

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту)

Теплотехніки та енергозбереження

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 620.92

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.І.Дешко
(ініціали, прізвище)

“ ” 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 144 Теплоенергетика. Енергетичний менеджмент та інжиніринг

на тему: «Використання сонячних фотоелементів для підвищення рівня енергоефективності навчального закладу № 477»

Виконав (-ла): студент (-ка) VI курсу, групи ОТ – 71мп
(шифр групи)

В'юхов Артем Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент Шкляр В.І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доц. Замулко А.І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль доцент, к.т.н., доцент Шкляр В.І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут **Інститут енергозбереження та енергоменеджменту**

Кафедра **Теплотехніки та енергозбереження**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) **144 Теплоенергетика. Енергетичний менеджмент та інжиніринг**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.І. Дешко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« 01 » вересня 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

В'юхову Артему Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації : Використання сонячних фотоелементів для підвищення рівня енергоефективності навчального закладу № 477.,

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Шкляр В.І. _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2018 р. № 4089-С

2. Строк подання студентом дисертації « 15 » грудня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження система енергозабезпечення дошкільного навчального закладу №477

4. Предмет дослідження (Вихідні дані): споживання теплової енергії – 157,25 Гкал, електричної енергії - 22338 кВт·год та води – 1786 м³, кількість працюючих n – 136 чоловік, висота будівлі h – 6 м.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

а) теплова частина: розрахунок тепловтрат та теплонадходжень різними методами, рекомендації до запровадження заходів з енергозбереження.

б) електрична частина: аналіз споживачів електричної енергії школи, побудова балансів споживання енергоресурсів, запровадження заходів з енергозбереження.

в) спеціальна частина: модернізація системи електропостачання ДНЗ №477 за рахунок встановлення сонячних фотоелементів

г) енергетичний менеджмент: розрахунок раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у школі.

д) стартап-проект: щодо впровадження сонячних фотоелементів у ДНЗ, аналіз різних факторів впливу на запровадження проекту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: схема теплопункту школи, електрична схема, спеціальне питання, схема плану об'єкта.

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези доповіді на конференцію

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електрична частина	доц. Замулко А.І.		
Нормоконтроль	доц. Шкляр В.І.		

9. Дата видачі завдання 01.09. 2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Загальна характеристика об'єкту	29.10 - 17.11. 2018	
2.	Розрахунок теплотехнічної частини	01.11 - 10.12. 2018	
3.	Розрахунок електротехнічної частини	01.11 - 10.12. 2018	
4.	Спеціальна частина	01.11 - 10.12. 2018	
5.	Енергетичний менеджмент	01.11 - 10.12. 2018	
6.	Стартап-проект	01.11 - 10.12. 2018	
7.	Підготовка графічного матеріалу	01.11 - 10.12. 2018	
8.	Нормоконтроль	03.12 - 13.12. 2018	
9.	Попередній захист	10.12 - 14.12. 2018	
10.	Захист магістерської дисертації	17.12 - 21.12. 2018	

Студент

_____ (підпис)

А.А. В'юхов
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

В.І. Шкляр
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація «Використання сонячних фотоелементів для підвищення рівня енергоефективності навчального закладу № 477» складається з 6 розділів. Вона містить 125 сторінки тексту, 28 рисунків, 70 таблиць, а також містить 18 джерел в переліку посилань.

Мета дослідження: зменшення залежності від загальної електричної мережі та поширення частки альтернативної енергетики за рахунок встановлення сонячних фотоелектричних панелей. Основні завдання які були встановлені: визначення куту нахилу сонячних панелей при якому досягається найбільша інтенсивність сонячної радіації та визначення найбільш ефективного типу сонячних панелей.

Об'єкт дослідження: Система енергозабезпечення дошкільного навчального закладу №477

Результати досліджень: Розрахунок проводився для двоповерхової будівлі ДНЗ №477, розташованої в місті Київ. Будівля підключена до енергосистеми, а сонячні панелі планується розташувати на плоскому даху будівлі з площею 527 м². Живлення даного будинку буде відбуватися за наступним принципом, коли електричної енергії, виробленої сонячними панелями, буде не достатньо для живлення, то енергія буде споживатися і від мережі. А коли електричної енергії, виробленої сонячними панелями, буде більше чим необхідно для живлення споживачів, розташованих в будівлі, електрична енергія буде передаватися в мережу.

Публікації.

Підготовлено статтю на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ, м. Київ, Національний технічний університет України «КПІ» 2018 рік.

Ключові слова: Енергозбереження, енергоспоживання, навантаження, потужність, сонячна радіація, кут нахилу, фотоелементи, втрати, економія.

ABSTRACT

Master's thesis "Use of solar photocells to increase the level of energy efficiency of educational institution № 477" consists of 6 sections. It contains 125 pages of text, 28 figures, 70 tables, and also contains 18 sources in the list of links.

The purpose of the study is to reduce the dependence on the overall electricity network and to increase the share of alternative energy by installing solar photovoltaic panels. The main tasks that were set: the determination of the angle of inclination of solar panels, which attains the highest intensity of solar radiation and determine the most effective type of solar panels.

Object of research: Energy supply system of preschool educational institution №477

Results of the research: The calculation was made for a two-storied building of the Pre-School Educational Institution number 477, located in the city of Kyiv. The building is connected to the grid, and the solar panels are planned to be located on a flat roof of the building with an area of 527 m². The power of this building will be based on the following principle, when the electricity generated by the solar panels will not be enough for power, then the energy will be consumed and from the network. And when the electricity generated by the solar panels will be more than necessary to feed the consumers located in the building, the electric energy will be transmitted to the network.

Publications.

An article was prepared at the 1st scientific and technical conference of IEE masters, Kyiv, National Technical University of Ukraine "KPI" 2018.

Keywords: Energy saving, energy consumption, load, power, solar radiation, angle of inclination, photocells, losses, economy.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Призначення будівлі.....	12
1.2 Річне споживання енергоносіїв	13
1.2.1 Річне споживання енергоносіїв.....	13
1.2.2 Споживання теплової енергії	14
1.2.3 Споживання холодної води	15
1.2.4 Профіль використання енергії	16
1.3 Існуючі тарифи на енергоносії	16
1.4 Структура витрат	18
1.5 Попередні заходи з енергозбереження	21
Висновки до розділу	21
2 ТЕПЛОВА ЧАСТИНА	22
2.1 Загальні відомості.....	22
2.2 Обстеження огорожуючі конструкції.....	22
2.3 Розрахунок максимальних теплових витрат	25
2.4 Розрахунок середніх теплових витрат	27
2.5 Теплова потужність	29
2.6 Розрахунок теплових витрат згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.....	30
2.6.1 Теплопередача трансмісією	31
2.6.1.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі.....	31
2.6.1.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією	31
2.6.2 Теплопередача вентиляцією.....	32
2.6.2.1 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі	32
2.6.2.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією	33
2.6.3 Загальні тепловтрати	34
2.6.4 Внутрішні тепло надходження.....	35
2.6.5 Сонячні тепло надходження.....	36

2.6.5.1 Сонячні тепло надходження через елементи будівлі.....	36
2.6.5.2 Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів	37
2.6.5.3 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі	38
2.6.5.4 Теплове випромінювання в атмосферу	39
2.6.6 Динамічні параметри.....	41
2.6.6.1 Коефіцієнт використання надходжень для опалення	41
2.6.6.2 Часова константа будівлі.....	42
2.7 Порівняння двох методів	43
2.8 Заходи з енергозбереження.....	44
2.8.1 Заміна старих вікон на енергозберігаючі	44
2.8.2 Утеплення даху	45
2.8.3 Утеплення стін.....	46
2.8.4 Встановлення вентиляції.....	48
2.8.5 Заміна елеваторного вузла на ІТП	50
2.9 Використання програмного забезпечення RETScreen.....	51
Висновки до розділу.....	52
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	55
3.1 Аналіз схеми зовнішнього електропостачання ДНЗ №477.....	55
3.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання	55
3.3 Характеристика трансформаторних підстанцій (вузлів розподілу електричної енергії) та їх завантаження	57
3.4 Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкта.....	59
3.5 Розрахунок електричних навантажень об'єкту.....	66
3.6 Баланси річного споживання активної та реактивної енергії	69
3.7 Облік споживання електричної енергії	71
3.8 Тариф на спожиту електричну енергію.....	72
3.9 Заходи з енергозбереження.....	73
3.9.1 Встановлення електронної пуско-регулюючої апаратури (ПРА) для люмінесцентних ламп	74
3.9.2 Заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні	75

3.9.3 Підвищення ККД існуючих освітлювальних установок в результаті їх чистки	76
3.9.4 Відключення обігрівачів у випадку тривалої відсутності персоналу на робочих місцях	78
3.9.5 Підвищення ефективності використання електроенергії при автоматизації керування освітленням	79
3.9.6 Заміна лічильника обліку електричної енергії	81
3.9.7 Заміна водно-розподільчого пункту (ВРП)	82
Висновки до розділу.....	84
4 ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ № 477	86
4.1 Визначення енергоспоживання та потужності інвертора	86
4.2 Розрахунок пікових сонце-годин.....	88
4.2.1 Полікристалічні сонячні панелі	92
4.2.2 Монокристалічні сонячні панелі.....	94
4.3 Розрахунок капітальних витрат	95
4.3.1 Монокристалічні сонячні панелі.....	95
4.3.1.1 Розрахунок виробничих доходів і заміщення мережевої електроенергії.....	97
4.3.1.2 Розрахунок терміну окупності	101
4.3.2 Полікристалічні сонячні панелі	102
4.3.2.1 Розрахунок виробничих доходів і заміщення мережевої електроенергії.....	104
4.3.2.2 Розрахунок терміну окупності системи.....	108
4.4 Заощадження з точки зору економії енергоресурсів	108
Висновки до розділу.....	110
5 АНАЛІЗ СТАНУ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	112
Висновки до розділу.....	114
6 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ	115
6.1 Загальні положення ідеї стартап – проекту.....	115

6.2 Резюме проекту.....	115
6.3 Аналіз проекту.....	117
6.4 Визначення характеристик ідеї проекту	118
6.5 Технологічний аудит ідеї проекту	118
6.6 Характеристика потенційних споживачів.....	119
6.7 SWOT-аналіз проекту.....	120
6.8 Оцінка ризиків проекту.....	121
Висновки до розділу.....	121
ВИСНОВКИ	122
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	124

ВСТУП

Енергетичний аудит - це обстеження підприємств та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги у економії на практиці шляхом впровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) чи фірми, уповноважені на це суб'єктами господарювання.

Енергетичний аудит призначений для вирішення таких головних завдань:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів на об'єкті;
- розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження енергетичних втрат;
- визначення потенціалу заощадження енергії;
- економічне обґрунтування організаційно-технічних заходів.

Підсумковим документом енергоаудиту є звіт, що містить підсумки вивчення стану споживання енергії та енергоносіїв на об'єкті, опис об'єкта та рекомендації з ефективного енерговикористання. Крім того, проводиться порівняння фактичного споживання енергії на об'єкті з прийнятими нормативами. В результаті створюється база для аналізу енергоспоживання і виявлення шляхів підвищення ефективності енерговикористання, яка дає можливість виявити ділянки об'єкта, в яких скеровані на енергозбереження інвестиції дадуть найбільший економічний ефект.

Опис об'єкту і його будівель характеризує наявні на об'єкті установки обладнання, режим їх роботи, продуктивність, а також оцінює ефективність виробничого обладнання. Рекомендаційна частина звіту містить пропозиції стосовно ефективного використання енергії, які розроблені під час проведення обстеження. Пропоновані практичні проекти повинні обґрунтовуватись

техніко-економічними розрахунками. Опис заходів з заощадження енергії містить такі ключові моменти: що потрібно робити, щоб заощадити енергію; як ці дії приведуть до заощадження енергії: співвідношення потенційних заощаджень з інвестиціями на реалізацію заходів.

Філософія енергоаудиту ґрунтується на наступних основних посилках:

1. Енергоаудитори повинні виявляти факти, а не просто фіксувати помилки;

2. Енергетичні аудити не повинні проводитися потай (секретно).

Результати, надавані замовникові - це насамперед звіт по енергетичному аудиту, у якому визначаються конкретні шляхи підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

Об'єктом нашого енергетичного аудиту був дошкільний навчальний заклад «№477».

Кінцева мета енергоаудиту – розробити на основі техніко-економічного аналізу рекомендації щодо економії енергоресурсів і раціонального використання всіх видів енергії, вказати черговість їх виконання і надати розрахунки та інформацію щодо обсягів інвестицій і строків окупності.

При системному підході до проведенні робіт з енергетичного аудиту можна виділити наступні основні етапи:

- 1) вивчення й аналіз об'єкта енергоаудиту;
- 2) побудова енергобалансу;
- 3) аналіз ефективності використання енергії;
- 4) вироблення потенціальних можливостей енергозбереження;
- 5) економічний аналіз ефективності упровадження МЕЗ на даному об'єкті;
- 6) вплив МЕЗ на стан зовнішнього середовища.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом енергоаудиту є дошкільний навчальний заклад № 477 що знаходиться за адресою: вул. Солом'янська, 33А. За адміністративною належністю – це дитячий садочок.

1.1 Призначення будівлі

Дитячий садочок № 477 був збудований у 1967 році. Будівля має два основних поверхи. Тип будівлі – навчальний заклад. Сумарна площа підлоги складає 1054 м². Об'єм будівлі складає 3478,2 м³. Структура будівлі закріплена бетонними балками та перекриттям.

Матеріали конструкції:

- фундамент – стрічковий із залізобетонних блоків;
- стіни – товщина 0,52 м складається з вапняно-піщаного розчину, цегляної кладки та цементно-піщаного розчину;
- міжповерхові перекриття - збірні залізобетонні панелі, затірка, побілка;
- підлога – керамзит, бетон на щебені, цементна стяжка, плитка;
- дах – залізобетонні плити, гравій, цементна стяжка, гідроізоляційний бітум;
- двері – дерев'яні;
- вікна – частково подвійне скління з дерев'яними рамами без утеплення, та металопластикові з подвійним склінням.

Режим роботи :

ПН-ПТ: 7⁰⁰ -19⁰⁰

СБ-НД: не працює, але цілодобово охороняє сторож.

В садочку працює 35 працівників і навчається 101 дитина, тобто у будівлі щодня знаходиться близько 136 чоловік.

1.2 Річне споживання енергоносіїв

1.2.1 Річне споживання електричної енергії

Річне споживання електричної енергії в 2015 - 2017 р.р., за місяцями заносимо у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Річне споживання електричної енергії

Місяць	2015		2016		2017	
	кВт·год	грн.	кВт·год	грн.	кВт·год	грн.
Січень	1927	3054,87	2420	4615,67	2440	4904,16
Лютий	2424	3842,77	2370	4520,30	2620	5367,33
Березень	1669	2778,22	1970	3757,38	1700	3371,44
Квітень	1700	2858,21	1990	3795,53	1860	3576,41
Травень	1280	2127,36	1440	2127,36	1290	2504,88
Червень	1320	2265,91	1497	3026,63	1858	3601,18
Липень	350	630,84	1143	2499,74	865	1700,36
Серпень	1380	2487,31	920	1984,81	485	945,61
Вересень	1090	740,10	1150	2481,01	1364	2671,99
Жовтень	1610	3123,23	2380	5626,08	2590	5110,64
Листопад	2110	2383,13	2560	6051,58	2854	5601,09
Грудень	1790	4091,66	2930	6926,23	2412	4779,21

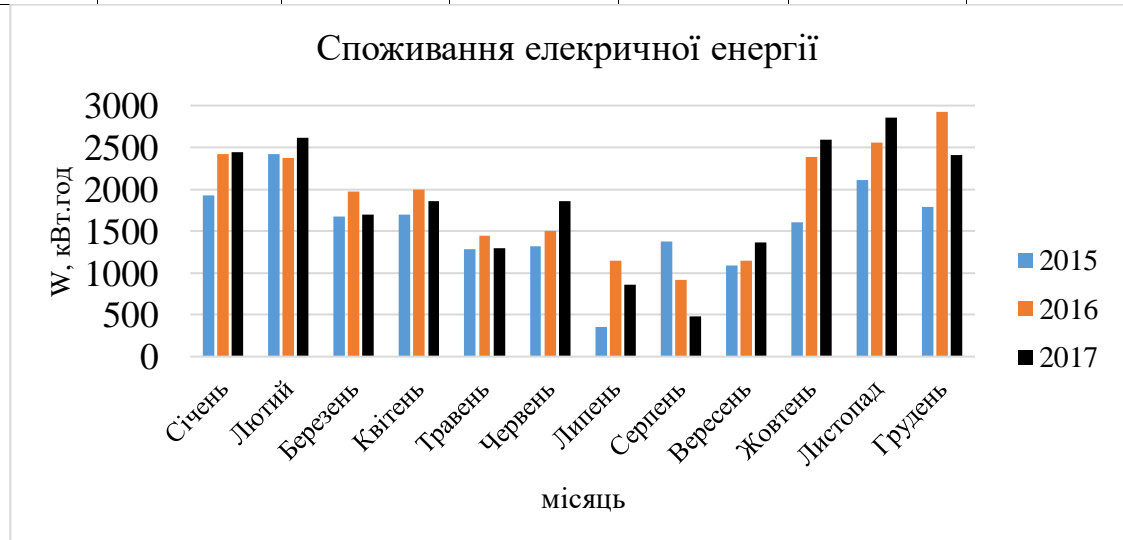


Рисунок 1.1 – Споживання електричної енергії

Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки взимку та восени тривалість світлового дня менше і більше часу

використовується освітлення. Влітку спостерігається найменше споживання , бо в садочку навчання закінчилося і тривалість світлового дня максимальна. В 2016 року споживання виросло через те, що було встановлено два нових промислових холодильника.

1.2.2 Споживання теплової енергії

Річне споживання теплової енергії за 2015-2017 роки заносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Річне споживання теплової енергії

Місяць	2015		2016		2017	
	Гкал	грн.	Гкал	грн.	Гкал	грн.
Січень	33,35	52103,37	39,69	67060,62	34,21	52395,01
Лютий	29,25	45582,62	24,41	33772,21	38,53	53307,80
Березень	27,89	43252,09	22,3	30852,94	24,62	34062,75
Квітень	18,04	27972,82	13,7	18954,50	9,87	13655,54
Травень	2,79	3840,94	1,48	2047,64	1,543	2134,80
Червень	1,714	2254,41	1,55	2144,49	1,514	2094,68
Липень	1,79	2392,25	2,171	2883,83	0,123	170,18
Серпень	0,88	1179,08	0,492	653,54	0	0
Вересень	1,55	2073,56	0,79	1049,39	0,244	324,11
Жовтень	13,63	18870,19	10,19	13535,78	4,659	6188,74
Листопад	24,43	33849,96	23,7	31481,66	19,94	26487,10
Грудень	28,16	39018,21	28,29	37578,74	22	29223,48

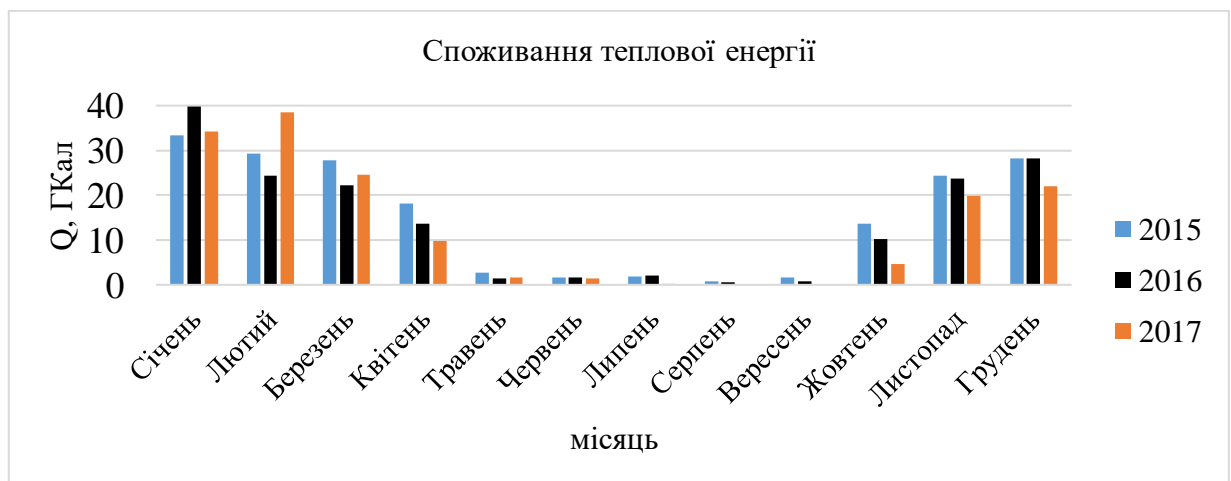


Рисунок 1.2 – Споживання теплової енергії

Споживання теплової енергії садком відбувається тільки під час опалювального сезону, в літний період тепла енергія використовується на ГВС. Найбільша кількість теплової енергії споживається в зимові місяці як в найхолодніший час. У весняні і осінні місяці споживання теплоти менше, ніж в зимові, оскільки „Київенерго” здійснює регулювання температури теплоносія (якісне регулювання) для створення комфортніших умов в приміщеннях у відповідності зі змінами температури за вікном.

1.2.3 Споживання холодної води

Данні по споживанню холодної води заносимо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Річне споживання холодної води

Місяць	2015		2016		2017	
	м ³	грн.	м ³	грн.	м ³	грн.
Січень	80	409,6	99	611,23	167	1023,71
Лютий	110	563,2	85	524,79	281	1722,53
Березень	108	552,96	85	524,79	205	1256,65
Квітень	100	512	140	864,36	221	1354,73
Травень	97	496,64	150	1065,60	145	888,85
Червень	127	650,24	152	1079,81	99	751,41
Липень	108	552,96	148	1051,39	125	948,75
Серпень	122	753,228	223	1584,19	20	151,80
Вересень	112	691,488	177	1257,41	43	326,37
Жовтень	210	1296,54	136	966,14	179	1358,61
Листопад	138	852,012	110	781,44	173	1313,07
Грудень	58	358,092	113	801,17	128	971,52

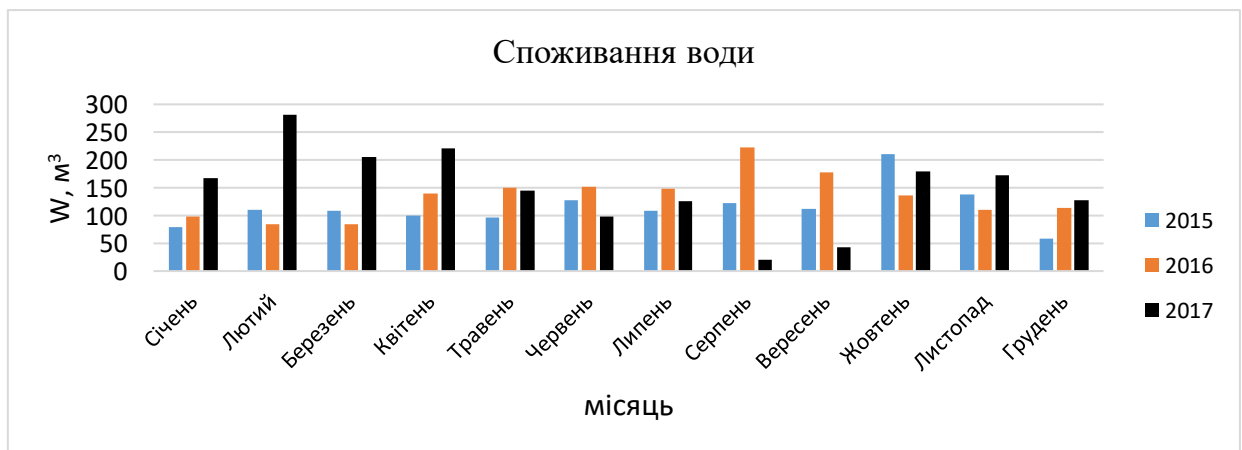


Рисунок 1.3 – Споживання холодної води

Споживання холодної води нерівномірне протягом року. З 2016 року в літній період почали поливати клумби навколо дитячого садка, це прекрасно видно на графіках, що споживання води виросло в ці періоди. У 2016 році в серпні, відбувалися розриви труб, була велика втрата води. Також споживання у зимовий період зросло, це пов'язано з тим, що зросли потреби на ГВП. У літній період споживання впало, так як відмовились від ручного поливу газонів.

1.2.4 Профіль використання енергії

Теплова енергія яка підводиться до дитячого садка на даний момент використовується на опалення приміщень.

Електроенергія, що споживається садком, використовується для груп, коридорів, роботи електричних приладів, побутової техніки на кухні.

Холодне водопостачання забезпечує роботу санвузлів та кухні.

1.3 Існуючі тарифи на енергоносії

Існуючі тарифи на енергоносії наведено в табл. 1.5-1.7.

