

Проекти з модернізації системи теплопостачання

для міста Нововолинськ

Розробник: ТОВ «ІНТЕНКО»



Співфінансується
Європейським Союзом

РЕЗЮМЕ	4
1 ОПИС ІСНУЮЧОГО СТАНУ	7
1.1 Опис населеного пункту	7
1.1.1 Демографічна ситуація	7
1.1.2 Житловий фонд	8
1.1.3 Кліматичні характеристики	8
2 ОПИС ІСНУЮЧОГО СТАНУ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	10
2.1 Характеристика системи теплопостачання	10
2.2 Характеристика котелень	10
2.3 Технічна характеристика котелень	13
2.4 Котельні агрегати, що встановлені на котельнях	14
2.5 Виробництво теплової енергії	15
2.6 Споживання енергоресурсів	19
2.6.1 Споживання природного газу	19
2.6.2 Споживання електроенергії	20
2.7 Теплові мережі	22
2.8 Аналіз ефективності погодного регулювання на котельнях	24
2.8.1 Котельня 26-го кварталу (стара)	24
2.8.2 Котельня 26-го кварталу (нова)	25
2.8.3 Котельня 66-го кварталу	27
2.8.4 Котельня мікрорайону Шахтарський	28
2.8.5 Котельня 15-го Мікрорайону	30
2.8.6 Котельня смт. Благодатне	32
3 ПРОПОНОВАНІ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТИ	35
3.1 Впровадження 251 шт. ІТП на вводах споживачів	35
3.2 Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів – 21500 м в 2-х трубному вимірі на трубопроводах попередньо теплоізовані спіненим поліуретаном	40
3.3 Впровадження енергоефективних проєктів для зниження споживання електричної енергії на ГВП в нововолинському ЗДО №9	45
3.3.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон	48
3.3.2 Встановлення теплового насоса тепловою потужністю 12 кВт з теплоакумуючими ємностями	49
3.3.3 Встановлення СЕС потужністю 20 кВт	50
3.4 Впровадження енергоефективних проєктів для зниження споживання електричної енергії на ГВП в нововолинській школі №6	55
3.4.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон	57
3.4.2 Встановлення теплового насоса тепловою потужністю 140 кВт з теплоакумуючими ємностями	58

3.4.3	Встановлення СЕС потужністю 140 кВт	60
3.5	Встановлення СЕС та теплового насосу для забезпечення ГВП багатоквартирного будинку (5 поверхів)	64
3.5.1	Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон	65
3.5.2	Встановлення теплового насосу тепловою потужністю 40 кВт з теплоакумуючими ємностями	66
3.5.3	Встановлення СЕС потужністю 40 кВт	67
3.6	Встановлення СЕС та теплового насосу для забезпечення ГВП багатоквартирного будинку (9 поверхів)	71
3.6.1	Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон	72
3.6.2	Встановлення теплового насосу тепловою потужністю 60 кВт з теплоакумуючими ємностями	73
3.6.3	Встановлення СЕС потужністю 40 кВт	74
3.7	Встановлення твердопаливних котлів на котельній 26-го кварталу (нова), загальною потужністю 5 МВт	79
3.7.1	Оцінка енергетичного потенціалу біопалива з відходів сільського господарства в Нововолинському районі	82
3.8	Відновлення централізованого ГВП в якості подальшої перспективи.	84
3.8.1	Аналіз перспектив використання теплових насосів в якості джерела теплової енергії.	84
4	ВИСНОВКИ:	86

РЕЗЮМЕ

Система централізованого теплопостачання (ЦТ) відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичної стабільності населених пунктів України, зокрема в умовах енергетичних викликів, зростання вартості природного газу та необхідності підвищення енергоефективності в бюджетному та житловому секторах. Попри розгалужену інфраструктуру, більшість підприємств КЦТ стикаються з хронічним недофінансуванням, високими експлуатаційними витратами через застаріле обладнання, а також обмеженнями у тарифоутворенні, що не завжди дозволяє покривати навіть базові витрати на обслуговування та модернізацію системи.

Проект модернізації системи ЦТ м. Нововолинськ розроблено як комплекс заходів, спрямованих на послідовне та поетапне підвищення ефективності, керованості та надійності теплопостачання. Він охоплює технічну реконструкцію зовнішніх теплових мереж, заміну аварійних та гідравлічно неефективних ділянок трубопроводів, впровадження індивідуальних теплових пунктів (ІТП) з погодозалежним регулюванням, а також встановлення джерел децентралізованого теплопостачання на базі відновлюваних джерел енергії (біопаливо, СЕС, теплові насоси).

Особливу увагу приділено аналізу варіантів розвитку, техніко-економічному обґрунтуванню кожного з них, а також оцінці чутливості витрат. Результати свідчать про те, що впровадження проекту дозволяє суттєво знизити втрати теплової енергії, зменшити споживання газу та викиди парникових газів, покращити комфорт споживачів у житлових будинках та соціальних закладах. Також очікується зниження витрат підприємства на аварійне обслуговування і втрати теплоносія, що зменшить фінансовий тиск на бюджет громади.

Загалом реалізація проекту дає змогу перейти від реактивного управління до системного, стратегічного підходу до модернізації теплового господарства Нововолинська. Проект сприяє досягненню довгострокових цілей з енергонезалежності, зниження витрат, підвищення якості послуг та стійкості до кризових ситуацій. У перспективі це створює передумови для фінансового оздоровлення КЦТ та переходу до нової моделі теплопостачання на рівні громади.

Пріоритетними, з точки зору поетапного впровадження рекомендується обрати проекти зі зниження енергоспоживання – встановлення ІТП, оскільки це має короткі строки реалізації, високі показники окупності та економії, а крім того, дозволяє підвищити комфорт споживачів, надати якісне централізоване ГВП і є важливим заходом для можливості інтеграції в централізовану систему теплопостачання альтернативних джерел енергії.

Проект з заміни магістральних та розподільчих трубопроводів є довгостроковим (орієнтовний строк впровадження – 10 років) і має відносно низькі показники окупності, проте є критично важливим для можливості подальшої експлуатації системи теплопостачання, та мінімізації аварійних ситуацій, тому його необхідно розглядати в комплексі з іншими заходами.

В якості пілотних проектів по впровадженню ВДЕ в системи централізованого гарячого водопостачання пропонуються проекти по встановленню СЕС та теплових насосів в закладах освіти та багатоквартирних будинках, які дозволять забезпечити цілорічне якісне централізоване гаряче водопостачання та підігрів басейнів без використання електричної енергії на електробойлери (що є найбільш неефективним і дорогим способом підготовки ГВП)

Таблиця 1 - Перелік пропонованих проєктів та їх базові економічні показники

№	Компонент/Проект	Інвестиції, грн	Економія в еквіваленті природного газу, м ³	Економія електрич ної енергії, МВт·год	Чиста економія коштів, грн/рік	Скороч ення викиді в CO ₂ , т/рік
1	Встановлення 251 ІТП	101 240 000	1 021 059	-	18 379 062	2 086
2	Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів	246 510 605	374 626	-	12 130 134	765
3	Впровадження енергоефективних проєктів в Нововолинському ЗДО №9	1 962 800	-1 688	43	295 086	19
4	Впровадження енергоефективних проєктів в Нововолинській школі №6	15 794 000	-3 746	701	5 443 115	360
5	Встановлення СЕС та теплового насосу для забезпечення ГВП багатоквартирних будинків (10 будівель)	51 340 000	147 271	2 151	13 839 515	1 430
6	Встановлення твердопаливних котлів загальною потужністю 5 МВт	63 000 000	2 089 424		15 941 531	4 269
Всього		479 847 405	3 626 946	2 895	66 028 443	8 929

Таблиця 2 - Зведені показники економічної ефективності пропонованих в рамках ТЕО проєктів

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Економія в еквіваленті природного газу	м ³ /рік	3 626 946
Витрата твердого палива	т/рік	6 191
Економія електричної енергії	МВт·год	2 895
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	8 929
Чиста економія коштів	грн/рік	66 028 443
Капітальні інвестиції	грн	479 847 405
Термін окупності	років	7,3
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	501 744 389

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	12%
Дисконтований термін окупності (DPP)	років	8,3

Таблиця 3 - Аналіз чутливості економічної ефективності пропонованих в рамках ТЕО проєктів

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	335,9	407,9	479,8	551,8	623,8
Період окупності (PP), років	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1
NPV, млн грн	21,38	20,59	19,79	19,00	18,21
IRR, %	46%	37%	32%	28%	24%
Дисконтований PP, років	2,3	2,8	3,3	3,9	4,4
Аналіз чутливості економії, млн грн	46,22	56,12	66,03	75,93	85,84
Період окупності (PP), років	4,5	3,7	3,1	2,7	2,4
NPV, млн грн	12,27	16,03	19,79	23,55	27,32
IRR, %	22%	27%	32%	37%	41%
Дисконтований PP, років	4,9	4,0	3,3	2,9	2,5
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	840,7	711,7	501,7	343,0	82,3

1 ОПИС ІСНУЮЧОГО СТАНУ

1.1 ОПИС НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Нововолинськ — місто обласного значення у Волинській області України, адміністративний центр Нововолинської міської громади. Це один із наймолодших промислових центрів Західної України, заснований у 50-х роках у зв'язку з відкриттям шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну.

Станом на 2021 рік населення міста становить понад 52 тисячі мешканців. Більшість населення працює у промисловості, торгівлі та сфері послуг.

Рисунок 2 - Супутникова карта міста Нововолинськ



1.1.1 Демографічна ситуація

Станом на 1 січня 2018 року чисельність населення Нововолинська становила 56,9 тис. осіб. Прогнозується, що до 2035 року ця цифра зменшиться до 55,0 тис. осіб, що пояснюється природним спадом населення, а також міграційними процесами.

Структура розселення населення Нововолинська розподілена між двома основними типами забудови:

- У багатоквартирних будинках проживає 44,5 тис. осіб, що становить приблизно 81% від загальної кількості мешканців. Цей тип житла переважає в центральній частині селища та районах із щільною забудовою;
- У садибних будинках (приватний сектор) мешкає 10,5 тис. осіб, що складає 19% від усього населення. Ці райони розташовані переважно на периферії Нововолинська, де зберігається традиційна малоповерхова забудова.

1.1.2 Житловий фонд

Житловий фонд Нововолинська представлений двома основними типами забудови: багатоповерховими житловими кварталами та садибними (приватними) будинками. Забудова міста щільна, однорідна. Місто досить компактне, завдяки чому чисельність населення висока в порівнянні з іншими містами області. Такий поділ характерний для містечок, що розвивалися поряд із промисловими центрами, поєднуючи як компактне багатоквартирне житло, так і просторий приватний сектор.

Станом на 2018 рік житловий фонд Нововолинська становив 980 тис. м², з яких:

- 750 тис. м² припадало на квартири у багатоповерхових будинках (приблизно 76,5% від загальної площі житла);
- 230 тис. м² складали приватні садибні будинки (23,5% житлового фонду).

Кількість житлових одиниць у 2018 році:

- Квартир у багатоповерхових будинках – 13 900 одиниць;
- Приватних садибних будинків – 2 760 одиниць.

До 2035 року передбачено зростання житлового фонду до 1 151 тис. м², що відбудеться за рахунок активного житлового будівництва:

- Площа квартир у багатоповерхових будинках збільшиться до 888 тис. м² (+18,4%);
- Садибні будинки займуть 263 тис. м², що свідчить про розширення приватної забудови (+14,3%).

Відповідно, кількість квартир у багатоповерхових будинках зросте до 15 300 одиниць, а приватних будинків – до 3 000 одиниць.

Розширення житлового фонду Нововолинську є важливим етапом у його розвитку. Нове житлове будівництво покликане не лише збільшити кількість доступного житла, але й підвищити якість проживання завдяки застосуванню сучасних енергоефективних технологій та оновленню міської інфраструктури. Це сприятиме покращенню умов життя мешканців та створенню привабливих можливостей для нових жителів.

1.1.3 Кліматичні характеристики

Клімат Нововолинська помірно континентальний, з помірно холодною зимою, нестійкою весною, дощовим літом та відносно теплою осінню. Середня температура найхолоднішого місяця зими становить -4,0°C, а найтеплішого місяця літа — +19,2°C.

Розрахункові кліматичні характеристики наведені нижче:

Таблиця 4 - Температура зовнішнього повітря по місяцях

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-4,9	-3,9	0,5	7,3	13,7	17	18,6	17,6	13,2	7,7	2,3	-2,1

Таблиця 5 - Температура зовнішнього повітря

Середньорічна	Абсолютно мінімальна	Абсолютна максимальна	Середня максимальна найбільше жаркого місяця	Найбільш холодної доби забезпеченням		Найбільш п'ятиденки забезпеченням		Період з середньодобовою температурою повтря				Середня температура найбільш холодного періоду ,°С, доба	Тривалість періоду із середньодобовою тем- пературою ≤0, °С, доба
				0,98	0,92	0,98	0,92	≥ 8 °С		≤10 °С			
								тривалість, доба	Середня температура,°С	тривалість, доба	Середня температура, °С		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
7,2	-34	38	24,4	-27	-24	-22	-20	187	-0,2	207	0,8	-8	105

Таблиця 6 - Середня і максимальна добова амплітуда зовнішнього повітря

Амплітуда температури середня/максимальна по місяцях, °C											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6/20,4	6,4/18	7,2/23,4	9,3/20,3	10,3/18,5	10,4/21,6	10,6/19,3	10,4/21,4	9,9/19,3	5/20	5,2/16,8	5,1/14,3

Таблиця 7 - Кліматичні параметри холодного періоду року

Температура найбільш холодних діб, °C забезпеченням		Температура найбільш холодної п'ятиденки діб, °C забезпеченням		Температура забезпеченням 0,94, °C	Абсолютна мінімальна температура повітря, °C	Середня добова амплітуда температури найбільш холодного місяця, °C
0,98	0,92	0,98	0,92			
1	2	3	4	5	6	7
-27	-24	-22	-20	-8	-34	-

Таблиця 8 - Кліматичні параметри теплого періоду року

Середня максимальна температура повітря найбільш теплого місяця, °C	Абсолютна максимальна температура повітря, °C
23,6	36

Таблиця 9 - Тривалість та середня температура періоду з середньою добовою температурою

≤ 0, °C		≤ 8, °C		≤ 10, °C	
тривалість, діб	Середня температура, °C	тривалість, діб	Середня температура, °C	тривалість, діб	Середня температура, °C
8	9	10	11	12	13
99	-3,3	179	-0,1	199	0,8

Таблиця 10 - Середня місячна і річна температура повітря

Населений пункт	Середня температура по місяцях, °C												Річна температура
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ковель	-4,7	-3,4	1,0	7,9	13,7	16,8	18,0	17,2	13,0	7,8	2,6	-1,8	7,3
Луцьк	-4,9	-3,5	0,9	8,0	13,5	16,8	18,0	17,4	13,3	7,9	2,6	-2,0	7,3

2 ОПИС ІСНУЮЧОГО СТАНУ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Система централізованого теплопостачання міста забезпечує тепловою енергією житловий фонд, адміністративні та соціально-культурні заклади бюджетної сфери та комерційних споживачів. Котельні не комунальної форми власності не залучені до системи централізованого теплопостачання житлового та бюджетного секторів міста і в схемі теплопостачання такі котельні не приймалися до уваги. Система теплопостачання міста складається із децентралізованих та помірно-централізованих систем теплопостачання. Система теплопостачання характеризується наступними показниками: параметри теплоносія – 95/70°C; вид теплоносія – гаряча вода; система подачі теплоносія - 2-х трубна та 4-х трубна в окремих районах; система теплопостачання – закрита; центральні теплові пункти – наявні; схема підключення споживачів до теплових мереж - залежна; вид прокладки теплових мереж – підземна; наявність резервних трубопроводів - немає; регулювання відпуску тепла – якісне. Всі котельні водогрійні. Послугу з ГВП централізована система теплопостачання міста надає обмежено, лише по 3-х із 6-ти мережах котельних.

2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЕНЬ

Територіально котельні побудовані по всій території міста в районах розташування багатоквартирних будинків та об'єктів бюджетної сфери.

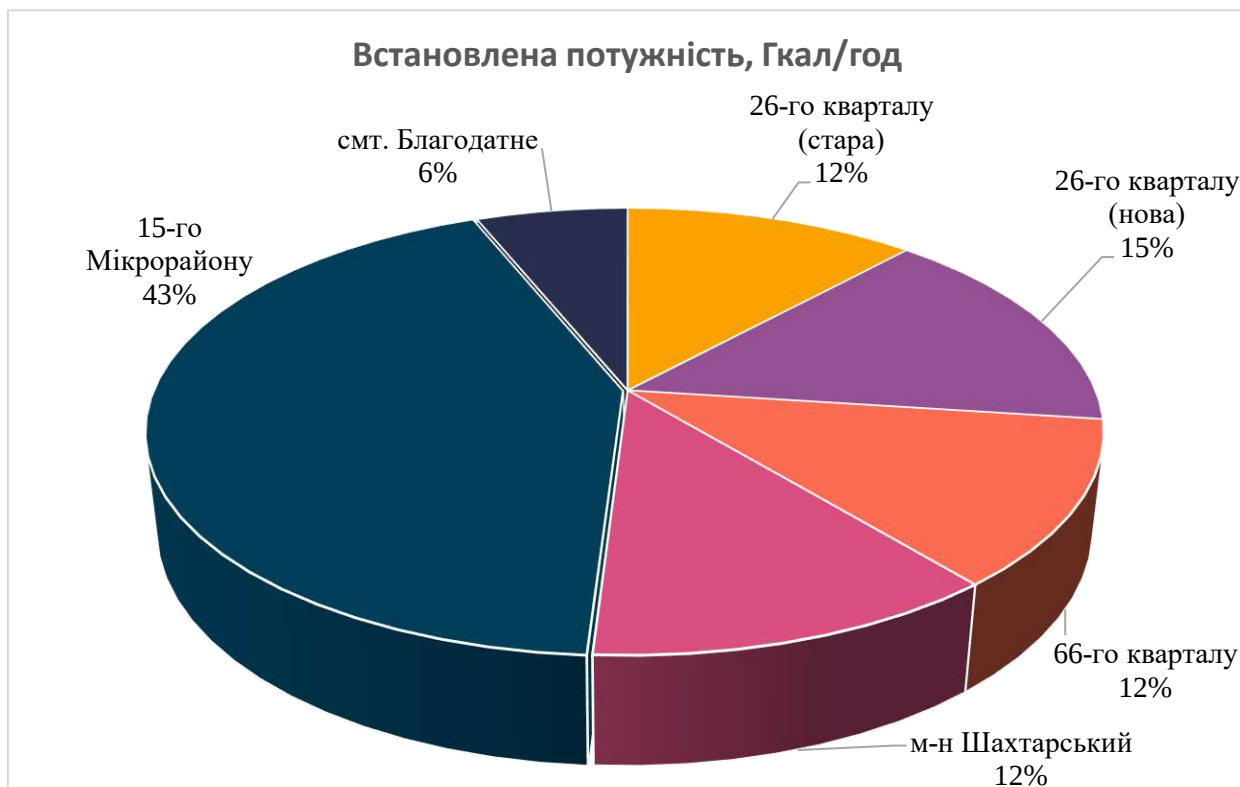
Встановлена теплова потужність котелень

Виробничі потужності котелень по генерації теплової енергії в сумі становлять 163,18 Гкал/год. Всі котельні мають потужності більше 3 Гкал/год (таблиця 8)

Таблиця 11 - Встановлена потужність та приєднане ТН по котельнях, Гкал/год

№	Назва котельні	Встановлена потужність, Гкал/ год	Підключене теплове навантаження, Гкал/год		Частка приєданого ТН і встановленої потужності, %
			всього	опалення	
1	26-го кварталу (стара)	19,28	12,081	11,841	62,7
2	26-го кварталу (нова)	24,9	17,663	17,663	70,9
3	66-го кварталу	19,5	16,061	10,321	82,4
4	м-н Шахтарський	19,5	13,136	13,136	67,4
5	15-го Мікрорайону	70	23,495	13,511	33,6
6	смт. Благодатне	10	4,547	4,547	45,5
	Всього	163,18	86,983	71,019	53,3

Рисунок 3 - Встановлена потужність

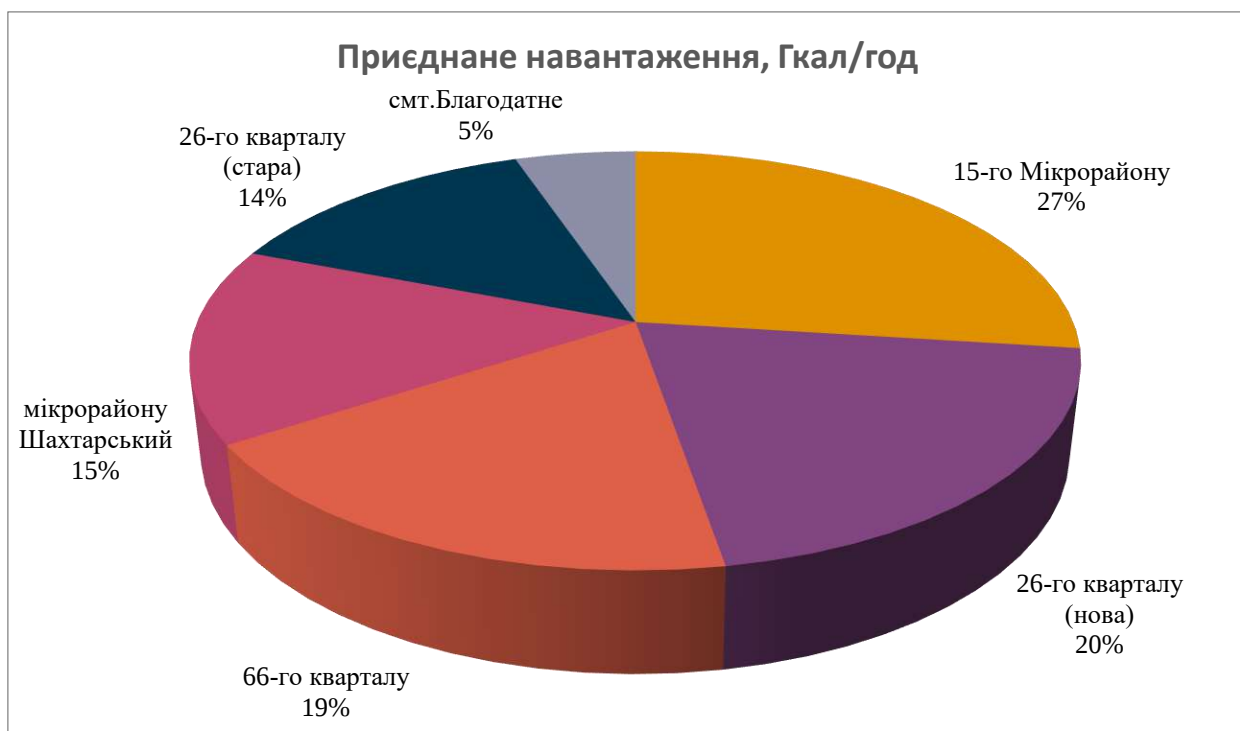


Встановлена потужність по окремих котельнях становить від 10,0 до 70,0 Гкал/год.

Приєднане теплове навантаження котелень

Загальне приєднане теплове навантаження котелень становить 86,983 Гкал/год. Приєднане теплове навантаження котелень становить від 4,547 до 23,495 Гкал/год (діаграма 2.2).

Рисунок 4 - Приєднане навантаження



Приєднані теплові навантаження за видами споживання теплової енергії становлять:
За категоріями споживачів приєднане теплове навантаження становить (таблиця 9, рисунок 4):

Рисунок 5 - Співвідношення приєданого навантаження по категоріях споживачів



З кругової діаграми розподілу приєданого навантаження по категоріях споживачів спостерігається, переважна частина теплового навантаження (85%) відноситься до житлових будівель, і лише 15% до інших споживачів, серед яких основними являються бюджетні будівлі.

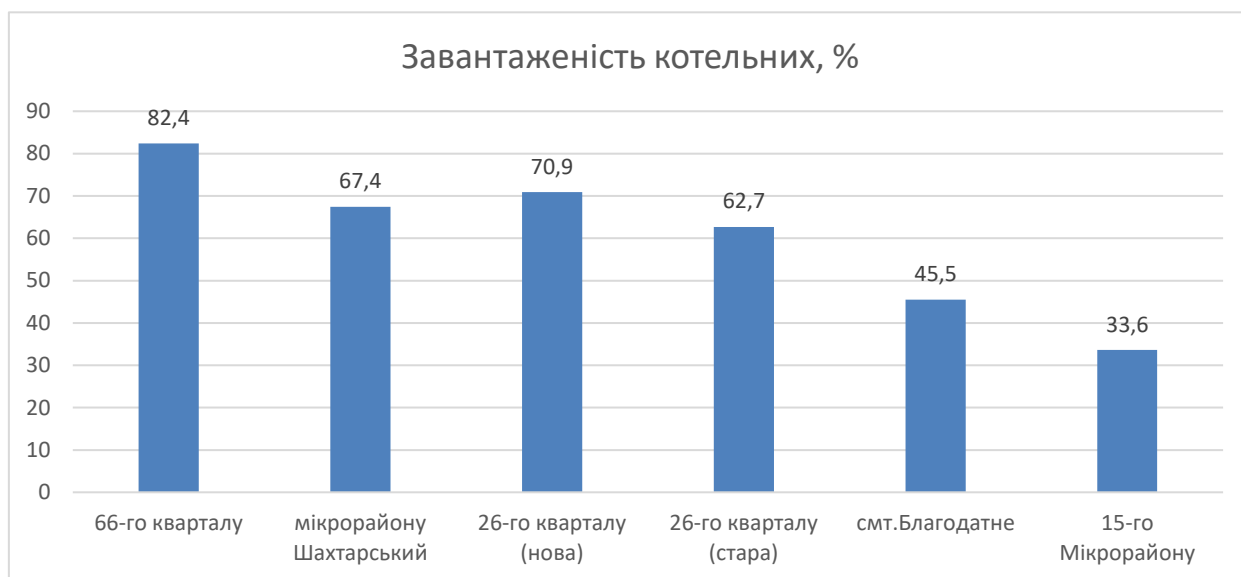
Таблиця 12 - Приєднане ТН по категоріях споживачів, Гкал/год

№	Назва котельні	Всього	населення	бюджет	інші
1	26-го кварталу (стара)	12,081	8,371	2,668	1,042
2	26-го кварталу (нова)	17,663	15,296	1,922	0,446
3	66-го кварталу	16,061	15,059	0,798	0,203
4	м-ну Шахтарського	13,136	11,179	1,921	0,036
5	15-го мікрорайону	23,495	20,195	3,063	0,238
6	смт Благодатне	4,547	3,893	0,576	0,078
	Всього	86,983	73,993	10,947	2,043

Ступінь завантаження котелень

Ступінь завантаження котелень в середньому становить 53,3% з діапазоном від 33,6% до 82,4% (діаграма 2.4).

Рисунок 6 - Завантаженість котельних



Номінальні показники завантаження котелен суттєво відрізняються, в залежності від котельні, і якщо для котельні 66-го кварталу немає необхідності в зміні загальної потужності встановлених котельних агрегатів, то котельні 15-го мікрорайону і смт.Благодатне мають значний резерв потужності, який в перспективі буде зростати, з урахуванням прогнозів по термомодернізації будівель.

2.3 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЕНЬ

Котельні введено в експлуатацію в 1973-2000 роках та обладнано котлами потужністю 0,86-35 Гкал/год (таблиця 2.3). Котельні в якості палива використовують природний газ. Всі котельні водогрійні.

Стан будівельної частини обох котелень 26-го кварталу та котельні по вул. Кауркова добрий, всіх інших котелень - задовільний. Стан котлоагрегатів на обох котельнях 26-го кварталу та котельні по вул. Кауркова добрий, на всіх інших котельнях - задовільний. Стан насосів на обох котельнях 26-го кварталу, котельні мікрорайон Шахтарський та котельні 15- мікрорайону добрий, на інших котельнях задовільний.

Всі котельні підприємства обладнані котлами вітчизняного виробництва. Основний тип котлів, що використовується на підприємстві, це водогрійні котли різних типів. Всі котли підприємства обладнані автоматикою безпеки. Технічний стан значної частини існуючого обладнання котелень є задовільним і тільки незначна частина має фізичну зношеність та моральну застарілість. Зовнішні теплові мережі наявні в 6 котелень. Мережі окремих котелень є відокремленими і не сполучені між собою.

