

Звіт енергоаудиту

Енергоаудити у вищих навчальних закладах України – 2

Замовник

Європейський інвестиційний банк

Назва документу

Будівля Навчальний корпус Ц – Сумський державний університет

Дата документу

21.12.2017

Редакція: 2



iC consulenten Ziviltechniker GesmbH
Schönbrunner Strasse 297, 1120 Vienna, Austria
T +43 1 521 69-303; F +43 1 521 69-180
www.ic-group.org
FN 137252 t

EN ISO 9001



clean energy solutions GesmbH
Schönbrunner Strasse 297, 1120 Vienna, Austria
T +43 1 521 69-0, F +43 1 521 69-180
office@ic-ces.at, www.ic-ces.at
FN 320442p

EN ISO 9001

КОНТРОЛЬНИЙ ЛИСТ ДОКУМЕНТУ

НОМЕР ПРОЕКТУ: 52x170139

ПІДГОТОВЛЕНО: **iC consulenten Ziviltechniker GesmbH**
вул. Шьонбруннер, 297, А-1120 Відень
Тел.: +43 1 521 69 0
Факс: +43 1 521 69 180
E-Mail: office@ic-group.org

ПІДГОТОВЛЕНО ДЛЯ: **Європейський інвестиційний банк**
бульвар Конрада Аденауера, 100
L-2950 Люксембург
Тел.: +352 4379 88406
Факс: +352 4379 62650
E-Mail: i.arenabiagonzalez@eib.org

ДАТА: 21.12.2017

РЕДАКТОР: iC - BACELIC Zlatko

Дата	Редакція №	Редактор	Перевірено	Затверджено	Підпис
18.08.2017	Rev. 0	Vgu, Bac	Bac, Rmi	Rmi	
27.11.2017	Rev. 1	Vgu, Bac	Bac, Rmi	Rmi	
21.12.2017	Rev. 2	Vgu, Bac	Bac, Rmi	Rmi	

ЗМІСТ

1.	Коротке резюме	6
2.	Вступ.....	9
2.1.	Контакти аудитора.....	9
2.2.	Інформація про організацію, в якій проводиться аудит.....	9
2.3.	Відповідні стандарти та нормативні акти	10
3.	Основні дані будівлі.....	12
3.1.	Інформація про об'єкт	12
3.2.	Підключення до мереж.....	13
3.3.	ПОТОЧНЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ.....	13
3.4.	Базове споживання енергоресурсів.....	14
3.5.	Експлуатація, технічне обслуговування та управління об'єктом	16
4.	Опис поточної ситуації	17
4.1.	Зовнішня оболонка будівлі	17
4.2.	Система опалення.....	20
4.3.	Система вентиляції	21
4.4.	Система освітлення.....	22
5.	Запропоновані заходи з підвищення енергетичної ефективності	23
5.1.	Проаналізовані пакети заходів з підвищення енергетичної ефективності.....	23
5.2.	Оцінка пакетів заходів з підвищення енергетичної ефективності.....	24
5.3.	Опис заходів, запропонованих у рекомендованому пакеті	24
5.3.1.	Зовнішні стіни.....	25
5.3.2.	Плоскі дахи	26
5.3.3.	Вікна та двері.....	27
5.4.	Система опалення.....	29
5.4.1.	Встановлення індивідуальної теплової підстанції	29
5.4.2.	Модернізація/заміна системи опалення з гідравлічним балансуванням	30
5.5.	Системи вентиляції.....	31
5.6.	Система освітлення.....	32
5.7.	Система енергоменеджменту та управління будівлею	34
5.7.1.	Система енергоменеджменту	34
5.7.2.	Система управління будівлею	35
5.8.	Зміна у поведінці користувачів.....	36
5.9.	РЕЗЮМЕ запропонованого пакету енергоефективних заходів	37

6.	Оцінка скорочення викидів парникових газів	38
6.1.	Визначення коефіцієнтів викидів CO ₂	38
7.	Висновки	39
8.	ДОДАТКИ	40
8.1.	Енергетичний паспорт будівлі - поточна ситуація	41
8.2.	Енергетичний паспорт будівлі - після ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ заходів	43
8.3.	Методи та сутність енергетичного аудиту	45
8.4.	поповерхові плани будівлі	47
8.5.	Споживання теплової та електричної енергії для верифікації.....	50
8.5.1.	Споживання теплової енергії.....	50
8.5.2.	Споживання електричної енергії для освітлення.....	52
8.5.3.	Верифікація	54

ТАБЛИЦІ

Таблиця 1 – Річне споживання теплової енергії	14
Таблиця 2 – Різниця в параметрах роботи інженерних мереж між базовою і реальною ситуацією.....	15
Таблиця 3 – Порівняння нормалізованого та базового споживання енергії	15
Таблиця 4 – Характеристика зовнішніх стін.....	17
Таблиця 5 – Характеристика вікон/дверей	18
Таблиця 6 – Характеристики системи опалення, що розглядається.....	20
Таблиця 7 – Заходи з підвищення енергетичної ефективності зовнішніх стін	26
Таблиця 8 – Заходи з підвищення енергетичної ефективності плоских дахів	26
Таблиця 9 – Заходи з підвищення енергоефективності вікон та дверей.....	28
Таблиця 10 – Індивідуальна тепла підстанція енергоефективні заходи.....	30
Таблиця 11 – Заміна системи опалення на гідравлічне балансування.....	30
Таблиця 12 – Вентиляція енергоефективні заходи.....	31
Таблиця 13 – Характеристика системи освітлення	33
Таблиця 14 – Інвестиційні параметри системи освітлення.....	33
Таблиця 15 – Існуючі та запропоновані лічильники	34
Таблиця 16 – Система енергетичного менеджменту	34
Таблиця 17 – Система управління будівлею	36
Таблиця 18 – Вимірне споживання теплової енергії, градусодні та нормалізоване споживання	50
Таблиця 19 – Змінні для перевірки теплової енергії на опалення та електричної енергії для освітлення.....	54
Таблиця 20 – Приклад розрахунку для верифікації збереження теплової енергії після впровадження енергоефективних заходів	55
Таблиця 21 – Приклад калькуляції для верифікації збереження електричної енергії для потреб освітлення після впровадження енергоефективних заходів	56

МАЛЮНКИ

Мал. 1 – Місцезнаходження будівлі в університетському містечку	12
Мал. 2 – Діаграма Сенкі поточного споживання енергії	15
Мал. 3 – Зовнішні стіни	17
Мал. 4 – Вікна/двері.....	18
Мал. 5 – Дах/горище	19
Мал. 6 – Підлога/підвал	20
Мал. 7 – Показано різні компоненти системи опалення у будівлі.....	21
Мал. 8 – Компоненти системи вентиляції	22
Мал. 9 – Система освітлення	22
Мал. 10 – Система теплоізоляції зовнішніх стін.....	25
Мал. 11 – Енергозберігаючі вікна з потрійним заскленням	27
Мал. 12 – Вікна з інтегрованими вентиляційними отворами для повітря	28
Мал. 13 – Схема теплового пункту залежного підключення (джерело: Wien Energie).....	29
Мал. 14 – Запропоновані вентиляційні пристрої.....	32
Мал. 15 – Запропоноване світлодіодне освітлення	33

Мал. 16 – Лічильники води, електроенергії та тепла	34
Мал. 17 – Етапи проведення енергетичного аудиту	45
Мал. 18 – План підвалу	47
Мал. 19 – План першого поверху	48
Мал. 20 – План другого поверху	48
Мал. 21 – План третього поверху	49
Мал. 22 – Нормалізоване вимірне споживання – існуюча ситуація	51
Мал. 23 – Базове споживання – існуюча ситуація	51
Мал. 24 – Базове споживання – після впровадження енергоефективних заходів	52
Мал. 25 – Споживання електроенергії для освітлення	52
Мал. 26 – Споживання електроенергії для освітлення – існуюча ситуація	53
Мал. 27 – Споживання електроенергії для освітлення – базове споживання	53
Мал. 28 – Споживання електроенергії для освітлення – після впровадження енергоефективних заходів	53

1. КОРОТКЕ РЕЗЮМЕ

Енергетичний аудит будівлі був проведений під час впровадження проекту "Енергоаудити у вищих навчальних закладах України - 2", який фінансується Європейським інвестиційним банком. Мета проекту – проведення енергетичних аудитів будівель у чотирьох університетах України. Основна мета полягає у виробленні рекомендацій щодо короткострокових та довгострокових заходів з підвищення енергоефективності.

Цей енергоаудит містить інформацію, що стосується поточного стану будівлі, включаючи елементи конструкції та системи будівлі. Окрім цього, аудит пропонує можливі рішення для впровадження енергоефективних заходів у будівлі. Аудит також надає інформацію щодо вартості інвестицій та оцінку вартості енергоресурсів. Нарешті, рекомендації надаються на основі найбільш сприятливого періоду окупності (SPB) аналізованих пакетів заходів з підвищення енергоефективності. Рекомендований пакет вимагає інвестицій в заходи з підвищення енергоефективності на суму 1.015.342 євро, щоб заощадити на 1.339.498 кВт-год/рік теплової енергії та 34.543 кВт-год/рік електроенергії. Загальна сума грошових заощаджень складає 57.273 євро на рік. Рекомендований пакет має простий період окупності 17,7 років.

ЗАПРОПОНОВАНИЙ ЗАХІД З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	ЗАГАЛЬНІ ІНВЕСТИЦІЇ	ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ		ЗБЕРЕЖ. КОШТІВ	ПРОСТИЙ ТЕРМІН ОКУПНОСТІ
		Теплової	Електричної		
	[€]	[кВтг/рік]	[кВтг/рік]	[€/рік]	[років]
Теплоізоляція зовнішніх стін - 10 см мінеральна вата – Варіант 1	202.720	261.182	-	10.639	19,1
Теплоізоляція плоского даху	172.761	268.320	-	10.930	15,8
Заміна вікон	142.422	233.755	-	9.522	15,0
Заміна дверей	7.183	14.816	-	604	11,9
Встановлення індивідуального теплового пункту	20.000	192.468	-	7.840	2,6
Модернізація/заміна системи опалення з гідравлічним балансуванням	222.922	127.261	-	5.184	43,0
Вентиляція з рекуперацією тепла	194.272	210.156	-6.284	8.068	24,1
Заміна існуючого освітлення світлодіодним освітленням	17.272	-	40.827	3.202	5,4
Система енергомоніторингу та система управління будівлею	35.791	31.540	-	1.285	27,9
ЗАГАЛОМ	1.015.342	1.339.498	34.543	57.273	17,7

У наведеній нижче таблиці міститься інформація, отримана в процесі проведення енергоаудиту, та всі розрахункові параметри та показники для будівель.

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ				
1.	Назва будівлі, де проводився аудит	Навчальний корпус Ц		
2.	Дата проведення аудиту	16.06.2017		
3.	Рік будівництва	1987		
4.	Тип будівництва	Масивна		
5.	Кількість поверхів	3		
6.	Вже впроваджені заходи з підвищення енергоефективності	Частково вікна + частково пласка покрівля		
7.	Загальна площа [м ²]	9.423		
8.	Опалювальна площа [м ²]	9.423		
9.	Опалювальний об'єм [м ³]	32.982		
10.	Мешканці будівлі	2.040		
11.	Тривалість опалювального сезону	187		
12.	Стандартна температура в приміщенні [°C]	20		
13.	Досягнута температура в приміщенні [°C]	17		
14.	Середнє значення температури зовні під час опалювального сезону [°C]	-1.4		
15.	Джерело теплоенергії	Центральне опалення		
2. ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ – КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ (Вт/м²К)				
2.1	Елемент будівлі	ПЛОЩА [м ²]	ДО	ПІСЛЯ
2.1.1	Зовнішні стіни	4.505	0,87	0,30
2.1.2	Вікна та двері	1.230	2,43	1,10
2.1.3	Плоский дах/горище	3.141	1,04	0,20
2.1.4	Плита підлоги/підвальне перекриття	3.141	0,11	0,11
2.2	Втрата тепла через зовнішню оболонку будівлі		ДО	ПІСЛЯ
2.2.1	Втрата тепла через зовнішню оболонку будівлі – фактично [Вт/К]		13.835	9.529
3. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ			ДО	ПІСЛЯ
3.1	Ефективність системи тепловіддачі [%]		91,5	96,4
3.2	Ефективність розподільчої системи [%]		89,3	96,3
3.3	Ефективність системи автоматичного регулювання [%]		90,0	95,0
3.4	Ефективність системи генерації [%]		100,0	100,0
3.5	Ефективність системи енергоменеджементу [%]		95,0	98,0
4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДГОТОВКИ ГАРЯЧОЇ ВОДИ			ДО	ПІСЛЯ
4.1	Тип системи		Центральна	Центральна
5. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ			ДО	ПІСЛЯ
5.1	Тип системи		Природня	Механічна
5.2	Кратність повітрообміну – природна вентиляція [год ⁻¹]		0,3	0,2
5.3	Кратність повітрообміну – механічна вентиляція [м ³ /м ² год]		-	3,5
5.4	Ефективність системи регенерації тепла [%]		-	70,0
6. ІНФОРМАЦІЯ ПРО СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ			ДО	ПІСЛЯ
6.1	Теплове навантаження для обігріву будівлі [кВт]		1.077	444
6.2	Розрахункова річна потреба в тепловій енергії [кВтг/рік]		1.676.238	336.740
6.3	Збереження при розрахунковій річній потребі в тепловій енергії [%]		-	79,91%

6.4	Виміряне річне поживання теплової енергії [кВтг/рік]	948.773	240.343
6.5	Збереження при виміряному споживанні теплової енергії [%]	-	74,67%
6.6	Розрахункове річне споживання енергії для підготовки гарячої води [кВтг/рік]	-	-
6.7	Виміряне річне споживання енергії для підготовки гарячої води [кВтг/рік]	-	-
6.8	Загальне річне споживання теплової енергії [кВтг/рік]	1.676.238	336.740
6.9	Питоме споживання теплової енергії [кВтг/м ² рік]	177,9	35,7
6.10	Питоме споживання енергії для підготовки гарячої води [кВтг/м ² рік]	-	-
6.11	Загальне питоме споживання теплової енергії [кВтг/м ² рік]	177,9	35,7
6.12	Споживання електричної енергії (базове споживання) [кВтг/рік]	341.891	307.348
6.13	Споживання електричної енергії (реальне споживання) [кВтг/рік]	288.846	213.416
7. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ТАРИФ НА ЕНЕРГІЮ		ДО	ПІСЛЯ
7.1	Тариф – тепла енергія [євро/кВт]	0,0407	0,0407
7.2	Тариф – гаряча вода [євро/кВт]	0,0393	0,0393
7.2	Тариф – електроенергія [євро/кВт]	0,0784	0,0784
8. ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОВИТРАТ		ДО	ПІСЛЯ
8.1	Вартість опалення (базове споживання) [євро/рік]	68.281	13.717
8.2	Вартість опалення (реальне споживання) [євро/рік]	38.648	9.790
8.3	Вартість ГВП (базове споживання) [євро/рік]	-	-
8.4	Вартість ГВП (реальне споживання) [євро/рік]	-	-
8.5	Витрати на електроенергію (базове споживання) [євро/рік]	26.811	24.102
8.6	Витрати на електроенергію (реальне споживання) [євро/рік]	22.651	16.736
8.7	Загальні енергетичні витрати (базове споживання) [євро/рік]	95.092	37.819
8.8	Збереження коштів (базове споживання) [%]	-	60,23%
8.9	Загальні енергетичні витрати (реальне споживання) [євро/рік]	61.299	26.526
8.10	Збереження коштів (реальне споживання) [%]	-	56,73%
8.11	Питомі витрати на опалення [євро/м ² рік]	7,25	1,46
8.12	Питомі витрати на підготовку гарячої води [євро/м ² рік]	-	-

* ДО – стосується поточної ситуації

* ПІСЛЯ – стосується ситуації після впровадження запропонованої програми заходів

2. ВСТУП

Енергетичний аудит будівлі був проведений під час впровадження проекту "Енергоаудити у вищих навчальних закладах України - 2", який фінансується Європейським інвестиційним банком. Мета проекту – проведення енергетичних аудитів будівель у чотирьох університетах України.

