

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 2023р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня магістр  
(бакалавр / магістр)  
зі спеціальності 144 Теплоенергетика  
(код та назва)  
освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Енергетичне обстеження приватної оселі багатоповерхового будинку в м. Ірпінь з метою розробки до запровадження заходів з енергозбереження.

Здобувача групи ЕМ.м-22  
(шифр групи)

Лошкар'ов Сергій Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.*

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сергій ЛОШКАРЬОВ  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник,

Доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки, Сергій АНТОНЕНКО  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ (підпис)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

«    »                      2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

здобувача \_\_\_\_\_ Лошкарьова Сергія Миколайовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Енергетичне обстеження приватної оселі багатоповерхового будинку в м. Ірпінь з метою розробки та запровадження заходів з енергозбереження.

затверджена наказом по університету № 1314-VI від «11» листопада 2023 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 16.12.2023 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення проектної та статистичної інформації щодо актуальності проведення робіт з обстеження визначеного об'єкта за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

**Вступ** (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

**Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження** (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних: аналіз результатів вимірювання; аналіз споживання енергоносіїв та води; визначення питомих величин рівня енергоефективності; аналіз енергетичного балансу. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

**Розділ 2 – Розрахунковий аналіз умов запровадження енергозбережних заходів** (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним енергозбережним заходом. Аналіз отриманих результатів з розробки заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

**Розділ 3 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.** (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки).

**Загальні висновки.**

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 06.11 до 03.12.2023	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2023	
3	Виконання 1-го розділу	до 26.11.2023	
4	Виконання 2-го розділу	до 10.12.2023	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2023	
6	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2023	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2023	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2023	
9			
10			

5 Дата видачі завдання 06.11.2023 р

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище і ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг кваліфікаційної роботи: 51 с., 4 таблиці, 9 рисунків, 2 додатки, 16 використаних джерел.

Мета роботи: Мета роботи полягає в проведенні комплексного енергетичного обстеження приватної оселі у багатоповерховому будинку в місті Ірпінь з метою розробки та запровадження ефективних заходів з енергозбереження.

У відповідності з поставленою метою було виконано:

- дослідження систем енергопостачання об'єкта;
- вивчено характеристики об'єкта дослідження;
- проведено аналіз обсягів енергоспоживання;
- проведено розрахунковий аналіз умов для впровадження енергозберіжних заходів;
- розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження: квартира у багатоквартирному житловому будинку, що знаходиться за адресою м. Ірпінь, вул. Ново-Оскольська, буд.1.

Предмет дослідження: системи постачання та споживання енергії.

Методи дослідження: включають аналітичний та статистичний методи для визначення динаміки споживання енергії протягом трьох років; методика розрахункового аналізу ефективності впровадження енергозберіжного заходу з рекуперації теплоти в системі вентиляції; проаналізовані можливості впровадження технологій альтернативної енергетики; метод розрахунку показника повітрообміну на досліджуваному об'єкті.

Ключові слова: ЕНЕРГОСОЖИВАННЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ, ЕНЕРГООБСТЕЖЕННЯ, СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ, СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ, РЕКУПЕРАТОРИ ТЕПЛОТИ, ПОВІТРООБМІН, ТЕПЛОВІДБИВНІ ЗАРАДІАТОРНІ ЕКРАНИ, ІНВЕРТОРНО-АККУМУЛЯТОРНА СИСТЕМА.

Тема роботи: «Енергетичне обстеження приватної оселі багатоповерхового будинку в м. Ірпінь з метою розробки до запровадження заходів з енергозбереження».

## ЗМІСТ

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

#### РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	8
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження .....	8
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	9
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта .....	10
1.3.1 Система опалення .....	10
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	11
1.3.4 Система вентиляції.....	11
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв .....	11
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	12
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	12
1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії.....	12
1.4.2 Аналіз обсягів споживання води .....	13
1.4.3 Аналіз обсягів споживання газу .....	15
1.5 Аналіз балансу витрат на енергоспоживання.....	16
1.6 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	17
1.6.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності .....	17
1.7 Висновки за розділом .....	19
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ .....	21
2.1 Опис можливих енергозберіжних заходів .....	21
2.1.1 Запровадження рекуператорів теплоти у систему вентиляції.....	21
2.1.2 Встановлення зарядіаторних тепловідбивних екранів.....	22
2.1.3 Запровадження системи акумулювання електроенергії.....	24
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів.....	28
2.2.1 Розрахунковий аналіз з запровадження рекуператора теплоти.....	28
2.2.2 Розрахунковий аналіз з запровадження зарядіаторних рефлексорних екранів.....	31
2.3 Висновки за розділом.....	35
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	36
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на досліджуваному об'єкті.....	36
3.2 Розрахунок кратності повітрообміну.....	39
3.3 Висновки за розділом.....	40
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	45
ДОДАТОК А – План.....	47
ДОДАТОК Б – Технічні характеристики газового котла .....	48

## ВСТУП

Енергетичне обстеження – це енергетичний аудит, мета якого визначити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо їх поліпшення [11].

Завдання обов'язкового енергетичного обстеження – визначити реальні обсяги енергоспоживання, знайти способи зниження енерговитрат та впровадити програму енергозбереження для підвищення енергоефективності.

Енергоаудит – це послуга, що надається індивідуально кожному власнику об'єкта. Цей процес дозволяє систематизувати дані та оптимізувати енергоспоживання з подальшим поступовим зниженням рахунків за комунальні послуги [11].

Тому, усі заходи будуть спрямовані на підвищення енергетичної ефективності об'єкту. У ході всіх процедур виявлятимуться резерви фінансової економії та оптимізації витрат енергоресурсів.

Щоб знизити високий рівень енергоспоживання необхідно підвищити енергоефективність у житловій сфері за рахунок впровадження певних заходів щодо підвищення енергетичної ефективності споруд та будівель.

Енергетичне обстеження, або енергетичний аудит, є ключовим інструментом для визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів у приватних оселях та розробки рекомендацій з метою їх поліпшення. Мета даної роботи полягає в здійсненні комплексного аналізу енергоспоживання багатоповерхового будинку у м. Ірпінь, зокрема в приватній оселі, з метою визначення резервів для зменшення енерговитрат та підвищення енергоефективності.

Завдання обов'язкового енергетичного обстеження включають:

- ✓ Визначення реальних обсягів енергоспоживання за останні три роки з використанням аналітичного та статистичного методів;
- ✓ Розрахунковий аналіз ефективності впровадження енергозберігаючого заходу, зокрема, системи рекуперації теплоти у системі вентиляції;

✓ Аналіз можливостей впровадження технологій альтернативної енергетики, спрямований на зниження обсягів енергоспоживання та зменшення відповідного впливу на навколишнє середовище;

✓ Розрахунок показника повітрообміну для об'єкта, спрямований на забезпечення оптимальних умов в приміщенні.

Метою даної роботи є системний аналіз енергоспоживання та розробка ефективних стратегій для зменшення обсягів енергоспоживання у приватній оселі багатоповерхового будинку в м. Ірпінь. Основний акцент буде зроблено на ідентифікації резервів фінансової економії та оптимізації витрат енергоресурсів з метою підвищення енергоефективності об'єкта та покращення умов проживання.

Здійснюючи цей енергоаудит, ми прагнемо не лише ідентифікувати ефективні шляхи зменшення енергоспоживання, але й розробити конкретні рекомендації та стратегії, спрямовані на подальше підвищення енергоефективності цього об'єкта житлової нерухомості.

Послуги з енергетичного аудиту здійснюються незалежними особами або уповноваженими організаціями. Ця процедура може бути ініційована суб'єктами або проводитися відповідно до вимог законодавства.[6, 11].

Рівень успішності та адекватність проведення енергетичного аудиту в значній мірі залежать від високого професійного рівня та великого практичного досвіду, яким володіє енергоаудитор. Відповідно до цього, важливо, щоб енергоаудитор мав не лише технічні знання, а й навички аналізу та здатність обґрунтовано рекомендувати оптимальні заходи з енергозбереження. Тільки такий підхід дозволяє виявляти ефективні шляхи оптимізації енергоспоживання та розробляти практично здійсненні рішення для підвищення енергоефективності об'єктів [11].