Стан трубопроводів, арматури, теплової ізоляції та обладнання хімоводоочистки на всіх котельнях задовільний, газового господарства та електрогосподарства добрий, котельні

обладнано приладами обліку виробництва теплової енергії, споживання природного газу, електричної енергії та води.

Таблиця 13 - Загальні технічні показники котелень

№	Назва котельні	Котли				
		модель	кількість	потужність, Гкал/год	рік встановлення	ККД, %
1	26-го кварталу (стара)	КСВТ-3,0	7	2,58	1997	
		Надточія	2	0,86	1994	89,8
		Е-1/9	1	1	1993	
2	26-го кварталу (нова)	ТВГ-8М	3	8,3	1973, 1974, 2010	88,8
3	66-го кварталу	КВГ-7,56	3	6,5	1985	89,1
4	М-н Шахтарський	КВГ-7,56	3	6,5	1987	88,8
5	15-го Мікрорайону	ПТВМ-30М	2	35	1977, 1986	91,3
6	смт.Благодатне	КБНГ-2,5	4	2,5	1993	88,4

2.4 КОТЕЛЬНІ АГРЕГАТИ, ЩО ВСТАНОВЛЕНІ НА КОТЕЛЬНЯХ

На котельнях використовуються 25 котлів 7 різних моделей (таблиця 1.10). За терміном експлуатації 5,1% встановлених котлів мають термін експлуатації до 15 років, 94,9% котлів експлуатації більше 20 років. На котлах встановлено подові та вентиляторні пальники. Вентиляторні пальники встановлені на котлах КСВТ-3,0.

Таблиця 14 - Технічні характеристики котельного обладнання, встановленого на котельнях

№	Назва котельні	Марка котла	Кількість котлів	Потужність котла, Гкал/год	Рік встановлення	Термін експлуатації
1	26-го кварталу (нова)	ТВГ-8М	1	8,3	1973	52
2	26-го кварталу (нова)	ТВГ-8М	1	8,3	1974	51
3	15-го Мікрорайону	ПТВМ-30М	1	35	1977	48
4	66-го кварталу	КВГ-7,56	3	6,5	1985	40
5	15-го Мікрорайону	ПТВМ-30М	1	35	1986	39
6	м-ну Шахтарський	КВГ-7,56	3	6,5	1987	38
7	26-го кварталу (стара)	Е-1/9	1	1	1993	32
8	смт.Благодатне	КБНГ-2,5	4	2,5	1993	32

№	Назва котельні	Марка котла	Кількість котлів	Потужність котла, Гкал/год	Рік встановлення	Термін експлуатації
9	26-го кварталу (стара)	Надточія	2	0,86	1994	31
10	26-го кварталу (стара)	КСВТ-3,0	7	2,58	1997	28
11	26-го кварталу (нова)	ТВГ-8М	1	8,3	2010	15

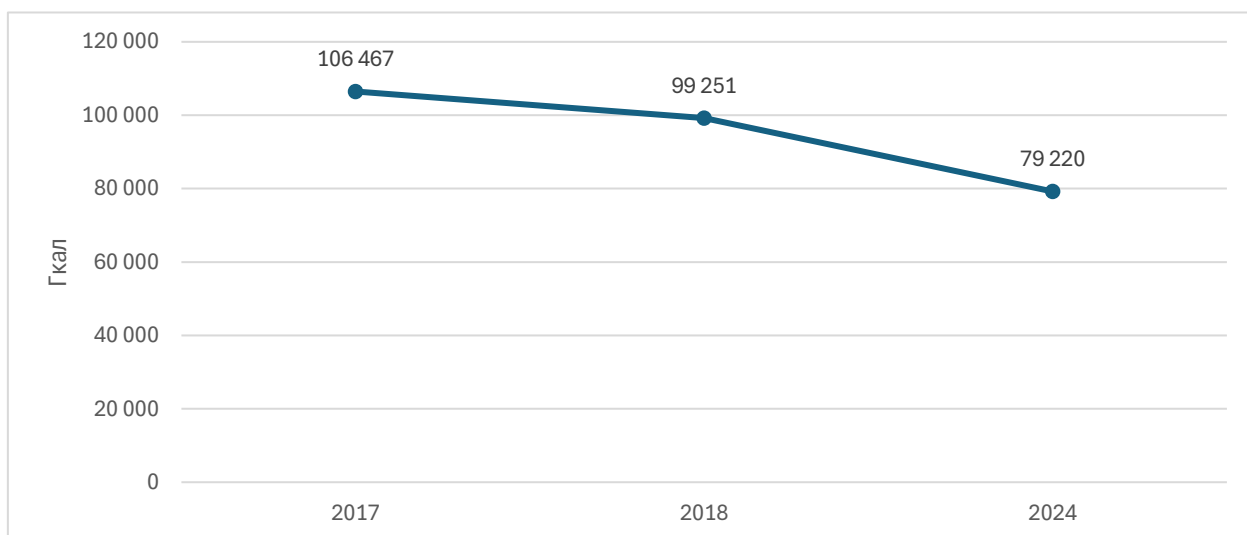
2.5 ВИРОБНИЦТВО ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Виробництво теплової енергії в середньому за період 2013-2018 рр. становило 98,16 тис. Гкал на рік, з діапазоном коливань від 85,6 тис. Гкал в 2015 до 113,5 тис. Гкал в 2016 році. В балансі виробництва теплової енергії по окремих котельнях виробництво в 2018 році становить від 7,4 до 26,9% (таблиця 12, рисунок 6 – 14):

Таблиця 15 - Виробництво теплової енергії за 2017-2018 роки та 2024 рік

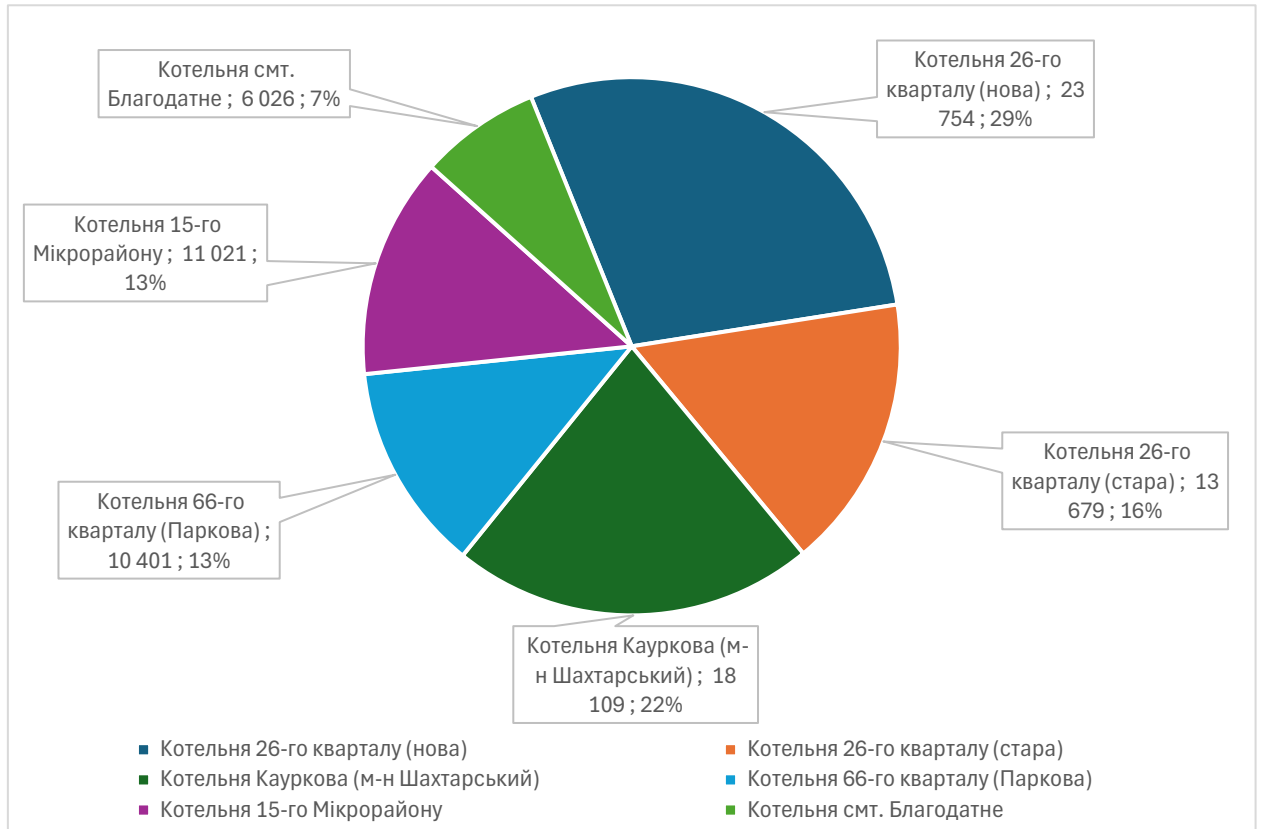
№	Назва котельні	2017	2018	2024	Зниження споживання у порівнянні з середнім споживанням 2017-2018р, Гкал	Різниця, %
1	15-го Мікрорайону	18 531	9 531	10 281	3 750	27%
2	26-го кварталу (нова)	27 742	26 714	23 117	4 111	15%
3	66-го кварталу	17 978	16 304	10 152	6 989	41%
4	26-го кварталу (стара)	14 562	18 282	12 656	3 766	23%
5	м-ну Шахтарський	19 893	21 048	17 195	3 275	16%
6	смт.Благодатне	7 761	7 372	5 818	1 748	23%
	Всього	106 467	99 251	79 220	23 639	23%

Рисунок 7 - Динаміка виробництва теплової енергії



Загалом, за 7 років виробництво теплової енергії знизилось на 25%, що пояснюється як енергоефективними заходами, так і відмовою споживачів від централізованого ГВП і в деяких будівлях – опалення.

Рисунок 8 - Баланс виробництва теплової енергії



На діаграмі представлено розподіл обсягів виробництва теплової енергії між основними котельнями, що експлуатуються в межах системи централізованого тепlopостачання.

На наступних рисунках (Рисунки 8-13) представлено помісячні обсяги виробництва, відпуску та реалізації теплової енергії по кожній котельні. Загалом, на графіку спостерігається типовий розподіл витрат теплової енергії по місяцям опалювального

сезону, з урахуванням зміни погодних умов по місяцям. Різниця між обсягом відпуску теплової енергії та реалізації її зумовлена втратами в теплових мережах.

Рисунок 9 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною 26-го кварталу (нова)

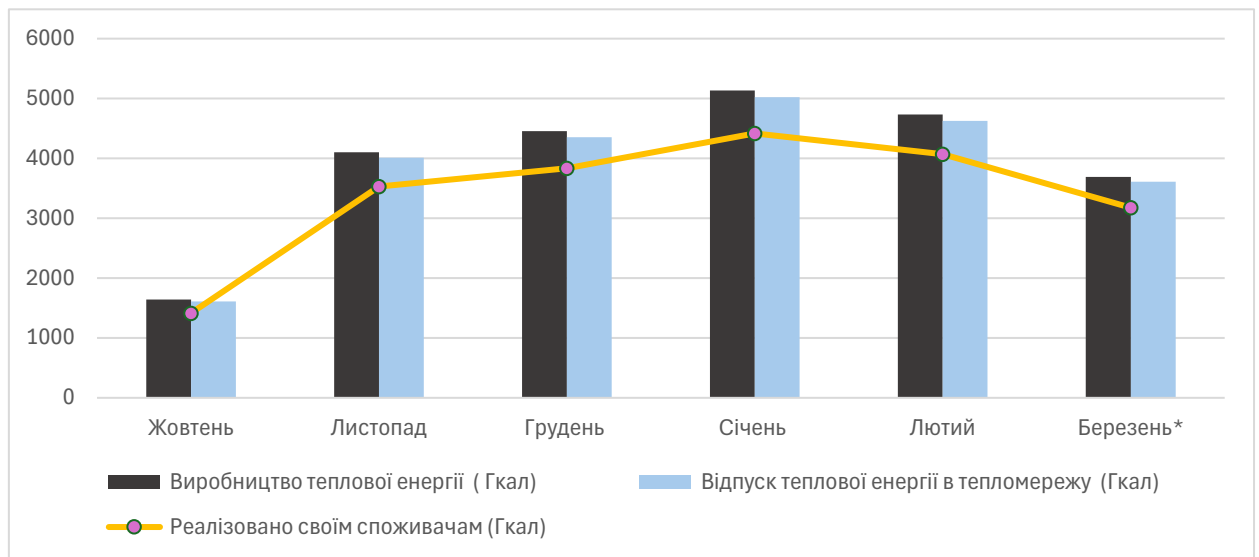


Рисунок 10 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною 26-го кварталу (стара)

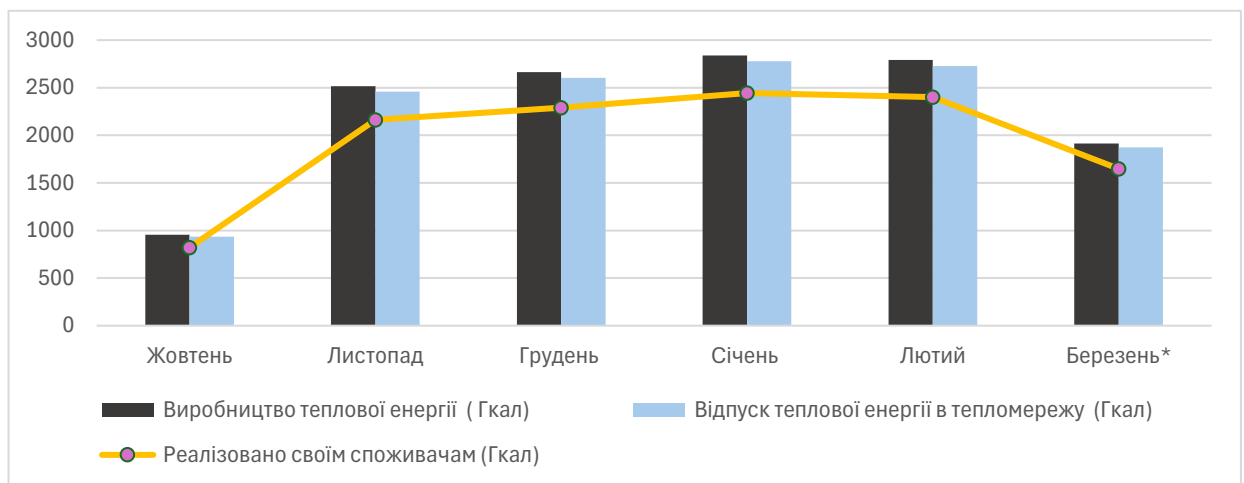


Рисунок 11 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною Кауркова (м-н Шахтарський)

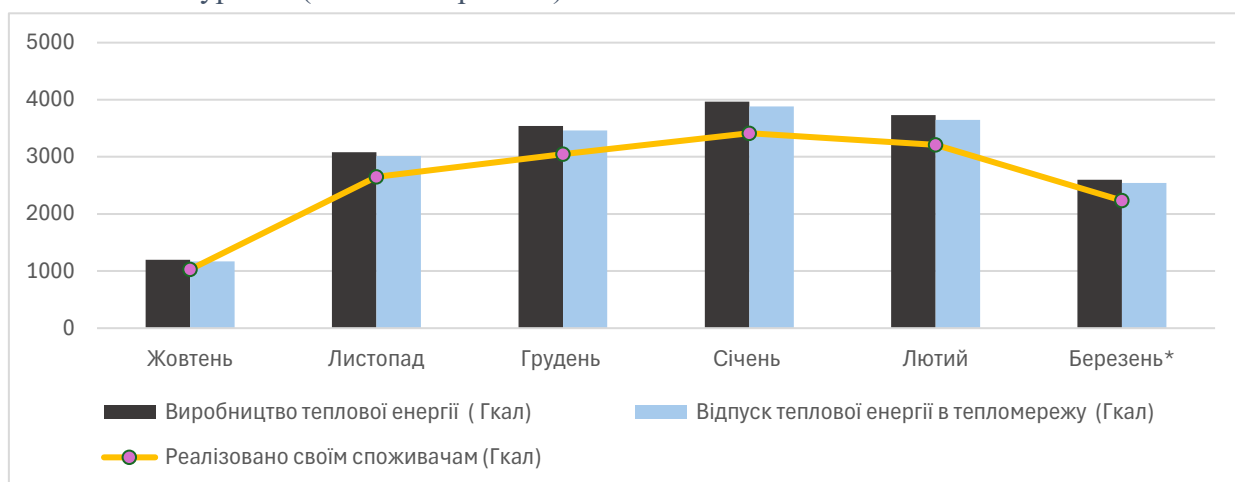


Рисунок 12 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною 66-го кварталу (Паркова)

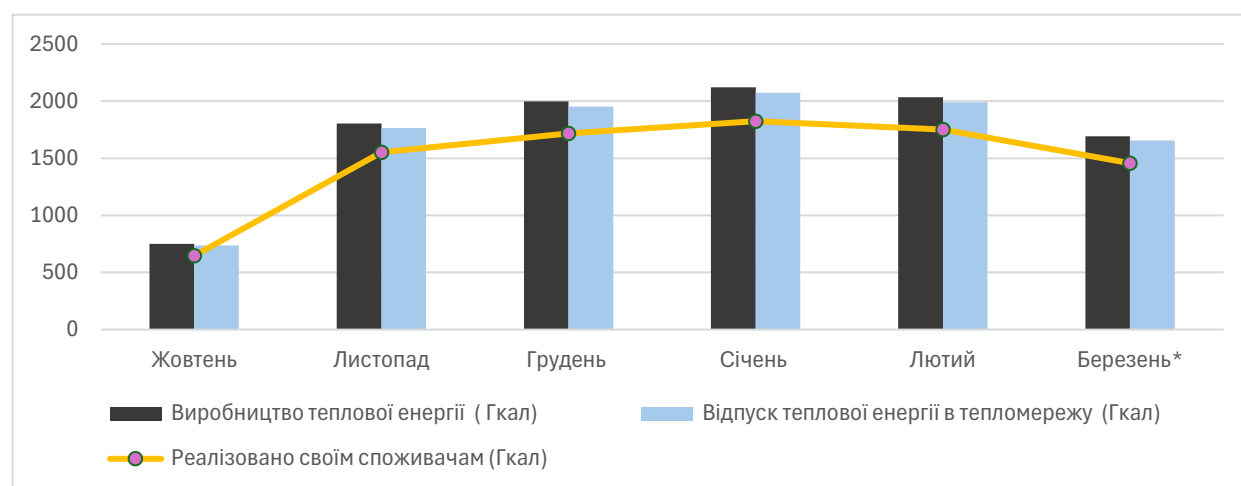


Рисунок 13 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною 15-го Мікрорайону

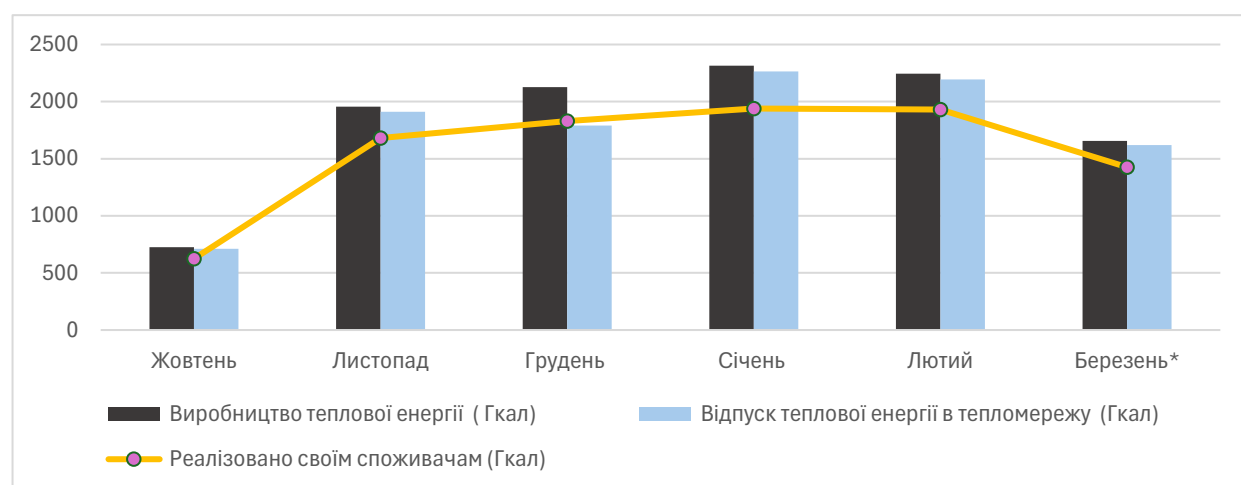
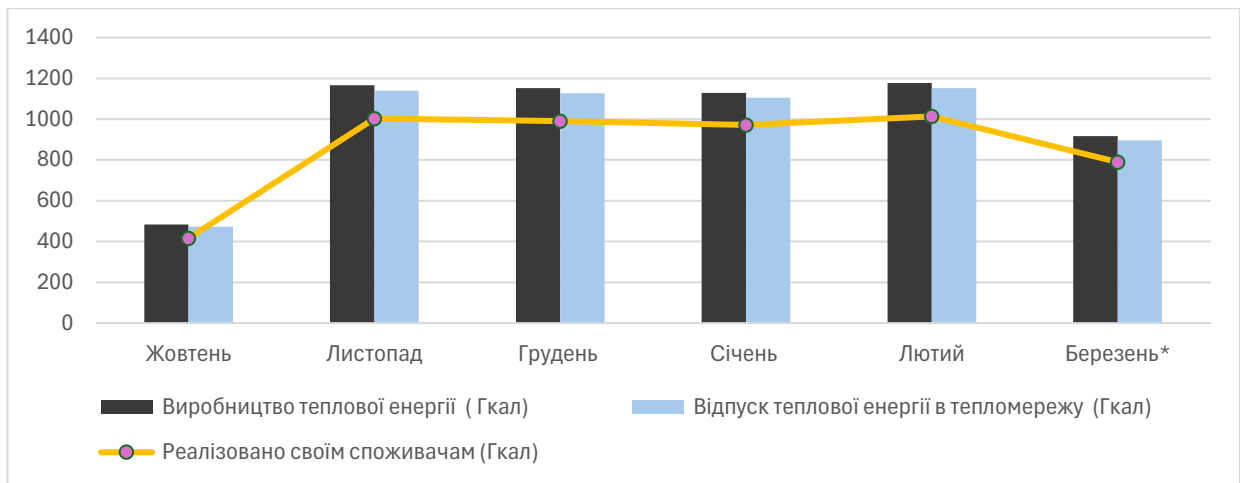


Рисунок 14 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною смт. Благодатне



2.6 СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

2.6.1 Споживання природного газу

Споживання природного газу в 2013-2018 роках в середньому становило 14,85 млн. м³ з діапазоном коливань від 13,5 млн. м³ в 2018 році до 17,8 млн. м³ в 2013 році. Споживання газу окремими котельнями становило в 2018 році від 7,4 до 26,9%:

Рисунок 15 - Споживання природного газу

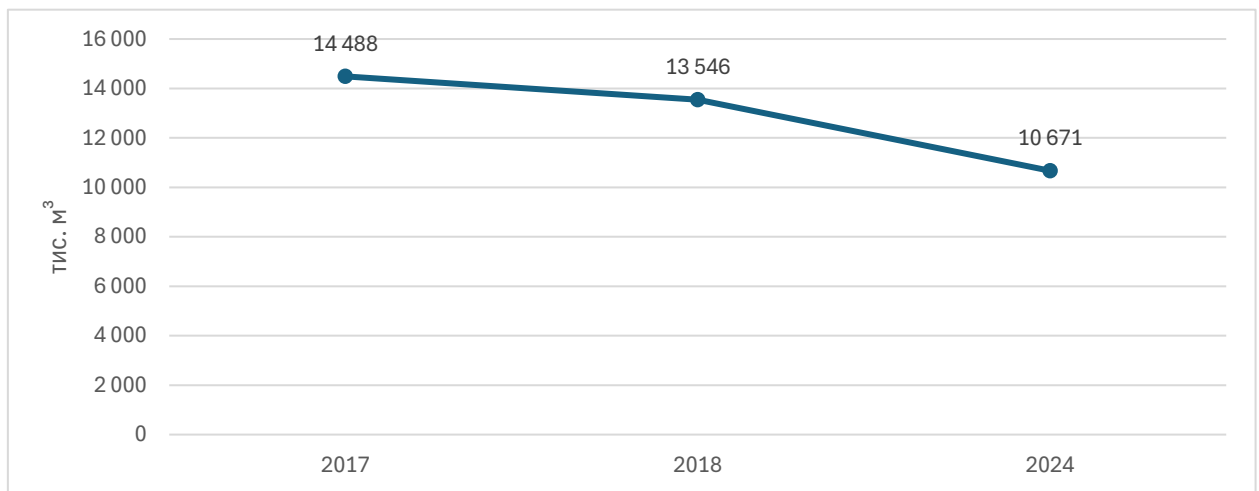
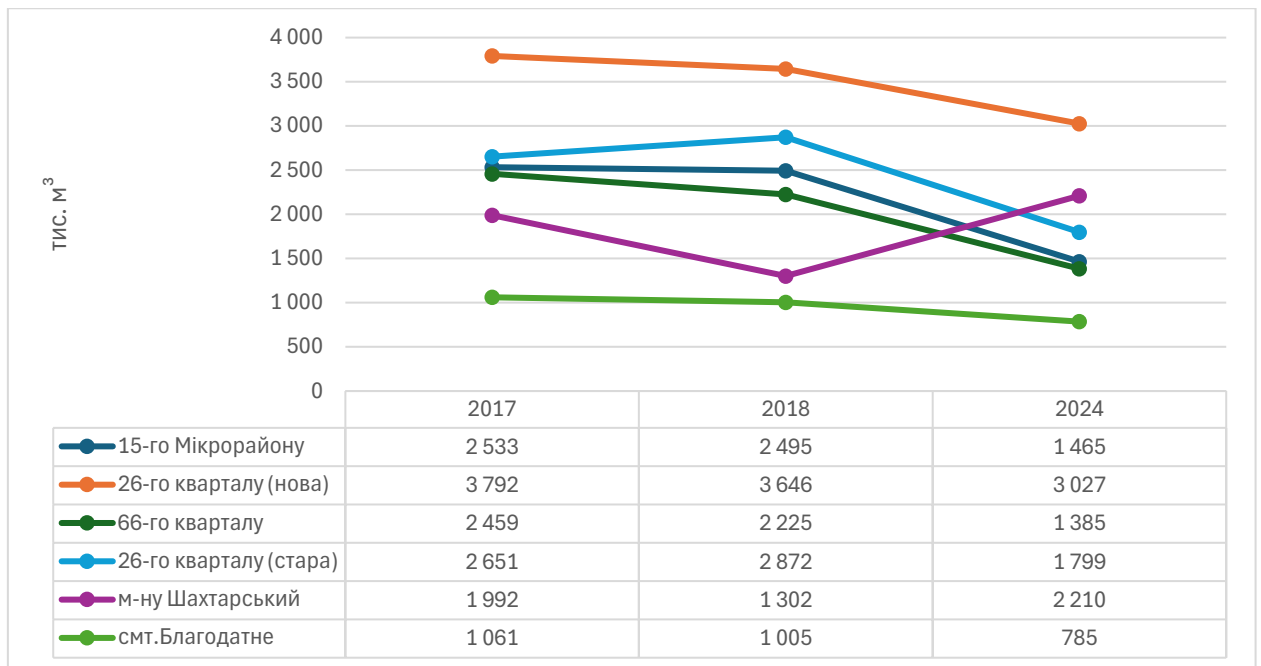


Рисунок 16 - Споживання природного газу котельними, тис. м³



В таблиці 13 наведено споживання газу на 6-ти котельнях міста в 2017-2018 та 2024 роках, а також поточну питому витрату природного газу на виробництво теплової енергії. Згідно наведених даних, найбільш ефективною є котельні 15-го мікрорайону та 26-го кварталу (нова), а найменш ефективними – котельні м-ну Шахтарський та 26-го кварталу (стара).

