вентиляція будівлі буде необхідна для забезпечення нормативного повітрообміну.

Для досягнення необхідного рівня вентиляції в будівлі пропонується встановити децентралізовані вентиляційні системи з блоками утилізації тепла. Установки утилізації тепла повинні мати сезонний ККД не нижче 70%.

Для досягнення необхідної кратності повітрообміну та для задоволення відповідного споживання свіжого повітря відповідно до графіків експлуатації в різних зонах будівлі передбачається, що в будівлі знадобляться 5 збалансованих вентиляційних систем із середньою продуктивністю 600 м³/год кожна.

Автоматичне управління у вентиляційній системі повинно підтримувати необхідну температуру повітря, що подається. Графік роботи вентиляторів повинен відповідати режиму роботи в обслуговуваних приміщеннях.

Повітроводи повинні мати теплоізоляцію, яка відповідає сучасним вимогам щодо теплоізоляції повітроводів в Україні. Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013.

Нижче наведено приклад нового обладнання (Рисунок 4.7).

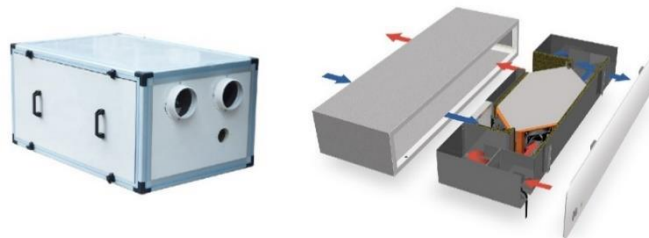


Рисунок 4.7 – Децентралізовані вентиляційні установки

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.13, Таблиця 4.14).

Таблиця 4.13 - Обсяги робіт по модернізації джерела живлення

Роботи	Обсяг робіт, шт	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Децентралізовані вентиляційні установки	5	300000	1 500 000

Таблиця 4.14 – Ефект від модернізації джерела живлення

Енергозбереження, кВт·год	20 424
Заощадження, грн	32 451
Період окупності, років	46,2

Захід із забезпечення роботи системи вентиляції з механічним спонуканням запропоновано з метою виконання діючих нормативів щодо дотримання кратності повітрообміну. Зважаючи, що термін окупності даного заходу є довгостроковим, захід не є першочерговим для впровадження.

4.8. Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу

Пропонується встановити автоматичний твердопаливний котел (Рисунок 4.8). У випадку наявності насипного палива рекомендовано встановити автоматичну подачу палива, що регулюється залежно від температури теплоносія.

Котел може працювати в режимі ручного та автоматичного завантаження. Автоматична подача палива забезпечує роботу котла на пелетах, щепі, тирсі та трісках. В ручному режимі існує можливість завантажувати дрова.

Теплообмінник має водотрубну конструкцію. Конструкція котла передбачає встановлення бункера для автоматичної подачі палива.

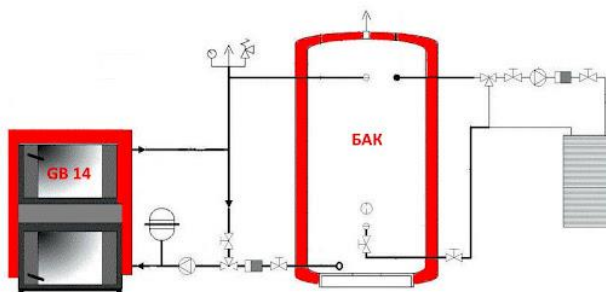


Рисунок 4.8 – Приклад схеми обв'язки твердопаливного котла

Передбачається що котел буде покривати базове навантаження будівлі на опалення. За необхідності можна використовувати існуючі пікові газові котли.

Економія досягається шляхом заміщення природного газу на дешевше паливо.

Точна вартість заходу може бути визначена після затвердження технічного завдання та розробки ПКД. Потужність котла для неутепленої та утепленої будівлі значним чином відрізняється.

В рамках даного заходу пропонується створити у будівлі систему автоматизованого енергомоніторингу.

Наразі для будівлі не створено системи моніторингу споживання енергії. Моніторинг споживання енергії - це систематичні процедури для щотижневої реєстрації та контролю споживання енергії та експлуатаційних умов у будівлях. Порівнюючи щотижня виміряне споживання (за умови наявності системи автоматизованого енергомоніторингу - щодня) з розрахунковим показником, працівники, що відповідають за експлуатацію та обслуговування, матимуть можливість забезпечити оптимальну роботу технічних установок будівлі.

Основним інструментом в системі моніторингу споживання енергії є діаграма енергія-температура (Е-Т). Кожна будівля має свою унікальну діаграму Е-Т, яку можна створити за допомогою енергетичних розрахунків. Діаграма Е-Т показує, яке повинно бути тижневе споживання енергії (цільове значення) при різних зовнішніх температурах. Якщо тижневе споживання перевищує цільовий показник більше ніж на 10%, слід вжити заходів для виявлення причини та внесення коригувань.

Єдиною основою для правильного обліку енергії є встановлення належного вимірювального обладнання, тому пропонується організувати зчитування даних з наступного вимірювального обладнання:

- Лічильник тепла для системи опалення;
- Лічильник(и) електроенергії;
- Лічильники холодної води.

Також рекомендовано організувати моніторинг даних мікроклімату:

- Внутрішні температури типових приміщень;
- Вологість типових приміщень;
- Рівень CO₂ типових приміщень;
- Зовнішню температуру.

Впровадження системи енергомоніторингу дасть змогу верифікувати рівень досягнутої економії від інших енергозберігаючих заходів.

Система диспетчеризації забезпечить можливість оперативного контролю джерела тепlopостачання.

Рекомендовано додаткове проведення тренінгів та навчання.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-77, ДБН В.2.5-67, ДСТУ ISO 50006, ДСТУ ISO 50015.

Приклад інтерфейсу наведено на ілюстрації нижче (Рисунок 4.9).