Об'єкт енергетичного обстеження: квартира у багатоквартирному житловому будинку, що знаходиться за адресою м. Ірпінь, вул. Ново-Оскольська, буд.1.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.

Об'єктом енергетичного обстеження, даної магістерської роботи, є однокімнатна квартира площею 35,6 м<sup>2</sup>, яка розташована у багатоквартирному житловому комплексі, що знаходиться за адресою м. Ірпінь, вул. Ново-Оскольська, буд.1.

Житловий комплекс був зданий в експлуатацію у жовтні 2013 року, має 5 поверхів, квартира розташована на 4 поверсі. У квартирі проживає 2 особи.

Зовнішні стіни – цегла;

Матеріал перекриття – з/б плити.

Оздоблення фасаду: утеплений пінопластом та оброблений декоративною штукатуркою.

Інженерне обладнання квартири:

- система опалення – автономна водяна, двоконтурний газовий котел Ferroli;
- лічильники обліку – електропостачання, газопостачання, водопостачання холодної води;
- Опалювальні прилади – 2 радіатори з регулятором температурного режиму та вбудована система обігріву – водяна тепла підлога.

Постачальники:

Постачальник електроенергії – ТОВ «Київська обласна ЕК».

Постачальник газу – ГК "Нафтогаз України".

Постачальник холодної води та водовідведення – КП "Ірпіньводоканал".

Більша частина даних була одержана з технічної документації та візуального обстеження об'єкту, загальні характеристики наведені у табл. 1.1



Таблиця 1.1 – Загальні характеристики про об’єкт дослідження

Характеристика	Показник
Кількість кімнат, шт.	1
Поверх, шт.	4
Площа квартири, м <sup>2</sup>	35,6
Опалювальний об’єм, м <sup>3</sup>	97,9



Рисунок 1.1 – Квартира у житловому будинку,  
м. Ірпінь, вул. Ново-Оскольська, буд.1.

## 1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження.

Стіни виконані з цегли з нанесенням цементно-піщаної штукатурки. Переkritтя виконане зі залізобетонної плити, цементної стяжки, мінеральної вати

та гіпсокартону. Підлога із залізобетонних плит, цементної стяжки, ламінату та керамограніту. Вікна встановлені металопластикові з двокамерним склопакетом.

Встановлений двоконтурний котел Ferolli. У конструкції системи теплопостачання є варіант «тепла підлога» у ванній кімнаті, коридорі, кухні та лоджії. У кухні та кімнаті встановлені сталеві радіатори з можливістю регулювання температури.

При проведенні енергетичного стану об'єкту було встановлено, що загальний стан об'єкту дослідження є задовільним.

### 1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.

#### 1.3.1 Система опалення.

Система опалення автономна. Система включає в себе автономний газовий котел, який забезпечує теплом всю квартиру.

Опалювальними приладами є радіатори марки Кермі FTV 22 та тепла водяна підлога, теплоносій розподіляється за допомогою пластикових труб, прокладених в підлозі.

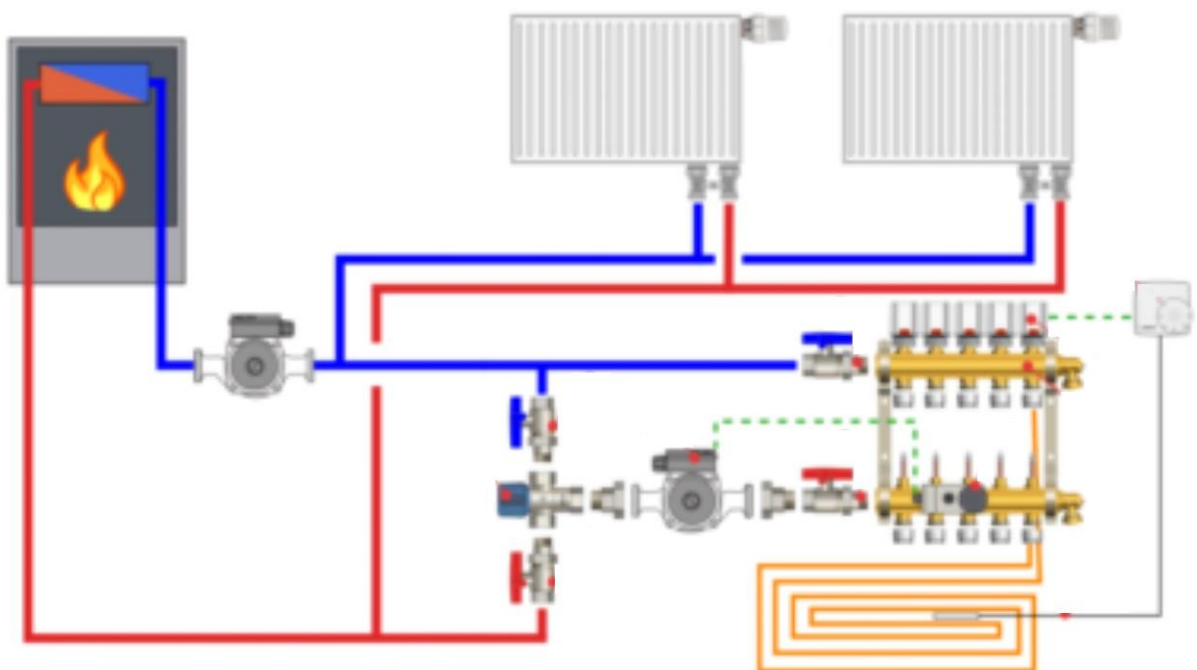


Рисунок 1.2 – Схема системи опалення [12].

### **1.3.2 Система електропостачання.**

Договір на постачання електричної енергії укладено з ТОВ «Київська обласна ЕК».

В систему основного енергоспоживаючого обладнання входять: холодильник, пральна машина, котел, кондиціонер, праска, комп'ютер, витяжка, духовка. У систему освітлення входять освітлювальні прилади із LED технологією: світильники 8 шт. по 5Вт, світильники 2шт. по 10Вт, люстра 2шт. по 12Вт, люстра 1шт. 18Вт, LED-підсвічування дзеркала 1шт. 12Вт, LED-підсвічування кухні 1шт. 17,5Вт, LED-підсвічування стелі 1шт. 42,5Вт. Загальна потужність освітлення складає 174Вт.

### **1.3.3 Система водопостачання.**

Тип системи водопостачання централізований, здійснюється від місцевого водоканалу. Договір про постачання холодної води укладений з КП "Ірпіньводоканал". Система каналізації влаштована аналогічно системі водопостачання.

При обстеженні, водопостачальна система та її теплоізоляція виявилася в задовільному стані.

### **1.3.4 Система вентиляції.**

Система вентиляції складається з отворів в стінах на кухні та санвузлі, які виходять у вентиляційні канали. На кухні встановлена витяжна установка. Засміченість вентиляційних ходів не виявлена. Перевірка вентиляційних каналів проводиться 2 рази на рік. Стан вентиляційної системи є задовільним.

### **1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв.**

Облік споживання холодної води ведеться за показанням лічильника холодної води, встановленого у вузлі вводу.

Лічильники води VALTEC №11 755236.

Повірка лічильника була проведена 05 травня 2022 року Компанією "Е-Інжиніринг Ко".

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.

Тариф на електроенергію – 2,64 грн./кВт·год;

Тариф на водопостачання – 12,408 грн./м<sup>3</sup>;

Тариф на водовідведення – 19,704 грн./м<sup>3</sup>;

Тариф на газ – 7,96 грн./м<sup>3</sup>;

Тариф на транспортування газу – 104,32 грн./м<sup>3</sup>.

Вказані ціни з урахуванням ПДВ.

### 1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води.

#### 1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії.

Кількість спожитої електроенергії за 2020–2022 роки наведена у табл. 2.1 та на рис. 2.1 приведена динаміка споживання електроенергії за 2020–2022 роки.