Таблиця 1.5 –Тарифи на електричну енергію

	Електрична енергія, коп/кВт·год		
	2015	2016	2017
Січень	158,53	190,73	200,99
Лютий	158,53	190,73	204,86
Березень	166,46	190,73	198,32
Квітень	168,13	190,73	192,28
Травень	166,2	202,18	194,177
Червень	171,66	202,18	193,82
Липень	180,24	218,7	196,573
Серпень	180,24	215,74	194,972
Вересень	180,24	215,74	195,894
Жовтень	182,5	236,39	197,322
Листопад	182,5	236,39	196,254
Грудень	182,5	236,39	198,143

Таблиця 1.6 – Тарифи на теплову енергію

	Теплова енергія, грн./Гкал		
	2015	2016	2017
Січень	1562,32	1689,6	1531,6
Лютий	1558,38	1383,5	1383,5
Березень	1550,81	1383,5	1383,5
Квітень	1550,6	1383,5	1383,5
Травень	1376,68	1383,5	1383,5
Червень	1315,29	1383,5	1383,5
Липень	1336,45	1328,3	1383,5
Серпень	1339,86	1328,3	1328,3
Вересень	1337,78	1328,3	1328,3
Жовтень	1384,46	1328,3	1328,3
Листопад	1385,59	1328,3	1328,3
Грудень	1385,59	1328,3	1328,3

Таблиця 1.7 – Тарифи на холодну воду

	Холодна вода, грн/м ³		
	2015	2016	2017
Січень	5,12	6,174	6,13
Лютий	5,12	6,174	6,13
Березень	5,12	6,174	6,13
Квітень	5,12	6,174	6,13
Травень	5,12	7,104	6,13
Червень	5,12	7,104	7,59
Липень	5,12	7,104	7,59
Серпень	6,174	7,104	7,59
Вересень	6,174	7,104	7,59
Жовтень	6,174	7,104	7,59
Листопад	6,174	7,104	7,59
Грудень	6,174	7,09	7,59

1.4 Структура витрат

Структура витрат наведені в табл. 1.8-1.10 та рис. 1.4-1.9.

Таблиця 1.8

Структура споживання і оплати енергоносіїв за 2015р.					
Енергоресурси	Споживання			Оплата	
	натуральні одиниці	кВт·год	%	грн.	%
Електрична енергія	18650	18650	8,04	30383,61	9,79
Теплова енергія	183,474	213380,262	91,96	272389,49	87,74
Вода	1370	-	-	7688,96	2,48



Рисунок. 1.4 – Відношення спожитої теплової енергії та електричної



Рисунок 1.5 – Структура витрат за 2015 рік

Таблиця 1.9

Структура споживання і оплати енергоносіїв за 2016р.					
Енергоресурси	Споживання			Оплата	
	натуральні одиниці	кВт·год	%	грн.	%
Електрична енергія	22770	22770	10,4	44214,2	15,78
Теплова енергія	168,763	196271,369	89,6	242015,34	80,53
Вода	1618	-	-	11112,32	3,7



Рисунок 1.6 – Відношення спожитої теплової енергії та електричної

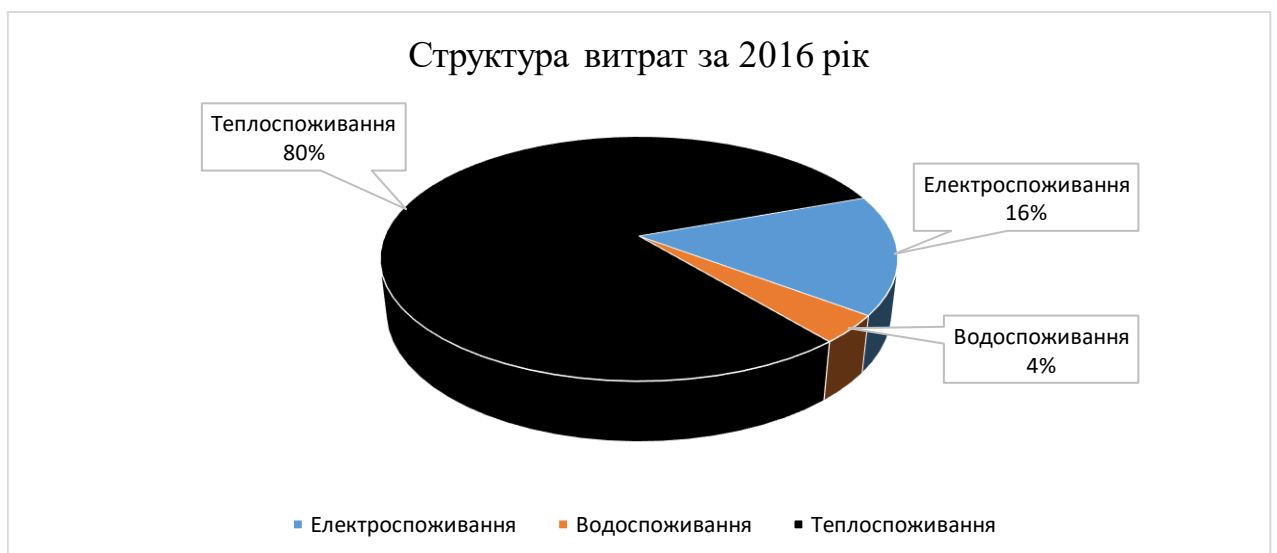


Рисунок 1.7 – Структура витрат за 2016 рік

Таблиця 1.10

Структура споживання і оплати енергоносіїв за 2017р.					
Енергоресурси	Споживання			Оплата	
	натуральні одиниці	кВт·год	%	грн.	%
Електрична енергія	22338	22338	10,88	44134,3	15,98
Теплова енергія	157,253	182885,24	89,12	220044,2	79,66
Вода	1786	-	-	12068	4,37

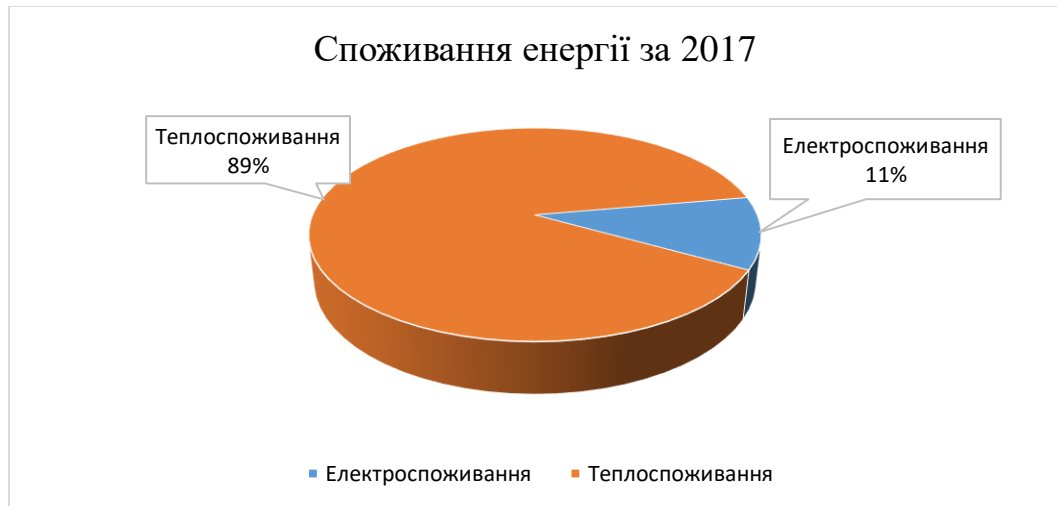


Рисунок 1.8 - Відношення спожитої теплової енергії та електричної

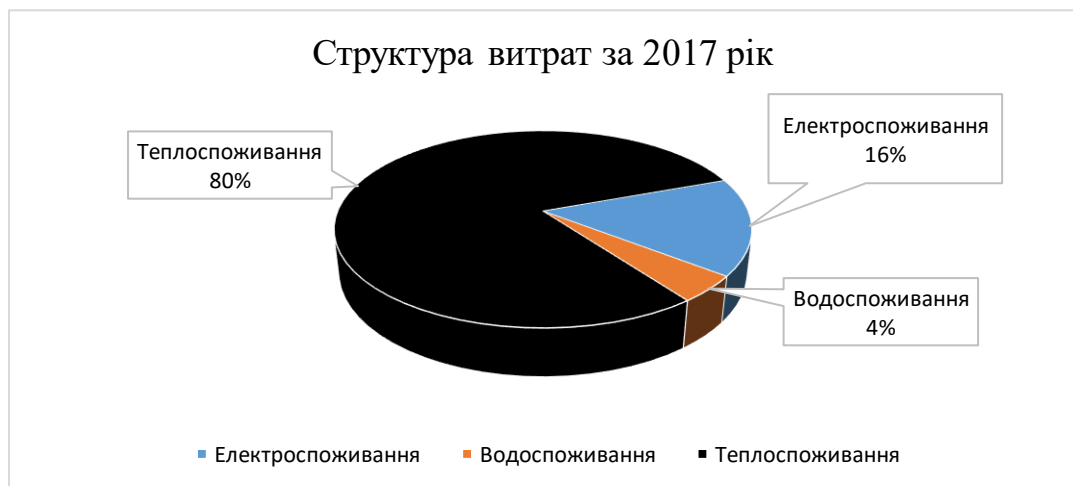


Рисунок 1.9 – Структура витрат за 2017 рік

1.5 Попередні заходи з енергозбереження

В 2011 році був ремонт даху, замінювали гідроізоляцію, частково були замінені дерев'яні вікна в деяких групах на металопластикові. У 2016 році встановили нові сучасні холодильники, і витяжки на кухні.

Висновки до розділу

Споживання енергоносіїв кожним роком зростає, тарифи на енергоносії зростають та не мають стабільності. Витрата на теплову енергію досягають 90%, у грошовому еквіваленті це 220 тис.грн/рік. Це пов'язано з великим тарифом на теплову енергію та зростанням його протягом року. Частка електричної енергії зросла починаючи з 2016 року, це пов'язано з новим обладнанням, що встановлено в ДНЗ. Для зменшення споживання енергоносіїв та економії коштів необхідно впровадження заходів енергозбереження та системи енергетичного менеджменту для даного дитячого садка.

2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні відомості

Теплова енергія, яку отримує ДНЗ витрачається на опалення та ГВП будівлі. В садочку використовується централізоване теплопостачання а саме елеваторна схема. З залежної схеми відбирається гаряча вода і прямує в теплообмінник для нагріву холодної води з мережі для потреб ГВП.

Система теплопостачання ДНЗ - двотрубна з нижньою розводкою. В якості опалювальних приладів використовуються радіатори «Москва – 132». Теплопункт розташований в підвальному приміщенні. Температура теплоносія регулюється в залежності від зовнішньої температури, проте температура прямого трубопроводу не перевищує 65 °С. Це є великим недоліком, оскільки в зимові місяці температура в приміщенні садочку досягає тільки 15-16 °С. З цієї причини використовують в якості додаткового джерела тепла два електрообогрівателя.

2.2 Обстеження огороджуваних конструкцій

Огороджуваних конструкції при обстеженні мали незадовільний стан. При побудові інженери не взяли до уваги те, що фундамент майбутньої будівлі буде стояти на різних рівнях. З цієї причини через деякий час на стінах почали з'являтися тріщини. Також вікна будинку виходять на захід і схід, що теж є нераціонально. Загальна площа будинку 1054 м², загальний об'єм 3478,2 м³. План будинку наведено в додатках.

Товщина стін складає 0,56 м з них шар цегли 0,51 м; вапняно-піщаного розчин 0,02 м; розчин цементно-піщаний 0,03 м. Підлога складається з керамзиту, бетону на щебені, цементної стяжки, плитки. Вікна мають 6 типів, всі вони зазначені в анкеті. Дах бетонний захитий залізом, вкритий руберойдом.

Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі

1. Стіни:

- Розчин вапняно-піщаний, товщина слою $\delta = 0,02\text{ м}$, коефіцієнт теплопровідності; $\lambda = 0,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$.
- внутрішній коефіцієнт теплопередачі $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;
- зовнішній коефіцієнт теплопередачі $\alpha_{\text{з}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;
- цегла з $\lambda = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщиною $\delta = 0,51\text{ м}$;
- розчин цементно-піщаний з $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщиною $\delta = 0,015\text{ м}$.

Коефіцієнт теплопередачі стіни:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{23}} = 1,19 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

2. Вікна:

- Подвійне скління в дерев'яній рамі $R_0 = 0,34 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Коефіцієнт теплопередачі вікна:

$$k_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікна}}} = \frac{1}{0,34} = 2,94 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

- подвійне скління в металевій рамі $R_0 = 0,56 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

Коефіцієнт теплопередачі вікна:

$$k_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікна}}} = \frac{1}{0,56} = 1,78 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

3. Стеля:

- залізобетонні плити з $\lambda = 1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta = 0,22\text{ м}$;
- гравій керамзитовий $\lambda = 0,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta = 0,15\text{ м}$;

- розчин цементно-піщаний $\lambda=0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,05$ м;
- руберойд з $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,005$ м;

Коефіцієнт теплопередачі стелі:

$$k_{\text{стеля}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,2} + \frac{0,15}{0,14} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23}} = 0,66 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

4. Двері:

- Дерев'яні $R_{\text{дверей}}=0,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Коефіцієнт теплопередачі дверей:

$$k_{\text{дверей}} = \frac{1}{R_{\text{дверей}}} = \frac{1}{0,43} = 2,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

5. Підлога:

- ЖБ плита перекриття пустотіла $\lambda=1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,2$ м;
- керамзит з $\lambda=0,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,15$ м;
- цементно-піщаний розчин $\lambda=0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,05$ м;
- плитка з природнього каменю $\lambda=3,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,03$ м

Коефіцієнт теплопередачі підлоги:

$$k_{\text{підлоги}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,2} + \frac{0,15}{0,14} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,03}{3,49} + \frac{1}{12}} = 0,66 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Всі розрахунки заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Розрахунок коефіцієнта теплопередачі

Огородження	Шар	δ , м	λ , Вт/(м·К)	α_B , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	α_3 , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	k , $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
Стіна	Розчин вапняно-піщаний	0,02	0,76		23	1,19
	Цегла	0,51	0,81			
	Розчин цементно-піщаний	0,015	0,7			
Підлога	ЖБ плита перекриття пустотіла	0,2	1,2	8,7	12	0,66
	Керамзит	0,15	0,14			
	Цементно-піщаний розчин	0,05	0,7			
	Плитка з природнього каменю	0,03	3,49			
Стеля	Залізобетонні плити	0,22	1,2		23	0,66
	Гравій керамзитовий	0,15	0,14			
	Розчин цементно-піщаний	0,05	0,7			
	Рубероїд	0,005	0,17			
Вікна	Дерев'яна рама					2,94
	Металева рама					1,78
Двері	Дерев'яні					2,33

2.3 Розрахунок максимальних теплових витрат

Теплові витрати розраховуються за формулою:

$$Q = F \cdot k(t_B - t_3) \cdot \eta \quad (2.1)$$

де F - площа огороження;

k - коефіцієнт теплопередачі;

η - коефіцієнт додаткових витрат, не більш 10%;

Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_B = 22^0C$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_3 = -22^0C$, $t_B - t_3 = 44^0C$.

Коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників. Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях -5%. На вітер – 5%, розташування на північ, схід -10%, на захід-5%

Теплові витрати через не утеплену підлогу розраховується за умовними зонам – шириною 2 м, паралельним зовнішнім стінам

Усі розрахунки теплових витрат приведені у таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Розрахунки максимальних теплових витрат

Огородження	Орієнтація огороження	Площа огороження	Коефіцієнт теплоперед.	$t_B - t_3$	n	Теплові втрати через огорож. конструкції, Вт
Стіна	Північ	220,11	1,19	44	1,1	12677,45
	Південь	174,21			1	8968,33
	Захід	74,38			1,05	4020,53
	Схід	74,38			1,1	4212
Вікно	Північ	63,51	2,94/1,78	44	1,1	5471,51
	Південь	67,37			1	8714,98
		47,84				3746,83
	Захід	13,55			1,05	1114,3
Схід	13,55	1,1	1167,36			
Стеля		527	0,66	44	1	15304,88
Двері		17,2	2,33	44	1,05	1851,51
Підлога		527	0,66	10	1	3478,2

Тоді, сумарні втрати тепла через огорожуючі конструкції складають:

$$Q_{\Sigma} = 71022 \text{Вт} = 0,071 \text{МВт} = 0,071 \cdot 0,86 = 0,061 \text{Гкал.}$$

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення не більше 3,5 м, тоді розрахунок ведемо за формулою :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВВ}} &= 0,337 \cdot h \cdot F_n \cdot (t_{\text{В}} - t_{\text{Н}}) = 0,337 \cdot 3,3 \cdot 1054 \cdot (22 + 22) = \\ &= 51574,75 \text{Вт} = 0,051 \text{МВт} = 0,051 \cdot 0,86 = 0,043 \text{Гкал,} \end{aligned}$$

де F_n – опалювальна площа, м^2 ;

h – висота приміщення, м.

2.4 Розрахунок середніх теплових витрат

Розрахунок проводиться по формулі (2.1). Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_{\text{В}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_{\text{З}} = 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_{\text{В}} - t_{\text{З}} = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників. Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях -5%. На вітер – 5%, розташування на північ, схід -10%, на захід-5%

Теплові витрати через не утеплену підлогу розраховується за умовними зонам – шириною 2м, паралельним зовнішнім стінам

Усі розрахунки теплових витрат приведені у таблиці 2.3

Тоді, сумарні втрати тепла через огорожуючі конструкції складають:

$$Q_{\Sigma} = 36175 \text{Вт} = 0,0361 \text{МВт} = 0,0361 \cdot 0,86 = 0,031 \text{Гкал.}$$

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення не більше 3,5м, тоді розрахунок ведемо за формулою :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВВ}} &= 0,337 \cdot h \cdot F_n \cdot (t_{\text{В}} - t_{\text{З}}) = 0,337 \cdot 3,3 \cdot 1054 \cdot (22 - 0,7) = \\ &= 24966,86 \text{Вт} = 0,0249 \text{МВт} = 0,0249 \cdot 0,86 = 0,021 \text{Гкал.} \end{aligned}$$

Таблиця 2.3 - Розрахунки середніх теплових витрат

Огородження	Орієнтація огороження	Площа огороження	Коефіцієнт теплоперед. огороження	$t_B - t_3$	N	Теплові втрати через огорож. конструкції, Вт
Стіна	Північ	220,11	1,19	21,3	1,1	6137,04
	Південь	174,21			1	4415,70
	Захід	74,38			1,05	1979,58
	Схід	74,38			1,1	2073,84
Вікно	Північ	63,51	1,78	21,3	1,1	2648,71
	Південь	67,37	2,94		1	4218,84
		47,84	1,78			1813,80
	Захід	13,55	1,78		1,05	539,42
	Схід	13,55	1,78		1,1	565,11
Стеля		527	0,66	21,3	1	7408,57
Двері		17,2	2,33	21,3	1,05	896,3
Підлога		527	0,66	10	1	3478,2

На рисунку 2.1 відображено в процентному співвідношенні скрізь яку огорожувальну конструкцію найбільші втрати теплової енергії:

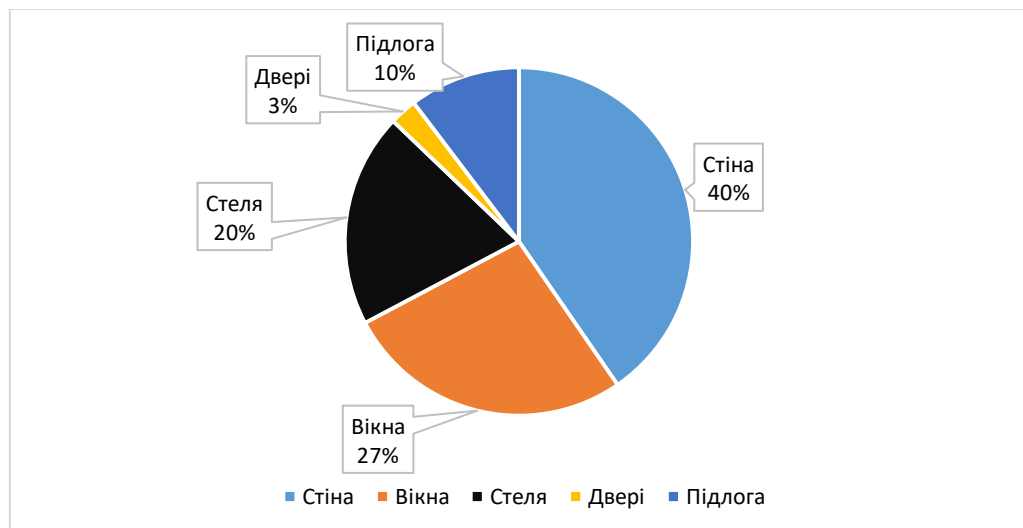


Рисунок 2.1– Втрати скрізь огорожувальні конструкції

Дивлячись на діаграму ми можемо побачити, що особливу увагу потрібно приділити стінам, вікнам, та стелі, скрізь ці огорожувальні конструкції втрачається 87% теплової енергії.

2.5 Теплова потужність

Тепло, що надходить від людей, кВт:

$$Q_{\text{Л}} = (q_{\text{Л}} \cdot n_{\text{ч}} + q_{\text{Л}} \cdot n_{\text{ж}} \cdot 0,85 + q_{\text{Л}} \cdot n_{\text{д}} \cdot 0,75) \cdot 10^{-3} = \\ = (120 \cdot 1 + 35 \cdot 120 \cdot 0,85 + 120 \cdot 101 \cdot 0,75) \cdot 10^{-3} = 12,78 \text{ кВт},$$

де $q_{\text{Л}}$ – теплове надходження від 1 дорослої людини, Вт.,

$n_{\text{ч}}$; $n_{\text{ж}}$; $n_{\text{д}}$ – кількість чоловіків, жінок та дітей,

Тепло, що надходить від сонячної радіації за опалювальний період, кВт:

$$Q_{\text{С}} = \xi_{\text{В}} \cdot \varepsilon_{\text{В}} (F_{\text{ПН}} \cdot I_{\text{ПН}} + F_{\text{С}} \cdot I_{\text{С}} + F_{\text{ПД}} \cdot I_{\text{ПД}} + F_{\text{З}} \cdot I_{\text{З}}) + \xi_{\text{В}} \cdot \varepsilon_{\text{В}} \cdot F_{\text{ПД д}} \cdot I_{\text{ПД д}} = \\ = 0,7 \cdot 0,62 \cdot (63,51 \cdot 33,58 + 13,55 \cdot 62,25 + 47,84 \cdot 79,5 + 13,55 \cdot 60,5) + \\ + 0,75 \cdot 0,62 \cdot 67,37 \cdot 72 = 5,55 \text{ кВт},$$

де $\xi_{\text{В}}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і Zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення;

$\varepsilon_{\text{В}}$ – коефіцієнти відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень вікон;

$F_{\text{ПН}}$, $F_{\text{С}}$, $F_{\text{ПД}}$, $F_{\text{З}}$ – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м^2 ;

$I_{\text{ПН}}$, $I_{\text{С}}$, $I_{\text{ПД}}$, $I_{\text{З}}$ – середня величина сонячної радіації за рік, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтовану за чотирма фасадами будинку, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Тепловий потік від освітлення, кВт:

$$Q_{\text{ОСВ}} = \sum N_{\text{ОСВ}} = 7,91 = 7,91 \text{ кВт},$$

де $N_{\text{ОСВ}}$ - потужності освітлювальної апаратури, кВт;

$$Q_{\text{ЕЛ.УСТ}} = \sum (N_{\text{УСТ}} \cdot K_{\text{ВИК}}) = 43,275 = 43,27 \text{ кВт},$$

де $N_{\text{УСТ}}$ - потужність устаткування, кВт;

$K_{\text{ВИК}}$ - коеф. використання;

Розрахункова теплова потужність:

$$Q = Q_{\Sigma} + Q_{\text{ВВ}} - Q_{\text{Л}} - Q_{\text{С}} - Q_{\text{ОСВ}} - Q_{\text{ЕЛ.УСТ}} = \\ = 0,071 \cdot 10^3 + 0,051 \cdot 10^3 - 12,78 - 5,55 - 7,91 - 43,27 = 52,49 \text{ кВт},$$

де Q_{Σ} та $Q_{\text{ВВ}}$ – максимальні втрати теплоти за опалювальний період, МВт.