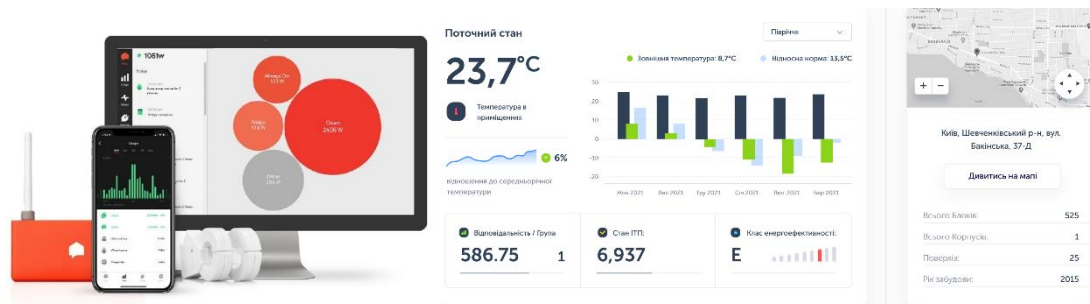


Рисунок 4.9 – Приклади інтерфейсів системи енергомоніторингу

Обсяги робіт та ефект від впровадження наведено в таблицях нижче (Таблиця 4.15, Таблиця 4.16).

Детальні розрахунки вартості заходу можуть бути виконані після затвердження технічного завдання.

Таблиця 4.15 - Обсяги робіт по встановленню котла та систем енергомоніторингу

Роботи	Обсяг робіт, шт	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Твердопаливний котел	1	300 000	300 000
Система енергомоніторингу та диспетчеризації	1	100 000	100 000
			400 000

Таблиця 4.16 – Ефект від впровадження системи моніторингу

Енергозбереження, кВт·год	2 348
Заощадження, грн	84 618
Період окупності, років	4,7

Висновки

В ході проведення енергетичного аудиту було обстежено огорожувальні конструкції та інженерні системи будівлі. За результатами розрахунку складено енергетичний баланс об'єкту та визначено місця найбільших втрат енергії. На основі аналізу запропоновано пакет заходів для підвищення енергетичної ефективності будівлі.

Серед першочергових заходів можна виділити:

- Встановлення твердопаливного котла;
- Модернізація джерела тепlopостачання;
- Заміна дверей.

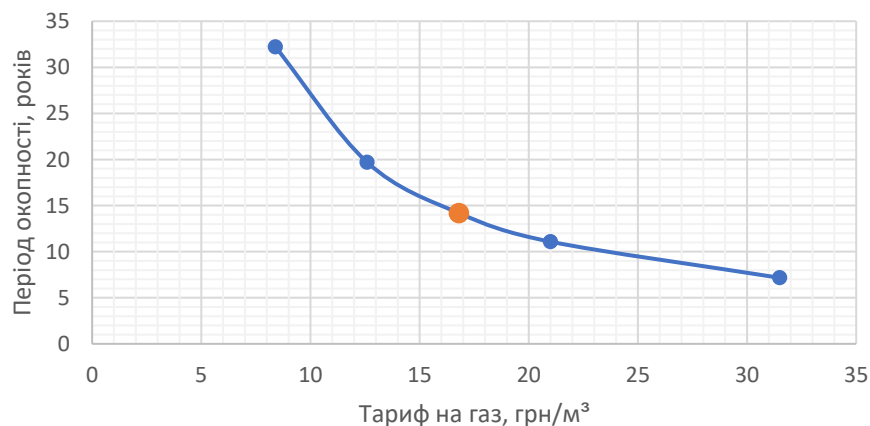
До довгострокових заходів, що потребують значних капітальних витрат можна віднести:

- Утеплення даху;
- Утеплення стін;
- Модернізація системи опалення;
- Утеплення підлоги;
- Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря.

Важливим аспектом є впровадження системи енергетичного моніторингу для відслідковування економії та фіксації відхилень споживання.

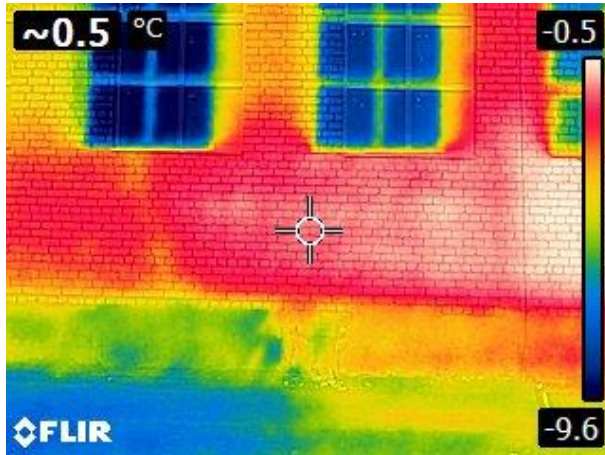
Для визначення чутливості пакету заходів від ціни на природний газ, нижче наведено залежність періоду окупності від зміни тарифу.

№ з/п	Заходи	Термін окупності, років				
		8,4 грн/м ³ газу	12,6 грн/м ³ газу	16,8 грн/м³ газу	21,0 грн/м ³ газу	31,5 грн/м ³ газу
1	Встановлення твердопаливного котла з системою енергомоніторингу	21,9	7,8	4,7	3,4	2,0
2	Модернізація джерела тепlopостачання	18,1	12,1	9,1	7,3	4,8
3	Утеплення даху	18,9	12,5	9,4	7,5	5,0
4	Утеплення стін	24,3	16,3	12,2	9,8	6,6
5	Модернізація системи опалення	37,5	25,0	18,7	15,0	10,0
6	Утеплення підлоги	46,8	31,2	23,4	18,7	12,5
7	Заміна вікон та дверей	50,1	33,4	25,0	20,0	13,4
8	Встановлення системи вентиляції з рекуперацією повітря	121,9	67,0	46,2	35,3	22,2
	Всього енергозберігаючі заходи*	32,2	19,7	14,2	11,1	7,2