Таблиця 1.2 – Кількість електричної енергії, спожитої за 2020–2022 роки

Місяць	Рік		
	2020	2021	2022
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	85	101	93
Лютий	84	103	48
Березень	79	81	0
Квітень	89	75	0
Травень	55	44	50
Червень	132	135	50,6
Липень	180	189	52
Серпень	143	141	83
Вересень	91	94	90
Жовтень	83	80	86
Листопад	89	89	0
Грудень	89	97	0
Всього	1199	1229	552,60

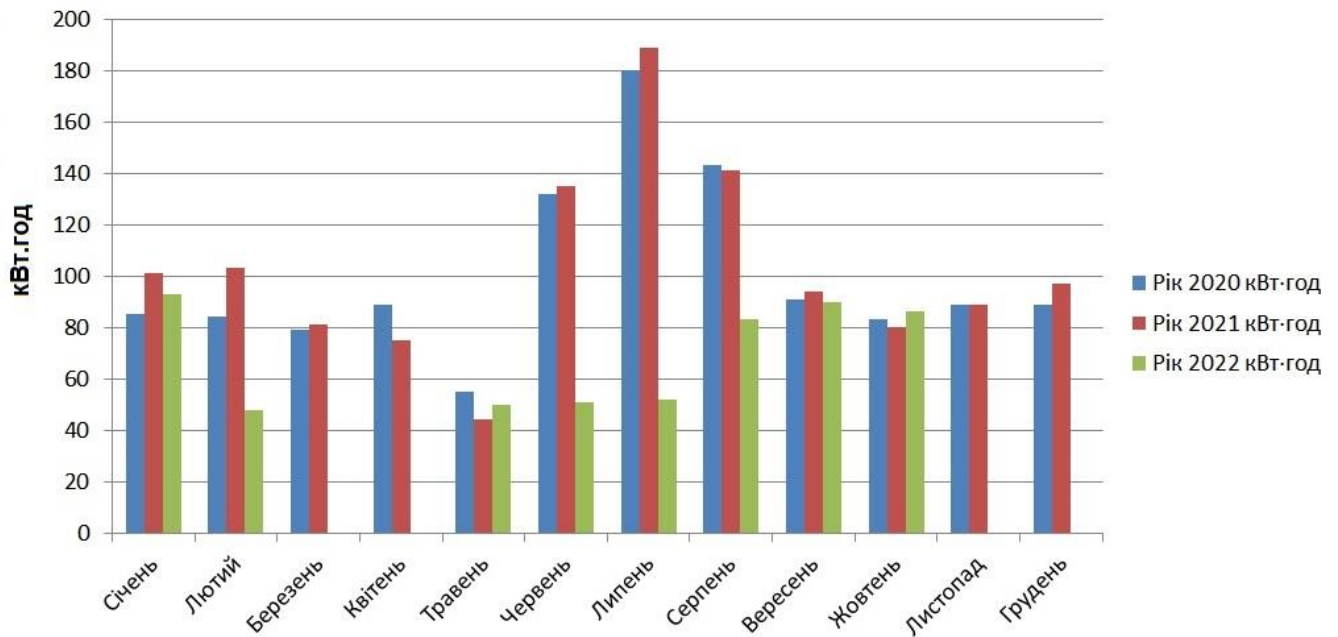


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання електроенергії за 2020–2022 роки.

Із приведеної діаграми, за динамікою споживання електроенергії квартири, можна зробити висновок, що в теплі місяці року споживається більше електроенергії ніж в холодну пору року. В основному це пов'язано зі зміною режиму у використанні побутових приладів таких як холодильник, пральна машина, праска, а також задіяний кондиціонер для охолодження повітря.

Середня витрата електроенергії, на прикладі холодильника, залежить від встановленого режиму холоду та температури навколишнього середовища (влітку для охолодження продуктів прилад включається частіше).

Відсутність споживання електричної енергії по місяцям (березень, квітень, листопад, грудень) у 2022 році пов'язане з відсутністю проживання мешканців у квартирі, які змушені були виїхати через початок повномасштабного вторгнення рф в Україну 24.02.2022 року.

#### 1.4.2 Аналіз обсягів споживання води.

Кількість спожитої холодної води за 2020 – 2022 роки наведена у табл. 2.2 та на рис. 2.2 приведена динаміка споживання холодної води за 2020 – 2022 роки.

Таблиця 1.3 – Кількість холодної води, спожитої будівлею за 2020–2022 р.р.

Місяць	Рік		
	2020	2021	2022
	м. куб	м. куб	м. куб
Січень	4	5	9
Лютий	4	5	6
Березень	3	6	0
Квітень	3	6	0
Травень	3	2	4
Червень	4	6	4
Липень	6	5	5
Серпень	5	6	6
Вересень	5	5	5
Жовтень	4	5	5
Листопад	6	8	0
Грудень	5	9	0
Всього	52	68	44

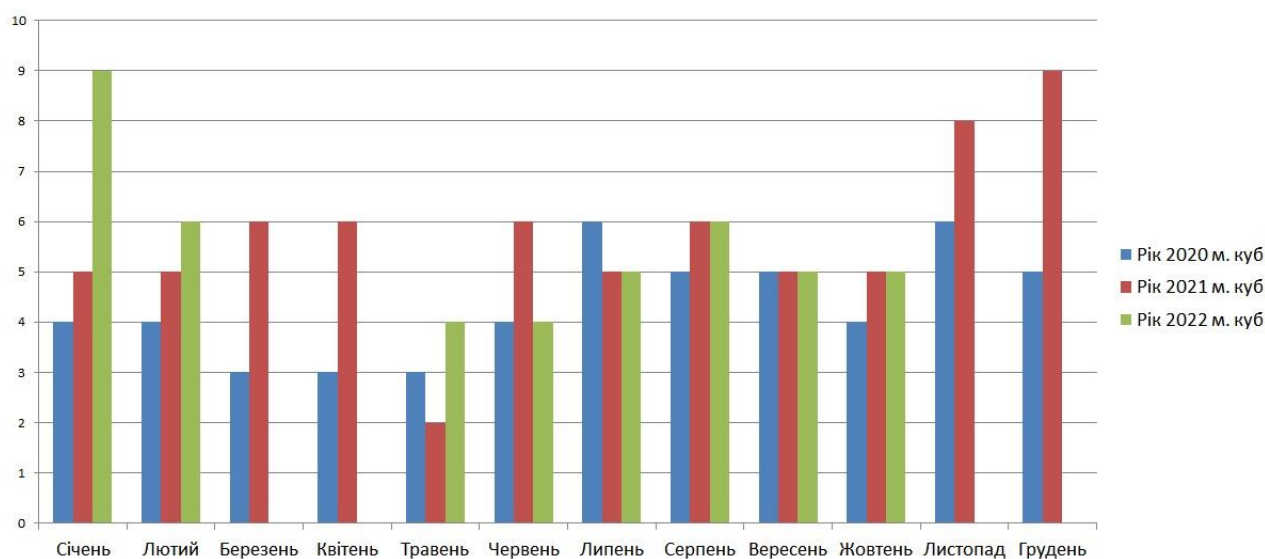


Рисунок 1.4– Динаміка споживання холодної води за 2020–2022 роки

Проаналізувавши динаміку, відповідно до рис. 1.4, можна дійти до висновку, що споживання холодної води відбувається нерівномірно. Також спостерігається велика розбіжність споживання води по роках.

Відсутність споживання холодної води по місяцям (березень, квітень, листопад, грудень) у 2022 році пов'язане з відсутністю проживання мешканців у квартирі, які змушені були виїхати через початок повномасштабного вторгнення рф в Україну 24.02.2022 року.

### 1.4.3 Аналіз обсягів споживання газу.

Кількість спожитого газу за 2020–2022 роки наведена у табл. 2.3 та на рис. 2.3 приведена динаміка споживання спожитого газу за 2020 – 2022 роки.