Цей енергоаудит призначений для навчального корпусу Сумського державного університету. Обстеження в межах Сумського державного університету було проведено в 29 будівлях, що складає 36% від загальної кількості будівель, що складає 81 будівлю.

2.1. КОНТАКТИ АУДИТОРА

У наведеній нижче таблиці представлена загальна інформація про аудитора:

Назва:	iC consulenten Ziviltechniker GesmbH
Керівник групи:	В'ячеслав Гусєв
Дата проведення:	12.06.2017
Дата звітування:	21.12.2017
Адреса:	Володимирська вул., 61 б, Київ 01033, Україна
Контактна особа:	В'ячеслав Гусєв, Ярослав Кривопиш
Телефон:	+380679861608
E-mail:	V.GUSYEV@ic-group.org , ee.yaroslavkryvopysh@gmail.com

2.2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ, В ЯКІЙ ПРОВОДИТЬСЯ АУДИТ

У наведеній нижче таблиці представлена загальна інформація про організацію, в якій проводиться аудит:

Назва університету:	Сумський державний університет
Будівля:	Навчальний корпус Ц
Адреса:	вул. Римського-Корсакова, 2
Власник:	Сумський державний університет
Контактна особа:	Константин Хацко
Телефон:	+380509473601
E-mail:	k.hacko@pgm.sumdu.edu.ua
Роль в будівлі:	Менеджер об'єкту

2.3. ВІДПОВІДНІ СТАНДАРТИ ТА НОРМАТИВНІ АКТИ

Основним довідниковим документом для проведення енергетичного аудиту є Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/EU щодо загальної енергоефективності будівель від 19 травня 2010 року. В процесі підготовки цього документу використовувались стандарти, які визначають сферу інтересів та технічні характеристики, пов'язані із Завданням. До ключових стандартів належать:

- EN 16247-1:2014 – Енергетичні аудити – Загальні вимоги,
- EN 16247-2:2014 – Енергетичні аудити – Будівлі,
- EN ISO 13790 – Енергоефективність будівель – Розрахунок споживання енергоресурсів для опалення та охолодження приміщення,
- EN 15193 – Енергетична ефективність будівель – Енергетичні вимоги щодо освітлення,
- EN 15217 – Енергетична ефективність будівель – Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель,
- EN 15316 – Системи теплозабезпечення будівель – Методика розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи,
- EN 15603 – Енергетична ефективність будівель – Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки,
- а також всі інші необхідні основні документи, які використовуються в вищезазначених стандартах.

В процесі підготовки цього документа також були взяті за основу відповідні національні закони та норми, перелічені нижче:

- ДСТУ ISO 50002:2016 "Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення"
- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 "Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження"
- ДСТУ Б А.2.2-12:2015 "Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні"
- ДБН В.1.2-11-2008 "Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії"
- ДСТУ Б В.2.6-101 ISO:2010 "Визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій"
- ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування"
- ДБН В.2.5-28:2006 "Природне і штучне освітлення"
- ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі"
- ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель"
- ДБН В.2.2-3-97 (зі змінами) "Будинки та споруди навчальних закладів"
- ДБН В.2.2-15-2005 (зі змінами) "Житлові будинки. Основні положення"
- ДСТУ Б В.2.6-34:2008 "Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги"
- ДБН В.2.6-33:2008 "Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації"
- ДСТУ 4065-2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги"
- ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 "Будівельна кліматологія"

- ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007. "Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції"

Відповідно до вищезгаданих стандартів та норм були розглянуті наступні мінімальні вимоги:

МІНІМАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ		
ВИМОГИ	НОВІ БУДІВЛІ	РЕКОНСТРУКЦІЯ*
Мінімальний термічний опір для зовнішніх стін, $R_{q\ min}$	3,30	2,64
Мінімальний термічний опір для вікон, $R_{q\ min}$	0,75	0,60
Мінімальний термічний опір для дверей, $R_{q\ min}$	0,60	0,48
Мінімальний термічний опір для холодного горища, $R_{q\ min}$	4,95	3,96
Мінімальний термічний опір для плоскої крівлі, $R_{q\ min}$	6,00	4,80
Мінімальний термічний опір для підлоги, $R_{q\ min}$	3,75	3,00
МІНІМАЛЬНІ ВИМОГИ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГО МІКРОКЛІМАТУ		
Кратність повітрообміну – навчальні будівлі	1,0 г ⁻¹	
Кратність повітрообміну – гуртожитки	0,8 г ⁻¹	
Внутрішня температура – навчальні будівлі	20°C	
Внутрішня температура – гуртожитки	20°C	
Внутрішня температура – спортзали	18°C	
ДОДАТКОВІ РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Метаболічне тепло	7,0 Вт/м ²	
Теплоємність будівлі	111 Вт/м ² К	

* Термічні опори для реконструкції існуючих будівель визначаються як термічні опори для нових будинків, помножені на коефіцієнт 0,8, як визначено в ДБН Б.2.6-31: 2016 Теплова ізоляція будівель

3. ОСНОВНІ ДАНІ БУДІВЛІ

Визначення базової лінії є головною метою при проведенні енергетичного аудиту будівлі. Для цього енергоаудитор спочатку повинен вивчити основну інформацію, яка характеризує будівлю, таку як інформація про об'єкт, підключення до мереж (централізоване тепlopостачання, енергопостачання або ресурсне забезпечення), споживання енергії, а також прийняту на об'єктах практику їх експлуатації, технічного обслуговування та управління.

3.1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОБ'ЄКТ

Сумський державний університет розташований у місті Суми. Будівлі університету розташовані на 8 локаціях. Цей енергоаудит стосується будівлі Навчальний корпус Ц що розташована за адресою вул. Римського-Корсакова, 2. Точне розташування будівлі зображено на малюнку нижче.



Мал. 1 – Місцезнаходження будівлі в університетському містечку

Навчальний корпус Ц не є історичною будівлею, тому обмежень для ремонтних робіт немає. Будівля була споруджена у 1987 і з огляду на те, що стандарти енергоефективності на той час були досить низькими, або не існували взагалі, не дивно, що будівля споживає велику кількість енергії. Будівля характеризується масивною конструкцією і займає 3 поверхи. Площа забудови складає 3.141 м², та враховуючи загальну кількість поверхів дає загальну площу 9.423 м². Подальша детальна інформація подається в таблиці нижче.

Будівля	Навчальний корпус Ц		
Дата проведення	16.06.2017		
Опитана особа			
Рік будівництва	1987		
Тип будівництва	Масивна		
Кількість поверхів	3		
ЕЕ заходи (за останні 5 років)	Часткова заміна вікон та часткове утеплення пласкої покрівлі		
Опалювальна площа [м ²]	9.423	Опалювальний об'єм [м ³]	32.982
Мешканці	2.040	Опалювальний сезон	10.10-15.04

3.2. ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖ

Сумський державний університет забезпечується тепловою енергією через систему централізованого тепlopостачання. Університет використовує теплоенергію, яка надається з системи тільки для опалення. Теплова енергія постачається до будівлі по залежній схемі, тобто без використання теплообмінного пристрою. Загальна приєднана теплова потужність будівель університету – 7.602 кВт. Теплова енергія, що споживається в Сумському державному університеті вимірюється 1 лічильником. В більшості випадків, будівлі в Сумському державному університеті не облаштовані тепловими лічильниками. Електроенергію постачає Сумиобленерго і вимірюється вона в 1 окремій точці. В більшості випадків, будівлі в Сумському державному університеті - облаштовані лічильниками електроенергії. Воду в будівлі постачає Сумиводоканал і вимірюється вона в 1 окремій точці. В більшості випадків, будівлі в Сумському державному університеті - облаштовані лічильниками води.

Будівля приєднана до усіх згаданих вище систем. Теплова енергія використовується тільки для опалення тоді як електроенергія використовується для потреб освітлення, роботи електроприладів та інших пристроїв. Навчальний корпус Ц не облаштований окремим теплотлічильником, тому споживання теплової енергії визначається за допомогою лічильника в корпусі «Ц».

3.3. ПОТОЧНЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Інформація щодо споживання енергетичних ресурсів була отримана від керівництва університету та надана за останні три роки (2014-2016). Отриманий набір даних містив інформацію про фактичне споживання енергії, а також про тарифи та фактичні витрати. Дані для всього університету були проаналізовані та підсумовані для кожного з джерел енергії.

Нормалізоване споживання енергії (див. також розділ 8.5) на щорічній основі представлено в таблиці нижче.

РІК	ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ [кВтг]	ПРИГОТУВАННЯ ГАРЯЧОЇ ВОДИ [кВтг]	ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ [кВтг]	ЗАГАЛЬНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ [кВтг]
2014	1.035.260	0	275.168	1.310.428
2015	902.877		249.478	1.152.355
2016	908.183		341.891	1.250.074
Нормалізоване (середнє)	948.773	0	288.846	1.237.619

Таблиця 1 – Річне споживання теплової енергії

3.4. БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Розрахунок базового споживання енергоресурсів базується на розробці енергетичної моделі будівлі з урахуванням різноманітних фізичних характеристик досліджуваного об'єкту:

- Характеристики наступних огорожувальних конструкцій будівлі:
 - Зовнішні стіни
 - Вікна та двері
 - Дах та підлога горища
 - Підлоги та перекриття над підвалом
- Оцінені додаткові характеристики будівельних систем:
 - Система опалення
 - Вентиляційна система
 - Система освітлення
 - Інші інженерні мережі.

Розрахунок споживання енергетичних ресурсів на першому кроці калібрується відповідно до середньозваженого нормалізованого споживання. На наступному етапі, визначаючи базовий сценарій споживання теплової та електричної енергії, враховуються українські нормативи з точки зору стандартної температури приміщень та повітрообміну. Модель побудована на основі стандарту EN ISO 13790, для розрахунку теплового навантаження будівлі. Розрахунок виконується в програмному забезпеченні ENSI EAB для обчислення енергетичних показників будівель. В більшості випадків виміряне споживання є значно нижчим, ніж споживання енергії при базовому сценарії. Причиною цього є:

- значно нижча внутрішня температура в приміщеннях, аніж цього вимагають нормативні документи,
- низький рівень повітрообміну
- ручне керування системою опалення
- повна герметизація вікон для запобігання проникненню холодного повітря та появи протягів
- обмежених коштів на опалення та електричну енергію

У наведеній нижче таблиці показано основні відмінності між розрахунком базового та реального споживання.

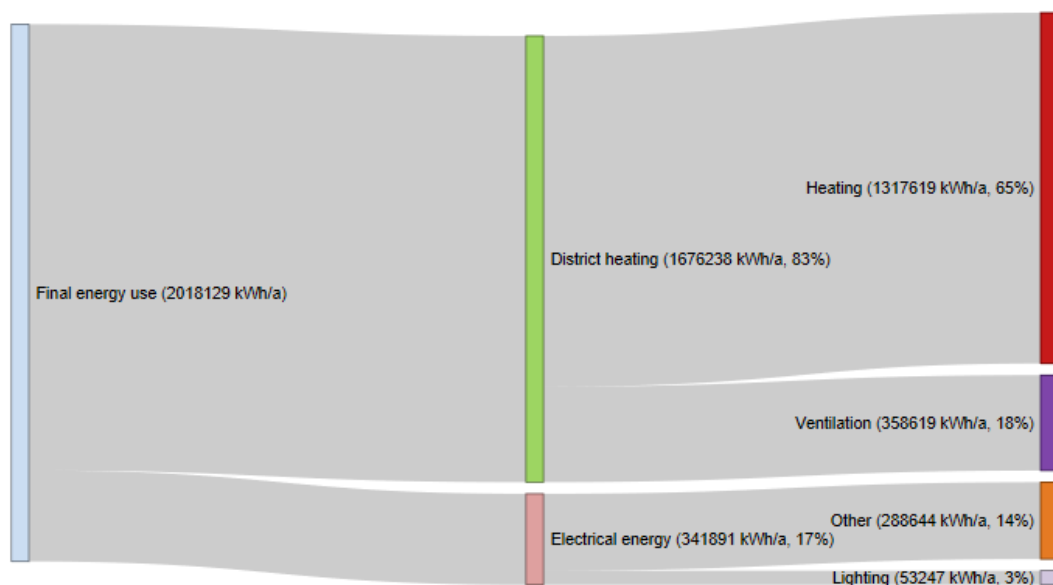
ПАРАМЕТРИ	БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ	РЕАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ
Внутрішня температура	20°C	17°C
Повітрообмін в приміщеннях	3,5 м ³ /м ² г	1,0 м ³ /м ² г
Температура скидання	20°C	17°C

Таблиця 2 – Різниця в параметрах роботи інженерних мереж між базовою і реальною ситуацією.