Додатки

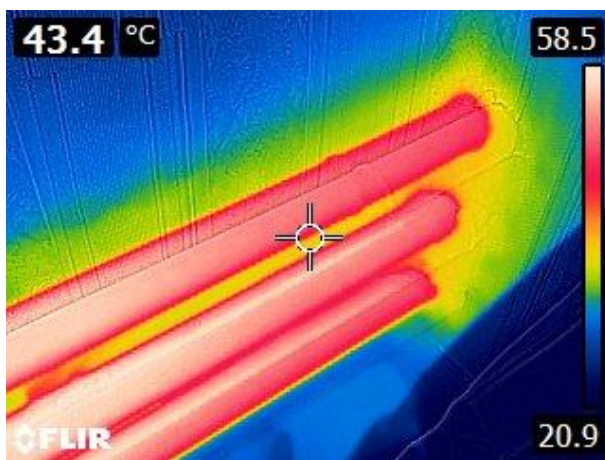
Додаток 1 – Тепловізійне обстеження



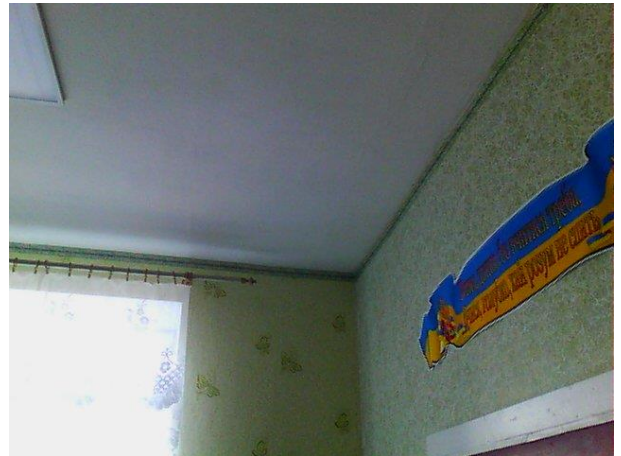
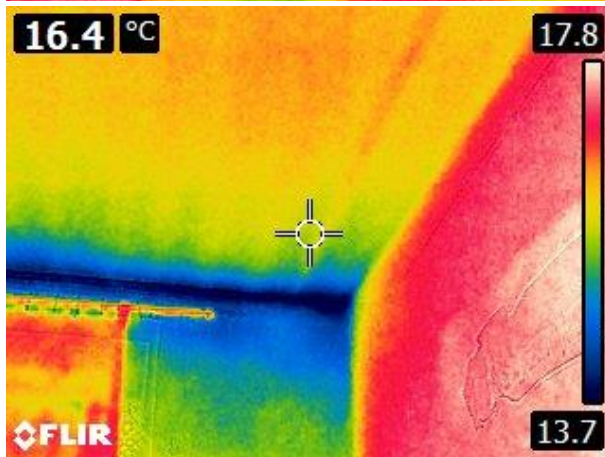
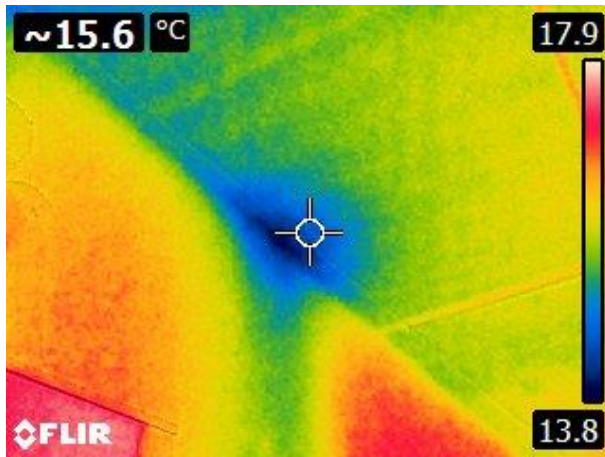
Тепловтрата через огорожувальні конструкції в місцях розміщення опалювальних приладів



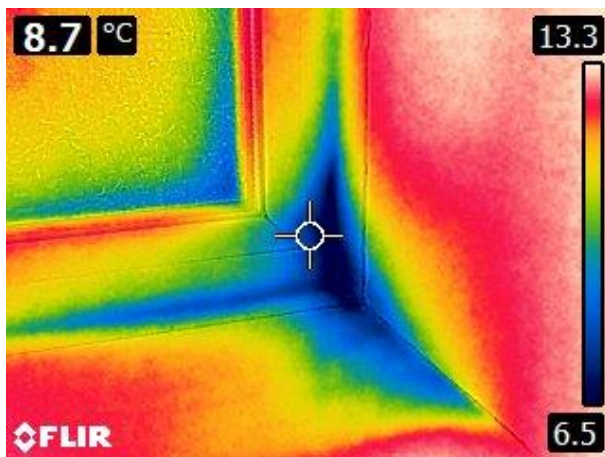
Тепловтрата через неізольовані ділянки трубопроводів в котельні



Тепловіддача реєстрів



Тепловтрати через орище



Тепловтрати через теплопровідні включення навколо вікон

Експрес-енергетичний аудит

КНП «Старобільська багатoproфільна лікарня»

**(вул. Монастирська, 67, м. Старобільськ, Луганська
область)**

Зміст

1	Загальна інформація	3
1.1	Опис об'єкту	3
1.2	Оболонка будівель	3
1.3	Система постачання (генерації) теплової енергії	6
1.4	Система опалення приміщень	6
2	Споживання енергії	7
2.1	Виміряне споживання	7
2.2	Енергетичний баланс	7
3	Потенціал енергоефективності	8
4	Заходи з енергоефективності	9
4.1	Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів	10
4.2	Утеплення даху	10
4.3	Утеплення стін	11
4.4	Заміна вікон та дверей	12
4.5	Встановлення ІТП (модуль опалення)	12
4.6	Впровадження системи енергомоніторингу та системи диспетчеризації	13
4.7	Встановлення балансувальних клапанів та балансування системи опалення	15
4.8	Утеплення трубопроводів	15
4.9	Заміна джерела генерації	16
4.10	Встановлення когенераційної установки	16
	Додаток 1 Експрес оцінка системи тепlopостачання поліклініки	18

1 Загальна інформація

1.1 Опис об'єкту

КНП «Старобільська багатoproфільна лікарня» складається з комплексу дванадцяти будівель різних років будівництва від 1913 до 1970 років. Загальна опалювальна площа – 9 202 м², загальний опалювальний об'єм – 32 432 м³. Базовий рівень енергоспоживання становить орієнтовно 2 985 390 кВт·год/рік для опалення і вентиляції та 370 099 кВт·год/рік для гарячого водопостачання.