При цьому, більшість котелен за останні 7 років знизили споживання природного газу на 19-42%

Таблиця 16 - Споживання газу за 2017-2018 роки та 2024 рік, тис.м³

№	Назва котельні	2017	2018	2024	Питома витрата м³ газу на Гкал	Зменшення споживання газу за 7 років, %
1	26-го кварталу (стара)	2 533,3	2 495	1 465	142,50	42%
2	26-го кварталу (нова)	3 792,4	3 646,3	3 027	130,94	19%
3	66-го кварталу	2 458,6	2 225,2	1 385	136,43	41%
4	м-ну Шахтарський	2 651,3	2 872,2	1 799	142,15	35%
5	15-го Мікрорайону	1 991,5	1 301,8	2 210	128,53	-34%
6	смт.Благодатне	1061	1 005,3	785,5	135,01	24%
	Разом	14 488,1	13 545,9	10 671	134,70	24%

2.6.2 Споживання електроенергії

Споживання електроенергії за період 2013-2018 років в середньому становило 4,332 млн.кВт*год на рік з діапазоном коливань від 3,730 млн.кВт · год в 2014 році до 4,981 млн. кВт*год в 2013 році.

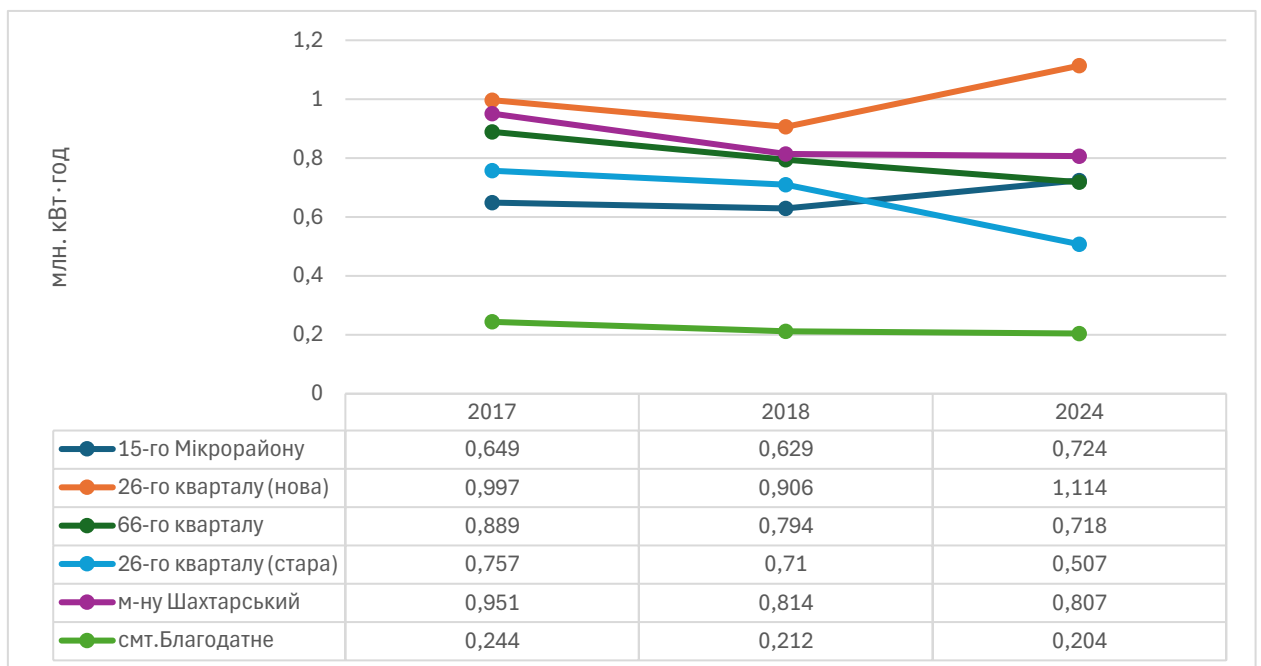
Споживання електроенергії за 2017-2018 роки та 2024 рік, млн. кВт · год

№	Назва котельні	2017	2018	2024	Питома витрата кВт · год на Гкал	Зменшення споживання е/е за 7 років, %
1	26-го кварталу (стара)	0,649	0,629	0,724	70,42	-13%

№	Назва котельні	2017	2018	2024	Питома витрата кВт · год на Гкал	Зменшення споживання е/е за 7 років, %
2	26-го кварталу (нова)	0,997	0,906	1,114	48,19	-17%
3	66-го кварталу	0,889	0,794	0,718	70,72	15%
4	м-ну Шахтарський	0,757	0,71	0,507	40,06	31%
5	15-го Мікрорайону	0,951	0,814	0,807	46,93	9%
6	смт.Благодатне	0,244	0,212	0,204	35,06	10%
	Всього	4,487	4,065	4,075	51,44	5%

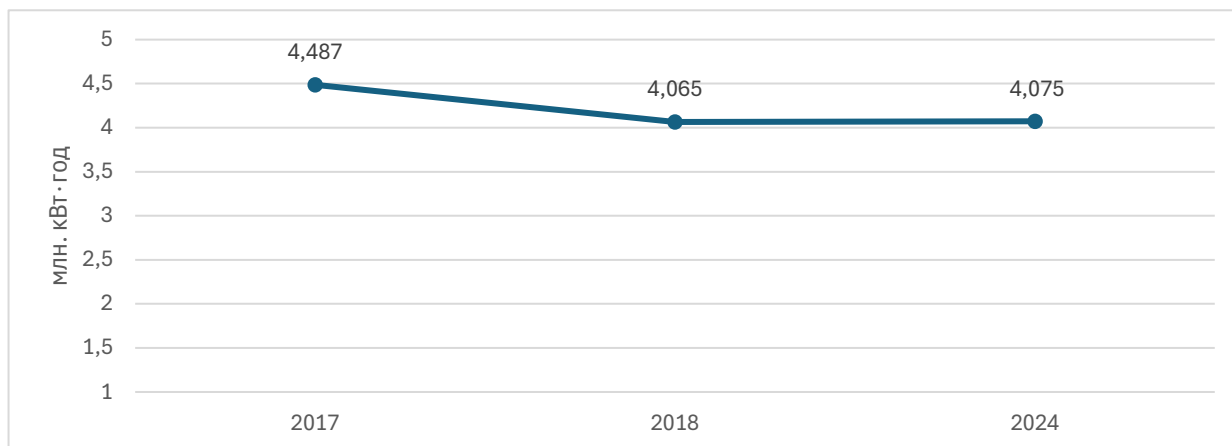
В середньому, котельні споживають від 35 до 70 кВт · год на виробництво 1 Гкал теплової енергії, що є досить високим показником порівняно з іншими містами України. Спостерігається, що у котельних з більш сучасним обладнанням, таких як котельня 26-го кварталу (нова), 15-го мікрорайону, смт. Благодатне, менша питома витрата електричної енергії, що свідчить про доцільність модернізації обладнання котелен з високими питомими показниками.

Рисунок 17 - Споживання електроенергії в 2017-2024 рр, млн. кВт · год



Загалом споживання електричної енергії знизилося за останні 7 років значно менше, ніж споживання природного газу, таким чином питома витрата електричної енергії на виробництво теплової енергії зростає. Це свідчить про не оптимальне використання наявного котельного обладнання, що працює в режимі не повного завантаження.

Рисунок 18 - Споживання електроенергії



2.7 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

Загальна довжина теплових мереж в двотрубному обчисленні 57,217 км, в тому числі мереж системи опалення 51,647 км (90,27%) та мереж ГВП - 5,566 км (9,2%) – таблиця 2.8, діаграма 2.10. Більшість мережі виконані із сталевих труб з теплоізоляцією мінераловатними матами або шлаковатою, обгорнутою фольгоізолом або руберойдом та прокладені переважно в непрохідних залізобетонних лотках. Попередньоізольованих труб всього 9,810 км (або 17,14%) в тому числі мереж системи опалення 8,552 км (16,56%) та мереж гарячого водопостачання 1,258 км (22,6%). Аварійних та зношених теплових мереж – 3,265 км (5,7%).

Таблиця 17 - Характеристика мереж, м

№	Назва котельні	Довжина мереж опалення, м	Довжина мереж опалення (ПІТ), м	Довжина мереж ГВП, м	Довжина мереж ГВП (ПІТ), м	Всього довжина мереж, м	Всього довжина мереж (ПІТ), м
1	15-го Мікрорайону	6011	623	3263	394	9274	1017
2	26-го кварталу (стара)	12675	1988	42	42	12717	2030
3	26-го кварталу (нова)	11840	1090	0	0	11840	1090
4	66-го кварталу	10034	2274	2261	822	12295	3096
5	м-ну Шахтарський	6678	2577	0	0	6678	2577
6	смт.Благодатне	4409	0	0	0	4409	0
	Всього	51647	8552	5566	1258	57213	9810

Таблиця 18 - Розподіл мереж за діаметрами, %

№	Діаметр трубопроводів, мм	Довжина мереж, м	Довжина трубопроводів з ПІТ трубами, м	Частка ПІТ труб, %
1	500	468		0

№	Діаметр трубопроводів, мм	Довжина мереж, м	Довжина трубопроводів з ПІТ трубами, м	Частка ПІТ труб, %
2	400	982	96	9,78
3	350	1064	1064	100
4	300	3550	604	17,01
5	250	3700	1256	33,95
6	200	11340	3850	33,95
7	150	20153	5440	26,99
8	125	5304	1172	22,1
9	100	18639	2902	15,57
10	80	15534	1596	10,27
11	65	10962	418	3,81
12	50	18674	1008	5,4
13	40	3391	118	3,48
14	32	665	96	14,44
	Всього	114426	19620	17,15

Канали теплових мереж та теплофікаційні камери мають значні нещільності внаслідок постійного просідання ґрунтів, попутний дренаж та дренаж теплофікаційних камер частково непрацездатний. Усе це є наслідком незначних об'ємів робіт по заміні теплових мереж, виконаних за період експлуатації теплових мереж. Сальникові компенсатори та запірні арматури, які використовуються в теплових мережах фізично зношені, працюють ненадійно і потребують значних інвестицій. На підприємстві існує також проблема підтоплення теплових мереж ґрунтовими агресивними водами, що викликає інтенсивну корозію трубопроводів і можливість масового виходу їх з робочого стану. Така ситуація провокує значні проблеми з експлуатації теплових мереж. Для вирівнювання гідравлічних характеристик теплових мереж автоматичні балансувальні клапани не застосовуються.

Втрати теплової енергії в мережах становлять в 2018 році 11772 Гкал на рік. Експлуатаційні (фактичні) втрати теплової енергії в мережах становлять 12,13% (таблиця 17)

Таблиця 19 - Втрати теплової енергії в мережах, Гкал

№	Показник	Відпущено теплової енергії, Гкал	Втрати в теплових мережах, Гкал	Реалізовано теплової енергії, Гкал	Втрати в теплових мережах, %
1	15-го Мікрорайону	9321	1156	8165	12,402
2	26-го кварталу (нова)	26126	3161	22965	12,099
3	66-ий квартал	15945	1929	14016	12,098
4	26-го кварталу (стара)	17880	2163	15717	12,097
5	Шахтарського мікрорайону	20585	2491	18094	12,101
6	смт. Благодатне	7210	872	6338	12,094
	Всього	97067	11772	85295	12,128

2.8 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОГОДНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА КОТЕЛЬНИХ

2.8.1 Котельня 26-го кварталу (стара)

Таблиця 20 - Характеристики котельні 26-го кварталу (стара)

Параметр	Одиниці	Значення
Встановлена потужність	Гкал/год	19,842
Приєднане навантаження		
розрахункове	Гкал/год	10
фактичне	Гкал/год	6,15
В т.ч.:		
Опалення, розрахункове	Гкал/год	9,464
Опалення, фактичне	Гкал/год	6
ГВП, розрахункове	Гкал/год	0,34
ГВП, фактичне	Гкал/год	0,15
ККД котлів	%	92%
КВГ	%	91%
Калвіс	%	82%
Витрата теплоносія		
розрахункове	м3/год	460
фактичне	м3/год	240

Рисунок 19 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній 26-го кварталу (стара)

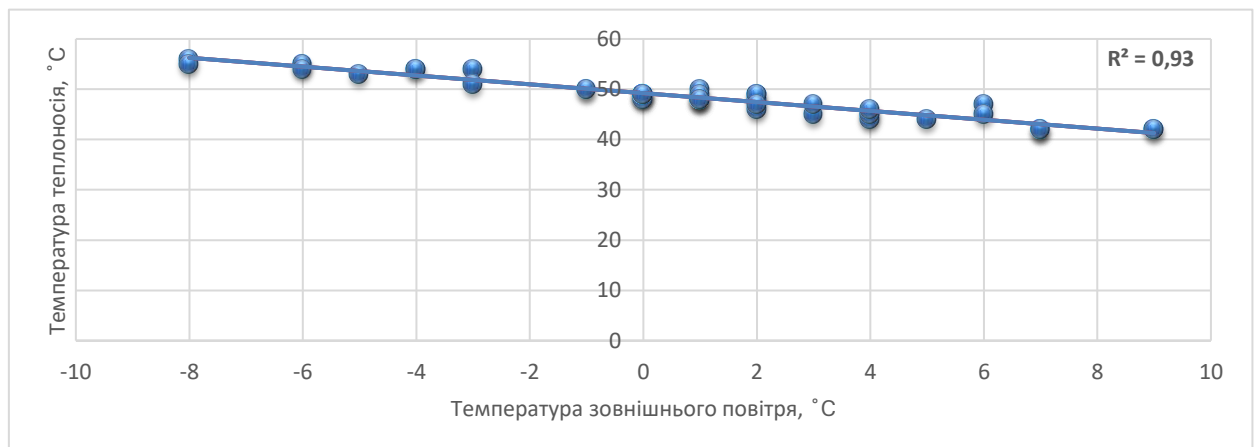


Рисунок 20 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній 26-го кварталу (стара)

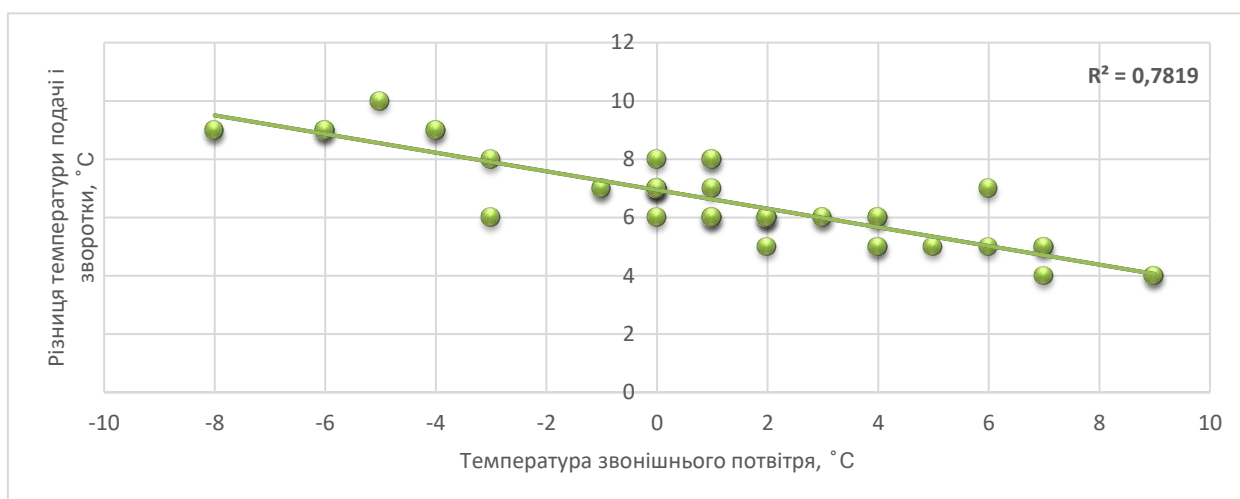
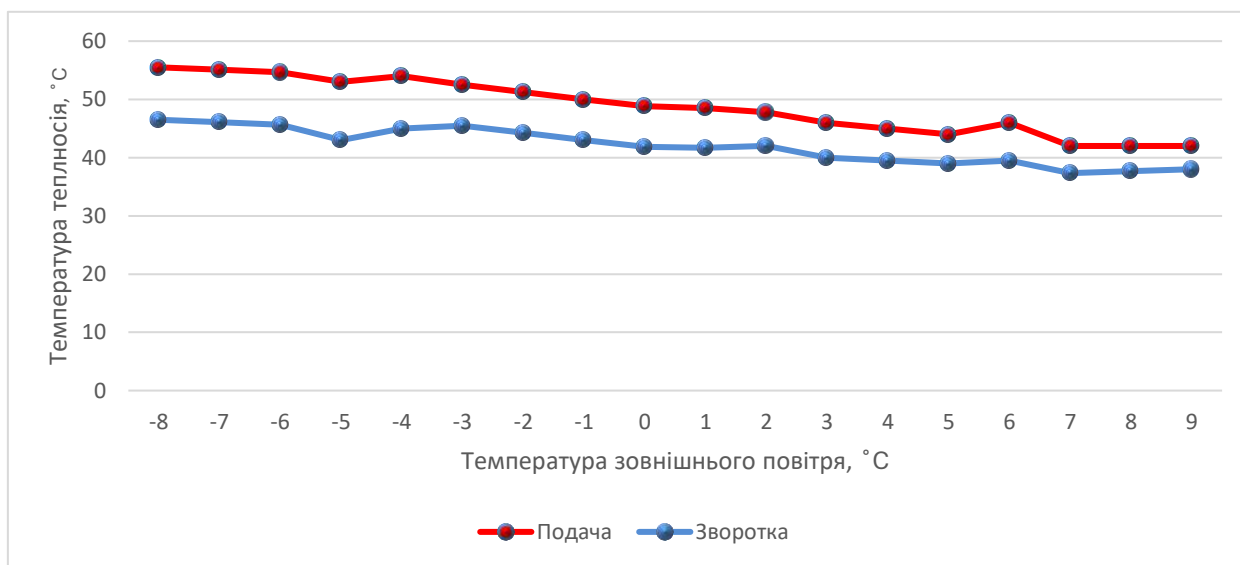


Рисунок 21 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній 26-го кварталу (стара)

На котельній 26-го кварталу (стара) залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури близька до лінійної, нахил кривої свідчить про коректність налаштування погодного регулювання відпуску тепла, а різниця температур подавального зворотного трубопровода змінюється відповідно до збільшення теплового навантаження.



2.8.2 Котельня 26-го кварталу (нова)

Таблиця 21 - Характеристики котельні 26-го кварталу (нова)

Параметр	Одиниці	Значення
Встановлена потужність	Гкал/год	24,9
Приєднане навантаження		
розрахункове	Гкал/год	18,29
фактичне	Гкал/год	10
В т.ч.:		
Опалення, розрахункове	Гкал/год	17,945
Опалення, фактичне	Гкал/год	10

Параметр	Одиниці	Значення
ГВП, розрахункове	Гкал/год	0
ГВП, фактичне	Гкал/год	0
ККД котлів	%	90,20%
КВГ	%	91%
Калвіс	%	82%
Витрата теплоносія		
розрахункове	м3/год	620
фактичне	м3/год	400

Рисунок 22 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній 26-го кварталу (нова)

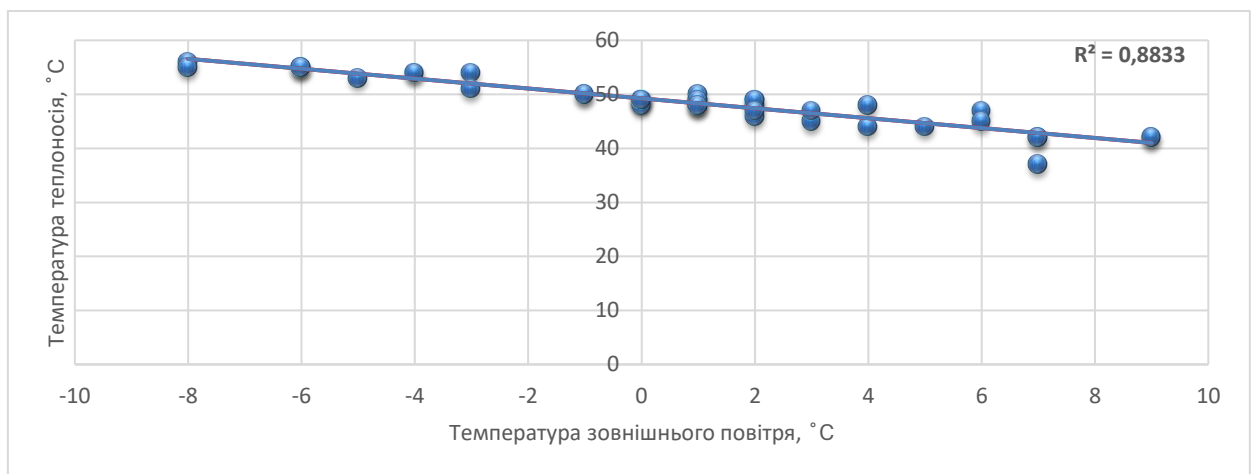
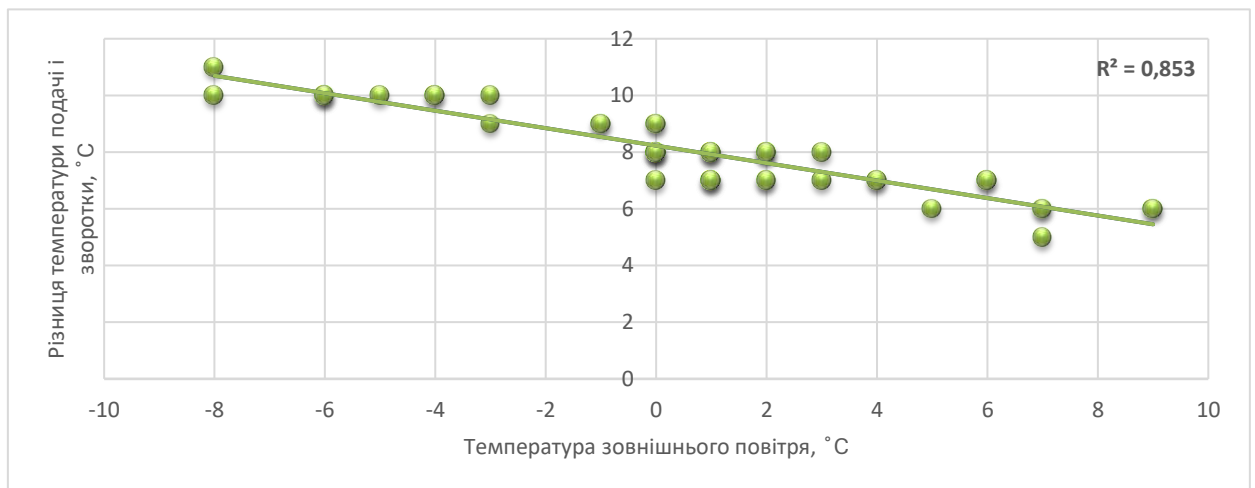
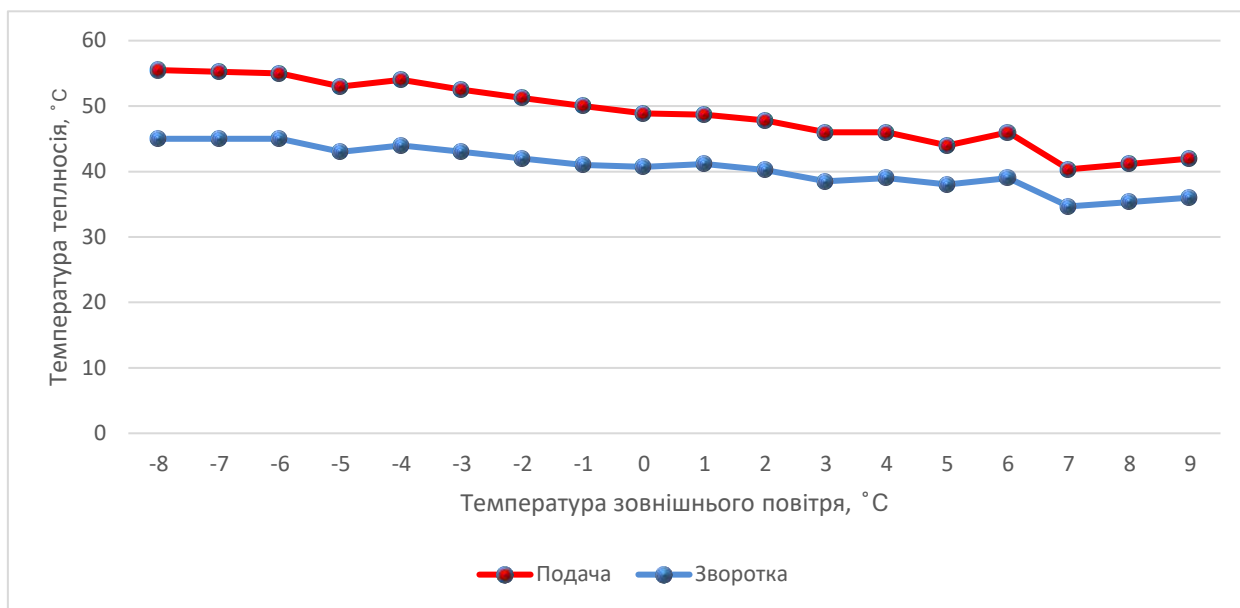


Рисунок 23 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній 26-го кварталу (нова)



На котельній 26-го кварталу (нова) залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури близька до лінійної, нахил кривої свідчить про коректність налаштування погодного регулювання відпуску тепла, а різниця температур подавального зворотного трубопровода змінюються відповідно до збільшення теплового навантаження.