2.6 Розрахунок теплових витрат згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790[5]

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі $k \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$, тобто U -фактор, який в свою чергу розраховується за формулою :

$$k = \frac{1}{R}, \frac{Bm}{m^2 \cdot K}.$$

Розрахункові дані огорожувальних конструкцій двох поверхового будинку напишемо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4- Розрахункові данні

№	Огороджувальні конструкції	Площа	Приведений опір теплопередачі	U -фактор, $W/(m^2 \cdot K)$	Коефіцієнти	$H_{x,H}, Bm/K$
		A_i, m^2	$R, m^2 \cdot K/W$		$b_{tr,x,H}$	
1	Зовнішні стіни, в тому числі орієнтовані на:	543,08	0,854	1,17	1	647
	- північ	220,11				
	- схід	74,38				
	- південь	174,21				
	- захід	74,38				
2	Суміщене покриття	527	1,587	0,63	1	349
3	Перекриття над техпідпіллям	527	1,522	0,66	1	349
4	Вікна в тому числі орієнтованих на:	205,82	0,4879	2,55	1	422
	- північ	63,51				
	- схід	13,55				
	- південь	115,21				
	- захід	13,55				
5	Двері	17,2	0,429	2,33	1	40
						1806

2.6.1 Теплопередача трансмісією

2.6.1.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу трансмісією Q_{tr} , Вт·год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t ;$$

де $H_{tr,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-зовні

$\theta_{int,set,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення, °С,

$\theta_{int,set,C}$ – задана температура зони будівлі для охолодження, °С,

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С,

t – тривалість місяцю для якого проводиться розрахунок, год, визначена згідно з додатком А.

Обрахунки ведуться для всіх місяців опалювального періоду.

На прикладі представимо розрахунки для місяця січень. Всі інші місяці рахуємо аналогічно. Результати зведемо до таблиці 2.1.

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t$$

$$Q_{tr} = 1806 \cdot (22 + 4,7) \cdot 744 = 35885 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

2.6.1.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, Вт/К, повинно бути розраховане за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A ,$$

де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , H_U або H_A , складається з трьох доданків та розраховується за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \cdot \sum_i A_i \cdot U_i$$

де A_i – площа i -го елемента оболонки будівлі, m^2 ;

U_i – коефіцієнт теплопередачі i -го елемента оболонки будівлі, $Вт/(m^2 \cdot K)$, що становить $U_i = 1/R_{\Sigma i}$;

$b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, що становить.

Таблиця 2.5 – Розрахунок трансмісійних тепловтрат

Місяць	θ_e , °C	t, дні	H_{tr} , Вт/К	Q_{tr} , кВт·год
1	-4,7	744	1881	35885
2	-3,6	672		31077
3	1	744		28224
4	9	456		10145
10	8,1	144		15669
11	1,9	720		26143
12	-2,5	744		32928
				$\sum Q_{tr} =$

2.6.2 Теплопередача вентиляцією

2.6.2.1 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу вентиляцією Q_{ve} , $Вт \cdot год$, розраховують для кожного місяця та для кожної z -ої зони за формулами:

– для опалення:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \left(\theta_{int,set,H,z} - \theta_e \right) t;$$

де $H_{ve,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, $Вт/К$;

$\theta_{int,set,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення, °C

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C,

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год,

2.6.2.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $H_{ve,adj}$, Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \left(\sum_k b_{ve,k} q_{ve,k,mn} \right),$$

де $\rho_a c_a$ – теплоємність повітря одиниці об'єму, дорівнює 0,33 Вт·год/(м³·К);

$q_{ve,k,mn}$ – усереднена за часом витрата повітря від k -го елемента, м³/год, визначають згідно з 9.2.1.2;

$b_{ve,k}$ – температурний поправочний коефіцієнт для k -го елемента повітряного потоку, зі значенням $b_{ve,k} \neq 1$, якщо температура припливного повітря $\theta_{sup,k}$ не дорівнює температурі зовнішнього середовища, як у випадку попереднього нагріву, попереднього охолодження чи утилізації теплоти;

k – представляє кожен із відповідних елементів повітряного потоку, таких як інфільтрація, природна вентиляція, механічна вентиляція тощо.

Усереднену за часом витрату повітря k -го елемента повітряного потоку $q_{ve,k,mn}$, м³/год, розраховують за формулою:

$$q_{ve,inf,mn} = n_{inf,mn} V,$$

де $n_{inf,mn}$ – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, враховуючи вплив механічної вентиляції, год⁻¹;

V – кондиціонований об'єм зони/будівлі, м³;

Розрахунок для місяця січень, всі інші за аналогією. Результати зведемо в таблицю 2.6.

$$V_h = V_f \cdot h,$$

$$V_h = 527 \cdot 2 \cdot 3,3 = 3478,2 \text{ , м}^3$$

$$V_e = 0,7 \cdot V_h$$

$$V_e = 0,7 \cdot 3478,2 = 2434,74 \text{ , м}^3$$

$$q = 1,2 \cdot 2434,74 = 2921,68 \quad , \frac{m^3}{год}$$

$$H_{VE} = 0,33 \cdot 2921,68 = 972,92 \quad , \frac{Вт}{К}$$

Таблиця 2.6 – Теплопередача природною вентиляцією

Міс.	Q _e	t	H _{ve}	Q _{ve}	Од. вимір.
1	-4,7	744	972,92	19327	кВт·год
2	-3,6	672		16737	
3	1	744		15201	
4	9	432		5464	
10	8,1	624		8439	
11	1,9	720		14080	
12	-2,5	744		17734	
				Σ96982,43	

2.6.3 Загальні тепловтрати

Загальні тепловтрати складаються з суми трансмісійних на вентиляційних витрат.

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

$$Q_{ht} = 35284 + 19327 = 54611 \quad кВт \cdot год$$

В таблицю 2.7 напишемо загальні тепловтрати по кожному місяці

Таблиця 2.7 – Загальні тепловтрати

Міс.	Q _{ht}	Од. вимір.
1	54611	кВт*год
2	47294	
3	42952	
4	15439	
10	23845	
11	39785	
12	50111	

2.6.4 Внутрішні тепло надходження

Внутрішні тепло надходження, тепло надходження від внутрішніх теплових джерел, включаючи від'ємні тепло надходження (розсіяна теплота від внутрішнього середовища до холодних джерел або «стоки»), складаються з будь-якої теплоти, що створюється в кондиціонованому об'ємі внутрішніми джерелами, крім тої, що навмисно використовується для опалення, охолодження або ГВП.

Внутрішні тепло надходження включають:

- метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіяну від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;
- теплоту від або до процесів та продукції.

Тепло надходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається, Q_{int} , Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою:

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int,mn},k} A_f \right) t,$$

де $\Phi_{\text{int,mn},k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k -го внутрішнього джерела, Вт/м²;

A_f – кондиціонована площа зони будівлі, м²;

t – тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

$$\Phi_{\text{int,mn},k} = \frac{50}{168} \cdot (7 + 7 + 6) = 5,95 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

$$Q_{\text{int}} = (5,95 \cdot 1054) \cdot 744 = 4666 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для інших місяців результати напишемо до таблиці 2.8

Таблиця 2.8 – Внутрішні тепло надходження

Міс.	Qe	t	Φ _{int}	Q _{int}	Од. вимір.
1	-4,7	744	5,95	4666	кВт*год
2	-3,6	672		4214	
3	1	744		4666	
4	9	432		2706	
10	8,1	624		3913	
11	1,9	720		4515	
12	-2,5	744		4666	
				Σ29350	

2.6.5 Сонячні тепло надходження

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції.

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця Q_{sol} , Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) t,$$

де $\Phi_{sol,mn,k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k -го джерела сонячного випромінювання, Вт.,

t – тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах;

2.6.5.1 Сонячні тепло надходження через елементи будівлі

Сонячні тепло надходження через k -ий елемент будівлі $\Phi_{sol,k}$, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{\text{sol},k} = F_{\text{sh,ob},k} A_{\text{sol},k} I_{\text{sol},k} - F_{\text{r},k} \Phi_{\text{r},k},$$

де $F_{\text{sh,ob},k}$ – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k -ої поверхні;

$A_{\text{sol},k}$ – еквівалентна площа інсоляції k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м², визначена згідно з 11.3.3 (скління), 11.3.4 (непрозорі елементи), 11.3.5 (особливі елементи);

$I_{\text{sol},k}$ – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м²;

$F_{\text{r},k}$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_{\text{r}} = 1$ – для незатіненого горизонтального даху, $F_{\text{r}} = 0,5$ – для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{\text{r},k}$ – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k -го елемента будівлі.

2.6.5.2 Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів

Еквівалентну площу інсоляції зашкленого елемента оболонки (наприклад, вікна) A_{sol} , м², розраховують за формулою:

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh,gl}} g_{\text{gl}} (1 - F_{\text{F}}) A_{\text{w,p}},$$

де $F_{\text{sh,gl}}$ – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів, визначений згідно з 11.4.1. У випадку відсутності засобів рухомого затінення

$$F_{\text{sh,gl}} = 1;$$

g_{gl} – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента,

F_F – частка площі обрамлення, відношення площі проєкції обрамлення до загальної площі проєкції заскленого елемента $A_{w,p}$ – загальна площа проєкції заскленого елемента (наприклад, площа вікна), м².

Для вікон чи інших засклених елементів оболонки з нерозсіювальним склінням коефіцієнт пропускання сонячної енергії для випромінювання, перпендикулярного до скління g_n необхідно розраховувати з урахуванням оптичних властивостей багатошарового скління або приймати згідно з даними таблиці 11.

Через те, що осереднений за часом загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії – це параметр, значення якого дещо нижче за g_n , то для його обчислення використовують поправочний коефіцієнт F_w , як наведено у формулі:

$$g_{gl} = F_w g_n,$$

де F_w – поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають $F_w = 0,90$.

2.6.5.3 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі A_{sol} , м², розраховують за формулою:

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c,$$

де $\alpha_{s,c}$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, приймають;

R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м²·К/Вт, приймають 0,043 м²·К/Вт;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м²·К); для фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком та

вентильованих горищних покриттів значення U_c необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;

A_c – площа проекції непрозорої частини, m^2 .

2.6.5.4 Теплове випромінювання в атмосферу

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі Φ_r , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er},$$

де R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, $m^2 \cdot K / W$, приймають 0,043 $m^2 \cdot K / W$;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $W / (m^2 \cdot K)$;

A_c – площа проекції елемента, m^2 ;

h_r – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, $W / (m^2 \cdot K)$;

$\Delta\theta_{er}$ – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, $^{\circ}C$, для помірних широт приймають $\Delta\theta_{er} = 11 K$.

Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні h_r , $W / (m^2 \cdot K)$, може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4\varepsilon\sigma(\theta_{ss} + 273)^3,$$

де ε – коефіцієнт поглинання теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження, приймають за довідковими даними залежно від її типу;

σ – стала Стефана-Больцмана: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W / (m^2 \cdot K^4)$;

θ_{ss} – середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосфери, $^{\circ}C$.

При першому наближенні, h_r приймають рівним $5\epsilon \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що відповідає середній температурі 10°C .

Для світлопрозорих огорожень таблиця 2.9.

Таблиця 2.9

	$A_w, \text{ м}^2$	$A_{sol}, \text{ м}^2$
Пн	63,51	22,4063
Сх	13,55	4,78044
Пд	115,21	31,3047
Зх	13,55	4,78044

Для несвітлопрозорих огорожень таблиця 2.10.

Таблиця 2.10

	$A_w, \text{ м}^2$	$A_{sol}, \text{ м}^2$	$\Phi_r, \text{ Вт}$
Пн	220,11	7,75798	566,886
Сх	74,38	2,62159	191,563
Пд	174,21	6,14019	448,672
Зх	74,38	2,62159	191,563
Дах	274,5	6,69386	380,434

Результати розрахунку теплового випромінювання зведемо до таблиці 2.12.

Таблиця 2.11 – Вихідні данні до розрахунку

t		$I_{sol}, \text{ Вт}/\text{м}^2$ (Київ)				
		Пн	Сх	Пд	Зх	горизонт.
744	1	13	21	50	22	32
672	2	24	36	70	38	59
744	3	35	58	90	61	101
456	4	39	77	92	73	149
744	10	19	38	75	37	71
672	11	11	17	39	17	31
744	12	9	14	35	15	22

Таблиця 2.12 – Теплове випромінювання

$\Phi_{solvik}, \text{Вт}$	$\Phi_{solst}, \text{Вт}$	$\Phi_{solдах}, \text{Вт}$	$Q_{sol}, \text{кВт}\cdot\text{ГОД}$	$Q_{int}, \text{кВт}\cdot\text{ГОД}$
1855	-36	465	2283	4666
2477	20	826	3045	4214
3680	89	826	4595	4666
2274	66	626	2966	2706
2358	18	561	2937	3913
1415	-56	445	1804	4515
1293	-69	413	1636	4666

2.6.6 Динамічні параметри

Динамічний метод моделює теплові опори, теплоємності, тепло надходження від сонця та внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі.

У методиці згідно з цим стандартом, динамічні впливи враховують шляхом введення коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження. Вплив інерції у випадку переривчастого опалення чи його вимкнення враховується окремо.

2.6.6.1 Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ – це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти, γ_H , та числового параметра a_H , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах:

$$\text{якщо : } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H,gn} > 0 \quad \eta_{H,gn} = 1 / \gamma_H,$$

$$\text{якщо : } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H,gn} \leq 0 \quad \eta_{H,gn} = 1$$

$$\text{при:} \quad \gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}},$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

γ_H – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення;

$Q_{H,ht}$ – сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт·год,

$Q_{H,gn}$ – сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт·год,
 a_H – безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі, τ_H , визначений за формулою:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{30,33}{15} = 3,02,$$

де $a_{H,0}$ – довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1,0;

τ – часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 2.6.6.2;

$\tau_{H,0}$ – довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

2.6.6.2 Часова константа будівлі

Часова константа зони будівлі τ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони, як для періоду опалення, так і для періоду охолодження. Її розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{84320}{1806 + 972,92} = 30,33$$

де C_m – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт·год /К;

$H_{tr,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$H_{ve,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

Репрезентативні значення $H_{tr,adj}$ і $H_{ve,adj}$ – є значеннями, що є показовими для домінуючого сезону опалення: місячні величини для січня.

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі, C_m , Вт·год/К, розраховуються за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f = 80 \cdot 1054 = 84320 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К},$$

де C – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, для даної будівлі 80 Вт·год/(м²·К),;

A_f – кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м².

Данні розрахунки помісячно зведемо до таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахунок енергопотреби на опалення

Місяць року	Параметр								
	$Q_{H, tr.}$ кВт·год	$Q_{H, ve.}$ кВт·год	$Q_{H, ht.}$ кВт·год	$Q_{H, int.}$ кВт·год	$Q_{H, sol.}$ кВт·год	$Q_{H, gn.}$ кВт·год	γ_H	$\eta_{H, gn}$	$Q_{H, nd.}$ кВт·год
Січень	35885	19327	55212	4666	2283	6949	0,13	0,998	48275
Лютий	31077	16737	47815	4214	3045	7259	0,15	0,997	40576
Березень	28224	15201	43425	4666	4595	9261	0,21	0,993	34233
Квітень	10145	5464	15609	2709	2966	5675	0,36	0,970	10107
Жовтень	15669	8439	24107	3913	2937	6850	0,28	0,984	17367
Листопад	26143	14080	40223	4515	1804	6319	0,16	0,997	33924
Грудень	32928	17734	50663	4666	1636	6302	0,12	0,998	44371
Всього за рік	180073	96982	277055	29350	19266	48616	1,4	6,9	228853

2.7 Порівняння двох методів

Втрати теплоти розраховані в пункті 2.4 склали через огорожувальну конструкцію 166500 кВт·год, на вентиляцію склали 116844 кВт·год, що сумарно дорівнює 283344 кВт·год. За національною методикою втрати теплоти склали 277055 кВт·год. Різниця склала 2,2%, що є дуже не великої похибкою. Тому можна використовувати ці дві методики. Але використання Нац.методики має більше плюсів, вона дозволяю розраховувати щомісячно, та дивиться як ситуація змінюється впродовж сезону. Також ця методика дозволяю легко розрахувати теплові надходження. Ще один плюс це є можливість розраховувати втрати теплоти на охолодження. Але є один мінус це то, що ця методика є новою, велика кількість людей, ще не знають як нею розраховувати.

2.8 Заходи з енергозбереження

2.8.1 Заміна старих вікон на енергозберігаючі

Поточний стан

Вікна в закладі переважно з подвійним склінням та дерев'яними рамами. Середній коефіцієнт теплопередачі дерев'яних вікон будівлі перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $K = 1,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и становить $K = 2,17 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Опис заходу з енергозбереження

Пропонуємо замінити $67,37 \text{ м}^2$ дерев'яних вікон на металопластикові 4mf-14TdAr- 4-16TdAr-4i з коефіцієнтом теплопередачі $K = 0,61 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Розрахунок річної економії теплової енергії

Теплові втрати через вікно за умові нового коефіцієнта теплопередачі будуть складати:

$$Q^* = K \cdot F_{\text{вік}} \cdot \Delta t = 0,61 \cdot 67,37 \cdot (22 - 0,7) = 875,33 \text{ Вт.}$$

Затрати на експлуатацію становлять:

$$B = F_{\text{зам.вік}} \cdot C = 67,37 \cdot 2000 = 134740 \text{ тис.грн,}$$

де C – вартість вікна та монтажних робіт, грн/ м^2 .,

$F_{\text{зам.вік}}$ – площа вікон, що необхідно замінити, м^2 .

Річна економія тепла:

$$\Delta Q = (Q - Q^*) \cdot n = \frac{(4218,84 - 875,33) \cdot 195 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = 13,45 \text{ Гкал/рік,}$$

де Q - втрата теплоти до заміни вікон (табл 2.3), Вт.

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot C_{\text{Гкал}} = 13,45 \cdot 1355,83 = 18235,9 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{134740}{18235,91} = 7,4 \text{ років.}$$

2.8.2: Утеплення даху

Поточний стан

Середній коефіцієнт теплопередачі даху значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $K = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Нормативний коефіцієнт теплопередачі згідно з [7].

Опис заходу з енергозбереження

Додаткова теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через дах будівлі. Пропонуємо утеплювач пінопласт.

Розрахунок річної економії теплової енергії

Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі

Стеля:

- залізобетонні плити з $\lambda=1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,22 \text{ м}$;
- гравій керамзитовий $\lambda=0,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,15 \text{ м}$;
- розчин цементно-піщаний $\lambda=0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,05 \text{ м}$;
- пінопласт $\lambda=0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,15 \text{ м}$;
- гідроізоляція $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,03 \text{ м}$;
- цементно-піщана стяжка $\lambda=1,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,05 \text{ м}$;
- руберойд з $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,005 \text{ м}$;

Коефіцієнт теплопередачі стелі

$$k_{\text{стеля}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{\delta_7}{\lambda_7} + \frac{1}{\alpha_3}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,2} + \frac{0,15}{0,14} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,05}{1,4} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23}} = 0,188 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Теплові втрати через стіни за умові нового коефіцієнта теплопередачі будуть складати:

$$Q^* = K \cdot F_{\text{дах}} \cdot \Delta t = 0,188 \cdot 527 \cdot (22 - 0,7) = 2134 \text{Вт}.$$

Затрати на експлуатацію становлять:

$$B = F_{\text{утеп.дах}} \cdot C = 527 \cdot 1000 = 527000 \text{ тис.грн},$$

де C — вартість утеплювача, перекриття гідроізоляції та монтажних робіт, грн/м².,

$F_{\text{утеп.дах}}$ — площа даху, що необхідно замінити, м² .

Річна економія тепла:

$$\Delta Q = \frac{(Q - Q^*) \cdot n \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = \frac{(7408,57 - 2134) \cdot 195 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = 21,22 \text{Гкал/рік},$$

де Q — річна витрата теплоти до утеплення даху (табл 2.3), Вт

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot C_{\text{Гкал}} \cdot 10^{-3} = 21,22 \cdot 1355,83 = 28777,85 \text{грн}.$$

Термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{527000}{28777,85} = 18,3 \text{років}.$$

2.8.3 Утеплення стін

Поточний стан

Середній коефіцієнт теплопередачі стін значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $K_{\text{норм}} = 0,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. У стінах спостерігається безліч тріщин, через які проходить вентиляція повітря.

Їх потрібно зашпаклювати, до того як буде лягати шар утеплювача.

Коефіцієнт теплопередачі стіни без утеплювача складає $K=1,39 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$.

Опис заходу з енергозбереження

Пропонуємо використовувати в якості утеплювача мінеральну вату 100мм характеристика утеплювача наведена в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Характеристика утеплювача

Утеплювач	δ , м	λ , Вт/м·С
мінеральна вата	0,1	0,04

Розрахунок річної економії теплової енергії

Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі при утепленні мінеральною ватою Стіни:

- Розчин вапняно-піщаний, товщина слою $\delta = 0,02 м$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,76 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$;

- внутрішній коефіцієнт теплопередачі $\alpha_e = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

- зовнішній коефіцієнт теплопередачі $\alpha_s = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

- цегла з $\lambda=0,81 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$, товщиною $\delta=0,4 м$;

- розчин цементно-піщаний з $\lambda=0,7 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$, товщиною $\delta=0,015 м$;

- вата мінеральна з $\lambda=0,04 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$, товщиною $\delta=0,10 м$.

Коефіцієнт теплопередачі стіни:

$$k_{стін} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,4}{0,81} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23}} = 0,31 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Теплові втрати через стіни за умові нового коефіцієнта теплопередачі будуть складати:

$$Q^* = K \cdot F_{стін} \cdot \Delta t = 0,31 \cdot 543,08 \cdot (22 - 0,7) = 3585,95 Вт$$

Затрати на експлуатацію становлять:

$$B = F_{\text{зам.стін}} \cdot C = 543,08 \cdot 800 = 434464 \text{ тис.грн,}$$

Де C – вартість утеплювача та монтажних робіт, грн/м².,

$F_{\text{зам.стін}}$ – площа стін, що необхідно замінити, м² .

Річна економія тепла:

$$\Delta Q = \frac{(Q - Q^*) \cdot n \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = \frac{(14606,16 - 3585,95) \cdot 195 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = 44,34 \text{ Гкал/рік,}$$

Де Q – річна витрата теплоти до утеплення стін, Вт

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot C_{\text{Гкал}} \cdot 10^{-3} = 44,34 \cdot 1355,83 = 60125,85 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{434464}{60125,85} = 7,2 \text{ років}$$

Результати утеплення зведемо до таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

	Е, грн	В, тис.грн	Т, роки
мінеральна вата	60125,85	434464	7,2

2.8.4 Встановлення припливно-витяжної вентиляції

Поточний стан

На даний момент в садку присутня тільки природна вентиляція, за винятком кухні, де є витяжка. Приплив свіжого повітря приходить лише з відкритих вікон і через нещільності в них. Тому регулювати на даний момент це не можливо. За рахунок цього великі втрати тепла, практично 40% від загальних втрат. З цього потрібно ставити примусову-витяжну вентиляцію, яку можна регулювати в залежності від потреб.

Опис заходу з енергозбереження

Пропонуємо встановити припливну вентиляційну систему SYSTEMAIR TA 2000 EL 33,3 KW з електричним нагрівачем, з максимальної витратою повітря 2000 м³/год та ККД близько 70%.

Розрахунок річної економії теплової енергії

Теплові втрати за рахунок встановлення припливної вентиляції складуть:

$$Q^* = Q_{\text{ВВ}} \cdot K \cdot 10^6 = 0,0259 \cdot 10^6 \cdot 0,8 = 20720 \text{Вт},$$

де $Q_{\text{ВВ}}$ – теплові втрати скрізь вентиляцію, МВт.,

K – коефіцієнт кратності повітрообміну.

Економія втрати за умови праці вентиляційної системи 5 годин в день в опалювальний сезон складуть:

$$Q_{\text{роб}} = Q^* \cdot t_{\text{роб}} \cdot 10^{-6} = 20720 \cdot (5 \cdot 195) \cdot 10^{-6} = 20,20 \text{МВт}.$$

$$B = 242000 \text{ [грн]}.$$

Чиста річна економія тепла:

$$\Delta Q = \frac{(Q_{\text{роб}}) \cdot 10^3}{1163} = \frac{20,2 \cdot 10^3}{1163} = 17,37 \text{Гкал/рік}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot C_{\text{Гкал}} - B_1 = 17,37 \cdot 1355,83 - 2770,8 = 20778 \text{грн}.$$

Де B_1 – вартість електричної енергії спожитої від встановлення припливно-витяжної вентиляції, грн.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{242000}{20778} = 11,6 \text{років}.$$

2.8.5 Заміна елеваторного вузла на ІТП

Поточний стан

На даний момент у ДНЗ присутній елеваторний вузол, тобто залежна схема енергоспоживання. Що не дає змоги регулювати теплоспоживання за

фактичної зовнішньої температурою. Тому необхідно встановити ІТП для заощадження коштів.

