USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

ПРОЕКТ USAID "МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ"

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕДУР ВИЗНАЧЕННЯ ДОСЯГНУТОЇ ЕКОНОМІЇ В РАМКАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЦЕДУР ЕНЕРГОСЕРВІСУ

Березень 2016 р.
Цей документ розроблено для розгляду Агентством США з міжнародного розвитку (USAID).
Підготовлено Проектом USAID “Муніципальна енергетична реформа в Україні”.

ПРОЕКТ USAID "МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ"

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕДУР ВИЗНАЧЕННЯ ДОСЯГНУТОЇ ЕКОНОМІЇ В РАМКАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЦЕДУР ЕНЕРГОСЕРВІСУ

Цей документ був підготовлений завдяки підтримці, наданій Агентством США з міжнародного розвитку (USAID).
Думки авторів, викладені у цій публікації, можуть не співпадати з позицією Агентства США з міжнародного розвитку чи Уряду Сполучених Штатів Америки.

Впровадження енергоефективних заходів в бюджетній сфері на умовах енергосервісу вирішує три основні проблеми широкомасштабного впровадження заходів, а саме: відсутність фінансових ресурсів, низька кваліфікація виконавців та відсутність мотивації щодо підвищення енергоефективності. В документі представлені основні підходи до розрахунку економії та проаналізовано існуючу нормативну базу щодо реалізації енергосервісних договорів. Розглянуто недоліки та запропоновані варіанти удосконалення нормативної бази для врахування передового досвіду західних країн, та в першу чергу «Міжнародного протоколу вимірювання та верифікації». Наведено приклади розрахунку досягнутої економії для найбільш типових заходів з використанням різноманітних методологій, проведено їх аналіз та надано рекомендації щодо використання в рамках діючого законодавства (зокрема примірного енергосервісного договору та методології розрахунку економії) та надано рекомендації щодо змін нормативної документації. Також надано рекомендації щодо використання технічних та програмних засобів, що спросять та зроблять прозорим процедуру реалізації енергосервісних контрактів.

Зміст

Вступ 6

1 Аналіз міжнародного досвіду реалізації енергосервісних контрактів 6

1.1 Протокол вимірювання та верифікації 7

2 Характеристики об'єктів бюджетної сфери України з огляду на реалізацію механізмів енергосервісних контрактів 9

3 Аналіз існуючої нормативної бази України для реалізації ЕСКО-механізму в бюджетній сфері 11

3.1 Обмеження щодо реалізації механізму енергосервісу 12

3.2 Аналіз примірного енергосервісного договору 13

3.3 Аналіз методики розрахунку базових рівнів енергоспоживання за умови недотримання санітарних норм 18

4 Орієнтовний перелік заходів з підвищення ефективності енерговикористання 19

5 Аналіз процедури здійснення енергосервісу відповідно до діючих нормативних документів 21

5.1 Учасники енергосервісу: 21

5.2 Характеристика етапів реалізації енергосервісу 23

6 Приклади розрахунку економії (планів вимірювання та верифікації) для найбільш поширених енергоефективних заходів в рамках діючих обмежень 29

6.1 Встановлення індивідуальних теплових пунктів, часткова модернізація системи опалення, налаштування системи опалення, впровадження енергоменеджменту в частині споживання теплової енергії 29

6.2 Реконструкція системи освітлення 33

6.3 Забезпечення сервісного обслуговування енергоспоживаючого обладнання. Впровадження системи енергоменеджменту та енергомоніторингу. 35

6.4 Заміна джерела системи теплопостачання 36

7 Приклад визначення переможця енергосервісу 39

8 Приклади реалізації систем вимірювання та верифікації для проектів з підвищення енергоефективності 42

9 Висновки та рекомендації щодо покращення механізму енергосервісу та залучення до процесу широкого кола потенційних замовників та виконавців 43

9.1 Зміна методології розрахунку базових рівнів для випадків недотримання санітарних умов 43

9.2 Програмне забезпечення для оцінювання ефективності реалізації заходів 44

9.3 Каталог прикладів реалізованих проектів 45

9.4 Система навчань по напрямкам реалізації енергосервісних контрактів 45

Додаток 1. Приклад розрахунку базового рівня теплоспоживання відповідно до методики, наведеної в ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» 46

Додаток 2 Аналіз можливостей щодо спрощення розрахунку відповідно до ДСТУ 56

Додаток 3 Впровадження автоматизованої веб-орієнтованої системи енергоаудиту та енергопаспортизації будівель для забезпечення функціонування механізму ЕСКО 60

Додаток 4 Приклад аналізу значимості факторів, що впливають на споживання теплової енергії в бюджетних закладах 64

Додаток 5 Приклад визначення питомої характеристики на опалення будівель 68

Вступ

Однією з найбільших перешкод впровадження заходів із підвищення енергоефективності в бюджетній сфері є, з одного боку недостатня кількість коштів для реалізації заходів, а з іншого – відсутність системи стимулювання ощадного використання енергоресурсів.

Прийняття Законів України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» та «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» створило передумови для залучення коштів приватних інвесторів на реалізацію енергоефективних проектів в бюджетному секторі в рамках механізму енергосервісу. Тобто, з'являється учасник, що безпосередньо зацікавлений у досягненні реальної економії енергетичних ресурсів.

Але для широкомасштабного запуску енергоефективних проектів в рамках зазначеного механізму, необхідно напрацювати ряд документів для формалізації взаємовідносини між виконавцем та замовником енергосервісу, особливо в частині розрахунку економії.

1. Аналіз міжнародного досвіду реалізації енергосервісних контрактів

Залучення приватних інвестицій для вирішення питань підвищення енергоефективності бюджетного сектору актуальні для багатьох країн, де муніципалітети не мають достатніх фінансових ресурсів на зазначені цілі. При цьому вже було напрацьовано достатню нормативно-методологічну база щодо реалізації заходів відповідно до механізму енергосервісу.

Найбільш складною технічною проблемою щодо реалізації енергосервісу є розрахунок фактичної економії від впровадження енергоефективних заходів, що є основою для формування взаєморозрахунків між енергосервісною компанією та замовником енергосервісу.

Краща світова практика проведення зазначених розрахунків викладена у Міжнародному протоколі вимірювання та верифікації, один з варіантів якого був прийнятий і в Україні: **ДСТУ 5066:2008 Міжнародний протокол виконання вимірювань і верифікації. Загальні підходи щодо розроблення та реалізації енергоощадних і водоощадних заходів (IPMVP 1997, MOD).**

Протягом часу, що минув з дати прийняття зазначеного ДСТУ були внесені суттєві зміни до процедур IPMVP. Наразі актуальною є версія 2010 року, що дозволяє говорити про необхідність приведення українських документів до найкращих світових практик, особливо з огляду на початок реалізації енергосервісних контрактів.

Загальні принципи вимірювання та верифікації також викладені в **ISO 50015 Системи енергетичного менеджменту – Вимірювання та верифікація енергетичного функціонування організацій – Загальні принципи та керівні вказівки.**

Зазначені принципи мають стати складовою системи енергетичного менеджменту, але, при цьому, для конкретних проектів та об'єктів необхідно розробити «типові» процедури вимірювання та верифікації.

1.1 Протокол вимірювання та верифікації

Основні передумови для використання протоколу вимірювання і верифікації:

- інвестори та власники об'єкту повинні бути впевнені, що економія енергетичних ресурсів може бути однозначно визначена та використовуватись для фінансування капітальних затрат на реалізацію заходів із підвищення енергоефективності;
- необхідність відокремлення впливу інших факторів (наприклад погодні умови, або зміна чисельності відвідувачів) на економію, досягнуту за рахунок заходів в рамках реалізації енергоефективного проекту;
- план виконання вимірювання та верифікації розробляється до впровадження заходів з підвищення енергоефективності;
- обсяг та вартість процедури вимірювання та верифікації має співвідноситись з обсягом потенційної економії енергоресурсів;
- зниження операційних витрат на проведення вимірювання і верифікації;
- чітке визначення границь вимірювань;
- визначення оптимального балансу між затратами на процедури вимірювання та точністю розрахунку зниження енергоспоживання.

Принципи протоколу вимірювання і верифікації:

- *Точність:* економія від впровадження заходів повинна бути розрахована з якомога меншою та прогнозованою похибкою в рамках виділених на це коштів.
- *Повнота:* під час розрахунку економії повинні бути максимально враховані впливові фактори
- *Консерватизм:* в разі наявності сумнівів щодо величини економії в розрахунках приймається мінімальне значення з можливого діапазону.
- *Сумісність:* звітність про досягнуту економію повинна забезпечити сумісність з різними типами проектів, думкою експертів, що беруть участь у проекті, а також сумісність проектів з підвищення енергоефективності та проектів з енергопостачання
- *Релевантність:* під час визначення економії повинні вимірюватися ті критично важливі параметри, що викликають найбільшу занепокоєність і по яким відсутня інформація, в той час коли інші менш критичні та прогнозовані параметри можуть бути оцінені.
- *Прозорість*: методика розрахунку та розрахунок економії повинна бути чітко визначена і не допускати двояких трактувань, а також бути доступні для всіх зацікавлених сторін.

Загалом в протоколі вимірювання та верифікації використовується 4 опції, що наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Варіанти розрахунку економії відповідно до Міжнародного протоколу вимірювання та верифікації

Опція	Засіб розрахунку економії	Типові приклади використання	Відповідність прийнятим нормативним актам України
A. Ізольована модернізація. Вимірювання основного параметра	Розрахунок за базовий та звітний періоди на основі короткострокового або довгострокового вимірювання одного або декількох параметрів	Модернізація системи освітлення. При цьому вимірюється потужність системи освітлення до та після впровадження і оцінюється період роботи	Не підпадає під дію нормативних актів в існуючій редакції
B. Ізольована модернізація. Вимірювання всіх параметрів	Розрахунок за базовий та звітний періоди на основі короткострокового або довгострокового вимірювання всіх параметрів, що впливають на енергоспоживання	Модернізація обладнання харчоблоків, при цьому вимірюється потужність та режим роботи встановленого обладнання, а також кількість порцій, що готувалися	Не підпадає під дію нормативних актів в існуючій редакції
C. Весь об'єкт	Аналізуються дані приладів обліку за базовий та звітний періоди для всього об'єкту або його частини[1]. Використовується регресійний аналіз	Заходи з повної або часткової термомодернізації. Встановлення індивідуальних теплових пунктів. Комплексна реконструкція систем освітлення	Загалом відповідає підходам, викладеним в нормативних документах, і може бути взята за основу
D. Еталонне моделювання. Економія визначається шляхом моделювання споживання енергетичних ресурсів	Будується модель енергоспоживання, що калібрується по існуючим даним	У випадках, коли протягом базового періоду були відсутні засоби обліку енергоспоживання	Аналогічний підхід запропонований в методиці визначення: базового рівня за умови недотримання санітарних ДСТУ Б А.2.2-122015. Окрім частини щодо калібрування моделі

[1] *Частиною об'єкту може бути окрема будівля, або ряд приміщень, по яким можливо визначити загальне енергоспоживання.*

Найбільш перспективним за існуючих умов та в рамках діючої нормативної бази є використання опції C, що дозволяє визначати економію з максимальним використанням існуючих вузлів обліку, та в разі необхідності, виокремлювати окремі частини об'єкту.

2. Характеристики об'єктів бюджетної сфери України з огляду на реалізацію механізмів енергосервісних контрактів

Протягом останніх років в Україні було проведено значну кількість енергетичних аудитів закладів бюджетної сфери, у тому числі в рамках проектів, що реалізовувалися за підтримки Агентства США із міжнародного розвитку USAID.

Аналіз результатів енергетичних аудитів дозволяє виявити наступні параметри будівель, що мають бути враховані під час виконання проектів в рамках енергосервісних договорів:

1. Найбільшу долю в енергобалансі та структурі витрат на енергоспоживання складають витрати на опалення.
2. Найрозповсюдженішими джерелами теплової енергії є:
   - системи централізованого теплопостачання (джерело: газові, твердопаливні котли, а також ТЕЦ);
   - індивідуальні газові котельні;
   - індивідуальні твердопаливні котельні.
   - індивідуальні електропалювальні прилади (електрокотли, електрорадіатори тощо).
3. Гаряче водопостачання забезпечується за рахунок:
   - централізованої системи теплопостачання з підігрівом в індивідуальному тепловому пунктів;
   - централізованої системи теплопостачання з підігрівом в центральному тепловому пункті;
   - індивідуальних електричних ємнісних та проточних електронагрівачів;
   - індивідуальних газових та твердопаливних котелень (в ряді випадків).

4. Наявні непоодинокі випадки відхилення від санітарних норм, зокрема щодо внутрішньої температури та повітрообміну. При цьому, документально засвідчених випадків – одиниці, що ускладнює можливість застосування базового рівня, вищого за фактичне енергоспоживання.
5. Наявні непоодинокі випадки відхилення показників освітленості на робочих місцях від нормативних, без належного документального оформлення.
6. Загальнобудинковий облік споживання електроенергії та води ведеться практично в усіх закладах бюджетної сфери.
7. Загальнобудинковий облік споживання теплової енергії або газу на потреби опалення ведеться в більшості закладів бюджетної сфери.
8. Облік споживання на потреби гарячого водопостачання – в більшій половині закладів.
9. В разі відсутності приладу обліку теплової енергії, нарахування здійснюються по договірним навантаженням, що в більшості випадків перевищують фактичне споживання на 30% - 50%.
10. Приготування їжі здійснюється безпосередньо на об'єктах.

11. Переважна більшість закладів не оснащені системами погодного та погодинного регулювання. А в ряді закладів, де такі системи встановлені, не проведено їх налаштування та не забезпечується ефективне регулювання.
12. Системи припливної вентиляції в переважній більшості закладів не працюють.
13. Для підвищення температури в середині приміщень персонал закладів користується електричними нагрівачами, що призводить до збільшення витрат на електроенергію. Потужність цих приладів ніде не декларується.

Перелік типових заходів з підвищення ефективності енергоспоживання бюджетної будівлі з техніко-економічними показниками наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Типовий перелік заходів з підвищення енергоефективності для бюджетної будівлі

ЕЕ Потенціал – Енергетичний Аудит*					
Дитячий навчальний заклад		**Кондиційована площа:**		**1944 м²**	
ЕЕ Заходи	**Інвестиції**	**Чиста економія**		**Окупність**	**NPVQ** [1]
	[грн]	**[кВтгод/рік]**	**[грн /рік]**	**[роки]**	
1 Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення	31.430	20.466	13.508	2,3	3,09
2 Впровадження дистанційної системи автоматичного збору даних про енергоспоживання	40.000	22.393	14.279	2,8	2,39
3 Організація циркуляції води в басейні з її водопідготовкою та встановлення сонячних колекторів для підігріву води в басейні та гарячого водопостачання	380.000	163.448	102.000	3,7	2,0
4 Реконструкція системи освітлення будівлі	150.000	29.308	29.388	5,1	1,19
5 Налагоджування системи автоматичного регулювання системи опалення та гарячого водопостачання будівлі (існуючої)	5.000	12.517	8.261	0,6	0,55
7 Модернізація внутрішньої системи опалення будівлі (заміна опалювальних приладів зі встановленням термостатичних клапанів)	418.625	71.781	44.375	8,8	0,18
8 Утеплення зовнішніх стін	721.240	100.757	66.500	10,8	0,14
Усього рентабельні ЕЕ заходи	**2.084.445**	**482 098**	**318.853**	**6,5**	**0,7**
9 Утеплення даху	817.275	49.058	32.378	25,2	-0,51
10 Утеплення цоколю	280.000	15.285	10.088	27,8	-0,55
11 Організація та реконструкція систем припливно-витяжної вентиляції в будівлі	530.969	25.632	16.917	31,4	-0,64
Всього по всім заходам	**3.712.689**	**572.092**	**378.236**	**9,8**	**0,13**

[1] В цінах 2013 року

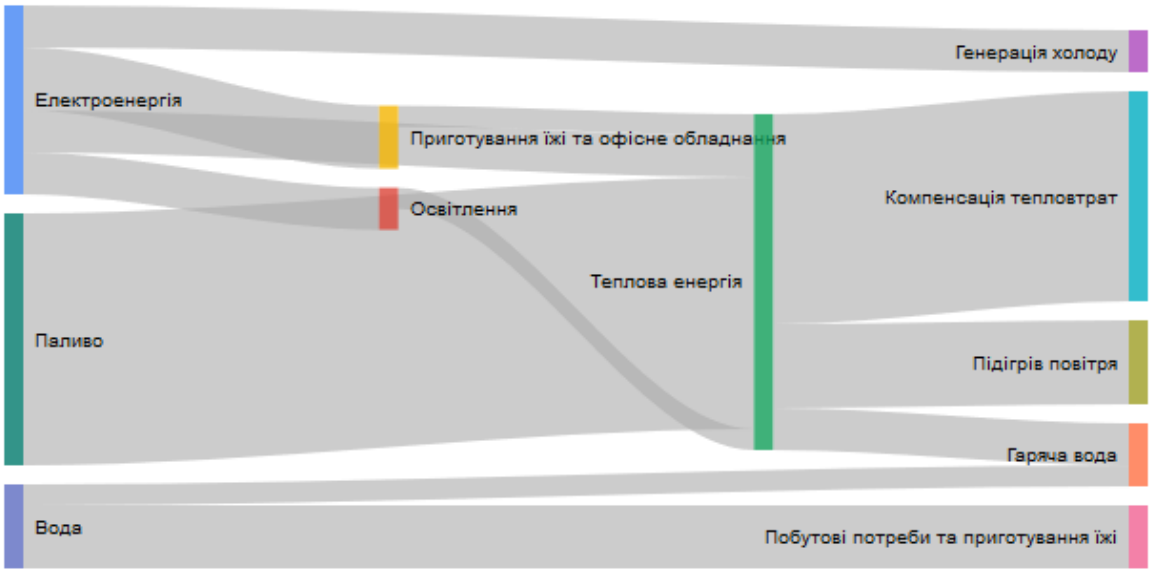

Рис. 2.1. Типові енергетичні потоки в бюджетному закладі

3. Аналіз існуючої нормативної бази України для реалізації енергосервісу в бюджетній сфері

Нормативно-правові акти, що наразі регламентують запровадження енергосервісу в Україні наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Діючі нормативно-правові акти щодо реалізації енергосервісу

№	Нормативний акт	Мета прийняття	Посилання
1	Закон України від 09.04.2015 №327-19 «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» *(далі – ЗУ про здійснення енергосервісу)*	Визначає основні положення закупівлі та впровадження енергосервісу	http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/327-19
2	Закон України від 09.04.2015 №328-19 «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»	Встановлює порядок взяття довгострокових зобов'язань за енергосервісом	http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/328-19
3	Постанова Кабінету Міністрів України від 21.10.2015 № 845 «Про затвердження Примірного енергосервісного договору»	Визначає зміст та основні положення енергосервісного договору	http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/845-2015-п
4	Наказ Міністерства фінансів України від 06.11.2015 р. № 996 «Про внесення зміни до економічної класифікації видатків бюджету»	Визначає код видатків для оплати енергосервісу	http://www.minfin.gov.ua/news/view/nakazi?category=aspekti-roboti

№	Нормативний акт	Мета прийняття	Посилання
5	ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»	Визначає базовий рівень енергоспоживання за умови недотримання санітарних умов	

3.1 Обмеження щодо реалізації механізму енергосервісу

До основних обмежень реалізації механізму енергосервісу можна віднести наступні:

- максимальний термін дії енергосервісного договору обмежений 10 роками, що не дозволить реалізовувати затратні та довгоокупні заходи, зокрема заходи з комплексної термосанації будівель;
- процедура визначення базового рівня енергоспоживання за умови недотримання санітарних норм в частині підтвердження факту недотримання санітарних умов ускладнена і обмежує можливість її застосування для закладів, де спостерігаються недотримання санітарних норм щодо перебування відвідувачів та персоналу, в першу чергу щодо температури, повітрообміну та освітленості.
- мінімальний рівень економії, що повинен бути досягнутий за умови відсутності вузла обліку теплової енергії до початку реалізації проекту, становить 30%, що з одного боку унеможливлює спекулювання у випадку встановлення лише вузла обліку, а з іншого – обмежує можливість брати участь у проекті закладам, де розрахункові нарахування відповідають фактичним показникам – так як само по собі встановлення приладу обліку не є енергоощадним закладом.
- процедура визначення базового рівня для об’єктів по яким недотримуються нормативні вимоги щодо умов перебування звужує перелік об’єктів, цікавих для енергосервісних компаній.