РІК/ТИП	ОПАЛЕННЯ [кВтг/рік]	ГВП [кВтг/рік]	ЕЛЕКТИЧНА ЕНЕРГІЯ [кВтг/рік]	ЗАГАЛЬНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ [кВтг/рік]
Нормалізоване (середнє)	948.773	0	288.846	1.237.619
Базове споживання	1.676.238	0	341.891	2.018.129

Таблиця 3 – Порівняння нормалізованого та базового споживання енергії

Наведена діаграма Сенкі служить для кращого розуміння енергетичних ресурсів, які споживаються, та енергетичних потоків у будівлі, де проводиться аудит. Діаграма має на меті надати конкретну інформацію про споживання енергії системами будівлі та забезпечує негайне розуміння того, на який сектор споживання звернути увагу для досягнення енергозбереження.



Мал. 2 – Діаграма Сенкі поточного споживання енергії

3.5. ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ

Умови експлуатації, прийнятий порядок технічного обслуговування та управління об'єктами будівлі мають значний вплив на загальне споживання енергії, тому їх слід уважно розглянути в аналізі. Наведена нижче таблиця має на меті надати як якісну, так і кількісну інформацію, пов'язану з цими трьома питаннями.

УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ		ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ		
Фактична температура в приміщенні	17 °C	Тип обслуговування	Реагуюче	
Температура в приміщенні відповідно до стандарту	20 °C	Інтервали технічного обслуговування		
Тривалість опалювального сезону		Загальна будівля	щорічно	
10/10 - 15/04 (187 днів)		Система опалення	щорічно	
		Інші системи	щорічно	
УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ				
Кількість персоналу	Ремонт / перевірка графіків	Контрольні списки для технічного	Запис даних	Аналіз даних
30-40	Так	Ні	Так	Так

4. ОПИС ПОТОЧНОЇ СИТУАЦІЇ

4.1. ЗОВНІШНЯ ОБОЛОНКА БУДІВЛІ

Основним конструктивним елементом зовнішніх стін є силікатна цегла що поштукатурена зсередини і ззовні. З точки зору теплових властивостей стін, в існуючій ситуації вони не відповідають мінімальним вимогам, встановленими українськими нормами. На зовнішніх стінах не виявлені ушкодження на конструкційному матеріалі та штукатурці. Заходи з підвищення рівня енергоефективності (проведення теплоізоляції) на зовнішніх стінах не проводилися раніше. Коефіцієнт теплопередачі був усереднений для всієї площі та на даний момент знаходиться на рівні 0,87 Вт/м²К.

Одиниця	Напрямки				Всього/В середньому
	Пн	Сх	Пд	Зх	
Напрямки	656,14	1 696,80	588,50	1 563,40	4 504,84
Коефіцієнт теплопередачі	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87

Таблиця 4 – Характеристика зовнішніх стін



Мал. 3 – Зовнішні стіни

Наявні вікна і двері мають дерев'яну раму з подвійним заскленням, ПВХ раму з подвійним заскленням. З точки зору теплових властивостей вікон і дверей в існуючій ситуації вони не відповідають мінімальним вимогам, що встановлені українськими нормативними документами. Заходи з підвищення рівня енергоефективності (заміна вікон та / або дверей) проводилися раніше в 2010-2013. Площа та теплові властивості вікон та дверей були усереднені по всіх ділянках і представлені в таблиці нижче.

Одиниця	Напрямки				Всього/В середньому
	Пн	Сх	Пд	Зх	
Напрямки	75,20	527,80	95,40	531,15	1 229,55
Коефіцієнт теплопередачі	2,42	2,35	2,60	2,38	2,39

Таблиця 5 – Характеристика вікон/дверей



Мал. 4 – Вікна/двері

Дах досліджуваного будинку - представлений суміщеним покриттям (плоске перекриття). Будівля облаштована технічним поверхом. Горище не обігрівається, тому воно є частиною неопалювальної площі будівлі. З точки зору теплових властивостей даху на даний момент, він не відповідає мінімальним вимогам, що встановлені українськими нормативними документами. Конструкція даху облаштована видимі пошкодження. Усі пошкодження даху повинні бути відремонтовані перед тим як будуть реалізовані будь-які заходи стосовно енергоефективності. Енергоефективні заходи із додатковою теплоізоляцією на поверхні даху / горища не проводилися раніше. Коефіцієнт теплопередачі був усереднений для всієї площі та на даний момент знаходиться на рівні 1,04 Вт/м²К.



Мал. 5 – Дах/горище

Підлога досліджуваної будівлі знаходиться в задовільному стані та має прийнятні теплові властивості. З точки зору теплових властивостей перекриття підлоги, на даний момент відповідає мінімальним вимогам, що встановлені українським законодавством. Енергоефективні заходи з точки зору додаткової теплоізоляції підвального перекриття не проводилися раніше. Коефіцієнт теплопередачі був усереднений для всієї площі та на даний момент знаходиться на рівні $0,11 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Незважаючи на те, не рекомендується застосовувати додаткову теплоізоляцію, оскільки, як правило, цей захід передбачає великі інвестиції разом із невеликою економією теплової енергії порівняно із іншими елементами будівлі. Однак, якщо в майбутньому відбудеться реконструкція, то рекомендується реалізувати цей EE захід разом з іншими ремонтними роботами.





Мал. 6 – Підлога/підвал

4.2. СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

Як вже було згадано раніше, будівля отримує тепло з системи централізованого теплопостачання. Загальне теплонавантаження будівлі складає 1077 кВт. Встановлена система опалення в будівлі - двотрубна. Комунікації встановлені по всій будівлі і виготовлені переважно з сталі. Труби в неопалювальних приміщеннях і тепловому пункті частково ізолювані належним чином. Під час візиту на об'єкт, енергоаудитор помітив протікання в трубах. Пошкодження в трубах - також були виявлені. Встановлені в будівлі радіатори переважно сталеві панельні. Усі вони без встановлених термостатичних регуляторів. Виявлено протікання в радіаторах під час проведення дослідження. Наявні радіатори мають пошкодження. Опалювальна техніка в тепловому пункті стара та зношена. Клапани в тепловому пункті в незадовільній стані. Водопідготовка не встановлена в тепловому пункті. Розширювальний резервуар не використовується. Регулювання температури теплоносія не здійснюється в автоматичному режимі.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ			
Джерело енергії	Централізоване теплопостачання	Стан обладнання пунктів	Незадовільний
Теплонавантаження будівлі	1 077 kW	Тип труб	Інше
Тип системи опалення	двотрубна.	Стан клапанів?	Задовільний
Автоматичне регулювання гірючого середовища?	Ні	Встановлено пом'якшення води?	Ні
ТРУБИ		Встановлено розширювальний бак?	Ні
Матеріал	Сталевий	РАДІАТОРИ	
Ізоляція	Частково	Тип	сталеві панельні
Стан ізоляції	Незадовільний	Термостатичні клапани	Ні
Пошкодження	Так	Пошкодження	Так
Протікання	Так	Протікання	Так

Таблиця 6 – Характеристики системи опалення, що розглядається



Мал. 7 – Показано різні компоненти системи опалення у будівлі

4.3. СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ

У будівлі встановлена механічна система вентиляції під час будівництва в 1987. Встановлена система може використовуватися для постачання свіжого повітря та витягу використаного повітря з будівлі. Система охоплює всю будівлю. Встановлена механічна система вентиляції ніколи не перебувала в експлуатації. Матеріал наявних повітропроводів - листовий метал . Повітропроводи на даний час в незадовільному стані. Вентиляційна установка в незадовільному стані. В санітарних приміщеннях (туалетах) - встановлена витяжна система вентиляції.





Мал. 8 – Компоненти системи вентиляції

4.4. СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ

Система освітлення в будівлі включає 3 типи освітлення - Лампи розжарювання , Флуоресцентні лампи T8 і LED освітлення. Флуоресцентні лампи T8 мають найбільшу встановлену електричну потужність, що загалом складає 92,3 кВт (83,12%), а слідом за нею Лампи розжарювання із сумарною потужністю 10,5 кВт (9,45%) і LED освітлення із сумарною потужністю 8,3 кВт (7,43%).



Мал. 9 – Система освітлення

5. ЗАПРОПОНОВАНІ ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**5.1. ПРОАНАЛІЗОВАНІ ПАКЕТИ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

ЗАХІД	ЗАГАЛЬНА СУМА ІНВЕСТИЦІЙ [€]	ВАРІАНТИ		
		ВАР. 1	ВАР. 2	ВАР. 3
Теплоізоляція зовнішніх стін - 10 см мінеральна вата – Варіант 1	202.720	•		
Теплоізоляція зовнішніх стін -12 см мінеральна вата – Варіант 2	225.245		•	
Теплоізоляція зовнішніх стін - 14 см мінеральна вата – Варіант 3	247.769			•
Теплоізоляція плоского даху	172.761	•	•	•
Заміна вікон	142.422	•	•	•
Заміна дверей	7.183	•	•	•
Встановлення індивідуального теплового пункту	20.000	•	•	•
Модернізація/заміна системи опалення з гідравлічним балансуванням	222.922	•	•	•
Вентиляція з рекуперацією тепла	194.272	•	•	•
Заміна існуючого освітлення світлодіодним освітленням	17.272	•	•	•
Система енергомоніторингу та система управління будівлею	35.791	•	•	•
ЗАГАЛЬНА СУМА ІНВЕСТИЦІЙНИХ ВИТРАТИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ		1.015.342	1.037.867	1.060.391

5.2. ОЦІНКА ПАКЕТІВ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Подальший аналіз кожного пакету можливий лише за умови прив'язки енергозбереження до тарифів на енергоносії, щоб отримати загальну суму витрат на енергоносії, тобто суму заощаджених коштів для кожного пакета. У наступній главі представлені дані, що використовуються для розрахунку фінансових показників, які можуть служити для визначення економічно обґрунтованих проектів на основі вимог щодо відповідності проекту.

Тарифи, що використовуються для обчислення енергозбереження, відповідають тарифам, наданим університетами. Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці нижче.

ТАРИФ	євро/одинаця	грн/одинаця
Електроенергія [кВт]	0,0784	2,35
Централізоване теплопостачання – опалення [кВт]	0,0407	1,22

У наведеній нижче таблиці представлені загальні суми інвестицій, сума економії теплової та електричної енергії, а також суму заощаджених коштів для кожного з розглянутих пакетів. Основою для надання рекомендації щодо певного пакета заходів є простий період окупності.

ВАРІАНТ	ІНВЕСТИЦІЇ[€]	ЕКОНОМІЯ ТЕПЛОЕНЕРГІЇ [кВтг/рік]	ЕКОНОМІЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ [кВтг/рік]	ЗАГАЛЬНА ЕКОНОМІЯ [€/рік]	ПРОСТИЙ ПЕРІОД ОКУПНОСТІ [роки]
ВАР1	1.015.342	1.339.498	34.543	57.273	17,7
ВАР2	1.037.867	1.352.664	34.543	57.809	18,0
ВАР3	1.060.391	1.365.778	34.543	58.344	18,2

На підставі інформації, наведеної в таблиці вище, для впровадження рекомендовано пакет ВАР.1. Рекомендований пакет вимагає інвестицій в заходи з підвищення енергоефективності на суму 1.015.342 євро, щоб заощадити на 1.339.498 кВт-год/рік теплової енергії та 34.543 кВт-год/рік електроенергії. Загальна сума грошових заощаджень складає 57.273 євро на рік. Рекомендований пакет має простий період окупності 17,7 років.

5.3. ОПИС ЗАХОДІВ, ЗАПРОПОНОВАНИХ У РЕКОМЕНДОВАНОМУ ПАКЕТІ

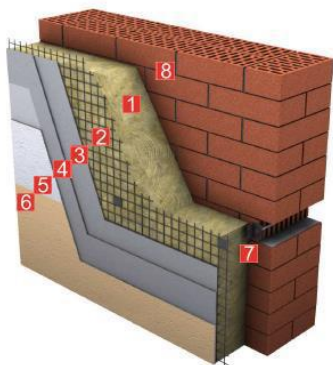
Наступні описи слід використовувати як основу для підготовки подальших етапів проектів, наприклад, підготовки проекту заходів з підвищення енергоефективності. Оцінка заощадженої кількості енергоресурсів, наведена в наступних розділах, дійсна тільки у випадку реалізації всього пакету заходів. Очікується, що реалізація окремих заходів дасть результати, відмінні від тих, що наведені в наступних розділах.

5.3.1. Зовнішні стіни

Стіни будівлі в задовільному стані. Проте, так як будівля збудована в 1987 коли раціональне використання енергоресурсів не було на порядку денному, теплозахисні властивості стін на даний момент дуже низькі: в середньому, коефіцієнт теплопередачі $0,87 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Сучасні українські норми вимагають $U_{\text{макс.}} = 0,30 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для будівництва нових будівель або $U_{\text{макс.}} = 0,38 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для реконструкції існуючих. Теплоізоляцію зовнішніх стін пропонується виконати мінеральною ватою. Запропонована товщина ізоляції - 10 см, що в знизить коефіцієнт теплопровідності зовнішніх стін до $0,30 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ щоб відповідати вимогам нормативних документів.