Опис заходу з енергозбереження

Заміна елеваторного вузла на ІТП, що дає змогу зробити систему незалежною та регулювати її самостійно, опалювати приміщення у робочу часи, та понижувати температуру у не робочі часи на 2-3 градуса. Облаштування теплообмінником ГВС з погодним регулюванням та тепловим лічильником потужністю 0,12 Гкал/год.

Розрахунок річної економії теплової енергії 150Гкал/сезон

Теплові витрати елеваторного вузла складають:

$$Q_{уз}^{сез} = Q_{max} \cdot \frac{t_g - t_{cp.o}}{t_g - t_{p.o}} \cdot m \cdot n = 0,0659 \cdot \frac{22 - 0,7}{22 - (-22)} \cdot 24 \cdot 195 = 149,43 \text{ Гкал / сез}$$

де $Q_{max} = V \cdot q_0 \cdot (t_{вн} - t_{p.o}) \cdot \alpha \cdot 10^{-6}$ максимальне теплове навантаження на

опалення, Гкал/год.,

t_g – температура внутрішнього повітря в приміщенні, 22 °С,;

$t_{cp.o}$ – середня температура зовнішнього повітря (для Києва 0,7 °С,);

$t_{p.o}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря (для Києва -22 °С,);

m – кількість годин роботи на добу, 24 год.;

n – тривалість опалювального періоду, 195 днів.

Теплові витрати за умови регулювання температури, тобто у робочі часи температура будуть складати 22 °С складуть, в неробочі часи 16 °С:

$$Q_{ІТП}^{сез} = Q_{max} \cdot \frac{t_g - t_{cp.o}}{t_g - t_{p.o}} \cdot m \cdot n_1 + Q_{max} \cdot \frac{t_{g2} - t_{cp.o}}{t_{g2} - t_{p.o}} \cdot m \cdot n_2 =$$
$$= 0,0659 \cdot \frac{22 - 0,7}{22 - (-22)} \cdot 24 \cdot 121,875 + 0,0659 \cdot \frac{16 - 0,7}{16 - (-22)} \cdot 24 \cdot 73,125 = 140 \text{ Гкал / сез,}$$

де t_{g2} – температура внутрішнього повітря в приміщенні, 16 °С,;

$n_1; n_2$ – тривалість опалювального періоду, 73,125 та 121,875 відповідно днів.

Затрати на експлуатацію становлять:

$$B = 220000 \text{ [грн]}.$$

Чиста річна економія тепла:

$$\Delta Q = Q_{\text{уз}}^{\text{сез}} - Q_{\text{ПП}}^{\text{сез}} = 149,43 - 140 = 9,43 \text{ Гкал/рік}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot C_{\text{Гкал}} - B_6 = 9,43 \cdot 1355,83 = 12785 \text{ грн}.$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{220000}{12785} = 17,2 \text{ років}.$$

2.9 Використання програмного забезпечення RETScreen

Використовуючи програмне забезпечення RETScreen були отримані аналогічні результати, які наведені на рисунках 2.2-2.3:

Показати:	Опалення	Охолодження	Електроенергія	Додаткові капітальні затрати	Економія витрат на паливо	Додаткова економія на експлуатації і	Простий строк окупності
	ГДж	ГДж	ГДж	UAH	UAH	UAH	рік
Зекономлене паливо							
<u>Опалювальна система</u>	0	-	-	220 000	0	12 785	17,2
<u>Система охолодження</u>	-	0	-	0	0	0	-
<u>Оболонка будівлі</u>	410	0	-	1 283 896	83 875	20 778	12,3

Рисунок 2.2 – Результати термомодернізації ДНЗ №477.

Фінансовий аналіз наведено на рисунку 2.3

ансовий аналіз

Фінансові показники			
Темп інфляції	%	20,0%	
Строк реалізації проекту	рік	20	
Коефіцієнт заборгованості	%	0%	
Початкові затрати			
Заходи з енергозбереження	UAH	1 503 896	100,0%
Інше	UAH		0,0%
Загальні початкові затрати	UAH	1 503 896	100,0%
Стимулювання і гранти	UAH		0,0%
Щорічні затрати і виплата займового капіталу			
Затрати на експлуатацію і обслуговування (економія)	UAH	-33 563	
Вартість палива - Запропонований випадок	UAH	111 814	
Інше	UAH		
Сумарні щорічні затрати	UAH	78 251	
Щорічна економія і дохід			
Вартість палива - Базовий випадок	UAH	195 689	
Інше	UAH		
Сумарна щорічна економія і дохід	UAH	195 689	
Економічна доцільність			
ВНР до виплати податків - активи	%	25,6%	
Простий строк окупності	рік	12,8	
Повернення капіталу	рік	6,2	



Рисунок 2.3 –Фінансовий аналіз

За допомогою програмного забезпечення RETScreen отримали наступні результати: простий термін окупності 12,8 років, повернення капіталу 6,2 років. Простий термін окупності такий самий як й при ручних розрахунках. Це означає, що програмне забезпечення RETScreen підходить для розрахунку термомодернізації будівлі, та дає змогу прискорити розрахунки, що є дуже важливим фактором.

Висновки до розділу

Аналіз графіків споживання теплової енергії за попередні 3 роки говорить про відповідність споживання енергії режиму роботи дитячого садочка: в зимній період споживається більше теплової та електричної енергії, літній період відмічається значним спадом споживання електроенергії й відсутністю постачання теплової. Також ми бачимо, що з кожним роком споживання теплової енергії не змінюється, але за рахунок прориву труби в 2015 року, споживання в цьому році було значно вище ніж в 2016 та 2017 роках.

До того ж ми бачимо, що з певною періодичністю вартість теплової енергії зростає і на кінці 2017 року вона становила 1355,83 грн/Гкал, що

практично в три рази вище, ніж на початку 2015 року. Що значно збільшило витрати на цей вид енергії. Під час проведення розрахунків, тариф на теплову енергію склав 1355,83 грн/Гкал. Результати заходів енергозбереження відображені на рисунку 2.4:

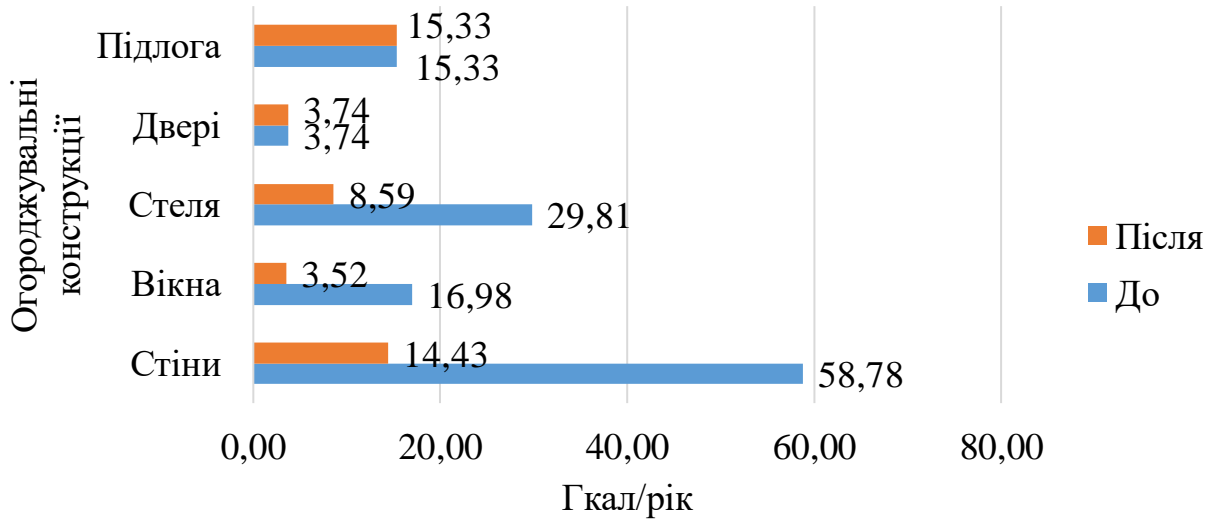


Рисунок 2.4 – Діаграма втрат теплової енергії до і після впровадження МЕЗ

Як ми бачимо з діаграми найбільша економія відбулася за рахунок утеплення стін де споживання скоротилося на 44,34 Гкал/рік. В грошовому еквіваленті за рік ця економія становить 60125,85 грн. Загальне скорочення втрат теплової енергії становило 38,6%. Що є безсумнівно хорошим показником для маленького садка.

Загальні результати наведені в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18

МЕЗ	Річна витрата енергії, Гкал-год			Вартість заощаджень грн.	Термін окупності, років
	До реконст.	Після реконстр.	Заощадж.		
Утеплення даху	29,81	8,59	21,23	28777,85	18,3
Встановлення ІТП	149,43	140	9,43	12785,48	17,2
Встановлення вентиляції	125,07	107,71	17,36	23537,21	11,6
Заміна вікон	16,98	3,52	13,46	18249,47	11
Утеплення стін	58,78	14,43	44,35	60125,85	7,2

Баланс втрат теплової енергії після впровадження МЕЗ наведена на рис 2.5.

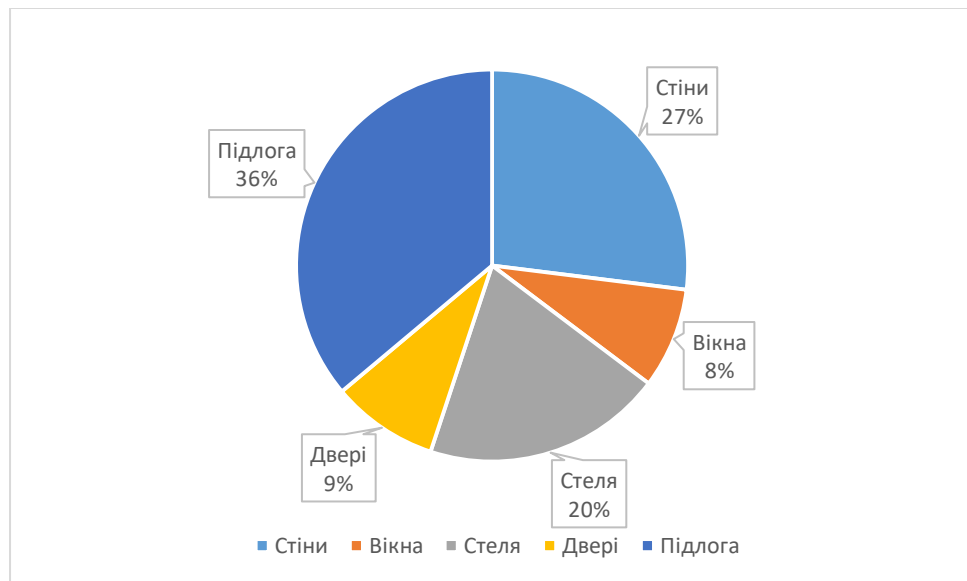


Рисунок 2.5 – Баланс втрат теплової енергії скрізь огорожувальні конструкції

Річна сума заощаджень складає 143 тис.грн., та середній термін окупності складає 13 років, що є не поганим показником. Використовую програмне забезпечення RETScreen отримали аналогічні результати, що й при розрахунку ручним методом. Але за допомогою програмного забезпечення вдалось прискорити розрахунки в декілька разів.

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз схеми зовнішнього електропостачання ДНЗ №477

ДНЗ №477 отримує живлення від ПрАТ «ДТЕК Київські електромережі» на балансі якої знаходиться ТП-2379, яка розташована на відстані 90 м від ДНЗ. В трансформаторній підстанції встановлено один трансформатор потужністю 315 кВт. Від трансформатора також отримують живлення магазин, приватними будинками, зовнішнє освітлення вулиці.

Напруга вторинного кола трансформаторної підстанції 380 В, нейтраль – глухозаземлена. Від підстанції до електрощитової ДНЗ електрична енергія подається кабелем АВВГ 4×35, що прокладається в землі в траншеї.

Границя балансової належності знаходиться на автоматичному вимикачі електричної енергії, який розташовано у щитовий дитячого садочка.

Однолінійна схема електропостачання ДНЗ представлена на листі 3 графічної часті роботи.

ДНЗ відноситься до II категорії надійності електропостачання згідно з [9]. Схема електропостачання об'єкту є не надійною, оскільки живлення всього обладнання здійснюється від одного трансформатора. В аварійному режимі, при ліквідації несправності мережі, електропостачання буде припинено. Також неможливо вивести трансформатор на ремонтні роботи не відключаючи живлення ДНЗ. Тому для забезпечення виконання вимог нормативних документів щодо надійності електропостачання рекомендуємо ввести додаткове резервне джерело енергії.

3.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання

Спрощена схема зовнішнього та внутрішнього електропостачання представлена на рисунку 3.1 :

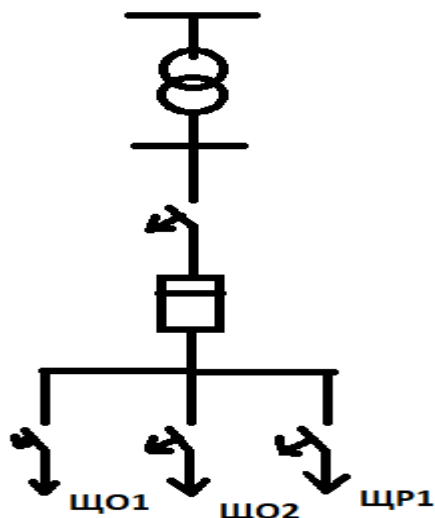


Рисунок 3.1 – Спрощена схема зовнішнього та внутрішнього електропостачання.

Основні елементи схеми електропостачання об'єкта це силовий щит, автоматичний розмикач, прилад обліку.

Електричний щит знаходиться в незадовільному технічному стані, знаходиться в експлуатації вже понад 30 років та потребує заміни на сучасний, який підвищить ефективність розподілу електричної енергії ДНЗ. Схема електропостачання трьохфазна, та ділиться на три незалежні фази такі як щиток освітлення 1 (ЩО1), ЩО2, та розподільчий щиток (ЩР1). Вони знаходяться у задовільному технічному стані так, як нещодавно були замінені з старих на нові.

Живлення споживачів першого поверху здійснюється від ЩО1, другого – ЩО2, харчоблок - ЩР1.

Живлення ЩО1, ЩО2 та ЩР1 здійснюється кабелями марки АВВГ 4х6 (3шт.)

Живлення споживачів ЩО1, ЩО2, ЩР1 здійснюється кабелями марки АВВГ 4х2,5 (23шт.)

Для заземлення використовуються нульові дроти, сталеві труби. Заземленню підлягають всі металеві частини електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою.

Система примусової вентиляції при проектуванні будівлі ДНЗ була не передбачена.

3.3 Характеристика трансформаторних підстанцій (вузлів розподілу електричної енергії) та їх завантаження

Електропостачання ДНЗ відбувається від ТП-2379. Паспортні дані трансформаторів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри трансформатора

Назва	S_H , кВА	ΔP_{xx} , кВт	ΔP_{kz} , кВт	I_{xx} , %	U_{kz} , %
ТП-2379	310	0,83	5,5	1,5	4,5

ТП-2379 знаходиться в експлуатації з 1965 року. Будівля не має пошкоджень, всі замки висять, проти несанкціонованого проникнення. Гулу та шуму не виявлено. Тобто будівля знаходиться у задовільненому стані.

Річне споживання електричної енергії та аналіз споживання в 2015 - 2017 р.р., за місяцями наведено у таблиці 1.1 та на рисунку 1.1 у розділі 1.2.

Розрахунок втрат у кабельній лінії до 1000 В

Так як навантаження однофазне (освітлення), а для виконання умов симетричності навантаження по фазам садок живиться від трифазної лінії, максимальний струм в кожній фазі буде складати:

$$I_{\text{макс}} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi},$$

де S_p - розрахункова повна потужність на вводі будівлі, яка була обчислена в пункті 3.3;

U_{ϕ} - фазна напруга;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності, оскільки навантаження складається майже повністю з ламп розжарювання, приймаємо $\cos \varphi = 0,98$ згідно з [8]:

$$I_{\text{макс}} = \frac{27940}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98} = 43,31 \text{ А.}$$

Згідно схеми садочок живиться кабелем АВВГ 4×35. Перевіримо відповідність перерізу лінії максимальному токовому навантаженню і допустимим втратам напруги.

Паспортні дані кабелю АВВГ 4х35 наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Кількість і номінальний переріз жил, мм ²	Опір жил, Ом/км		Допустиме струмове навантаження, А	
	Активний	Індуктивний	У землі	У повітрі
4х35	0,868	0,0637	113	101

Умова допустимості вибраного перерізу:

$$I_{\text{макс}} \leq 1,3 \cdot I_{\text{доп}},$$

де $I_{\text{доп}}$ - допустимий згідно стандартів струм для жили даного перерізу, в даному випадку – 113 А.

$$43,31 \leq 1,3 \cdot 113;$$

$$43,31 < 146,9.$$

Умова виконується.

Допустимі втрати напруги складають -5%. Втрати в однофазній мережі, нуль-фаза:

$$\Delta U [\%] = \frac{I_{\text{макс}} \cdot 100 \cdot \rho \cdot L}{s \cdot U_{\phi}},$$

де $I_{\text{макс}}$ - максимальний розрахунковий струм;

ρ - питомий електричний опір міді, $0,028 \frac{\text{Ом}}{\text{мм}^2 \cdot \text{м}}$;

S - площа поперечного перерізу лінії, 35 мм^2 ;

L - довжина лінії 90 м;

U_{ϕ} - фазна напруга, В.

$$\Delta U [\%] = \frac{43,31 \cdot 100 \cdot 0,028 \cdot 90}{35 \cdot 380} = 0,82\% .$$

Умова виконується.

Втрати у кабельної лінії АВВГ 4×35 розрахуємо за формулою:

$$\Delta W = 3 \cdot I_{\text{сер}}^2 \cdot R \cdot T \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta W = 3 \cdot 43,31^2 \cdot 0,028 \cdot 5976 \cdot 10^{-3} = 941,6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$$

Оскільки балансова належність знаходиться після ВРП 0,4 кВ, то ці втрати електричної енергії автоматично падають на плечі енергопостачальної організації.

Для надійності електропостачання в схемі живлення передбачені такі захисні елементи, як кінцеві роз'єднувачі типу А3134/7 на 200 А.

3.4 Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкта

Основні показники електрообладнання наведені у наступній таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні показники електрообладнання

ЕП	Р _н , кВт	п, шт.	Р, кВт	К _в	ΣР _н , кВт
Освітлення					
Люмінесцентна лампа	0,018	164	2,952	0,9	17,656
Люмінесцентна лампа	0,021	24	0,504	0,9	
Лампи розжарювання	0,1	142	14,2	0,85	
Офісна техніка					
Комп'ютер	0,3	2	0,6	0,4	0,8
Принтер	0,2	1	0,2	0,2	
Обладнання їдальні					
Електроплита	2	2	4	0,4	12,8
М'ясорубка	2	1	2	0,3	
Пекарська шафа	2	2	4	0,4	
Холодильник побутовий	1	2	2	0,3	
Холодильна шафа	0,4	2	0,8	0,3	
Інше обладнання					
Праска	1	1	1	0,4	9
Пральна машина	1	1	1	0,5	
Пилосос	2	1	2	0,3	
Електрообігрівач	2	2	4	0,8	
Музикальний центр	0,5	2	1	0,3	

Електричне обладнання можливо згрупувати у 4 групи: Освітлення, Офісна техніка. Обладнання їдальні та інше обладнання. Загальна потужність складає 40,256 кВт.

Перевірка електричного освітлення

Перевірку освітлення виконуємо для того, щоб подивіться чи дотримуються Державних санітарних норм та правил у даному ДНЗ. Розрахунок проведемо для дитячої групи точковим методом з використанням кривих просторових ізолюкс.

В якості джерела світла використовуються лампи розжарювання потужністю 100 Вт.

Схема розташування світильників вказана на рисунку 3.2.

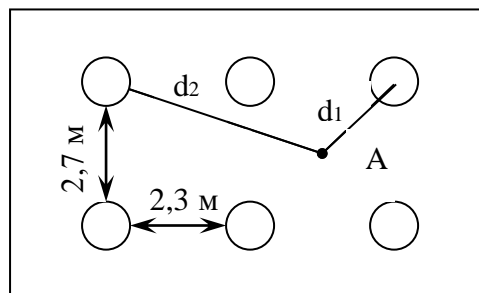


Рисунок 3.2 – Схема розташування світильників

Визначимо освітленість в точці А за формулою:

$$E = \frac{\Phi_{\text{св}} \cdot \mu \cdot \sum_{i=1}^n e}{k_3 \cdot 1000} \quad (3.1)$$

де E - розрахункова освітленість, лк;

$\Phi_{\text{св}}$ - світловий потік світильника, лм;

μ - коефіцієнт неврахування освітленості, $\mu=1.1-1.2$;

$\sum_{i=1}^n e$ - сумарна освітленість згідно кривих просторових ізолюкс

світильника. Визначається в залежності від висоти підвісу світильника і відстані від проекції світильника до точки, що розглядається;

n - кількість врахованих світильників;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3=1.3$.

Для ламп розжарювання Belsvet БМТ 100-5 100 Вт E27 потужність 100 Вт та світловий потік згідно паспортних даних складає 1350 лм.

Світловий потік одного світильника розраховується за виразом:

$$\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} \cdot n$$

де n - кількість ламп у світильнику.

$$\Phi_{\text{св}} = 1350 \cdot 2 = 2700 \text{ лм}$$

Відомо, що висота приміщення H становить 3.3 м. Прийmemo, що відстань від підлоги до розрахункової поверхні $h_p=0.8$ м, а відстань від стелі до світильника $h_c=0.6$ м. Тоді висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = H - h_p - h_c,$$

$$h = 3.3 - 0.8 - 0.6 = 1.9 \text{ м.}$$

Знайдемо довжину відрізка d_1 - відстань від проекції світильника до розрахункової точки за формулою:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2.7}{2}\right)^2 + \left(\frac{2.3}{2}\right)^2} = 1.77 \text{ м.},$$

Знаючи висоту підвісу світильника $h=1.9$ м та відстань від проекції світильника до розрахункової точки $d_1=1.77$ м, знайдемо освітленість згідно кривих просторових ізолюкс, представлених на рисунку 3.3, для світильників 2, 3, 5, 6:

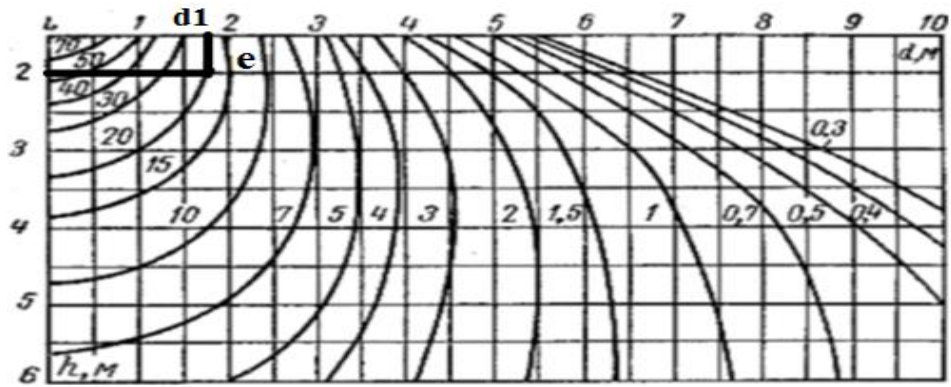


Рисунок 3.3 – Криві просторових ізолюкс $e=f(d,h)= 20$ лк

Знайдемо довжину відрізка d_2 за формулою:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + (1,5 \cdot b)^2} = \sqrt{\left(\frac{2,7}{2}\right)^2 + (1,5 \cdot 2,3)^2} = 3,7 \text{ м.}$$

Як і в попередньому випадку знаходимо освітленість згідно кривих просторових ізолюкс для світильників 1 і 4.

$$e=3,5 \text{ лк.}$$

Результати занесемо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок умовної освітленості

Номер світильника	Відстань до точки А до проекція світильника, м	Умовна освітленість, лк
1	3,7	3,5
2	1,77	20
3	1,77	20
4	3,7	3,5
5	1,77	20
6	1,77	20

Визначимо освітленість E - розрахункова освітленість в точці А:

$$E_2 = \frac{2700 \cdot 1,2 \cdot (3,5 + 20 + 20 + 3,5 + 20 + 20)}{1,3 \cdot 1000} = 216,83 \text{ лк.}$$

Згідно [10] визначаємо норму освітленості для садочка. При використанні ламп розжарювання нормована освітленість E_n становить 300лк.

Виконаємо перевірку:

$$0,9 \cdot E_{MIN} < E < 1,2 \cdot E_{MIN},$$

$$216,83 < 270.$$

Умова перевірки не виконується, отже освітленість не задовольняє нормам. Отже треба замінити лампи розжарювання на світлодіодні з більш високим рівнем освітленості та низькими витратами на електроенергію.

Перерахунок освітленості

Робимо перерахунок освітленості за рахунок заміни ламп розжарювання на світлодіодні лампи потужністю 17 Вт.