3.2 Аналіз примірного енергосервісного договору

В таблиці 3.2. наведено порівняльний аналіз окремих положень енергосервісного договору.

Таблиця 3.2. Порівняльна таблиця положень примірного енергосервісного договору. Пропозиції щодо корегування.

№	Існуючий варіант	Варіант, що пропонується	Коментарі
1	17. Замовник розглядає і погоджує (підписує) акт про виконання зобов'язань протягом трьох робочих днів з дня його надходження.	17. Замовник розглядає і погоджує (підписує) акт про виконання зобов'язань протягом **десяти робочих днів** з дня його надходження.	3 дні недостатньо для перевірки особливо якщо задіяно багато закладів, а у розпорядника недостатньо персоналу. Через відсутність часу можуть бути маніпуляції.
2	усунути своїми силами і за свій рахунок допущені недоліки та /або запровадити додаткові заходи енергосервісу для забезпечення дотримання умов договору або відшкодувати замовнику суму різниці між фактичним рівнем скорочення споживання та/або витрат на оплату відповідних паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг і рівнем скорочення, розрахованим на підставі умов договору, у разі, якщо фактичний щорічний рівень скорочення споживання та/або витрат на оплату відповідних паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг у результаті енергосервісу не відповідає умовам договору з вини виконавця;	за свій рахунок усунути допущені недоліки або запровадити додаткові заходи енергосервісу для забезпечення дотримання умов договору за погодженням з Замовником. За періоди, коли економія в натуральному виразі була нижче зазначеної в договорі, Виконавець додатково до частки, передбаченої договором, компенсує Замовнику, частину недотриманої Замовником економії, яка розраховується за формулою: Пк=(Еп – Еф) *Тф * К/100, де Пк – коригуючий платіж; Еп - плановий рівень економії в натуральних одиницях;	Ситуація. По договору виконавець мав би зекономити 1000 грн. З них 200 грн залишається у Замовника, а 800 грн забирає Виконавець. Якщо залишити пункт в початковій редакції, то може бути ситуація, коли зекономили 900 грн. при цьому Замовнику потрібно віддати 100. Хоча доцільніше було б розподілити наступним чином: 200 Замовнику (тобто Замовник не втрачає), 700 Виконавцю (це його ризик і якщо він за термін дії договору зекономив менше – то не повернув кошти). Пункт в вихідному вигляді може застосовуватися в якості штрафних санкцій за умови, коли економія відрізняється більше ніж на 10% від

№	Існуючий варіант	Варіант, що пропонується	Коментарі
		Тф – фактична вартість енергоресурсів чи послуг на період розрахунку; К - доля економії, що відповідно договору залишається в бюджеті (від 10 до 20%); Еф – фактична економія в натуральних одиницях, що була досягнута в розрахунковому періоді. Компенсація відбувається шляхом зменшення платежу Замовнику за енергосервіс. Періодом для проведення перерахунку є 12 місяців.	заявленої (щоб виключити недобросовісну конкуренцію під час подання пропозицій).
3	5) надати виконавцю право доступу на територію замовника протягом строку дії договору.	5) надати виконавцю право доступу на територію замовника та до встановленого обладнання протягом строку дії договору.	
4	Порядок коригування визначення та розрахунку результату здійснення енергосервісу у разі виникнення протягом дії договору змін у конструкції або площі, порядку або режиму роботи об'єкта, щодо якого здійснюється енергосервіс, наведено у додатку 7.		Зважаючи на велику кількість зауважень по додатку 7 вони будуть розглянуті окремо.
5	13. Розрахунки за договором здійснюються до _____ числа наступного місяця, <u>що передує розрахунковому періоду.</u>	13. Розрахунки за договором здійснюються до _____ числа наступного місяця <u>після розрахункового періоду.</u>	Уточнене формулювання.

Також не вказана (в варіанті, розміщеному на сайті Мінрегіонбуду) процедура перерахунку (балансуючий платіж) в разі відхилення фактичної економії від планової в кінці року (при помісячних розрахунках). При цьому економія в окремих місяцях по об'єктивних причинах може бути як значно вище так і значно нижче за відсоток річної економії.

Окрім того, бажано враховувати за згодою сторін наступні позиції:

На захист виконавця:

- «Все віддільне обладнання залишається у власності виконавця і може бути демонтовано (за умови продовження нормального функціонування об'єкту), якщо порушуються умови договору з боку Замовника;
- «ВИКОНАВЕЦЬ звільняється від ризиків понесення збитків, у випадку якщо планові показники економії енергетичних ресурсів не були досягнуті з причин, що залежать від ЗАМОВНИКА. До таких причин належать: порушення режимів роботи та експлуатації об'єкта; порушення режимів роботи та експлуатації обладнання; зміни приладів обліку енергії; збільшення площі об'єктів; зміна призначення приміщень об'єктів, у тому числі їх здача в оренду; підключення додаткових споживачів; значне збільшення (більше 15 % від існуючої на момент підписання Договору кількості) кількості працюючого персоналу та відвідувачів об'єктів; заміна або модернізації існуючого обладнання на більш енергоємне».

ЗАМОВНИК повинен надавати інформацію ВИКОНАВЦЮ щодо встановлення нового обладнання, що може спричинити збільшення витрат енергетичних ресурсів, а також забезпечувати доступ спеціалістів ВИКОНАВЦЯ на об'єкт для контролю за режимами роботи закладу та можливість встановлення реєстраторів параметрів, що впливають на величину енергоспоживання.

В разі виникнення подібних відхилень – формується протокол, де фіксуються всі відхилення, що в подальшому буде використано для визначення фактичної величини економії.

Таблиця 3.3. Аналіз додатку 7 до примірного енергосервісного договору

№	Існуюча редакція	Пропонована редакція	Коментарі
1	Чинники (порівняльні умови), що впливають на обсяг споживання. 1. Теплової енергії: ▪ зміна погодних умов; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи. 2. Електричної енергії: ▪ зміна погодних умов; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи; ▪ зміна складу, кількості або потужності енергоспоживчого обладнання.	Чинники (порівняльні умови), що впливають на обсяг споживання. 1. Теплової енергії: ▪ зміна погодних умов; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи. 2. Електричної енергії: ▪ зміна погодних умов; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи; ▪ зміна складу, кількості або потужності енергоспоживчого обладнання.	Погодні умови на споживання води, особливо холодної не впливають в такій мірі, щоб це враховувати в методиці. Відповідно подальші формули необхідно скорегувати.

№	Існуюча редакція	Пропонована редакція	Коментарі
	3. Споживання води (гаряча вода/ централізоване постачання гарячої води; холодна вода/централізоване водопостачання): ▪ ***зміна погодних умов***; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи.	3. Споживання води (гаряча вода/ централізоване постачання гарячої води; холодна вода/централізоване водопостачання): ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ зміна призначення приміщення (приміщень) установи	
3	Значення $t_{вн}$ приймається за рівну мінімальну з допустимих показників температур, наведених у ***ДБН-В.2.6-31:2006*** і санітарних нормах на відповідні будівлі або приміщення Замовника.	Значення $t_{вн}$ приймається за рівну мінімальну з допустимих показників температур, наведених у санітарних нормах на відповідні будівлі або приміщення Замовника.	Значення в санітарних нормах і в зазначеному ДБН значно відрізняються. При цьому більш точними є санітарні норми.
4	$t^{баз}_{зовн}$ - ***середньодобова*** температура зовнішнього повітря за опалювальний період року, за яким визначався базовий обсяг споживання (°С); $t^{i}_{зовн}$ - ***середньодобова*** температура зовнішнього повітря за опалювальний період у розрахунковому періоді (°С).	$t^{баз}_{зовн}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період року, за яким визначався базовий обсяг споживання (°С); $t^{i}_{зовн}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період у розрахунковому періоді (°С).	Визначення середньодобова передбачає якусь конкретну добу. При цьому зважаючи, що у нас виплати і розрахунки мають проводитись щомісячно – бажано б ввести в формулу дані по конкретному місяцю.
5	У разі якщо на обсяг споживання теплової енергії об'єктів замовника, що підключені до систем централізованого теплопостачання, в розрахунковому періоді вплинула зміна режиму роботи, то для приведення обсягу споживання теплової енергії у розрахунковому періоді в порівнянні умови до його значення застосовується поправочний коефіцієнт $K^{i,r}_{t,r}$, що відображає вплив зміни погодних умов та режиму роботи замовника на обсяг		Формула не відображає випадків зміни тривалості опалювального сезону.

№	Існуюча редакція	Пропонована редакція	Коментарі
	споживання теплової енергії у розрахунковому періоді. Розрахунок поправочного коефіцієнта $K^i_{t,r}$ здійснюється виконавцем за такою формулою: $K^i_{t,r} = D^i_1 \times k^i_t + (1 - D^i_1) \times k^i_r$, (5)		
6	Для приведення обсягів споживання електричної енергії у розрахунковому періоді в порівняльні умови замовником та виконавцем за цим договором враховуються такі чинники: ▪ зміна складу, кількості або потужності енергоспоживчого обладнання; ▪ зміна режиму роботи установи; ▪ **зміна погодних умов.**		Якщо не використовувати електро-опалення, то зміна погодних умов практично не позначається на використанні електроенергії. Тобто це повинен бути виключний випадок. Також зміна потужності дуже складно відслідковуються в загальному енергоспоживанні так як на це впливає ще й час роботи.
7	Розрахунок поправочного коефіцієнта K^i_f для випадків, зазначених у пункті 5 або 6 цього Порядку, здійснюється за такими формулами відповідно: $K^i_f = \frac{S_f \times K^i_{t,f} + (S - S_f) \times K^i_t}{S}$ або $K^i_f = \frac{S_f \times K^i_{t,r,f} + (S - S_f) \times K^i_{t,r}}{S}$ (12) де S_f - площа опалювального приміщення (приміщень) об'єктів замовника, призначення якого (яких) змінюється в розрахунковий період (кв. м); $K^i_{t,f}$ - поправочний коефіцієнт, що відображає вплив зміни погодних умов на обсяг споживання електричної		Площа не напряму впливає на енергоспоживання. Навіть якщо буде встановлюватися нове освітлення в новому корпусі, то воно буде більш ефективне (згідно нових норм) ніж було досі

№	Існуюча редакція	Пропонована редакція	Коментарі
	енергії у розрахунковому періоді, що застосовується до площі опалювального приміщення (приміщень) об'єктів замовника, призначення якого (яких) змінюється в розрахунковий період.		
8	13. У разі якщо об'єкти замовника підключені ***до децентралізованих систем теплопостачання, і вироблення теплової енергії на цілі опалення та вентиляції здійснюється*** на джерелі децентралізованого теплопостачання ***за рахунок споживання холодної води***, то для приведення обсягу споживання холодної води у розрахунковому періоді в порівнянні умови до його значення застосовується поправочний коефіцієнт K^{i}_{t}, ***що відображає вплив зміни погодних умов на обсяг споживання холодної води у розрахунковому періоді.***		Теплова енергія не може вироблятися для опалення та гарячого водопостачання за рахунок споживання холодної води.

Загальні висновки по додатку 7:

Більш ефективним та точним під час коригування показників економії, в залежності від змінних умов, повинні бути окремі процедури вимірювання та верифікації для типових енергоефективних заходів, що з однієї сторони зменшило б кількість вимірювань та розрахунків, а з іншого – підвищило б точність їх виконання з огляду на специфіку реалізації тих чи інших заходів.

Також це дозволило б передбачити варіанти використання різних джерел енергії для опалення та гарячого водопостачання (твердопаливні та газові котельні, теплові насоси тощо), по яким повинні враховуватися додаткові чинники як наприклад калорійність палива, коефіцієнт корисної дії, тощо.

3.3 Аналіз методики розрахунку базових рівнів енергоспоживання за умови недотримання в закладі санітарних норм

Розрахунок базового рівня енергоспоживання, для закладів, в яких реалізовується енергосервіс і в яких зафіксовано недотримання санітарних норм, здійснюється у відповідності до **ДСТУ Б А.2.2-12:2015 "Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні".**

Для перевірки можливості та ефективності використання зазначеної методики було проведено відповідний розрахунок для однієї з бюджетних будівель (Додаток 1). Основні висновки, за результатами проведеного розрахунку наступні:

1. Методика є достатньо трудомістка та потребує значного часу як на виконання розрахунків, так і на подальшу верифікацію.
2. Ряд коефіцієнтів та припущень в методиці можуть значно впливати на показники базового рівня енергоспоживання, відсоток відхилень може становити 10% та більше, і в ряді випадків завищувати потенційну економію.
3. В методиці дуже добре відпрацьовані питання огороджувальних конструкцій, при цьому інженерні системи в більшості прораховуються по узагальненим показникам (приклади наведені в Додатку 2).
4. Дуже спрощено проводиться розрахунок потреб енергії на освітлення, що може впливати на об'єктивність розрахунків.
5. Методика не відповідає критеріям «прозорості» протоколу вимірювання та верифікації з огляду на складність проведення перевірки правильності розрахунків економії.

4. Орієнтовний перелік заходів з підвищення ефективності використання енергоносіїв

Виходячи з наведених вище обмежень та результатів проведених енергетичних аудитів, можна визначити перелік типових заходів з підвищення енергоефективності, що можуть реалізовуватись на об'єктах у відповідності до діючої нормативної бази.

Таблиця 4.1. Перелік типових заходів з підвищення енергоефективності

№	Захід	Ресурси, що економляться	Орієнтовний відсоток економії *	Пропозиції по вимірюванню та верифікації (показники, що мають фіксуватися)
1	Налаштування інженерних систем (ІТП, балансування, водопостачання) та впровадження системи моніторингу енергоспоживання	Теплова енергія та паливо, вода. Електроенергія – в меншому ступені.	10-20%	Вимірювання споживання теплової та електричної енергії, води до та після реалізації проекту, та фіксація внутрішньої та зовнішньої температури (для заходів, пов'язаних з опаленням)
2	Встановлення погодного регулювання теплоспоживання	Теплова енергія	10-20%	Вимірювання споживання теплової та електричної (для врахування можливого використання електроопалення) енергії до та після реалізації проекту, фіксація внутрішньої та зовнішньої температури
3	Модернізація системи освітлення з заміною	Електроенергія	50-80%	Вимірювання споживання електричної енергії до та

№	Захід	Ресурси, що економляться	Орієнтовний відсоток економії *	Пропозиції по вимірюванню та верифікації (показники, що мають фіксуватися)
	ламп та/або впровадженням систем управління			після реалізації проекту, фіксація рівня освітленості, фіксація кількості годин роботи закладу
4	Використання електропідігріву на потреби гарячого водопостачання та опалення по нічному тарифу	Теплова енергія, паливо	30-60%	Вимірювання споживання електричної та теплової енергії (палива) до та після реалізації проекту. В разі використання електроопалення – фіксація зовнішньої та внутрішньої температур
5	Заміна модернізація обладнання харчоблоків	Електроенергія	5-30%	Вимірювання споживання електричної енергії до та після реалізації заходів, фіксація кількості приготованих порцій
6	Заміна/модернізація теплогенераторів (котлів)	Паливо	5-10%	Фіксація витрат палива до та після реалізації заходів, фіксація зовнішньої та внутрішньої температур, фіксація калорійності палива.
7	Модернізація системи опалення (утеплення трубопроводів, балансування системи, встановлення терморегуляторів)	Теплова енергія (паливо)	5-10%	Фіксація витрат електричної та теплової енергії (палива), зовнішньої та внутрішньої температури до та після реалізації проекту
8	Підвищення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій (часткове або повне)	Теплова енергія (паливо)	40-50%	Фіксація витрат теплової енергії (палива), зовнішньої та внутрішньої температури до та після реалізації проекту

* При впровадженні одночасно декількох заходів відсотки, як правило, не додаються.

Для підвищення точності розрахунків економії можуть бути встановлені додаткові прилади обліку енергетичних ресурсів, що повинні пройти метрологічну повірку в установленому порядку та бути опломбованими представниками Замовника та Виконавця.