Рисунок 24 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній 26-го кварталу (нова)



2.8.3 Котельня 66-го кварталу

Рисунок 25 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній 66-го кварталу

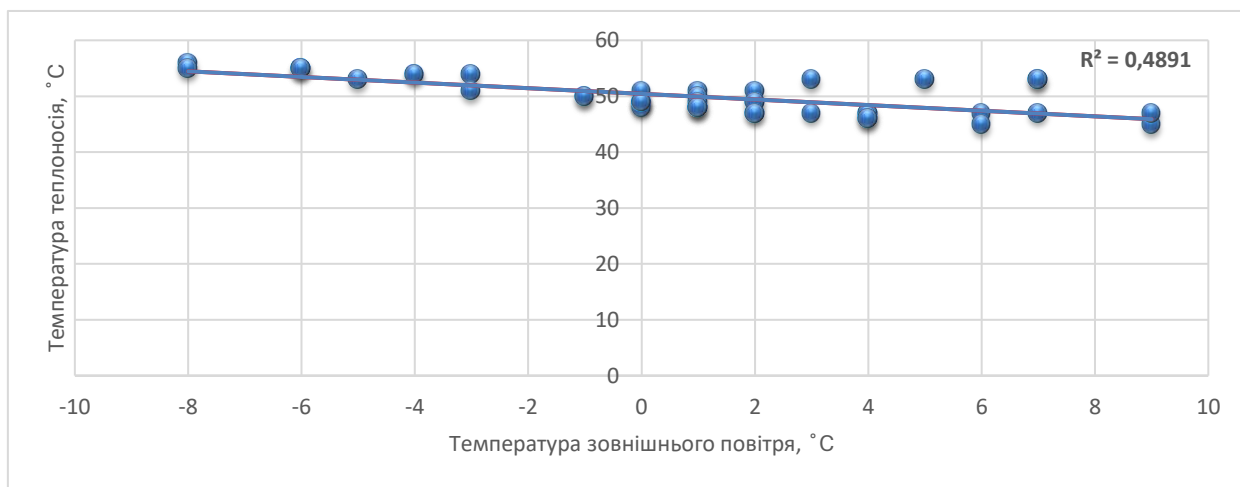
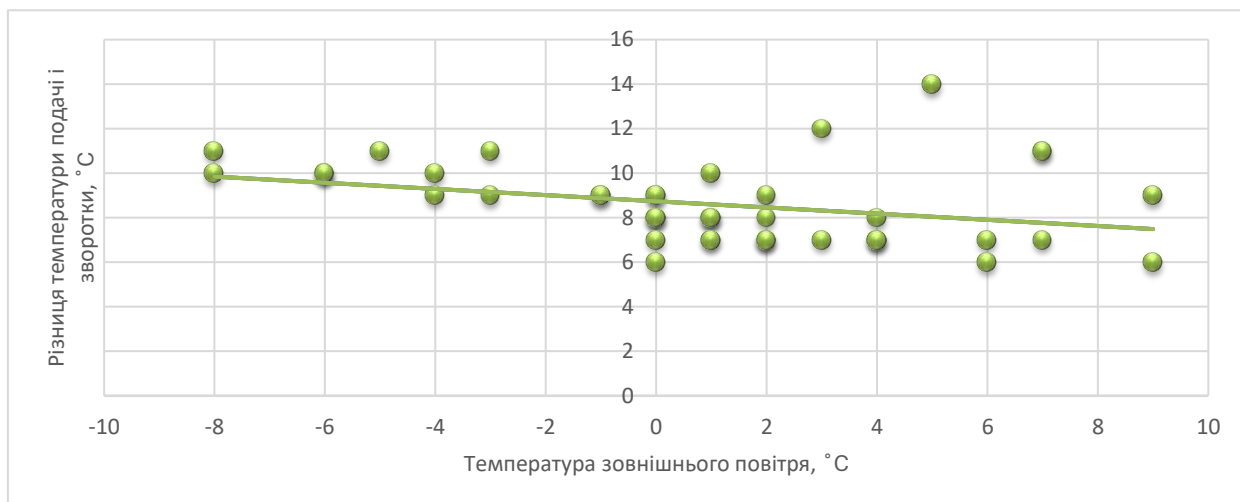
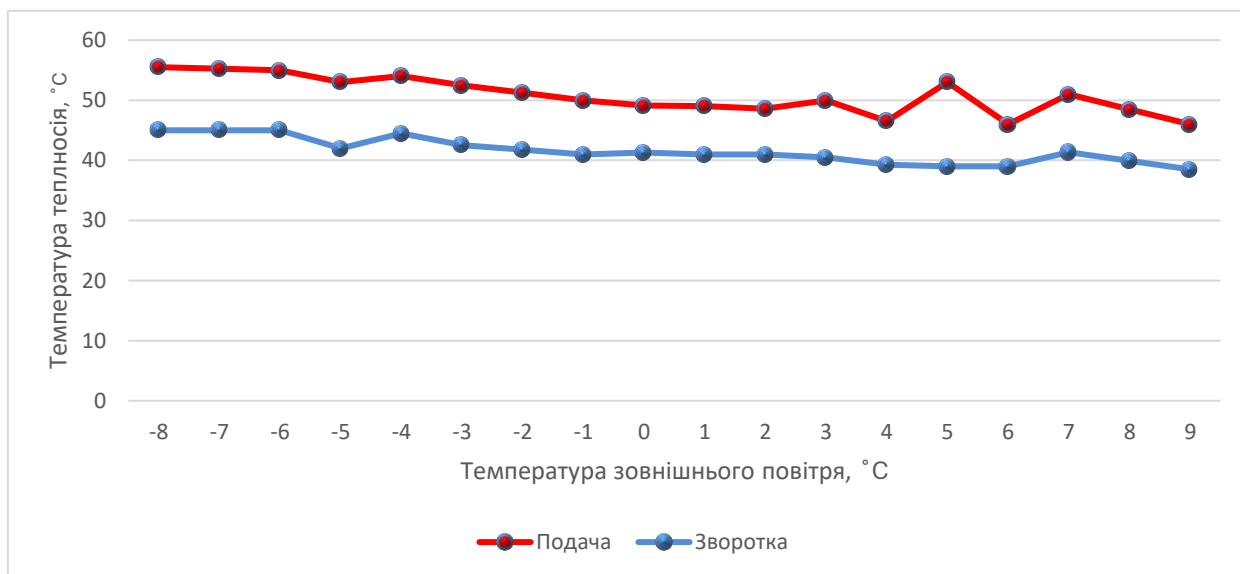


Рисунок 26 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній 66-го кварталу



На котельній 66-го кварталу залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури близька до лінійної, нахил кривої свідчить про можливо недостатню зміну температури теплоносія і відповідно збільшення відпуску теплової, а різниця температур подавального зворотного трубопровода змінюються відповідно до збільшення теплового навантаження.

Рисунок 27 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній 66-го кварталу



2.8.4 Котельня мікрорайону Шахтарський

Таблиця 22 - Характеристики котельні мікрорайону Шахтарський

Параметр	Одиниці	Значення
Встановлена потужність	Гкал/год	19,5
Приєднане навантаження		
розрахункове	Гкал/год	11,47
фактичне	Гкал/год	7
В т.ч.:		
Опалення, розрахункове	Гкал/год	11,233

Параметр	Одиниці	Значення
Опалення, фактичне	Гкал/год	7
ГВП, розрахункове	Гкал/год	0
ГВП, фактичне	Гкал/год	0
ККД котлів	%	91%
КВГ	%	91%
Калвіс	%	82%
Витрата теплоносія		
розрахункове	м3/год	529
фактичне	м3/год	280

Рисунок 28 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній мікрорайону Шахтарський

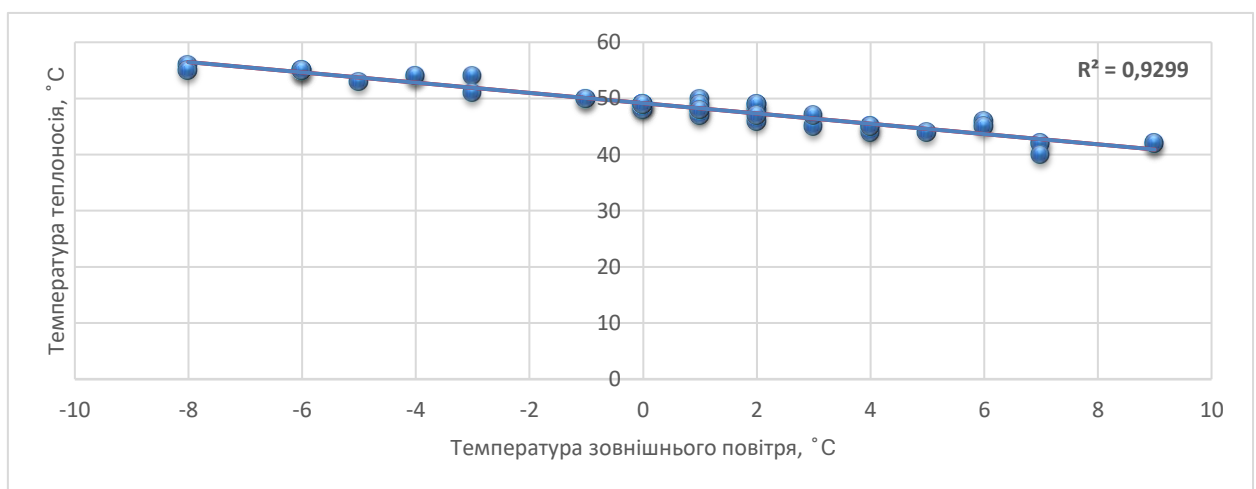
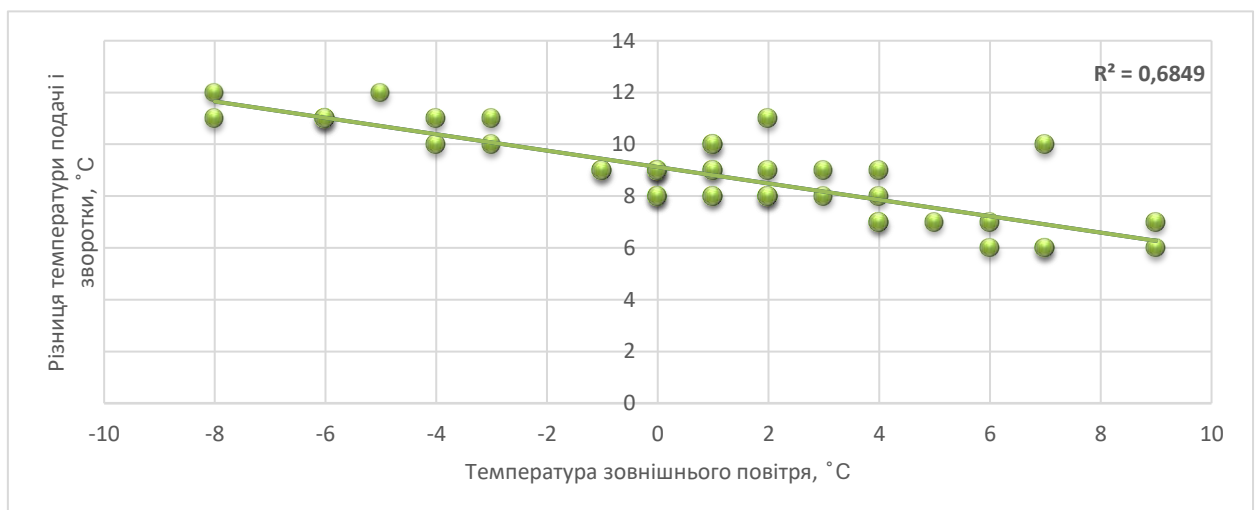
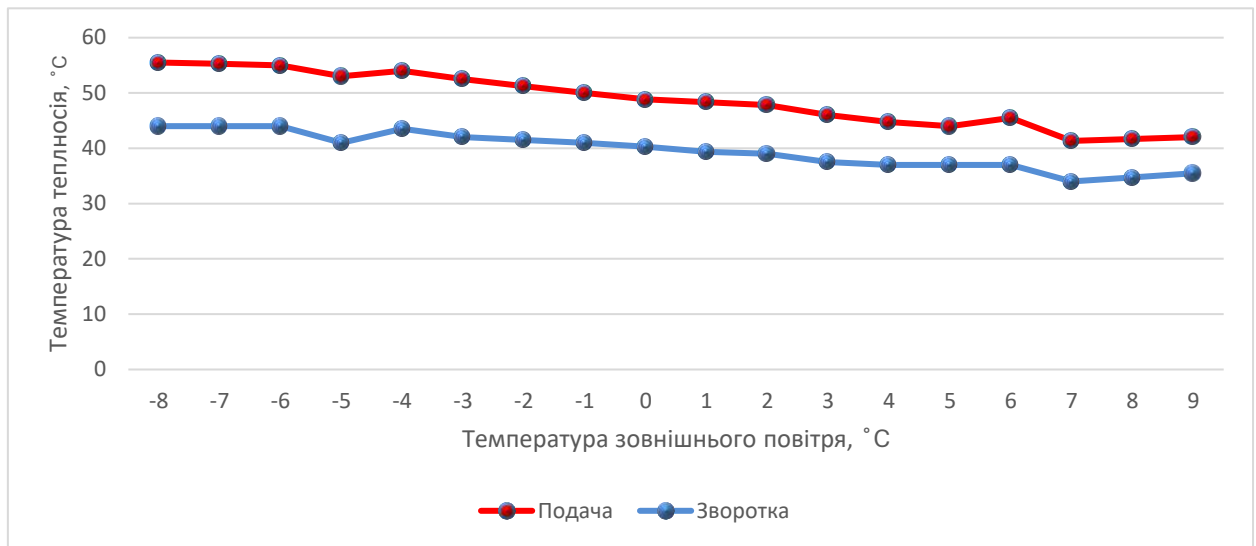


Рисунок 29 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній мікрорайону Шахтарський



На котельній мікрорайону Шахтарський залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури близька до лінійної, нахил кривої свідчить про коректність налаштування погодного регулювання відпуску тепла, а різниця температур подавального зворотного трубопровода змінюються відповідно до збільшення теплового навантаження.

Рисунок 30 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній мікрорайону Шахтарський



2.8.5 Котельня 15-го Мікрорайону

Таблиця 23 - Характеристики котельні 15-го Мікрорайону

Параметр	Одиниці	Значення
Встановлена потужність	Гкал/год	14,634
Приєднане навантаження		
розрахункове	Гкал/год	19,61
фактичне	Гкал/год	6
В т.ч.:		
Опалення, розрахункове	Гкал/год	10,81
Опалення, фактичне	Гкал/год	4
ГВП, розрахункове	Гкал/год	8,57
ГВП, фактичне	Гкал/год	2
ККД котлів	%	91/82%
КВГ	%	91%
Калвіс	%	82%
Витрата теплоносія		
розрахункове	м3/год	473
фактичне	м3/год	240

Рисунок 31 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній 15-го Мікрорайону

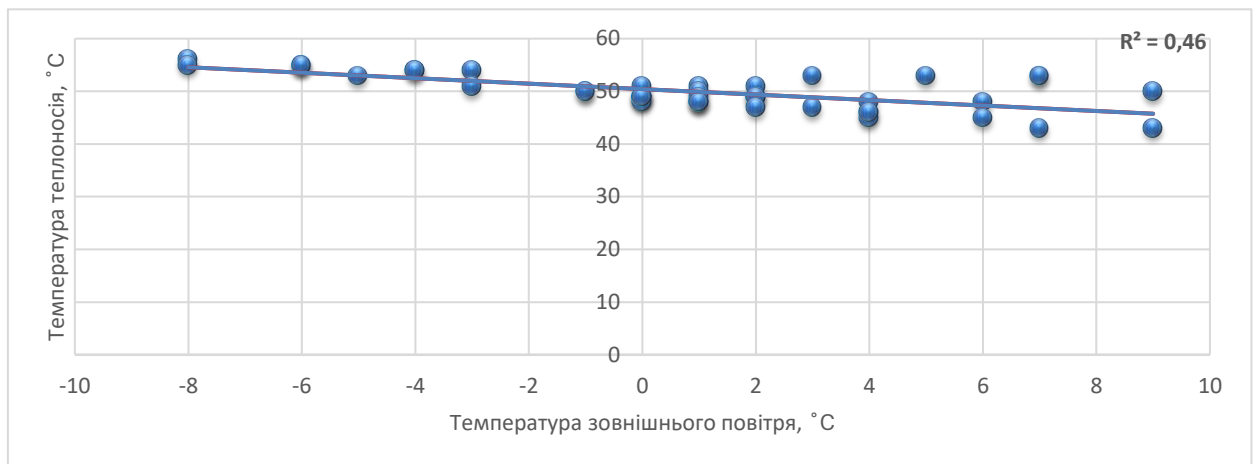
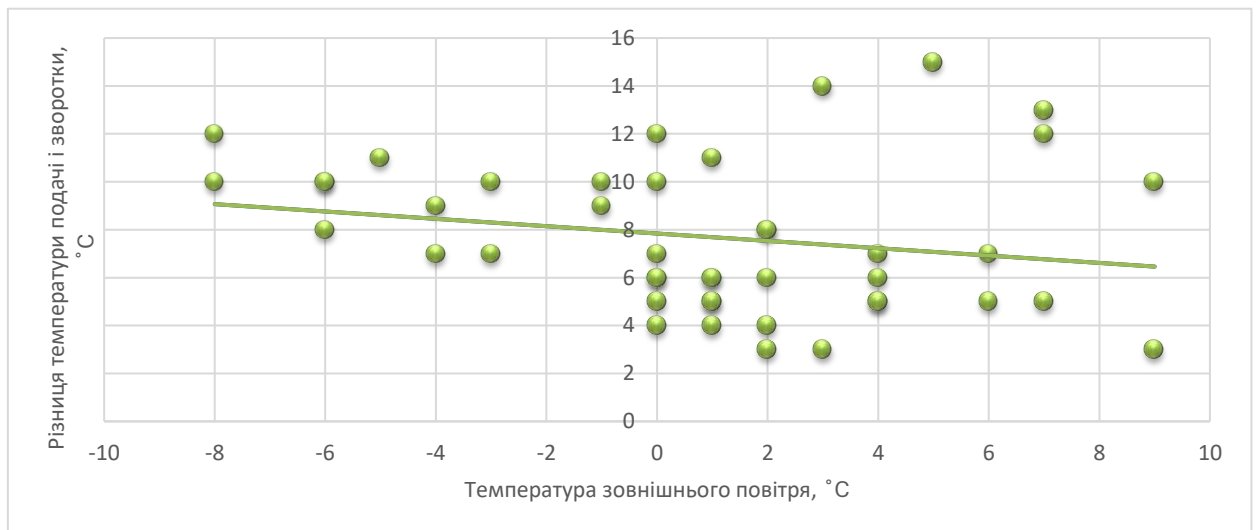
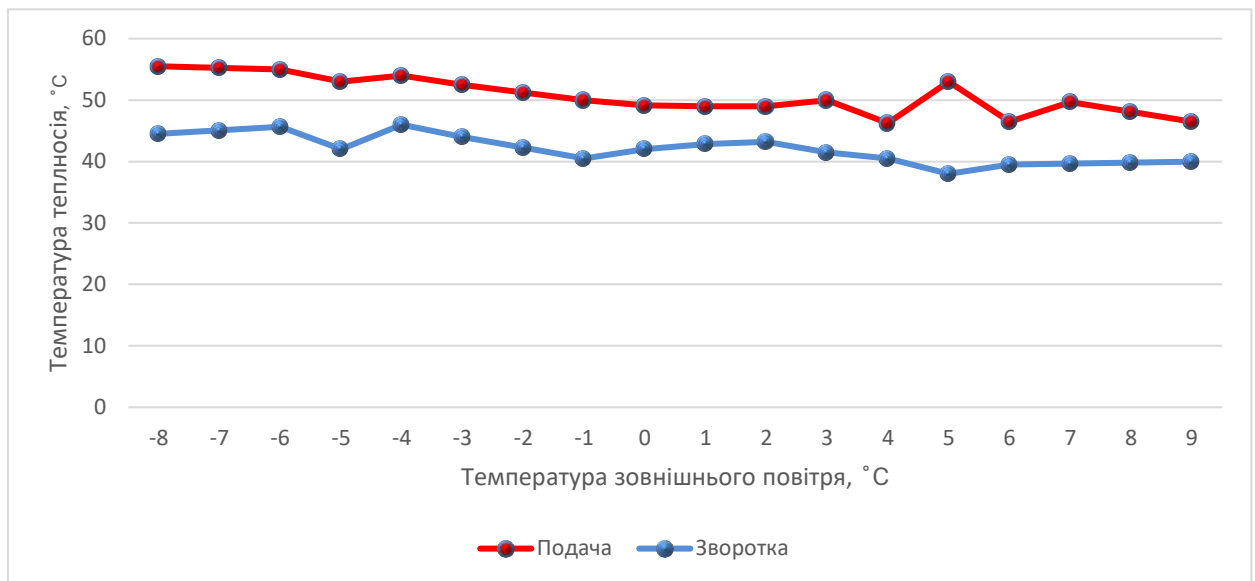


Рисунок 32 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній 15-го Мікрорайону



На котельній 15-го Мікрорайону залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури близька до лінійної, нахил кривої свідчить про можливо недостатню зміну температури теплоносія і відповідно збільшення відпуску теплової, а різниця температур подавального зворотного трубопровода змінюються відповідно до збільшення теплового навантаження.

Рисунок 33 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній 15-го Мікрорайону



2.8.6 Котельня смт. Благодатне

Таблиця 24 - Характеристики котельні смт. Благодатне

Параметр	Одиниці	Значення
Встановлена потужність	Гкал/год	10
Приєднане навантаження		
розрахункове	Гкал/год	4,98
фактичне	Гкал/год	2,5
В т.ч.:		
Опалення, розрахункове	Гкал/год	4,889
Опалення, фактичне	Гкал/год	2,5
ГВП, розрахункове	Гкал/год	0
ГВП, фактичне	Гкал/год	0
ККД котлів	%	93%
КВГ	%	91%
Калвіс	%	82%
Витрата теплоносія		
розрахункове	м3/год	186
фактичне	м3/год	100

Рисунок 34 - Залежність температури подачі теплоносія від температури зовнішнього повітря на котельній смт. Благодатне

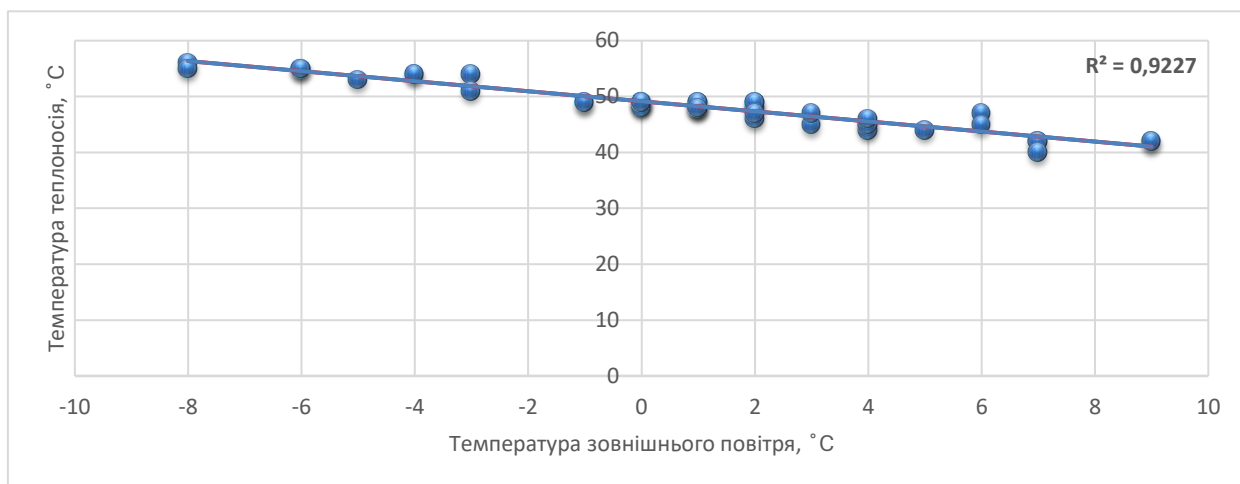
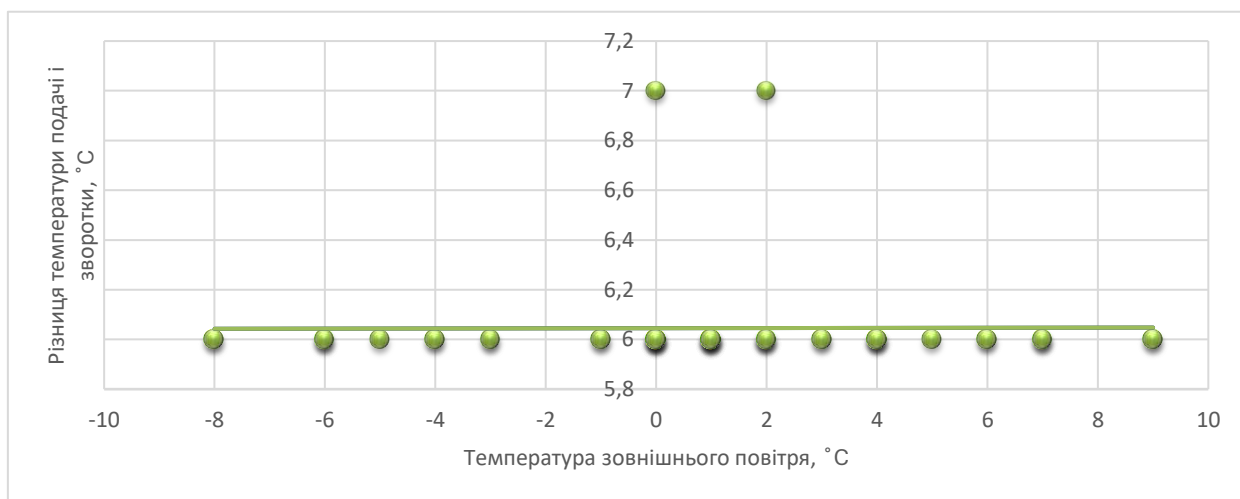
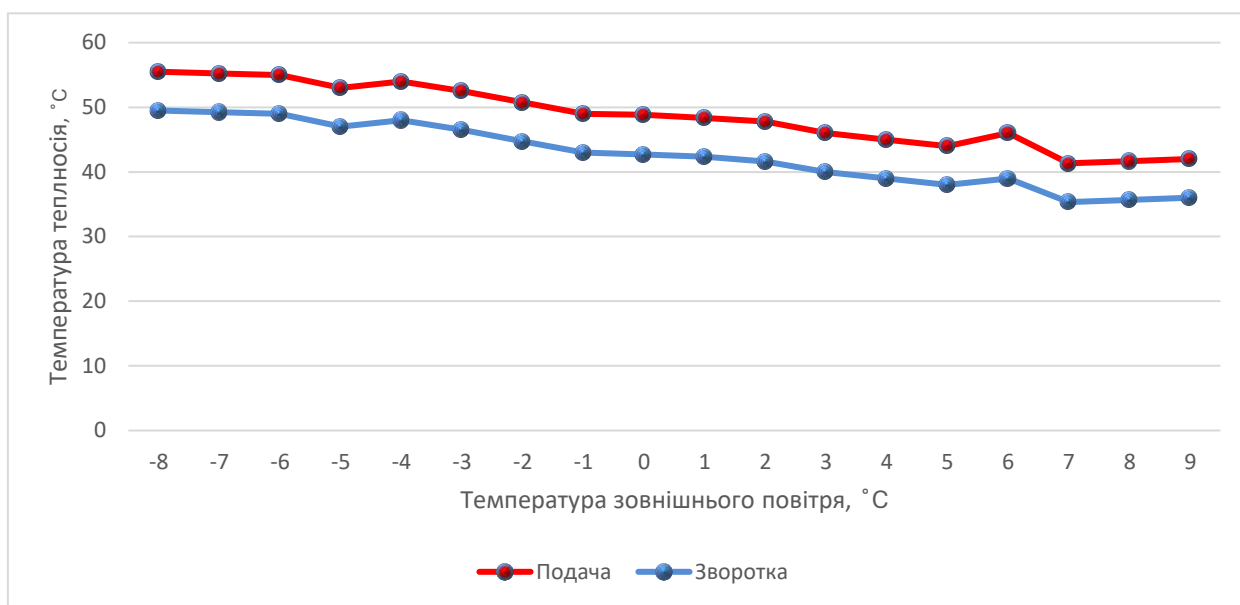


Рисунок 35 - Характеристика відпуску теплової енергії на котельній смт. Благодатне



На котельній смт. Благодатне залежність відпуску теплової енергії від зовнішньої температури згідно розрахунків по наданим не прослідковується, незалежно від температури зовнішнього повітря, різниця між температурою подачі та зворотки практично незмінна. Це може свідчити або про не коректність наданих даних, або про значні перетопи при високих температурах та недотопи при низьких температурах внаслідок некоректного налаштування будинкового регулювання.

Рисунок 36 - Графічне співвідношення температур подачі/зворотки та різниці між ними на котельній смт. Благодатне



3 ПРОПОНОВАНІ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТИ

3.1 ВПРОВАДЖЕННЯ 251 шт. ІТП НА ВВОДАХ СПОЖИВАЧІВ

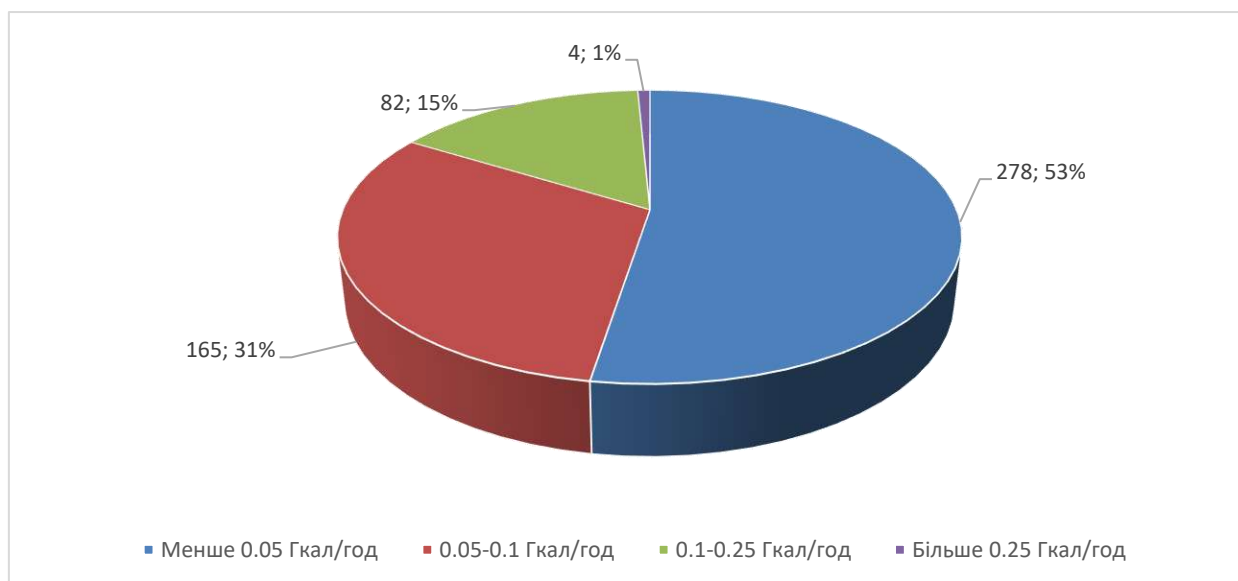
В даний час теплові вводи в більшості будівель не мають системи індивідуального регулювання теплоспоживання, що призводить до перетопів (особливо в періоди з зовнішньою температурою вище 0 °С). Це пов'язано з неможливістю на джерелі теплоопостачання забезпечити індивідуальний температурний графік для кожної будівлі. За

У місті налічується 529 будівель, підключених до системи централізованого теплопостачання. З них 278 будівель мають теплове навантаження менше 0,05 Гкал/год, 165 — від 0,05 до 0,1 Гкал/год, 82 — від 0,1 до 0,25 Гкал/год, і лише 4 — вище 0,25 Гкал/год.