Прогнозовані технічні характеристики теплоізоляції на зовнішніх стінах:

- Теплоізоляційний матеріал: Мінеральна вата
- Теплопровідність матеріалу (максимум): $0,045 \text{ Вт/мК}$
- Монтаж: після очищення та підготовки поверхонь; відповідно до вимог виробника
- Додаткова інформація:
 - Закріплення теплоізоляції повинно бути виконане відповідно до вимог виробника (надається виробником)
 - Необхідно використовувати відповідні матеріали (штукатурка, сітка тощо) у відповідності до специфікації виробника
 - Оздоблення: відповідно до вимог місцевої влади (якщо є) або відповідно до вимог інвестора



1. Мінеральна вата
2. Скляна сітка
3. Грунтовий шар
4. Вирівнюючий шар
5. Декоративний шар
6. Шар фарби
7. Сталевий анкерний фіксатор
8. Зовнішня стіна

Мал. 10 – Система теплоізоляції зовнішніх стін

У наведеній нижче таблиці представлені характеристики зовнішніх стін в існуючій ситуації і після встановлення теплоізоляції.

ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ ЗОВНІШНІХ СТІН МІНЕРАЛЬНОЮ ВАТОЮ ТОВЩИНОЮ 10 СМ		
U-ЗНАЧЕННЯ ДО	Вт/м ² К	0,87
U-ЗНАЧЕННЯ ПІСЛЯ	Вт/м ² К	0,30
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік	1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік	261.182
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%	15,58%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ		
КІЛЬКІСТЬ	[м ²]	4.505
ІНВЕСТИЦІЇ	[€]	202.720

Таблиця 7 – Заходи з підвищення енергетичної ефективності зовнішніх стін

5.3.2. Плоскі дахи

Більшість площі плоских дахів не теплоізолювана. Теплозахисні властивості суміщеного перекриття (плоского даху) на даний момент не відповідають установленим нормативним документам: в середньому коефіцієнт теплопередачі становить 1,04 Вт/м²К. Сучасні українські норми вимагають U макс. = 0,17 Вт/м²К для будівництва нових будівель або U макс. = 0,21 Вт/м²К для реконструкції існуючих будівель. Запропонована товщина ізоляції становить 20 см, що знизить коефіцієнт теплопровідності плоских дахів до 0,20 Вт/м²К щоб відповідати вимогам нормативних документів.. Окрім застосування теплоізоляції на плоских дахах будівлі, слід також подбати про те, щоб гідроізоляція перешкоджала попаданню води в теплоізоляційний шар, а також у конструкцію будівлі. У таблиці нижче представлені характеристики плоских дахів у існуючій ситуації та після застосування теплоізоляції.

Прогнозовані технічні характеристики теплоізоляції плоского даху:

- Теплоізоляційний матеріал: Мінеральна вата
- Теплопровідність матеріалу (максимум): 0,045 Вт/мК
- Інші матеріали: обов'язкова гідроізоляція
- Монтаж: після очищення та підготовки поверхонь; відповідно до вимог виробника

ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ ПЛОСКОЇ КРИВЛІ МІНЕРАЛЬНОЮ ВАТОЮ ТОВЩИНОЮ 25 СМ		
U-ЗНАЧЕННЯ ДО	Вт/м ² К	1,04
U-ЗНАЧЕННЯ ПІСЛЯ	Вт/м ² К	0,20
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік	1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік	268.320
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%	16,01%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ		
КІЛЬКІСТЬ	[м ²]	3.141
ІНВЕСТИЦІЇ	[€]	172.761

Таблиця 8 – Заходи з підвищення енергетичної ефективності плоских дахів

5.3.3. Вікна та двері

Метою цього енергоефективного заходу є заміна існуючих старих вікон на нові - із значно кращими тепловластивостями. Поточне усереднене значення коефіцієнту теплопровідності всіх установлених в будинку вікон складає $2,39 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Коефіцієнт теплопровідності вікон, які пропонується замінити, дорівнює $2,00 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Ці вікна займають площу в $1095,55 \text{ м}^2$. Сучасні українські норми вимагають $U \text{ макс.} = 1,33 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для будівництва нових будівель або $U \text{ макс.} = 1,66 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для реконструкції існуючих будівель. Запропонований захід зменшить коефіцієнт теплопровідності вікон до $1,10 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ щоб відповідати вимогам нормативних документів. У таблиці нижче представлені характеристики вікон в існуючій ситуації та після заміни.

Прогнозовані технічні характеристики нових вікон 4i-14Ar-4-14Ar-4i включають:

- Матеріал віконної рами: металопластик
- Склопакет: потрійний енергозберігаючий склопакет
- Товщина скла: 4 мм
- Наповнення склопакету: аргон
- Відстань між скляними шибками: у середньому 14 мм
- Коефіцієнт теплопередачі вікна: макс. $1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ (має бути наданий нещодавно отриманий сертифікат випробувань для цього типу вікна, який повинен відповідати встановленим вимогам)
- Монтаж: виробник повинен надати чіткі інструкції з монтажу



Мал. 11 – Енергозберігаючі вікна з потрійним заскленням

Метою цього енергоефективного заходу є заміна існуючих старих зовнішніх дверей новими, що мають значно кращі теплові властивості. Поточний усереднений коефіцієнт теплопровідності усіх зовнішніх дверей, встановлених у будівлі, становить $2,50 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Коефіцієнт тепловтрат дверей, які пропонується замінити, дорівнює $2,50 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Ці двері мають площу $65,3 \text{ м}^2$. Сучасні українські норми вимагають $U \text{ макс.} = 1,66 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для будівництва нових будівель або $U \text{ макс.} = 2,08 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ для реконструкції існуючих будівель. Запропонований захід зменшить коефіцієнт теплопровідності дверей до $1,60 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ щоб відповідати вимогам

нормативних документів. У таблиці нижче представлені характеристики дверей в існуючій ситуації та після заміни.

Прогнозовані технічні характеристики нових дверей:

- Матеріал рами дверей: дерево/металопластик
- Склопакет: потрійний енергозберігаючий склопакет
- Наповнення склопакету: аргон
- Відстань між скляними панелями: у середньому 16 мм
- Коефіцієнт теплопередачі дверей: макс. 1,8 Вт/м²К (має бути наданий нещодавно отриманий сертифікат випробувань для цього типу дверей, який повинен відповідати встановленим вимогам)
- Монтаж: виробник повинен надати чіткі інструкції з монтажу

ЗАМІНА ІСНУЮЧИХ ВІКОН НА НОВІ З ПОТРІЙНИМ ЗАСКЛЕННЯМ, U = 1,1 Вт/м²К		
U-ЗНАЧЕННЯ ДО	Вт/м ² К	2,43
U-ЗНАЧЕННЯ ПІСЛЯ	Вт/м ² К	1,1
ЗАМІНА ДВЕРЕЙ НА НОВІ, U = 1,6 Вт/м²К		
U-ЗНАЧЕННЯ ДО	Вт/м ² К	1,9
U-ЗНАЧЕННЯ ПІСЛЯ	Вт/м ² К	1,6
ЗБЕРЕЖЕННЯ		
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік	1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік	248.571
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%	14,83%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ		
КІЛЬКІСТЬ	[м ²]	1.161
ІНВЕСТИЦІЇ	[€]	149.605

Таблиця 9 – Заходи з підвищення енергоефективності вікон та дверей

Для того, щоб забезпечити проникнення свіжого зовнішнього повітря, пропонується встановити вікна з вентиляційними отворами для повітря в спеціальних приміщеннях. Проте вентиляційні отвори для повітря не повинні встановлюватися на всіх вікнах, а лише на незначній їх частині, де це вважається необхідним.



Мал. 12 – Вікна з інтегрованими вентиляційними отворами для повітря

5.4. СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

5.4.1. Встановлення індивідуальної теплової підстанції

Температура теплопостачання регулюється вручну та обсяг потоку теплоносія не змінюються. В даний час магістралі теплової мережі безпосередньо підключені до опалювальної системи будівлі без теплообмінника для відокремлення первинного та вторинного контурів. Отже, теплоносій з центральної мережі проходить через всю опалювальну систему споживача, що означає, що система опалення будівлі гідравлічно пов'язана з постачальником. Тиск в системі, а також якість води підтримується лише центральною котельнею.

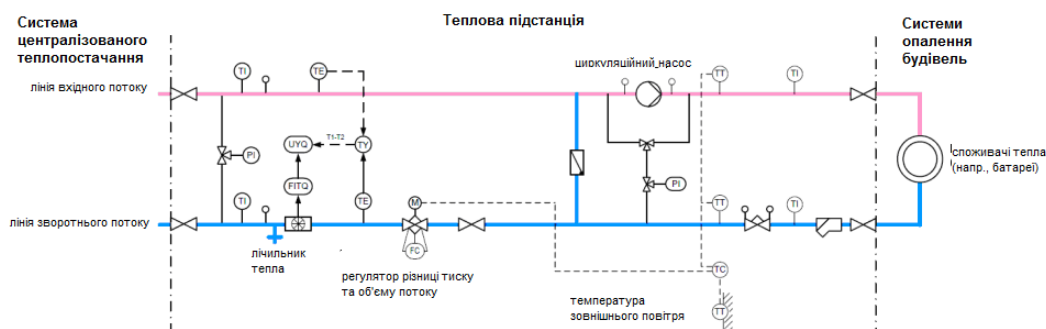
Через відсутність автоматичного регулювання температури подачі теплоносія та неможливість регулювати витрати теплоносія система працює неефективно.

Таким чином, встановлення індивідуальної теплової підстанції з автоматичним регулюванням температури є одним з основних заходів з підвищення енергоефективності. Ця система дозволяє адаптувати споживання тепла будівлею до її поточного фактичного рівня споживання залежно від зовнішньої температури. Тепловий пункт є технічною передумовою управління споживанням. Завдяки ньому з'явиться можливість забезпечити центральний дистанційний моніторинг та регулювання подачі теплової енергії. В будівлі рекомендується встановити новий індивідуальний тепловий пункт.

Тепловий пункт повинен включати:

- циркуляційні насоси з частотним регулюванням,
- датчики температури подавального та зворотного трубопроводів системи опалення,
- датчик та контролер зовнішньої температури,
- датчики тисків та контролер об'ємного потоку,
- клапани, необхідні для нормальної роботи (закриваючі, запобіжні),
- фільтри та сепаратори бруду (де це можливо).

Вказаний блок зовнішнього регулювання температури дозволяє виконувати різні режими роботи, наприклад що дозволяє керувати системою різними температурними режимами для денних та нічних годин, відповідно, будні та вихідні дні. Приміщення, в яких встановлена підстанція, повинні мати мінімальний розмір, бути легко доступними, а також мати доступ до води та електропостачання.



Мал. 13 – Схема теплового пункту залежного підключення (джерело: Wien Energie)

ВСТАНОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ (ВКЛЮЧАЮЧИ АВТОМАТИЗАЦІЮ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА МОЖЛИВІСТЮ СКИДАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ)		
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік	1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік	192.468
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%	11,48%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ		
КІЛЬКІСТЬ	[одиниць]	1
ІНВЕСТИЦІЇ	[€]	20.000

Таблиця 10 – Індивідуальна теплова підстанція енергоефективні заходи

5.4.2. Модернізація/заміна системи опалення з гідравлічним балансуванням

Ще однією проблемою, пов'язаною з тепlopостачанням, є стан труб та радіаторів системи опалення, які частково зношені, піддані корозії, а також мають значно звужений поперечний переріз через наявність накипу, що призводить до зменшення теплотворності радіаторів і в той же час до збільшеного гідравлічного опору у трубах системи опалення. Всі ці проблеми призводять до витoku води, і, як наслідок, - падіння тиску у теплових мережах під час експлуатації. Тому цей захід не обов'язково є чистим заходом з підвищення енергоефективності. Він складається з комплексу заходів, таких як:

- ізоляція теплових розподільних труб,
- гідравлічне балансування (встановлення балансувальних клапанів),
- заміна радіаторів,
- встановлення термостатичних регуляторів
- заміна більшої частини теплових розподільних труб.

У деяких приміщеннях будівель радіатори часто встановлені не в тому місці, що у свою чергу запобігає правильній конвекції повітря. Циркуляцію повітря можна легко вдосконалити, що значно покращить ефективність випромінювання тепла радіаторами.

ЗАМІНА ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ НА НОВУ З ПОДАЛЬШИМ ЇЇ ГІДРАВЛІЧНИМ БАЛАНСУВАННЯМ			
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік		1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік		127.261
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%		7,59%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ			
ТИП ОБЛАДНАННЯ	ЦІНА ЗА ОД. [€]	КІЛЬКІСТЬ	ЗАГАЛОМ [€]
Радіатори, термостатичні клапани (крани та приєднання)	100	747 шт.	74.700
Демонтаж старої системи опалення (роботи)	21.957	1	21.957
Встановлення нової системи опалення (роботи)	66.336	1	66.336
Трубопровідна арматура та труби	15	3.006 м.	45.088
Балансування системи	10.000	1	10.000
Утеплення трубопроводів в необпалювальних приміщеннях	15	323 м.	4.841
ЗАГАЛОМ [€]			222.922

Таблиця 11 – Заміна системи опалення на гідравлічне балансування

5.5. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Цей захід з підвищення енергоефективності включає в себе встановлення вентиляційних припливних клапанів повітря на вікнах (в приміщеннях, де це вважається необхідним); витяжних вентиляційних пристроїв, які повинні використовувати існуючі канали (де це можливо), а також розподільчих вентиляційних пристроїв з рекуперацією тепла. Комбінація цих заходів забезпечує достатню вентиляцію будинку, постачання свіжого повітря та енергозбереження. Технічні характеристики запропонованих рішень для вентиляційних агрегатів включають:

- рекуперація на рівні не менш як 70% для обладнання
- низький рівень шуму
- тип одиниці: стельовий блок
- встановлення в оптимальних місцях для постачання свіжого повітря в приміщення

Вентиляційні припливні клапани повітря призначені для контролю тиску та вологості з метою запобігання постійного надходження свіжого повітря в будівлю.

ВСТАНОВЛЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ			
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДО	кВтг/рік		1.676.238
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДО	кВтг/рік		288.846
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	кВтг/рік		210.156
ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	кВтг/рік		-6.284
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	%		12,54%
ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	%		-2,18%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ			
ТИП ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ	ЗАПРОПОНОВАНО ДЛЯ	КІЛЬКІСТЬ	ІНВЕСТИЦІЇ [€]
Вентиляційна установка з рекуперацією тепла, 3000 м ³ /год	Спортивна зала, Аудиторії	13	99.949
Вентиляційна установка з рекуперацією тепла, 2000 м ³ /год	Спортивна зала, Аудиторії	1	7.119
Специфічна вентиляційна система	Для усіх типів приміщень	1	86.492
Вентиляційний припливний клапан повітря віконний	Кімнати викладачів, кабінети	6	712
ЗАГАЛОМ			194.272

Таблиця 12 – Вентиляція енергоефективні заходи



Мал. 14 – Запропоновані вентиляційні пристрої

5.6. СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ

У більшості досліджених приміщень будівлі нормативні показники не можуть бути виконані. Насамперед це стосується коридорів, де не вистачає природного освітлення, а штучне освітлення повністю вимкнено. Найпоширеніші види ламп включають люмінесцентне освітлення та лампи розжарювання.

Фактичну якість освітлення у класах можна вважати недостатньою. Інтенсивність світла надто низька через низьку якість проектування та ламп, що використовуються.

Зайве говорити, що з точки зору комфорту та здоров'я користувачів будівлі нові сучасні системи освітлення є дуже важливими і абсолютно необхідними. Нещодавні дослідження показали, що успіх у навчанні та мотивація до навчання безпосередньо залежать від якості освітлення. Тому головна мета - реконструкція та вдосконалення систем освітлення та доведення їх до рекомендованого рівня, зазначеного в існуючих нормативних документах України.

Нижче наведено технічні вимоги щодо реабілітації та вдосконалення системи освітлення всієї будівлі:

- Існуючі неефективні лампи розжарювання слід замінити світлодіодними лампами;
- Джерела світла повинні мати світлопродуктивність не нижче 70 лм/Вт та споживати не більше 20 Вт/м² електроенергії з урахуванням споживання енергії перемикачами та допоміжними системами керування освітленням.
- Додаткове освітлення білої дошки повинно бути зроблено лампами з асиметричним розсіюванням світла, щоб забезпечити необхідний рівень освітлення в центрі білої дошки;

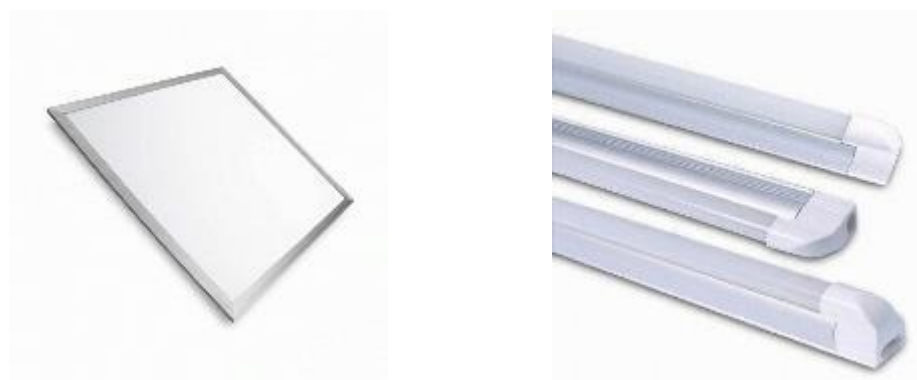
ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ				
ТИП ЛАМП	ДО		AFTER	
	Кількість	ПОТУЖНІСТЬ [кВт]	Кількість	ПОТУЖНІСТЬ [кВт]
Лампи розжарювання	307	18,4	-	-
Флуоресцентні лампи T8	2.165	39,0	-	-
LED освітлення	-	-	694	8,3
ЗАГАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ОСВІТЛЕННЯ	2.472	57,4	694	8,3
СИСТЕМНІ ПОКАЗНИКИ ТА ПАРАМЕТРИ				
Конкретне навантаження від освітлення [Вт/м ²]	19,16		2,78	
Конкретне споживання електроенергії [кВт/м ² а]	9,17		0,66	
Загальне споживання електроенергії [кВт/а]	27.484,00		1.966,00	
Загальні витрати на освітлення [€/а]	2.154,75		154,13	

Таблиця 13 – Характеристика системи освітлення

Запропоноване світлодіодне освітлення має замінити наявні старі світильники новим світлодіодним панельним освітленням (там, де це доцільно) або лише світлодіодними лампами типу T8 або T5, а також компактні світлодіодні світильники для заміни існуючих ламп розжарювання та люмінесцентних ламп. Точні місця для нових світильників повинні бути визначені на етапі проектування, щоб забезпечити відповідність вимогам системи освітлення.

ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ	КІЛЬКІСТЬ	ЦІНА ЗА ОДИНИЦЮ [€]	ІНВЕСТИЦІЇ [€]
Компактні LED світильники (для заміни існуючих ламп розжарювання та люмінесцентних ламп)	175	8	1.400
LED світильники панельного типу (або лише світлодіодні лампами типу T8 або T5), а також компактні світлодіодні світильники	1.984	8	15.872
ЗАГАЛОМ	2.159	-	17.272

Таблиця 14 – Інвестиційні параметри системи освітлення



Мал. 15 – Запропоноване світлодіодне освітлення

5.7. СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА УПРАВЛІННЯ БУДІВЛЕЮ**5.7.1. Система енергоменеджменту**

Ефективна система енергоменеджменту має надзвичайно важливе значення, оскільки дозволяє тримати споживання енергії під контролем, контролювати та аналізувати дані, отримані системою. Належне вимірювальне обладнання є єдиною передумовою для належного обліку енергії, тому пропонується встановити наступне вимірювальне обладнання:

- Лічильник тепла
- Додатковий лічильник (контролер) електроенергії
- Лічильник води



Мал. 16 – Лічильники води, електроенергії та тепла

ЛІЧИЛЬНИК	ІСНЮЧА СИТУАЦІЯ	ЗАПРОПОНОВАНІ НОВІ
ТЕПЛОВИЙ ЛІЧИЛЬНИКИ (ОПАЛЕННЯ)	- (лише один лічильник тепла в Навчальному корпусі Ц для 5 будівель)	1x
ТЕПЛОВИЙ ЛІЧИЛЬНИКИ (ГВП)	0x	0x
ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЛІЧИЛЬНИК	3x	3x
ВОДЯНИЙ ЛІЧИЛЬНИК	1x	1x

Таблиця 15 – Існуючі та запропоновані лічильники

ЗАПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ		
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДО	кВтг/рік	1.676.238
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	кВтг/рік	31.540
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	%	1,88%
ІНВЕСТИЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ		
ПОЗИЦІЯ	КІЛЬКІСТЬ	ЦІНА
ТЕПЛОВИЙ ЛІЧИЛЬНИКИ (ОПАЛЕННЯ)	1	600
ТЕПЛОВИЙ ЛІЧИЛЬНИКИ (ГВП)	0	0
ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЛІЧИЛЬНИК	3	1800
ВОДЯНИЙ ЛІЧИЛЬНИК	1	600
СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ (додаткові кошти)	1	500
ЗАГАЛОМ		3.500

Таблиця 16 – Система енергетичного менеджменту

Зазначене обладнання пропонується підключити до платформи управління/моніторингу енергоспоживання. Ручне втручання буде необхідне у надзвичайних ситуаціях і, отже, буде зведене до мінімуму. Платформа повинна надати можливість кожному університету здійснювати моніторинг енергоспоживання як на рівні окремої будівлі, так і на рівні університету, тобто дозволити:

- моніторинг споживання тепла, електроенергії та води в режимі реального часу в цифрах та графіках;
- запросити у будь-якого лічильник детальну інформації про споживання енергії з метою її дослідження;
- запобігти втратам енергії в інженерних системах будівель;
- архівувати дані щодо енергоспоживання, отримані від будівель;
- аналізувати споживання та негайно реагувати на надзвичайні ситуації;
- оптимізувати використання енергії у робочі години;
- виконувати енергетичне планування (прогноз споживання енергії);
- захищати дані.

5.7.2. Система управління будівлею

Управління будівлею пропонується відповідно до вимог проекту, з тим щоб контролювати всі енергоспоживаючі системи в будівлі, включаючи запропоновані:

- систему опалення,
- систему вентиляції,
- систему освітлення, а також
- інші доступні системи в будівлі.

Очікується, що система управління будівлею забезпечить:

- експлуатацію системи опалення відповідно до заздалегідь визначених графіків та правил, регулювання роботи циркуляційних насосів, температурою подачі та звороту відповідно до зовнішньої температури та визначеної температури скидання;
- роботу системи вентиляції відповідно до показників датчиків CO₂, показників вологості та того, що правильне управління забезпечить ефективну роботу вентиляційної системи;
- ефективну експлуатацію системи освітлення відповідно до заздалегідь визначених графіків та процесів та за умови відсутності людей в приміщеннях

Енергетичні заощадження, отримані від представленої системи, включені в кожен із вище запропонованих заходів, які контролює система. Інвестиції представлені в таблиці нижче.

ПОЗИЦІЯ	ЦІНА
Датчики руху,; датчиківологості; датчики CO ₂ ; датчики температури	4.916
Світлові диммери	1.229
Автоматичні крани	1.229
Автоматична система контролю	20.000
Матеріали (проводка, інші матеріали)	4.916
ЗАГАЛОМ	32.291

Таблиця 17 – Система управління будівлею

5.8. ЗМІНА У ПОВЕДІНЦІ КОРИСТУВАЧІВ

Зміна у поведінці користувачів дуже часто може призвести до значної економії енергії та ресурсів. Проте для цього необхідно провести навчальні заходи, які дозволять усвідомити важливість економного споживання енергії та ресурсів. Загалом, крім цього, необхідно також проводити постійний нагляд та адаптувати освітні заходи для досягнення максимально можливого впливу на користувачів будівлі.

Одним з можливих заходів, які могли б підвищити обізнаність користувачів будівель університету, є встановлення простого екрану з актуальною інформацією про споживання енергії за різні періоди часу (наприклад, день, тиждень, місяць, рік) у спільних приміщеннях, якими користуються найчастіше. Такі "м'які заходи" призначені для підвищення обізнаності та для зміни думки про використання енергії. Поінформованість щодо питань енергоефективності та енергетики в цілому також може бути піднята шляхом проведення семінарів один раз на рік, в яких буде поєднано як інформативну, так і демонстраційну частину. Незважаючи на те, що важко кількісно визначити обсяг енергозбереження у результаті зміни поведінки користувачів, його можна визначити шляхом спостереження за системами енергоменеджменту.

5.9. РЕЗЮМЕ ЗАПРОПОНОВАНОГО ПАКЕТУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ

ЗАПРОПОНОВАНИЙ ЗАХІД З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	ЗАГАЛЬНІ ІНВЕСТИЦІЇ	ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ		ЗБЕРЕЖ. КОШТІВ	ТЕРМІН ОКУПНОСТ I
		Теплової	Електричної		
	[€]	[кВтг/рік]	[кВтг/рік]	[€/рік]	[років]
Теплоізоляція зовнішніх стін - 10 см мінеральна вата – Варіант 1	202.720	261.182	-	10.639	19,1
Теплоізоляція плоского даху	172.761	268.320	-	10.930	15,8
Заміна вікон	142.422	233.755	-	9.522	15,0
Заміна дверей	7.183	14.816	-	604	11,9
Встановлення індивідуального теплового пункту	20.000	192.468	-	7.840	2,6
Модернізація/заміна системи опалення з гідравлічним балансуванням	222.922	127.261	-	5.184	43,0
Вентиляція з рекуперацією тепла	194.272	210.156	-6.284	8.068	24,1
Заміна існуючого освітлення світлодіодним освітленням	17.272	-	40.827	3.202	5,4
Система енергомоніторингу та система управління будівлею	35.791	31.540	-	1.285	27,9
ЗАГАЛОМ	1.015.342	1.339.498	34.543	57.273	17,7

6. ОЦІНКА СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Заходи з підвищення енергоефективності в цілому сприяють зменшенню споживання енергії та витрат на енергію, а також зменшенню викидів CO₂. Впровадження заходів з підвищення енергоефективності також впливає на обсяги викидів парникових газів, використовуючи коефіцієнти викидів CO₂ для кожного конкретного палива. У наступних розділах будуть представлені коефіцієнти CO₂, що використовуються в цих розрахунках, а також порівняно базові та прогнозні викиди CO₂ після проведення модернізації.

6.1. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ВИКИДІВ CO₂

Для розрахунків були використані наступні коефіцієнти викидів CO₂

ПАЛИВО	КОЕФІЦІЄНТ ВИКИДІВ CO ₂ [кгCO ₂ /кВт]
Централізоване тепlopостачання	0,290
Природний газ	0,201
Електроенергія	0,896

Використовуючи раніше показані коефіцієнти, були отримані наступні дані щодо викидів парникових газів та сума заощаджень у результаті впровадження заходів з підвищення енергоефективності.

ПАЛИВО	ПОЧАТКОВІ ВИКИДИ CO ₂ [кгCO ₂ /рік]	КІНЦЕВІ ВИКИДИ CO ₂ [кгCO ₂ /рік]	СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ CO ₂ [кгCO ₂ /рік]
Централізоване тепlopостачання	386,44	97,89	288,55
Природний газ	0,00	0,00	0,00
Електроенергія	258,81	149,11	109,69
ВСЬОГО	645,24	247,00	398,24

7. ВИСНОВКИ

Перевірена будівля розташована за адресою: вул. Римського-Корсакова, 2, Суми. Питоме споживання теплової енергії будівлі відповідно до виміряних даних складає 100,7 кВт-год/м², а загальне споживання енергії становить 948,8 МВт-год на рік. Через те, у будівлі не було дотримано комфортних умов, розрахунок заходів з підвищення енергетичної ефективності проводився за розрахунковою базовою лінією. Розрахункова базова лінія споживання теплової енергії становить 1676,2 МВт-год на рік, тобто питоме споживання теплової енергії становить 177,9 кВт-год/м² на рік.