5. Аналіз процедури здійснення енергосервісу відповідно до діючих нормативних документів

5.1 Учасники енергосервісу:

Основними учасниками реалізації енергоефективних проектів в рамках енергосервісу є:

- Ініціатор і Замовник енергосервісу – розпорядник бюджетних коштів (управління освіти; окремий заклад, якщо він є юридичною особою);
- Учасник процедури закупівлі енергосервісу – компанія, що виявили зацікавленість взяти участь у конкурсних торгах на енергосервіс;
- Виконавець енергосервісу – компанія переможець конкурсних торгів;
- Суб'єкт, відповідальний за подання на погодження істотних умов енергосервісного договору – Головні розпорядники бюджетних коштів;
- Суб'єкт, відповідальний за погодження істотних умов енергосервісного договору – місцевий фінансовий орган (управління фінансів);
- Суб'єкт, відповідальний за затвердження істотних умов енергосервісного договору – відповідна місцева рада.

Таблиця 5.1. Дорожня карта енергосервісу

№	Етап	Учасники етапу	Результати етапу	Примітки
1	Визначення об'єкту щодо якого планується проведення енергосервісу	Замовник енергосервісу	Об'єкт із необхідною інформацією про нього	Інформація про об'єкт має містити основні конструктивні та енергетичні характеристики будівлі. Орієнтовний перелік такої інформації наведено у додатку 2 до затвердженого КМУ Примірного енергосервісного договору.
2	Оголошення про проведення процедури закупівлі енергосервісу	Замовник енергосервісу	Документація конкурсних торгів та відповідне оголошення	Здійснюється у відповідності до ЗУ «Про здійснення державних закупівель» із врахуванням особливостей ЗУ про здійснення енергосервісу.
3	Розробка пропозицій учасників процедури закупівлі	Учасники процедури закупівлі	Пропозиції конкурсних торгів	Із описом необхідних основних положень, що мають бути представлені в пропозиціях
4	Оцінка пропозицій учасників процедури закупівлі	Замовник енергосервісу	Акцепт пропозицій	Основним критерієм оцінки є показник ефективності енергосервісного договору (чиста приведена вартість, NPV)
5	Визначення та подання на	Виконавець енергосервісу	Проект енергосервісного	Істотні умови енергосервісного договору

№	Етап	Учасники етапу	Результати етапу	Примітки
	погодження істотних умов енергосервісного договору	, Замовник енергосервісу , Головний розпорядник бюджетних коштів	договору із істотними умовами	визначені ЗУ про здійснення енергосервісу; примірний енергосервісний договір затверджений Постановою КМУ. Подання на погодження істотних умов договору здійснюють Головні розпорядники бюджетних коштів
6	Погодження істотних умов енергосервісного договору	Місцевий фінансовий орган	Лист погодження	Строк розгляду для прийняття рішення щодо погодження або відмови у погодженні не перевищує 3 робочих днів з дати отримання відповідних пропозицій
7	Затвердження істотних умов енергосервісного договору	Міськрада	Рішення ради	Письмове повідомлення про затвердження або про вмотивовану відмову надається у строк, що не перевищує 10 робочих днів з дати отримання відповідних пропозицій
8	Укладання енергосервісного договору	Виконавець енергосервісу , Замовник енергосервісу	Енергосервісний договір	Договір укладається на період не більше 10 років та за ціною, порядок визначення якої наведено в цьому розділі
9	Взяття довгострокових зобов'язань за енергосервісом	Замовник енергосервісу	Довгострокове бюджетне зобов'язання	Зобов'язання у межах суми скорочення видатків на оплату енергоносіїв (порівняно з видатками, які були б здійснені за відсутності енергосервісу), у відповідності до умов договору енергосервісу
10	Планування видатків на оплату енергосервісу на відповідний бюджетний період	Замовник енергосервісу	Зведений кошторис на відповідний рік	Видатки на оплату енергосервісу відображається по коду «2276». Обсяг видатків встановлюється у сумі, визначеній згідно з умовами договору енергосервісу, у межах скорочення видатків на енергоносії виходячи з цін (тарифів), очікуваних у бюджетному періоді, на який встановлюються бюджетні призначення
11	Здійснення енергосервісу та	Виконавець енергосервісу	Акт про рівень скорочення	У відповідності до порядку розрахунку рівня скорочення

№	Етап	Учасники етапу	Результати етапу	Примітки
	визначення фактичного рівня скорочення споживання енергоносіїв і видатків на їх оплату за звітний період		споживання і видатків на їх оплату	обсягів споживання енергоносіїв і видатків на їх оплату
12	Якщо задекларована економія не досягнута – усунення недоліків або запровадження додаткових заходів енергосервісу	Виконавець енергосервісу	Акт про причини недосягнення економії та шляхи їх виправлення	У іншому випадку, Виконавець має відшкодувати Замовнику суму різниці між фактичним рівнем скорочення і рівнем скорочення, розрахованим на підставі умов енергосервісного договору.
13	Перерозподіл бюджетних асигнувань	Замовник енергосервісу, Головний розпорядник бюджетних коштів	Пропозицій щодо внесення змін до розпису бюджету та кошторису	Здійснюється, у разі якщо у звітному періоді фактичне скорочення зазначених видатків менше або перевищує заплановане
14	Набуття довгостроковим зобов'язанням за енергосервісом статусу бюджетного зобов'язання	Замовник енергосервісу	Бюджетне зобов'язання	Здійснюється на підставі документального підтвердження скорочення обсягів споживання енергоносіїв і видатків на їх оплату
15	Здійснення оплати енергосервісу	Замовник енергосервісу, Виконавець енергосервісу	Платіжний документ	-

5.2 Характеристика етапів реалізації енергосервісу

5.2.1. Етап 1: Визначення об'єкту щодо якого планується проведення енергосервісу

Об'єкт енергосервісу: бюджетний заклад – школа, садок, лікарня, що має потенціал для скорочення енергоспоживання.

Замовник енергосервісу має надати якомога більше інформації про об'єкт, щодо якого здійснюється закупівля енергосервісу, включаючи обладнання, що використовується на об'єкті для постачання і споживання паливно-енергетичних ресурсів, технічні паспорти, специфікації, плани, креслення, рисунки, технічні та якісні характеристики, результати енергетичного аудиту. Інша інформація наведена у додатку 2 до Примірного енергосервісного договору.

Приклад: Об'єкт енергосервісу: Дошкільний навчальний заклад

Таблиця 5.2. Основна інформація по будівлі

Назва проекту / будівлі / об'єкту / адреса	Дитячий садок
Тип будівлі (житло, лікарня і т.п.):	Дошкільний навчальний заклад
Рік зведення:	1999
Дата останнього ремонту/реконструкції%	Капітальний ремонт огороджуючи конструкцій не проводився
Графік роботи:	12 год/добу
Кількість відвідувачів:	340 чоловік

Зовнішні стіни з кермзитобетоних панелей товщиною 0,35 м ззовні вкриті облицювальною шаром керамічної плитки, без ізоляції. Огороджувальні стіни будівлі в незадовільному стані, характерним є недостатній рівень теплозахисту огороджувальних конструкцій та невідповідність значення питомих витрат теплової енергії діючим та перспективним нормам (коефіцієнт теплопередачі U =1,1 Вт/м^{2}К).

Вікна з подвійним склінням у дерев'яних та алюмінієвиї спарених рамах в незадовільному стані, в яких спостерігаються нещільності між рамою та склом (коефіцієнт теплопередачі U =2,2 Вт/м^{2}К). Дах плаский, знаходиться безпосередньо над опалювальними приміщеннями. Перекриття виконано з залізобетонної багатопустотної панелі товщиною 0,22 м та ззовні вкрито шаром гравію (150 мм) та подвійним шаром гідроізоляції – руберойдом (коефіцієнт теплопередачі U =0,5 Вт/м^{2}К).

Таблиця 5.3. Геометричні характеристики будівлі

Показник	Значення	Одиниці виміру
Площа забудови	4 434	м^2
Кількість поверхів	3	поверхи
Опалювальна площа	2 664	м^2
Площа стін	2025	м^2
Площа вікон	517	м^2
Площа даху	1498	м^2

Система опалення однотрубна, подача теплоносія від центрального теплового пункту через елеваторний вузол. Облік теплової енергії: наявний тепловий лічильник системи опалення. Система автоматичного погодного та погодинного регулювання споживання теплової енергії відсутня, що призводить до значних перевитрат теплової енергії та погіршення санітарних умов в приміщеннях закладу.

Базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів: у відповідності до Закону, базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів – це усереднене значення обсягів річного споживання паливно-енергетичних ресурсів за три роки, що передують року, в якому здійснюється закупівля енергосервісу;

Таблиця 5.4. Базовий рівень споживання теплової енергії об'єктом енергосервісу

Показник	Значення	Одиниці виміру
Теплоспоживання за 2012 рік	598,05	Гкал/рік
Теплоспоживання за 2013 рік	641,92	Гкал/рік
Теплоспоживання за 2014 рік	656,82	Гкал/рік
Усереднене за три роки	**632,26**	**Гкал/рік**

Примітка: *Якщо на об'єкті Замовником або Учасником процедури закупівлі виявлено недотримання повітряно-теплового режиму, рівня освітлення, інших вимог утримання будівель (!!! але порядок фіксації недотримання норм Законом не встановлено) базовий річний рівень визначається відповідно до спеціальної методології. Наразі, у якості такої методології використовується ДСТУ Б А.2.2-12:2015 "Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні".*

В документації конкурсних торгів базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів також вказується у грошовій формі за цінами (тарифами) на дату оголошення про проведення процедури закупівлі:

- Дата оголошення про проведення процедури закупівлі: 01.12.2015 року
- Діючий тариф на теплову енергію: 1503,40 грн/Гкал, відповідно до Постанови НКРЕКП від 29.10.2015 № 2690

Таблиця 5.5. Базовий рівень споживання теплової енергії об'єктом енергосервісу

Вид паливно-енергетичних ресурсів	Базовий рівень споживання у натуральних показниках		Ціни (тарифи)		Базовий рівень споживання у грошовій формі, тис. гривень
	одиниця виміру	значення	одиниця виміру	значення	
Теплова енергія	Гкал на рік	632,26	гривень/Гкал	1503,40	950

5.2.2. Етап 2: Оголошення про проведення процедури закупівлі енергосервісу

Документація конкурсних торгів готується у відповідності до документації, встановленої частиною другою статті 22, частиною третьою статті 38 та інформації, передбаченої частиною першою статті 39 Закону України «Про здійснення державних закупівель», окрім інформації передбаченої пунктами 3, 4, 5, 6 і 8 частини другої статті 22, пунктами 4-7 частини третьої статті 38 та абзацами 6, 7 і 9 частини першої статті 39. Додатково надається інформація про об'єкт енергосервісу, його базовий рівень та вимоги про зазначення учасником процедури закупівлі деяких положень енергосервісу.

Слід звернути увагу, що у документації не зазначається будь-яка інформація про технічні та якісні характеристики предмета закупівлі, строків поставок, ціни закупівель.

5.2.3. Етап 3: Розробка пропозицій учасників процедури закупівлі

Компанія Учасник процедури закупівлі енергосервісу, оцінює потенціал енергозбереження в закладі, розглядає можливі варіанти енергоефективних заходів, розраховує їх економічну доцільність та визначає ті, що будуть включені до енергосервісу.

Орієнтуючись на показники рівня економії і окупності визначених заходів, Учасник визначає:

- ***щорічне скорочення витрат Замовника енергосервісу:*** скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з базовим рівнем споживання помножене на ціни (тарифи) на дату оголошення про проведення процедури закупівлі. Чим вищий рівень економії енергоносіїв, що буде досягнутий за рахунок енергосервісу, тим вірогідніше, що пропозиція буде переможною.
- ***щорічні платежі Учаснику процедури закупівлі:*** має становити **не менше 80 % та не більше 90 %** суми щорічного скорочення витрат замовника. Чим

більший % економії залишається у Замовника, тим вірогідніше, що пропозиція буде переможною. Тому Учасник має оцінити рентабельність, яку він отримає від запропонованого проекту та яку економію він може залишити у розпорядженні Замовника – 10-20%.

- ***строк енергосервісного договору:*** не може перевищувати **10 років**. Чим менший строк енергосервісного договору, тим вірогідніше, що пропозиція буде переможною. Тому Учасник має оцінити окупність запропонованого проекту та визначити, на який строк він готовий укладати договір.

Отже, Учасник процедури закупівлі має на меті запропонувати заходи, що дозволять забезпечити якомога вищий рівень скорочення витрат на оплату енергоносіїв, при найкоротшому періоді отримання платежів від Замовника:

- Дата оголошення про проведення процедури закупівлі: 01.12.2015 року
- Діючий тариф на теплову енергію: **1503,40 грн/Гкал**, відповідно до Постанови НКРЕКП від 29.10.2015 №2690
- Пропонується захід із встановлення модульного індивідуального теплового пункту (МІТП), що дозволяє досягти скорочення рівня споживання теплової енергії на **15%**;

Таблиця 5.6. Розмір скорочення витрат

Відсотків, %	у натуральному виразі, Гкал/рік	у грошовому виразі, тис грн/рік
15	15% · 632,26 = 95 Гкал/рік	95·1503,40/1000 = 142 тис. грн

- Учасник готовий укласти енергосервісний договір строком **на 5 років**, і одержувати 80% від досягнутого рівня скорочення витрат на оплату енергоносіїв, що буде досягнута за рахунок енергосервісу;

Таблиця 5.7. Розмір платежу Учаснику

Відсотків, %	у грошовому виразі, тис грн/рік
80%	80%·142 тис. грн =114 тис. грн

5.2.4. Етап 4: Оцінка пропозицій учасників процедури закупівлі

Основним критерієм оцінки пропозицій учасників процедури закупівлі для визначення найбільш економічно вигідної пропозиції є показник ефективності енергосервісного договору (чиста приведена вартість, NPV).

У відповідності до Закону, **NPV** визначається як сумарне за двадцятирічний період з дати оголошення про проведення процедури закупівлі енергосервісу значення дисконтованих різниць між щорічними скороченнями витрат замовника та щорічними платежами учаснику процедури закупівлі. Дисконтування здійснюється на розмір облікової ставки Національного банку України, що діяла на дату оголошення про проведення процедури закупівлі енергосервісу».

При цьому, коефіцієнт дисконтування визначається за формулою:

$$k_r = \frac{1}{(1+r)^t}$$

де r – ставка дисконтування грошових потоків; t – рік для якого визначається коефіцієнт дисконтування.

Питома вага критерію "показник ефективності енергосервісного договору (чиста приведена вартість)" не може бути нижчою за **75 %**.

Тому, переможною буде пропозиція, що має найбільше значення NPV. Приклад визначення Виконавця енергосервісу наведений нижче:

- розмір облікової ставки Національного банку України на дату оголошення про проведення процедури закупівлі енергосервісу (ставка дисконтування) – 22%;
- розмір скорочення витрат Замовника – 142 тис. грн;
- розмір платежу Учаснику – 114 тис. грн
- строк енергосервісного договору – 5 років;

Таблиця 5.8. Грошовий потік

Рік	Скорочення витрат Замовника	Платіж Учаснику	Різниця	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований грошовий потік (ДГП)
1	142	114	28	0,82	23,0
2	142	114	28	0,67	18,8
3	142	114	28	0,55	15,4
4	142	114	28	0,45	12,6
5	142	114	28	0,37	10,4
6	142	0	142	0,3	42,6
7	142	0	142	0,25	35,5
8	142	0	142	0,2	28,4
9	142	0	142	0,17	24,1
10	142	0	142	0,14	19,9
11	142	0	142	0,11	15,6
12	142	0	142	0,09	12,8
13	142	0	142	0,08	11,4
14	142	0	142	0,06	8,5
15	142	0	142	0,05	7,1
16	142	0	142	0,04	5,7
17	142	0	142	0,03	4,3
18	142	0	142	0,03	4,3
19	142	0	142	0,02	2,8
20	142	0	142	0,02	2,8
NPV= ∑ ДГП					**307 тис. грн**

Примітка: *потребує додаткового врегулювання питання щодо врахування терміну корисної експлуатації інженерних систем, встановлених в рамках енергосервісу і його відображення у 20-річному грошовому потоці. Так, наприклад, ІТП без додаткового ремонту може експлуатуватися 7-15 років, тому доцільно відобразити зменшення рівня скорочення витрат у грошовому потоці. Але Законом зазначений порядок не визначено.*

5.2.5. Етап 8: Укладання енергосервісного договору

Договір укладається за ціною, що дорівнює сумі скорочення витрат Замовника енергосервісу на оплату паливно-енергетичних ресурсів, порівняно з витратами, що

були б здійснені за відсутності енергосервісу, яка має бути забезпечена виконавцем енергосервісу за весь строк дії енергосервісного договору, з урахуванням фіксованого відсотка суми скорочення витрат замовника енергосервісу на оплату відповідних паливно-енергетичних ресурсів, що підлягає до сплати виконавцю енергосервісу.

Ціна енергосервісного договору: визначається, як сума платежів Виконавцю енергосервісу за весь строк дії енергосервісного договору.

Σ = 114 тис. грн · 5 років = 570 тис. грн

5.2.6. Етап 11: Визначення фактичного рівня скорочення споживання енергоносіїв і видатків на їх оплату за звітний період

Щорічний платіж визначається як сума платежів за розрахункові періоди. Платіж за розрахунковий період визначається за формулою:

$$P_n = B \cdot (БР_n - ФР_n) \cdot T_n$$

де *n* – розрахунковий період; *В* – значення відсотка суми щорічного скорочення витрат Замовника, що підлягає сплаті Виконавцю. *БРn* – базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів в натуральних показниках за відповідний розрахунковий період; *ФРn* – фактичний рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів в натуральних показниках за відповідний розрахунковий період, зафіксований приладами обліку; *Тn* — ціна (тариф) на паливно-енергетичні ресурси, що діє на кінець відповідного розрахункового періоду.