Рисунок 1.1 – Вид зверху Старобільської багатoproфільної лікарні

1.2 Оболонка будівель

В переважній більшості зовнішні огорожувальні конструкції будівель знаходяться в незадовільному стані, наявні тріщини, відшарування керамічної плитки, замокання цоколю, відсутні зливостоки та водовідведення дощової води. Наявне утеплення зовнішніх стін тільки в інфекційному відділенні та частково в головному корпусі.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.2 – Зовнішні стіни: а) інфекційне відділення; б) основний корпус; в) терапевтичне відділення; г) лабораторія

Вікна дерев'яні та металопластикові. Старі дерев'яні вікна в поганому стані наявні нещільності (між віконною коробкою і рамою). Роботи по встановленню існуючих металопластикових вікон виконані не в повному обсязі, оскільки в місцях з'єднання віконних рам з стінами із зовнішнього боку відсутнє шпаклювання, а наявна тільки монтажна піна, яка руйнується під дією сонячної радіації, що призводить до витоків теплової енергії.



а)



б)



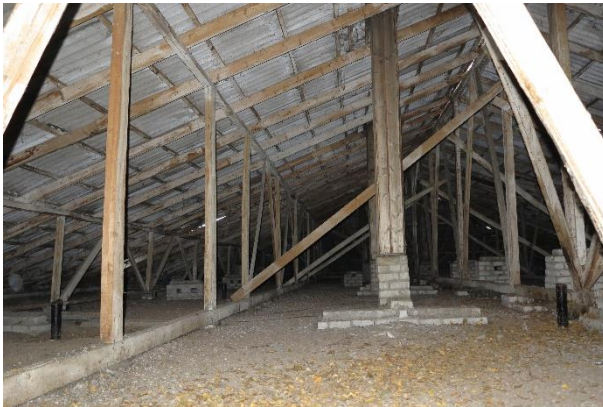
в)



г)

Рисунок 1.3 – Вікна: а) дитяче відділення; б) кардіологічне відділення; в) терапевтичне відділення; г) пологове відділення

Дахи всіх будівель скатні, покриття з азбестоцементних листів та частково металочерепиця. Утеплення плити перекриття мінеральними плитами наявне тільки в інфекційному відділенні та головному корпусі.



а)



б)

Рисунок 1.4 – Горище: а) пологове відділення; б) основний корпус

Неопалювальні підвали наявні в пологовому відділенні та в основному корпусі. Решта будівель – плита по ґрунту.



а)



б)

Рисунок 1.5 – Підвал: а) пологове відділення; б) основний корпус

1.3 Система постачання (генерації) теплової енергії

Теплопостачання лікарні здійснюється частково за рахунок індивідуальних газових котлів та частково від трьох модульних газових котелень (ФОП Медведєв).

Шість об'єктів на індивідуальному опаленні від газових котлів: харчоблок, слюсарна, лабораторія, дитяче відділення, пральня, адміністративний корпус.

Газ закуповується лікарнею 16,8 тис. грн/1000 м³ (з ПДВ). Газовий облік (модем, коректор) спільний для всіх об'єктів на вході після ГРС. Річна витрата до 83 тис. м³. Потреба в теплі на рівні 600 Гкал в опалювальний період та 130 Гкал поза опалювальним сезоном. Експлуатація газових котлів виконується власним персоналом. Котли в автоматичному режимі підтримують задану температуру. Зміна заданої температури виконується обслуговуючим персоналом в ручному режимі. Графік орієнтовно 70/50 °С.

Від котелень ФОП Медведєва здійснюється теплопостачання наступних будівель:

- 1) пологовий будинок, Інфекційне відділення;
- 2) кардіологічне відділення, терапевтичне (COVID), морг;
- 3) головний корпус.

Закупівля газу виконується підрядником. Облік теплової енергії встановлено на кожній котельні. Теплова енергія закуповується лікарнею по тарифу – 7 156,09 грн/Гкал, що в 1,5 рази вище ніж від електричного опалення. Теплоспоживання за рік – 1 100 Гкал. Щодобово котельнею передаються відомості щодо витрати газу та генерації тепла.

Наявність великої кількості джерел генерації ускладнює процес експлуатації та не дозволяє ефективно керувати споживанням, тому пропонується, замість шести індивідуальних котлів та трьох модульних котелень, встановити одну котельню на весь комплекс будівель, що дозволить спростити експлуатацію та використовувати різні джерела енергії.

1.4 Система опалення приміщень

Внутрішня система опалення будівель в переважній більшості не модернізована. Опалювальні прилади переважно чавунні, локально замінені на біметалеві з терморегуляторами. Трубопроводи системи опалення в неопалювальних приміщеннях неутеплені. Балансувальні клапани на стояках/горизонтальних вітках відсутні. Вводи в будівлю підключені напряму по залежній схемі, регулювання споживанням від зовнішньої температури відсутнє.



Рисунок 1.6 – Система опалення основного корпусу

2 Споживання енергії

2.1 Виміряне споживання

У наступній таблиці наведено енергоспоживання будівель за 2020-2021 роки до впровадження заходів з підвищення енергоефективності

Таблиця 2.1 – Енергоспоживання комплексу будівель

Рік	Природний газ, м ³	Опалення, Гкал	ГВП, м ³	ХВП, м ³	Електроенергія, кВт·год
2020	83 178	824	-	-	-
2021	82 223	1 093	-	-	591 871
Діючі тарифи, грн/од	16,8	7156,09			4,0783

2.2 Енергетичний баланс

Розрахункове та фактичне споживання до та після впровадження заходів з енергоефективності наведено в таблиці нижче.

Таблиця 2.2 – Енергетичний баланс комплексу будівель

Стаття балансу	Фактичні значення до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік	Базовий рівень до впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік	Після впровадження заходів з ЕЕ, кВт·год/рік
Опалення	1 548 217	2 985 390	1 323 083
ГВП		370 099	370 099
Насоси		0	20 640
Освітлення		555 727	555 727
Різне		543 996	543 996
Охолодження		99 875	135 741
Всього	1 548 217	4 555 088	2 949 286

Причина відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних:

- фактична середньомісячна температура зовнішнього повітря вища температури зазначеної в діючих стандартах;
- зменшений рівень провітрювання (природної вентиляції) в порівнянні з нормативним;
- система охолодження в будівлі відсутня.