Схема розташування світильників вказана на рисунку 3.4.

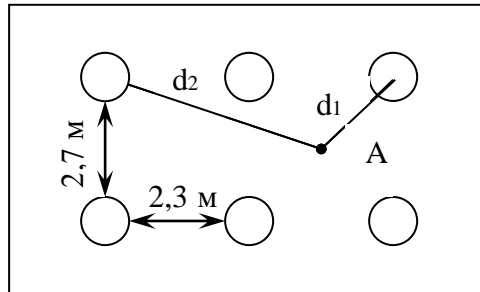


Рисунок 3.4 – Схема розташування світильників

Визначимо освітленість в точці А за формулою:

$$E = \frac{\Phi_{св} \cdot \mu \cdot \sum_{i=1}^n e}{k_3 \cdot 1000} \quad (3.2)$$

де E - розрахункова освітленість, лк;

$\Phi_{св}$ - світловий потік світильника, лм;

μ - коефіцієнт неврахування освітленості, $\mu=1.1-1.2$;

$\sum_{i=1}^n e$ - сумарна освітленість згідно кривих просторових ізолюкс

світильника. Визначається в залежності від висоти підвісу світильника і відстані від проекції світильника до точки, що розглядається;

n - кількість врахованих світильників;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3=1.3$.

Для Світлодіодної лампи A-LS-1141 LS-32 E27 17W 4000K 220V Electrum потужність 17 Вт та світловий потік згідно паспортних даних складає 1600 лм.

Світловий потік одного світильника розраховується за виразом:

$$\Phi_{\text{СВ}} = \Phi_{\text{Л}} \cdot n,$$

де n - кількість ламп у світильнику.

$$\Phi_{\text{СВ}} = 1600 \cdot 3 = 4800 \text{ лм.}$$

Відомо, що висота приміщення H становить 3.3 м. Прийmemo, що відстань від підлоги до розрахункової поверхні $h_p = 0$ м згідно з [16], а відстань від стелі до світильника $h_c = 0.6$ м. Тоді висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = H - h_p - h_c,$$

$$h = 3.3 - 0 - 0.6 = 2.7 \text{ м.}$$

Знайдемо довжину відрізка d_1 - відстань від проекції світильника до розрахункової точки за формулою:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2.7}{2}\right)^2 + \left(\frac{2.3}{2}\right)^2} = 1.77 \text{ м.}$$

Знаючи висоту підвісу світильника $h = 2.7$ м та відстань від проекції світильника до розрахункової точки $d_2 = 1.77$ м, знайдемо освітленість згідно кривих просторових ізолюкс, представлених на рисунку 3.5, для світильників 2, 3, 5, 6:

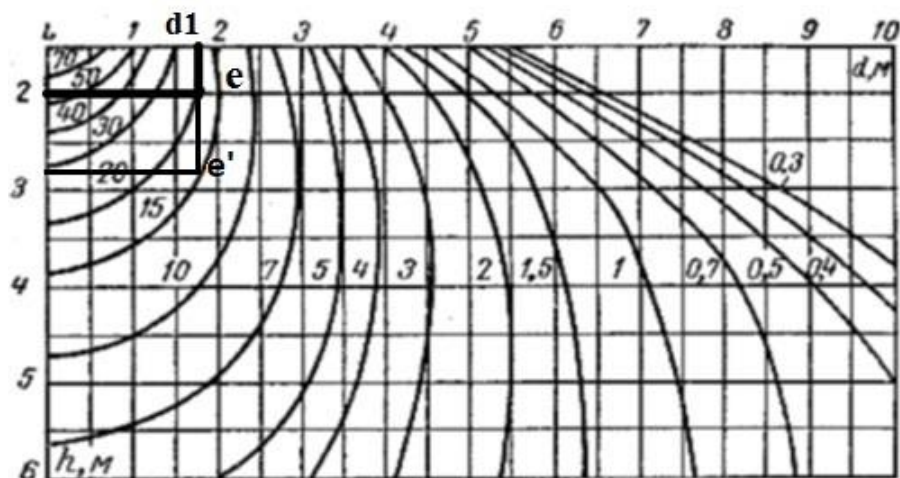


Рисунок 3.5 – Криві просторових ізолюкс $e=f(d,h)=16,5$ лк

Знайдемо довжину відрізка d_2 за формулою:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + (1,5 \cdot b)^2} = \sqrt{\left(\frac{2,7}{2}\right)^2 + (1,5 \cdot 2,3)^2} = 3,7 \text{ м.}$$

Як і в попередньому випадку знаходимо освітленість згідно кривих просторових ізолюкс для світильників 1 і 4.

$$e=4,2 \text{ лк.}$$

Результати занесемо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок умовної освітленості

Номер світильника	Відстань до точки А до проекція світильника, м	Умовна освітленість, лк
1	3,7	4,2
2	1,77	16,5
3	1,77	16,5
4	3,7	4,2
5	1,77	16,5
6	1,77	16,5

Визначимо освітленість E - розрахункова освітленість в точці А:

$$E_2 = \frac{4800 \cdot 1,2 \cdot (4,2 + 16,5 + 16,5 + 4,2 + 16,5 + 16,5)}{1,3 \cdot 1000} = 329,6 \text{ лк.}$$

Згідно [16] знаходимо норму освітленості для садочка. При використанні ламп розжарювання нормована освітленість E_n становить 300лк.

Виконаємо перевірку

$$0,9 \cdot E_{MIN} < E < 1,2 \cdot E_{MIN}, \\ 270 < 329,6 < 360.$$

Умова перевірки виконується, отже освітленість задовольняє нормам. Отже заміна ламп розжарювання на світлодіодні дозволить збільшити освітленості, та стане відповідати Санітарно-гігієнічні вимогам щодо освітлення. Також сприятиме зменшенню обсягів споживання у 5 разів, що приблизить заклад до статусу енергоефективної будівлі.

3.5 Розрахунок електричних навантажень об'єкту

Розрахунок навантажень проведемо для одного розподільчого щита, та двох освітлювальних. Живлення встановленої силової зборки ЩР1 здійснюється кабелем АВВГ 4×35 від існуючої силової збірки, що встановлена в підвальному приміщенні. ЩР1 для призначений для живлення харчоблоку. ЩО1 та ЩО2 призначенні для побутової техніки та освітлення.

Знаходимо сумарну кількість електроприймачів та сумарну номінальну потужність за формулою:

$$\sum P_H = \sum_{i=1}^n P_i n_i, \quad (3.3)$$

де P_i - номінальна потужність окремого виду електроприймачів, кВт;

n_i - кількість таких електроприймачів.

Підставимо значення в (3.3)

$$\sum P_H = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,4 = 14,8 \text{ кВт.}$$

Для кожного виду електроприймача знаходимо значення коефіцієнта використання встановленої потужності і коефіцієнта потужності згідно з [9] та заносимо до таблиці 3.1. Після цього розраховуємо значення приведеної потужності за формулою:

$$P_{\text{пр.}} = \sum P_H \cdot K_B.$$

Для електроплити такий розрахунок матиме вигляд:

$$P_{\text{пр.}} = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ кВт.}$$

Аналогічно розраховуємо для інших видів електроприймачів та знаходимо значення середньої потужності для всього розподільчого щита. Коефіцієнт використання встановленої потужності для ЩР1 знаходимо по формулі:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{пр.}}}{\sum_{i=1}^n P_H}, \quad (3.4)$$

де $P_{\text{пр.}}$ - приведена потужність електроприймачів, кВт;

$P_{\text{н}}$ - номінальна потужність електроприймачів, кВт.

$$K_{\text{в}} = \frac{5,64}{14,8} = 0,38.$$

Розрахуємо ефективне число електроприймачів. Для цього знайдемо спочатку параметр m за формулою:

$$m = \frac{P_{\text{н.найб.}}}{P_{\text{н.найм.}}}, \quad (3.5)$$

де $P_{\text{н.найб.}}$ - найбільше значення номінальної потужності одного ЕП, кВт;

$P_{\text{н.найм.}}$ - найменше значення номінальної потужності одного ЕП, кВт.

$$m = \frac{2}{0,4} = 5.$$

Так як $m > 3$, то ефективне число електроприймачів знаходимо за формулою:

$$n_{\text{еф.}} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{н}}}{P_{\text{н.найб.}}}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{н.найб.}}$ - найбільше значення номінальної потужності одного ЕП, кВт;

$$n_{\text{еф.}} = \frac{2 \cdot 14,8}{2} = 14,8 \text{ штук.}$$

$n_{\text{еф.}} > n$, отже за ефективне число електроприймачів приймаємо задану кількість ЕП, тобто $n_{\text{еф.}} = 10$.

Визначаємо значення коефіцієнту розрахункового навантаження в залежності від ефективного числа електроприймачів та значення коефіцієнту використання встановленої потужності згідно з [9]. Отже $K_{\text{р}} = 1,3$.

Знаходимо розрахункове значення активної потужності за формулою:

$$P_{\text{р}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{пр.}} \cdot K_{\text{р.}}$$

Розрахункова активна потужність становить:

$$P_{\text{р}} = 5,64 \cdot 1,1 = 6,2 \text{ кВт.}$$

Для інших силових збірок розрахунок проводиться аналогічно.

Результати розрахунків навантажень зведемо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок навантажень розподільчих та освітлювальних щитів

Назва ЕП	п,шт	P_n , кВт	ΣP_n , кВт	K_B	$\cos\varphi/$ $\text{tg}\varphi$	$P_{пр.}$, кВт	$Q_{пр.}$, кВАр	$n_{эф}$,шт	K_p	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
ЩР 1 (харчоблок)												
Електроплита	2	2	4	0,5		2						
М'ясорубка	2	2	4	0,3		1,2						
Пекарська шафа	2	2	4	0,4		1,6						
Холодильник побутовий	2	1	2	0,2		0,6						
Холодильна шафа	2	0,4	0,8	0,2		0,24						
Всього для ЩР 1	10	7,4	14,8	0,38		5,64		15	1,1	6,2		
ЩО1												
Лампи розжарювання	82	0,1	8,2	0,85		6,97						
Лампи люмінесцентні	70	0,018	1,26	0,9	0,8/ 0,75	1,134	0,85					
Лампи люмінесцентні	10	0,021	0,21	0,9	0,8/ 0,75	0,189	0,14					
Всього на ЩО1	162	0,139	9,67	0,86		8,293	1	193	1	8,293	0,77	
ЩО2												
Лампи розжарювання	60	0,1	6,0	0,85		5,1						
Лампи люмінесцентні	94	0,018	1,692	0,9	0,8/ 0,75	1,522	1,142					
Лампи люмінесцентні	14	0,021	0,294	0,9	0,8/ 0,75	0,264	0,2					
Всього на ЩО2	168	0,139	7,98	0,7		6,89	1,34	160	1	6,88	1,34	
Офісна техніка												
Комп'ютер	2	0,3	0,9	0,4		0,24						
Принтер	1	0,2	0,5	0,2		0,04						
Всього на ОТ	3	0,5	0,8	0,35		0,28		5	1,7	0,476		
Інша техніка												
Праска	1	1	1	0,4		0,4						
Пральна машина	1	1	1	0,5		0,5						
Пилосос	2	1	2	0,3		0,6						
Електрообігрівач	2	2	4	0,8		3,2						
Музикальний центр	2	0,5	2,8	0,3		0,84						
Всього на ІТ	8	5,5	10,8	0,51		5,54		10,8	1,08	5,98		
Шини НН										27,84	2,34	27,94

Розрахунок проектної потужності

Розрахуємо проектну потужність згідно з [16].

$$P_{експ} = P_{місц,ел} \cdot N = 0,45 \cdot 101 = 45,45 \text{ кВт},$$

де $P_{місц,ел}$ – Орієнтовне питоме розрахункове електричне навантаження ДНЗ, яке дорівнює 0,45 кВт/місце;

N - кількість місць;.

Отже можемо бачити, що проектна потужність на 39% більша ніж фактична, а це означає то що, дитячий садочок має резерви. Але це ще не межа, через те, що основна потужність зосереджена у системі освітлення. Частково були проведені заміни ламп розжарювання на люмінесцентні, але треба продовжити модернізацію системи освітлення. Проходили заміни обладнання харчоблоку на сучасне більш енергоефективне. Це було раціональним рішенням.

3.6 Баланси річного споживання активної та реактивної енергії

Складемо баланс споживання електричної енергії за 2017 рік. Результат представимо в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Баланс споживання електричної енергії за 2017 рік.

ЕП	P_n , кВт	n, шт.	P, кВт	K_v	P_s , кВт	t, год	W, кВт.год
Освітлення							
Люмінесцентна лампа	0,018	164	2,952	0,9	2,657	1080	2869,34
Люмінесцентна лампа	0,021	24	0,504	0,9	0,454	1080	489,89
Лампи розжарювання	0,1	142	14,2	0,85	12,07	1080	13035,6
Всього на освітлення					15,18		16394,83
Офісна техніка							
Комп'ютер	0,3	2	0,6	0,4	0,24	1200	288
Принтер	0,2	1	0,2	0,2	0,04	200	8
Всього на техніку					0,28		296

Продовження таблиці 3.7

Обладнання їдальні							
Електроплита	2	2	4	0,4	1,6	540	864
М'ясорубка	2	1	2	0,3	0,6	360	216
Пекарська шафа	2	2	4	0,4	1,6	270	432
Холодильник побутовий	1	2	2	0,3	0,6	2760	1656
Холодильна шафа	0,4	2	0,8	0,3	0,24	2760	496,8
Всього на обладнання					4,64		3664,8
Інше обладнання							
Праска	1	1	1	0,4	0,4	360	144
Пральна машина	1	1	1	0,5	0,5	360	180
Пилосос	2	1	2	0,3	0,6	720	432
Електрообігрівач	2	2	4	0,8	3,2	810	864
Музикальний центр	0,5	2	1	0,3	0,3	540	162
Всього на інше обладнання					5		1782
Споживання ДНЗ					25,1		22137,63

Згідно даних про використання енергоресурсів ДНЗ за 2017 рік було спожито 22338 кВт·год електроенергії. Отже, відхилення розрахованих в електробалансі значень від фактичних показів лічильника складе:

$$\Delta = \frac{22338 - 22137,63}{22338} \cdot 100 = 0,9\%$$

Кругова діаграма балансу споживання електричної енергії по видам споживачів представлена на рисунку 3.6.

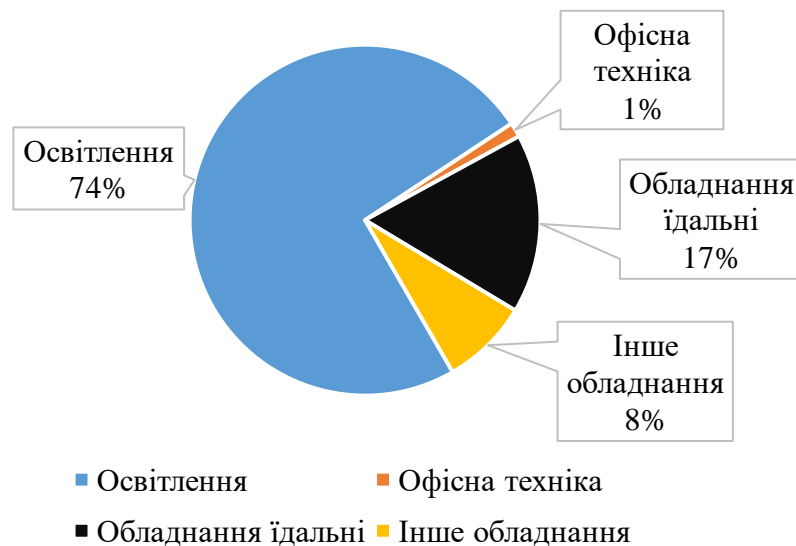


Рисунок 3.6 – Кругова діаграма річного споживання електричної енергії по видам споживачів

Можемо бачити що у обсязі річного споживання 74% припадає на освітлення, тому в першу чергу потрібно модернізувати її.

3.7 Облік споживання електричної енергії

Облік електричної енергії здійснюється за допомогою індукційний лічильника «СА4 – И678» , що встановлений на межі експлуатаційної відповідальності між ДНЗ і електропередавальною організацією.

Вимірює активну електроенергію змінного струму частотою 50 Гц в трьох фазних електричних мережах з нульовим проводом. Лічильник підключається безпосередньо до електричної мережі.

Застосування лічильника:

Для вимірювання активної електричної енергії.

Тип лічильника: Механічний (індукційний).

Число фаз лічильника: Трифазний.

Число тарифів лічильника: Одно тарифні.

Максимальний струм лічильника: 100 А.

Клас точності лічильника: 2.

Граничний діапазон напруги від 176 В до 420 В.

Номінальна сила струму 5 А.

Даний тип лічильника дуже застарілий, та потребує заміну на сучасний трифазний лічильник, який підвищить ефективність обліку електричної енергії.

3.8 Тариф на спожиту електричну енергію

ДНЗ використовує для розрахунків за електричну енергію тарифи II класу напруги та розраховується за електричну енергію по одноставочному тарифу з оплатою згідно показів лічильника електричної енергії. При цьому тарифна ставка на 4 квартал 2018 року $b = 1,8924 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$.

Також для садочка може бути доступний одноставочний тариф, диференційований за часом доби (за умови заміни лічильника), який передбачає зменшувальні коефіцієнти до оплати за електроенергію, спожиту не в години максимуму мережі (нічні години). Цей тариф не вигідний для садочка, оскільки учбовий процес проходить в денні години, і немає можливості перенести споживання електричної енергії, прив'язане до нього, на нічні години. Таким чином, існуючий тариф є найбільш прийнятним. Динаміка зміни тарифів наведена в таблиці 1.5, розділу 1.3.

Можемо бачити, що тариф на електричну енергію з початку 2015 року та до кінця 2016 року плавно ріс і пік тарифу припадало на жовтень, листопада і грудень 2016 року і склав 236,39 коп / кВт·год. На початку 2017 року різко впав на 15% до 200,99 і протягом року значних змін не зазнавав коп / кВт·год. ПДВ на протязі всього терміну аналізу не змінювався і становив 20%. Данні отриманні за допомогою електронного архіву електричної компанії ПрАТ «ДТЕК Київські Електромережі» [10].

3.9 Заходи з енергозбереження

Аналіз графіків споживання електроенергії за попередні 3 роки говорить про відповідність споживання енергії режиму роботи дитячого садочка: в зимній період споживається більше теплової та електричної енергії, літній період відмічається значним спадом споживання електроенергії й відсутністю постачання теплової. Також ми бачимо, що з кожним роком росте споживання це обумовлено тим, що в ДНЗ привезли нове обладнання (холодильні установки), яке споживають велику кількість електричної енергії. До того ж ми бачимо, що з певною періодичністю вартість електричної енергії зростає і на кінці 2016 року вона становила 236,39коп/кВт·год, що практично в два рази вище, ніж в 2015 році. Що значно збільшило витрати на цей вид енергії. Під час проведення розрахунків, тариф на електроенергію склав 189,24 коп/кВт·год.

Аналізуючи структуру витрат на енергоресурси за 2017 рік та співвідношення річних витрат на енергоносії, робимо висновок, що за 2017 рік було сплачено 276246,5грн. Витрати на електроенергію склали 44134,3грн. Для загального скорочення витрат на енергоносії необхідно впроваджувати заходи, які дозволяють скоротити споживання електроенергії, особливо в системі освітлення, яке споживає 74% електричної енергії. Тому були запропоновані наступні заходи енергозбереження: Встановлення ПРА, заміна ламп розжарювання на світлодіодні, підвищення ККД існуючих освітлювальних установок в результаті їх чистки, встановлення реле часу для обігрівачів та підвищення ефективності використання електроенергії при автоматизації керування освітленням. Також необхідно замінити лічильник обліку електричної енергії та водно-розподільчий пункт, який знаходиться у жахливому стані.

3.9.1 Встановлення електронної пуско-регулюючої апаратури (ПРА) для люмінесцентних ламп

Поточний стан

В експлуатації знаходиться велика кількість люмінесцентних ламп з електромагнітними дроселями (188 шт.), які не забезпечують оптимальних режимів роботи ламп і мають низькі експлуатаційні характеристики.

Опис можливостей енергозбереження

Пропонуємо заміну електромагнітних ПРА на електронні: 2X18 Вт ЕПРА для ламп типу ЛД-20 і 4X20 Вт ЕПРА для ламп типу ЛД-20. Термін експлуатації складає 10 років.

Електронна ПРА суттєво покращує техніко-економічні показники світильників. Сучасні електронні баласты забезпечують:

- миттєве (без мигання і шуму) запалювання ламп;
- стабільність освітлення незалежно від коливань напруги;
- високу якість електроенергії, яка споживається – близький до одиниці

коефіцієнт потужності завдяки споживанню синусоїдального струму з нульовим фазовим зсувом.

Досягається економія електроенергії в розмірі 20-25% при збільшенні освітленості на 10-12%, зменшуються витрати на обслуговування світильників із-за виключення з їх складу стартерів, конденсаторів, підвищується на 50% термін служби ламп завдяки ощадному режиму роботи і пуску.

Розрахунок річної економії витрат

Сумарна встановлена потужність ламп з електромагнітними ПРА:

$$P_1 = 18 \cdot 136 + 21 \cdot 52 = 3540 \text{ Вт} = 3,54 \text{ кВт.}$$

Економія від впровадження заходу складе 25%:

$$\Delta W = 0,25 \cdot P_1 \cdot t = 0,25 \cdot 3,54 \cdot 1000 = 885 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

$$E = \Delta W \cdot b = 885 \cdot 1,8924 = 1674,77 \text{ грн/рік.}$$

Капітальні затрати

Вартість електронної ПРА становить 112 грн для світильників з двома лампами та 245 грн з чотирма лампами на світильнику. Витрати на заміну всіх ПРА складають 2000 грн.

$$B = 34 \cdot 245 + 26 \cdot 112 + 2000 = 13242 \text{ грн.}$$

Термін окупності

$$T = \frac{B}{E} = \frac{13242}{1674,77} = 8 \text{ років}$$

3.9.2 Заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні

Поточний стан

Так як у корпусі освітлення значною мірою здійснюється лампами розжарювання, в кількості: 142 шт., P=100 Вт зі світловим потоком $\Phi=1350$ Лм, які на сьогоднішній день є неекономічними, ми пропонуємо провести їх заміну та впровадити нові енергозберігаючі лампи.

Опис заходу з енергозбереження

Лампи розжарювання потужністю 100 Вт рекомендуємо замінити на енергоекономічні лампи потужністю 17 Вт та терміном свічення понад 25000 год, з світловим потоком $\Phi=1600$ Лм. Пропонуємо встановити по три світлодіодні лампи в кожний світильник для підтримки необхідного рівня освітлення. Тому потрібно буде купити 213 ламп.

Таблиця 3.8

Тип лампи, яку замінюємо	Тип рекомендованої лампи	Потужність лампи, Вт	Світловий потік, лм	Ціна, рекомендованої лампи
ЛР, P=100 Вт, 142 шт.	A-LS-1372 LS-32 A67 E27 20W 4000K 220V Electrum	17	1600	102 грн

Розрахунок річної економії електроенергії

ЛР потужністю 0,10 кВт за рік витрачають енергії:

$$W_p = P \cdot N \cdot T \cdot K_v = 0,1 \cdot 142 \cdot 1000 \cdot 0,85 = 12070 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

де N-кількість ламп,

T- число годин роботи ламп в рік,

K_v - коефіцієнт використання.

Енергозберігаючі лампи потужністю 0,017 кВт за рік витрачають енергії:

$$W_{p \text{ ен-зб}} = P_{\text{ен-зб}} \cdot N \cdot T \cdot K_v = 0,017 \cdot 213 \cdot 1000 \cdot 0,85 = 3078 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

$$\Delta W = W_p - W_{p \text{ ен-зб}} = 12070 - 3078 = 8992 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Річна економія складає:

$$\Delta E = \Delta W \cdot t = 8992 \cdot 1,8924 = 17016,46 \text{ грн.}$$

де: t- тариф на електроенергію, грн.

Витрати на введення в експлуатацію складають:

$$B = N \cdot C = 213 \cdot 102 = 21726 \text{ грн.}$$

Загальна окупність складає:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{21726}{17016,46} = 1,25 \text{ року.}$$

3.9.3 Підвищення ККД існуючих освітлювальних установок в результаті їх чистки

Поточний стан

Всі світильники знаходяться в незадовільному стані. Остання чистка проводилась у 2012 році. Цей захід буде проводитися після МЕЗи 2, так як споживана потужність змінитися.

Опис заходу

Забруднення світильників речовинами, що знаходяться в повітрообміні приміщень: пилом, брудом – приводить до різкого зниження їх ККД і зміні форми кривої сили світла.

Постійна підтримка світильників у належній чистоті має величезне значення для раціонального використання електроенергії в освітлювальних установках.