- n = 1 рік
- В = 80%;
- БРn = 635,00 Гкал
- ФРn = 540,00 Гкал
- Тn =1550 грн/Гкал

$$P_n = \frac{0{,}8 \cdot (635 - 540) \cdot 1550}{1000} = 117\ тис.грн.$$

У разі якщо у звітному періоді фактичне скорочення витрат:

- менше запланованого рівня по енергосервісному договору – Замовник забезпечує перерозподіл бюджетних асигнувань для зменшення видатків на оплату енергосервісу та збільшення видатків на оплату енергоносіїв на суму різниці між фактичним і запланованим зменшенням зазначених видатків. При цьому, Виконавець має забезпечити усунення недоліків, що призвели до недоотримання економії або відшкодувати Замовнику суму різниці між фактичним рівнем скорочення і рівнем скорочення, розрахованим на підставі умов енергосервісного договору;

- перевищує запланований рівень – Замовник забезпечує перерозподіл бюджетних асигнувань для збільшення видатків на оплату енергосервісу та/або інших видатків у пропорціях, визначених договором енергосервісу і зменшення видатків на оплату енергоносіїв.

Необхідно врахувати, що енергосервісний договір припиняється достроково у разі, якщо сукупна сума виплат, здійснених на користь Виконавця за енергосервісним договором, досягла Ціни енергосервісного договору. Тобто, за умови, що фактичне скорочення видатків буде перевищувати задекларований у енергосервісному договорів рівень (наприклад за рахунок зростання тарифів на енергоносії), енергосервісна компанія може отримувати платежі більші ніж передбачалося, але договір у такому випадку припиняється достроково.

6. Приклади розрахунку економії (планів вимірювання та верифікації) для найбільш поширених енергоефективних заходів в рамках діючих обмежень

6.1 Встановлення індивідуальних теплових пунктів, часткова модернізація системи опалення, налаштування системи опалення, впровадження енергоменеджменту в частині споживання теплової енергії

На споживання теплової енергії (або палива для системи опалення) суттєвий вплив має зовнішня температура. При цьому для покриття дефіциту теплової енергії може використовуватися електрична енергія, вартість одиниці тепла від якої вища ніж від інших джерел. Тому для запобігання перевитрат коштів на догрівання приміщень системами електрообгріву, доцільно забезпечити контроль за споживанням електричної енергії.

Таблиця 6.1. Характеристика параметрів, що фіксуються

№	Параметр	Джерело інформації (до реалізації)	Джерело інформації (після реалізації)	Примітка
1	Теплоспожи-вання	Помісячні рахунки за теплову енергію	Показники теплолічильника з врахуванням втрат в мережі (якщо це передбачено в договорі)	
2	Зовнішня температура	Гідрометцентр України	Гідрометцентр України	
3	Внутрішня температура	-	Температурні логери в середині приміщення	Для уникнення випадків економії за рахунок погіршення комфорту
4	Електроенергія	Помісячні рахунки за електроенергію	Показники електролічильників	Для уникнення випадків догрівання електроенергії
5	Кількість днів роботи системи опалення	Накази про початок/закінчення опалювального сезону, наряди на включення	Показники теплолічильника	

Період вимірювання та верифікації: 1 місяць.

Контрольний період по визначенню економії: завершення опалювального сезону, або 1 рік.

З огляду на те, що повний цикл від мінімального до максимального енергоспоживання становить 6 місяців (від початку до закінчення опалювального сезону) – доцільно по результатам закінчення опалювального сезону проводити розрахунок економії. Так як, в ряді випадків окупність по зазначеним заходам становить від 1 до декількох місяців, що дозволяє скоротити період енергосервісу, рекомендується розраховувати економію щомісячно. Це додатково дозволить вчасно виявити випадки перевитрат та провести коригувальні дії.

Розрахунок базового енергоспоживання:

Таблиця 6.2. Теплоспоживання, Гкал

Рік	Місяць												**За рік**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	72,0	61,2	60,8	28,3						13,6	22,1	64,5	**322,4**
2	81,2	72,1	62,1	18,6						24,4	30,0	67,5	**355,7**
3	70,1	71,6	65,5	29,9						27,2	57,2	61,4	**382,9**
Середнє	**74,4**	**68,3**	**62,8**	**25,6**						**21,7**	**36,4**	**64,4**	**353,7**

Таблиця 6.3. Дні роботи системи опалення

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	31	28	31	15						15	30	31	181,0
2	31	28	31	10						11	30	31	172,0
3	31	28	31	16						17	30	31	184,0
Середнє	**31**	**28**	**31**	**13,7**						**14,3**	**30**	**31**	**179,0**

Таблиця 6.4. Температура зовнішнього повітря, ^{0}C

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-3,3	-1,7	2,3	10,0						6,8	4,7	-3,2	2,2
2	-8,8	-3,3	1,4	10,2						6,3	8,0	-4,2	1,4
3	-2,4	-6,1	1,5	7,0						4,7	2,4	2,2	1,3
Середнє	**-4,8**	**-3,7**	**1,7**	**9,1**						**5,9**	**5,0**	**-1,7**	**1,6**

Таблиця 6.5. Споживання електроенергії, кВт-год

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	6 000	5 000	4 500	4 000	3 900	3 800	4 100	4 300	5 000	4 700	5 300	6 000	**56 600**
2	6 600	5 500	3 600	4 800	3 120	4 180	3 280	3 870	5 000	4 700	4 770	6 000	**55 420**
3	5 280	6 050	3 960	4 320	3 432	3 344	2 952	3 096	4 500	4 230	5 247	7 200	**53 611**
Середнє	**5 960**	**5 517**	**4 020**	**4 373**	**3 484**	**3 775**	**3 444**	**3 755**	**4 833**	**4 543**	**5 106**	**6 400**	**55 210**

Таблиця 6.6. Кількість градусо-діб

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	722	608	549	150	0	0	0	0	0	199	458	719	**3 404**
2	893	652	577	98	0	0	0	0	0	151	360	750	**3 481**
3	694	731	574	208	0	0	0	0	0	261	528	552	**3 547**
Середнє	**770**	**664**	**566**	**152**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**203**	**449**	**674**	**3 477**

Річне базове теплоспоживання розраховуємо як середнє за 3 роки

$$Q_б = 353{,}7 \text{ Гкал/рік}$$

Базовий показник градусо-діб (усереднений за 3 роки) становить:

3477 град-діб

Річне та помісячне базове споживання електроенергії приймаємо по середнім показникам за останні 3 роки.

Розрахунок економії:

$$E = \frac{Q_б \cdot ГД_{рп}}{ГД_{бп}} - Q_ф$$

де $Q_б$ – базове річне споживання теплової енергії (палива),$ГД_{рп}$, $ГД_{бп}$, – базовий показник градусо-діб, за розрахунковий та базовий період відповідно, $Q_ф$ – фактичне споживання теплової енергії (палива) за розрахунковий період.

Економія не враховується для періодів по яким температура повітря в робочі години закладу була нижча ніж нормативна. В разі, коли споживання електроенергії в звітному періоді перевищує базове, від економії в грошовому виразі віднімається вартість електроенергії спожитої понад базовий показник.

Приклад обрахунку економії наведений в таблиці 6.7.

Для розрахунку прийняті наступні показники:

- Тариф на теплову енергію: 1500 грн/Гкал
- Тариф на електричну енергію: 1,8 грн./кВт год.

Таблиця 6.7. Приклад обрахунку економії за рахунок заходів зі зниження споживання теплової енергії на потреби опалення

Місяць	Фактичне споживання, Гкал	Робота системи опалення, діб	Зовнішня темпе-ратура, ^{0}C	Внутрішня температура, ^{0}C	Фактична кількість градусо-діб	Базове споживання електроенергії, кВтгод	Фактичне споживання електроенергії, кВтгод	Скориговане базове споживання теплової енергії, Гкал	Економія, Гкал	Економія, грн. (з врахуванням електропідігріву)
1	**55,0**	31	1	21	589	5960,00	5900	59,91	4,9	7366
2	**60,0**	28	-2	17	616	5516,67	5500	62,66	0,0	0
3	**35,0**	31	6	20	434	4020,00	4200	44,14	9,1	7042
4	**5,0**	14	12	21	112	4373,33	4400	11,39	6,4	-48
5										
6										
7										
8										
9										
10	**4,0**	12	13	21	84	4543,33	4500	8,54	4,5	6816
11	**33,0**	30	7	20	390	5105,67	5100	39,67	6,7	10004
12	**64,4**	31	-2	20	682	6400,00	6200	69,37	4,9	7381
Рік	**256,4**	**177,0**	5,0	20,0	**2907,0**	**35919,0**	**35800,0**	**295,7**	**36,6**	**38561,4**

6.2 Реконструкція системи освітлення

Розглядаємо випадок, коли відсутні суттєві відхилення від нормативних показників освітленості робочих поверхонь (в цьому випадку повинна розроблятися додаткова методика).Доля освітлення в споживанні електроенергії для бюджетних закладів по результатам проведених аудитів складає 30-50%, при цьому комплексна заміна ламп розжарювання на світлодіодні (або встановлення світлодіодних світильників) дозволяє суттєво вплинути на споживання електричної енергії.

Таблиця 6.8. Параметри, що фіксуються

№	Параметр	Джерело інформації (до реалізації)	Джерело інформації (після реалізації)	Примітка
1	Споживання електроенергії загалом по об'єкту	Помісячні рахунки за електроенергію	Показники електролічильників	
2	Кількість днів роботи системи освітлення	Довідкова інформація від державних та муніципальних органів щодо вихідних та святкових днів	Довідкова інформація від державних та муніципальних органів щодо вихідних та святкових днів.	
3	Освітленість	Одноразові вимірювання	Періодичні вимірювання	Для контролю за працездатністю світильників

Таблиця 6.9. Дані щодо споживання електричної енергії, кВт-год

Рік	Місяць												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	**За рік**
1	6 000	5 000	4 500	4 000	3 900	3 800	4 100	4 300	5 000	4 700	5 300	6 000	**56 600**
2	6 600	5 500	3 600	4 800	3 120	4 180	3 280	3 870	5 000	4 700	4 770	6 000	**55 420**
3	5 280	6 050	3 960	4 320	3 432	3 344	2 952	3 096	4 500	4 230	5 247	7 200	**53 611**
Сер.	**5 960**	**5 517**	**4 020**	**4 373**	**3 484**	**3 775**	**3 444**	**3 755**	**4 833**	**4 543**	**5 106**	**6 400**	**55 210**

Період вимірювання та верифікації: 1 місяць.

Контрольний період по визначенню економії: 1 рік, зважаючи, що строк окупності подібних заходів становить близько 1 року.

Недотримання нормативів освітленості після реалізації заходів у зв'язку з виходом з ладу або деградацією світильників – є приводом для невиплати економії виконавцю енергосервісу.

Річне базове споживання електроенергії розраховується як середнє за 3 роки:

$$Q_б = 55\ 210 \text{ кВт год/рік}$$

Для контролю також доцільно використовувати помісячні показники, зважаючи на те, що споживання електроенергії на освітлення залежить від тривалості світлового дня і змінюється кожного місяця.

Таблиця 6.10. Базові показники по кількості робочих днів в розрізі місяців

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	14	20	22	21	18	21	21	18	21	22	21	22	241,0
2	15	19	21	23	20	21	15	15	21	22	21	22	235,0
3	17	21	22	21	19	22	15	14	21	22	21	19	234,0
Середнє	**15,3**	**20**	**21,7**	**21,7**	**19**	**21,3**	**17**	**15,7**	**21**	**22**	**21**	**21**	236,7

Річне та помісячне базове споживання електроенергії приймаємо по середнім показникам за останні 3 роки.

Розрахунок економії:

$$E = \frac{Q_б \cdot РД_{рп}}{РД_{бп}} - Q_ф$$

де $Q_б$ –базове річне споживання електричної енергії, $РД_{бп}$ та $РД_{рп}$ –кількість робочих днів, за базовий та розрахунковий періоди відповідно, $Q_ф$ – фактичне споживання електричної енергії за розрахунковий період.

Тариф на електричну енергію: 1,8 грн/кВт год.

Зазначений випадок є одним з найпростіших, але лише за умови, що до реалізації заходів освітленість знаходилася в межах нормативів, або економія настільки значна, що дозволяє отримувати позитивний ефект навіть за умови підвищення рівня освітленості до нормативного, що можливо у випадку заміни ламп розжарювання.

Таблиця 6.11. Приклад обрахунку економії за рахунок заходів зі зниження споживання електричної енергії

Місяць	Базове споживання електро-енергії, кВтгод	Базова кількість робочих днів	Фактична кількість робочих днів	Скореговане базове споживання, кВт год	Фактичне споживання електроенер-гії, кВт год	Економія, кВт год	Економія, грн.
1	5960,0	15,3	18,0	6996,5	3200	3796,5	6834
2	5516,7	20,0	15,0	4137,5	3280	857,5	1544
3	4020,0	21,7	21,0	3896,3	3360	536,3	965
4	4373,3	21,7	22,0	4440,6	3520	920,6	1657
5	3484,0	19,0	21,0	3850,7	2400	1450,7	2611
6	3774,7	21,3	21,0	3715,7	2320	1395,7	2512
7	3444,0	17,0	12,0	2431,1	2320	111,1	200
8	3755,3	15,7	16,0	3835,2	2560	1275,2	2295
9	4833,3	21,0	21,0	4833,3	3840	993,3	1788
10	4543,3	22,0	22,0	4543,3	3600	943,3	1698
11	5105,7	21,0	19,0	4619,4	4080	539,4	971
12	6400,0	21,0	20,0	6095,2	4960	1135,2	2043
Рік	**55210,3**	**236,7**	**228,0**	**53395,0**	**39440,0**	**13955,0**	**25119,0**

6.3 Забезпечення сервісного обслуговування енергоспоживаючого обладнання. Впровадження системи енергоменеджменту та енергомоніторингу.

Забезпечення сервісного обслуговування обладнання в частині економії теплової енергії розраховується аналогічно випадку наведеному в пункті 5.1. Додаткова економія може бути отримана за рахунок зменшення витоків в системах холодного водопостачання.

Таблиця 6.12. Параметри, що фіксуються

№	Параметр	Джерело інформації (до реалізації)	Джерело інформації (після реалізації)
1	Споживання води загалом по об'єкту	Помісячні рахунки за водопостачання	Показники водолічильників
2	Кількість днів роботи закладу	Довідкова інформація від державних та муніципальних органів щодо вихідних та святкових днів. Наряди щодо виконання ремонтних робіт з відключенням водопостачання.	Довідкова інформація від державних та муніципальних органів щодо вихідних та святкових днів. Наряди щодо виконання ремонтних робіт з відключенням водопостачання

Таблиця 6.13. Дані щодо споживання холодної води

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	500	488	475	750	625	563	588	663	750	513	538	625	**7 078**
2	600	390	523	825	688	450	588	596	750	410	484	625	**6 929**
3	540	429	418	660	756	495	529	656	900	369	387	563	**6 702**
Середнє	**547**	**436**	**472**	**745**	**690**	**503**	**568**	**638**	**800**	**431**	**470**	**604**	**6 903**

Таблиця 6.14. Дні роботи закладу

Рік	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	14	20	22	21	18	21	21	18	21	22	21	22	241,0
2	15	19	21	23	20	21	15	15	21	22	21	22	235,0
3	17	21	22	21	19	22	15	14	21	22	21	19	234,0
Середнє	**15,3**	**20**	**21,7**	**21,7**	**19**	**21,3**	**17**	**15,7**	**21**	**22**	**21**	**21**	236,7

Період вимірювання та верифікації: 1 місяць.

Контрольний період по визначенню економії: 1 місяць, зважаючи, що строк окупності подібних заходів становить близько 1 місяця.

Таблиця 6.15. Приклад обрахунку економії за рахунок заходів зі сервісу

Місяць	Базове споживання води, куб м	Базова кількість робочих днів	Фактична кількість робочих днів	Скореговане базове спожи-вання, куб. м	Фактичне спожи-вання води, куб. м	Еконо-мія, куб м	Еконо-мія, грн.
1	547	15,3	18,0	641,7	500	141,7	1559
2	436	20,0	15,0	326,8	320	6,8	74
3	472	21,7	21,0	457,5	450	7,5	82
4	745	21,7	22,0	756,5	690	66,5	731
5	690	19,0	21,0	762,3	590	172,3	1895
6	503	21,3	21,0	494,8	450	44,8	493
7	568	17,0	12,0	401,2	400	1,2	13
8	638	15,7	16,0	651,9	600	51,9	571
9	800	21,0	21,0	800,0	700	100,0	1100
10	431	22,0	22,0	430,7	410	20,7	227
11	470	21,0	19,0	424,9	420	4,9	54
12	604	21,0	20,0	575,6	500	75,6	831
Рік	**6903,0**	**236,7**	**228,0**	**6723,8**	**6030,0**	**693,8**	**7631,3**

Розрахунок економії холодної води є одним з найбільш простих з огляду на впливові параметри, але лише за умови, що кількість відвідувачів стабільна, а витрати на полив рівномірні.

6.4 Заміна джерела системи теплопостачання

Використання альтернативних джерел теплової енергії для закладу є одним з можливих джерел зниження витрат на опалення та приготування гарячої води. Серед таких джерел можна відзначити:

- електрична енергія по нічному тарифу;
- теплові насоси;
- твердопаливні котли.

Зазначені джерела можуть використовуватись як для повного так і для часткового заміщення споживання теплової енергії або природнього газу на об'єктах бюджетної сфери.

Таблиця 6.16. Параметри, що фіксуються

№	Параметр	Джерело інформації (до реалізації)	Джерело інформації (після реалізації)	Примітка
1	Теплоспоживання	Помісячні рахунки за теплову енергію	Показники теплолічильника з врахуванням втрат в мережі (якщо це передбачено в договорі)	
2	Зовнішня температура	Гідрометцентр України	Гідрометцентр України	

№	Параметр	Джерело інформації (до реалізації)	Джерело інформації (після реалізації)	Примітка
3	Внутрішня температура	-	Температурні логери в середині приміщення	Для уникнення випадків економії за рахунок погіршення комфорту
4	Електроенергія	Помісячні рахунки за електроенергію	Показники електролічильників. Додатковий лічильник на електронагрівальні установки (або паливо)	Для уникнення випадків догрівання електроенергії та врахування додаткових витрат
5	Кількість днів роботи системи опалення	Накази про початок/закінчення опалювального сезону, наряди на включення		

Дані по роботі закладу ідентичні, наведеним в таблицях 6.2-6.6

Період вимірювання та верифікації: 1 місяць.