Таблиця 25 - Розподіл будівель міста за нормативним тепловим навантаженням

Нормативне теплове навантаження, Гкал/год	Кількість будинків
Менше 0,05	278
0,05-0,1	165
0,1-0,25	82
Більше 0,25	4

Рисунок 37 - Розподіл будівель міста за нормативним тепловим навантаженням



Пропонується модернізувати теплові вводи з улаштуванням ІТП (індивідуальними тепловими пунктів), що дозволять індивідуально налаштувати параметри споживання теплової енергії для кожної будівлі залежно від зовнішньої температури та часу доби. Окрім цього така модернізація дозволить покращити гідравлічні характеристики мережі та знизити витрати на прокачку теплоносія (при цьому має бути одночасно модернізовано насосне обладнання в котельнях, що передбачено в паралельному проєкті). По результатах аналізу показників кореляції між зовнішньою температурою та споживанням теплової енергії в місті, а також з врахуванням статистики щодо зниження теплоспоживання після

оснащення теплових вводів ІТП у фінансову модель закладено річне зниження споживання теплової енергії на рівні 12 %.

Рисунок 38 - Зовнішній вигляд обладнання ІТП



Загальна кількість ІТП, яку пропонується встановити в місті Нововолинськ – 251 од.

ІТП встановлюються в усіх будівлях з централізованим тепlopостачанням з тепловим навантаженням вище 0,05 Гкал. Для будівель з тепловим навантаженням нижче 0,05 Гкал встановлення ІТП економічно та технічно недоцільно, для них передбачається встановлення 278 регуляторів перепаду тиску, орієнтовна вартість яких становить 30 тис. грн. Для цих будівель рекомендується встановлення терmostатичного регулювання на радіатори опалення в приміщеннях, що в комплексі з регуляторами перепаду тиску дозволить добитися економії еквівалентної з встановленням ІТП, при менших затратах.

Схема підключення ІТП до теплових мереж (залежна/незалежна) обирається в залежності від об'єкта з урахуванням технічної доцільності. За попередніми даними достатнім буде застосування залежної схеми для опалення, проте фінальне рішення прийматиметься на етапі проєктування.

Для опалення встановлюються пластинчасті теплообмінники – теплоносій (вода) з тепломережі циркулює через них, нагріваючи внутрішню замкнуту мережу.

В елеваторних вузлах встановлюємо запірну арматуру та балансувальні клапани.

Перехід до ІТП, розташованих в опалювальних будинках значно поліпшить ефективність розподілу тепла.

Модернізація індивідуальних теплових вводів забезпечить суттєвий енергозберігаючий ефект. Таке рішення дозволяє адаптувати постачання тепла до квартир відповідно до

фактичної потреби споживання, в залежності від температури зовнішнього повітря. Також, автоматичне управління повинно дозволити програмувати зниження температури в залежності від часу доби (або згідно з іншим необхідним робочим графіком споживачів).

До складу індивідуального тепlopункту повинні входити:

- циркуляційні насоси з частотно-керованими 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);
- теплообмінник системи опалення;
- фільтри та сепаратор бруду.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів: ДБН В.2.5-67:2013. Загальні інвестиції в встановлення ІТП становлять 101,24 млн. грн з урахуванням додаткових витрат.

Рисунок 39 - Приклад залежної схеми ІТП (для будівель до 12 поверхів)

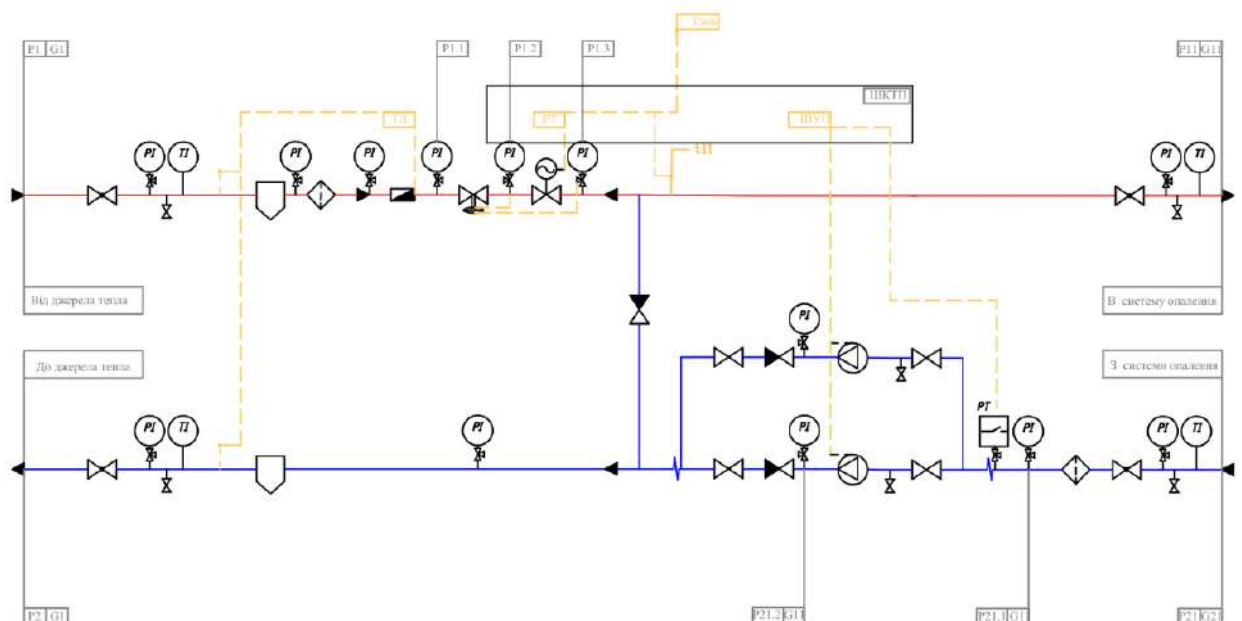
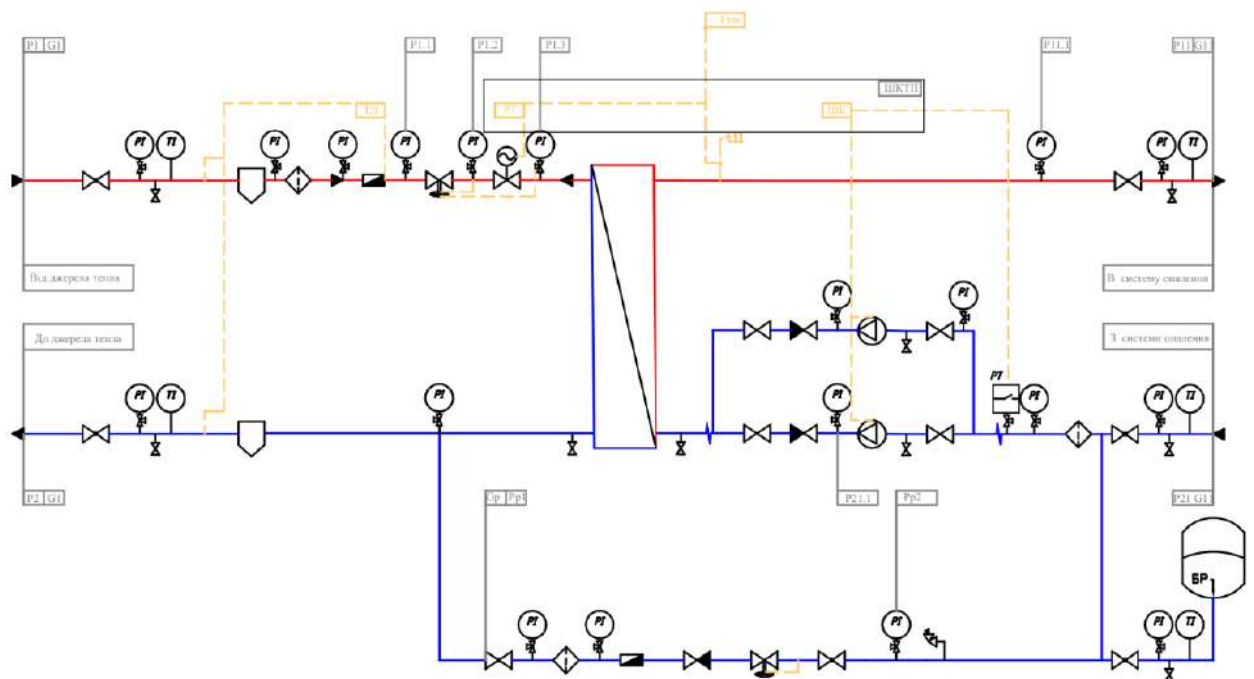


Рисунок 40 - Приклад незалежної схеми ІТП (для будівель від 12 поверхів і вище)



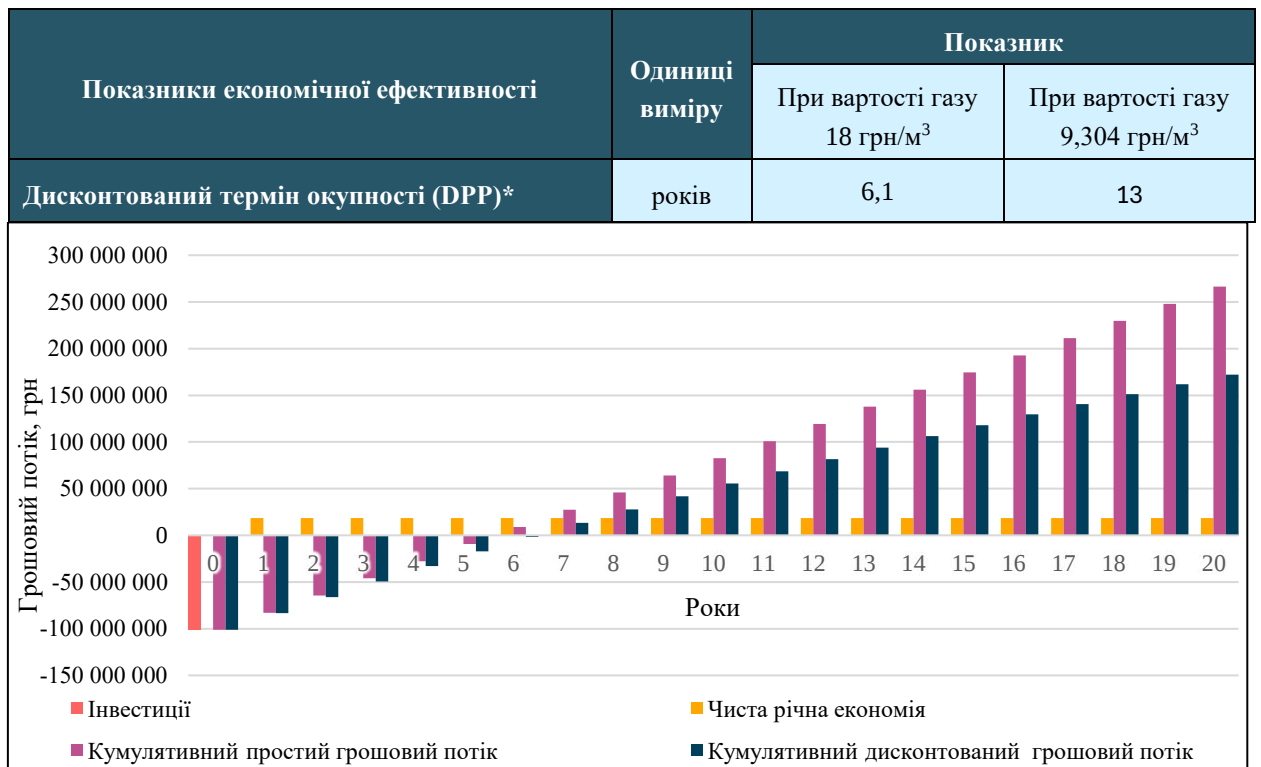
Проект з модернізації теплових вводів споживачів підрозділяється на 2 етапи:

1. Встановлення 131 од. ІТП (*етап 1 (2025-2027 рр.)*).
2. Встановлення 120 од. ІТП (*етап 2 (2028-2030 рр.)*).

Проведено аналіз економічної ефективності проекту при ринковій вартості природного газу 18 грн/м³ та при поточній вартості природного газу для ТКЕ для виробництва теплової енергії для населення, 9,304 грн/м³ (з урахуванням транспортування).

Таблиця 26 - Показники економічної ефективності проекту встановлення ІТП

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник	
		При вартості газу 18 грн/м ³	При вартості газу 9,304 грн/м ³
Загальна кількість ІТП	шт	251	
Загальна кількість регуляторів перепаду тиску	шт	278	
Економія в еквіваленті природного газу	м ³ /рік	1 021 059	
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	2 086	
Економія коштів	грн/рік	18 379 062	9 499 933
Капітальні інвестиції	грн	101 240 000	
Простий термін окупності (PP)*	років	5,5	10,7
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	171 986 743	39 987 868
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	17%	7%



Таблиця 27 - Аналіз чутливості проєкту з встановлення ІТП, при ринковій вартості природного газу 18 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	71	86	101	116	132
Період окупності (PP), років	3,9	4,7	5,5	6,3	7,2
NPV, млн грн	202	187	172	157	142
IRR, %	26%	21%	17%	15%	13%
Дисконтований PP, років	4,2	5,1	6,1	7,1	8,2
Аналіз чутливості економії, млн грн	13	16	18	21	24
Період окупності (PP), років	7,9	6,5	5,5	4,8	4,2
NPV, млн грн	90	131	172	213	254
IRR, %	11%	14%	17%	20%	23%
Дисконтований PP, років	9	7	6	5	5
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	266	230	172	128	55

Таблиця 28 - Аналіз чутливості проєкту з встановлення ІТП, при вартості природного газу для населення 9,304 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	71	86	101	116	132
Період окупності (PP), років	7,5	9,1	10,7	12,3	13,9
NPV, млн грн	70	55	40	25	10

IRR, %	12%	9%	7%	5%	4%
Дисконтований РР, років	8,6	10,7	13,0	15,5	18,2
Аналіз чутливості економії, млн грн	7	8	9	11	12
Період окупності (РР), років	15,2	12,5	10,7	9,3	8,2
NPV, млн грн	-2	19	40	61	82
IRR, %	3%	5%	7%	9%	11%
Дисконтований РР, років	21	16	13	11	10
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	89	70	40	17	-20

3.2 ЗАМІНА МАГІСТРАЛЬНИХ ТА РОЗПОДІЛЬЧИХ ТРУБОПРОВОДІВ – 21500 м в 2-х ТРУБНОМУ ВИМІРІ НА ТРУБОПРОВОДИ ПОПЕРЕДНЬО ТЕПЛОІЗОЛЬОВАНИ СПІНЕНИМ ПОЛІУРЕТАНОМ

Теплота, яка відпускається споживачам системи тепlopостачання, частково втрачається в навколишнє середовище шляхом теплопередачі через стінки трубопроводів. Щоб зменшити ці втрати, а відповідно, і перевитрату палива на покриття втрат, необхідно підвищувати температурний опір трубопроводів теплових мереж шляхом їх ізолювання матеріалами з низьким коефіцієнтом теплопровідності.

За 2024 рік тепловтрати в мережах становлять 10108 Гкал, або 12% від виробленої теплової енергії.

Рисунок 41 - Монтаж магістральних трубопроводів



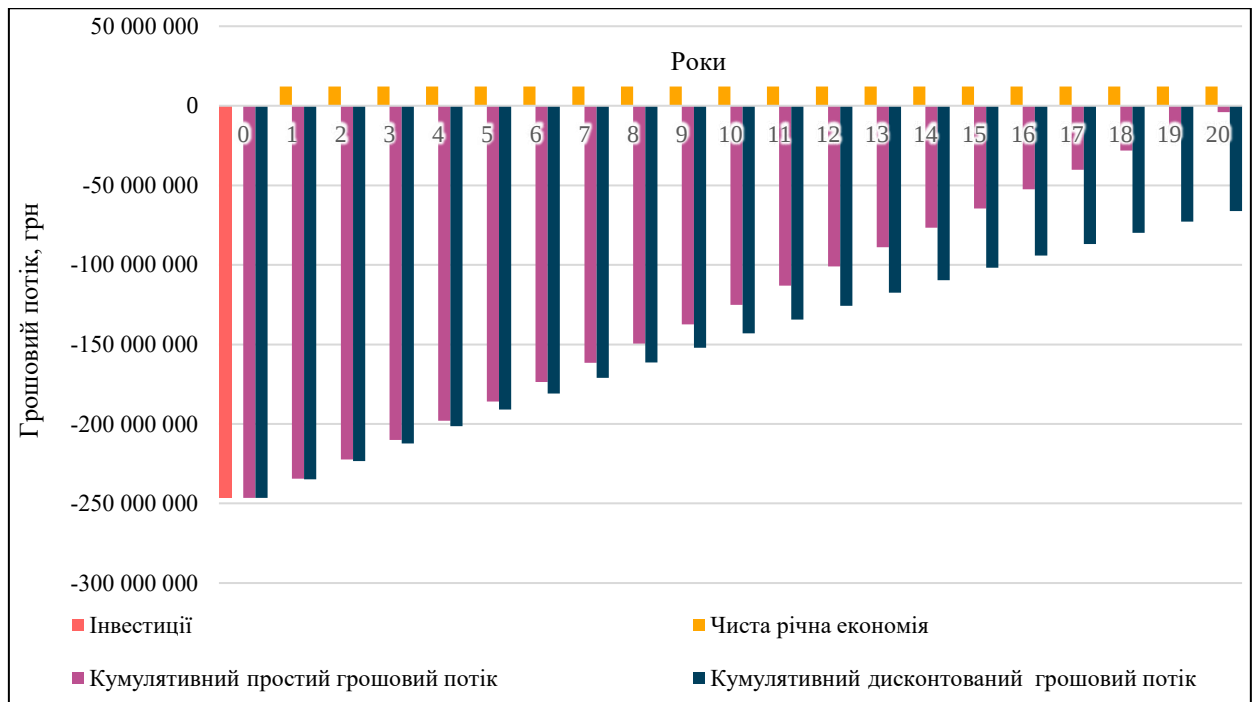
Актуальним шляхом зменшення втрат в теплових мережах є застосування попередньо ізольованих труб. Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-31:2007, в теплових мережах опалення, які транспортують воду і водяний пар з температурою не більшою за 140°C і максимальним робочим тиском не більшим за 1,6 МПа, застосовують трубопроводи, попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном (трубопроводи ПТПУ) з провідною трубою зі сталі. Залежно від способу прокладання, їх покривають захисною оболонкою з поліетилену (підземні теплові мережі) або металу, стійкого до атмосферної корозії (надземні мережі).

Загальні капітальні інвестиції складають 246 510 605 грн.

Необхідно враховувати, що хоча захід з заміни трубопроводів є довгоокупним, і не є інвестиційно привабливим, він розглядається не лише як інвестиційний, необхідний для зниження витрат, але і як необхідні і критичні інвестиції в інфраструктуру теплопостачання населеного пункту. В довгостроковій перспективі, без заміни трубопроводів, витрати на поточні ремонти будуть рости, якість централізованого теплопостачання – падати, що може привести до поступової відмови споживачів на індивідуальне опалення і як наслідок – колапсу системи теплопостачання населеного пункту, що унеможливить використання переваг централізованого теплопостачання, таких як можливість використання КГУ, скидного тепла, біопалива, і інших ВДЕ в виробництві теплової енергії.

Таблиця 29 - Основні показники проєкту з заміни трубопроводів , при ринковій вартості природного газу 18 грн/м³

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Загальна довжина трубопроводів, що замінюються	м	21 500
Економія в еквіваленті природного газу	м ³ /рік	374 626
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	765
Економія коштів від зниження споживання газу	грн/рік	7 305 197
Економія коштів від зниження експлуатаційних витрат	грн/рік	5 386 875
Загальна економія коштів	грн/рік	12 130 134
Капітальні інвестиції	грн	246 510 605
Простий термін окупності (PP)*	років	20,3
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	-66 181 649
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	0%
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	29,9



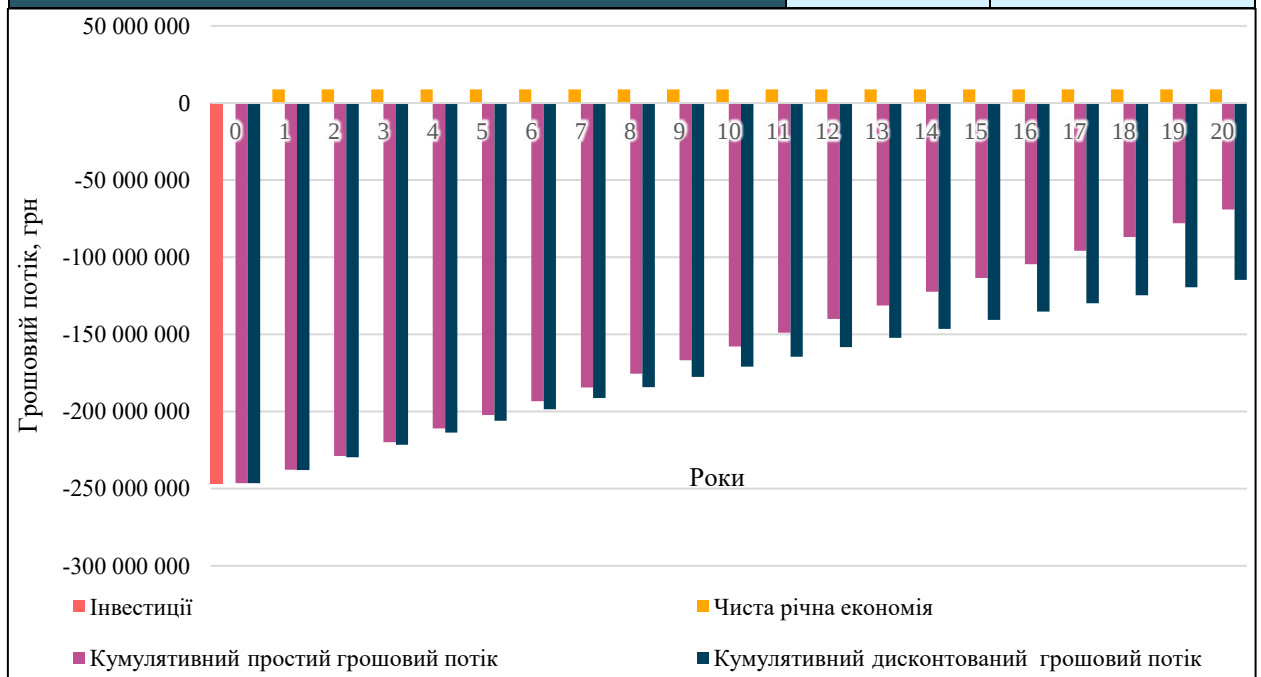
Таблиця 30 - Аналіз чутливості проєкту з заміни трубопроводів, при ринковій вартості природного газу 18 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	173	210	247	283	320
Період окупності (PP), років	14,2	17,3	20,3	23,4	26,4
NPV, млн грн	8	-29	-66	-103	-140
IRR, %	3%	1%	0%	-1%	-3%
Дискontований PP, років	18,8	24,4	29,9	35,4	40,9
Аналіз чутливості економії, млн грн	8	10	12	14	16
Період окупності (PP), років	29,0	23,9	20,3	17,7	15,6
NPV, млн грн	-120	-93	-66	-39	-12
IRR, %	-3%	-2%	0%	1%	2%
Дискontований PP, років	46	36	30	25	21
Аналіз чутливості ставки дискontування					
Ставка дискontування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	-4	-28	-66	-95	-143

Таблиця 31 - Основні показники проєкту з заміни трубопроводів , при вартості природного газу для населення 9,304 грн/м³

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Загальна довжина трубопроводів, що замінюються	м	21 500

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Економія в еквіваленті природного газу	м³/рік	374 626
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	765
Економія коштів від зниження споживання газу	грн/рік	3 485 516
Економія коштів від зниження експлуатаційних витрат	грн/рік	5 386 875
Загальна економія коштів	грн/рік	8 872 391
Капітальні інвестиції	грн	246 510 605
Простий термін окупності (PP)*	років	27,8
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	-114 611 903
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	-3%
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	43,4



Таблиця 32 - Аналіз чутливості проєкту з заміни трубопроводів, при вартості природного газу для населення 9,304 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	173	210	247	283	320
Період окупності (PP), років	19,4	23,6	27,8	32,0	36,1
NPV, млн грн	-41	-78	-115	-152	-189
IRR, %	0%	-2%	-3%	-4%	-5%
Дисконтований PP, років	28,3	35,8	43,4	50,9	58,4
Аналіз чутливості економії, млн грн	6	8	9	10	12

Період окупності (PP), років	39,7	32,7	27,8	24,2	21,4
NPV, млн грн	-154	-134	-115	-95	-75
IRR, %	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%
Дисконтований PP, років	65	52	43	37	32
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	-69	-86	-115	-136	-171

3.3 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЄКТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ГВП В НОВОВОЛИНСЬКОМУ ЗДО №9

Нововолинський заклад дошкільної освіти № 9 розташований у місті Нововолинськ, Волинської області. Будівля була зведена у 1986 році та використовується як дитячий садок. Вона включає групові кімнати, спальні, ігрові зони, харчоблок, адміністративні приміщення та допоміжні технічні простори.

Рисунок 42 - зовнішній вигляд Нововолинського ЗДО №9



Заклад працює в стандартному режимі з 7:30 до 18:00 у робочі дні, а у вихідні дні не функціонує. Будівля підключена до централізованої системи опалення, електропостачання та водопостачання.