Очищення ламп і світильників виробляється в терміни, обумовлені особою, відповідальним за електрогосподарство, у залежності від місцевих умов. У ПУЕ і відомчих інструкціях маються вказівки про періодичність чищення світильників, що рекомендується (табл.3.9).

Таблиця 3.9 – Періодичність чистки світильників, що рекомендується

№ Приміщення	Періодичність чистки світильників
В приміщеннях із значним виділенням пилу, диму і кіптяви: цехи ливарні тощо	2 рази в 1 місяць
В приміщеннях із середнім виділенням пилу, диму і кіптяви: цехи металообробки, механічні, прокатні, збірні тощо	1 раз в 2 місяці
В приміщеннях з незначним виділенням пилу: лабораторії, конструкторські, проектні зали; адміністративні будівлі	1 раз в 3 місяці
Установки зовнішнього освітлення	1 раз в 4 місяці

Порушення норм періодичності чистки світильників наносить великий збиток із-за різкого зниження освітленості приміщень підприємств. Приходиться встановлювати лампи підвищеної потужності, підвищувати кількість світильників, витрачати залишкову кількість електроенергії.

Чистка ламп і світильників може привести до зниження споживання електроенергії на 15 %, тобто під час горіння світильника можна використовувати допоміжні світильники. Для приміщень із незначним пилом виділенням, до яких відноситься дитячий садочок, чистку світильників необхідно проводити не менш, ніж 1 раз в 3 місяці або 4 рази на рік.

Запилення світильника може зменшити освітлення на 15 – 30 %. Тобто E_n може зменшитись до значень $E_n' = 255...210$ лк.

Розрахуємо коефіцієнт ефективності впровадження цього заходу:

$$K_{\text{еф}} = 1 - E_n' / E_n$$

$$K_{\text{еф}} = 1 - 230 / 300 = 0,233 \text{ або } 23,3 \%$$

Тоді економія електроенергії при впровадженні цього заходу визначається за формулою:

$$E_{\text{грн}} = K_{\text{еф}} \cdot W_3 \cdot T_{\text{ел.}}$$

$$W_3 = W_2 \cdot 0,233 = 0,233 \cdot 2607,12 = 607,46 \text{ кВт год./рік,}$$

де $K_{\text{еф}}$ – коефіцієнт ефективності чистки світильників та ламп;

W_2 – величина фактичного споживання електроенергії за рік на освітлення, кВт·год/рік;

$T_{\text{ел.}}$ – тариф на електроенергію, грн./кВт·год.

$$E_{\text{грн}} = 607,46 \cdot 1,8924 = 1149,55 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на чистку ламп та світильників дорівнюють:

$$B = N_{\text{ч}} \cdot \text{Ц} \cdot n,$$

де n – кількість ламп, $n = 188$ штук;

$N_{\text{ч}}$ – кількість чисток на рік, що дорівнює 4 рази;

Ц – вартість чистки за одну лампу, $\text{Ц} = 10$ грн.

$$B = 4 \cdot 10 \cdot 188 = 7520 \text{ грн/рік.}$$

Знаючи витрати на чистку ламп, а також економію від впровадження цього заходу, можна визначити термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{7520}{1149,55} = 6,5 \text{ років.}$$

3.9.4 Встановлення реле часу для обігрівачів

Поточний стан

В ДНЗ в холодний період року для обігріву приміщень використовуються електрообігрівачі, кількість яких складає 2 шт. Три місяці на рік йде активне використання обігрівачів. Приблизно 20% свого робочого

часу 20 днів на місяць при 8-годинному робочому дні персонал знаходиться за межами робочого місця.

Опис заходу з енергозбереження

Пропонується відключати автоматично електрообігрівачі за допомогою реле часу «Цифрове тижневе Cronotec EG203 16A 2 перемикаючих контакту 2м Nager». Яке буде автоматично вмикати обігрівачі на 4 години у день на протязі всього робочого часу.

Розрахунок річної економії енергії

При потужності обігрівачів 2 кВт кожний економія енергії складатиме:

$$E = 2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 3 = 1920 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Розрахунок річної економії витрат

Економія у грошовому еквіваленті при тарифі на електроенергію

1,8924 грн. за 1кВт·год становитиме:

$$E_{\text{Г}} = 1920 \cdot 1,8924 = 3633,4 \text{ грн}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

Покупка реле часу «Цифрове тижневе Cronotec EG203 16A 2 перемикаючих контакту 2м Nager», яке коштує 1784 грн.

Тоді термін окупності заходу складе:

$$T = \frac{1784}{3633,4} = 0,5 \text{ року}.$$

3.9.5 Підвищення ефективності використання електроенергії при автоматизації керування освітленням

Поточний стан

Оскільки в дитячому садочку відсутня будь-яка автоматизація. В приміщенні виконується ручне керування освітленням.

Опис заходу

Автоматичне керування внутрішнім освітленням порівняно з ручним дає за статистикою економію електроенергії порядку 2-4%.

Системи управління освітленням дозволяють автоматично відключати або зменшувати рівень освітленості за допомогою одного або декількох елементів управління:

Економію від даного заходу можна визначити за наступною формулою:

$$\Delta W_i = W_{pi} \cdot (k_{ef} - 1)$$

де k_{ef} - коефіцієнт ефективності автоматизації управління освітленням, який залежить від рівня складності системи управління.

Таблиця 3.10 – Значення коефіцієнта ефективності автоматизації управління освітленням

Рівень складності системи автоматичного управління освітленням	k_{ef}
Контроль рівня освітленості, автоматичне включення та відключення системи освітлення при критичному значенні E	1,1 – 1,15
Зональне управління освітленням (включення та відключення освітлення дискретно, в залежності від зонального розподілу природної освітленості).	1,2 – 1,25
Поступове управління потужністю і світловим потоком світильників в залежності від розподілу природної освітленості	1,3 – 1,4

Пропонується впровадити на підприємстві Feron LX21/SEN2 білий - датчик руху для керування освітленням. Основні технічні особливості й функціональні можливості:

Датчик руху для освітлення Ферон – це не єдина модель на усі випадки.

Характеристики датчика:

Ступінь захисту	IP20
Елементи живлення	230V
Навантаження активне/змішане	1200W/500W

Освітленість	<20Lux
Відстань виявлення	9м(max 24C°)
Висота установки	1-1.6 м
Споживана потужність	0.1-0.45 W
Кут виявлення	180°

Після проведення дослідження дитячого садочка, зроблено висновок, що датчики потрібно встановити на першому поверсі.

Економія електроенергії при впровадженні цього заходу визначається за формулою:

$$W = W_{\text{заг}} \cdot (1,1-1) = 1101,6 \cdot 0,1 = 110,06 \text{ кВт год./рік.}$$

$$E_{\text{грн}} = 110,06 \cdot 1,8924 = 208,3 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на впровадження Feron LX21/SEN2

$$1) V = C \cdot n,$$

C - вартість датчика руху, C = 182 грн.

n - кількість датчиків, яка дорівнює 5.

$$V = 182 \cdot 5 = 910 \text{ (грн.)}$$

2) Витрати на доставку.

$$V_{\text{п}} = 100 \text{ грн.}$$

3) Витрати на монтаж та демонтаж.

$$V_{\text{м}} = 750 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати знайдемо за формулою:

$$V_{\text{сум}} = V_{\text{днат}} + V_{\text{д}} + V_{\text{м}}$$

$$V_{\text{сум}} = 910 + 100 + 750 = 1760 \text{ (грн.)}$$

Тоді простий термін окупності буде дорівнювати:

$$T_{\text{ок}} = V_{\text{сум}} / E_{\text{гр}}$$

$$T_{\text{ок}} = 1760 / 208,3 = 8,5 \text{ років.}$$

3.9.6 Заміна лічильника обліка електричної енергії

Опис лічильника електричної енергії було наведено у розділі 3.8 та було прийнято рішення, щодо заміни його на сучасний трифазний лічильник НіК 220/380 В 5-120 А NIK2301 AP3.0000.M.1.

Характеристики якого наведені у таблиці 3.11:

Таблиця 3.11

Технічні характеристики	Назва
Кількість фаз	3
Робочий діапазон напруги лічильника	від -20 до +15% від номінальної напруги
Кількість тарифів	однотарифний
Тип підключення	прямий
Максимальний струм	120 А
Номінальний струм	5 А
Ступінь захисту (ІР)	ІР54
Клас точності	1
Номінальна частота	50Гц
Постійна лічильників	8000 імп/(кВт*год)
Чутливість	12,5мА
Споживання електроенергії в колах напруги	10(2) В*А(Вт)

Даний лічильник коштує 2835 гривень та термін експлуатації більше 10 років. Він точніше та надійніше буде проводити облік електричної енергії. В нього мале власне споживання.

Можемо бачити, що новий лічильник кращий за попередній, коштує не дорого, та зробить облік електричної енергії більш енергоефективним.

3.9.7_ Заміна водно-розподільчого пункту (ВРП)

Поточний стан

Існуючий водно-розподільчий пункт (ВРП) знаходиться у жахливому стані, він знаходиться у експлуатації вже більше ніж 40 років, та потребує термінової заміни. ВРП ДНЗ №477 показано на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Зображення існуючого ВРП

В любий проміжок часу він може вийти з ладу, ефективність його роботи впала за такий великий термін експлуатації. Використання цього ВРП не безпечно для ДНЗ.

Опис заходу енергоефективності

Потрібна термінова заміна ВРП на сучасний ВРП-1-12-10. Номінальний струм якого 250А. Заміна ВРП призведе до якісного та безпечного обліку електричної енергії згідно з [10].

Висновки до розділу

Результати заходів енергозбереження відображені в діаграмі рис.3.8-3.9.

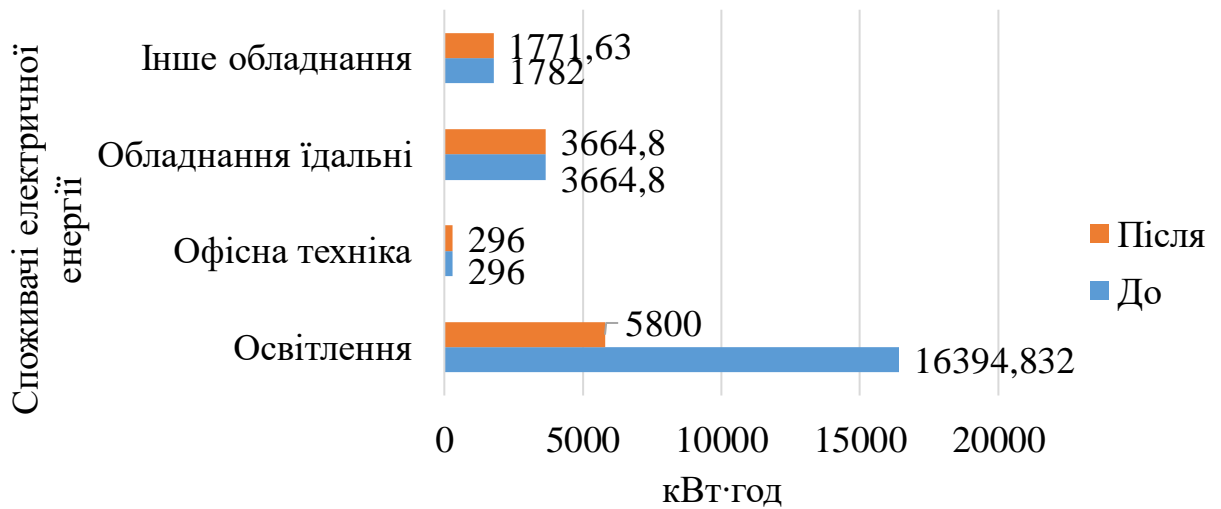


Рисунок 3.8 – Стовпчаста діаграма річного споживання електричної енергії по видам споживачів до та після впровадження МЕЗ

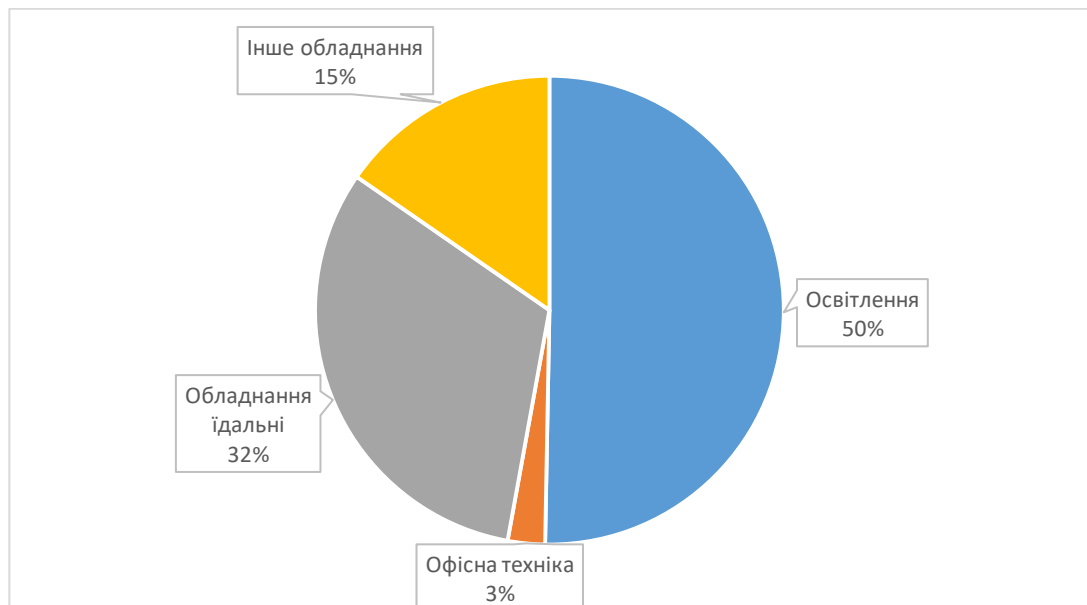


Рисунок 3.9 – Структура споживання після впровадження МЕЗ

Як ми бачимо з діаграми найбільша економія відбулася в системі освітлення де споживання скоротилося на 10594,83 кВт·год. В грошовому еквіваленті за рік ця економія становить 20049,66 грн. Але за рахунок встановлення примусової вентиляції споживання в іншому обладнанні зросло на

1909,63 кВт.год. Загальне скорочення споживання електроенергії зменшилось на 47,9%. Що є безсумнівно відмінним показником для маленького ДНЗ.

Загальні результати наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

МЕЗ	Річна витрата енергії, МВт·год			Вартість заощаджень, грн.	Термін окупності, років
	До реконст.	Після реконстр.	Заощадж.		
Встановлення ПРА	3,54	2,665	0,885	1674,77	8
Встановлення світлодіодних ламп	12,07	3,078	8,99	17016,46	1,25
Підвищення ККД освіт. уст.	3,016	2,314	0,702	1149,55	6,5
Відключення обігрівачів	2,88	0,96	1,92	3633,4	0,5
Автоматизація освітлення	1,106	0,991	0,111	208,3	6,5

Річна сума заощаджень складає 20 тис.грн., та середній термін окупності складає 4,5 роки, що є дуже гарним показником.

4 ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ № 477.

Розрахунок проводиться для двох поверхової будівлі ДНЗ №477, розташованого в місті Київ. Будівля підключена до енергосистеми. За замислом роботи живлення даного будинку буде відбуватися за наступним принципом, коли електричної енергії, виробленої сонячними панелями, буде не достатньо для живлення, то енергія буде споживатися і від мережі. А коли електричної енергії, виробленої сонячними панелями, буде більше чим необхідно для живлення приймачів, розташованих в будівлі, електрична енергія буде продаватися в мережу за «Зеленим тарифом».

4.1 Визначення енергоспоживання та потужності інвертора.

Перераховуємо все навантаження змінного струму і вказуємо її номінальні потужності та кількість годин роботи за добу. Дані та розрахунки наведені в таблиці 4.1. Множимо потужність на кількість годин роботи за день для кожного приладу і складаємо отримані значення для встановлення сумарної спожитої енергії змінного струму за добу.

Таблиця 4.1 - Навантаження змінного струму

№	Споживачі	Потужність, Вт	Годин за добу	Навантаження, Вт/доб
1	Люмінесцентні лампи	2592	2,5	6480
2	Пральна машина	1000	1	1000
3	Музикальний центр	500	1	500
4	Холодильник побутовий	800	2,5	2000
5	Холодильник побутовий	2000	4,5	9000
6	Пекарська шафа	4000	0,7	2800
7	М'ясорубка	1600	0,2	300
8	Електроплита	1600	2	3200
9	Пекарська шафа	600	3	1800
10	Комп'ютер	200	6	1200

Продовження таблиці 4.1

11	Принтер	300	0,15	40
12	Світлодіодні лампи	3621	2,5	9053
Всього W_{AC}				37373

Щоб розрахувати споживану потужність ($P_{ИНВ}$) системи з інвертором, потрібно ввести поправку (помножити середнє споживання на коефіцієнт максимуму - відношення максимальної потужності змінного струму до середньодобової потужності споживання споживачів змінного струму об'єкта $K_{max} = 5$). Щоб врахувати втрати в інверторі необхідно отриману потужність споживачів помножити на 1,25.

Потужність розраховують за рівнянням:

$$P_{ИНВ} = \frac{1,25 \cdot K_{max} \cdot W_{AC}}{24} = \frac{1,25 \cdot 5 \cdot 37,37}{24} = 9,73 \text{ кВт.}$$

Вибираємо мережевий інвертор Fronius Symo 12,5-3-M (12,5 кВт, 3-х фазний, 2 MPPT).

Приймаємо напругу в системі постійного струму U_{DC} , яка повинна відповідати вхідній напрузі інвертора $U_{ИНВ}$, Приймаємо 600В.

Розраховують кількість енергії постійного струму W_{TP} за рівнянням:

$$W_{TP} = \frac{W_{AC}}{\eta_{ИНВ}} = \frac{37373}{0,98} = 38135,7 \text{ Вт} \cdot \text{год},$$

де $\eta_{ИНВ}$ – ККД інвертора, 98%.

Число Ампер-годин за добу, яке потрібне для покриття навантаження змінного струму, визначається за формулою:

$$q_{AC} = \frac{W_{TP}}{U_{ИНВ}} = \frac{38135,7}{600} = 63,56 \text{ А} \cdot \text{год} / \text{доб},$$

де $U_{ИНВ}$ - напруга інвертора, 600В.

Кількість А·год, споживаних за добу:

$$q_{ДОБ} = q_{AC} = 63,56 \text{ А} \cdot \text{год} / \text{доб}.$$

4.2 Розрахунок пікових сонце-годин

Розраховуємо кількість пікових сонце-годин в день для заданої місцевості. Під піковими часами розуміють години з інтенсивністю випромінювання 1000 Вт/м^2 . Оскільки для даної будівлі є резервне джерело живлення, розрахунок будемо вести за середньо річним значенням пікових сонце-годин. В теплу пору року вироблена енергія може передаватись до загальної мережі, а в холодну пору року забирати з мережі необхідну енергію [4].

Середньомісячна денна сумарна кількість сонячної енергії, потопаючої на похилу поверхню, перераховується за формулою:

$$E_H = R \cdot E,$$

де E – середньомісячна денна сумарна кількість сонячної енергії, що надходить на горизонтальну поверхню.

R – відношення середньомісячної денної кількості сонячної радіації, що надходить на похилу поверхню.

Середньомісячна денна кількість сонячної радіації за умови середньої хмарності перераховується за формулою:

$$E = \eta \cdot E_H.$$

Коефіцієнт перерахунку з горизонтальної на похилу поверхню с південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складових, відповідному прямому, розсіяному і відбитому сонячному випромінюванню.

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2},$$

де E_p – середньомісячна денна кількість розсіяного сонячного випромінювання, поступає на похилу поверхню;

$\frac{E_p}{E}$ – середньомісячна доля розсіяного випромінювання;

R_n – середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу;

β – кут нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту, 0° ;

ρ – коефіцієнт відбиття (альbedo) поверхні Землі і навколишніх звичай беруть наступні значення, 0,7 для зими і 0,2 для літа.

Середньо місячний коефіцієнт перерахункупрямогосонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{zn} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{zn} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_z + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_z \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta},$$

де φ – широта місцевості, град.

β - кут нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту.

δ – нахил Сонця (кут між лінією, з'єднуючою центр Землі і Сонця, і її проекція по площину екватора) в середній день місяця. Значення δ беремо з таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Кут нахилу Сонця.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344
δ , град	-20,9	-13	-2,4	9,4	18,8	23,1	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23

ω_z - годинний кут заходу (сходу) Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_z = \arccos(-tg\varphi \cdot tg\delta);$$

ω_{zn} - годинний кут заходу (сходу) Сонця для похилої поверхні с південною орієнтацією:

$$\omega_{zn} = \arccos(-tg(\varphi - \beta) \cdot tg\delta).$$

Розрахунки за приведеними вище формулами зведені в таблицю 4.4.

Також зробимо розрахунки з різними кутами нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту β : 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°. Результати розрахунків середньомісячної денної кількості сонячної радіації в залежності від кута нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту зведені у таблиці 4.5. та зображено на рисунку 4.1.

Таблиця 4.4 – Розрахунок пікових сонце-годин.

Місяць	ϕ	β	δ	ω_z	ω_{zn}	RП	Пряме випромінювання, кВт·год/м ²	Розсіяванні випромінювання, кВт·год/м ²	ΣE , кВт·год/м ²	ρ	R	E_n	η	E, кВт·год/ м ²
Січень	50,3	0	-20,7	62,9	62,9	1,0	29,72	15,56	45,28	0,7	1,0	1,4	0,49	0,72
Лютий	50,3	0	-13	73,8	73,8	1,0	53,61	21,67	75,28	0,7	1,0	2,6	0,52	1,40
Березень	50,3	0	-2,4	87,1	87,1	1,0	105,00	35,00	140,00	0,7	1,0	4,5	0,52	2,35
Квітень	50,3	0	9,4	101,5	101,5	1,0	138,89	46,11	185,00	0,7	1,0	6,1	0,58	3,58
Травень	50,3	0	18,8	114,2	114,2	1,0	177,78	52,78	230,56	0,2	1,0	7,4	0,68	5,06
Червень	50,3	0	23,1	120,9	120,9	1,0	184,72	55,56	240,28	0,2	1,0	8,0	0,7	5,61
Липень	50,3	0	21,2	117,8	117,8	1,0	179,17	53,89	233,06	0,2	1,0	7,5	0,69	5,19
Серпень	50,3	0	13,5	106,8	106,8	1,0	149,44	47,22	196,67	0,2	1,0	6,3	0,72	4,57
Вересень	50,3	0	2,2	92,6	92,6	1,0	109,72	33,33	143,06	0,2	1,0	4,7	0,62	2,96
Жовтень	50,3	0	-9,6	78,2	78,2	1,0	79,17	22,78	101,94	0,7	1,0	3,2	0,55	1,81
Листопад	50,3	0	-18,9	65,6	65,6	1,0	40,28	16,11	56,39	0,7	1,0	1,8	0,38	0,71
Грудень	50,3	0	-23	59,2	59,2	1,0	23,61	11,67	35,28	0,7	1,0	1,1	0,4	0,46
Середнє значення														2,87

Таблиця 4.5 – Середньомісячна денна кількість сонячної радіації в залежності від кута нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту

Місяць	Середньомісячна денна кількість сонячної радіації, Вт/м ²						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	716	1658	1799	1932	2055	2168	2268
Лютий	1398	2552	2708	2851	2978	3088	3182
Березень	2348	3395	3515	3618	3701	3765	3809
Квітень	3577	4247	4298	4331	4344	4337	4311
Травень	5057	5141	5063	4959	4828	4672	4492
Червень	5606	5392	5270	5121	4949	4752	4534
Липень	5187	5111	5012	4887	4738	4566	4371
Серпень	4568	4979	4952	4897	4814	4703	4566
Вересень	2956	3853	3922	3966	3985	3979	3947
Жовтень	1809	3121	3291	3444	3577	3691	3783
Листопад	714	1605	1736	1858	1971	2072	2162
Грудень	455	1197	1312	1421	1523	1617	1702
Середнє значення	2866	3521	3573	3607	3622	3617	3594

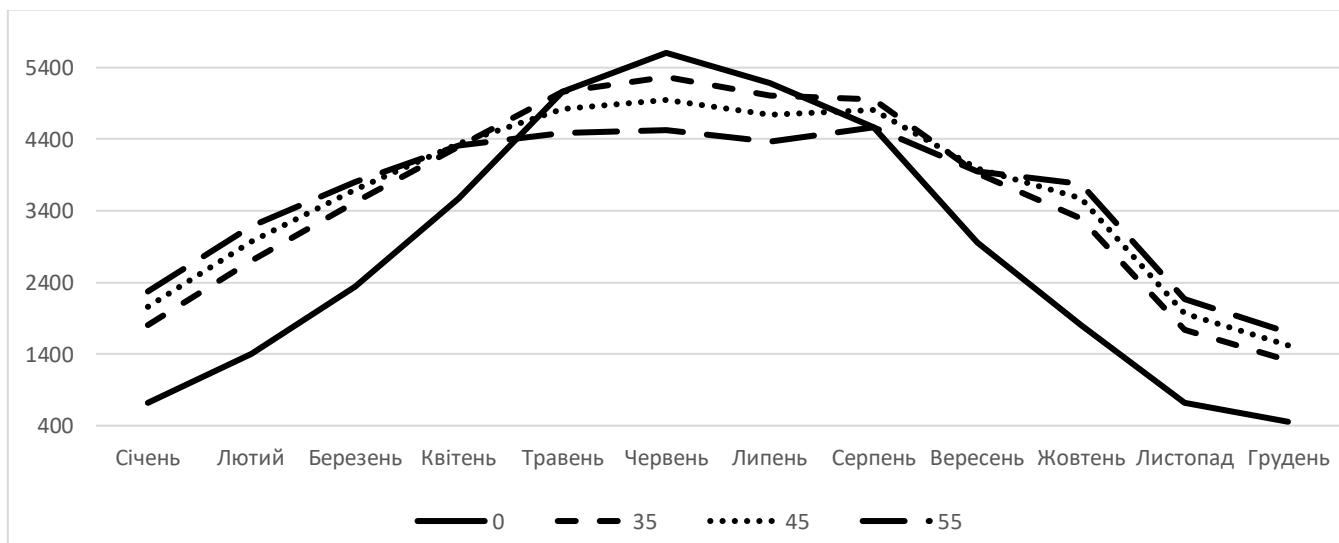


Рисунок 4.1 – Середньомісячна денна кількість сонячної радіації в залежності від кута нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту

Аналізуючи отримані данні можемо побачити, що кількість сонячної радіації помітно зростає при збільшенні куту нахилу до 35°. Потім зростання зменшується і до 45° значних змін не зазнає. Це добре відображено на

графіку. Також на графіку помітно, що чім більший кут нахилу сонячних панелей тим більша інтенсивність у зимовий час, та менше у літній час. Це обумовлено, кутом нахилу сонця до горизонту в ці періоди.