Контрольний період по визначенню економії: 1 рік, зважаючи, що за один рік спорстерігається повний цикл можливих станів об'єкту.

Приклад розрахунку фактичної економії наведений в таблиці 6.17.

Для варіантів використання інших видів палива алгоритм розрахунку аналогічний, окрім того, що витрати за додаткову електроенергію заміщуються витратами за додаткове паливо.

Таблиця 6.17. Приклад обрахунку економії за рахунок заходів з сервісу

Місяць	Фактичне спожи-вання теплової енергії, Гкал	Робота системи опалення, діб	Зовні-шня темпе-ратура	Внутрі-шня темпе-ратура	Факична кількість градусо діб	Базове споживання електро-енергії, кВтгод	Фактичне споживання електроенергії, кВт- год (на основні потреби)	Фактичне споживання електроенергії для цілей обігріву і ГВП, кВт год	Скориговане базове споживання теплової енергії, Гкал	Економія, Гкал	Економія, грн.
1	**20,0**	31	1	21	589	5 960,0	5 900,0	40 705,0	59,9	39,9	41 656,8
2	**30,0**	28	-2	17	616	5 516,7	5 500,0	34 890,0	62,7	0,0	0
3	**15,0**	31	6	20	434	4 020,0	4 200,0	23 260,0	44,1	29,1	32 926,1
4	**0,0**	14	12	21	112	4 373,3	4 400,0	5 815,0	11,4	11,4	14 423,5
5											
6											
7											
8											
9											
10	**0,0**	12	13	21	84	4 543,3	4 500,0	4 652,0	8,5	8,5	10 800,8
11	**15,0**	30	7	20	390	5 105,7	5 100,0	20 934,0	39,7	24,7	27 593,7
12	**33,0**	31	-2	20	682	6 400,0	6 200,0	36 575,7	69,4	36,4	38 456,4
Рік	**113,0**	**177,0**	5,0	20,0	**2907,0**	**35 919,0**	**35 800,0**	**166 831,7**	**295,7**	**150,0**	**165 857,3**

7. Приклад визначення переможця енергосервісу

Учасник процедури закупівлі в своїх пропозиціях має надати наступні показники, які є основою для розрахунку показника ефективності енергосервісного договору (чистої приведеної вартості):

- щорічне скорочення витрат Замовника енергосервісу;
- щорічні платежі Учаснику процедури закупівлі;
- строк енергосервісного договору.

Розглянемо варіант, коли на участь у закупівлі енергосервісу подали пропозиції 3 компанії, кожна з яких пропонує різні показники результату енергосервісу:

- Компанія 1 – розглядає можливість реалізації на об'єкті заходів із встановлення ІТП, що забезпечать скорочення споживання теплової енергії на рівні 15% від базового теплоспоживання;
- Компанія 2 – розглядає можливість реалізації на об'єкті заходів із встановлення ІТП, що забезпечать скорочення споживання теплової енергії на рівні 15% від базового теплоспоживання, але на умовах відмінних від компанії 1 – платіж Учаснику на рівні 90%, але на менший строк договору;

Таблиця 7.1. Вихідні дані щодо пропозицій учасників

Показник	Пропозиція №1	Пропозиція №2
Базовий рівень теплоспоживання, Гкал/рік	632,26	632,26
Рівень скорочення споживання теплової енергії, %	15%	15%
Щорічне скорочення рівня споживання теплової енергії, Гкал/рік	94,84	94,84
Тариф на теплову енергію на дату оголошення про проведення процедури закупівлі, грн/Гкал	1503,40	1503,40
Щорічне скорочення витрат Замовника енергосервісу, тис.грн	142,58	142,58
Частка платежу Учаснику процедури закупівлі, тис грн	80%	90%
Щорічні платежі Учаснику процедури закупівлі, тис грн	114	128
Строк енергосервісного договору, років	6	4

Таблиця 7.2. Розрахунок NPV пропозиції №1

Рік	Скорочення витрат Замовника	Платіж Учаснику	Різниця	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований грошовий потік (ДГП)
1	142	114	28	0,82	23,3
2	142	114	28	0,67	19,0
3	142	114	28	0,55	15,6
4	142	114	28	0,45	12,8
5	142	114	28	0,37	10,5
6	142	114	28	0,30	8,5
7	142	0	142	0,25	35,5
8	142	0	142	0,20	28,4
9	142	0	142	0,17	24,1
10	142	0	142	0,14	19,9
11	142	0	142	0,11	15,6
12	142	0	142	0,09	12,8
13	142	0	142	0,08	11,4
14	142	0	142	0,06	8,5
15	142	0	142	0,05	7,1
16	142	0	142	0,04	5,7
17	142	0	142	0,03	4,3
18	142	0	142	0,03	4,3
19	142	0	142	0,02	2,8
20	142	0	142	0,02	2,8
NPV= ∑ ДГП					**272,9**

Таблиця 7.3. Розрахунок NPV пропозиції №2

Рік	Скорочення витрат Замовника	Платіж Учаснику	Різниця	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований грошовий потік (ДГП)
1	142	128	14	0,82	11,48
2	142	128	14	0,67	9,38
3	142	128	14	0,55	7,7
4	142	128	14	0,45	6,3
5	142	0	142	0,37	52,54
6	142	0	142	0,30	42,6
7	142	0	142	0,25	35,5
8	142	0	142	0,20	28,4
9	142	0	142	0,17	24,14
10	142	0	142	0,14	19,88
11	142	0	142	0,11	15,62
12	142	0	142	0,09	12,78
13	142	0	142	0,08	11,36
14	142	0	142	0,06	8,52

Рік	Скорочення витрат Замовника	Платіж Учаснику	Різниця	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований грошовий потік (ДГП)
15	142	0	142	0,05	7,1
16	142	0	142	0,04	5,68
17	142	0	142	0,03	4,26
18	142	0	142	0,03	4,26
19	142	0	142	0,02	2,84
20	142	0	142	0,02	2,84
NPV= ∑ ДГП					**313,7**

Питома вага критерію "показник ефективності енергосервісного договору (чиста приведена вартість)" не може бути нижчою за 75 %.

Припустимо для оцінки зазначених пропозицій розглядається два критерії:

- Критерій «Показник ефективності енергсервісного договору (NPV): максимально можлива кількість балів присвоюється пропозиції, що має найбільше значення NPV. Кількість балів для решти пропозицій розраховуються за формулою:

$$B_{NPV} = \frac{NPV_{пропо}}{NPV_{\max}} \cdot 0.75$$

  де B_{NPV} – обчислювана кількість балів за критерієм NPV для конкретної пропозиції; NPV_{max} – максимальний показник NPV представлених пропозицій; $NPV_{пропо}$ – показник NPV обчислюваної пропозиції;

- Критерій «Строк енергосервісного договору»: максимально можлива кількість балів присвоюється пропозиції, що має найменший строк енергосервісу. Кількість балів для решти пропозицій розраховуються за формулою:

$$B_{СЕД} = \frac{СЕД_{\min}}{СЕД_{пропо}} \cdot 0.25$$

  де $B_{СЕД}$ – обчислювана кількість балів за критерієм строк енергосервісного договору для конкретної пропозиції; $СЕД_{min}$ – мінімальний строк енергосервісного договору переставлених пропозицій; $СЕД_{пропо}$ – показник строку енергосервісного договору обчислюваної пропозиції;

Кількість балів кожної пропозиції конкурсних торгів визначається сумарно за усіма критеріями ($B_{NPV} + B_{СЕД}$).

Переможною є пропозиція, що набрала максимальну кількість балів. У випадку однакового значення показника у декількох пропозицій, переможна пропозиція визначається шляхом голосування членів комітету з конкурсних торгів простою більшістю голосів, за участю в голосуванні не менш двох третин членів комітету з конкурсних торгів. Якщо результати голосування розділилися порівну, вирішальний голос має Голова комітету з конкурсних торгів.

Таблиця 7.4. Визначення переможної пропозиції

Пропозиції	NPV			Відповідність іншим критеріям			Результат
	Значення NPV	Вага критерію 75%	Оцінка	Значення	Вага критерію 25%	Оцінка	
Пропозиція №1	272,9	0,75	0,65	6	0,25	0,17	0,82
Пропозиція №2	313,7	0,75	0,75	4	0,25	0,25	1,00

Отже переможною буде пропозиція компанії №2 по якій і буде укладатися договір.

8. Приклади реалізації систем вимірювання та верифікації для проектів з підвищення енергоефективності

Проект направлений на економію теплової енергії в будівлі дитячого закладу шляхом комплексної термосанації. Заходи, що були реалізовані:

- утеплення огороджувальних конструкцій;
- реконструкція системи опалення з установкою термостатичних вентилів;
- встановлення системи рециркуляції басейну;
- ремонт індивідуального теплового пункту;
- встановлення сонячних колекторів для підігріву води в басейні та побутових потреб.

До початку реалізації проекту були зафіксовані показники теплоспоживання по рахункам теплопостачальної організації, а також зовнішньої температури по даним Укргодрометцентру.

Період контролю 1 місяць. Період перерахунку – 1 рік.

Результати розрахунку економії та контролю за енергоспоживанням наведені на рис. 8.1.

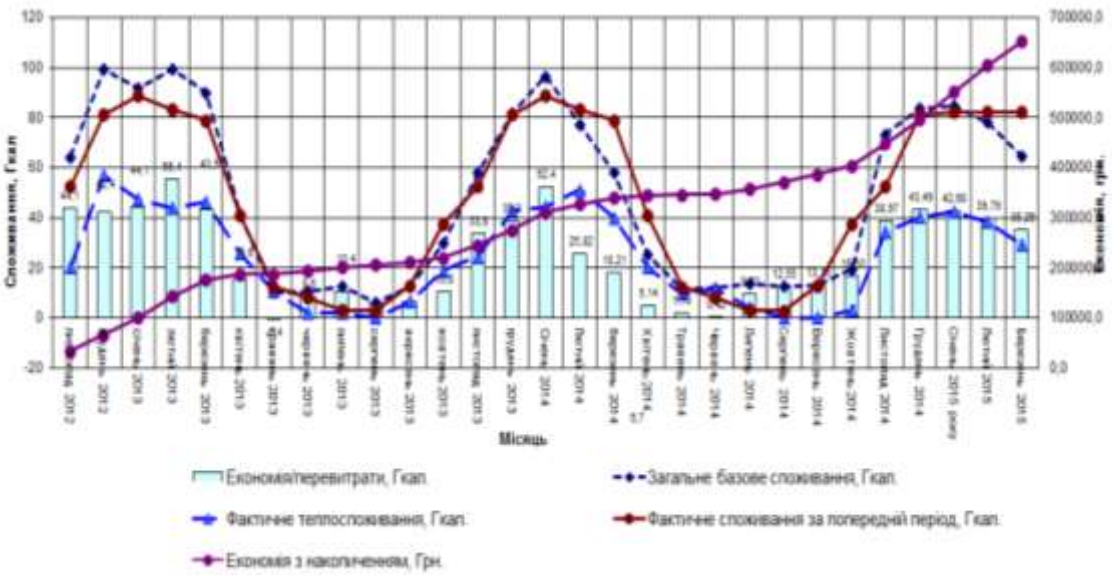

Рис. 8.1. Базовий рівень та результати реалізації проекту з комплексної термосанації будівлі дитячого навчального закладу

9. Висновки та рекомендації щодо покращення механізму енергосервісу та залучення до процесу широкого кола потенційних замовників та виконавців

9.1 Зміна методології розрахунку базових рівнів для випадків недотримання санітарних умов

Зважаючи на те, що виконання розрахунків відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» складно використовувати для існуючих будівель через:

- складність пошуку достовірних вихідних даних (і їх подальшої перевірки);
- не врахування ряду аспектів щодо експлуатаційних показників будівель (холодного водопостачання, використання електронагрівачів, басейнів тощо);
- неоднозначність щодо вибору параметрів мікроклімату всередині будівель;
- занадто спрощених показників по електроприладам, зокрема системам освітлення та інші;
- відсутність документального підтвердження щодо невідповідності санітарним нормативам за попередні роки

пропонується для випадків по яким виникає така підозра використовувати методи, основані на проведення експериментальних вимірювань до початку реалізації заходів.

Зокрема в частині визначення базового рівня споживання теплової енергії (палива) може бути використаний ДСТУ Б В.2.2-21:2008 МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМИХ ТЕПЛОВИТРАТ НА ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ.

Суть методу зводиться до вимірювання на діючому об’єкту показників споживання теплової енергії, внутрішньої та зовнішньої температури протягом обмеженого періоду часу (від декількох тижнів до декількох місяців). По результатам вимірювань

визначається питома характеристика будівлі Гкал/град-день, що дозволяє легко підрахувати кількість необхідної теплової енергії для забезпечення нормативних температур всередині приміщень, а також зафіксувати факт невідповідності фактичних параметрів нормативним.

Спрощений приклад застосування:

Період вимірювання: 2 тижні (протягом опалювального сезону).

Протягом 2 тижнів зафіксовано по показникам теплолічильника – споживання на рівні 40 Гкал. При цьому середня температура в основних приміщеннях (навчальних) склала 17 градусів, а середня зовнішня температура за період склала +1,5 градусів.

Відповідно показник теплоспоживання для закладу становитиме:

$$ПТ = 40\ Гкал\ /\ (17\text{-}1{,}5\ град\ С)/\ 14\ днів = \mathbf{0{,}184\ Гкал/(град\text{-}день)}$$

де *40* – теплоспоживання за період досліду;

(17-1,5) – різниця між фактичними температурами зовні та всередині протягом досліду;

14 - період дослідження, днів.

Для визначення базового споживання в розрахунковому періоді відповідно необхідно провести наступні перерахунки:

$$БС = ПТ \times (T_{вн\text{-}норм} - T_{зовн}) \times П,$$

Де *ПТ* – показник теплоспоживання, $T_{вн\text{-}норм}$ – нормативна температура всередині приміщення, $T_{зовн}$ – фактична зовнішня температура, *П* – кількість днів в розрахунковому періоді.

Ще один підхід до визначення базового рівня споживання теплової енергії наведений в додатку, передбачає розрахунок базового рівня по існуючим даним теплоспоживання та погодних умов з виключенням нетипових питомих показників.

Аналогічна методика повинна бути розроблена в частині освітлення, що дозволяла б на основі вимірювання фактичної потужності освітлювальних приладів та освітленості робочих поверхонь визначати базове споживання електричної енергії та отриману економію (відповідно до опцій А та В Міжнародного протоколу вимірювань та верифікації).

9.2 Програмне забезпечення для оцінювання ефективності реалізації заходів

Для спрощення розрахунків потенційної економії як енергосервісним компаніям так і замовникам енергосервісу доцільно створити програмне забезпечення на базі «хмарних» технологій, що дозволяло б спростити проведення енергетичних аудитів та створило б базу для подальшого визначення економії. Окрім прозорості розрахунків, це також дозволило б поступово накопичувати архів даних про показники потенційної і фактично отриманої економії від впровадження заходів тим самим підвищивши довіру до механізму. Опис зазначеної системи наведений в додатку 3.

9.3 Каталог прикладів реалізованих проектів

Для оцінювання ефективності реалізації майбутніх проектів найбільш показовим могло б бути висвітлення фактичних результатів уже реалізованих проектів, зокрема тих, що були реалізовані в попередні роки в рамках міжнародних проектів.

9.4 Система навчань по напрямкам реалізації енергосервісних контрактів

З огляду на відсутність досвіду реалізації проектів у, практично всіх потенційних учасників енергосервісу, як зі сторони замовника так і зі сторони виконавців, першочерговим завданням є проведення навчань та тренінгів, а також впровадження пілотних проектів. При цьому зі сторони міжнародних організацій дуже важливим є юридична та інституційна підтримка потенційних учасників для зменшення ризику неповернення інвестицій.

Додаток 1. Приклад розрахунку базового рівня теплоспоживання відповідно до методики, наведеної в ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»

В.2 Опис будівлі

В.2.1 Об‘єкт розрахунку – дошкільний навчальний заклад.

В.2.2 Будівля, має 3 поверхи, технічне підпілля. Загальна висота будівлі – 10м. Висота типового поверху – 3 м. План наведено на рисунку В.1.

В.2.3 Площі зовнішніх огороджень будинку приведені в таблиці В.1.

Ч.ч.	Вид огороджувальної конструкції	Загальна площа, м^2
1	Зовнішні стіни	1982,76
2	Суміщене покриття	1123,75
3	Перекриття холодного горища	
4	Перекриття над техпідпіллям	979
5	Світлопрозорі конструкції, в т.ч.(світлопрозорі конструкції, що знаходяться за заскленими балконами та лоджіями), орієнтовані на: - північ - схід - південь - захід	 135,18 149,32 137,20 149,32
6	Вхідні двері в будинок	16,8

В.3 Зонування будівлі при розрахунку

В.3.1 Розподіл будівлі на теплові зони не здійснюється. Розрахунок проводиться однозонний.

В.3.2 Кондиціонована (опалювальна) площа будівлі становить A_f= 3427 м^2.

В.4 Характеристики теплопередачі трансмісії

В.4.1.Значення приведеного опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій приведені в таблиці В.2.

В.4.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно з 8.2 та наведені втаблиці В.2.

В.4.3 При розрахунках теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізоляції не враховувався.

В.4.4 Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначався згідно з методикою Б.1.3 додатка Б.

В.4.5 Коефіцієнти теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об’єми визначались з урахуванням поправочних коефіцієнтів, що приймались згідно з таблицею 3 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

В.4.6 Вплив теплопровідних включень у даному прикладі визначався згідно з формулою (21) шляхом додавання до значення коефіцієнтів теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій додаткової складової, значення якої приймались згідно з таблицею 4 ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Таблиця В.3– Характеристики теплопередачі трансмісії

Ч.ч.	Вид огороджувальної конструкції	A_i, м^2	R_Σ,м^2·К/Вт	U, Вт/(м^2·К)	ΔU_{tb}, Вт/(м^2·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	1982,76	0,91	1,1	0	1	1	2181,04
2	Суміщене покриття	1123,75	2,00	0,5	0,075	1	1	646,16
3	Перекриття холодного горища	-	-	-	0	0	0	0,00
4	Перекриття над техпідпіллям	979	2,82	0,35	0	1	1	534,00
5	Світлопрозорі конструкції	282,16	0,5	2	0	1	1	564,32
6	Світлопрозорі конструкціїза	236,17	0,4	2,5	0	1	1	590,43
7	Вхідні двері	16,8	0,42	2,4	0	1	1	40,32

В.4.7Сумарна теплопередача трансмісією розрахована згідно з формулами (9) та (10) ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні», для кожного місяця і приведена в таблиці В.6 для режиму опалення

В.5 Характеристики теплопередачі вентиляцією

В.5.1 Для розрахунку прийнято, що більшості приміщень дитячого навчального закладу запроектована з природнім спонуканням. Приплив свіжого повітря в приміщення неорганізований (через фрамуги, кватирки), витяжка – через вентиляційні канали в будівельних конструкціях.