Таблиця 33 - Основні параметри будівлі

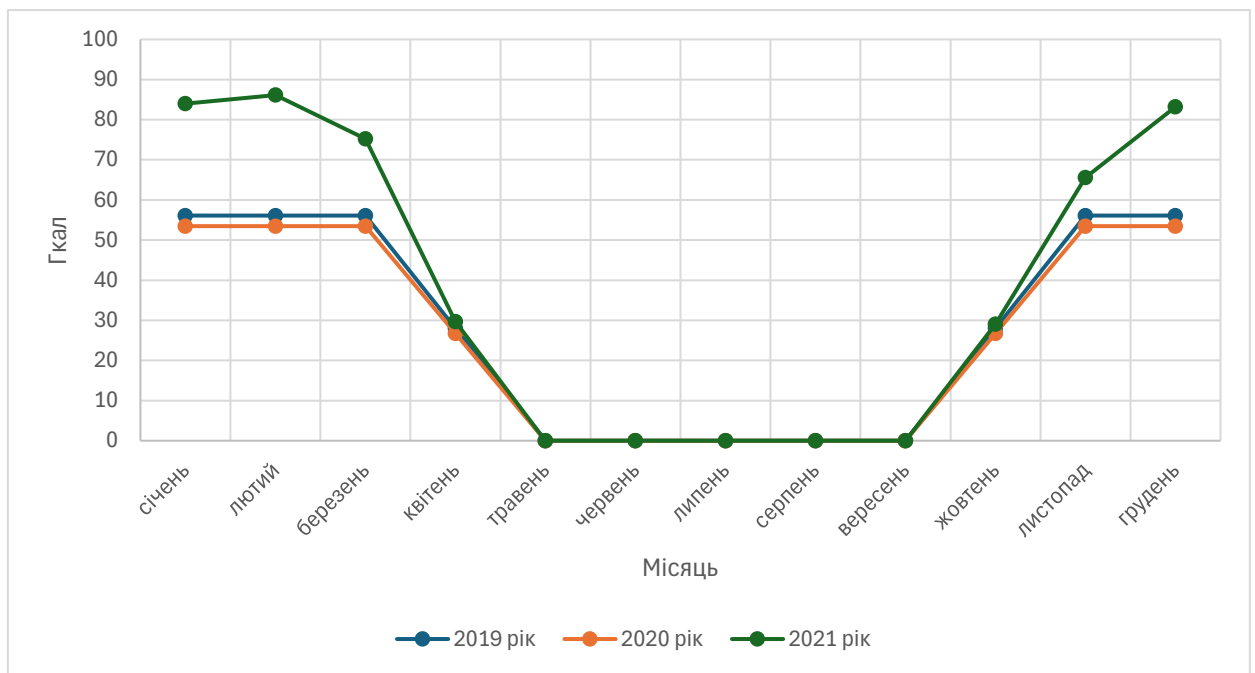
Характеристика	Значення
Загальна площа, м ²	3 981,9
Площа, що опалюється, м ²	2 698,7
Загальний об'єм, м ³	11 471
Об'єм, що опалюється, м ³	8 263,2
Кількість поверхів	2
Кількість присутніх, чол.	220

Таблиця 34 - Помісячне споживання теплової енергії об'єктом

Місяць	Теплова енергія, Гкал		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
січень	56,1	53,47	84,03
лютий	56,1	53,47	86,12
березень	56,1	53,47	75,22
квітень	28	26,73	29,64

Місяць	Теплова енергія, Гкал		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
травень	-	-	-
червень	-	-	-
липень	-	-	-
серпень	-	-	-
вересень	-	-	-
жовтень	28	26,73	29,05
листопад	56,1	53,47	65,55
грудень	56,1	53,47	83,19
Загалом	336,5	320,81	452,8

Рисунок 43 - Динаміка помісячного споживання теплової енергії об'єктом

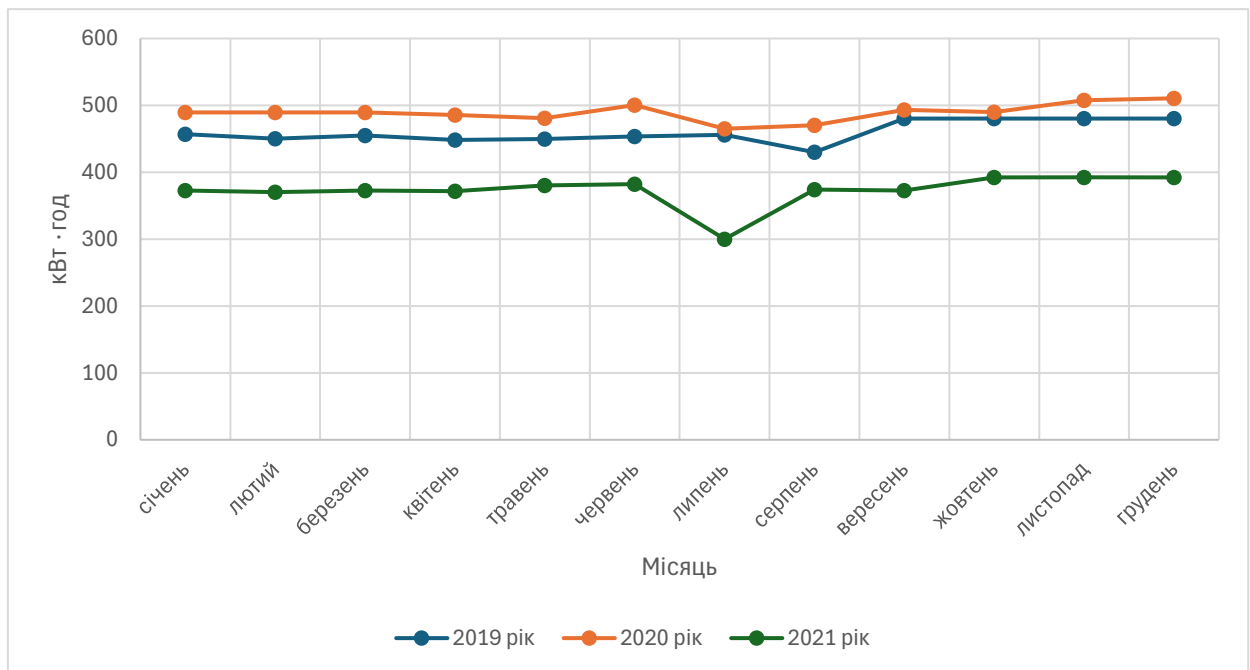


Таблиця 35 - Помісячне споживання електричної енергії об'єктом

Місяць	Електрична енергія, кВт·год		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
січень	4571	4893	3729
лютий	4503	4893	3703
березень	4552	4896	3729
квітень	4483	4855	3718
травень	4500	4808	3802

Місяць	Електрична енергія, кВт·год		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
червень	4538	5003	3824
липень	4562	4651	3001
серпень	4300	4702	3742
вересень	4803	4934	3729
жовтень	4803	4902	3924
листопад	4803	5078	3925
грудень	4803	5106	3924
Загалом	54950	58720	44750

Рисунок 44 - Динаміка помісячного споживання електричної енергії об'єктом

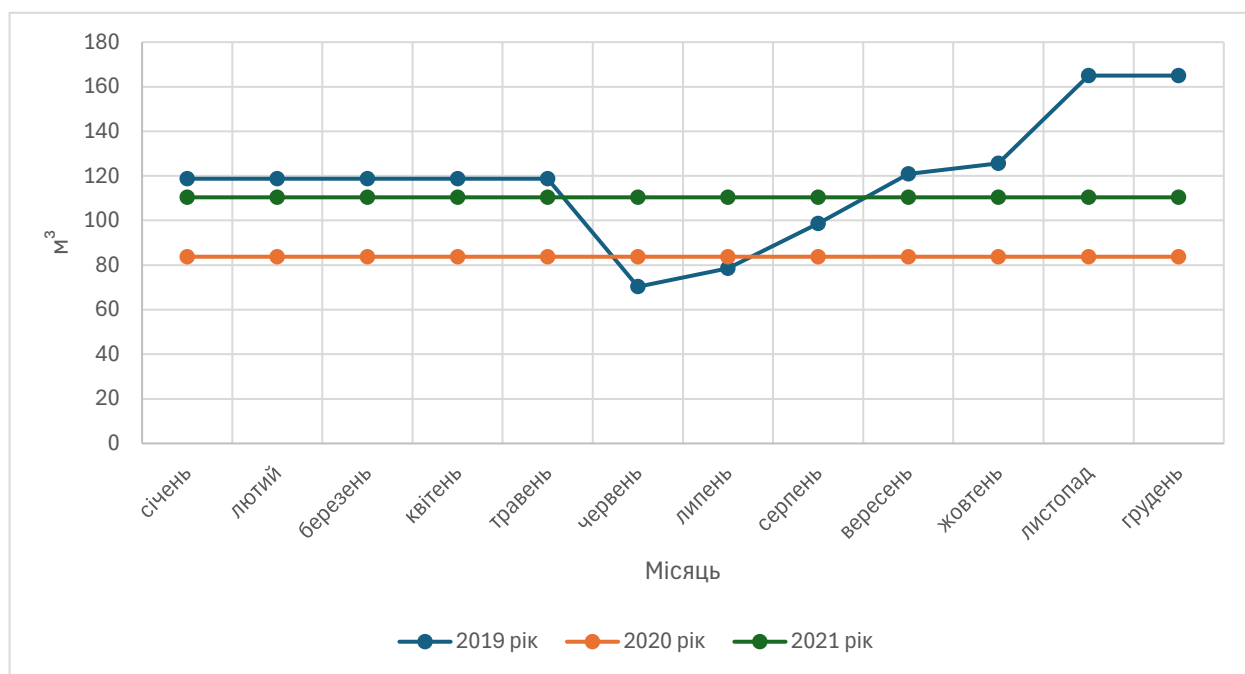


Таблиця 36 - Помісячне споживання холодної води об'єктом

Місяць	Холодна вода, м ³		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
січень	118,8	83,75	110,4
лютий	118,8	83,75	110,4
березень	118,8	83,75	110,4
квітень	118,8	83,75	110,4
травень	118,8	83,75	110,4
червень	70,3	83,75	110,4

Місяць	Холодна вода, м ³		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
липень	78,5	83,75	110,4
серпень	98,6	83,75	110,4
вересень	120,9	83,75	110,4
жовтень	125,6	83,75	110,4
листопад	165	83,75	110,4
грудень	165	83,75	110,4
Загалом	1426	1005	1325

Рисунок 45 - Динаміка помісячного споживання холодної води об'єктом



3.3.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон

Пропонується встановлення модуля ГВП, для підготовки (підігріву) води для гарячого водопостачання. Підігрів води буде здійснюватися через теплообмінник, по незалежній схемі.

Таблиця 37 - Основні показники проєкту з встановлення модуля ГВП для Нововолинського ЗДО №9

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Споживання ГВП в опалювальний сезон	кВт·год/рік	13 241
Споживання ГВП в неопалювальний сезон	кВт·год/рік	11 860

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Споживання ГВП загалом	кВт·год/рік	25 101
Інвестиції в модуль ГВП	грн	350 000
Економія е/е (за опалувальний сезон)	кВт·год/рік	13 241
Витрата теплової енергії	Гкал	12,5
Економія коштів на е/е	грн/рік	105 926
Витрати на ТЕ	грн/рік	37 570
Чиста економія	грн/рік	68 355
Окупність	років	5,1

Проект повинен включати встановлення з'єднувальних трубопроводів разом з ізоляцією, а також усього іншого необхідного обладнання, такого як розширювальний бак, бак накопичувач, термостатичні та змішувальні клапани для належного функціонування системи (в разі реалізації після встановлення модуля ГВП, тепловий насос інтегрується з модулем ГВП).

Трубопроводи систем ГВП, повинні бути ізольованими від втрат тепла та конденсації.

3.3.2 Встановлення теплового насосу тепловою потужністю 12 кВт з теплоакумуючими ємностями

Пропонується встановлення теплового насосу типу «повітря-вода» тепловою потужністю 12 кВт, з теплоакумуючими баками ємністю 1000 л. В неопалувальний період, тепловий насос буде здатним забезпечувати потреби в гарячому водопостачанні дитячого садочка без додаткових джерел теплової енергії. Середній COP теплового насосу в неопалувальний період – 3,5, відповідно витрати електричної енергії порівняно з використанням електробойлерів скоротяться в 3,5 рази. Крім того, в разі використання можливостей погодинної тарифікації, є можливість використовувати ТН для підігріву теплоносія в години з нижчою вартістю електричної енергії.

Вибраної потужності теплового насосу достатньо для забезпечення ГВП в неопалувальний період, при в 3,5 разів менших витратах на електричну енергію, порівняно з використанням електричних ємнісних водонагрівачів.

Рисунок 46 - Зовнішній вигляд і приклад розташування теплового насосу типу повітря-вода для забезпечення потреб ГВП



Таблиця 38 - Основні показники проєкту з встановлення теплового насосу потужністю 12 кВт для Нововолинського ЗДО №9

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Встановлена теплова потужність теплового насосу	кВт	12
Капітальні інвестиції	грн	604 800
Вартість обслуговування	грн/рік	10 000
Всього економії є/є	кВт·год/рік	8 471
Чиста економія	грн/рік	67 771
Окупність, років	років	8,92

3.3.3 Встановлення СЕС потужністю 20 кВт

Пропонується встановити сонячну електростанцію, загальною потужністю 20 кВт да даху будівлі Нововолинського ЗДО №9.

Робота СЕС дозволить скоротити витрати на покупку електричної енергії, при цьому вся електроенергія що вироблятиметься сонячною електростанцією буде використовуватися на

підігрів води, тепловим насосом в разі реалізації цього проєкту, або електричними бойлерами до впровадження теплового насосу. Орієнтовно виробництво електричної енергії в місті Нововолинськ – 1100 кВт·год / кВт встановленої потужності СЕС. Проєкт повинен передбачати встановлення автоматики, що регулюватиме роботу теплового насосу/бойлерів таким чином, щоб в години інсоляції, коли СЕС виробляє електричну енергію, підігрів води здійснювався першочергово.

Рисунок 47 - Зовнішній вигляд СЕС розміщеної на даху будівлі



Таблиця 39 - Основні показники проєкту з встановлення СЕС потужністю 20 кВт для Нововолинського ЗДО №9

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Потужність СЕС, кВт	кВт	20
Ємність акумулятора	кВт·год	20
Вартість СЕС	грн	1 008 000
Виробництво е/е за рік	кВт·год/рік	21 120
Економія/рік	грн/рік	168 960
Окупність СЕС, років	років	5,97

Таблиця 40 - Узагальнені економічні показники 3-х енергоефективних проєктів – модуля ГВП, теплового насосу та СЕС для Нововолинського ЗДО №9

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Капітальні інвестиції загалом	грн	1 962 800
Економія електричної енергії загалом	кВт·год/рік	42 706
Додаткове споживання теплової енергії	Гкал	12,5
Щорічна економія коштів	грн/рік	295 086
Скорочення викидів	т CO ² /рік	19
Простий термін окупності (PP)*	років	6,7
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	2 424 006
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	14%
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	7,5

Грошовий потік, грн

Роки

Інвестиції

Чиста річна економія

Кумулятивний простий грошовий потік

Кумулятивний дисконтований грошовий потік

Таблиця 41 - Аналіз чутливості проєкту з забезпечення ГВП для Нововолинського ЗДО №9

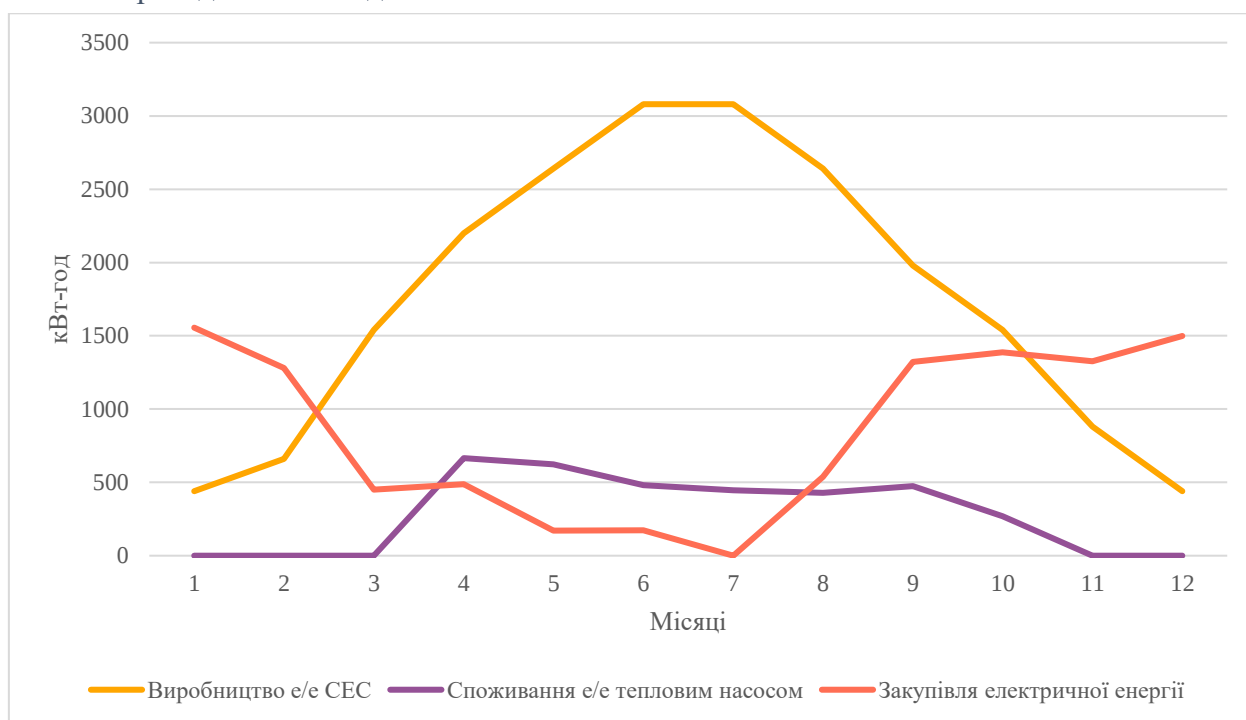
Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	1,37	1,67	1,96	2,26	2,55
Період окупності (PP), років	4,7	5,7	6,7	7,6	8,6
NPV, млн грн	3,01	2,72	2,42	2,13	1,84
IRR, %	21%	17%	14%	12%	10%
Дисконтований PP, років	5,1	6,3	7,5	8,8	10,2
Аналіз чутливості економії, млн грн	0,21	0,25	0,30	0,34	0,38

Період окупності (PP), років	9,5	7,8	6,7	5,8	5,1
NPV, млн грн	1,11	1,77	2,42	3,08	3,74
IRR, %	8%	11%	14%	16%	19%
Дисконтований PP, років	11,4	9,1	7,5	6,5	5,6
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	3,94	3,36	2,42	1,71	0,55

Таблиця 42 - Енергетичний баланс Нововолинського ЗДО №9 після впровадження заходів

	Споживання електричної енергії будівлею	Споживання е/е бойлерами до впровадження заходів	Споживання е/е тепловим насосом	Споживання централіз. теплової енергії на ГВП	Виробництво ТЕ тепловим насосом	Споживання е/е тепловим насосом	Виробництво е/е СЕС	Закупівля е/е
Місяці	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
1	4 398	2 402	-	2 642	-	-	440	1 556
2	4 366	2 426	-	2 669	-	-	660	1 280
3	4 392	2 402	-	2 642	-	-	1 540	450
4	4 352	2 329	666	-	2 329	666	2 200	488
5	4 370	2 184	624	-	2 184	624	2 640	170
6	4 455	1 681	480	-	1 681	480	3 080	174
7	4 071	1 564	447	-	1 564	447	3 080	-
8	4 248	1 498	428	-	1 498	428	2 640	538
9	4 489	1 661	475	-	1 661	475	1 980	1 322
10	4 543	1 884	269	1 036	942	269	1 540	1 388
11	4 602	2 395	-	2 634	-	-	880	1 327
12	4 611	2 673	-	2 941	-	-	440	1 498
Всього	52 897	25 101	3 389	14 565	11 860	3 389	21 120	10 191

Рисунок 48 - Баланс виробництва і споживання електричної енергії на об'єкті після впровадження заходів



3.4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЄКТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ГВП В НОВОВОЛИНСЬКІЙ ШКОЛІ №6

Нововолинська школа № 6 розташована у місті Нововолинськ Волинської області. Будівля знаходиться за адресою: 6 мікрорайон, буд. 1-А, Володимирський район. Школа належить до закладів середньої освіти та функціонує як навчальний заклад для учнів різного віку.

Будівля була зведена у 1993 році та включає в себе навчальні класи, адміністративні приміщення, допоміжні технічні зони та інші приміщення різного функціонального призначення.

Рисунок 49 - Супутниковий знімок Нововолинської Школи №6



Школа працює в стандартному режимі у будні дні, відповідно до навчального розкладу. Заклад підключений до централізованої системи опалення, електропостачання та водопостачання.

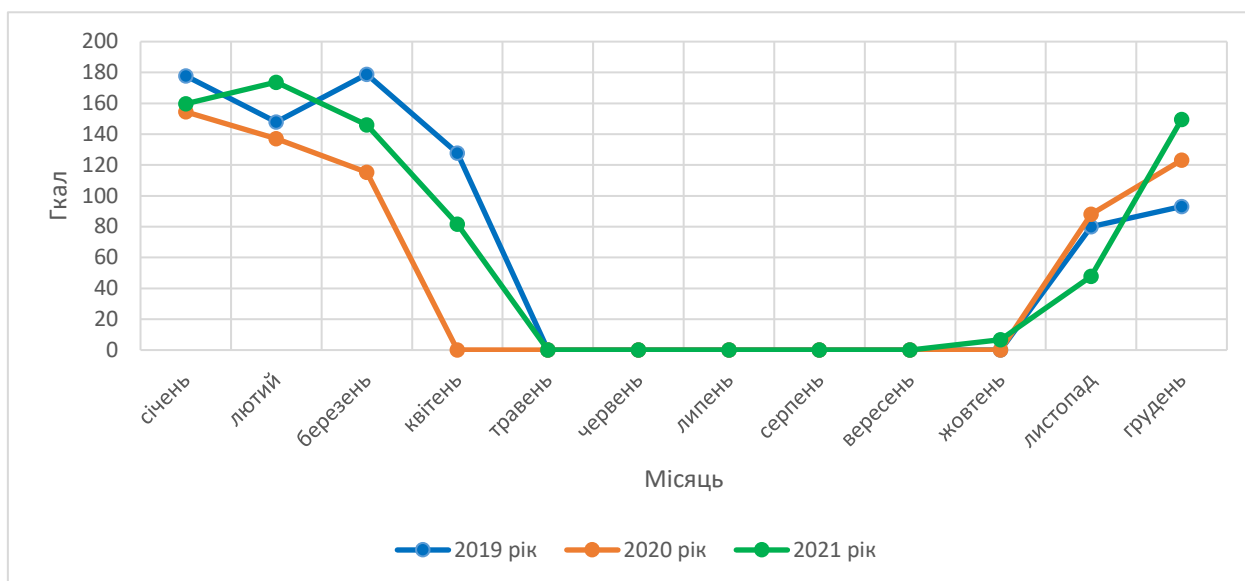
Таблиця 43 - Основні параметри будівлі

Характеристика	Значення
Загальна площа, м ²	9 290,4
Площа, що опалюється, м ²	7 624,6
Об'єм, що опалюється, м ³	24 744,3
Кількість поверхів	3

Таблиця 44 - Помісячне споживання теплової енергії об'єктом

Місяць	Теплова енергія, Гкал		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
січень	177,8	154,46	159,69
лютий	147,82	137,18	173,72
березень	178,8	115,39	146,07
квітень	127,69	0,02	81,67
травень	-	-	-
червень	-	-	-
липень	-	-	-
серпень	-	-	-
вересень	-	-	-
жовтень	-	-	6,79
листопад	80,07	88,1	47,85
грудень	93,16	123,1	149,5
Загалом	805,36	618,35	765,24

Рисунок 50 - Динаміка помісячного споживання теплової енергії об'єктом



Таблиця 45 - Сумарне щорічне споживання електричної енергії та холодної води об'єктом

Рік	Електрична енергія, кВт·год	Холодна вода, м ³
2019	59 010	3 370
2020	29 984	11 688
2021	30 841	2 383

3.4.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон

Пропонується встановлення модуля ГВП, для підготовки (підігріву) води для гарячого водопостачання, з ціллю економії електричної енергії на використанні електричних бойлерів. Підігрів води буде здійснюватися через теплообмінник, по незалежній схемі.

Таблиця 46 - Основні показники проєкту з встановлення модуля ГВП для Нововолинської школи №6

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Споживання ГВП в опалювальний сезон	кВт·год/рік	25 745
Споживання ГВП в неопалювальний сезон	кВт·год/рік	14 896
Споживання ГВП загалом	кВт·год/рік	40 641
Інвестиції в модуль ГВП	грн	800 000
Економія е/е (за опалювальний сезон)	кВт·год/рік	25 745
Витрата теплової енергії	Гкал	24,4
Економія коштів на е/е	грн/рік	205 964
Витрати на ТЕ	грн/рік	73 052

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Чиста економія	грн/рік	132 911
Окупність	років	6,0

Проект повинен включати встановлення з'єднувальних трубопроводів разом з ізоляцією, а також усього іншого необхідного обладнання, такого як розширювальний бак, бак накопичувач, термостатичні та змішувальні клапани для належного функціонування системи (в разі реалізації після встановлення модуля ГВП, тепловий насос інтегрується з модулем ГВП).

Трубопроводи систем ГВП, повинні бути ізольованими від втрат тепла та конденсації.

3.4.2 Встановлення теплового насоса тепловою потужністю 140 кВт з теплоакумлюючими ємностями

Басейн, розташований у приміщенні школи №6 м. Нововолинськ, функціонує виключно в опалювальний період у режимі щоденної експлуатації з 9:00 до 21:00. Джерелом теплової енергії для підігріву води виступає централізована система тепlopостачання, з підключенням через теплообмінник. В міжопалювальний період робота басейну призупиняється через відсутність доступного джерела тепла, що обмежує повноцінне використання об'єкта протягом року та знижує соціальну ефективність його функціонування.

Габарити чаші басейну — 25 × 30 метрів

Рисунок 51 - Басейн Нововолинської школи №6



У зв'язку з необхідністю забезпечення цілорічної експлуатації, проєктом передбачається встановлення теплового насоса потужністю 140 кВт. Обраний тепловий насос розраховано на роботу з низькотемпературним контуром, що є оптимальним для басейнових систем. За умов температури води в басейні на рівні +26 °С, середній сезонний коефіцієнт перетворення енергії (COP) становитиме, згідно розрахункам 5,11., що дозволяє розрахувати теплове навантаження для проєктування системи на основі фактичного об'єму води та температурного режиму.

Пропонується встановлення теплового насосу типу «повітря-вода» тепловою потужністю 140 кВт, з теплоакумуючими баками ємністю 2000 л.

Рисунок 52 - Зовнішній вигляд теплового насосу типу повітря-вода для забезпечення потреб басейну



Таблиця 47 - Основні показники проєкту з встановлення теплового насоса потужністю 140 кВт для Нововолинської школи №6

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Встановлена теплова потужність теплового насосу	кВт	140
Капітальні інвестиції	грн	8 820 000
Вартість обслуговування	грн/рік	88 200
Всього економії е/е	кВт·год/рік	526 960
Чиста економія	грн/рік	4 215 684
Окупність, років	років	2,09

3.4.3 Встановлення СЕС потужністю 140 кВт

Пропонується встановити сонячну електростанцію, загальною потужністю 140 кВт даху Нововолинської школи №6.

Робота СЕС дозволить скоротити витрати на купівлю електричної енергії, при цьому електроенергія що вироблятиметься сонячною електростанцією буде використовуватися на роботу, теплового насосу, а також на покриття споживання електричної енергії школою.

Рисунок 53 - Дах школи з розміткою доступних для розміщення площ



Орієнтовно виробництво електричної енергії в місті Нововолинськ – 1100 кВт·год / кВт встановленої потужності СЕС. Проєкт повинен передбачати встановлення автоматики, що регулюватиме роботу теплового насосу таким чином, щоб в години інсоляції, коли СЕС виробляє електричну енергію, підігрів води здійснювався першочергово, а надлишки теплової енергії акумулювалися в теплоакumuлюючому баку.

Також передбачається встановлення LiFePo4 акумуляторів загальною ємністю 140 кВт·год, що будуть резервним джерелом електричної енергії для школи на випадок відключення електропостачання.