Таблиця 1.4 – Кількість газу, спожитого за 2020 – 2022 роки

Місяць	Рік		
	2020	2021	2022
	м. куб	м. куб	м. куб
Січень	206	228	209
Лютий	133	111	61
Березень	89	80	0
Квітень	70	14	0
Травень	31	16	18
Червень	9	13	9
Липень	10	12	39
Серпень	12	11	16
Вересень	89	94	14
Жовтень	100	139	19
Листопад	154	149	0
Грудень	149	152	0
Всього	1052	1019	385

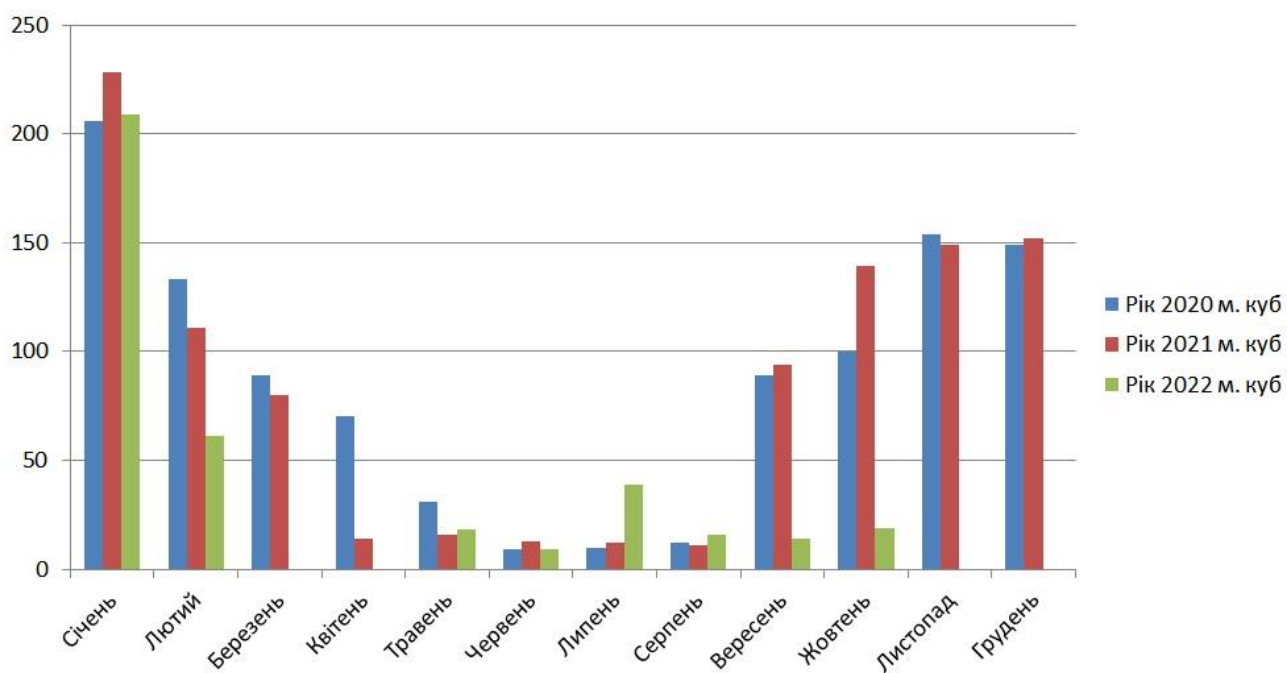


Рисунок 1.5 – Динаміка споживання газу за 2020 – 2022 роки

Проаналізувавши динаміку споживання газу на рис. 1.5 можна дійти до висновку, що в холодні місяці року споживається більше газу ніж в теплу пору року і пов'язано це з опаленням квартири за допомогою газового котла.

Відсутність споживання газу по місяцям (березень, квітень, листопад, грудень) у 2022 році пов'язане з відсутністю проживання мешканців у квартирі, які змушені були виїхати через початок повномасштабного вторгнення рф в Україну 24.02.2022 року.

### **1.5 Аналіз балансу витрат на енергоспоживання.**

Для більш наглядного аналізу обсягів витрат ПЕР та визначення можливих першочергових напрямків економії енергоспоживання, наведено порівняльну діаграму співвідношення витрат коштів у відсотках на споживання холодної води, електричної енергії та газу. Дана діаграма представлена на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Діаграма співвідношення витрат коштів на споживання енергоресурсів.

По проведеному аналізу діаграми на рисунку 1.6, зроблено висновок, що найбільше споживається газ. Тому, найголовнішим напрямком впровадження енергозберігаючих заходів щодо економії витрат на експлуатацію квартири є



заходи з раціонального використання газу.

Зменшення споживання газу може бути досягнуте завдяки таким рішенням, як впровадження рекуператорів теплоти та тепловідбивних радіаторних екранів. Ці технології сприяють оптимізації роботи опалювальних приладів, мінімізації тепловтрат та зменшенню енерговитрат на опалення.

Такий підхід не лише підвищить енергоефективність системи опалення, а й призведе до економії у витратах на енергію.

## **1.6 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.**

Розрахунковий аналіз показників енергоефективності включає в себе визначення питомих величин рівня енергоефективності та аналіз енергетичного балансу. Цей розділ дозволяє систематично оцінити ефективність використання енергії в досліджуваній квартирі та визначити, наскільки раціонально використовуються енергетичні ресурси.

### **1.6.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності.**

Аналіз питомих показників енергоефективності, які відображають кількість енергії, витраченої на одиницю корисної роботи, є важливим фактором обґрунтування запровадження енергозбережних заходів..

З метою об'єктивного оцінювання ефективності теплового енергоспоживання для опалення об'єкта обстеження, важливо провести аналіз реальних обсягів використаної теплової енергії, електроенергії в порівнянні з встановленими державними стандартами.

Питома потреба (EP) виступає як ключовий показник енергоефективності будівлі, визначаючи кількість тепла, необхідного для забезпечення стандартних теплових умов усередині приміщення. Цей показник відноситься до опалювальної площі чи об'єму приміщення, надаючи комплексну оцінку споживаної енергії відносно її фізичних параметрів [13, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{прим}^{оп}}, \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

де  $Q_{оп}$  – обсяг споживаної теплової потужності приміщення протягом усього опалювального періоду (за наявними обліковими даними), кВт·год;

$V_{прим}^{оп}$  – опалювальний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [13, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{max},$$

де  $EP$  – представляє питому річну енергопотребу приміщення, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_{max}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м<sup>3</sup> [13, п.5.3].

Нормативна максимальна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель  $EP_{max}$  першої температурної зони України становлять [13, табл.1]:

$$EP_{max} = 83 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,071 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}. \quad (1.2)$$

Відповідно до наданих облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщення квартири за періоди опалювання складають:

- опалювальний період 2020 – 2021 року –  $Q_{оп} = 32,67$  Гкал;
- опалювальний період 2021 – 2022 року –  $Q_{оп} = 30,88$  Гкал;
- опалювальний період 2022 – 2023 року –  $Q_{оп} = 10,14$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2020 – 2021 рік –  $EP = 0,33$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2021 – 2022 рік –  $EP = 0,32$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2022 – 2023 рік –  $EP = 0,1$  Гкал/м<sup>3</sup>.

У періоди 2020–2022 років фактичні показники перевищують нормативну максимальну питому енергопотребу, що може свідчити про неефективне використання енергії та потребу у впровадженні енергозберігаючих заходів.

Вказані змінні обставини у 2022–2023 роках може бути фактором впливу на зниження фактичних питомих тепловитрат в опалювальний період. Зокрема, виїзд мешканців з міста у зв'язку з повномасштабним вторгненням РФ в Україну що призвело до зменшення енергоспоживання в опалювальний період у зазначений часовий проміжок.

Важливо врахувати, що такі обставини можуть впливати не лише на питому тепловитрату, але й на загальні умови життя та функціонування енергетичної системи в зазначений період. В подальших дослідженнях слід враховувати такі зміни у контексті енергетичного обстеження та планування енергозберігаючих заходів.

Загальною метою може бути подальше покращення енергоефективності та зменшення питомих тепловитрат в опалювальних періодах.

## **1.7 Висновки за розділом.**

Після проведення комплексного енергетичного обстеження приватної оселі у багатоповерховому будинку в місті Ірпінь було здійснено детальний аналіз різних аспектів енергоспоживання та умов життя. Наведена характеристика об'єкта включає в себе визначення та аналіз різноманітних енергетичних систем, таких як системи опалення, електропостачання, водопостачання та вентиляції.

Аналіз обсягів споживання різних енергоносіїв, таких як електроенергія, холодна вода та газ, дає можливість виявити подальше вдосконалення енергетичної ефективності даного об'єкту.

Фактичні показники питомих тепловитрат на опалення квартири перевищують нормативні максимальні значення, що може свідчити про неефективне використання енергії та вимагає впровадження енергозберігаючих заходів.

У подальших етапах дослідження слід акцентувати увагу на покращенні енергоефективності об'єкта та зменшенні питомих тепловитрат у опалювальних періодах.

## 2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 2.1 Опис можливих енергозбережних заходів.

#### 2.1.1 Запровадження рекуператорів теплоти у систему вентиляції.

За результатами аналізу балансу витрат теплової енергії на опалення встановлено, що велика частка витрат тепла припадає на витрати системою витяжної вентиляції. Тому встановлення рекуператора теплоти здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію [1].