Запропонований пакет заходів щодо підвищення енергетичної ефективності вказує на можливі покращення у зв'язку із вдосконаленням зовнішньої оболонки будівлі, а також вдосконаленням її технічних систем. Пакет, рекомендований для впровадження, - це VAP.1. Рекомендований пакет вимагає інвестицій в заходи з підвищення енергоефективності на суму 1.015.342 євро, щоб заощадити на 1.339.498 кВт-год/рік теплової енергії та 34.543 кВт-год/рік електроенергії. Загальна сума грошових заощаджень складає 57.273 євро на рік. Рекомендований пакет має простий період окупності 17,7 років.

Аудит також пропонує інші заходи, які необхідно впровадити, що не є суто пов'язаними з енергоефективністю. Тому вплив таких заходів не оцінювався разом із заходами з підвищення енергетичної ефективності. Рекомендації, що стосуються таких заходів, що не пов'язані з енергетичною ефективністю, наведені для того, щоб слугувати керівництвом для користувача / інвестора будівлі, і призначені для покращення стану будівлі, а також для дотримання останніх будівельних норм там, де це можливо.

8. ДОДАТКИ

8.1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЛІ - ПОТОЧНА СИТУАЦІЯ

<input type="checkbox"/> Нова будівля	<input checked="" type="checkbox"/> Реконструкція / Реновація	<input type="checkbox"/> Продаж	<input type="checkbox"/> Оренда	<input type="checkbox"/> Інше
---------------------------------------	---	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Тип будівлі	Учбова		
Адреса	вул. Римського-Корсакова, 2		
Поштовий індекс		місто	Суми
Власник/інвестор	Сумський державний університет		
Рік будівництва	1987	Основна реконструкція	

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЛІ	EP (Опалення + Вентиляція + Охолодження + ГВП)		EP	РОЗРАХОВАНО 69%
	A	≤ -50%		
	B	≤ -10%		
	C	≤ 0%		
	D	≤ 25%		
	E	≤ 50%		
	F	≤ 75%	F	
	G	> 75%		
	ІНФОРМАЦІЯ ПРО БУДІВЛЮ			
	Опалювальна площа [м ²]	9.423	Опалювальний об'єм [м ³]	32.982
Втрата тепла через зовнішню оболонку будівлі - фактична [Вт/К]		12.385		
Температура всередині приміщення під час опалювального сезону [°C]		20		
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСОБУ, ЯКА ВИДАЛА ПАСПОРТ				
Ім'я приватної особи/назва юридичної особи		iC consulenten		
Ім'я головного енергоаудитора		В'ячеслав Гусєв		
Номер енергетичного паспорту		EA-088		

Дата видачі/термін дії	18.08.2017
КЛІМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Кліматична зона	I зона
Довідкові значення градусо-днів опалювального сезону [Кд/рік]	4.002
Тривалість опалювального сезону [д]	187
Середня температура зовнішнього середовища протягом опалювального сезону [°C]	-1,4
Стандартна температура повітря в середині приміщення [°C]	20

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СИСТЕМИ ОВК	
Тип системи опалення, що використовується (місцеве, індивідуальне, централізоване тепlopостачання, змішане)	Центральне опалення
Джерела енергії, що використовується для опалення	Центральне
Джерела енергії, що використовується для підготовки гарячої води	Центральне
Вентиляція (природна, механічна з відновленням тепла або без відновлення тепла)	Природня
Відновлювані джерела енергії в будівлі	

ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ			
		ВІДП. ДО КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ	
		РАЗОМ [кВт-год/рік]	ПИТОМЕ [кВт-год/м ² рік]
Опалення приміщення	Q_H	1.317.619	139,8
Підготовка гарячої води	Q_W	-	-
Охолодження	Q_C	-	-
Вентиляція	Q_{VE}	358.619	38,1
Освітлення	E_L	53.247	5,7
Інше обладнання	E_{OTH}	288.644	30,6
Загальна кількість доставленої енергії	E_{DEL}	2.018.129	214,2
Загальний обсяг викидів CO ₂	CO_2	792,26	0,08

ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ	U [Вт/м ² К]	U _{max} [Вт/м ² К] СТАНДАРТ	ЗАПОВНЕНО [ТАК/НІ]
Зовнішні стіни	0,87	0,38	НІ
Плоскі дахи(суміщене перекриття)	1,04	0,21	НІ
Холодне горище	-	0,25	ТАК
Підлоги над землею/дахом підвалу	0,11	0,34	ТАК
Вікна	2,39	1,66	НІ
Зовнішні двері	2,5	2,08	НІ


Цей Енергетичний паспорт будівлі наведено суто з інформаційною метою. Він використовується для цілей проекту "Енергоаудити у вищих навчальних закладах України - 2". Мета паспорту - надати інформацію, що стосується характеристик будівлі, кліматичної інформації, інформації щодо власника будівлі, а також показників енергоспоживання та інформації в єдиному стандартному шаблоні, який відповідатиме нормативній базі, директивам та стандартам ЄС. Запропонована шкала енергетичних класів була наведена для оцінки отриманих результатів і тому застосовується в цьому Енергетичному паспорті.

Автори та Європейський інвестиційний банк не несуть відповідальності за будь-яке використання або неправильне використання інформації, що міститься в цій публікації. Автори та Європейський інвестиційний банк не несуть відповідальності за будь-яку втрату чи шкоду, заподіяну будь-якій особі внаслідок використання, неправильного використання чи посилання на будь-яку інформацію чи зміст цієї публікації. Користувачеві рекомендується використовувати наведену тут інформацію на власний ризик.

8.2. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЛІ - ПІСЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

<input type="checkbox"/> Нова будівля	<input checked="" type="checkbox"/> Реконструкція / Реновація	<input type="checkbox"/> Продаж	<input type="checkbox"/> Оренда	<input type="checkbox"/> Інше
---------------------------------------	---	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Тип будівлі	Учбова		
Адреса	вул. Римського-Корсакова, 2		
Поштовий індекс		місто	Суми
Власник/інвестор	Сумський державний університет		
Рік будівництва	1987	Основна реконструкція	

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЛІ	EP (Опалення + Вентиляція + Охолодження + ГВП) <i>EP</i>		РОЗРАХОВАНО
			-66%
	A	≤ -50%	
	B	≤ -10%	
	C	≤ 0%	
	D	≤ 25%	
	E	≤ 50%	
	F	≤ 75%	
	G	> 75%	
	ІНФОРМАЦІЯ ПРО БУДІВЛЮ		
Опалювальна площа [м ²]	9.423	Опалювальний об'єм [м ³]	32.982
Втрата тепла через зовнішню оболонку будівлі - фактична [Вт/К]			9.529
Температура всередині приміщення під час опалювального сезону [°C]			20
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСОБУ, ЯКА ВИДАЛА ПАСПОРТ			
Ім'я приватної особи/назва юридичної особи		iC consulenten	
Ім'я головного енергоаудитора		В'ячеслав Гусєв	
Номер енергетичного паспорту		EA-088-R	

Дата видачі/термін дії	18.08.2017
КЛІМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Кліматична зона	I зона
Довідкові значення градусо-днів опалювального сезону [Кд/рік]	4.002
Тривалість опалювального сезону [д]	187
Середня температура зовнішнього середовища протягом опалювального сезону [°C]	-1,4
Стандартна температура повітря в середині приміщення [°C]	20

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СИСТЕМИ ОВК	
Тип системи опалення, що використовується (місцеве, індивідуальне, централізоване тепlopостачання, змішане)	Центральне опалення
Джерела енергії, що використовується для опалення	Центральне
Джерела енергії, що використовується для підготовки гарячої води	Центральне
Вентиляція (природна, механічна з відновленням тепла або без відновлення тепла)	Механічна
Відновлювані джерела енергії в будівлі	

ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ			
		ВІДП. ДО КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ	
		РАЗОМ [кВт-год/рік]	ПИТОМЕ [кВт-год/м ² рік]
Опалення приміщення	Q_H	181.328	19,2
Підготовка гарячої води	Q_W	-	-
Охолодження	Q_C	-	-
Вентиляція	Q_{VE}	155.412	16,5
Освітлення	E_L	12.420	1,3
Інше обладнання	E_{OTH}	294.928	31,3
Загальна кількість доставленої енергії	E_{DEL}	644.088	68,4
Загальний обсяг викидів CO ₂	CO_2	373,04	0,04

ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ	U [Вт/м²К]	U_{МАХ} [Вт/м²К] СТАНДАРТ	ЗАПОВНЕНО [ТАК/НІ]
Зовнішні стіни	0,30	0,38	ТАК
Плоскі дахи(суміщене перекриття)	0,20	0,21	ТАК
Холодне горище	-	0,25	ТАК
Підлоги над землею/дахом підвалу	0,11	0,34	ТАК
Вікна	1,1	1,66	ТАК
Зовнішні двері	1,6	2,08	ТАК

Цей Енергетичний паспорт будівлі наведено суто з інформаційною метою. Він використовується для цілей проекту "Енергоаудити у вищих навчальних закладах України - 2". Мета паспорту - надати інформацію, що стосується характеристик будівлі, кліматичної інформації, інформації щодо власника будівлі, а також показників енергоспоживання та інформації в єдиному стандартному шаблоні, який відповідатиме нормативній базі, директивам та стандартам ЄС. Запропонована шкала енергетичних класів була наведена для оцінки отриманих результатів і тому застосовується в цьому Енергетичному паспорті.

Автори та Європейський інвестиційний банк не несуть відповідальності за будь-яке використання або неправильне використання інформації, що міститься в цій публікації. Автори та Європейський інвестиційний банк не несуть відповідальності за будь-яку втрату чи шкоду, заподіяну будь-якій особі внаслідок використання, неправильного використання чи посилання на будь-яку інформацію чи зміст цієї публікації. Користувачеві рекомендується використовувати наведену тут інформацію на власний ризик.

8.3. МЕТОДИ ТА СУТНІСТЬ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

Процес енергетичного аудиту передбачає скоординовані зусилля між усіма членами аудиторської групи, що складається з архітекторів, інженерів-механіків, інженерів-електриків та інженерів-екологів, а також інших експертів, необхідних для того, щоб належним чином визначити можливості вдосконалення та виявити основні недоліки будівлі, що інспектується.

Встановлення відповідної комунікації між бенефіціарами та командою енергоаудиторів є надзвичайно важливим, тому енергоаудитор має попередньо встановити контакт із бенефіціаром. Енергоаудитор також надішле запит з метою отримати інформацію про будівлю, яка необхідна для швидкого запуску енергетичного аудиту. Така інформація може включати (але не обмежується):

- Документацію щодо комплексу будівель (з точки зору розташування будівель усередині комплексу, підключення до мереж теплопостачання та інших комунікацій);
- Будівельну документацію (плани різних елементів будівлі (будівель), пов'язані з будівельними характеристиками, схеми та плани систем опалення в кожній будівлі, схеми та плани електричних систем, інші плани та схеми);
- Дані про споживання енергії та ресурсів (у формі рахунків, витягів із системи енергоменеджменту за минулі періоди, інші джерела);
- Інформацію, що стосується характеру та умов використання кожної будівлі, а також призначення будівлі;
- Контактні дані підрозділу університету, який може надати необхідну для проведення енергетичного аудиту інформацію;
- Інформацію щодо технічного обслуговування та управління будівлею;
- Інформацію про будь-які раніше впроваджені заходи або програми з підвищення енергоефективності;
- Інформацію про будь-які критичні питання, що підлягають вирішенню в рамках енергетичного аудиту, а також інформацію, що стосується будь-яких можливих запитів бенефіціара в рамках енергетичного аудиту.

Це дозволить команді енергоаудиторів підготуватись до наступного етапу процесу, провести попередній аналіз отриманої інформації та запитувати додаткову інформацію під час відвідування об'єкту та початкового етапу.



Попередній контракт – початкова зустріч – збір даних – робота на місцях – аналіз – підготовка звіту - звіт

Мал. 17 – Етапи проведення енергетичного аудиту

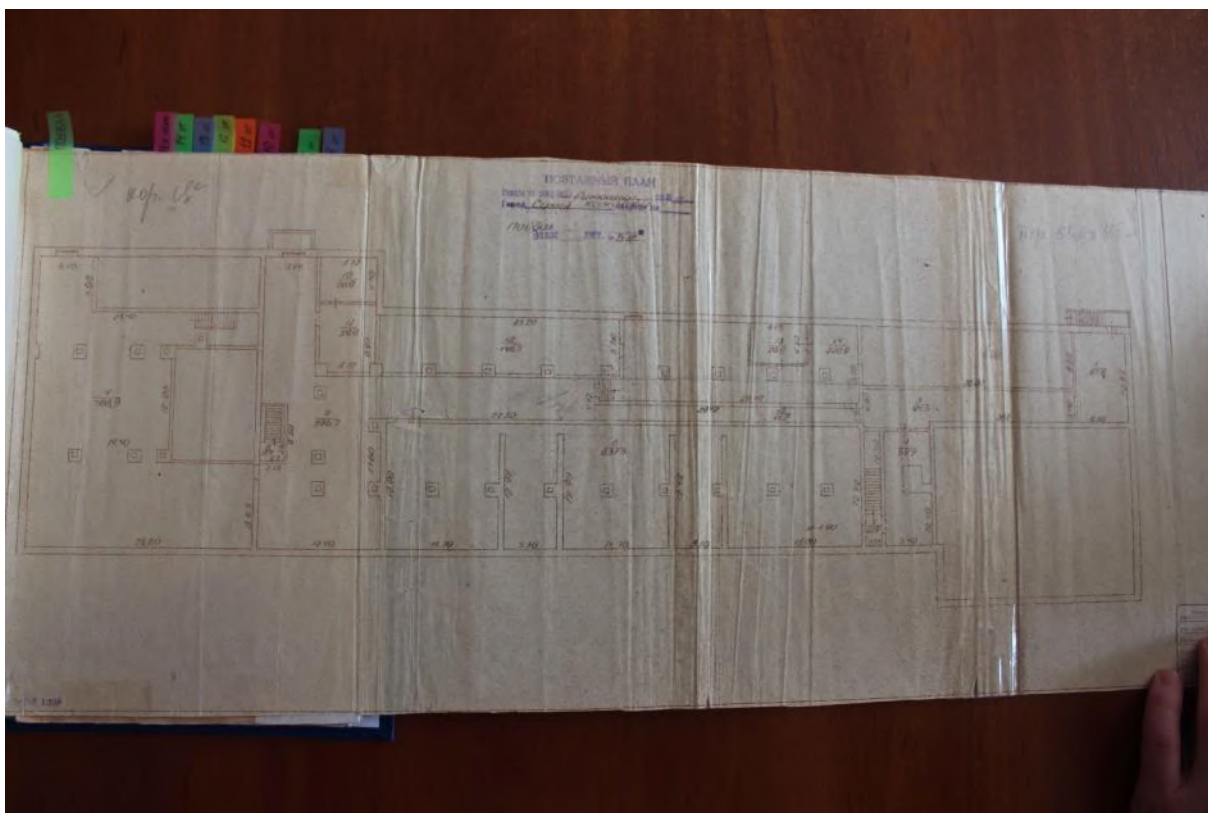
Залежно від наявності інформації на згаданих вище етапах, команда енергоаудиторів збиратиме додаткову інформацію, а також підтвердить зібрану інформацію на місці. На етапі збору даних на об'єкті команда енергоаудитора буде вимагати повної підтримки з боку керівника об'єкта / енергоменеджера та необмеженого доступу до всіх будівель/об'єктів, що представляють інтерес в

межах проекту. Після того, як буде зібрано всю необхідну інформацію, буде проведено аналіз даних. Метою цього етапу проекту є встановлення вихідної інформації, яка дозволить обґрунтувати та запровадити заходи з підвищення енергетичної ефективності (ЗЕЕ). Нарешті, цей етап процесу закінчується оцінкою розроблених пакетів ЗЕЕ з точки зору досягнутих показників енергозаощадження, економії коштів та фінансових показників для пакетів.