В будівлі також запроектована механічна припливно-витяжна вентиляція в кухні, пральні, гладильної та басейну. Припливна частина системи вентиляції в приміщеннях кухні, пральні та гладильної останні роки не працює, функціонує лише витяжна. Система вентиляції басейну в робочому стані.

В.5.2 Величина повітрообміну при вентиляції включаючи інфільтрацію прийнята на рівні мінімального значення кратності повітрообміну для дошкільних навчальних закладів урахуванням положень п.9.2.3.1.3 і складає:1,5год$^{-1}$.

В.5.3 Наявність теплоутилізаційних установок в системі вентиляції будівлі не передбачено.

В.5.4 Додаткова складова вентиляції за рахунок природного охолодження та нічної вентиляції протягом періоду охолодження не розглядається.

В.5.5 Центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря не передбачено, підігріву - лише в кухні, пральні, гладильної та басейну

В.5.6 Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією становлять:

- для опалювального періоду $H_{ve,adj,H}$= 5089 Вт/К;

В.5.7 Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами (22) та (23) для кожного місяця і приведена в таблиці В.6 для режиму опалення.

В.6 Характеристики внутрішніх теплонадходжень

В.6.1Згідно з методикою даного стандарту до уваги прийняті наступнітеплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 9 і становить Φ_{int}= 17 Вт/м^2.

В.6.2 Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця приведені в таблиці В.5. Наведені значення розраховані за формулою (37) з урахуванням графіку використання згідно з таблицею 9 та характеристиками періоду невикористання згідно з таблицею 10.

В.7 Характеристики сонячних теплонадходжень

В.7.1Світлопрозорі конструкції, через які до будинку надходять сонячні теплонадходження розташовані з північного та південного, східного та західного фасадів. Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А і приведена в таблиці В.5.

В.7.2Світлопрозорі конструкції, що використовуються для засклення будівлі – віконні блоки на основі ПВХ - профілів із заскленням однокамерними склопакетами - 372,16м^2 та на основі дерев'яних блоків в спарених рамах з подвійним склінням – 198,85 м^2. Для даного типа скління коефіцієнт загального пропускання сонячної енергіїпри нормальному куті падіння згідно з таблицею 11 становить g_n= 0,75. Відповідно, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частинивизначають згідно з формулою (41) і становить g_{gl} =0,9·0,75 = 0,68.

В.7.3 Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними становить:

- на північному фасаді – $A_{W,Пн}$ = 135,18м^2;
- на східному фасаді – $A_{W,Сх}$= 149,32 м^2;
- на південному фасаді – $A_{W,ПД}$ = 137,2 м^2.
- на західному фасаді – $A_{W,Зх}$ = 149,32 м^2;

В.7.4 Частка обрамлення приймається згідно з 11.4.3 і становить F_F = 0,3.

В.7.5 В якості рухомих засобів затінення передбачено, що використовуються білі завіси зсередини вікон (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 12 дорівнює 0,65).

Відповідно, понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою (43). При цьому, g_{gl+sh}=0,65·0,68 = 0,44, коефіцієнт затінення$f_{sh,with}$ визначають згідно з таблицею 14 для відповідного місяця та відповідного напрямку.

Тоді, $F_{sh,gl}$становить:

Місяць	$F_{sh,gl}$	
	Пн	ПД
Червень	0,95	0,85
Липень	0,96	0,79
Серпень	0,98	0,80

Для інших місяців року $F_{sh,gl}$= 1.

В.7.6 Понижувальний коефіцієнт затінення зовнішніми перешкодами визначається згідно з 11.4.2. Прийнято, що будівля затінюється тільки від власних елементів (звисів та ребер). Кут затінення від звисів α = 30° (згідно з рис. 3а), кут затінення від ребер зліва та справа становить β = 40° (згідно з рис. 3б, 3в).

Згідно з таблицями 16, 17-1, 17-2, поправочні коефіцієнти затінення становлять:

	Опалювальний період	
	Пн	ПД
F_{ov}	0,88	0,96
$F_{finleft}$	0,95	0,95
$F_{finright}$	0,95	0,95

В.7.7Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розрахована за формулою (40) та наведена в таблиці В.4.

В.7.8Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

- на північному фасаді – $A_{Пн}$ = 3100 м^2;
- на східному фасаді – $A_{Сх}$ = 865 м^2;
- на південному фасаді – $A_{ПД}$ = 2500 м^2;
- на західному фасаді – $A_{Зх}$ = 865 м^2;
- покриття – $A_{пк}$ = 60 м^2.

В.7.9 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol}розрахована за формулою (42) та наведена в таблиці В.4. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 13 становить: $\alpha_{S,пп}$ = 0,8 – для керамічної плитки та $\alpha_{S,пк}$ =0,9 – для руберойду.

В.7.10 Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховують згідно з 11.5 з урахуванням коефіцієнту форми між елементом будівлі та небосхилом. Результати розрахунків приведено в таблиці В.4.

В.7.11 Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень розрахований згідно з формулою (39) та наведений в таблиці В.4. Теплонадходження від сонця до будинку розраховані за формулою (38) та наведені в таблиці В.5.

Таблиця В.4 – Елементи сонячнихтеплонадходженьA_{sol}, м^2

Місяць року	Параметр											
	$A_{sol,w}\cdot F_{sh}$, м^2				A_{sol}, м^2					$A_{sol,w}\cdot F_{sh}\cdot I_{sol}$,Вт	$\Phi_r\cdot F_r$, Вт	Φ_{sol}, Вт
	Пн	Сх	Пд	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх	Гор.			
Січень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	8751	3517	5233
Лютий	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	14166	3517	10649
Березень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	21140	3517	17623
Квітень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	25353	3517	21836
Травень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	33137	3517	29620
Червень	48	68	39	32	15	23	15	23	21,7	30144	3517	26627
Липень	49	65	33	31	15	23	15	23	21,7	28444	3517	24927
Серпень	51	64	34	29	15	23	15	23	21,7	24525	3517	21008
Вересень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	23706	3517	20189
Жовтень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	14528	3517	11011
Листопад	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	7059	3517	3542
Грудень	53	70	53	61	15	23	15	23	21,7	6012	3517	2495

Таблиця В.5 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр								
	θ_e, °C	t, год	$I_{sol,Пн}$ Вт/м^2	$I_{sol,Сх}$ Вт/м^2	$I_{sol,Пд}$ Вт/м^2	$I_{sol,Зх}$ Вт/м^2	$I_{sol,гор}$ Вт/м^2	Q_{sol}, кВт·год	Q_{int}, кВт·год
Січень	-4,7	744	13	21	50	22	32	3894	11 652
Лютий	-3,6	672	24	36	70	38	59	7156	11 652
Березень	1	744	35	58	90	61	101	13112	12 485
Квітень	9	720	39	77	92	73	149	15722	12 069
Травень	15,2	744	56	104	101	99	211	22037	11 652
Червень	18,3	720	67	111	96	105	228	19172	12 069
Липень	19,8	744	61	108	98	104	220	18545	3 745
Серпень	19	744	40	93	106	89	185	15630	3 745
Вересень	13,9	720	29	70	102	66	130	14536	12 485
Жовтень	8,1	744	19	38	75	37	71	8192	12 901
Листопад	1,9	720	11	17	39	17	31	2550	12 485
Грудень	-2,5	744	9	14	35	15	22	1856	12 901

В.8 Динамічні параметри

В.8.1Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані згідно з формулами (7) та (8) і приведені в таблиці В.6 для режиму опалення.

В.8.2Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є середньою, відповідно згідно з таблицею 18 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить C = 50 Вт·год/(м²·К).

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою (60) і становить: C_m = 50·3427 = 171350 Вт·год/К.

Часова константа будівлі розраховується за формулою (58) і становить:

- для режиму опалення $\tau = \dfrac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \dfrac{171350}{2375 + 5134} = 22{,}8$ год;

В.8.3Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ розрахований для кожного місяця згідно з формулами (48)-(51) на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти γ_H і числового параметра a_H наведений у таблиці В.6.

Безрозмірний числовий параметр a_H визначається за формулою (52) і становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{22{,}8}{15} = 2{,}52$$

В.8.4Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta_{C,ls}$ не розраховувався.

В.9 Внутрішні умови

В.9.1 Задана температура на опалення будівлі визначена за формулою (1) на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень, прийнятих згідно з ДБН В.2.2-15, і становить $\theta_{int,H.set}$= 20 °С.

В.10 Енергопотреби для опалення та охолодження

В.10.1 Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою (3) та приведені в таблиці В.6.

В.10.2 Річні енергопотреби для опалення будівлі розраховані згідно з формулами (67).

Таблиця В.6– Розрахунок енергопотреби для опалення

Місяць року	Параметр								
	$Q_{H,tr}$, кВт·год	$Q_{H,ve}$,кВт·год	$Q_{H,ht}$, кВт·год	$Q_{H,sol}$, кВт·год	$Q_{H,int}$, кВт·год	$Q_{H,gn}$, кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, кВт·год
Січень	90 509	49554	**140 063**	3894	11 652	**15546**	0,11	0,997	**124571**
Лютий	78 382	42302	**120 684**	7156	11 652	**18808**	0,16	0,992	**102022**
Березень	71 187	36060	**107 247**	13112	12 485	**25597**	0,24	0,979	**82180**
Квітень	42 647	16404	**59 050**	15722	12 069	**27790**	0,47	0,915	**33627**
Травень	23 051	2194	**25 245**	22037	11 652	**33689**	1,33	0,607	
Червень	12 138	-4819	**7 319**	19172	12 069	**31240**	4,27	0,230	
Липень	7 458	-7949	**-492**	18545	3 745	**22291**	-45,33	-0,022	
Серпень	10 170	-5934	**4 235**	15630	3 745	**19375**	4,57	0,215	
Вересень	26 572	5952	**32 524**	14536	12 485	**27021**	0,83	0,779	
Жовтень	47 119	20231	**67 350**	8192	12 901	**21093**	0,31	0,963	**47046**
Листопад	65 938	33753	**99 691**	2550	12 485	**15035**	0,15	0,993	**84764**
Грудень	83 051	44825	**127 876**	1856	12 901	**14757**	0,12	0,996	**113176**

Всього за рік		232570							**587386**

В.11 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження дл діяльності сезонозалежних технічних засобів

В.11.1 Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з 15.3.3 як для І-ої температурної зони України, що становить 4500 годин.

В.12 Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення.

В.12.1 Система опалення однотрубна, регуляторами перепаду тиску на горизонтальних вітках не обладнана. В якості опалювальних приладів підсистеми тепловіддачі в будівлі використані конвектори типу «Універсал» без терморегуляторів. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішніх стін під вікнами без радіаційного захисту.

В.12.2Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (81) та наведені в таблиці В.8, при цьому:

f_{hydr}= 1,09 – згідно з таблицею 21;

f_{im} = 0,97, f_{rad}= 1,0 – згідно з 15.4.2.3;

$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2$ = (0,88 + 0,83)/2 = 0,855 – згідно з таблицею 20 та формулою (83);

η_{ctr}= 0,86, η_{emb} = 1,0 – згідно з таблицею 20;

$\eta_{emission}$ = 0,78 – згідно з формулою (82).

В.12.3Згідно з 15.4.3.4 додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення в розрахунках не враховується.

В.12.3 Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення розраховують для кожного місяця за формулою (89). Результати розрахунків приведені в таблиці В.8.

В.13 Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення.

В.13.1 Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за формулою (90) та наведені в таблиці В.9. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_A, L_S, L_V.

В.13.2 Трубопроводи типу L_V(розподільчі, що знаходяться в некондиціонованомутехпідпіллі), L_A (горизонтальні вітки) та L_S(стояки) ізольовані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів.

Довжина трубопроводів відповідного типу визначається згідно з А.3 ДСТУ Б EN 15316-2-3 за спрощеною методикою:

- L_V= 356 м;
- L_S= 432 м;

Запірно-регулювальна арматура, що використовується, – теплоізольована, відповідно, згідно з 15.5.2.3.1додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення при розрахунку тепловтрат не враховані.

В.13.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з таблицею 27 і становлять: $\Psi_{L,V}$ = 0,3 Вт/(м·К), $\Psi_{L,S}$ = 3 Вт/(м·К)

В.13.4 Середня температура теплоносія становить θ_m = 55 °С. Температура оточуючого середовища становить: для кондиціонованого об'єму θ= 20ºС та θ=10ºС – для техпідпілля.

В.13.5 Визначення годин опалення $t_{op,an}$здійснюється з урахуванням наступних спрощень: з листопада по березень опалення неперервне, в жовтні та квітні – тривалість годин опалення становить половину тривалості відповідного місяця.

В.13.6 Визначення утилізованих та неутилізованих тепловтрат підсистем розподілення здійснюється за методикою відповідно до 15.5.3.

Неутилізаційні тепловтрати – тепловтрати трубопроводів в техпідпіллі (типу L_V). Розрахунок неутилізаційних тепловтрат здійснюється згідно з 15.5.2, результати розрахунків приведені в таблиці В.9.

Утилізаціні тепловтрати – тепловтрати трубопроводів в опалювальній частині будинку (типу L_A та L_S). Розрахунок утилізаційних тепловтрат здійснюється згідно з 15.5.2, результати розрахунків приведені в таблиці В.9.

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (93), результати розрахунків приведені в таблиці В.9.

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (94), результати розрахунків приведені в таблиці В.9.

В.13.7 Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення розраховують для кожного місяця за формулою (95). Результати розрахунків приведені в таблиці В.8.

Таблиця В.8– Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in}$ = $Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$ = $Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	123 798	44 398	132 803	140 804	0	140 804
Лютий	101 359	36 351	108 859	116 183	0	116 183
Березень	81 607	29 267	87 951	96 380	0	96 380
Квітень	33 353	11 961	36 568	41 420	0	41 420
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	46 717	16 754	50 575	54 997	0	54 997
Листопад	84 235	30 209	90 453	98 286	0	98 286
Грудень	112 478	40 338	120 670	128 680	0	128 680
Всього за рік	583 547	209 278	627 879	676 752	0	676 752

Таблиця В.9– Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls}$,кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$,кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год
Січень	132 803	32 502	3 576	28 927	24 501	8 002	140 804
Лютий	108 859	29 357	3 230	26 127	22 033	7 324	116 183
Березень	87 951	32 502	3 576	28 927	24 073	8 430	96 380
Квітень	36 568	15 727	1 730	13 997	10 874	4 853	41 420
Травень	0	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	50 575	16 251	1 788	14 463	11 829	4 422	54 997

Листопад	90 453	31 454	3 460	27 994	23 621	7 833	98 286
Грудень	120 670	32 502	3 576	28 927	24 492	8 010	128 680

В.13.8 Значення додаткової енергії для підсистеми розподілення визначають згідно з таблицею 29.

Додаткова енергія в підсистемі розподілення використовується на функціонування циркуляційно-змішувальних насосів. Кількість насосів, що використовується – 1 потужністю 0,565 кВт.

Враховуючи, що режим опалення постійний (без чергових режимів), то f_{im} = 1,0.

Відповідно, $W_{H,dis,aux,an}$ = 565·4500/1000 = 2542 кВт·год/рік.

В.14 Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерування теплоти.

В.14.1 Згідно з формулою (96) загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілення.

В.14.2Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначаються для кожного місяця за формулою (97) та наведені в таблиці В.8. При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 30 для випадку централізованого теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіку і коригуванням в ІТП за погодними умовами, $\eta_{H,gen}$= 96 %.

В.15 Загальне енергоспоживання при опаленні.

В.15.1 Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця згідно з формулою (98) та наведено в таблиці В.8.

В.15.2 Річне енергоспоживання при опаленні будівлі розраховане згідно з формулою (99) та наведено в таблиці В.8.

Питоме енергоспоживання будівлі при опаленні становить **197,5 кВт·год/м²**.

В.15.3Результати на річній основі представлені в таблиці В.10.

В.16 Додаткова енергія для опалення

В.16.1 Річна кількість додаткової енергії для опалення визначена згідно з формулою (101).

В.16.2 Результати на річній основі представлені в таблиці В.10.

В.17Загальне енергоспоживання при охолодженні

Система охолодження відсутня. Розрахунок не проводився.

В.21 Енергоспоживання ГВП

В.21.1 Система ГВП будинку передбачена двотрубна з циркуляційним контуром. Трубопроводи діаметром 20 мм, теплоізольовані стандартно. Система ГВС облаштована автоматичним регулятором температури. Температура води в системі ГВП прийнята 55 °С.

В.21.2 Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають як середньорічне значення теплоспоживання на ГВП за три роки, що передують року впровадження енергоефективних заходів та становить $Q_{DHW,use}$ = 284 935 кВт·год.

В.21.3 Додаткова енергія для системи ГВП є енергією для циркуляційних насосів і визначається згідно з формулою (126). При цьому, згідно з проектними даними в системі ГВП передбачено два насоси для обслуговування двох зон потужністю 0,2 кВт кожний.

Відповідно, $W_{W,dis,aux}$= P_{pmp}·t_{pmp}·N = 0,2· 2 · 24 · 365 = 3504 кВт·год.

В.21.4 Загальний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначається за формулою(129):

$DHW_{totaluse}$ =$Q_{DHW,use}$ + $W_{W,dis,aux}$= 284935 + 3504 = 288439кВт·год.

Питоме енергоспоживання будівлі при ГВП становить **84,2кВт·год/м²**.

В.21.9Результати на річній основі представлені в таблиці В.10.