Запровадження рекуператорів теплоти у систему вентиляції приміщення – це є важливим кроком у покращенні енергоефективності та забезпеченні комфортних умов проживання. Рекуператори теплоти – це спеціальні пристрої, які дозволяють ефективно використовувати теплову енергію, яка видаляється при вентиляції приміщення.

Основною функцією рекуператорів теплоти є рекуперація тепла, яке втрачається під час вентиляції. У звичайних системах вентиляції тепла енергія викидається разом з витяжним повітрям, що призводить до втрати тепла, особливо в холодний період року. Рекуператори теплоти дозволяють ретельно відновлювати цю теплову енергію і використовувати її для підігріву свіжого, вхідного повітря.

Введення рекуператорів теплоти у систему вентиляції об'єкту буде мати кілька важливих переваг:

По-перше, це сприятиме зменшенню витрат енергії на опалення, оскільки тепло, яке втрачається при вентиляції, буде ефективно повертатися у приміщення;

По-друге, це допоможе створити стабільні та комфортні умови в житловому просторі, забезпечуючи постійний потік теплого повітря.

Взимку повітря, що подається в кімнату, підігрівається і зволожується теплим повітрям, який видаляється з кімнати (див. рис.2.1). Це не тільки знижує споживання енергії, але і покращує самопочуття.

Також важливо відзначити, що впровадження рекуператорів теплоти позитивно вплине на загальну енергоефективність, сприяючи зменшенню викидів парникових газів та відповідатиме вимогам сучасних стандартів енергозбереження. Такі заходи не лише сприятимуть зменшенню споживання енергії, але й допоможуть знизити витрати на опалення, що, в свою чергу, може призвести до економії коштів для мешканців.

Рекуператори теплоти є важливим кроком у створенні енергоефективного та екологічно чистого житлового простору, сприяючи сталому розвитку та зменшенню негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

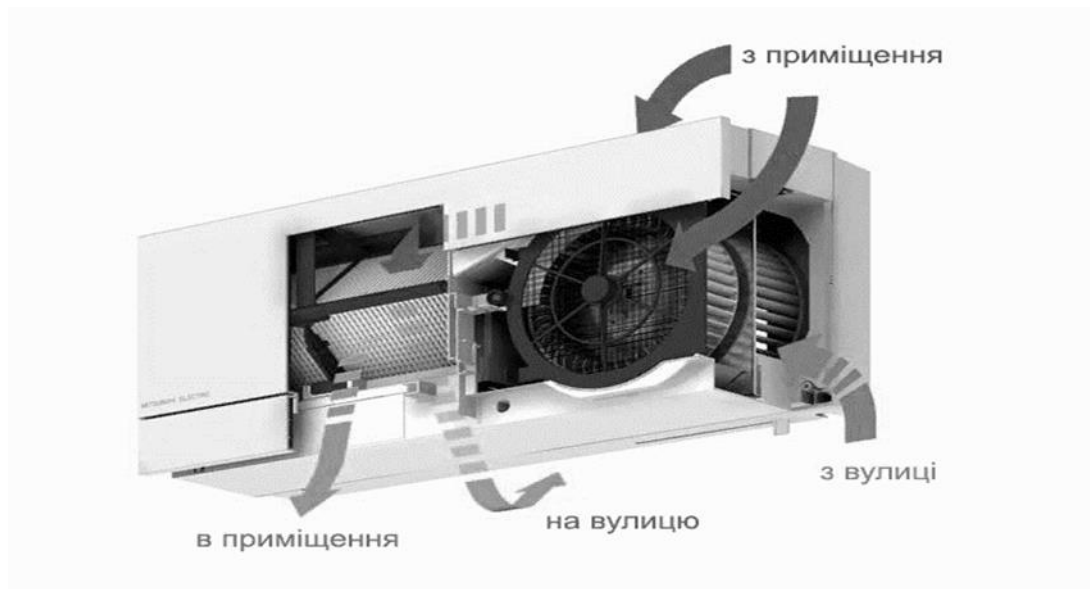


Рисунок 2.1 – Принципова схема рекуперації теплоти у системі вентиляції

### **2.1.2 Встановлення радіаторних тепловідбивних екранів.**

У зв'язку з тим, що в системі опалення використовуються два радіатори марки Kermi FTV 22, які є ключовим елементом для забезпечення комфортних теплових умов у приміщенні та з метою оптимізації ефективності опалювальних приладів і мінімізації втрат тепла через огорожувальні конструкції, що розташовані за радіаторами, рекомендується встановлення радіаторних рефлекторних екранів (див. рис. 2.2). Ці екрани будуть виготовлені з теплоізоляційного матеріалу товщиною від 5 до 10 мм, які вкриті алюмінієвою фольгою.



Рисунок 2.2 – Встановлення зарядіаторних тепловідбивних екранів

Такі дії спрямовані на запобігання втрат тепла у навколишнє середовище та раціональне використання теплової енергії опалювальних приладів протягом всього періоду їх експлуатації. При дотриманні чистої дзеркальної поверхні екрана, ефективність цього заходу забезпечить не лише оптимальні умови в приміщенні, але й економію енергоресурсів та запобіжить зайвим витратам тепла.

Важливо зазначити, що вплив опалювальних приладів на тепловий режим приміщення повинен відповідати розрахунковим тепловим втратам приміщення. Вибір конкретного приладу та методу його встановлення не повинен призводити до надмірних втрат тепла порівняно з розрахунковими втратами у навколишнє середовище. Такий підхід до використання опалювальних приладів є ключовим для досягнення енергоефективності та ефективного використання теплових ресурсів.

З урахуванням особливостей енергоспоживаючого обладнання на об'єкті, важливо розглянути можливість впровадження системи акумулювання електроенергії з метою оптимізації споживання та забезпечення автономної роботи у випадку блекауту. Зазначається, що така ситуація вже виникала та може повторно виникнути внаслідок військової агресії РФ проти України, що в подальшому може призвести до припинення подачі електроенергії.

### 2.1.3 Запровадження системи акумулювання електроенергії.

В умовах сучасного енергетичного середовища системи акумулювання електроенергії стають ключовим елементом для забезпечення ефективного та стабільного життєвого функціонування об'єктів. Однією з інноваційних та прогресивних технологій є система акумулювання, що працює від мережі 220В, інвертора-перетворювача напруги та акумулятора, надаючи нові можливості для оптимізації споживання електроенергії.

Інверторно-акумуляторна система – це сучасне та ефективне рішення для забезпечення незалежного живлення об'єкту. Ця система виконує важливу функцію додаткового резервного накопичувача електроенергії, працюючи на принципі зберігання електроенергії у спеціальних герметичних акумуляторах. Її основний принцип дії полягає в тому, що система автоматично накопичує електроенергію з існуючої мережі, щоб у разі аварійного відключення центральної мережі електропостачання надати негайне та безперебійне електроживлення пристроям і обладнанню.

Головна перевага інверторно-акумуляторної системи полягає в її здатності миттєво переключатися на режим живлення, що робить її ефективним засобом для забезпечення електричною енергією в умовах аварій або відключень електропостачання. Таке рішення не тільки гарантує стабільність життєвого простору в умовах непередбачуваних ситуацій, але і сприяє оптимізації споживання електроенергії.

Основні Компоненти Системи:

**Мережа 220В:** постачає електроенергію змінною напругою (зазвичай з частотою 50/60 Гц).

**Інвертор-перетворювач напруги:** використовується для перетворення постійного струму (DC) в змінний струм (AC). Основна його функція полягає в тому, щоб забезпечити ефективне використання електроенергії, яка зберігається в акумуляторах чи інших джерелах, для живлення різноманітних побутових та



електронних пристроїв, які використовують змінний струм. Інвертори-перетворювачі широко використовуються в системах альтернативної енергетики, підтримуючи автономні електроенергетичні системи та роблячи можливим використання акумуляторів для збереження та розподілу електроенергії. Вибір інвертора-перетворювача напруги для системи акумуляування залежить від сумарної потужності електроприладів.