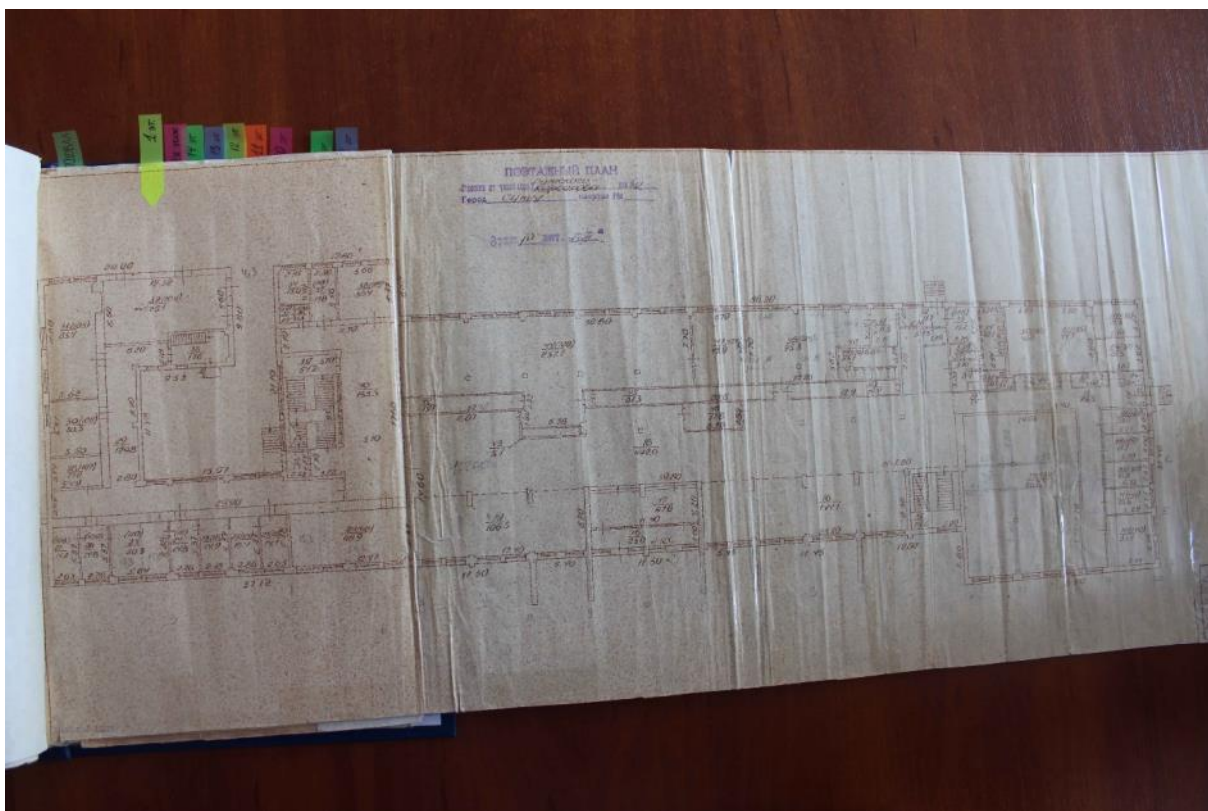
Після завершення підготовки даних енергоаудитор підготує проект звітів про енергетичний аудит та подасть їх на розгляд усім зацікавленим сторонам. Отримавши відгук, енергоаудитор завершить підготовку звітів про енергетичний аудит з урахуванням отриманого відгуку.

Енергетичний аудит будівель зазначених установ був проведений під час реалізації проекту "Енергоаудити у вищих навчальних закладах України - 2", який фінансується Європейським інвестиційним банком. Мета проекту - проведення енергетичних аудитів будівель у чотирьох університетах України. Основна мета полягає у виробленні рекомендацій щодо короткострокових та довгострокових заходів з підвищення енергоефективності.

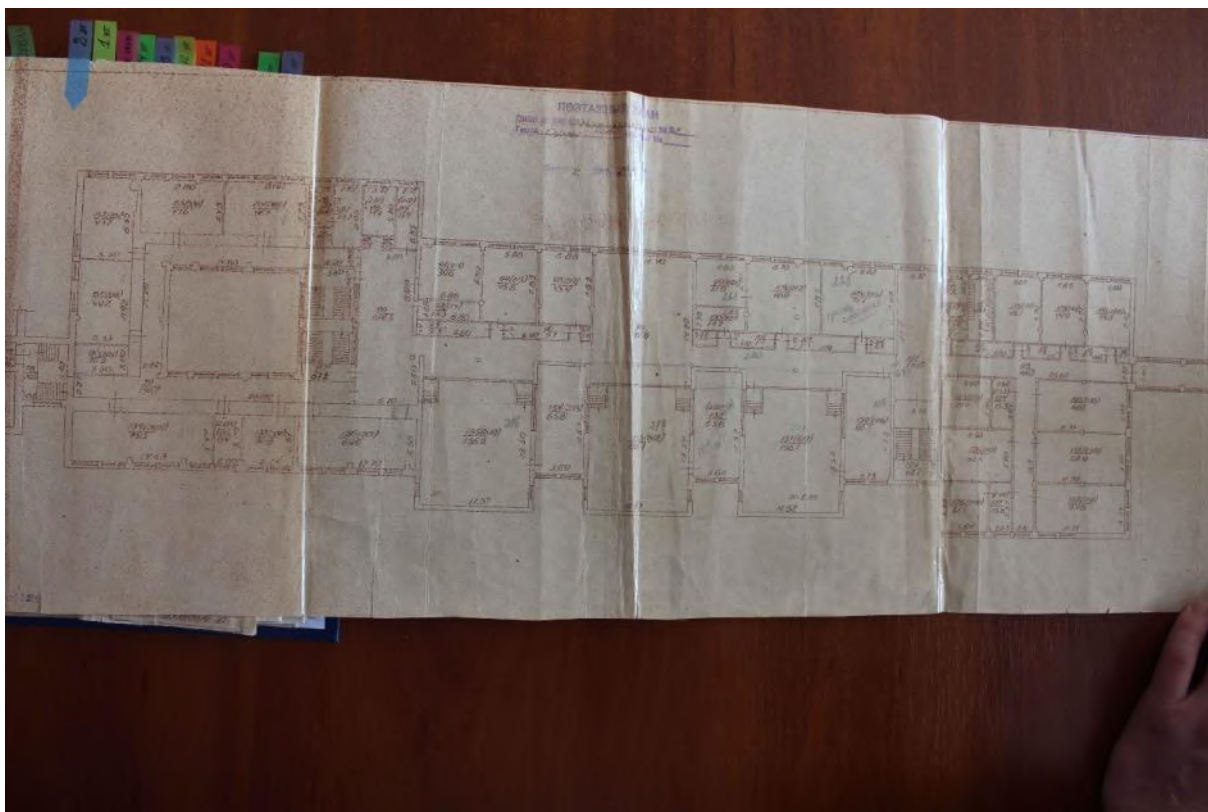
8.4. ПОПОВЕРХОВІ ПЛАНИ БУДІВЛІ



Мал. 18 – План підвалу



Мал. 19 – План першого поверху



Мал. 20 – План другого поверху



Мал. 21 – План третього поверху

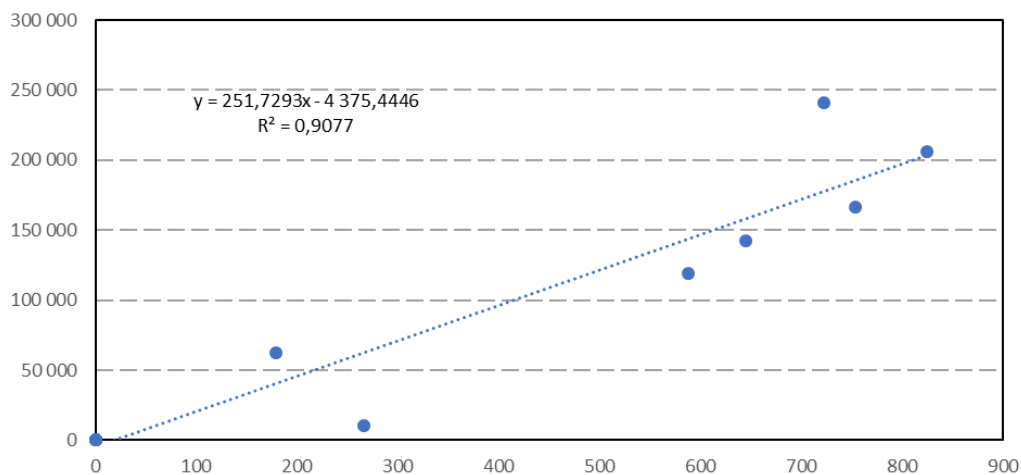
8.5. СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВЕРИФІКАЦІЇ**8.5.1. Споживання теплової енергії**

Отримані вимірювані дані були нормалізовані з метою усунення впливу кліматичних даних. У наведеній нижче таблиці представлена інформація, пов'язана з виміряним споживанням, опалювальними градусоднями, а також нормалізованим споживанням тепла.

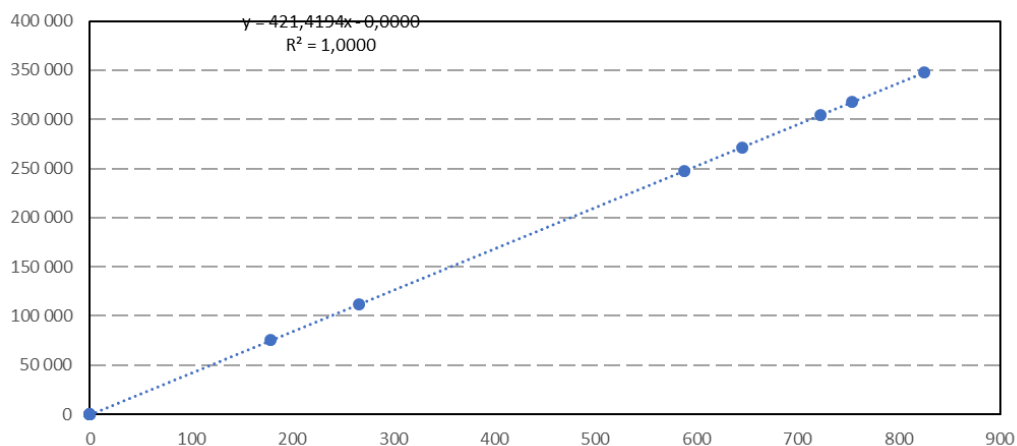
МІСЯЦЬ	2014			2015			2016			РЕФЕРЕНТНЕ ЗНАЧЕННЯ (СЕРЕДНЄ)		
	Споживання енергії на опалення	Опалювальні градусо-дні	Нормалізована не споживання	Споживання енергії на опалення	Опалювальні градусо-дні	Нормалізована не споживання	Споживання енергії на опалення	Опалювальні градусо-дні	Нормалізоване споживання	Споживання енергії на опалення	Опалювальні градусо-дні	Нормалізоване споживання
Січень	193 111,47	849,40	187 473,18	164 904,95	706,80	192 389,11	257 979,78	889,70	239 103,21	205 332,07	824,60	206 321,83
Лютий	266 329,61	618,80	310 918,73	194 946,28	660,80	213 119,24	151 486,20	551,60	198 393,10	204 254,03	722,40	240 810,35
Березень	129 811,77	477,40	175 330,18	102 934,07	533,20	124 478,42	108 210,84	545,60	127 885,54	113 652,23	644,80	142 564,71
Квітень	107 021,03	232,50	82 164,54	82 598,10	213,00	69 219,54	47 288,27	231,00	36 540,93	78 969,14	178,50	62 641,67
Травень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Червень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Липень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Серпень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вересень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Жовтень	0,00	304,00	0,00	21 289,58	328,00	17 265,33	19 767,48	348,00	15 109,63	13 685,69	266,00	10 791,65
Листопад	120 117,15	594,00	118 903,84	109 182,89	513,00	125 145,30	118 335,74	609,00	114 255,20	115 878,59	588,00	119 434,78
Грудень	151 884,82	713,00	160 469,62	132 060,89	616,90	161 260,28	176 894,95	753,30	176 894,95	153 613,55	753,30	166 208,28
ЗАГАЛОМ	968 275,85	3 789,10	1 035 260,08	807 916,77	3 571,70	902 877,21	879 963,26	3 928,20	908 182,55	885 385,29	3 977,60	948 773,28

Таблиця 18 – Виміряне споживання теплової енергії, градусодні та нормалізоване споживання

Для підготовки до Вимірювань та Верифікації та підтвердження запропонованої економії енергії можна використовувати наступні діаграми та рівняння. Перша схема показує споживання енергії у порівнянні з нормалізованим вимірним споживанням в існуючій ситуації, а друга діаграма показує інформацію для базової лінії в існуючій ситуації.