Рисунок 54 - Зовнішній вигляд СЕС розміщеної на даху будівлі

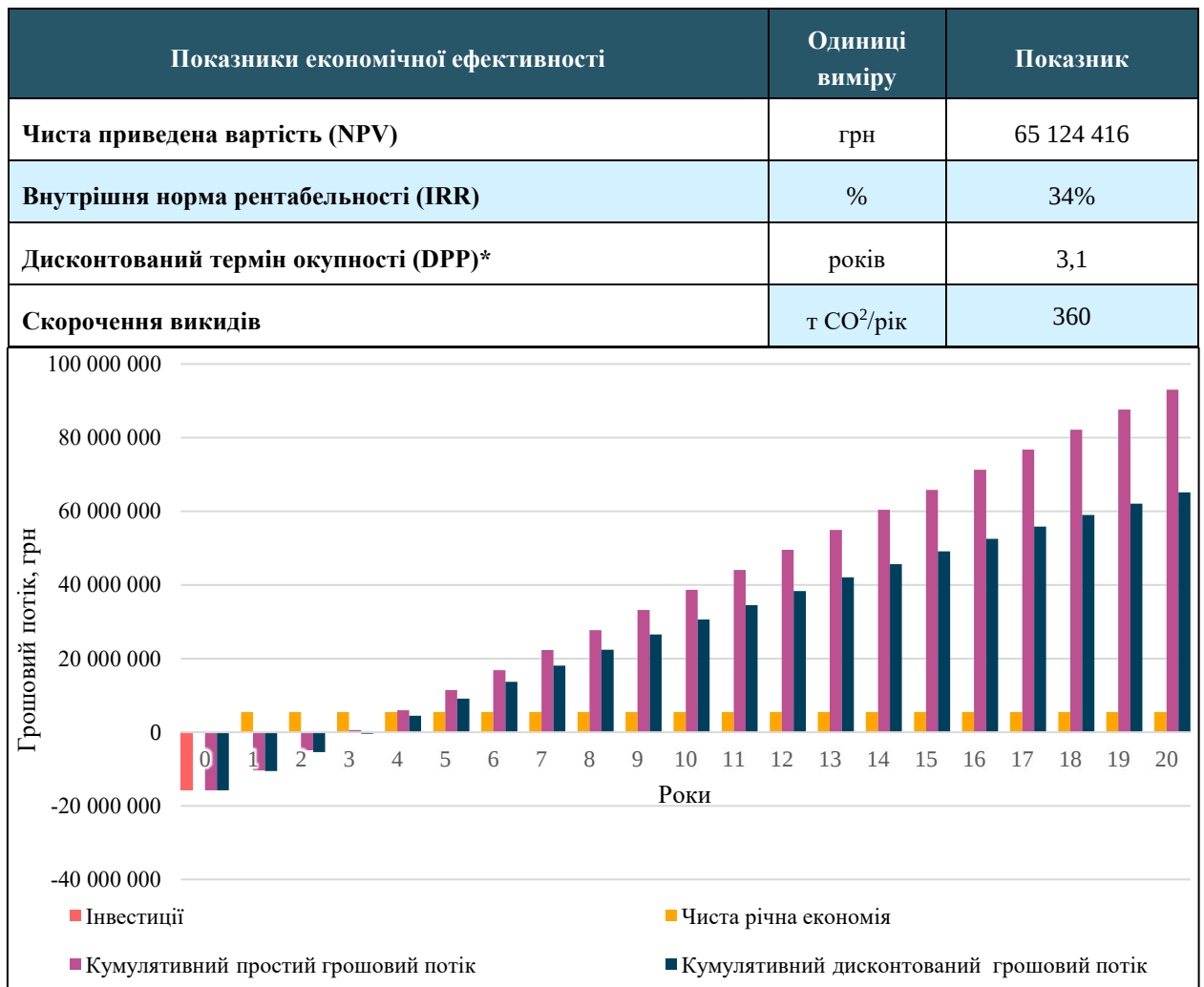


Таблиця 48 - Основні показники проєкту з встановлення СЕС потужністю 140 кВт для Нововолинської школи №6

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Потужність СЕС, кВт	кВт	140
Ємність акумулятора	кВт·год	140
Вартість СЕС	грн	6 174 000
Виробництво е/е за рік	кВт·год/рік	147 840
Економія/рік	грн/рік	1 182 720
Окупність СЕС, років	років	5,22

Таблиця 49 - Узагальнені економічні показники 3-х енергоефективних проєктів – модуля ГВП, теплового насосу та СЕС для Нововолинської школи №6

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Капітальні інвестиції загалом	грн	15 794 000
Економія електричної енергії загалом	кВт·год/рік	700 546
Додаткове споживання теплової енергії	Гкал	24,4
Щорічна економія коштів	грн/рік	5 443 115
Простий термін окупності (PP)*	років	2,9



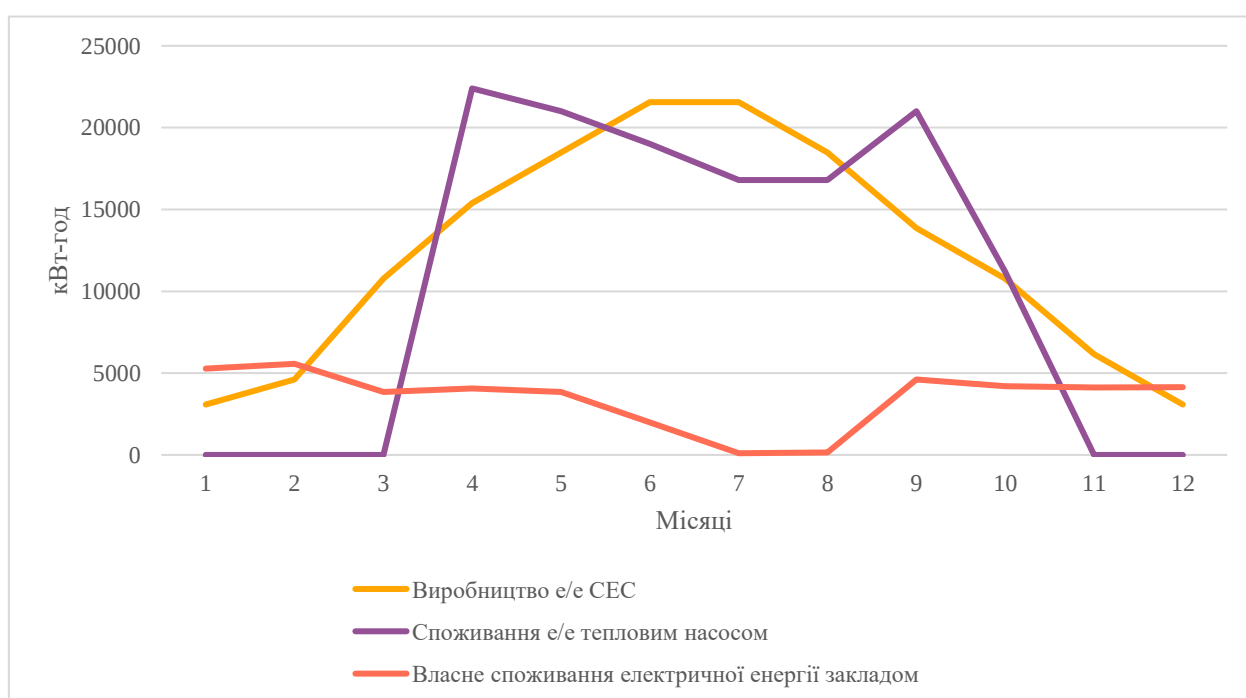
Таблиця 50 - Аналіз чутливості проєкту з забезпечення ГВП для Нововолинської школи №6

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	11,06	13,42	15,79	18,16	20,53
Період окупності (PP), років	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8
NPV, млн грн	69,86	67,49	65,12	62,76	60,39
IRR, %	49%	40%	34%	30%	26%
Дисконтований PP, років	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1
Аналіз чутливості економії, млн грн	3,81	4,63	5,44	6,26	7,08
Період окупності (PP), років	4,1	3,4	2,9	2,5	2,2
NPV, млн грн	40,85	52,99	65,12	77,26	89,40
IRR, %	24%	29%	34%	40%	45%
Дисконтований PP, років	4,5	3,7	3,1	2,7	2,3
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	93,07	82,43	65,12	52,04	30,55

Таблиця 51 - Енергетичний баланс Нововолинської школи №6 після впровадження заходів

	Споживання електричної енергії будівлею до впровадження заходів	Споживання е/е тепловим насосом	Споживання централіз. теплової енергії на ГВП	Виробництво ТЕ тепловим насосом на потреби басейну	Споживання е/е тепловим насосом	Виробництво е/е СЕС
Місяці	кВт-год	кВт-год	кВт-год	кВт-год	кВт-год	кВт-год
1	5 286	-	5 413	-	-	3 080
2	5 568	-	5 467	-	-	4 620
3	3 853	-	5 413	-	-	10 780
4	4 067	22 399	-	100 796	22 399	15 400
5	3 839	20 999	-	100 796	20 999	18 480
6	1 994	19 018	-	100 796	19 018	21 560
7	104	16 799	-	100 796	16 799	21 560
8	160	16 799	-	100 796	16 799	18 480
9	4 609	20 999	-	100 796	20 999	13 860
10	4 206	11 200	2 078	50 398	11 200	10 780
11	4 132	-	4 702	-	-	6 160
12	4 140	-	5 248	-	-	3 080
Всього	41 958	128 214	28 320	655 174	128 214	147 840

Рисунок 55 - Баланс виробництва і споживання електричної енергії на об'єкті після впровадження заходів



3.5 ВСТАНОВЛЕННЯ СЕС ТА ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГВП БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ (5 ПОВЕРХІВ)

Станом на сьогодні, переважна більшість мешканців багатоквартирних житлових будинків, підключених до централізованої системи тепlopостачання, не мають доступу до стабільної та якісної послуги з гарячого водопостачання протягом усього року. Особливо гостро ця проблема проявляється в неопалювальний період, коли централізоване тепlopостачання повністю зупиняється, і мешканці змушені самостійно вирішувати питання підігріву води шляхом використання ємнісних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів), що не тільки суттєво підвищує навантаження на енергосистему, але і є економічно неефективним рішенням, оскільки вартість електричної енергії значно перевищує вартість теплової енергії.

З метою забезпечення якісної, безперебійної та енергоефективної послуги з гарячого водопостачання мешканцям багатоквартирного будинку, проєктом передбачається комплексна модернізація системи внутрішньобудинкових мереж та створення умов для автономної генерації теплової енергії на базі відновлюваних джерел.



Рисунок 56 - зовнішній вигляд типового 5-поверхового будинку

Основними елементами модернізації є:

- встановлення ІТП (індивідуального теплового пункту) з модулем гарячого водопостачання.
- реконструкція внутрішньобудинкових трубопроводів системи подачі та циркуляції гарячої води;

– монтаж дахової сонячної електростанції (СЕС) для часткового забезпечення електроспоживання будівлі та в подальшому теплового насосу.

– встановлення теплового насосу для забезпечення підігріву води в баку акумуляторі, для забезпечення потреб в ГВП в неопалювальний період.

Запропоновані заходи дозволять не лише забезпечити цілорічне гаряче водопостачання, а й підвищити енергетичну автономність будинку, скоротити споживання викопного палива, зменшити експлуатаційні витрати. Крім того, реалізація проєкту створить модель енергоефективного багатоквартирного будинку, яку можна масштабувати на інші об'єкти житлового фонду міста Нововолинськ.

3.5.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон

Пропонується встановлення модуля ГВП, для підготовки (підігріву) води для гарячого водопостачання в будинку. Підігрів води буде здійснюватися через теплообмінник, по незалежній схемі.

Таблиця 52 - Основні показники проєкту з встановлення модуля ГВП для типового 5-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Споживання ГВП в опалювальний сезон	кВт·год/рік	72 292
Споживання ГВП в неопалювальний сезон	кВт·год/рік	71 734
Споживання ГВП загалом	кВт·год/рік	144 026
Інвестиції в модуль ГВП	грн	700 000
Економія е/е (за опалювальний сезон)	кВт·год/рік	72 292
Витрата теплової енергії	Гкал	68,4
Економія коштів на е/е	грн/рік	578 337
Витрати на ТЕ	грн/рік	205 128
Чиста економія	грн/рік	373 209
Окупність	років	1,9

Проект повинен включати встановлення з'єднувальних трубопроводів разом з ізоляцією, а також усього іншого необхідного обладнання, такого як розширювальний бак, бак накопичувач, термостатичні та змішувальні клапани для належного функціонування системи (в разі реалізації після встановлення модуля ГВП, тепловий насос інтегрується з модулем ГВП).

Трубопроводи систем ГВП, повинні бути ізольованими від втрат тепла та конденсації.

3.5.2 Встановлення теплового насосу тепловою потужністю 40 кВт з теплоакумуючими ємностями

Пропонується встановлення теплового насосу типу «повітря-вода» тепловою потужністю 40 кВт, з теплоакумуючими баками ємністю 2500 л. В неопалювальний період, тепловий насос буде здатним забезпечувати потреби в гарячому водопостачанні мешканців будинку, без використання інших джерел теплової енергії. Середній COP теплового насосу в неопалювальний період – 3,5, відповідно витрати електричної енергії порівняно з використанням електробойлерів скоротяться в 3,5 рази. Крім того, в разі використання можливостей погодинної тарифікації, є можливість використовувати ТН для підігріву теплоносія в години з нижчою вартістю електричної енергії.

Вибраної потужності теплового насосу достатньо для забезпечення ГВП в неопалювальний період, при в 3,5 разів менших витратах на електричну енергію, порівняно з використанням електричних ємнісних водонагрівачів, таким чином, встановлення теплового насосу дозволить знизити витрати на електроенергію, що використовується на забезпечення потреб в гарячій воді мешканцями будинку в 3,5 рази.

Рисунок 57 - Зовнішній вигляд і приклад розташування теплового насосу типу повітря-вода для забезпечення потреб ГВП багатоквартирного будинку



Таблиця 53 - Основні показники проєкту з встановлення теплового насосу потужністю 40 кВт для типового 5-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Встановлена теплова потужність теплового насосу	кВт	40

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Капітальні інвестиції	грн	2 520 000
Вартість обслуговування	грн/рік	40 000
Всього економії є/є	кВт·год/рік	51 238
Чиста економія	грн/рік	409 908
Окупність, років	років	6,15

3.5.3 Встановлення СЕС потужністю 40 кВт

Пропонується встановити сонячну електростанцію, загальною потужністю 40 кВт да даху будівлі. Площа даху будівлі складає близько 600 м², що дозволяє, з урахуванням можливості використання до 70% площі даху, з урахуванням необхідних проходів і габаритів технічних конструкцій, встановити СЕС зазначеної потужності.

Робота СЕС дозволить скоротити витрати на покупку електричної енергії, при цьому електроенергія що вироблятиметься сонячною електростанцією буде використовуватися в тому числі на підігрів води тепловим насосом в разі реалізації цього проєкту, або електричними бойлерами до встановлення теплового насосу. Орієнтовно виробництво електричної енергії в місті Нововолинськ – 1100 кВт·год / кВт встановленої потужності СЕС. Проєкт повинен передбачати встановлення автоматики, що регулюватиме роботу теплового насосу таким чином, щоб в години інсоляції, коли СЕС виробляє електричну енергію, підігрів води здійснювався першочергово.

Рисунок 58 - Зовнішній вигляд СЕС розміщеної на даху будівлі

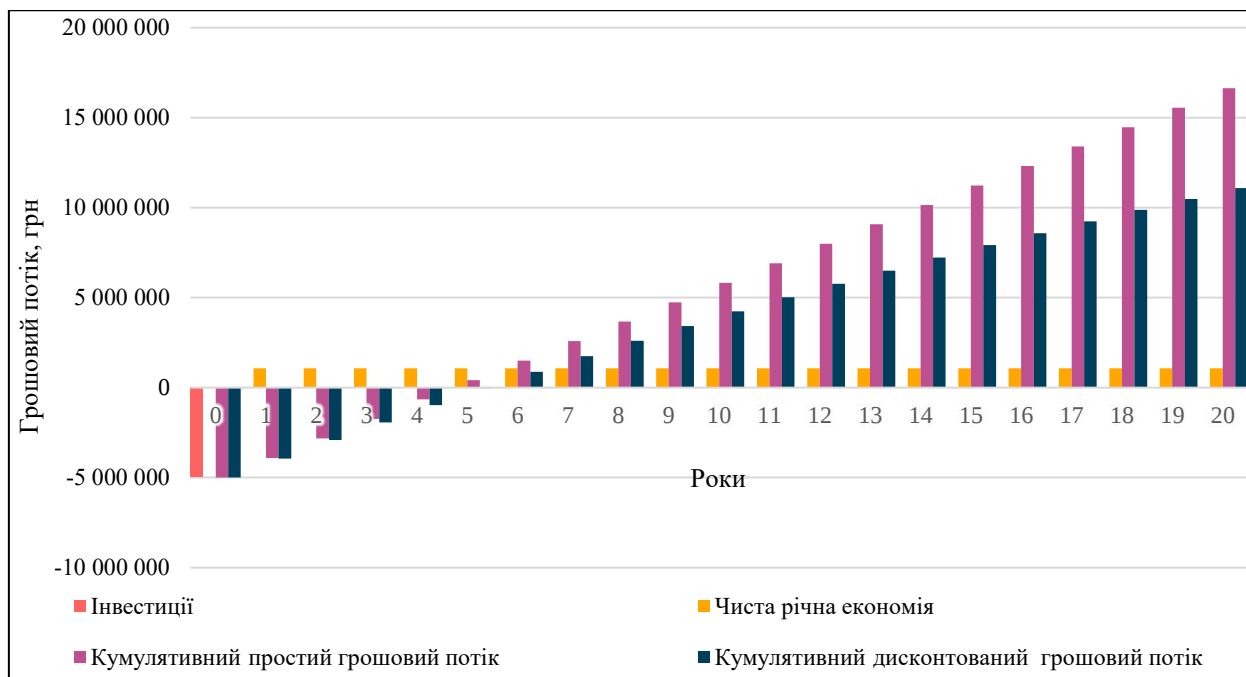


Таблиця 54 - Основні показники проєкту з встановлення СЕС потужністю 40 кВт для типового 5-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Потужність СЕС, кВт	кВт	40
Ємність акумулятора	кВт·год	40
Вартість СЕС	грн	1 764 000
Виробництво е/е за рік	кВт·год/рік	42 240
Економія/рік	грн/рік	337 920
Окупність СЕС, років	років	5,22

Таблиця 55 - Узагальнені економічні показники 3-х енергоефективних проєктів – модуля ГВП, теплового насосу та СЕС для типового 5-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник	
		При вартості газу 18 грн/м ³	При вартості газу 9,304 грн/м ³
Капітальні інвестиції загалом	кВт·год/рік	4 984 000	
Економія електричної енергії загалом	Гкал/рік	165 771	
Додаткове споживання теплової енергії	Гкал	68,4	
Щорічна економія коштів	грн/рік	1 081 036	1 240 255
Простий термін окупності (PP)*	років	4,6	4,0
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	11 086 898	13 453 872
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	21%	25%
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	5,0	4,4



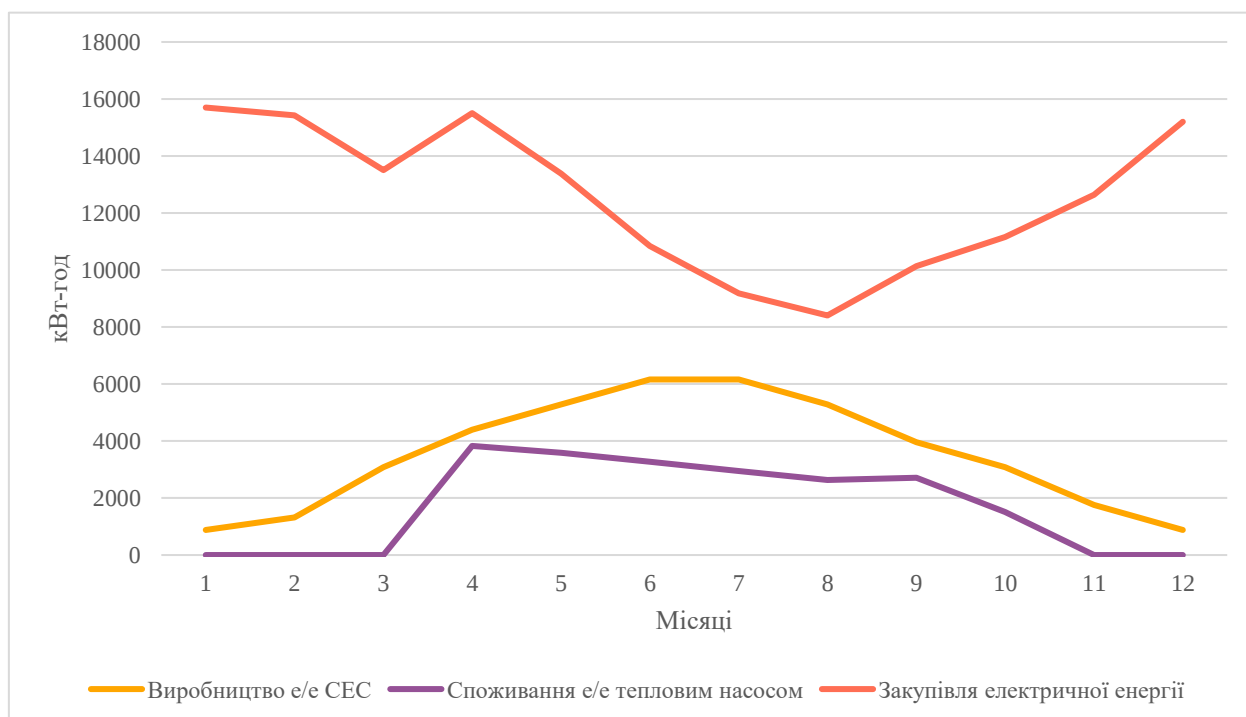
Таблиця 56 - Аналіз чутливості проєкту з забезпечення ГВП для типового 5-поверхового будинку

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	3,49	4,24	4,98	5,73	6,48
Період окупності (PP), років	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0
NPV, млн грн	12,58	11,83	11,09	10,34	9,59
IRR, %	31%	25%	21%	18%	16%
Дисконтований PP, років	3,4	4,2	5,0	5,9	6,7
Аналіз чутливості економії, млн грн	0,76	0,92	1,08	1,24	1,41
Період окупності (PP), років	6,6	5,4	4,6	4,0	3,5
NPV, млн грн	6,27	8,68	11,09	13,50	15,91
IRR, %	14%	18%	21%	25%	28%
Дисконтований PP, років	7,5	6,0	5,0	4,3	3,8
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	16,64	14,52	11,09	8,49	4,22

Таблиця 57 - Енергетичний баланс типового 5-поверхового будинку після впровадження заходів

	Споживання електричної енергії будівлею	Споживання е/е бойлерами до впровадження заходів	Споживання е/е тепловим насосом	Споживання централіз. теплової енергії на ГВП	Виробництво ТЕ тепловим насосом	Споживання е/е тепловим насосом	Виробництво е/е СЕС	Закупівля е/е
Місяці	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
1	30 396	13 816	-	15 198	-	-	880	15 700
2	30 703	13 956	-	15 352	-	-	1 320	15 427
3	30 396	13 816	-	15 198	-	-	3 080	13 500
4	29 475	13 398	3 828	-	13 398	3 828	4 400	15 505
5	27 633	12 560	3 589	-	12 560	3 589	5 280	13 381
6	25 177	11 444	3 270	-	11 444	3 270	6 160	10 842
7	22 720	10 327	2 951	-	10 327	2 951	6 160	9 184
8	20 264	9 211	2 632	-	9 211	2 632	5 280	8 405
9	20 878	9 490	2 711	-	9 490	2 711	3 960	10 140
10	23 334	10 607	1 515	5 834	5 303	1 515	3 080	11 163
11	26 405	12 002	-	13 202	-	-	1 760	12 643
12	29 475	13 398	-	14 738	-	-	880	15 197
Всього	316 857	144 026	20 495	79 521	71 734	20 495	42 240	151 086

Рисунок 59 - Баланс виробництва і споживання електричної енергії на об'єкті після впровадження заходів



3.6 ВСТАНОВЛЕННЯ СЕС ТА ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГВП БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ (9 ПОВЕРХІВ)

Станом на сьогодні, переважна більшість мешканців багатоквартирних житлових будинків, підключених до централізованої системи тепlopостачання, не мають доступу до стабільної та якісної послуги з гарячого водопостачання протягом усього року. Особливо гостро ця проблема проявляється в неопалювальний період, коли централізоване тепlopостачання повністю зупиняється, і мешканці змушені самостійно вирішувати питання підігріву води шляхом використання смісних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів), що не тільки суттєво підвищує навантаження на енергосистему, але і є економічно неефективним рішенням, оскільки вартість електричної енергії значно перевищує вартість теплової енергії.

З метою забезпечення якісної, безперебійної та енергоефективної послуги з гарячого водопостачання мешканцям багатоквартирного будинку, проєктом передбачається комплексна модернізація системи внутрішньобудинкових мереж та створення умов для автономної генерації теплової енергії на базі відновлюваних джерел.

Рисунок 60 - зовнішній вигляд типового 9-поверхового будинку



Основними елементами модернізації є:

- встановлення ІТП (індивідуального теплового пункту) з модулем гарячого водопостачання.
- реконструкція внутрішньобудинкових трубопроводів системи подачі та циркуляції гарячої води;
- монтаж дахової сонячної електростанції (СЕС) для часткового забезпечення електроспоживання будівлі та в подальшому теплового насосу.
- встановлення теплового насосу для забезпечення підігріву води в баку акумуляторі, для забезпечення потреб в ГВП в неопалювальний період.

Запропоновані заходи дозволять не лише забезпечити цілорічне гаряче водопостачання, а й підвищити енергетичну автономність будинку, скоротити споживання викопного палива, зменшити експлуатаційні витрати. Крім того, реалізація проєкту створить модель енергоефективного багатоквартирного будинку, яку можна масштабувати на інші об'єкти житлового фонду міста Нововолинськ.

3.6.1 Встановлення модуля ГВП з теплообмінником для підігріву води для ГВП від теплоносія з теплової мережі в опалювальний сезон

Пропонується встановлення модуля ГВП, для підготовки (підігріву) води для гарячого водопостачання в будинку. Підігрів води буде здійснюватися через теплообмінник, по незалежній схемі.

Таблиця 58 - Основні показники проєкту з встановлення модуля ГВП для типового 9-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Споживання ГВП в опалювальний сезон	кВт·год/рік	130 126
Споживання ГВП в неопалювальний сезон	кВт·год/рік	129 121
Споживання ГВП загалом	кВт·год/рік	259 247
Інвестиції в модуль ГВП	грн	1 000 000
Економія є/є (за опалювальний сезон)	кВт·год/рік	130 126
Витрата теплової енергії	Гкал	123,1
Економія коштів на є/є	грн/рік	1 041 006
Витрати на ТЕ	грн/рік	369 230
Чиста економія	грн/рік	671 776
Окупність	років	1,5

Проект повинен включати встановлення з'єднувальних трубопроводів разом з ізоляцією, а також усього іншого необхідного обладнання, такого як розширювальний бак, бак накопичувач, термостатичні та змішувальні клапани для належного функціонування системи (в разі реалізації після встановлення модуля ГВП, тепловий насос інтегрується з модулем ГВП).

Трубопроводи систем ГВП, повинні бути ізольованими від втрат тепла та конденсації.

3.6.2 Встановлення теплового насосу тепловою потужністю 60 кВт з теплоакumuлюючими ємностями

Пропонується встановлення теплового насосу типу «повітря-вода» тепловою потужністю 60 кВт, з теплоакumuлюючими баками ємністю 4000 л. В неопалювальний період, тепловий насос буде здатним забезпечувати потреби в гарячому водопостачанні мешканців будинку, без використання інших джерел теплової енергії. Середній COP теплового насосу в неопалювальний період – 3.5, відповідно витрати електричної енергії порівняно з використанням електробойлерів скоротяться в 3.5 рази. Крім того, в разі використання можливостей погодинної тарифікації, є можливість використовувати ТН для підігріву теплоносія в години з нижчою вартістю електричної енергії.

Вибраної потужності теплового насосу достатньо для забезпечення ГВП в неопалювальний період, при в 3,5 разів менших витратах на електричну енергію, порівняно з використанням електричних ємнісних водонагрівачів, таким чином, встановлення теплового насосу дозволить знизити витрати на електроенергію, що використовується на забезпечення потреб в гарячій воді мешканцями будинку в 3,5 рази.

Рисунок 61 - Зовнішній вигляд і приклад розташування теплового насосу типу повітря-вода для забезпечення потреб ГВП багатоквартирного будинку



Таблиця 59 - Основні показники проєкту з встановлення теплового насосу потужністю 12 кВт для типового 9-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Встановлена теплова потужність теплового насосу	кВт	60
Капітальні інвестиції	грн	2 520 000
Вартість обслуговування	грн/рік	60 000
Всього економії е/е	кВт·год/рік	92 146
Чиста економія	грн/рік	737 171
Окупність, років	років	3,42

3.6.3 Встановлення СЕС потужністю 40 кВт

Пропонується встановити сонячну електростанцію, загальною потужністю 40 кВт да даху будівлі. Площа даху будівлі складає близько 600 м², що дозволяє, з урахуванням можливості використання до 70% площі даху, з урахуванням необхідних проходів і габаритів технічних конструкцій, встановити СЕС зазначеної потужності.

Робота СЕС дозволить скоротити витрати на покупку електричної енергії, при цьому електроенергія що вироблятиметься сонячною електростанцією буде використовуватися в тому числі на підігрів води тепловим насосом в разі реалізації цього проєкту, або електричними бойлерами до встановлення теплового насосу. Орієнтовно виробництво електричної енергії в місті Нововолинськ – 1100 кВт·год / кВт встановленої потужності СЕС. Проєкт повинен передбачати встановлення автоматики, що регулюватиме роботу теплового насосу таким чином, щоб в години інсоляції, коли СЕС виробляє електричну енергію, підігрів води здійснювався першочергово.