В таблиці 2.3 наведено узагальнені характеристики для кожної будівлі окремо.

Таблиця 2.3 – Загальні характеристики по будівлях

Назва будівлі	Опалювальна площа, м ²	Опалювальний об'єм, м ³	Базовий рівень споживання на опалення, кВт·год
Дитяче відділення	737	2 285	265 925
Харчоблок	264	806	125 952
Гараж	154	509	78 449
Адміністративний корпус	499	1 636	181 985
Морг	201	612	99 385
Пральня	294	882	118 921
Інфекційне відділення	1 097	4 252	258 148
Кардіологічне відділення	968	3 050	289 977
Терапевтичне відділення	637	2 390	299 150
Лабораторія	385	1 396	172 627
Головний корпус	2 736	8 346	558 121
Пологовий будинок	1 930	6 268	536 750
Всього	9 902	32 432	2 985 390

3 Потенціал енергоефективності

Потенціал економії енергії завдяки визначеним заходам з енергоефективності наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Потенціал енергоефективності

Заходи	Інвестиції, грн	Економія опалення, кВт-год/рік	Економія електроенергія, кВт-год/рік	Економія, грн/рік	Простий період окупності, рік
Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів	1 140 000	59 765	0	130 193	8,8
Утеплення даху	4 702 650	374 243	-5 226	1 695 859	2,8
Утеплення стін	8 934 810	585 328	-27 521	2 789 776	3,2
Заміна вікон та дверей	1 442 680	81 801	-3 118	398 597	3,6
Встановлення ІТП (модуль опалення)	5 760 000	245 655	-20 640	1 182 464	4,9
Впровадження системи енергомоніторингу та системи диспетчеризації	1 100 000	77 484	0	398 620	2,8
Встановлення балансуювальних клапанів та балансування системи опалення	1 392 000	130 152	0	800 840	1,7
Утеплення трубопроводів	172 075	107 536	0	661 686	0,3
Усі заходи	24 644 215	1 661 964	-56 505	8 058 035	3,1

*Вартість впровадження заходів з енергозбереження враховує наступні витрати:

- розробка проектно-кошторисної документації – 7 %,
- авторський нагляд – 2 %,
- технічний нагляд – 2 %.

Потенціал економії коштів за рахунок переходу на інші джерела генерації теплової енергії, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Потенціал економії коштів

Заходи	Інвестиції, грн	Економія, грн/рік	Простий період окупності, рік
Заміна джерела генерації	1 183 000	912 572	1,3
Встановлення когенераційної установки	8 000 000	1 822 800	4,4

*заходи є взаємовиключними.

4 Заходи з енергоефективності

Опис заходів, представлених у цьому розділі, може бути використано як загальні вказівки для подальшого впровадження, яке слід розпочати з детального проектування.

4.1 Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів

Існуючі опалювальні прилади зношені та знаходяться в поганому стані. На них впливають корозія та осадки, знижуючи їх теплову ефективність.

Тому пропонується виконати заміну опалювальних приладів та встановлення термостатичних клапанів, що дозволить краще підтримувати температуру в приміщенні відповідно до заданої.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013.

Роботи	Обсяг робіт, од	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Заміна опалювальних приладів та встановлення терморегуляторів	114	10 000	1 140 000

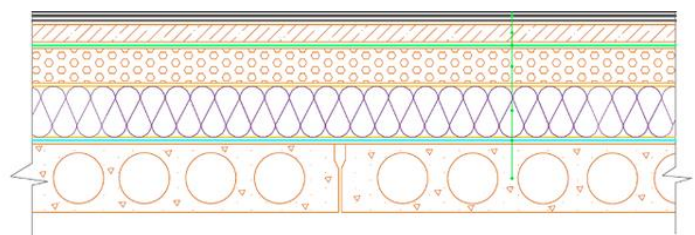
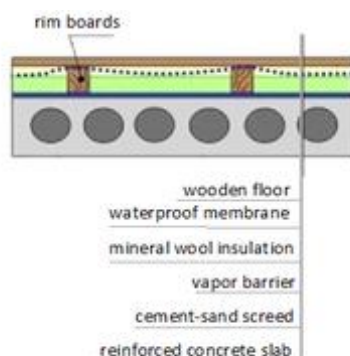
Енергозбереження, кВт·год	59 765
Заощадження, грн	130 193
Період окупності, років	9

4.2 Утеплення даху

Наразі перекриття горищ корпусів не теплоізовані. Значення теплопередачі не відповідає чинним українським нормам. Пропонується утеплити плиту перекриття горищ шаром утеплювача, товщиною 200 мм з теплопровідністю не більше 0,05 Вт/(м²·К), що знизить значення теплопередачі.

Необхідно забезпечити належну гідроізоляцію для запобігання протікання води в теплоізоляційний шар та в будівельні конструкції.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН А.2.2-3-2014, ДБН В.2.6-31:2016.



Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/м ²	Інвестиції, грн
Утеплення даху	3 919	1 200	4 702 650
Енергозбереження, кВт·год			369 017
Заощадження, грн			1 695 859
Період окупності, років			3

4.3 Утеплення стін

Для підвищення енергоефективності будівель пропонується здійснити теплоізоляцію всіх зовнішніх стін.

Поточна приведена величина теплопередачі стін не відповідає чинним українським нормам.

Пропонується застосовувати зовнішню систему теплової негорючої ізоляції Rockwool, Ceresit, Knauf, Saratect або подібну. Пропонується використовувати мінеральну вату для утеплення стін над рівнем землі товщиною 150 мм з теплопровідністю не більше 0,05 Вт/мК, що знизить значення теплопередачі стін до 0,333 Вт/(м²К).