**Акумулятор:** Основний компонент системи, який забезпечує збереження та розподіл електроенергії. Зазвичай використовуються літій-іонні акумулятори, оскільки вони відзначаються високою ефективністю та довговічністю. Літій-іонні акумулятори рекомендовані з урахуванням їх високої енергетичної щільності, довгого терміну служби та невеликої ваги, що сприяє їх ефективному використанню в системі акумуляування. У порівнянні з гелевими та лужними акумуляторами, літій-іонні мають значно більшу потужність, менше габарити і здатні працювати при широкому температурному діапазоні, що робить їх оптимальним вибором для систем енергозбереження та надійного живлення у різних умовах.

**Споживаючі Електроприлади:** Включають у себе освітлення, побутову техніку, комп'ютери тощо, які отримують енергію від системи акумуляування.

### **Керування та автоматика інверторно-акумуляторної системи.**

Автоматика та керування в системі акумуляування важливі для оптимізації ефективності та енергозбереження. Завдяки автоматичному керуванню, система може самостійно регулювати процеси заряджання та розряджання літій-іонних акумуляторів відповідно до потреб споживачів та періодів низьких тарифів на електроенергію. Це не лише забезпечує оптимальне використання збереженої енергії, але й дозволяє заощаджувати на витратах, використовуючи електроенергію в економічно вигідні періоди. Такий підхід сприяє зниженню витрат та підвищенню надійності системи.

Автоматика, що керує системою акумуляування, складається з комплексу електронних елементів та датчиків (рис.4). Основні компоненти автоматики

включають в себе мікроконтролер або програмований логічний контролер (ПЛК), який відповідає за обробку інформації та управління системою. Датчики вимірюють параметри, такі як напруга, струм, рівень заряду акумуляторів, а також можливо інші показники, що впливають на роботу системи. Ці дані передаються мікроконтролеру, який, в залежності від програмованої логіки, приймає рішення про регулювання заряджання та розряджання акумуляторів. Додатково можуть використовуватися інші елементи, такі як реле, транзистори, інтерфейсні модулі для комунікації з іншими системами, які можуть бути включені в енергозабезпечення. Цей комплекс елементів утворює інтелектуальну систему керування, яка автоматично пристосовується до змінних умов та вимог користувача.

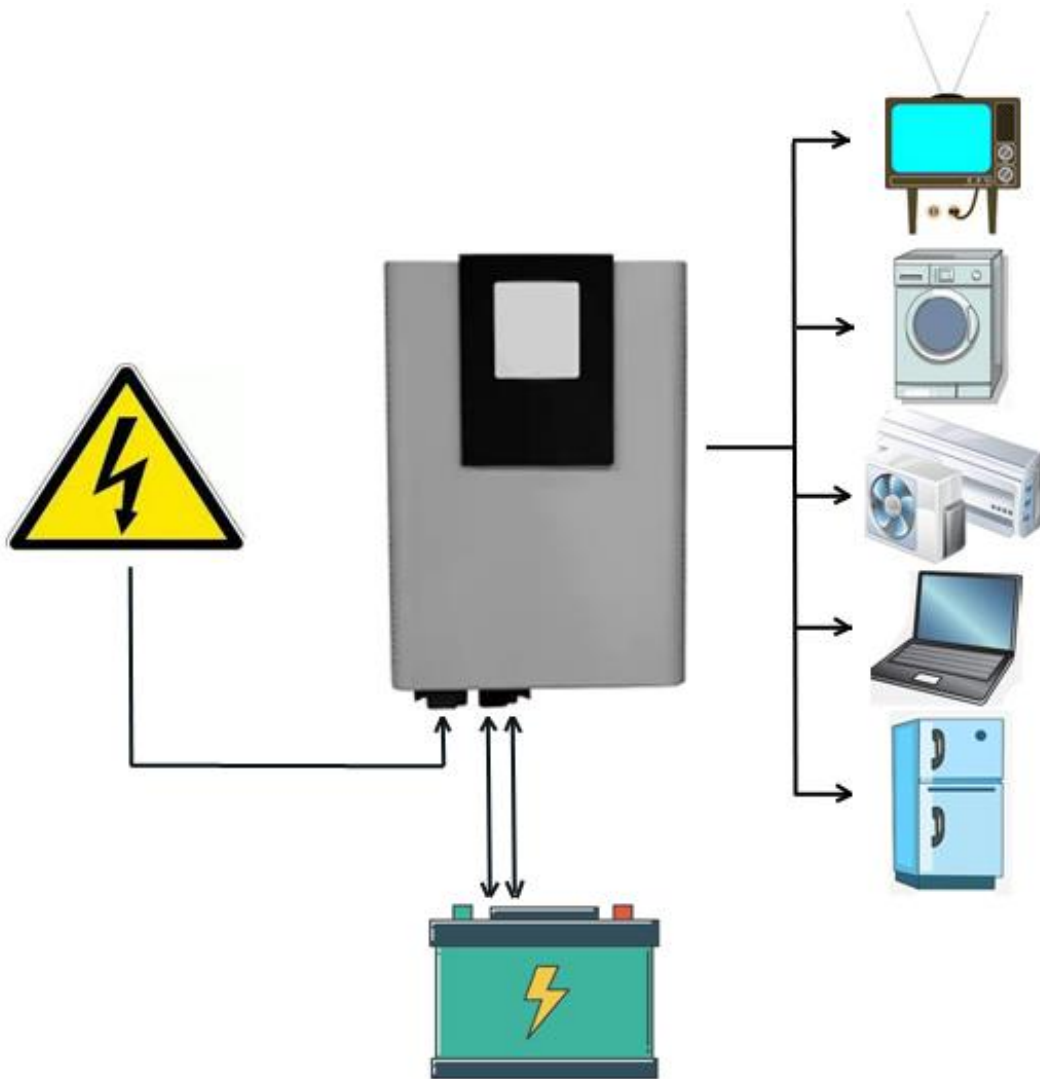


Рисунок 2.3 – Схема інверторно-акумуляторної системи.

## 2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів.

### 2.2.1 Розрахунковий аналіз з запровадження рекуператора теплоти.

Розрахунковий аналіз ефективності з запровадження енергозберіжного заходу з рекуперації теплоти у системі вентиляції приміщень проводиться за наступною методикою.

Масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор визначається за формулою:

$$G_{\text{рекуп}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{с}} \cdot k_q, \text{ кг/с} \quad (2.1)$$

де  $V_{\text{п}}$  – внутрішній об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{с}}$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho_{\text{с}}=1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$k_q$  – коефіцієнт витрати, приймається  $k_q=0,4$ .

$$G_{\text{рекуп}} = 97,9 \cdot 1,3 \cdot 0,4 = 50,91 \text{ кг/с} \quad (2.1)$$

Масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію визначається за формулою:

$$G_{\text{вент}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{с}} \cdot q, \text{ кг/с} \quad (2.2)$$

де  $V_{\text{п}}$  – внутрішній об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{с}}$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho_{\text{с}}=1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$q$  – коефіцієнт відносної витрати повітря, приймається 0,35.

$$G_{\text{вент}} = 97,9 \cdot 1,3 \cdot 0,35 = 44,54 \text{ кг/с} \quad (2.2)$$

Середня температура повітря, яка надходить у приміщення після системи рекуперації теплоти визначається за формулою:

$$t_{\text{ср.рек}} = \frac{G_{\text{рекуп}} \cdot t_{\text{ср.оп.}} + G_{\text{вент}} \cdot t_{\text{в}}}{G_{\text{рекуп}} + G_{\text{вент}}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.3)$$

де  $G_{\text{рекуп}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор, кг/с;

$G_{\text{вент}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію, кг/с.

$t_{\text{ср.оп}}$  – середня температура зовнішнього повітря для конкретної місцевості за опалювальний період,  $^\circ\text{C}$  [2];

$t_{\text{в}}$  – температура внутрішнього повітря приміщення,  $^\circ\text{C}$ ;

$$t_{\text{ср.рек}} = \frac{50,91 \cdot (-4,7) + 44,54 \cdot (24)}{50,91 + 44,54} = 8,69 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.3)$$

У випадку тільки витяжної вентиляції (природної) з припливом зовнішнього повітря крізь нещільності огорожувальних конструкцій або крізь спеціальні вентиляційні отвори розрахунок втрат теплоти на вентиляцію  $Q_{\text{вент}}$ , Вт, виконується за такою залежністю:

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot n_{\text{к}} \cdot k_{\text{в}} \quad (2.4)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{з.р}}$  – зовнішня розрахункова температура повітря,  $^\circ\text{C}$  [2];

$V_{\text{п}}$  – внутрішній об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_{\text{к}}$  – кратність повітрообміну приміщення,  $\text{год}^{-1}$ ;

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення внаслідок розташування в ньому різного обладнання (приймається  $k_{\text{в}} = 0,85$ ).