4.2.1 Полікристалічні сонячні панелі

Вибираємо полікристалічні сонячні батареї типу Amerisolar AS-6P30 280W, номінальна напруга 32,2 В, а номінальна потужність 280 Вт, струм максимальної потужності 9,01 А.

Також було взято ще два види полікристалічних сонячних панелей для порівняння. Їх характеристики наведені в таблиці 4.6 [18].

Таблиця 4.6 – Характеристики полікристалічних панелей

	Полікристалічні панелі		
	Amerisolar AS-6P30	Risen RSM60-6-275P	Suntech STP275-20 5BB
Ціна, (грн)	3537	4245	4528
Номінальна потужність, (Вт)	280	275	275
Напруга при максимальній потужності, (В)	32,2	31,77	31,2
Струм при максимальній потужності, (А)	9,01	8,82	8,82
Напруга холостого ходу, (В)	39,8	38,9	38,6
ККД, (%)	17,52	17,1	16,8
Розміри сонячної батареї, (мм)	1640x992x40	1650x992x35	1640x992x35
Вага, (кг)	18,5	18	18,3

Значення струму, який повинні генерувати сонячні батареї визначають з рівняння:

$$I_{\text{ФЕП}} = \frac{Q_{\text{ДОБ}}}{E} = \frac{63,56}{2,87} = 22,14 \text{ А} \cdot \text{год} / \text{доб} .$$

Число модулів, сполучених паралельно, визначають з рівняння та округлюють до більшого цілого значення:

$$N_{\text{ПАР}}^{\text{ФЕП}} = \frac{I_{\text{ФЕП}}}{I_{\text{мФЕП}}} = \frac{22,14}{9,01} = 2,46 \approx 3 \text{ шт.}$$

Число модулів, сполучених послідовно, визначають з рівняння та округлюють до більшого цілого значення:

$$N_{\text{ПОСЛ}}^{\text{ФЕП}} = \frac{U_{\text{ІНВ}}}{U_{\text{НОМ}}^{\text{ФЕП}}} = \frac{600}{31,7} = 18,93 \approx 19 \text{ шт.}$$

Загальна кількість необхідних фотоелектричних модулів :

$$N^{\text{ФЕП}} = N_{\text{ПАР}}^{\text{ФЕП}} \cdot N_{\text{ПОСЛ}}^{\text{ФЕП}} = 3 \cdot 19 = 57 \text{ шт.}$$

Площа сонячних батареї :

$$S^{\text{СБ}} = N^{\text{ФЕП}} \cdot S^{\text{ФЕП}} = 57 \cdot 1,626 = 93 \text{ м}^2,$$

де $S^{\text{ФЕП}}$ - площа одного ФЕПа, 1,626 м².

Аналогічні розрахунки для інших видів панелей при різних кутах нахилу сонячних панелей до горизонту наведено в таблиці 4.7

Таблиця 4.7

Amerisolar AS-6M	Кут нахилу сонячних панелей до горизонту						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Показники							
Кількість панелей, кіл.	57	38	38	38	38	38	38
Загальна площа, м ²	93	62	62	62	62	62	62
Risen RSM60-6-290M							
Кількість панелей, кіл.	57	38	38	38	38	38	38
Загальна площа, м ²	93	62	62	62	62	62	62
Longi Solar LR6-60PE 300M							
Кількість панелей, кіл.	60	40	40	40	40	40	40
Загальна площа, м ²	98	65	65	65	65	65	65

Аналізуючи таблицю можемо побачити, що кількість панелей знизилась при куті в 30° для першого виробника та для двох інших при куту нахилу в 35° та подальшої зміни кількості не відбулось, тому наступним етапом вибору найкращої панелі буде техніко-економічна складова.

4.2.2 Монокристалічні сонячні панелі

Вибираємо сонячні батареї типу Amerisolar AS-6M290W, номінальна напруга 31,5 В, а номінальна потужність 290 Вт, струм максимальної потужності 9,21 А.

Також було взято ще два види монокристалічних сонячних панелей для порівняння. Їх характеристики наведені в таблиці 4.8.[19]

Таблиця 4.8 – Характеристики монокристалічних панелей

	Монокристалічні панелі		
	Amerisolar AS-6M	Risen RSM60-6-290M	Longi Solar LR6-60PE 300M
Ціна, (грн)	4103	5179	6000
Номінальна потужність, (Вт)	290	290	300
Напруга при максимальній потужності, (В)	31,5	31,6	32,8
Струм при максимальній потужності, (А)	9,21	9,18	9,15
Напруга холостого ходу, (В)	38,6	38,9	40,1
ККД, (%)	17,83	17,7	18,3
Розміри сонячної батареї, (мм)	1640x992x40	1650x992x35	1650x991x40
Вага, (кг)	18,5	18	18,2

Розрахунки аналогічні полікристалічним панелям та результати наведені в таблиці 4.9

Таблиця 4.9 – Результати розрахунку монокристалічних панелей

Показники	Кут нахилу сонячних панелей до горизонту						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Amerisolar AS-6P30							
Кількість панелей, кіл.	60	40	40	40	40	40	40
Загальна площа, м ²	98	65	65	65	65	65	65
Risen RSM60-6-275P							
Кількість панелей, кіл.	57	38	38	38	38	38	38
Загальна площа, м ²	93	62	62	62	62	62	62
Suntech STP275-20 5BB							
Кількість панелей, кіл.	57	38	38	38	38	38	38
Загальна площа, м ²	93	62	62	62	62	62	62

4.3.1.1 Розрахунок виробничих доходів і заміщення мережевої електроенергії.

Річну кількість електроенергії, виробленої ФЕС визначають з рівняння, кВт·год/міс:

$$W = E \cdot n \cdot S^{CB} \cdot \eta$$

де n – кількість днів роботи ФЕС за місяць;

η – ККД сонячної батареї.

Кількість виробленої електричної енергії наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Кількість виробленої електричної енергії

Amerisolar AS-6M							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	386	596	647	695	739	779	815
Лютий	681	829	879	926	967	1003	1033
Березень	1266	1220	1264	1301	1331	1354	1369
Квітень	1866	1478	1495	1507	1511	1509	1500
Травень	2727	1848	1820	1783	1736	1680	1615
Червень	2926	1876	1833	1782	1722	1653	1577
Липень	2797	1837	1802	1757	1703	1641	1571
Серпень	2463	1790	1780	1760	1731	1691	1641
Вересень	1543	1340	1364	1380	1386	1384	1373
Жовтень	975	1122	1183	1238	1286	1327	1360
Листопад	373	559	604	646	686	721	752
Грудень	245	430	472	511	547	581	612
Σ	18249	14925	15144	15284	15344	15323	15220
Risen RSM60-6-290M							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	366	570	618	664	706	740	775
Лютий	646	792	841	885	924	953	981
Березень	1202	1167	1208	1243	1272	1286	1301
Квітень	1771	1412	1429	1440	1444	1433	1425
Травень	2588	1766	1740	1704	1659	1596	1534
Червень	2776	1793	1752	1703	1646	1571	1499

Продовження таблиці 4.13

Липень	2654	1756	1722	1679	1628	1559	1493
Серпень	2337	1711	1702	1683	1654	1606	1559
Вересень	1464	1281	1304	1319	1325	1315	1304
Жовтень	925	1072	1131	1183	1229	1260	1292
Листопад	354	534	577	618	655	685	715
Грудень	233	411	451	488	523	552	581
Σ	17316	14266	14475	14609	14667	14557	14459
Longi Solar LR6-60PE 300M							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	379	585	635	681	725	760	795
Лютий	668	813	863	908	949	978	1007
Березень	1242	1197	1240	1276	1305	1320	1335
Квітень	1831	1450	1467	1478	1483	1471	1462
Травень	2675	1813	1786	1749	1703	1638	1575
Червень	2870	1840	1798	1748	1689	1612	1538
Липень	2744	1802	1767	1724	1671	1600	1532
Серпень	2416	1756	1747	1727	1698	1649	1601
Вересень	1514	1315	1339	1354	1360	1350	1339
Жовтень	957	1101	1161	1215	1262	1294	1326
Листопад	366	548	593	634	673	703	733
Грудень	241	422	463	501	537	567	597
Σ	17903	14642	14857	14995	15053	14940	14840

На графіку 4.2 наведено, щомісячне фактичне споживання та виробництво електричної енергії для 35°:

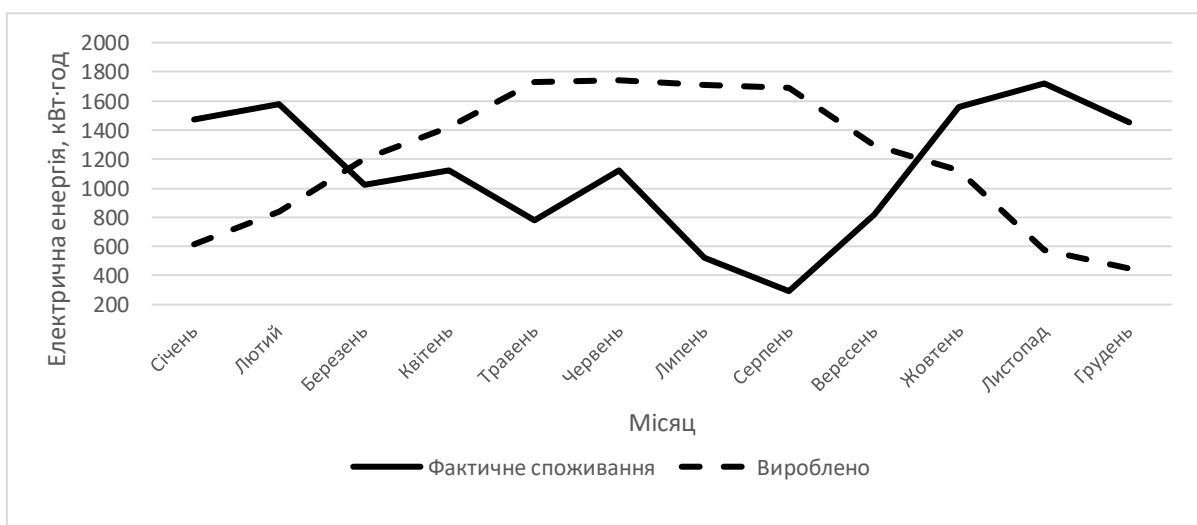


Рисунок 4.2 – Щомісячне фактичне споживання та виробництво електричної енергії

Аналізуючи графік можемо сказати, що все що нижче лінії «фактичного споживання», це та кількість електричної енергії яка, була спожита на власні нужди, все що вище синій лінії, та кількість яку продали за «Зеленим тарифом» у мережу, та дві області в яких лінія «фактичного споживання» вища лінія «Виробленої», це та кількість електричної енергії яку купили з мережи. Кількість купленої та проданої електричної енергії наведено у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Фактичне споживання за 2017 рік, кВт·год/міс		Різниця між фактичної та виробленої енергією, кВт·год/міс						
		0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	1470	-1084	-874	-823	-776	-731	-691	-655
Лютий	1579	-898	-750	-699	-653	-612	-576	-546
Березень	1024	242	196	239	276	306	329	345
Квітень	1121	746	357	375	386	390	388	379
Травень	777	1950	1071	1043	1005	958	902	838
Червень	1120	1806	756	714	662	602	534	458
Липень	521	2276	1316	1280	1236	1182	1120	1050
Серпень	292	2171	1498	1488	1468	1438	1399	1349
Вересень	822	721	518	543	558	565	562	551
Жовтень	1561	-585	-439	-377	-323	-275	-234	-201
Листопад	1720	-1347	-1161	-1116	-1073	-1034	-999	-967
Грудень	1453	-1208	-1023	-982	-943	-906	-872	-841

Значення с «-» означають яку кількість електричної енергії необхідно докупити з мережі, решта значень це та кількість яку продаємо по «Зеленому тарифу». Результати кількості проданої та купленої електричної енергії зводимо до таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

Amerisolar AS-6M							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	18249	14925	15144	15284	15344	15323	15220
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5122	4247	3998	3767	3558	3372	3210
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	9693	8038	7565	7129	6733	6381	6074
Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	9912	5712	5682	5592	5442	5235	4970
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	57983	33416	33238	32711	31837	30622	29075
Загальна економія, грн/рік	73761	50850	51144	51053	50576	49713	48473
Risen RSM60-6-290M							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	17316	14266	14475	14609	14667	14557	14459
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5258	4404	4165	3945	3745	3592	3439
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	9951	8333	7882	7465	7086	6798	6507
Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	9115	5209	5180	5094	4951	4689	4438
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	53320	30474	30304	29800	28965	27431	25961
Загальна економія, грн/рік	68841	47612	47894	47807	47350	46104	44926
Longi Solar LR6-60PE 300M							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	17903	14642	14857	14995	15053	14940	14840
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5173	4314	4069	3843	3638	3482	3324
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	9789	8165	7701	7273	6885	6589	6290

Продовження таблиці 4.15

Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	9616	5496	5466	5378	5231	4962	4704
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	56254	32153	31978	31461	30604	29029	27521
Загальна економія, грн/рік	71936	49460	49748	49659	49191	47912	46702

Вартість електричної енергії з мережи складає 1,8924 грн/кВт·год, вартість продажу електричної енергії за «Зеленим тарифом» складає 0,183€, а це 5,95 Грн/кВт·год. Можемо побачити, що найбільша економія спостерігається при куті в 35° для всіх трьох видів сонячних батареї.

4.3.1.2 Розрахунок терміну окупності

Термін окупності системи без урахування капітальних ремонтів кожні десять років роботи :

$$T_1 = \frac{K_1}{P_i - C_i - K_i},$$

де K_1 - капітальні витрати в перший рік роботи системи;

K_i - капітальні витрати в подальші роки роботи системи;

C_i - витрати виробництва за перший рік роботи;

P_i - доходи від виробництва електроенергії за перший рік роботи.

Термін окупності з урахуванням капітальних ремонтів:

$$T_2 = \frac{K_1 + K_{fc} \cdot N_{fc}}{P_i - C_i - K_i}$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Amerisolar AS-6M	Кут нахилу сонячних панелей до горизонту						
Показник	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,7	5,8
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	5,1	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	6
Risen RSM60-6-290M							
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	6,1	6,7	6,7	6,7	6,8	7	7,1
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	6,3	6,9	6,9	6,9	7	7,2	7,4
Longi Solar LR6-60PE 300M							
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	6,6	7,2	7,1	7,1	7,2	7,4	7,6
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	6,8	7,4	7,4	7,4	7,5	7,7	7,9

Аналізуючи таблицю 4.15 та 4.16 отримали наступні результати. Найбільша економія спостерігається при куті нахилу сонячних панелей 35°. Термін окупності змін майже не зазнає починаючи з 30°. Тому спираючись на найбільше економію, можемо зробити висновок що для міста Київ оптимальний кут нахилу монокристалічних сонячних панелей складає 35°. З трьох видів монокристалічних панелей найбільш вигідна Amerisolar AS-6M, термін окупності складає 5,7 років, що є дуже гарним показником.

4.3.2 Полікристалічні сонячні панелі

Розрахунок проводиться аналогічно з пунктом 4.4.1 та зведемо всі результати у наступній таблиці.

4.3.2.1 Розрахунок виробничих доходів і заміщення мережевої електроенергії.

Кількість виробленої електричної енергії наведено в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20

Amerisolar AS-6P30							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	360	556	604	648	690	727	761
Лютий	636	773	821	864	903	936	964
Березень	1182	1139	1180	1214	1242	1264	1278
Квітень	1742	1379	1396	1406	1411	1409	1400
Травень	2546	1725	1699	1664	1620	1568	1508
Червень	2731	1751	1711	1663	1607	1543	1472
Липень	2611	1715	1682	1640	1590	1532	1467
Серпень	2299	1671	1662	1643	1615	1578	1532
Вересень	1440	1251	1274	1288	1294	1292	1282
Жовтень	910	1047	1105	1156	1201	1239	1269
Листопад	348	521	564	603	640	673	702
Грудень	229	402	440	477	511	543	571
Σ	17035	13932	14137	14268	14324	14304	14208
Risen RSM60-6-275P							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	354	547	593	637	678	710	743
Лютий	625	760	806	849	887	914	941
Березень	1161	1119	1159	1193	1220	1233	1248
Квітень	1712	1355	1372	1382	1386	1375	1367
Травень	2501	1695	1669	1635	1592	1530	1471
Червень	2683	1720	1681	1634	1579	1506	1437
Липень	2566	1685	1652	1611	1562	1495	1432
Серпень	2259	1642	1633	1615	1587	1540	1496
Вересень	1415	1229	1251	1266	1272	1261	1251
Жовтень	895	1029	1085	1135	1180	1209	1239
Листопад	342	512	554	593	629	657	685
Грудень	225	395	432	468	502	530	558
Σ	16737	13688	13889	14018	14073	13961	13867

Продовження таблиці 4.20

Suntech STP275-20 5ВВ							
Місяць	Кількість виробленої електричної енергії кВт·год/міс						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	366	565	614	659	701	734	768
Лютий	646	786	834	878	917	945	973
Березень	1201	1158	1199	1234	1262	1275	1290
Квітень	1770	1401	1418	1429	1433	1422	1413
Травень	2587	1753	1726	1691	1646	1583	1522
Червень	2775	1779	1739	1690	1633	1558	1486
Липень	2653	1743	1709	1666	1616	1547	1481
Серпень	2336	1698	1689	1670	1641	1593	1547
Вересень	1463	1271	1294	1309	1315	1304	1294
Жовтень	925	1064	1122	1174	1220	1250	1281
Листопад	354	530	573	613	650	679	709
Грудень	233	408	447	484	519	548	577
Σ	17309	14156	14364	14497	14554	14438	14341

На рис. 4.3 наведено, щомісячне фактичне споживання та виробництво електричної енергії для 35°.

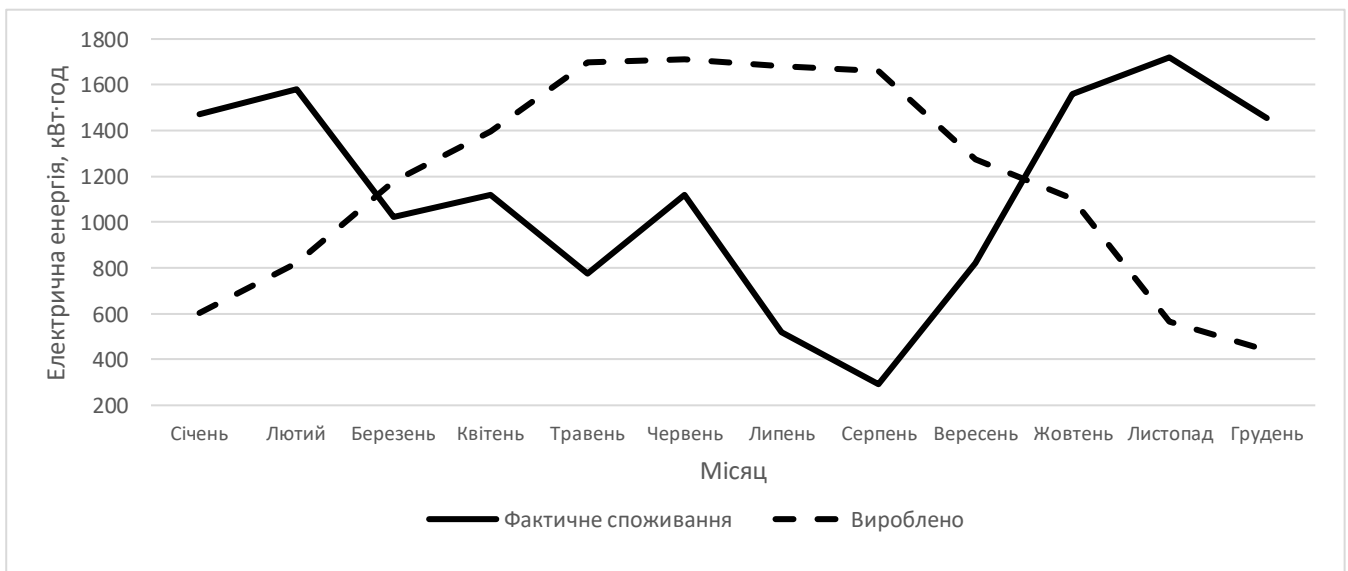


Рисунок 4.3 – Щомісячне фактичне споживання та виробництво електричної енергії

Кількість купленої та проданої електричної енергії наведено у таб.4.21.

Таблиця 4.21 – Кількість купленої та проданої електричної енергії

Фактичне споживання за 2017 рік, кВт·год/міс		Різниця між фактичної та виробленої енергією, кВт·год/міс						
		0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Січень	1470	-1110	-905	-866	-822	-781	-743	-709
Лютий	1579	-943	-793	-758	-715	-676	-643	-614
Березень	1024	158	133	155	190	218	239	254
Квітень	1121	622	281	275	286	290	288	279
Травень	777	1768	975	922	887	843	791	730
Червень	1120	1612	660	592	544	488	424	353
Липень	521	2090	1221	1161	1119	1069	1011	946
Серпень	292	2007	1406	1370	1351	1323	1286	1240
Вересень	822	618	449	452	466	472	470	460
Жовтень	1561	-650	-497	-456	-405	-360	-322	-291
Листопад	1720	-1372	-1190	-1156	-1116	-1080	-1047	-1017
Грудень	1453	-1224	-1045	-1013	-977	-942	-911	-882

Значення с «-» означають яку кількість електричної енергії необхідно докупити з мережі, решта значень це та кількість яку продаємо по «Зеленому тарифу».