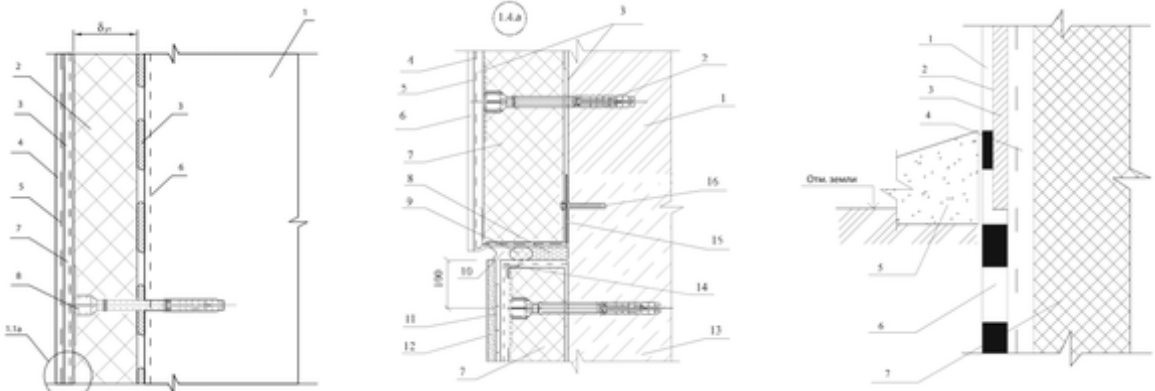
Система теплоізоляції повинна:

- забезпечити достатню термостійкість елемента оболонки будівлі та необхідну паростійкість нанесених шарів;
- відповідати вимогам до міцності та деформацій;
- відповідати вимогам пожежної та екологічної безпеки.

Анкерне кріплення теплоізоляції повинно здійснюватися відповідно до вимог виробника.

Під час утеплення фасаду слід передбачити також ізоляцію зовнішніх укосів усіх отворів у огорожувальних конструкціях, наприклад, вікон та дверей.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН А.2.2-3-2014, ДБН В.2.6-33:2018, ДСТУ Б.А.2.2-8:2010, ДБН В.2.6-31:2016.



Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/м ²	Інвестиції, грн
Утеплення стін	4 964	1 800	8 934 810

Енергозбереження, кВт·год	557 807
Заощадження, грн	2 789 776
Період окупності, років	3

4.4 Заміна вікон та дверей

Наявні вікна та двері знаходяться в незадовільному стані та мають низькі показники енергоефективності, тому пропонується замінити їх.

Пропонується замінити вікна на нові зі значенням теплопередачі не вище - 1,333 Вт/м²К. Пропонується замінити зовнішні двері (дерев'яні та металеві) на нові зі значенням теплопередачі не вище 1,667 Вт/м²К.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДСТУ Б В.2.6 -15:2011, ДБН В.2.6-31:2016.



Роботи	Обсяг робіт, м ²	Орієнтовна одинична вартість, грн/м ²	Інвестиції, грн
Заміна вікон та дверей	401	3 600	1 442 680

Енергозбереження, кВт·год	78 683
Заощадження, грн	398 597
Період окупності, років	4

4.5 Встановлення ІТП (модуль опалення)

В даний час через відсутність автоматичного регулювання температури подачі і неможливість регулювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи.

Пропонується встановити ІТП з погодозалежним керуванням для кожної будівлі.

Установка індивідуального тепlopункту з автоматичним регулюванням температури принесе хороший енергозберігаючий ефект. Таке рішення дозволяє адаптувати постачання тепла до будівлі відповідно до фактичного споживання залежно від температури на вулиці. Автоматичне управління (регулятор) ІТП повинно дозволяти програмувати зниження температури на вихідні або святкові дні (або згідно з іншим необхідним робочим графіком).

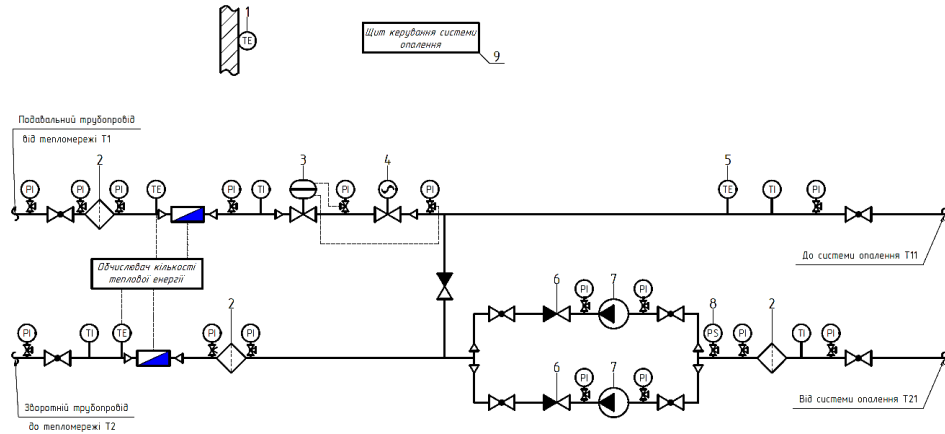
До складу індивідуального тепlopункту повинні входити:

- циркуляційні насоси з частотно-регульованими приводами;
- датчики температури в подавальному і зворотному трубопроводі;
- зовнішній датчик температури і контрольний пристрій (панель управління);
- контрольно-вимірювальні прилади ;
- клапани та прилади, необхідні для нормальної експлуатації (запірні клапани, зворотні клапани, манометри тощо);

- фільтри та сепаратор бруду.

Встановлення нових циркуляційних насосів дещо збільшить споживання електричної енергії будівлею.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013.



Роботи	Обсяг робіт, од	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Встановлення ІТП (модуль опалення)	12	480 000	5 760 000

Енергозбереження, кВт·год	225 015
Заощадження, грн	1 182 464
Період окупності, років	5

4.6 Впровадження системи енергомоніторингу та системи диспетчеризації

Наразі для будівель не створено системи моніторингу споживання енергії. Моніторинг споживання енергії - це систематичні процедури для щотижневої реєстрації та контролю споживання енергії та експлуатаційних умов у будівлях. Порівнюючи щотижня виміряне споживання (за умови наявності системи енергомоніторингу - щодня) з розрахунковим показником, працівники, що відповідають за експлуатацію та обслуговування, матимуть можливість забезпечити оптимальну роботу технічних установок будівель.

Основним інструментом в системі моніторингу споживання енергії є діаграма енергія-температура (Е-Т). Кожна будівля має свою унікальну діаграму Е-Т, яку можна створити за допомогою енергетичних розрахунків. Діаграма Е-Т показує, яке повинно бути тижневе споживання енергії (цільове значення) при різних зовнішніх температурах. Якщо тижневе споживання перевищує цільовий показник більше ніж на 10%, слід вжити заходів для виявлення причини та внесення корегувань.