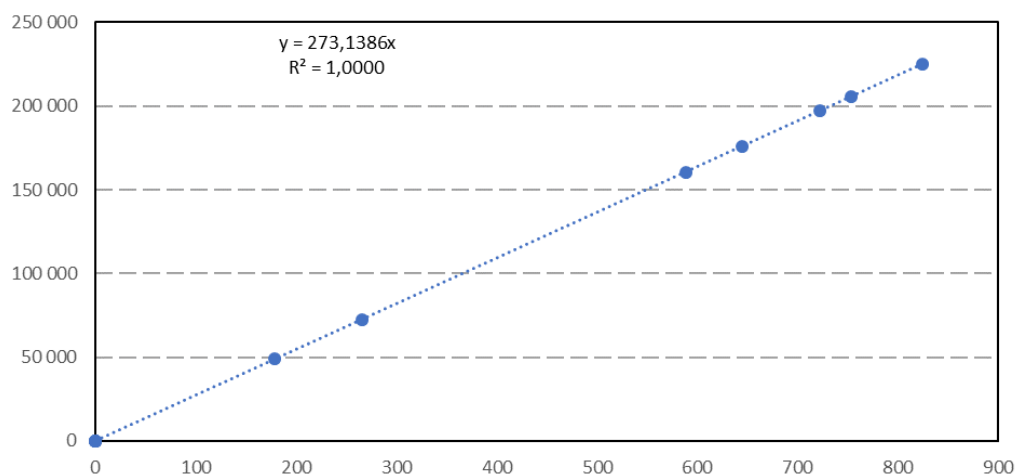


Мал. 22 – Нормалізоване вимірне споживання – існуюча ситуація



Мал. 23 – Базове споживання – існуюча ситуація

Наступна діаграма показує ситуацію із споживанням енергії за базовим сценарієм після впровадження заходів енергоефективності у відповідності до градусоднів кожного місяця.



Мал. 24 – Базове споживання – після впровадження енергоефективних заходів

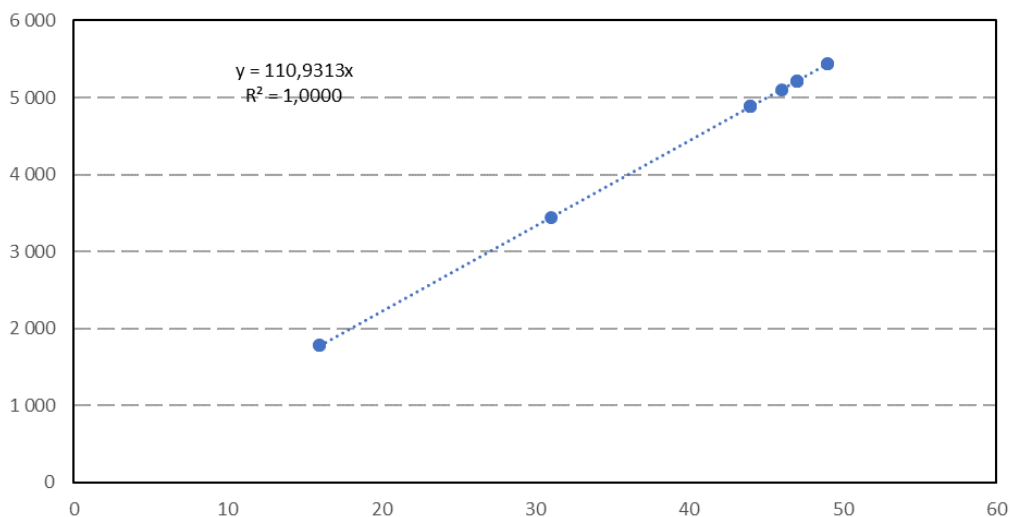
8.5.2. Споживання електричної енергії для освітлення

Наведена нижче таблиця показує, як моделюється споживання електричної енергії для освітлення у трьох випадках. Відповідно до фактичного використання та освітлення, відповідно до базової ситуації, коли рівень освітленості повинен відповідати вимогам, а також ситуації після впровадження нового LED освітлення.

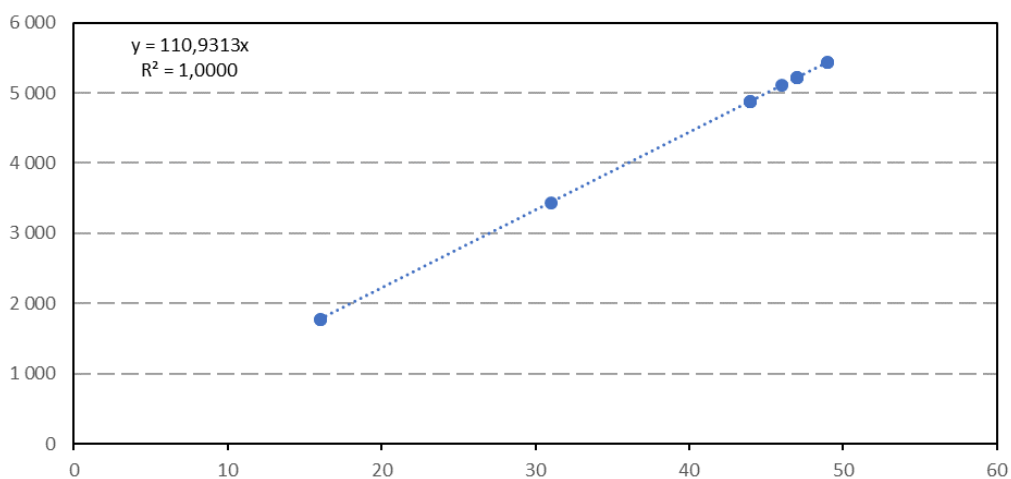
МІСЯЦЬ	ФАКТИЧНЕ СПОЖИВАННЯ		БАЗОВЕ ДО ЗАХОДІВ		БАЗОВЕ ПІСЛЯ ЗАХОДІВ	
	Споживання електроенергії для освітлення, кВтг	Період роботи, год	Споживання електроенергії для освітлення, кВтг	Період роботи, год	Споживання електроенергії для освітлення, кВтг	Період роботи, год
Січень	3 438,87	31,00	3 438,87	31,00	802,13	31,00
Лютий	4 880,98	44,00	4 880,98	44,00	1 138,50	44,00
Березень	5 213,77	47,00	5 213,77	47,00	1 216,13	47,00
Квітень	5 102,84	46,00	5 102,84	46,00	1 190,25	46,00
Травень	4 880,98	44,00	4 880,98	44,00	1 138,50	44,00
Червень	4 880,98	44,00	4 880,98	44,00	1 138,50	44,00
Липень	1 774,90	16,00	1 774,90	16,00	414,00	16,00
Серпень	1 774,90	16,00	1 774,90	16,00	414,00	16,00
Вересень	5 213,77	47,00	5 213,77	47,00	1 216,13	47,00
Жовтень	5 435,63	49,00	5 435,63	49,00	1 267,88	49,00
Листопад	5 213,77	47,00	5 213,77	47,00	1 216,13	47,00
Грудень	5 435,63	49,00	5 435,63	49,00	1 267,88	49,00
ЗАГАЛОМ	53 247,00	480,00	53 247,00	480,00	12 420,00	480,00

Мал. 25 – Споживання електроенергії для освітлення

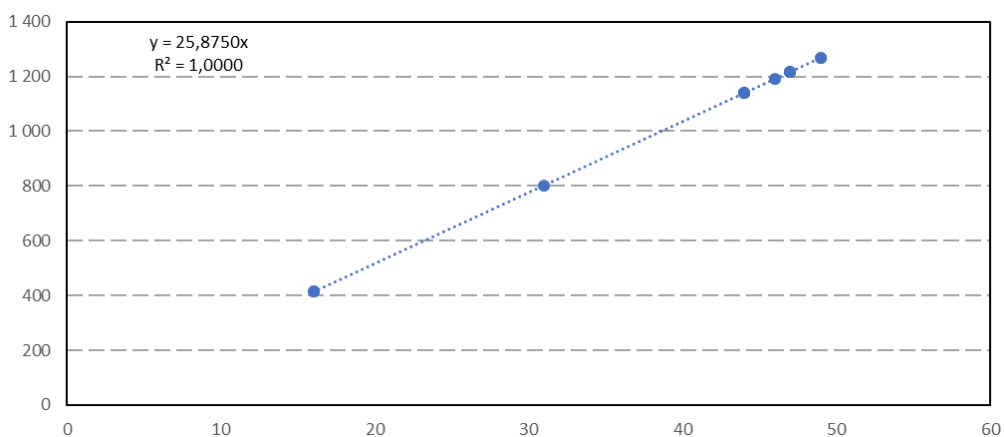
Наведені нижче схеми можуть використовуватися для вимірювання та верифікації.



Мал. 26 – Споживання електроенергії для освітлення – існуюча ситуація



Мал. 27 – Споживання електроенергії для освітлення – базове споживання



Мал. 28 – Споживання електроенергії для освітлення – після впровадження енергоефективних заходів

8.5.3. Верифікація

Планується провести перевірку результатів впроваджуваних заходів з енергоефективності для потреб опалення та електричної енергії для освітлення за допомогою змінних, наведених у наступній таблиці.

ПЕРІОД	ОПАЛЕННЯ	ОСВІТЛЕННЯ
	ОПАЛЮВАЛЬНІ ГРАДУСОДНІ	ПЕРІОД РОБОТИ
	[КД]	[ГОД]
Січень	824,60	31,00
Лютий	722,40	44,00
Березень	644,80	47,00
Квітень	178,50	46,00
Травень	0,00	44,00
Червень	0,00	44,00
Липень	0,00	16,00
Серпень	0,00	16,00
Вересень	0,00	47,00
Жовтень	266,00	49,00
Листопад	588,00	47,00
Грудень	753,30	49,00
ЗАГАЛОМ	3.977,60	480,00

Таблиця 19 – Змінні для перевірки теплової енергії на опалення та електричної енергії для освітлення

Реальне споживання енергії на потреби опалення після впровадження заходів з енергоефективності повинно бути порівняне із споживанням теплової енергії до та після впровадження енергоефективних заходів. Це дозволить керівництву об'єкту визначити економію оновленого будинку порівняно з:

- нормалізованою виміряною ситуацією,
- розрахунковою ситуацією до впровадження заходів із енергозбереження та
- розрахунковою ситуацією після впровадження заходів.

Порядок перевірки досягнутих заощаджень наведено в таблиці нижче з прикладом розрахунку. Нижче наведений приклад представляється для щомісячного звітного періоду, однак та сама методологія застосовується для будь-якого іншого обраного періоду.

ЗВІТНИЙ ПЕРІОД	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	ВИМІРЯНЕ СПОЖИВАННЯ ПІЛЯ РЕКОСТРУКЦІЇ	ОПАЛЮВАЛЬНІ ГРАДУСОДНІ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ	БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ ПІСЛЯ ЇЇ ЗАХОДІВ	ЗБЕРЕЖЕННЯ	НОРМАЛІЗОВАНЕ ВИМІРЯНЕ СПОЖИВАННЯ	ЗБЕРЕЖЕННЯ	БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ ДО ЗАХОДІВ	ЗБЕРЕЖЕННЯ
	[кВтг]	[Кд]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]
			$y = 273,1386 \cdot HDD + 0,0000$	$[3] - [1]$	$y = 251,7293 \cdot HDD - 4.375,4446$	$[5] - [1]$	$y = 421,4194 \cdot HDD + 0,0000$	$[7] - [1]$
Січень	102.568	786	$273,1386 \cdot 786 + 0,0000 = 214.687$	$214.687 - 102.568 = 112.119$	$251,7293 \cdot 786 - 4.375,4446 = 197.859$	$197.859 - 102.568 = 95.291$	$421,4194 \cdot 786 + 0,0000 = 331.236$	$331.236 - 102.568 = 228.668$
Лютий								
Березень								
Квітень								
Травень								
Червень								
Липень								
Серпень								
Вересень								
Жовтень								
Листопад								
Грудень								
ЗАГАЛОМ								

Таблиця 20 – Приклад розрахунку для верифікації збереження теплової енергії після впровадження енергоефективних заходів

Процедура верифікації споживання електричної енергії для потреб освітлення презентована в таблиці нижче. Приклад нижче демонструє місячний процес розрахунку, але така сама методологія застосовується для будь-яких інших обраних періодів

ЗВІТНИЙ ПЕРІОД	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	ВИМІРЯНЕ СПОЖИВАННЯ ПІСЛЯ РЕКОСТРУКЦІЇ	ОПЕРАЦІЙНИЙ ПЕРІОД	БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ ПІСЛЯ ЇЇ ЗАХОДІВ	ЗБЕРЕЖЕННЯ	ВИМІРЯНЕ СПОЖИВАННЯ	ЗБЕРЕЖЕННЯ	БАЗОВЕ СПОЖИВАННЯ	ЗБЕРЕЖЕННЯ
	[кВтг]	[Кд]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]	[кВтг]
			$y = 25,8750 \cdot OP + 0,0000$	[3] – [1]	$y = 110,9313 \cdot OP + 0,0000$	[5] – [1]	$y = 110,9313 \cdot OP + 0,0000$	[7] – [1]
Січень	1.050	30	$25,8750 \cdot 30 + 0,0000 = 776$	$776 - 1.050 = -274$	$110,9313 \cdot 30 + 0,0000 = 3.328$	$3.328 - 1.050 = 2.278$	$110,9313 \cdot 30 + 0,0000 = 3.328$	$3.328 - 1.050 = 2.278$
Лютий								
Березень								
Квітень								
Травень								
Червень								
Липень								
Серпень								
Вересень								
Жовтень								
Листопад								
Грудень								
ЗАГАЛОМ								

Таблиця 21 – Приклад калькуляції для верифікації збереження електричної енергії для потреб освітлення після впровадження енергоефективних заходів