Таблиця 4.22 – Результати кількості проданої та купленої електричної енергії

Amerisolar AS-6P30							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	17035	13932	14137	14268	14324	14304	14208
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5299	4483	4249	4034	3839	3665	3514
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	10028	8483	8042	7635	7265	6936	6650
Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	8875	4955	4926	4842	4703	4509	4438
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	51917	28984	28818	28326	27510	26376	24932

Продовження таблиці 4.22

Загальна економія, грн·рік	67360	45973	46248	46163	45717	44912	43754
Risen RSM60-6-275P							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	16737	13688	13889	14018	14073	13961	13867
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5343	4540	4311	4100	3908	3764	3616
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	10111	8592	8159	7759	7396	7123	6844
Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	8620	4769	4741	4658	4521	4265	4024
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	50428	27896	27733	27250	26448	24948	23538
Загальна економія, грн·рік	65789	44776	45046	44963	44524	43297	42166
Suntech STP275-20 5BB							
Техніко-економічні показники	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	17309	14156	14364	14497	14554	14438	14341
Кількість купленої електричної енергії, кВт·год/рік	5259	4430	4193	3974	3776	3627	3474
Вартість купленої електричної енергії, грн/рік	9953	8382	7934	7521	7145	6863	6574
Продано за "Зеленим тарифом", кВт·год/рік	9109	5125	5097	5011	4870	4604	4355
Продано за "Зеленим тарифом", грн/рік	53285	29984	29815	29315	28487	26935	25477
Загальна економія, грн·рік	68804	47073	47353	47266	46813	45544	44374

4.3.2.2 Розрахунок терміну окупності системи

Таблиця 4.23 – Результати розрахунку терміну окупності

Показник	Кут нахилу сонячних панелей до горизонту						
	0°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Amerisolar AS-6P30							
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	4,7	5,4	5,4	5,4	5,5	5,6	5,7
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	4,8	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,9
Risen RSM60-6-275P							
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	5,5	6,3	6,2	6,2	6,3	6,5	6,7
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	5,7	6,5	6,4	6,4	6,5	6,7	6,9
Suntech STP275-20 5BB							
ТО без урахування капітальних ремонтів, років.	5,8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,7	6,8
ТО з урахування капітальних ремонтів, років.	5,9	6,6	6,6	6,6	6,7	6,9	7,1

Аналізуючи таблицю 4.22 та 4.23 отримали наступні результати. Найбільша економія спостерігається при куті нахилу сонячних панелей 35°. Термін окупності змін майже не зазнає починаючи з 35°. Тому спираючись на найбільше економію, можемо зробити висновок що для міста Київ оптимальний кут нахилу полікристалічних сонячних панелей складає 35°. З трьох видів полікристалічних панелей найбільш вигідна Amerisolar AS-6P30, термін окупності складає 5,6 роки, що є дуже гарним показником.

4.4 Заощадження з точки зору економії енергоресурсів

На рисунку 4.4 та 4.5 наведена залежність заощаджень та виробленої електричної енергії від кута нахилу монокристалічних та полікристалічних сонячних панелей:

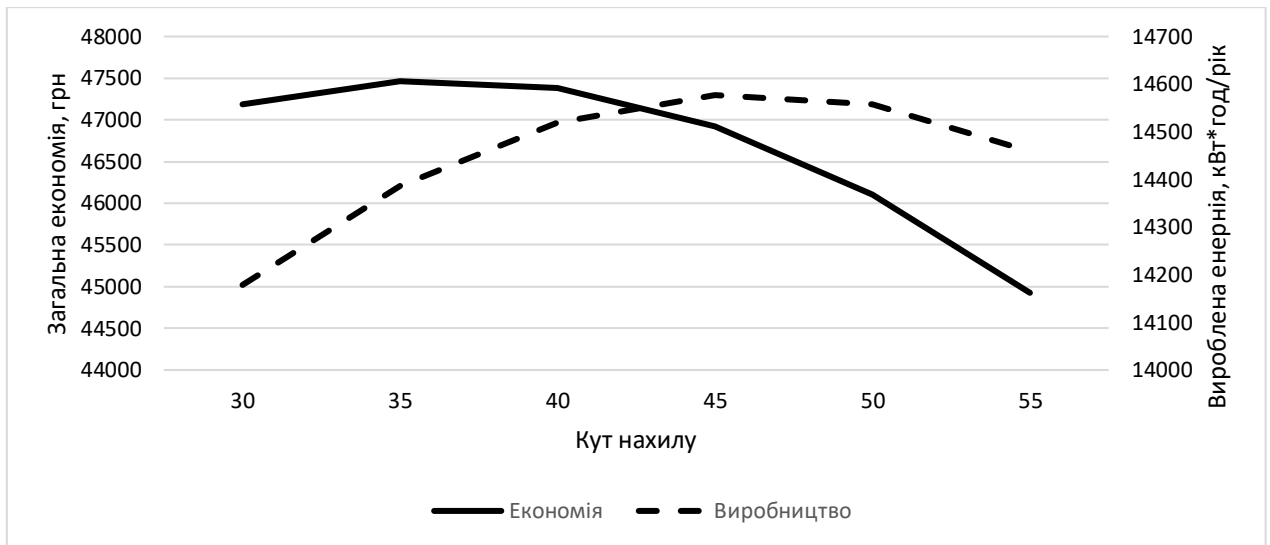


Рисунок 4.4 – Залежність заощаджень та виробленої електричної енергії від кута нахилу монокристалічних сонячних панелей

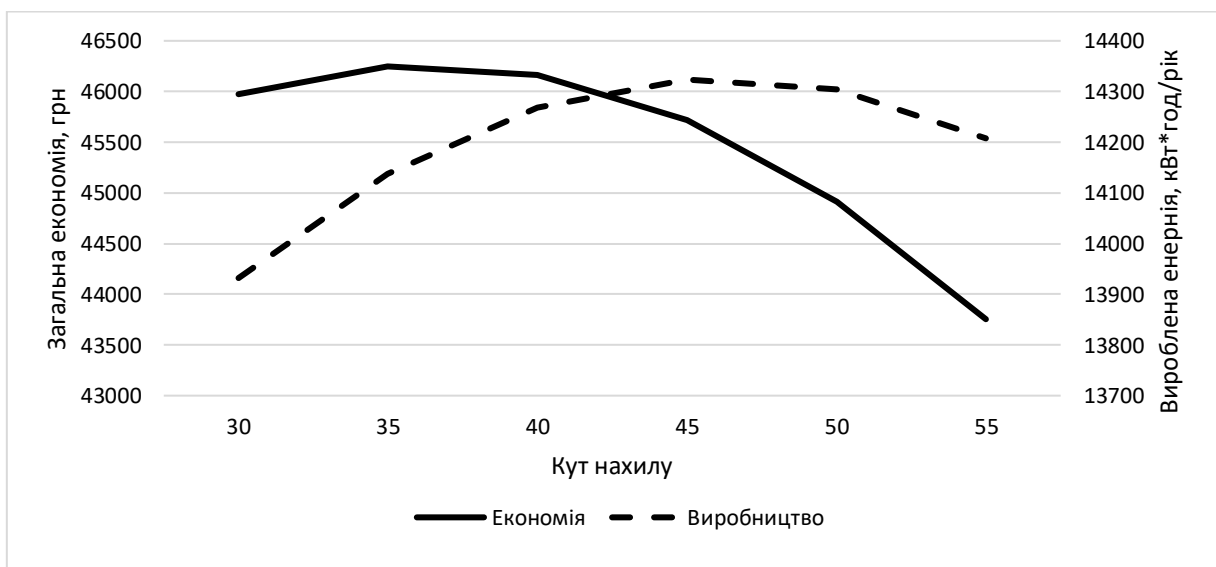


Рисунок 4.5 – Залежність заощаджень та виробленої електричної енергії від кута нахилу полікристалічних сонячних панелей

Отже можемо бачити що найбільша економія досягається при куту нахилу 35° незалежно від типу сонячних панелей. Але найбільше виробництво електричної енергії досягається при 45° , що дозволяє менше купувати електричної енергії з мережи, а це дає змогу збільшити відсоток незалежності системи від неї та зменшити кількість спожитого палива на виробництво енергії. З точки зору енергозбереження необхідний кут нахилу становить 45° для сонячної системи.

Висновки до розділу

Були встановленні такі висновки:

- З точки зору економії коштів кут нахилу сонячної панелі до горизонту оптимальний для міста Київ складає 35° . При подальшому збільшенні кута, більше сонячної енергії починає вироблятися у зимній період та зменшується у літній час, це є добрим якщо, у нас система автономна, але у нас система залежна від мережі, тому у нас є зацікавленість у продажі її у мережу, тариф електричної енергії складає 1,8924 кВт·год/грн, «Зелений тариф» 0,18€ за кВт·год, що дорівнює приблизно 5,95 грн за кВт·год. Маючи цю різницю в тарифах ми знайшли коли ми як можливо менше купуємо електричної енергії з мережі та як можливо більше продаємо. Це добре видно дивлячись на загальну економію, що при подальшому збільшенні кута, ми виробляємо більше електричної енергії, та менше купуємо, але також менше продаємо у мережу, що знижує економію. Тому кут в 35° має оптимальні показники для міста Київ (табл. 4.24).

Таблиця 4.24 – Порівняння полікристалічної та монокристалічної системи при куту нахилу 35°

Техніко-економічні показники	Полікристалічна	Монокристалічна
Вартість, грн/кіл	3537	4103
ККД, %	17,52	17,83
Кількість панелей, кіл.	38	40
Загальна площа, м ²	62	65
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	14137	15144
Продано за "Зеленим тарифом", грн	28818	33238
Загальна економія, грн·рік	46248	51444
Витрати на експлуатацію, грн	237336	267050
Термін окупності без урахування кап. рем., років	5,4	5,5
Термін окупності з урахування кап. рем., років	5,6	5,7

- З точки зору енергозбереження кут нахилу сонячної панелі до горизонту оптимальний для міста Київ складає 45° .

- Різниці між монокристалічними та полікристалічними панелями щодо кута нахилу немає

- Монокристалічні панелі мають більшу вартість та більший ККД ніж полікристалічні, але при не великій площі сонячних панелей ця різниця несуттєва.

- Встановити полікристалічні панелі на 11,1% дешевше, а це 29,7 тис.грн., ніж монокристалічні при такій же площі, а це буде вирішальним фактором у виборі сонячної системи.

5 АНАЛІЗ СТАНУ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Поточний стан

На даний момент в дитячому садку не має системи енергоменеджменту. Тобто немає підрозділу, який би відстежував рівень енергозбереження в садочку та покращував ефективність енерговикористання.

Опис можливостей з енергозбереження

Основним інструментом скорочення споживання енергії та підвищення ефективності використання енергії в адміністративних установах є енергетичний менеджмент.

Енергетичний менеджмент являє собою систему, основною метою якої є систематичне підтримання ефективності енерговикористання будь-якого об'єкту на заданому рівні і періодичне зростання цієї ефективності.

Для того, щоб досягти цієї мети в системі енергоменеджменту повинні вирішуватись наступні задачі:

- оцінка фактичного стану справ в області енергозбереження;
- визначення можливих шляхів для зростання енергоефективності;
- формування перспективних планів енергозбереження;
- управління реалізацією проектів з енергозбереження;
- систематичний контроль (моніторинг) досягнутого рівня енергоефективності.

Енергетичний аудит можна умовно розділити на три групи:

□ простий енергоаудит – передбачає мінімальні витрати і дозволяє визначити загальні можливості енергозбереження. У його ході відбувається візуальне обстеження об'єкту для визначення потенціалу енергозбереження, збір первинної інформації для проведення більш детального аналізу;

□ попередній енергоаудит – у його ході необхідне використання вимірювальних засобів, обладнання для тестування з метою дати якісну

оцінку втрат енергії і визначити економічний ефект від впровадження відповідних заходів;

□ комплексний енергоаудит – проводиться оцінка того, скільки енергії втрачається в кожному процесі (освітлення, тепlopостачання, технологія). У цьому випадку є необхідним проведення аналізу математичної моделі енергетичних потоків і технологій для виявлення тенденцій енергоспоживання при розробці прогнозів, що враховують зміни в технологіях, погодних умовах і впровадження заходів з енергозбереження.

Для впровадження енергетичного менеджменту на об'єкті призначається посада енергетичного менеджера. Обов'язки енергетичного менеджера:

- 1) збір даних по споживанню ПЕР з використанням лічильників та контрольно-вимірної апаратури;
- 2) складання паливно-енергетичного балансу;
- 3) складання плану встановлення додаткових лічильників та КВА;
- 4) проведення аналізу споживання енергії з урахуванням оцінки заходів для економії енергоспоживання;
- 5) визначення ефективності роботи споживачів енергії;
- 6) проведення внутрішнього енергетичного аудиту;
- 7) надавання консультації з питань нового обладнання і тарифної політики;
- 8) створення системи обліку енергоспоживання, при необхідності автоматизувати її;
- 9) вміння детально аналізувати потоки енергії;
- 10) проведення розрахунків капіталовкладень і експлуатаційних витрат.

За даними 2017 року ДНЗ споживає 22338 кВт·год електроенергії та 157,25 Гкал теплоти на опалення. Світовий досвід та практика підтверджують, що при впровадженні енергетичного менеджменту гарантується зниження споживання енергоносіїв на 5%. Економія енергоносіїв становитиме:

- електроенергія: $W_{EE} = 22338 \cdot 0,05 = 1116,9$ [кВт·год];

- теплоенергія: $W_{TE} = 157,25 \cdot 0,05 = 7,86$ [Гкал].

Розрахунок річної економії витрат

При ціні 1,8924 грн. за 1кВт·год електроенергії економія становитиме:

$$E_{EE} = 1138,5 \cdot 1,8924 = 2154,5 \text{ [грн]}.$$

При ціні 1355,83 грн за 1 Гкал теплоти економія становитиме:

$$E_{TE} = 7,86 \cdot 1355,83 = 10656,82 \text{ [грн]}.$$

Висновки до розділу

Системи енергетичного менеджменту в дитячому садочку на даній момент не має. Система енергетичного менеджменту дозволить зекономити близько 5% споживання енергоносіїв . Споживання теплової енергії на 7,86 Гкал , що у грошовому еквіваленті при нинішньому тарифі буде складати 10656,82 грн/рік. Споживання електричної енергії скоротиться на 1138,5 кВт·год, що у грошовому еквіваленті 2154,5 грн. Сумарна економія коштів досягне 13,8 тис.грн/рік, що є дуже гарним показником.

6 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

6.1 Загальні положення ідеї стартап – проекту

Стартап як форма малого ризикового підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок. Із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн. Такий підхід вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап - проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте, створення та ринкове впровадження стартап - проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап - проекту не може бути взята окремо. Головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес - модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап - проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Етапи розроблення стартап - проекту доцільно подати як узагальнену послідовність певних кроків.

6.2 Резюме проекту

Запропоновано створити організацію для проектування та монтажу системи сонячного електропостачання для громадських будівель, таких як

дошкільні навчальні заклади, школи та вищі навчальні заклади. Така система електропостачання буде вигідною, тому що вона буде забезпечувати електричною енергією на власні потреби та на потреби ГВП. В літні місяці електрична енергія буде продаватися на «Зеленим тарифом» у мережу.

Виділяють два основні типи:

- Кремнієві;
- Плівкові;

При цьому перші розподіляються на полі- та монокристалічні сонячні батареї, які є найбільш розповсюдженими сьогодні. Суть роботи обох варіантів модулів полягає в тому, що відбувається фотоелектричне перетворення сонячного світла на електроенергію. Завдяки таким елементам можна навіть оплювати приміщення. Mono-Si (як їх ще називають) краще працюють в умовах хмарності, що важливо на території України, особливо восени та взимку. Крім того, монокристалічні сонячні панелі ефективніші, коли на вулиці мороз.

Як і всі нововведення, різні моделі сонячних станцій мають свої певні «плюси» та недоліки. Mono-Si багатьох виробників мають декілька переваг над своїми полікристалічними аналогами:

- Дозволяють зекономити простір, що займає сонячна станція.
- Встановлювати їх вигідніше, коли немає достатньо місця для модуля.

Для встановлення mono-Si достатньо даху звичайного приватного будинку.

•**Монокристалічні сонячні батареї** мають більший ККД (близько 17 – 22%), ефективніше генерують електроенергію. Завдяки їм може вироблятися приблизно в 4 рази більше електричного ресурсу, аніж за допомогою модулів з плівки.

•При цьому вартісний показник mono-Si трохи більший за полікристалічний модуль. Станції монотипу відрізняються однорідністю зовнішнього вигляду та кольору. Вони виготовляються з кремнієвих зливків

високої якості циліндричної форми, в яких обрізані сторони з метою отримання кремнію у формі диску.

6.3 Аналіз ідеї проекту

В таблиці 6.1 – аналіз ідеї проекту, наведено основні ідеї та напрямки, а також вигода для користувача.

Сонячні батареї виготовляють з кристалічного кремнію. Це найпоширеніша речовина для створення сонячних комірок. Даний вид кремнію розділяється на види, які визначаються розміром кристалів і методиками виготовлення.

Для виготовлення монокристалічних сонячних батарей використовують максимально чистий кремній, одержуваний за методом Чохральського або виготовляються тигельна методом.

Технологія є порівняно дорогою, тому й коштують монокристалічні батареї дорожче, ніж полікристалічні або аморфні. Вибирають даний вид сонячних батареї за високий показник ККД (близько 17-22%).

Таблиця 6.1 – Аналіз ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Запропоновано створити організацію для проектування та монтажу системи сонячного енергопостачання з використанням монокристалічних фотоелементів. Дану систему можна використовувати для електропостачання житла, садочків, шкіл, лікарень, офісів, магазинів та інших приміщень. Вони не спалюють кисень, не висушують повітря, не виділяють хімічних сполук чи неприємних запахів й абсолютно безшумні.	Навчальні заклади	Економія енергоресурсів, економія коштів, які витрачаються для електрозабезпечення, можливість продавати залишок електричної енергії за «Зеленим тарифом»

Виходячи з таблиці, може зробити наступні висновки, що напрям застосування це, навчальні заклади, які зможуть почати економити кошти на електрозабезпечення. Також зможуть продавати залишок електричної енергії за «Зеленим Тарифом» який в свою чергу має тариф за 1кВт·год 0,18 євро.

6.4 Визначення характеристик ідеї проекту

В таблиці 6.2 наведені характеристики ідеї проекту, наведено сильні та слабкі сторони у порівнянні з найближчими конкурентами.

Таблиця 6.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Rentechno	Gravicappa	Alteco			
ККД системи	17	16	17	16			+
Потужність сонячного фотомодуля, В	280	300	290	280		+	
Тривалість виконання розрахунку, роб.днів	10	15	12	14			+
Вартість. Тис грн.	Середня	Помірна	Висока	Середня			+

6.5 Технологічний аудит ідеї проекту

Проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару, надання послуги).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 6.3):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту.

Таблиця 6.3 – Технологічний аудит ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Створити організацію для проектування та монтажу системи сонячного електропостачання з використанням монокристалічних фотоелементів	Залучення власних та чужих інвестицій	Наявна	Доступна

Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї (необхідне підкреслити):

- краща за існуючі в світі аналоги
- краща за існуючі в Україні аналоги за основними показниками
- перевищує існуючі в Україні аналогічні розробки за окремими показниками.

6.6 Характеристика потенційних споживачів

Визначається характеристика потенційного споживача проекту показана в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Характеристика потенційного споживача

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в економії енергоресурсів	Навчальні заклади	Споживачі зацікавлені економити власні кошти.	1) Легке встановлення системи; 2) Ремонтно- придатність; 3) Окупність в найкоротші строки; 4) Надійність; 5) Довговічність; 6) Висока ефективність;

6.7 SWOT-аналіз проекту

Перелік сильних та слабких сторін проекту наведений в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● інвестиційна привабливість підприємства; ● зважена цінова політика; ● врахування потреб споживачів 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● частка ринку; ● результативність рекламної політики; ● організація системи комунікацій
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ліцензоване виробництво, ● зменшення податків на даний вид діяльності, ● технічні конференції та виставки, ● соціально- культурні, розширення клієнтської бази, вихід на міжнародний ринок 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● конкуренція, ● інфляція, ● складність набору клієнтської бази, ● соціальні, ● необхідність сертифікації обладнання

6.8 Оцінка ризиків проекту

На основі проведеного SWOT-аналізу виділяються найзагрозливіші (не більше 5-ти), якими необхідно управляти для того, щоб реалізація проекту стала можливою. Експертним шляхом визначаються параметри ризику показані в таблиці 5.6.

Таблиця 6.1 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Конкуренція	Можливий вихід конкурента на ринок з кращою продукцією	Вдосконалення продукції.
2	Економічний	Можливе зростання рівня інфляції	Пошук нових постачальників, збільшення їх кількості.
3	Соціальний	Покупці можуть вимагати більшого від продукту	Вдосконалення продукту, його характеристик

Висновки до розділу

З проведеного вище опису і аналізу даної системи сонячного електрозабезпечення з використанням полікристалічних панелей можна зробити наступні висновки:

В даного проекту є можливість комерціалізації проекту, оскільки наявний попит, динаміка ринку, рентабельність на ринку. Вагомою перевагою такої системи є невисока вартість, порівняно з аналогами, а також доступність на ринку та простота використання, що є дуже важливими факторами на сьогоднішній день. Також є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту.

Термін окупності даної системи лише 4 роки згідно з розділом 4. Крім того, дана система є дешевшою.

ВИСНОВКИ

Після проведення заходів з енергозбереження нам вдалося знизити споживання теплової та електричної енергії, а отже і заощадити значну суму грошових коштів. Результати наведені в таблиці.

Таблиця

МЕЗ	Річна витрата енергії, МВт-год			Вартість заощаджень грн.	Термін окупності, років
	До реконст.	Після реконстр.	Заощадж.		
Заміна вікон	19,74	4,093	15,65	18249,47	11
Утеплення даху	34,67	9,99	24,7	28777,85	18,3
Утеплення стін	69,36	16,78	51,57	60125,85	7,2
Встановлення вентиляції	145,45	125,26	20,19	23537,21	11,6
Встановлення ПРА	3,54	2,665	0,885	1674,77	8
Встановлення ІТП	173,78	162,82	10,96	12785,48	17,2
Встановлення світлодіодних ламп	12,07	3,078	8,99	17016,5	1,25
Підвищення ККД освіт. уст.	3,016	2,314	0,702	1149,55	6,5
Відключення обігрівачів	2,88	0,96	1,92	3633,4	0,5
Автоматизація освітлення	1,106	0,991	0,111	208,3	6,5

Сума заощаджень складає 167 тис.грн.

Загальна сума витрат на впровадження енергозберігаючих заходів складе 1565 млн. грн. Середній термін окупності буде близько 8,8 років, що без сумніву хорошим показником.

Були встановленні такі висновки:

- З точки зору економії коштів кут нахилу сонячної панелі до горизонту оптимальний для міста Київ складає 35°.

- З точки зору енергозбереження кут нахилу сонячної панелі до горизонту оптимальний для міста Київ складає 45°.

Таблиця – Порівняння полікристалічної та монокристалічної системи при куту нахилу 35°

Техніко-економічні показники	Полікристалічна	Монокристалічна
Вартість, грн/кіл	3537	4103
ККД, %	17,52	17,83
Кількість панелей, кіл.	38	40
Загальна площа, м ²	62	65
Вироблено електричної енергії, кВт·год/рік	14137	15144
Продано за "Зеленим тарифом", грн	28818	33238
Загальна економія, грн·рік	46248	51444
Витрати на експлуатацію, грн	237336	267050
Термін окупності без урахування кап. Рем., років	5,4	5,5
Термін окупності з урахування кап. Рем., років	5,6	5,7

- Різниці між монокристалічними та полікристалічними панелями щодо кута нахилу немає.

- Монокристалічні панелі мають більшу вартість та більший ККД ніж полікристалічні, але при не великої площі сонячних панелей ця різниця несуттєва.

- Встановити полікристалічні панелі на 11,1% дешевше, а це 29,7 тис.грн., ніж монокристалічні при такій же площі, а це буде вирішальним фактором у виборі сонячної системи.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про теплопостачання» № 2633-IV // Урядовий кур'єр. – Офіц. Вид. – К. – 2005. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 1314-VII // Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид-во, 2014. – (Бібліотека офіційних видань).
3. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008 - [Чинний від 2008-12-09] – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України)
5. Енергетична ефективність будівель: ДСТУ Б. А.2.2- 2015 – [Чинний від 2016-01-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2015. – 145 с. – (Національний стандарт України)
6. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1-2003, ІДТ) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – [Чин. від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. – (Національний стандарт України).
7. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
8. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 2662985 ; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).
9. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. зі Зміною №64 від 15 лютого 2010 року. – [Чинний від

- 01.10.2010]. - К.: Міністерства регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 108 с.
10. ПрАТ «ДТЕК Київські Електромережі», архів тарифів: <https://dtekkem.com.ua/ee-company/tarifi>.
 11. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В.2.5-23:2010. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 104 с. – (Державні будівельні норми України).
 12. Денисенко М.А. Методичні вказівки та завдання до курсового проектування з курсу «Електропостачання промислових підприємств» для студентів спеціалізації «Електропостачання промислових підприємств» [Текст] / М.А. Денисенко, О.І. Соловей, Є.М. Іншеков. – К. : НТУУ «КПІ», 1994. – 64 с.
 13. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. На заміну СНиП П-4-79; чинний з 01.10.2006. – К. : Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 96 с. – (Державні будівельні норми України).
 14. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244–94. – К.:ЗАТ „ВПОЛ”. – 2001. – 376с. – (Нормативний документ Державного комітету по житлово-комунальному господарству).
 15. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель: ДСТУ Б В.2.2-39:2016 наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. № 159, чинний з 2017-01-01.
 16. Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів; чинний з 24.03.2016. –К.: Міністерство охорони здоров'я України, – 65с. (Державні санітарні норми та правила).
 17. https://solar-tech.com.ua/ua/solar-electricity/solar-panels/?filter_f=12:1.
 18. https://solar-tech.com.ua/ua/solar-electricity/solar-panels/?filter_f=12:2.