Рисунок 62 - Зовнішній вигляд СЕС розміщеної на даху будівлі



Таблиця 60 - Основні показники проєкту з встановлення СЕС потужністю 40 кВт для типового 9-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Потужність СЕС, кВт	кВт	40
Ємність акумулятора	кВт·год	40
Вартість СЕС	грн	1 764 000
Виробництво е/е за рік	кВт·год/рік	42 240
Економія/рік	грн/рік	337 920
Окупність СЕС, років	років	5,22

Таблиця 61 - Узагальнені економічні показники 3-х енергоефективних проєктів – модуля ГВП, теплового насосу та СЕС для типового 9-поверхового будинку

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник	
		Вартість газу 18 грн/м ³	Вартість газу 9,304 грн/м ³
Капітальні інвестиції загалом	грн	5 284 000	
Економія електричної енергії загалом	кВт·год	264 512	
Додаткове споживання теплової енергії	Гкал	123,1	
Щорічна економія коштів	грн/рік	1 686 867	1 961 477
Простий термін окупності (PP)*	років	3,1	2,7
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	19 793 291	23 875 709
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	32%	37%
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	3,3	2,9

Грошовий потік, грн

Роки

■ Інвестиції ■ Чиста річна економія ■ Кумулятивний простий грошовий потік ■ Кумулятивний дисконтований грошовий потік

Таблиця 62 - Аналіз чутливості проєкту з забезпечення ГВП для типового 9-поверхового будинку, при вартості природного газу 18 грн/м³

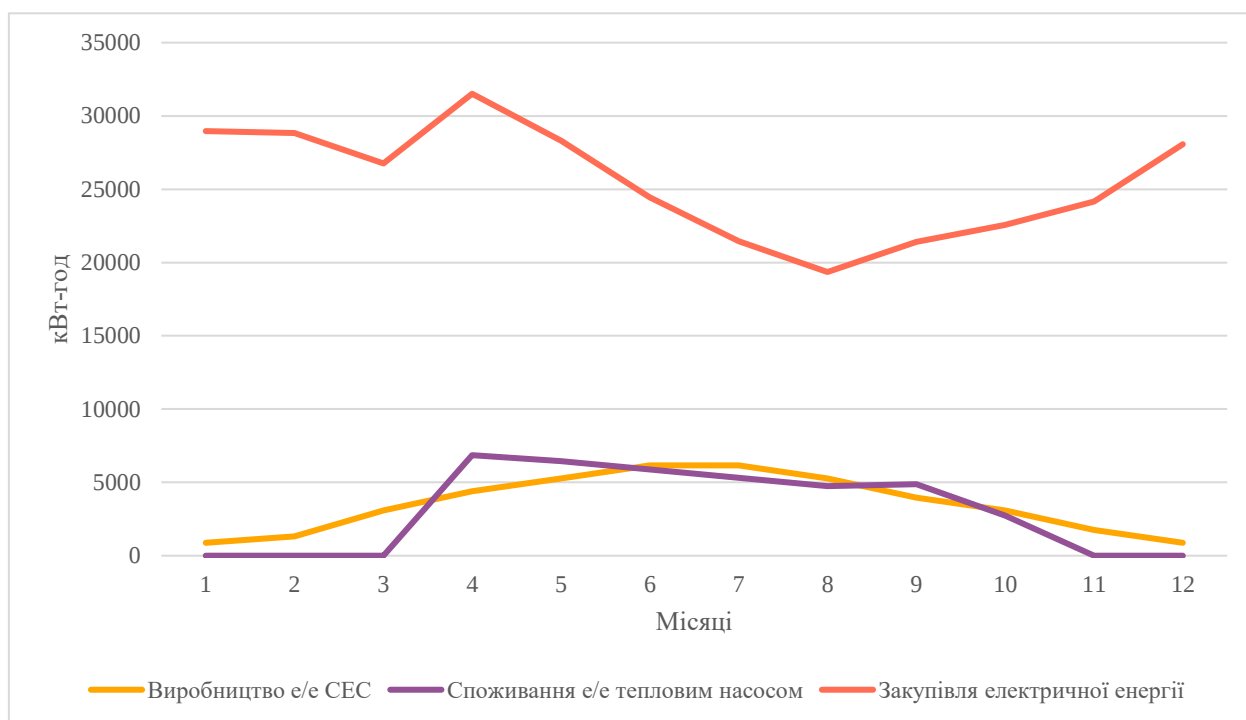
Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%	0%	15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	3,70	4,49	5,28	6,08	6,87
Період окупності (PP), років	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1
NPV, млн грн	21,38	20,59	19,79	19,00	18,21
IRR, %	46%	37%	32%	28%	24%
Дисконтований PP, років	2,3	2,8	3,3	3,9	4,4
Аналіз чутливості економії, млн грн	1,18	1,43	1,69	1,94	2,19

Період окупності (PP), років	4,5	3,7	3,1	2,7	2,4
NPV, млн грн	12,27	16,03	19,79	23,55	27,32
IRR, %	22%	27%	32%	37%	41%
Дисконтований PP, років	4,9	4,0	3,3	2,9	2,5
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	28,45	25,16	19,79	15,74	9,08

Таблиця 63 - Енергетичний баланс типового 9-поверхового будинку після впровадження заходів

	Споживання електричної енергії будівлею	Споживання е/е бойлерами до впровадження заходів	Споживання е/е тепловим насосом	Споживання централіз. теплової енергії на ГВП	Виробництво ТЕ тепловим насосом	Споживання е/е тепловим насосом	Виробництво е/е СЕС	Закупівля е/е
Місяці	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
1	54 713	24 870	-	27 357	-	-	880	28 964
2	55 266	25 121	-	27 633	-	-	1 320	28 825
3	54 713	24 870	-	27 357	-	-	3 080	26 764
4	53 055	24 116	6 857	-	24 000	6 857	4 400	31 512
5	49 739	22 609	6 460	-	22 609	6 460	5 280	28 310
6	45 318	20 599	5 885	-	20 599	5 885	6 160	24 444
7	40 897	18 589	5 311	-	18 589	5 311	6 160	21 459
8	36 475	16 580	4 737	-	16 580	4 737	5 280	19 353
9	37 581	17 082	4 881	-	17 082	4 881	3 960	21 419
10	42 002	19 092	2 727	10 500	9 546	2 727	3 080	22 558
11	47 529	21 604	-	23 764	-	-	1 760	24 165
12	53 055	24 116	-	26 528	-	-	880	28 059
Всього	570 343	259 247	36 859	143 138	129 005	36 859	42 240	305 831

Рисунок 63 - Баланс виробництва і споживання електричної енергії на об'єкті після впровадження заходів



3.7 ВСТАНОВЛЕННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ НА КОТЕЛЬНІЙ 26-ГО КВАРТАЛУ (НОВА), ЗАГАЛЬНОЮ ПОТУЖНІСТЮ 5 МВт

Котельня 26-го кварталу (нова) – є найбільшою в місті з точки зору відпуску теплової енергії. За 2024 рік загальний відпуск теплової енергії з котельної склав 23 117 Гкал, з витратою 3,027 млн м³ природного газу.

З урахуванням курсу на скорочення споживання викопних енергоресурсів, зниження викидів CO₂ в атмосферу, а також забезпечення сталого розвитку громади, пропонується встановлення двох твердопаливних котлів, загальною встановленою потужністю 5 МВт, що дозволить скоротити споживання природного газу на котельній на 60-70%, і в перспективі, після комплексної термомодернізації більшості будівель що опалюються котельною – перевести її тепловий район повністю на відновлювані джерела енергії.

В розрахунках були використані наступні припущення щодо вартості і калорійності біопалива:

Калорійність біопалива: 2500 ккал/кг

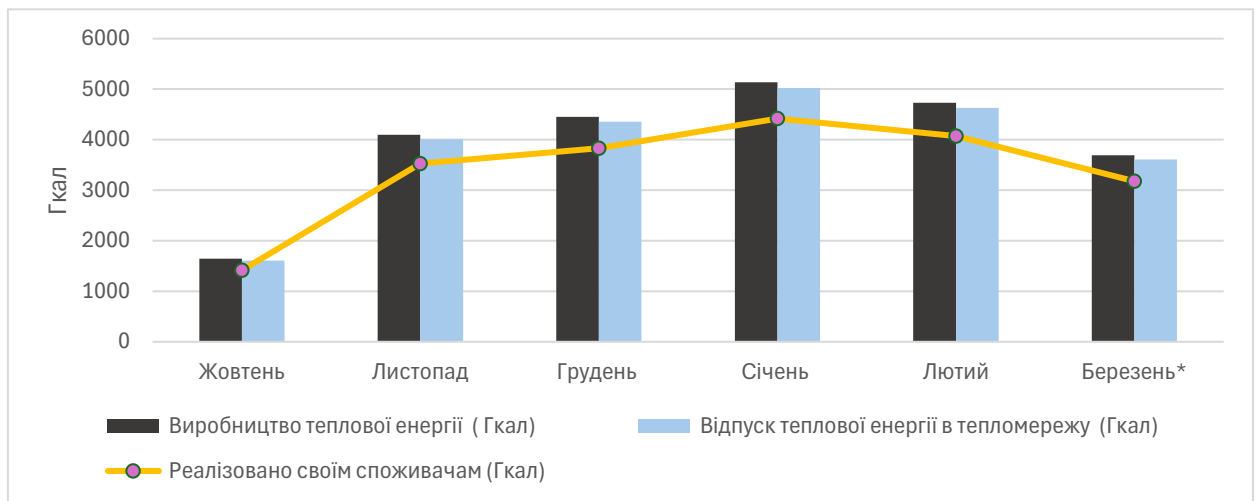
Вартість біопалива: 3500 грн/т

Дані оцінки є консервативними, і закладають певний запас на випадок погіршення ситуації з доступністю палива.

Рисунок 64 - Зовнішній вигляд сучасної твердопаливної котельної



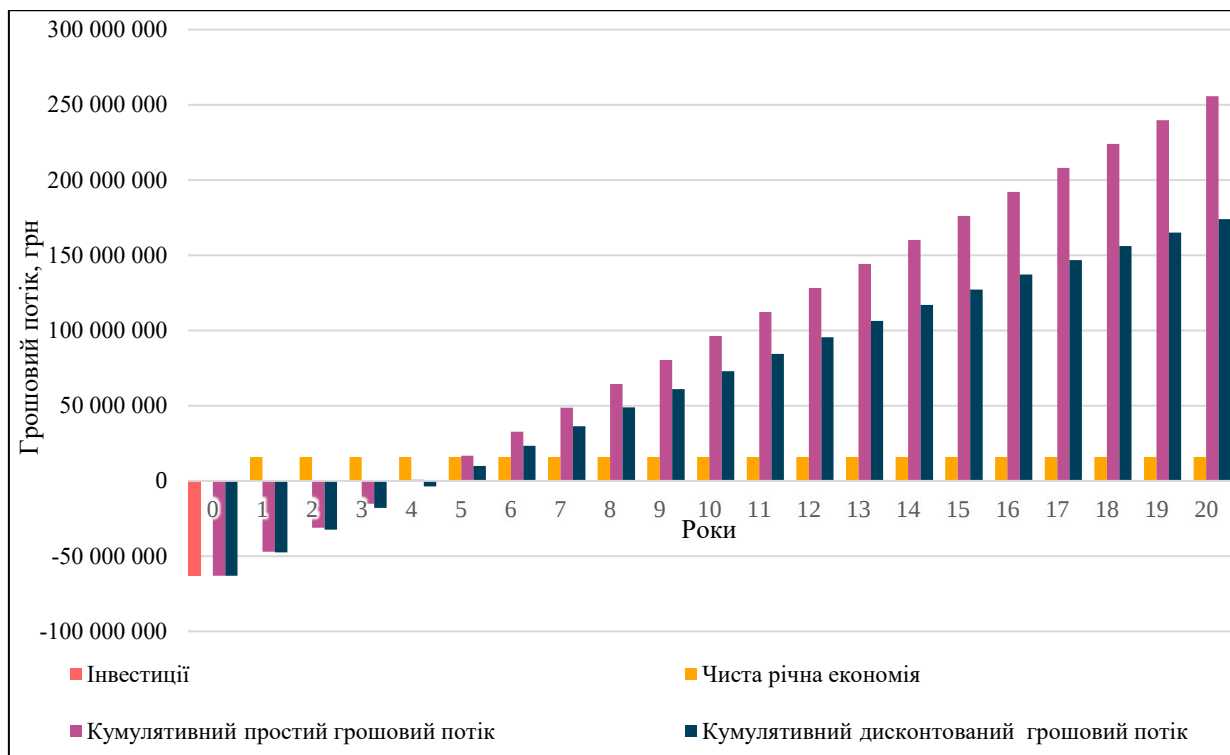
Рисунок 65 - Виробництво теплової енергії в опалювальний період 2024-2025 року котельною 26-го кварталу (нова)



Роботу над проєктом необхідно синхронізувати з заключенням контрактів з виробниками біопалива, для гарантованого забезпечення паливом майбутнього джерела теплової енергії.

Таблиця 64 - Показники економічної ефективності встановлення твердопаливних котлів на котельній 26-го кварталу (нова)

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник	
		При вартості газу 18 грн/м³	При вартості газу 9,304 грн/м³
Загальна потужність твердопаливних котлів	МВт	5	
Витрата біопалива	т/рік	6190,9	
Економія в еквіваленті природного газу	м³/рік	2 089 424	
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	4 269	
Економія коштів	грн/рік	15 941 531	-2 228 100
Капітальні інвестиції	грн	63 000 000	
Простий термін окупності (PP)*	років	4,0	-28,3
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	173 989 922	-96 123 368
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	25%	
Дисконтований термін окупності (DPP)*	років	4,3	-58,0



Таблиця 65 - Аналіз чутливості проєкту з встановлення твердопаливних котлів на котельній 26-го кварталу (нова) при ринковій вартості природного газу 18 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%	0%	15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	44,10	53,55	63,00	72,45	81,90
Період окупності (PP), років	2,8	3,4	4,0	4,5	5,1
NPV, млн грн	192,89	183,44	173,99	164,54	155,09
IRR, %	36%	30%	25%	22%	19%
Дисконтований PP, років	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7
Аналіз чутливості економії, млн грн	11,16	13,55	15,94	18,33	20,72
Період окупності (PP), років	5,6	4,6	4,0	3,4	3,0
NPV, млн грн	102,89	138,44	173,99	209,54	245,09
IRR, %	17%	21%	25%	29%	33%
Дисконтований PP, років	6,3	5,1	4,3	3,7	3,2
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	255,8	224,7	174,0	135,7	72,7

Аналіз чутливості проєкту свідчить про те, що при вартості природного газу на рівні 18 грн/м³ і вище, зміна будь яких параметрів чутливості, від інвестицій в діапазоні до +30% до ставки дисконтування, до 10%, залишає NPV в позитивному значенні, що свідчить про економічну доцільність проєкту. В той же час при вартості природного газу 9,304 грн/м³, проєкт будівництва твердопаливної котельні не буде окупним, таким чином реалізація проєкта має економічну доцільність лише при ринковій вартості природного газу.

Таблиця 66 - Аналіз чутливості проєкту з встановлення твердопаливних котлів на котельній 26-го кварталу (нова) 9,304 грн/м³

Сценарій	Зменшення		Базовий	Збільшення	
	-30%	-15%		15%	30%
Аналіз чутливості інвестицій, млн грн	44,10	53,55	63,00	72,45	81,90
Період окупності (PP), років	-19,8	-24,0	-28,3	-32,5	-36,8
NPV, млн грн	-77,22	-86,67	-96,12	-105,57	-115,02
IRR, %					
Дисконтований PP, років	-42,7	-50,4	-58,0	-65,7	-73,4
Аналіз чутливості економії, млн грн	-1,56	-1,89	-2,23	-2,56	-2,90
Період окупності (PP), років	-40,4	-33,3	-28,3	-24,6	-21,8
NPV, млн грн	-86,19	-91,15	-96,12	-101,09	-106,06
IRR, %					
Дисконтований PP, років	-80,0	-67,1	-58,0	-51,4	-46,2
Аналіз чутливості ставки дисконтування					
Ставка дисконтування, %	0%	1%	3%	5%	10%
NPV, млн грн	-107,56	-103,21	-96,12	-90,77	-81,97

Реалізація проєкта можлива лише за наявності місцевої сировини що відповідає європейським критеріям сталості. Найбільш перспективним з даної точки зору є збір, підготовка і використання відходів сільського господарства, проте для реалізації виробництва готового біопалива з них необхідне додаткове стимулювання.

3.7.1 Оцінка енергетичного потенціалу біопалива з відходів лісного господарства, деревообробки та сільського господарства в Нововолинському районі

Лісистість Волинської області становить близько 34 %, що відповідає площі лісів понад 700 тис. га (приблизно 88 % загальної території області). Загальний запас деревини оцінюється на рівні 100 млн м³, при цьому середньорічний приріст складає близько 2 млн м³. Лісгосподарським підприємствам Волинського обласного управління лісового та мисливського господарства підпорядковано 560 тис. га земель лісгосподарського призначення, причому за 2022 рік площа збільшилася майже на 78 тис. га.

Загальний обсяг утворення деревних відходів у Волинській області оцінюється приблизно в 91 тис. тонн на рік ([джерело](#)).

Для стабільної роботи біопаливної котельні достатньо залучення близько 7 % цього обсягу. З огляду на це, доцільно розглядати механізми співпраці з місцевими деревообробними підприємствами для організації збору, підготовки та транспортування відходів деревини, в якості біопалива.

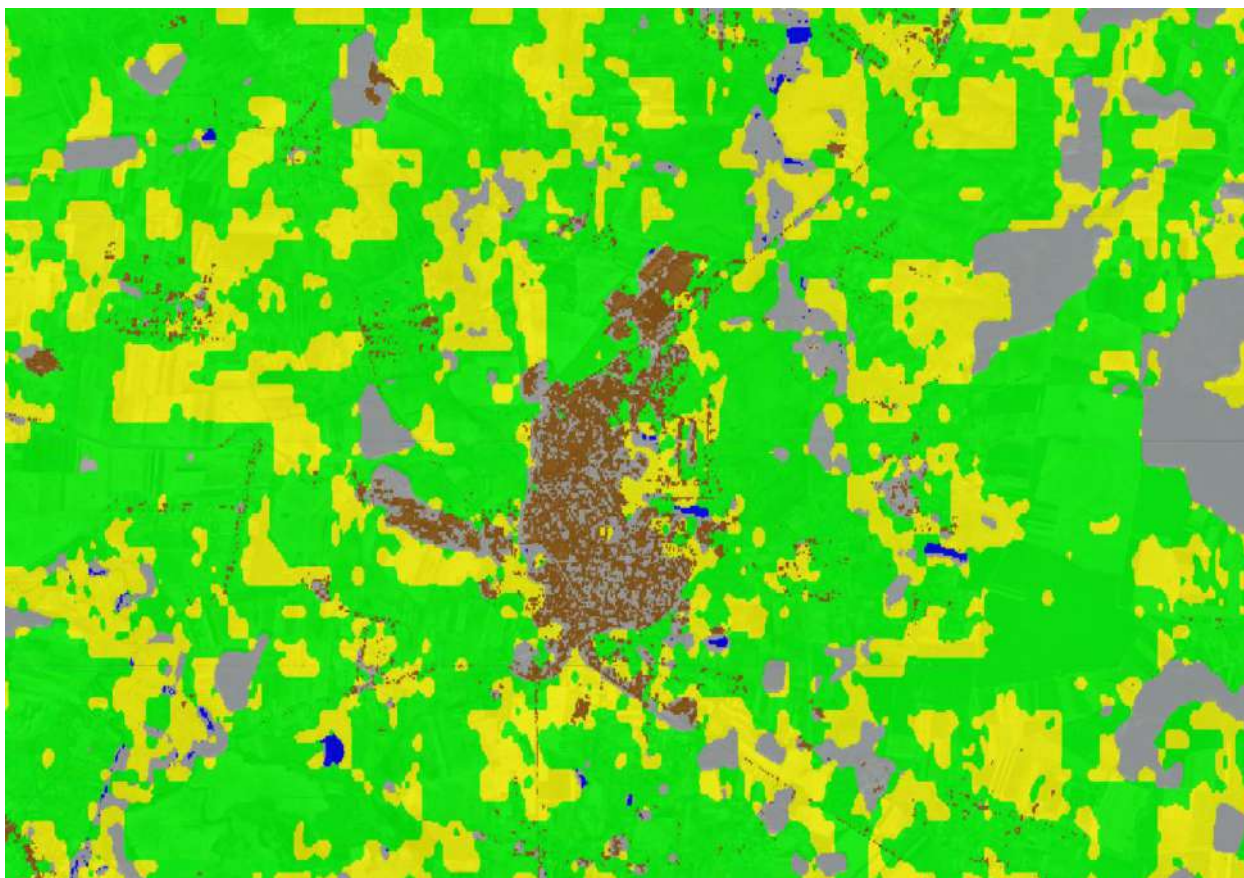
Загальний обсяг відходів сільського господарства Волинської області становить 1.881 млн т. (згідно звіту: [https://ird.gov.ua/sep/sep20223\(155\)/sep20223\(155\)_021_ZhukP.pdf](https://ird.gov.ua/sep/sep20223(155)/sep20223(155)_021_ZhukP.pdf)).

Як енергетичну сировину пропонується розглядати 70% відходів кукурудзи на зерно, а також у повному обсязі солому ріпаку, сої, стебла соняшнику, які не застосовуються для підстилки тваринам і як добрива.

В державах-членах ЄС на енергетичні потреби можна використовувати 25-50% соломи і залишків кукурудзи на зерно (стебла, стрижні), 30-50% відходів виробництва соняшнику (стебла, кошики)

В радіусі до 30 км від міста Нововолинськ, за даними інтерактивних карт GFSAD30 cropland, навколо міста розташовано 60 000 - 80 000 га сільськогосподарських угідь, що становить близько 5-6% від загальної площі сільгоспугідь Волинської області. Потенційні обсяги відходів сільськогосподарської діяльності оцінюються в 94 тис. т.

Рисунок 66 - Інтерактивна карта сільськогосподарських земель GFSAD30



Загалом лише близько 30% від загального теоретичного потенціалу можна реально зібрати та використати (через агротехнічні обмеження, потреби ґрунтів у поживних рештках тощо), таким чином загальний технічно доступний потенціал сільськогосподарських відходів оцінюється в 28,2 тис. т., чого достатньо для функціонування запропонованої твердопаливної котельної.

3.8 Відновлення централізованого ГВП в якості подальшої перспективи.

Було проведено аналіз можливостей подальшої модернізації системи теплопостачання населеного пункту і серед найбільш перспективних напрямків розвитку розглядається відновлення централізованого ГВП.

Переваги відновлення централізованого ГВП

- Зниження споживання електричної енергії шляхом відмови від користування електричними ємнісними водонагрівачами, що дозволить знизити як фінансове навантаження на споживачів, так і навантаження на енергосистему України години пікового енергоспоживання.
- Можливість розвитку розподіленої генерації шляхом встановлення КГУ і теплоакumuлюючих баків такої теплової потужності, яка буде корелювати з середнім тепловим навантаженням на ГВП в опалювальний період.
- В якості альтернативи газопоршневим КГУ – можливість використання біопаливного котла як джерела теплової енергії на ГВП.

Відновлення ГВП потребуватиме довстановлення до ІТП – модулів ГВП, і відновлення систем циркуляції ГВП в будівлях.

3.8.1 Аналіз перспектив використання теплових насосів в якості джерела теплової енергії.

В разі відновлення централізованого ГВП, капіталоемні проєкти з відновлювальної генерації теплової енергії, в тому числі теплові насоси, що постачають теплову енергію в централізовану мережу, будуть мати більш ніж вдвічі вищі показники річного відпуску тепла, і відповідно, вдвічі нижчий строк окупності, у порівнянні з їх роботою виключно в опалювальний період. З урахуванням даної перспективи можливо розглядати місцеві шахти, якості об'єктів для розміщення теплових насосів. Характеристики типової шахти, розміщеної в безпосередній близькості від м. Нововолинськ:

- Глибина – 350 м
- Діаметр ствола – 5 м
- Кількість скважин – 5
- Загальна теплова потужність теплового насосу – 175 кВт
- Виробництво теплової енергії на протязі опалювального сезону – 542 Гкал
- Виробництво теплової енергії на протязі всього року за умови функціонування централізованого ГВП – 1 318 Гкал

З урахуванням співвідношення вартості електроенергії та вартості газу для ТКЕ та населення, на даний час використання теплових насосів для централізованого опалення не є окупним, проте після впровадження ринкових тарифів на теплову енергію та вартість природного газу для ТКЕ та населення, з урахуванням високого COP теплових насосів типу

вода-вода і в разі співвідношення **2/1** і більше вартості 1 м³ природного газу до вартості 1 кВт·год електричної енергії (що спостерігається наразі), використання теплових насосів в якості джерела теплової енергії для системи централізованого теплопостачання є доцільним і окупним.

Ряд шахт, що розташовані поряд з м. Нововолинськ вже були закриті і технології, що використовувалися для їх закриття (засипання шахт) не передбачають подальшу роботу насосів, що відкачують воду, рекомендується в майбутньому прокладати колектори для подальшого встановлення теплових насосів в стволах шахт, що підлягають закриттю, перед їх рекультивацією для подальшого використання теплової енергії з них.

4 ВИСНОВКИ:

Першим етапом рекомендовано виконати заходи направлені на зниження споживання, а саме:

- Встановлення ІТП і налаштування в житлових та громадських будівлях;
- Утеплення зовнішніх трубопроводів, та трубопроводів в котельні та підвалах житлових будинків (з часткової заміною труб якщо це необхідно).

Це дозволить знизити споживання газу та витрати споживачів на комунальні послуги.

Другим етапом рекомендовано розробка програми капітального оновлення теплової мережі з заміною трубопроводів на попередньо утеплені, і залучення інвестицій до цієї програми, з розрахунку на поетапну реалізацію.

Одночасно з реалізацією першого етапу, є доцільним реалізація проєктів по відновленню централізованого гарячого водопостачання. Базовим заходом для відновлення централізованого ГВП є встановлення модулів ГВП в будівлях і реконструкція (відновлення) мереж ГВП в будівлях, наступними етапами можуть бути встановлення сонячних електростанцій та теплових насосів для забезпечення можливості надання послуги централізованого ГВП в неопалювальний період з мінімальними витратами енергоносіїв, і з використанням відновлюваних джерел енергії.

Проєкти з встановлення твердопаливних котлів на котельнях з заміщенням природного газу біопаливом є економічно доцільними за умови ринкової вартості природного газу, проте їх реалізація зв'язана з наявністю доступних обсягів біопалива в регіоні.

Таблиця 67 - Перелік пропонованих проєктів та їх базові економічні показники

№	Компонент/Проєкт	Інвестиції, грн	Економія в еквіваленті природного газу, м ³	Економія електричної енергії, МВт·год	Чиста економія коштів, грн/рік	Скорочення викиді в CO ₂ , т/рік
1	Встановлення 251 ІТП	101 240 000	1 021 059	-	18 379 062	2 086
2	Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів	246 510 605	374 626	-	12 130 134	765
3	Впровадження енергоефективних проєктів в Нововолинському ЗДО №9	1 962 800	-1 688	43	295 086	19
4	Впровадження енергоефективних проєктів в Нововолинській школі №6	15 794 000	-3 746	701	5 443 115	360
5	Встановлення СЕС та теплового насоса для забезпечення ГВП багатоквартирних	51 340 000	147 271	2 151	13 839 515	1 430

№	Компонент/Проект	Інвестиції, грн	Економія в еквіваленті природного газу, м³	Економія електрич ної енергії, МВт·год	Чиста економія коштів, грн/рік	Скороч ення викиді в CO ₂ , т/рік
	будинків (10 будівель)					
6	Встановлення твердопаливних котлів загальною потужністю 5 МВт	63 000 000	2 089 424		15 941 531	4 269
Всього		479 847 405	3 626 946	2 895	66 028 443	8 929

Таблиця 68 - Зведені показники економічної ефективності пропонованих в рамках ТЕО проєктів

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	Показник
Економія в еквіваленті природного газу	м³/рік	3 626 946
Витрата твердого палива	т/рік	6 191
Економія електричної енергії	МВт·год	2 895
Скорочення викидів	тCO ₂ /рік	8 929
Чиста економія коштів	грн/рік	66 028 443
Капітальні інвестиції	грн	479 847 405
Термін окупності	років	7,3
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	501 744 389
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	12%
Дисконтований термін окупності (DPP)	років	8,3

Співфінансується Європейським Союзом. Погляди та думки, висловлені в цьому документі, належать виключно автору(ам) і не обов'язково відображають позицію Європейського Союзу або CINEA. Ані Європейський Союз, ані орган, що надав фінансування, не несуть за них відповідальності.