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 97,9 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (24 - (-4,7)) \cdot 1,28 \cdot 0,85 = 1118,31 \text{ Вт} \quad (2.4)$$

Середня кратність повітрообміну житлового будинку  $n_{\text{к}}$ ,  $\text{год}^{-1}$ , визначається за формулою

$$n_k = \frac{3 \cdot F_{\text{ж}}}{k_V \cdot V_{\text{п}}}, \quad (2.5)$$

де  $F_{\text{ж}}$  – площа (опалювальна площа) квартир житлового будинку,  $\text{м}^2$ , що визначається згідно з [3];

$V_{\text{п}}$  – внутрішній опалювальний об'єм приміщення у житловому будинку,  $\text{м}^3$ ;

$$n_k = \frac{3 \cdot 35,6}{0,85 \cdot 97,9} = 1,28 \quad (2.5)$$

При встановленій системі рекуперації теплоти, розрахунок втрат теплоти на вентиляцію  $Q_{\text{вент}}$ , Вт, виконується за такою залежністю:

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{ср.рек}}) \cdot n_k \cdot k_V \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot 97,9 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (24 - 8,69) \cdot 1,28 \cdot 0,85 = 596,56 \text{ Вт} \quad (2.6)$$

Економія теплової енергії визначається як різниця між втратами теплоти через вентиляцію без рекуператора та втратами теплоти зі встановленим рекуператором теплоти:

$$\Delta Q_{\text{в}} = Q_{\text{вент}} - Q_{\text{рекуп}}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

$$\Delta Q_{\text{в}} = 1118,31 - 596,56 = 521,75 \text{ Вт} \quad (2.7)$$

При автономній системі тепlopостачання будівлі, що обстежується, визначення витрат на генерацію тепла для умов нерегульованого (сталого) температурного режиму роботи системи протягом усього опалювального періоду  $E_{\text{ген}}$ , грн/рік, виконують за формулою [1]:

$$E_{\text{ген}} = 1,03 \cdot B \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з.п}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot S_{\text{п}}, \quad (2.8)$$

де 1,03 – коефіцієнт, що враховує нерозраховані втрати теплоти в теплопроводах (при задовільному їх стані);

$S_{\text{п}}$  – вартість палива, грн/м<sup>3</sup>;

$n_{\text{оп}}$  – кількість днів опалювального періоду [2];

$B$  – кількість витраченого палива для генерування відповідної кількості теплоти, м<sup>3</sup>/год:

$$B = \frac{3600 \cdot \Delta Q_{\text{в}}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta_{\text{ген}}}, \quad (2.9)$$

де 3600 – число переведення Вт у Дж (тепловий коефіцієнт);

$\Delta Q_{\text{в}}$  – економія теплової енергії, кВт;

$\eta_{\text{ген}}$  – ККД генератора теплоти (дорівнює величині ККД котла);

$Q_{\text{н}}^{\text{п}}$  – нижня робоча теплота згоряння палива (природний газ  $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 34000$  кДж/м<sup>3</sup>).

$$B = \frac{3600 \cdot 0,52175}{34000 \cdot 0,91} = 0,061 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.9)$$

$$E_{\text{ген}} = 1,03 \cdot 0,061 \cdot \frac{(24-8,69)}{(24-(-4,7))} \cdot 24 \cdot 195 \cdot 7,96 = 1\,240,51 \text{ грн/рік} \quad (2.8)$$

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{ген}}} = \frac{12\,732,00}{1\,240,51} = 10 \text{ років.} \quad (2.10)$$

## 2.2.2 Розрахунковий аналіз з запровадження радіаторних рефлекторних екранів.

Заради зниження втрат тепла у навколишнє середовище через конструкції, які розташовані за опалювальними приладами системи опалення, рекомендується встановлення радіаторних рефлекторних екранів товщиною 5–10 мм, які виготовлені із теплоізоляційного матеріалу та покриті алюмінієвою фольгою. Цей захід спрямований на уникнення втрат тепла в навколишнє середовище та економію тепла, витраченого опалювальними приладами, за умови збереження чистої дзеркальної поверхні екрана протягом усього періоду експлуатації.

Кількість виділеної теплової енергії опалювальним приладом у приміщенні, щоб забезпечити необхідні теплові умови, повинна відповідати розрахунковим втратам тепла з даного приміщення. Вибір конкретного опалювального приладу та його установка не повинні викликати перевитрати тепла порівняно з розрахунковими втратами у навколишнє середовище.

В якості рефлектора використовується фольгоізол, товщина якого становить 5 мм, а коефіцієнт теплопровідності складає 0,038 Вт/(м·К).

Втрати тепла через стіни без встановлених рефлекторних екранів, Вт [1]:

$$Q_{\text{стн}} = \frac{F_{\text{стн}}}{R_o} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.п.}}) \cdot 1,05 \quad (2.11)$$

де  $F_{\text{стн}}$  – розрахункова площа зовнішніх стін за внутрішніми її межами [14], м<sup>2</sup>;  
 $R_o$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків та зіставлення  $R_{\Sigma\text{пр}}$  і  $R_{q\text{min}}$ ), м<sup>2</sup>·°C/Вт.

Тобто у формулу підставляється або  $R_{\Sigma\text{пр}}$  або  $R_{q\text{min}}$ ; [14]

$t_{\text{в}}$  – внутрішня температура приміщення, °C;

$t_{\text{з.п.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C [14].

$$Q_{\text{стн}} = \frac{(0,6 \cdot 0,8)}{3,3} \cdot (24 - (-4,7)) \cdot 1,05 = 4,38 \text{ Вт} \quad (2.11)$$

Теплові втрати через стіни за рік, кВт·год/рік [1]:

$$Q_{\text{СТН}}^{\text{рік}} = Q_{\text{СТН}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{ср.оп.}})}{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{з.р.}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot 10^{-3} \quad (2.12)$$

де  $Q_{\text{СТН}}$  – розрахункова величина тепловтрат через стіни, Вт;

$t_{\text{в}}^{\text{сп}}$  – внутрішня температура приміщень будівлі (осереднена за приміщеннями), °С;

$t_{\text{ср.оп.}}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період [2], °С;

$t_{\text{з.р.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$n_{\text{оп}}$  – тривалість опалювального періоду, діб.

$$Q_{\text{СТН}}^{\text{рік}} = 4,38 \cdot \frac{(24-8)}{(24-(-4,7))} \cdot 24 \cdot 195 \cdot 10^{-3} = 11,43 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.12)$$

Сумарний тепловий опір стін та рефлекторів,  $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ :

$$R_{\text{сум}} = R_{\text{о}} + R_{\text{р}} \quad (2.13)$$

де  $R_{\text{р}}$  – величина опору теплопередачі рефлекторного екрана,  $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ .

$$R_{\text{сум}} = 3,3 + \frac{0,005}{0,038} = 3,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} \quad (2.13)$$

Річна економія теплової енергії при використанні рефлекторних тепловідбивних екранів кВт·год:

$$Q_{\text{рік1}}^{\text{ЕК}} = Q_{\text{СТН}}^{\text{рік}} \cdot \left( \frac{F_{\text{р}}}{F_{\text{СТН}}} \right) \cdot \left( 1 - \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{сум}}} \right) \quad (2.14)$$



де  $F_p$  – розрахункова площа рефлекторного екрана, в  $m^2$ .