Єдиною основою для правильного обліку енергії є встановлення належного вимірювального обладнання, тому пропонується організувати зчитування даних з наступного вимірювального обладнання:

- Лічильник тепла для системи опалення;
- Лічильник(и) електроенергії;
- Лічильники холодної води.
- Також рекомендовано організувати моніторинг даних мікроклімату:
- внутрішні температури типових приміщень;
- вологість типових приміщень;
- рівень CO₂ типових приміщень;
- зовнішню температуру.

Впровадження системи енергомоніторингу дасть змогу верифікувати рівень досягнутої економії від інших енергозберігаючих заходів.

Система диспетчеризації забезпечить можливість оперативного контролю джерела тепlopостачання (ІТП).

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДСТУ ISO 50006, ДСТУ ISO 50015.



Роботи	Обсяг робіт, од	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Впровадження системи енергомоніторингу та системи диспетчеризації	11	100 000	1 100 000

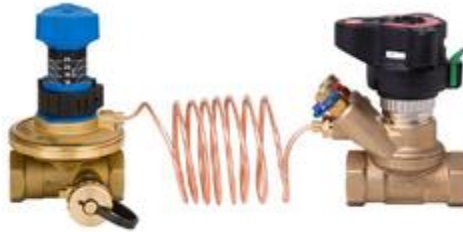
Енергозбереження, кВт·год	77 484
Заощадження, грн	398 620
Період окупності, років	3

4.7 Встановлення балансувальних клапанів та балансування системи опалення

Система опалення будівель гідравлічно незбалансована, через що розподіл тепла в системі опалення є нерівномірним.

Пропонується виконати встановлення балансувальних клапанів та виконати гідравлічне балансування системи опалення.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013.



Роботи	Обсяг робіт, од	Орієнтовна одинична вартість, грн/од	Інвестиції, грн
Встановлення балансувальних клапанів та балансування системи опалення	232	6 000	1 392 000

Енергозбереження, кВт·год	130 152
Заощадження, грн	800 840
Період окупності, років	2

4.8 Утеплення трубопроводів

Трубопроводи опалення, що прокладено в неопалюваному підвалі без ізоляції. Тому пропонується утеплити трубопроводи в неопалюваних приміщеннях для запобігання невідновних втрат тепла.

Пропонується провести теплоізоляцію трубопроводів циліндрами з мінеральної вати та напівциліндрами з алюмінієвим покриттям товщиною ізоляції 20-80 мм з теплопровідністю 0,045 Вт/мК.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В. 2.5-67:2013.

Роботи	Обсяг робіт, м	Орієнтовна одинична вартість, грн/м	Інвестиції, грн
Утеплення трубопроводів опалення	232	6 000	1 392 000

Енергозбереження, кВт·год	130 152
Заощадження, грн	800 840
Період окупності, років	2

4.9 Заміна джерела генерації

Пропонується виконати встановити автоматичну твердопаливну котельню на щепі потужністю 500 кВт.

Котел може працювати в режимі ручного та автоматичного завантаження. Автоматична подача палива забезпечує роботу котла на пелетах, щепі, тирсі та трісках. В ручному режимі існує можливість завантажувати дрова.

Теплообмінник має водотрубну конструкцію. Конструкція котла передбачає встановлення бункера для автоматичної подачі палива.

У випадку наявності насипного палива рекомендовано встановити автоматичну подачу палива, що регулюється залежно від температури теплоносія. В комплект входить щит управління вентиляторами, димососами та насосами і бункер зі шнеками.



Додатково також рекомендовано передбачити систему рухомих самоочисних колосникових решіток, системи пневматичної очистки та системи видалення попелу.

Інвестиції, грн	910 000
Заощадження, грн	912 572
Період окупності, років	1

4.10 Встановлення когенераційної установки

Пропонується встановити когенераційну установку електричною потужністю 315 кВт та 450 кВт теплової потужності. Головною перевагою технології когенерації є ефективність використання палива недосяжна при роздільному виробництві теплової та електричної енергії. ККД котельної в середньому становить близько 80%. В свою чергу повний ККД системи з роздільним виробництвом тепла та електрики знаходиться в межах 55-65%. При цьому для когенераційних установок, де разом з генерацією електричної енергії здійснюється утилізація тепла, повний ККД може досягати 90%. Співвідношення теплового та електричного ККД когенераційних установок складає 1 : 1,2-1,6. Така установка крім переваг використання палива надасть додаткової надійності електрозабезпечення котельні.



Інвестиції, грн	8 000 000
Заощадження, грн	1 822 800
Період окупності, років	4,4

Додаток 1 Ескпрес оцінка системи тепlopостачання поліклініки

Обласна поліклініка, розташована в місті Старобільськ, представляє з себе триповерхову будівлю. Фасади будівлі утеплено мінераловатними плитами, віконні та дверні конструкції – металопластикові (Рисунок 7).

Під час огляду будівлі було виконано обстеження огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі. За відсутності інформації щодо споживання енергоресурсів та проєктної документації виконання детального аудиту неможливе.



Рисунок 7 – Зальний вигляд обласної Старобільської поліклініки

Частина фасаду пошкоджена через пошкодження системи зовнішнього водостоку (Рисунок 2).



Рисунок 8 – Пошкодження фасаду

Система подачі теплоносія обладнана гідрострілкою та циркуляційним насосом, обладнання для регулювання подачі теплоносія – відсутнє.



Рисунок 9 – Ввід теплової енергії

Нижче наведено графіки отримані в результаті зчитування архіву даних лічильника теплової енергії за період 25.10.2021 – 24.11.2021.

Судячи з незмінної величини витрати теплоносія (Рисунок 10) та відсутності кореляції між споживанням теплової енергії будівлею та зовнішньої температурою (Рисунок 11), регулювання подачі теплоносія не відбувається.

Зміни у температурі подачі теплоносія (Рисунок 12) пояснюються періодичним відключенням постачання тепла. В цілому регулювання температури подачі теплоносія не відображає залежності від зміни зовнішньої температури повітря.