Таблиця В.10– Звіт за результатами розрахунків

Енергетичні послуги	**Енергоспоживання, кВт·год**	**Енергоносій**									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване теплопостачання	Централізоване	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	Інші, що виробляються на
Опалення	Енергопотреба для опалення	676752									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігріву вентиляційного повітря	-									
	Енергоспоживання при опаленні					676752					
	Енергоспоживання при центральному попередньому підігріві										
	Додаткове енергоспоживання при опаленні								2542		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому підігріві										
	Загальне енергоспоживання при опаленні					676752			2542		
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (в т.ч. осушення повітря)	-									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (в т.ч. осушення повітря)	-									
	Енергоспоживання при охолодженні (в т.ч. осушення повітря)								-		
	Енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні (в т.ч. осушення повітря при попередньому охолодженні)										
	Додаткове енергоспоживання при охолодженні								-		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні										
	Загальне енергоспоживання при охолодженні								-		
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря										

	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								13548		
	Загалом енергоспоживання при вентиляції (в т.ч. зволоження повітря)								13548		
ГВП	Енергопотреба ГВП	284935									
	Енергоспоживання ГВП					284 935					
	Додаткове енергоспоживання ГВП								3504		
	Загальне енергоспоживання ГВП					284 935			3504		
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні								18178		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами			-					27268		
Загалом		961687				961687			65040		

Додаток 2. Аналіз можливостей щодо спрощення розрахунку відповідно до ДСТУ

По **п. 15.4.2.1** Розрахунок загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують помісячно згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-1з використання ефективності, за формулою:

$$Q_{H,em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{emission}} - 1 \right) \cdot Q_{em,out}, \quad (81)$$

де $Q_{H,em,ls}$–загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт·год;

$Q_{em,out}$– енергія виходу від підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт·год, є енергопотребою для опалення за конкретний місяць $Q_{H,nd}$, що визначають згідно з 7.2.1;

f_{hydr}–коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im}– коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;

f_{rad}– коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

$\eta_{emission}$–загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою:

$$\eta_{emission} = \frac{1}{(4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})}, \quad (82)$$

η_{str}– складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

η_{ctr}– складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

η_{emb}– складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огороджень (для вбудованих систем).

Для приміщень, що не перевищують висоту поверху 4 м., коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потокуприймаютьfrad = 1,0.

Коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення, приймають fim = 0,97

Fhydrприймаютьзгідно з даними таблиці 21.

Таблиця 21– Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

Тип системи	Впливовий фактор	f_{hydr}
Двотрубна	Система не налагоджена. Відсутні балансувальні клапани на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,03
	Система налагоджена. Наявніавтоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з більш ніж вісьмома опалювальними приладами або наявне тільки статичне налагодження системи (ручні балансувальні клапани).	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з вісьмома та менше опалювальними приладами.	1,00

	Система налагоджена. Наявне автоматичне регулювання перепаду тиску в терморегуляторах або електронних регуляторах витрати теплоносія на опалювальних приладах (автоматичних регуляторах температури повітря у приміщенні)	0,98
Однотрубна (постійний гідравлічний режим)	Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,09
	Система налагоджена. Наявна ручна балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках).	1,07
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (стабілізатори) витрати на стояках (горизонтальних вітках)	1,05
Однотрубна (змінний гідравлічний режим)	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати зі стабілізацією температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки)	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати з регулюванням температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки) за температурним графіком	1,00

Розрахунок загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення ($Q_{H,em,ls}$)виконують згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-1 за умовними коефіцієнтами зазначеними у методиці, та які не можуть відображати фактичну картину на об'єкті.

Отже розрахунку загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення ($Q_{H,em,ls}$) можна спростити замінивши вираз $\left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{emission}} - 1\right)$ у формулі(81) на коефіцієнти за моделями системи опалення:

1. Однотрубна (постійний гідравлічний режим). Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи. Відсутні термостатичні регулятори на опалювальних приладах – 0,35;
2. Двохтрубна (змінний гідравлічний режим). Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори на стояках (горизонтальних вітках) системи. Наявні термостатичні регулятори на опалювальних приладах – 0,14 і т. д.

Зважаючи що в основі розрахунків лежать умовні коефіцієнти, запропоновані спрощення на точність розрахунків суттєво не вплинуть.

Слід відмітити що, фактичний стан підсистем тепловіддачі/виділення на об'єкті можна визначити лише шляхом проведення замірів параметрів внутрішнього мікроклімату приміщення та параметрів теплоносія на стояках.

По п. 15.5.2 Тепловтрати підсистеми розподілення

15.5.2.1Тепловтрати підсистем розподіленнявпродовж*i*-го місяця, Вт·год,розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i}, \quad (90)$$

де $\Psi_{L,j}$– лінійний коефіцієнт теплопередачі*j*-го трубопроводу, Вт/(м·К);

θ_m – середня температура теплоносія в зоні, °С;

θ_i – температура оточуючого середовища, °С;

L – довжина трубопроводу, м;

j – індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами;
$t_{op,an,i}$ –години опалення упродовж i-го місяця,год.

15.5.2.2Для розрахунку будь-яких тепловтрат підсистеми розподілення необхідно знати наступні параметри:

- довжину секцій трубопроводів;
- розміри трубопроводів;
- товщинутеплоізоляції або лінійний коефіцієнт теплопередачі;
- кількість елементів запірно-регулювальної арматури(клапанів, включаючи фланці тощо);
- середню температурутеплоносія;
- середню температура в неопалювальних і опалювальних об'ємах;
- тривалість опалювального періоду (часи роботи за місяць).

15.5.2.2.1*Довжина секцій трубопроводів, розміри трубопроводів та товщина теплоізоляції*

Ці параметри необхідні для розрахунку тепловтрат на різних секціях трубопроводів та розрахунку загальних тепловтрат підсистеми розподілення. Параметри приймають за даними проекту або вимірюються безпосередньо на місці. Допускається визначати довжину трубопроводів згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-3.

15.5.2.2.2*Лінійний коефіцієнт теплопередачітрубопроводів* Ψ

15.5.2.2.2.1Загальні положення щодо розрахунку лінійного коефіцієнта теплопередачі трубопроводів визначені згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-3.

15.5.2.2.2.2Лінійнийкоефіцієнт теплопередачі ізольованих (Ψ_{ins}) та неізольованих (Ψ_{non}) трубопроводівдо повітря з урахуванням загального коефіцієнта тепловіддачі, що включає конвекцію та випромінювання зовнішньої поверхні, Вт/(м·К), розраховують за формулами:

$$\Psi_{ins} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2\lambda_d}\ln\frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a d_a}\right)}, \tag{91}$$

$$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_p}\ln\frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a d_{p,a}}}, \text{ або спрощено: } \Psi_{non} = h_a \pi d_{p,a}, \tag{92}$$

де d_a– зовнішній діаметр трубопроводу з теплоізоляцією, м,
d_i–внутрішній діаметр трубопроводу без теплоізоляції, м,
h_a – загальний коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні (конвекцією та випромінюванням), Вт/(м²·К), приймають h_a = 8 Вт/(м²·К)– для ізольованих трубопроводів та h_a= 14 Вт/(м²·К) – для неізольованих трубопроводів;
λ_D– теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);
$d_{p,i}$, $d_{p,a}$ – внутрішній діаметр та зовнішній діаметр трубопроводу відповідно, м.

15.5.2.2.2.3За відсутності точних даних для цілей сертифікації енергоефективності дозволяється використовувати значення лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψзгідно зданими таблиці 27.

Таблиця 27– Типові значення лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ, Вт/(м·К), для нових та існуючих будівель

	Ψ_L, Вт/(м·К), для розподільноїскладової системи		
	Секція L_V	Секція L_S	Секція L_A
Ізольовані відкрито прокладені трубопроводи			
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводу (будівлі побудовані після 2014 року)	0,2	0,3	0,4
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює половині зовнішнього діаметра трубопроводу (будинки побудовані у 1980-1995 роках)	0,3	0,4	0,4
Будинки побудовані у до 1980 року	0,4	0,4	0,4
Неізольовані трубопроводи			
A ≤ 200 м²	1,0	1,0	1,0
200 м²< A ≤ 500 м²	2,0	2,0	2,0
A > 500 м²	3,0	3,0	3,0
Трубопроводи, прокладені у зовнішніхстінах	Загальні/які утилізують[a]		
Зовнішні стіни нетеплоізольовані	1,35/0,80		
Зовнішні стіни із зовнішньою теплоізоляцією	1,00/0,90		
Зовнішні стіни нетеплоізольовані, але мають значний опір теплопередачі (R ≥ 2,5 м²·К/Вт)	0,75/0,55		

Примітка 1. Для правил визначення L_V, L_S, L_A (див. рисунок 7).
Примітка 2. А – кондиціонована площа будівлі.
[a] – (загальні − загальні тепловтрати трубопроводу; які утилізують − тепловтрати трубопроводу, які утилізують)

З огляду на те, що діаметр подавального та зворотного трубопроводів проектується відповідно до навантаження та оптимального швидкісного режиму теплоносія, тепловтрати в системі розподілу слід розрахувати як добуток енергопотреби на опалення на коефіцієнт для утепленого /коефіцієнт або не утепленого трубопроводу. Умовні коефіцієнти можна змоделювати за даною методикою.

Коефіцієнти необхідно окремо розрахувати для трубопроводів розміщених в неопалювальних приміщеннях (можливо подавальний та зворотній трубопроводи від вводу до стояків) та окремо в опалювальних (вертикальні/стояки та з'єднувальні трубопроводи).

Додаток 3. Впровадження автоматизованої веб-орієнтованої системи енергоаудиту та енергопаспортизації будівель для забезпення функціонування механізму ЕСКО

1. Передумови:

Україна потребує широкомасштабного впровадження заходів з підвищення енергоефективності в будівлях. При цьому запорукою ефективності цих заходів є якісний енергетичний аудит. За умови обмеженості ресурсів на впровадження заходів також постає питання вибору найбільш пріоритетних будівель, що досягається за рахунок розробки та аналізу енергетичних паспортів та сертифікатів.

На даний момент в Україні працює значна кількість енергоаудиторів, але результати їх роботи, як правило не систематизуються, а форми звітності значно відрізняються між собою. Окрім того через часті зміні тарифів та курсові коливання результати енергетичних аудитів дуже швидко стають неактуальними та потребують перерахунків.

Інформація по будівлі, що збирається під час проведення енергетичного аудиту, як правило, містить всі відомості, що необхідні для розрахунку енергетичного паспорту та енергетичного сертифікату.

В Україні та в країнах пострадянського простору велика кількість житлових та громадських будівель збудовані за типовими проектами, тому створення та постійне оновлення такої бази (в т. ч. за рахунок енергоаудитів) дозволило б пришвидшити та здешевити процедуру виконання енергоаудитів.

На даний час розроблена достатньо велика кількість програмного забезпечення для виконання енергетичного аудиту, але вони, як правило, не дозволяють накопичувати інформацію в одному місці і мають різні формати звітів, що ускладнює систематизацію даних.

Зважаючи, на це необхідно перевести на якісно новий рівень виконання енергетичних обстежень для:

- скорочення часу підготовки звіту;
- накопичення бази даних по характеристикам будівель (особливо, що стосується будівель типових серій);
- впровадження системи бенчмаркінгу для будівель;
- повторного використання зібраних даних для цілей енергопаспортизації та енергосертифікації;
- можливості використовувати різні алгоритми розрахунків (за умови змін в нормативних документах);
- автоматичне підтримання енергоаудитів в актуальному стані за умов змін вартості заходів та енергоносіїв.

2. Шляхи реалізації:

Створення Веб-орієнтованої системи підготовки звітів з енергетичних аудитів для будівель (в першу чергу житлової та бюджетної сфери).

1. Зазначена система містила б (і дозволяла б постійно поповнювати) бази даних:

- характеристик інженерних систем та огороджувальних конструкцій будівель типових серій;
- показники енергоефективності будівель з можливістю ранжування по рокам побудови, регіонам, поверховості та іншим;
- вартості типових заходів з підвищення енергоефективності;
- вартості енергоресурсів в різних регіонах;

2. З використанням внутрішніх верифікованих алгоритмів проводити розрахунки енергетичних показників будівель та ефекту від впровадження заходів;

3. Бути базою для об'єктивного вибору об'єктів для реалізації енергоефективних проектів, в т. ч. відповідно до механізму енергосервісу;

4. Готувати звіти щодо стану енергоефективності в будівлях для всіх рівнів місцевої та державної влади.

Доступ до системи мали б як власники будинків, що внесені в базу, так і представники органів влади для прийняття рішень щодо реалізації енергоефективних проектів та/або виділення державної підтримки на реалізацію таких заходів.

3. Пропозиція щодо створення автоматизованої системи підготовки енергетичних аудитів

Для підвищення ефективності роботи енергоаудиторів, розповсюдження досвіду щодо енергоефективності в будівлях та забезпечення бенчмаркінгу будівель (в першу чергу житлової та бюджетної сфери) з огляду на енергоефективність пропонується створити Веб-орієнтовану систему підготовки енергоаудитів, енергопаспортів та енергосерифікатів.

4. Функції системи:

1) Зберігання інформації:

- характеристики конкретних будівель (в т. ч. їх енергоспоживання);
- характеристики типових будівель (що будуть застосовуватися як шаблони для зниження трудозатрат на енергоаудит);
- тарифів на енергоресурси та вартості заходів (для автоматичної актуалізації звітів з енергоаудиту);
- нормативів з енергозбереження;
- ефективності окремих заходів з енергозбереження;
- алгоритми розрахунку потреб в енергоспоживанні та заходах;
- кліматичні параметри.

2) Введення даних:

- інформації щодо конкретних будівель та споруд (площі, об'єми, скління, системи опалення та вентиляції тощо). Для типових будівель ця інформація буде заноситися в базу шаблонів.
- дані про енергоспоживання;
- опис особливостей будівлі та інженерних систем;
- вибір енергоефективних заходів;
- опис особливостей впровадження заходів;
- результати впровадження заходів (кращі та гірші практики).

3) Виконання розрахунків:

- баланс споживання та витрат енергоресурсів в т. ч. побудова «базової лінії» (можливо використання різних алгоритмів і їх подальше вдосконалення);
- економія енергоресурсів;
- параметри для енергопаспорту;
- параметри для енергосертифікату;
- економічні показники (строки окупності, норма рентабельності, приведена вартість і т. д.).

4) Формування звітів:

- енергетичний аудит;
- енергетичний паспорт будівлі;
- енергетичний сертифікат будівлі;
- побудова рейтингу будівель з точки зору енергоефективності (бенчмаркінг);
- побудова базових ліній;
- експрес аналіз ефективності впровадження заходів (без детального аудиту по узагальненим характеристикам).

5. Результати реалізації проекту

- стимулювання населення та муніципалітетів для впровадження енергоощадних технологій;
- зниження вартості енергоаудиту для кінцевого споживача за рахунок зменшення трудозатрат;
- забезпечення стабільної якості та порівнюваності енергоаудитів;
- забезпечення автоматичного «перерахунку» аудитів в разі зміни вартості робіт та тарифів;
- підвищення конкуренції на ринку енергоаудитів будівель;
- надання енергоменеджерам муніципалітетів інструменту бенчмаркінгу для порівняння своїх будівель з результатами по іншим містам україни;
- інтеграція в системи енергомоніторингу і енергоменеджменту міст.

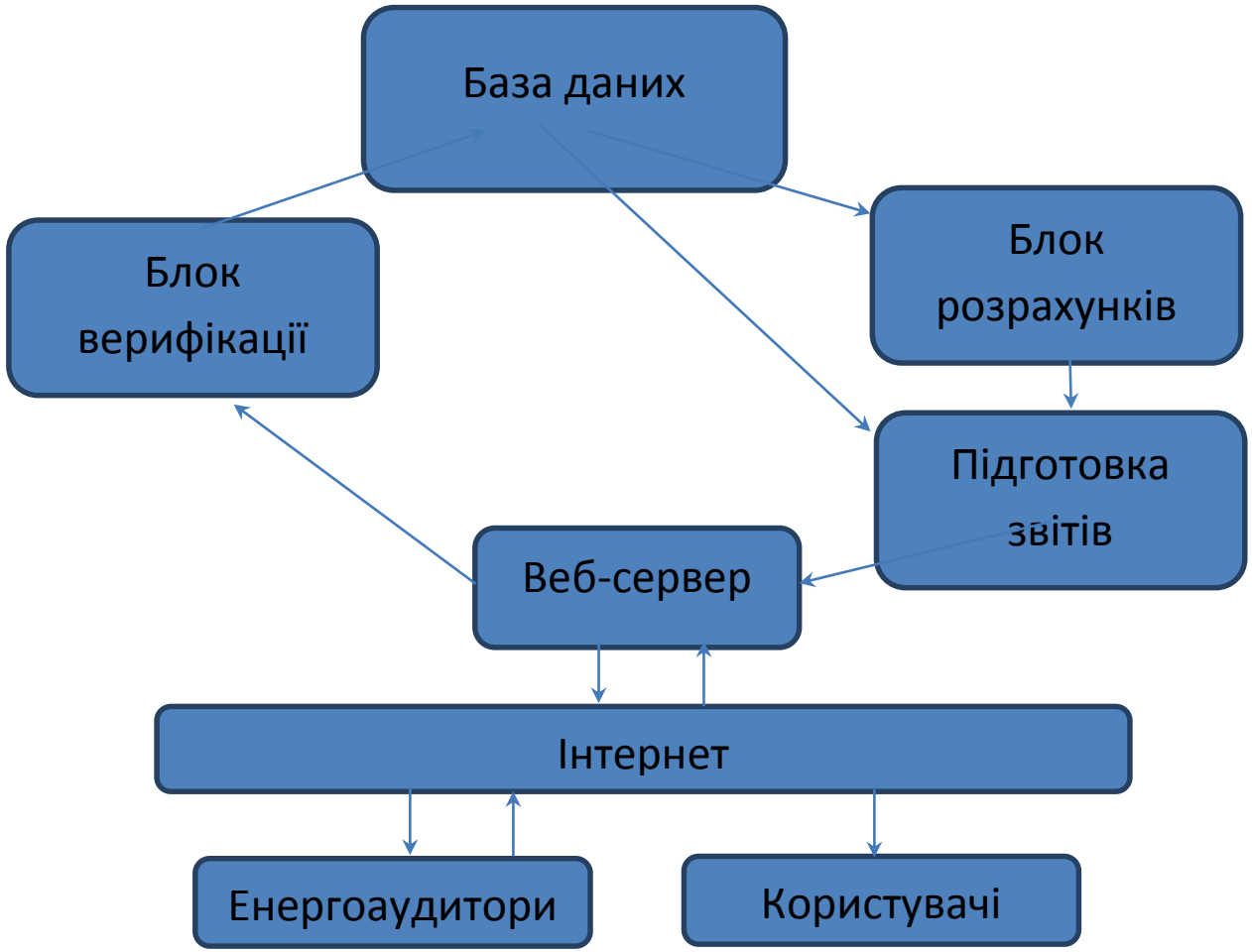

Рис. 1. Структура автоматизованої системи

Додаток 4. Приклад аналізу значимості факторів, що впливають на споживання теплової енергії в бюджетних закладах

Під час вибору вхідних змінних необхідно керуватися наступними критеріями:

1) За умови, що модель будується на основі статистичних даних, вхідні змінні повинні вибиратися з переліку факторів, що традиційно реєструються для об'єкту, що досліджується.