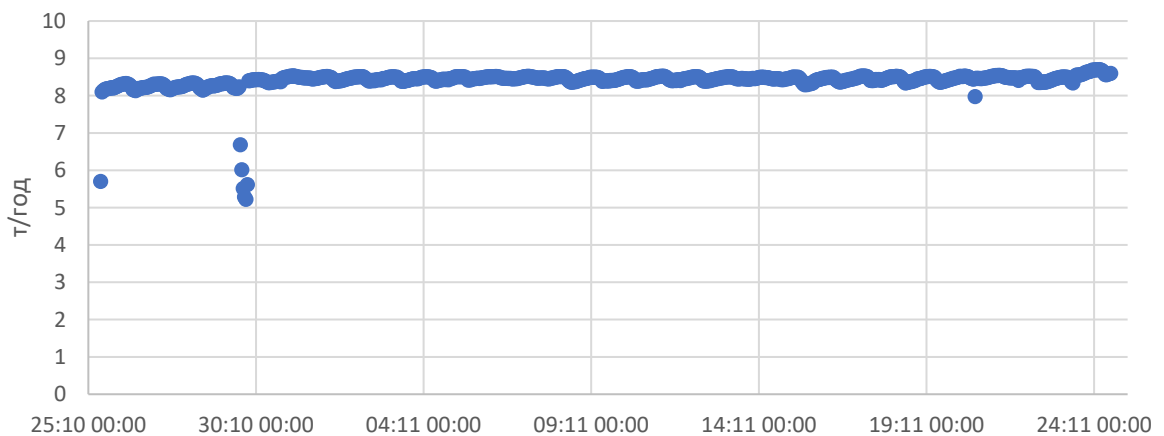


Рисунок 10 – Погодинна витрата теплоносія

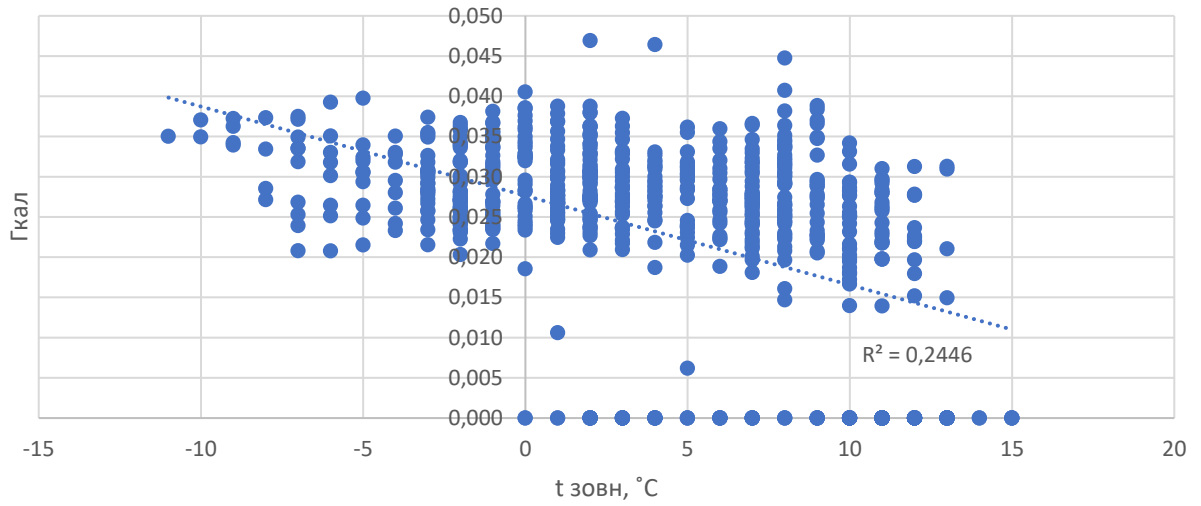


Рисунок 11 – Погодинне споживання теплової енергії, залежно від зовнішньої температури повітря

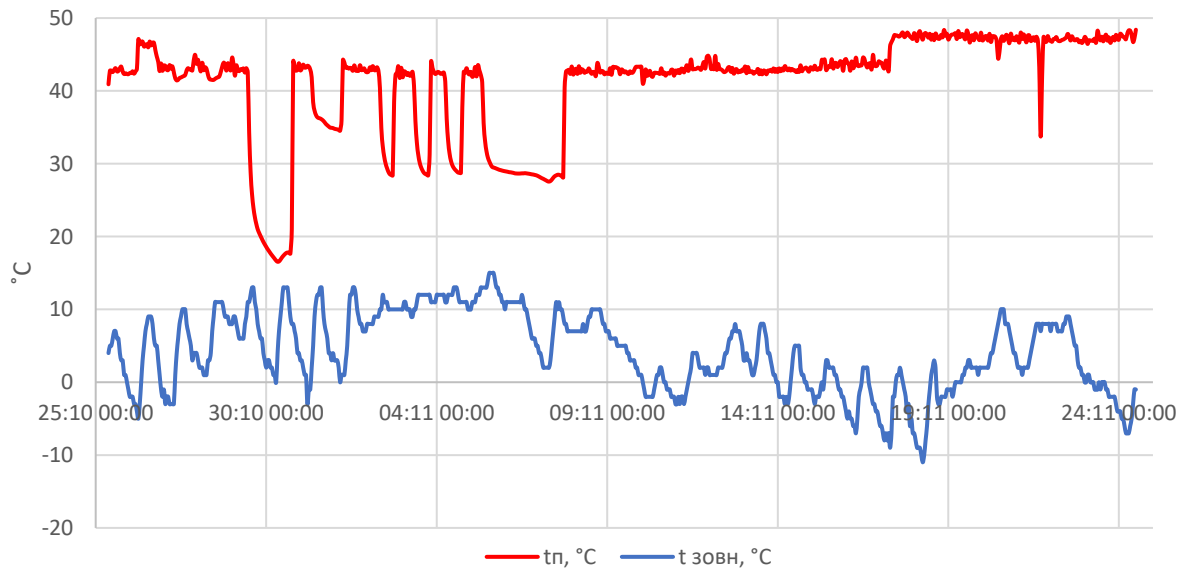


Рисунок 12 – Температура подачі теплоносія то зовнішня температура повітря