2) Серед множини факторів повинні бути вибрані ті, що мають найбільший вплив на споживання ПЕР. Для визначення найбільш впливових факторів зазвичай користуються наступними методами:

- методи експертних оцінок;
- кореляційний аналіз;
- методи, основані на побудові попередньої моделі для визначення ступеня значущості факторів.

Були розглянуті залежності між споживання теплової енергії для декількох опалювальних сезонів і факторами, що потенційно мають на нього вплив і фіксувалися протягом тривалого часу (рис. 1 - 6). А також побудовані апроксимуючі криві по методу найменших квадратів.

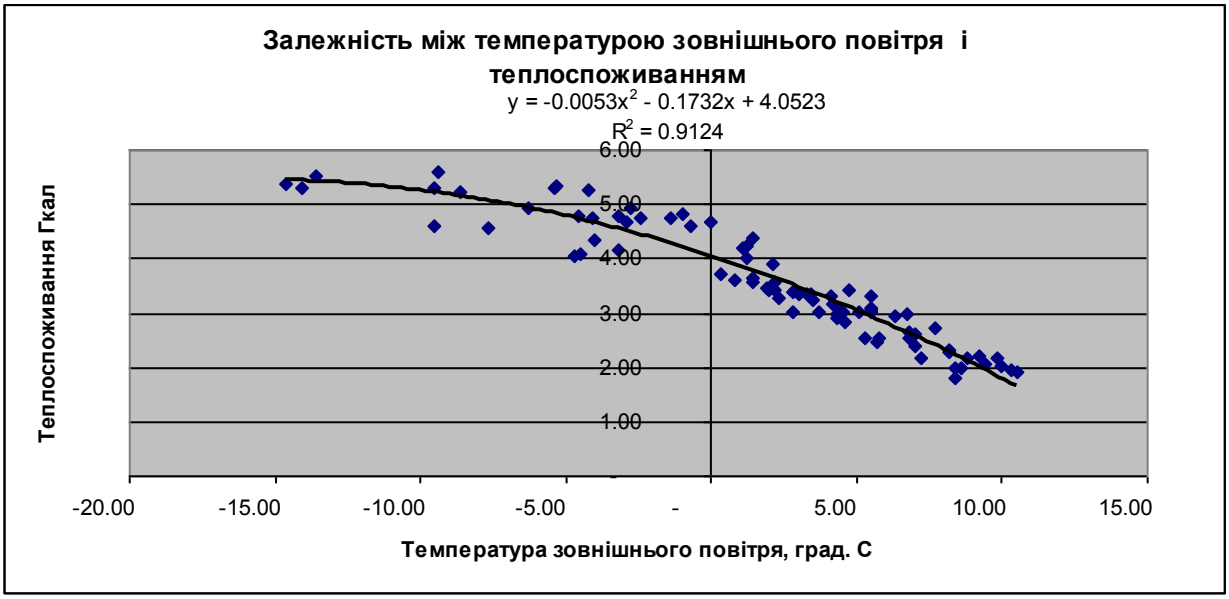

Рис. 1. Залежність між температурою зовнішнього повітря та теплоспоживанням

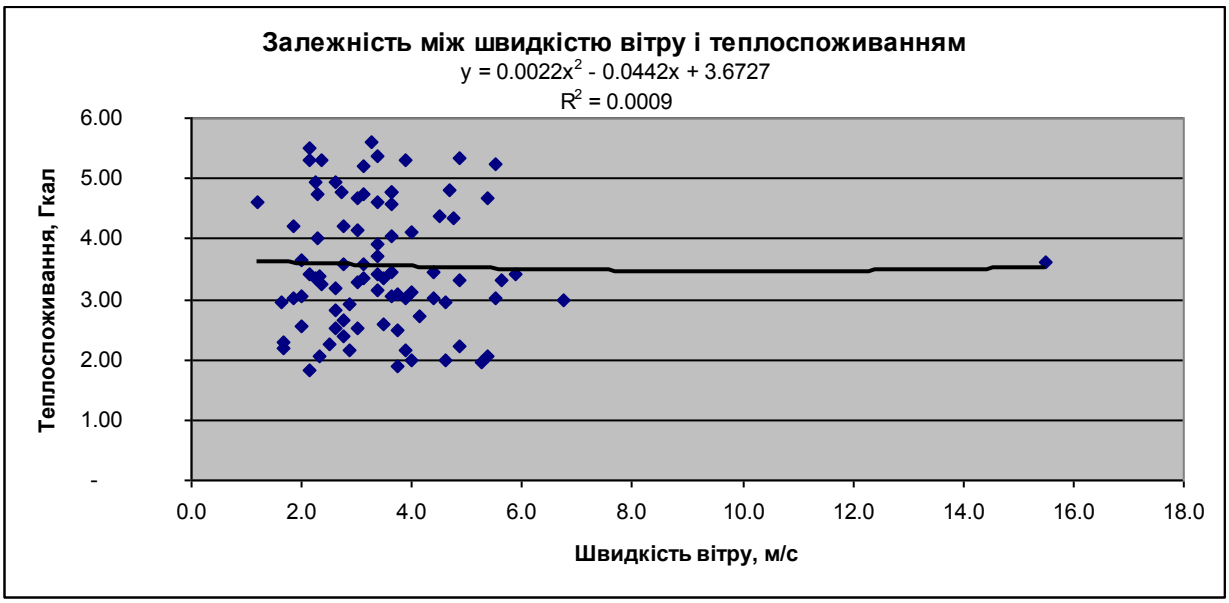

Рис. 2. Залежність між швидкістю вітру та теплоспоживанням

Як бачимо на рис. 1 – 2 спостерігається суттєва кореляція між температурою зовнішнього повітря і теплоспоживанням, в той час як залежність між швидкістю вітру та теплоспоживанням відсутня.

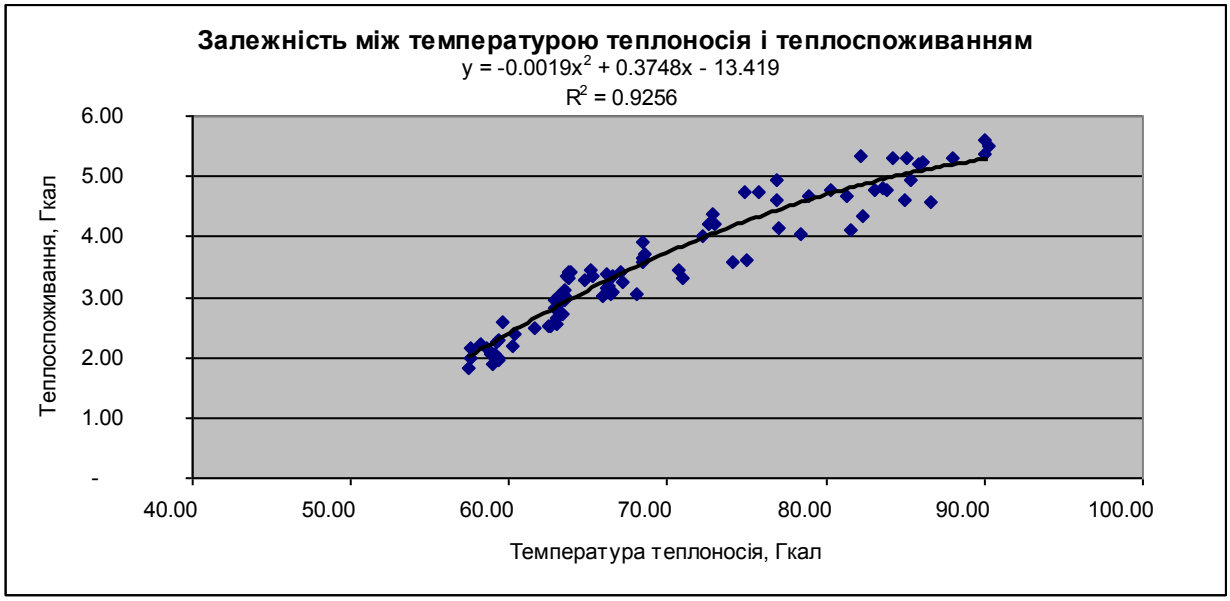

Рис. 3. Залежність між температурою теплоносія та теплоспоживанням

Рис. 4. Залежність між напрямком вітру та теплоспоживанням

Спостерігається суттєва кореляція між температурою теплоносія в подавальному трубопроводі і теплоспоживанням, в той час як залежність між напрямком вітру та теплоспоживанням незначна. Аналогічна ситуація спостерігається і при визначенні залежності між хмарністю, атмосферним тиском та теплоспоживанням (рис. 5, 6).

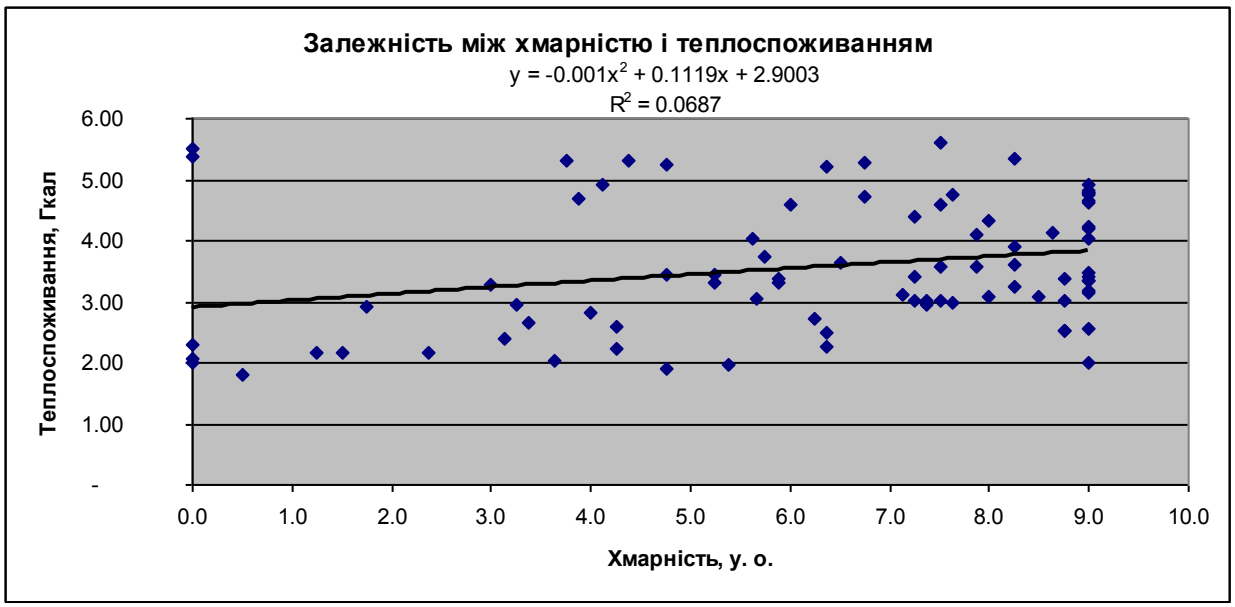

Рис. 5. Залежність між хмарністю та теплоспоживанням

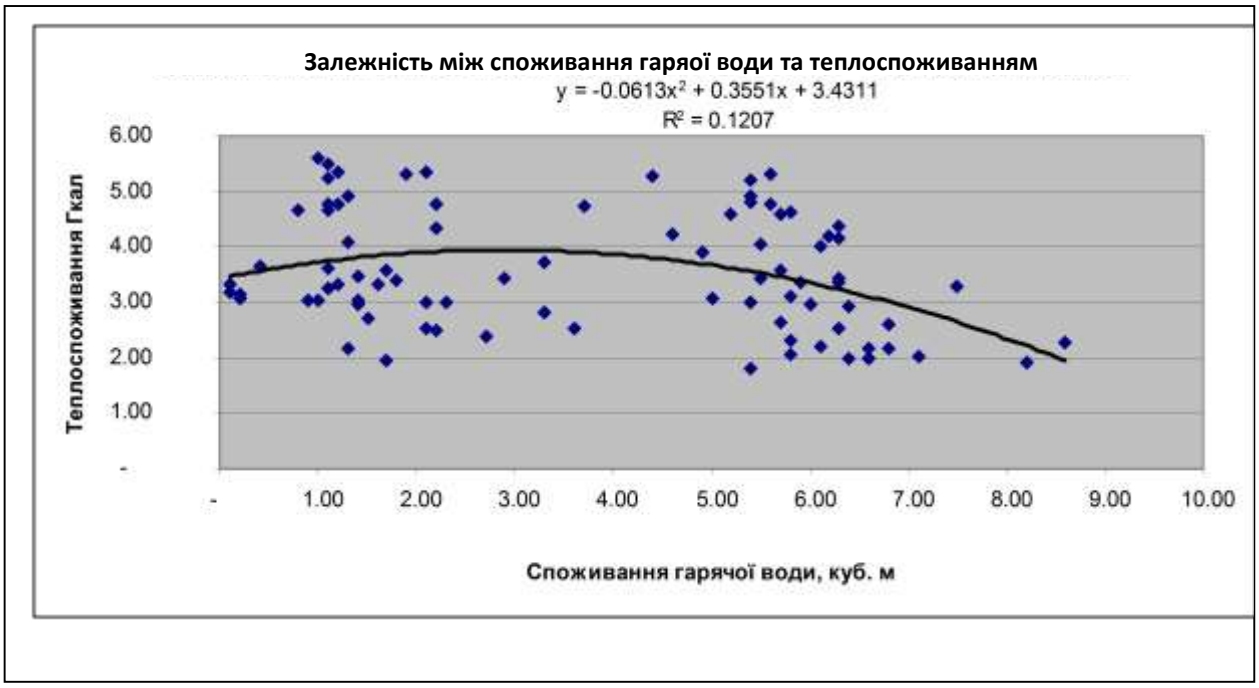

Рис. 6. Залежність між споживанням гарячої води та теплоспоживанням

Порівняно тісна залежність спостерігається між споживанням води на гаряче водопостачання та теплоспоживанням. При цьому слід відзначити, що як показали дослідження, доля гарячої води в загальному теплоспоживанні коливається на рівні 7% в опалювальний період і має враховуватись в основному при аналізуванні теплоспоживання в літній та осінньо-весняний період.

Як видно з графіку, серед наведених факторів найбільш впливовими є температура зовнішнього повітря та температура теплоносія в подавальному трубопроводі (що в загальному випадку також залежить від температури зовнішнього повітря за умови дієвого централізованого управління).

Таблиця 1. Коефіцієнт кореляції для факторів, що впливають на величину споживання теплової енергії.

----------	Тмін	Тмакс	Тсередн	Т1	ГВП	Вихідні	Місяць	Теплосп.
Тмін	1.00							
Тмакс	0.95	1.00						
Тсередн	0.98	0.99	1.00					
Т1	-0.85	-0.86	-0.86	1.00				
ГВП	-0.13	-0.12	-0.12	0.12	1.00			
Вихідні	-0.46	-0.48	-0.48	0.48	0.28	1.00		
Місяць	0.27	0.20	0.23	-0.23	0.08	-0.01	1.00	
Теплосп.	-0.90	-0.92	-0.92	0.95	0.10	0.47	-0.23	1.00

Зазначений аналіз показує, що окрім зовнішньої температури ще одним впливовим фактором є кількість робочих/вихідних днів, що пов'язано зі зміною споживання гарячої води та наявністю регулювання теплопостачання безпосередньо на об'єкті.

Додаток 5. Приклад визначення питомої характеристики на опалення будівель

№ періоду	Тривалість періоду, днів	Споживання за період, Гкал	Середнє споживання на добу, Гкал	Зовнішня темпе-ратура, град	Внутрішня температура, град	Різниця температур, град	Питомий показник, Гкал/град-день
1	3	8	2,67	6	19	13	0,21
5	3	8	2,67	5	19	14	0,19
6	4	13	3,25	4	19	15	0,22
7	3	10	3,33	-1	19	20	0,17
8	1	4	4,00	-8	19	27	0,15
11	4	30	7,50	-19	14	33	0,23
12	1	5	5,00	-13	14	27	0,19
13	1	5	5,00	-11	14	25	0,20
14	5	26	5,20	-3	18	21	0,25
16	1	4	4,00	2	18	16	0,25
18	1	5	5,00	-3	18	21	0,24
19	3	15	5,00	-8	18	26	0,19
20	1	6	6,00	-8	18	26	0,23
21	2	11	5,50	-12	18	30	0,18
22	1	6	6,00	-7	18	25	0,24
23	3	17	5,67	-13	18	31	0,18
24	4	21	5,25	2	18	16	0,33
25	3	13	4,33	1	18	17	0,25
26	4	15	3,75	-1	18	19	0,20
27	3	9	3,00	-3	18	21	0,14
						Усереднене значення	**0,21**

Рис. 1. Графічне відображення залежності споживання від різниці внутрішньої і зовнішньої температури

Зазначений усереднений параметр може бути використаний в якості базового для визначення економії за умов, що санітарні вимоги не відповідають нормативним.