Рекомендується використовувати площу опалювального приладу в межах його периметра, збільшену у 1,2–1,5 рази.

$$Q_{\text{рік1}}^{\text{ЕК}} = 11,43 \cdot \left(\frac{0,65}{0,48}\right) \cdot \left(1 - \frac{3,3}{3,43}\right) = 0,62 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.14)$$

Економія зменшення теплового потоку, переданого поверхні стіни в результаті випромінювання, розраховується як різниця енергії випромінювання між випадками до та після встановлення рефлекторного екрана за опалювальним пристроєм і визначається за наступною формулою, Вт:

$$Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} = C_s \cdot \left[ \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] \cdot F_p \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon_1^{-1} + \varepsilon_{2.1}^{-1} - 1} - \frac{1}{\varepsilon_1^{-1} + \varepsilon_{2.2}^{-1} - 1} \right) \quad (2.15)$$

де  $C_s = 5,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

$T_1$  – розрахункова температура поверхні опалювального приладу, К;

Середнє значення розрахункової температури поверхні опалювального приладу (визначене на основі вимірювань) – 55 °С;

$T_2$  – розрахункова температура стіни за опалювальним пристроєм (визначається як  $T_1/1,5$ ), К;

$\varepsilon_1$  – ступінь чорноти радіатора (пофарбованого у білий колір) = 0,1;

$\varepsilon_{2.1}$  – ступінь чорноти поверхні за радіатором стіни (зі світлою фарбою) = 0,2;

$\varepsilon_{2.2}$  – ступінь чорноти тепловідбивача (рефлекторного екрана) = 0,01.

$$Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} = 5,7 \cdot \left[ \left(\frac{328}{100}\right)^4 - \left(\frac{219}{100}\right)^4 \right] \cdot 0,65 \cdot \left( \frac{1}{0,1^{-1} + 0,2^{-1} - 1} - \frac{1}{0,1^{-1} + 0,01^{-1} - 1} \right) = 20,89 \text{ Вт} \quad (2.15)$$

Річна економія теплової енергії за рахунок зменшення випромінювання, кВт·год:

$$Q_{\text{рік2}}^{\text{ЕК}} = Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} \cdot n_{\text{оп}} \cdot 24 \cdot 10^{-3} \quad (2.16)$$

$$Q_{\text{рік2}}^{\text{ЕК}} = 20,89 \cdot 195 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 97,77 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.16)$$

Річна економія теплової енергії внаслідок впровадження заходу з установаження рефлекторного екрана за опалювальними приладами складатиме, кВт·год/рік:

$$\sum Q_{\text{екр}}^{\text{ЕК,рік}} = Q_{\text{рік1}}^{\text{ЕК}} + Q_{\text{рік2}}^{\text{ЕК}} = 0,62 + 97,77 = 98,39 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.17)$$

або

$$\sum Q_{\text{екр}}^{\text{ЕК,рік}} = 0,085 \text{ Гкал/рік} \quad (2.17)$$

На основі проведених розрахунків встановлено, що використання рефлекторних екранів з фольгоізолу товщиною 5 мм з коефіцієнтом теплопровідності 0,038 Вт/(м·К) ефективно зменшує тепловтрати через стіни. Річна економія теплової енергії за рахунок встановлення рефлекторів становить 98,39 кВт·год/рік або 0,085 Гкал/рік.

Рекомендується використання рефлекторів для подальшого зниження тепловтрат. При цьому, слід систематично перевіряти стан і ефективність рефлекторів, забезпечуючи їхню чистоту та цілісність протягом усього терміну експлуатації.

Встановлення фольгоізолу з алюмінієвою фольгою для радіаторних рефлекторних екранів розміром 0,6x0,8 м на два радіатори вимагатиме приблизно 1,3 м<sup>2</sup> матеріалу.

З урахуванням вартості 156,00 грн./м<sup>2</sup>, витрати на матеріали становитимуть приблизно 202,80 грн.

Річна економія теплової енергії внаслідок встановлення радіаторних рефлекторних екранів оцінюється у 98,39 кВт·год/рік, що еквівалентно 259,75 грн. за поточними тарифами.

Простий термін окупності заходу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{202,80}{259,75} = 0,78 \text{ років.} \quad (2.18)$$

Отже, витрати на матеріали будуть окуплені протягом короткого періоду, менше одного року.

### **2.3 Висновки за розділом.**

Даний розділ був необхідний для здійснення розрахункового аналізу та оцінки потенційних енергозберігаючих заходів для підвищення ефективності енергоспоживання об'єкту.

Запровадження енергозберігаючих заходів, зокрема рекуператорів теплоти у систему вентиляції, радіаторних рефлекторних екранів та інверторно-акумуляторної системи, виявилось обґрунтованим та перспективним для підвищення енергоефективності об'єкту.

Впровадження рекуператорів теплоти в систему вентиляції дозволяє ефективно використовувати теплову енергію, що видаляється при вентиляції.

Встановлення зарадіаторних рефлекторних екранів для оптимізації ефективності опалювальних приладів та мінімізації втрат тепла зменшує тепловтрати через огорожувальні конструкції, що розташовані за радіаторами.

Впровадження системи акумуляування електроенергії сприятиме оптимізації споживання та забезпеченню автономної роботи об'єкту, а також зменшує залежність від зовнішніх енергетичних джерел.

Загальний розрахунковий аналіз свідчить про те, що запропоновані енергозберігаючі заходи не лише спрямовані на оптимізацію енергоспоживання, але й мають потенціал для зменшення витрат та підвищення енергетичної ефективності.

Впровадження рекуператора теплоти має простий термін окупності на рівні 10 років. Цей період може бути вищий порівняно із деякими іншими

енергозберігаючими заходами, але його ефективність може збільшити комфорт у приміщенні та призвести до певних заощаджень у витратах на опалення.

Встановлення зарядіаторних рефлекторних екранів з фольгоізолу має дуже короткий термін окупності - всього 0,78 років. Це свідчить про високу ефективність та швидкість повернення витрат на матеріали. Рекомендується впровадження цього заходу, оскільки воно економічно вигідне і призводить до економній у витратах на опалення.

Результати розрахунків показали, що впровадження цих заходів є обґрунтованим та може призвести до значних економічних результатів.

## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на досліджуваному об'єкті.**

Охорона праці має величезне значення для мешканців, саме вона контролює фізичний стан людини, що не може не позначитись на його житті, здоров'ї.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною складовою життєдіяльності будь-якого об'єкту, особливо житлового приміщення. Забезпечення безпеки проживання мешканців передбачає комплексний аналіз небезпечних та шкідливих факторів.

У цьому розділі аналізується небезпека, шкідливі фактори для людини та навколишнього середовища. Він охоплює, зокрема, гігієни навколишнього середовища, технічні рішення для безпеки під час проживання та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Захист праці визначається українським законодавством, зокрема Законом України "Про охорону праці", трудовим кодексом України, а також міжнародними стандартами, такими як директиви та конвенції Міжнародної організації праці (МОП) [15]:

1. ДНАОП 0.00-1.32-01: Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;
2. ДНАОП 1.1.10-1.01-97: Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
3. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017);
4. Правила технічної експлуатації енергооб'єктів;
5. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017);
6. ДНАОП 0.00-8.20-99. Порядок проведення експертизи електроустановок споживачів;
7. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів;
8. ДНАОП 1.1.10-1.07-01: Правила експлуатації електрозахисних засобів;

9. ДНАОП 0.00-8.19-99: Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів;

10. ДНАОП 0.00-1.21-98: Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;

11. Техніка безпеки енергооб'єктів.

Основними потенційними небезпеками є:

- Небезпека ураження електричним струмом: Виникнення небезпеки пов'язане з недотриманням правил електробезпеки та можливістю виходу з ладу електроприладів. Для попередження подібних ситуацій слід ретельно виконувати технічний огляд електромережі та розташованих в приміщенні електроприладів;

- Вплив незадовільних параметрів повітряного середовища: Неправильне проектування системи вентиляції або її несправність можуть призвести до негативного впливу на здоров'я людини. Рекомендується проводити систематичний моніторинг та обслуговування вентиляційної системи;

- Небезпека загоряння: спричинена несправністю електричного обладнання чи порушенням правил протипожежної безпеки. Важливо ретельно дотримуватися всіх вимог щодо обслуговування електроустаткування та організації протипожежного захисту.

З метою забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності рекомендується використовувати послуги виконавчих фірм, які мають ліцензійну та дозвільну документацію. Важливо забезпечити регулярне навчання мешканців з питань техніки безпеки та дій в надзвичайних ситуаціях для максимальної готовності до екстрених випадків.

Регулярне навчання мешканців з питань техніки безпеки та дій в надзвичайних ситуаціях є важливим з кількох причин:

1. Максимальна готовність до екстрених випадків: Знання правил техніки безпеки та навичок дій в надзвичайних ситуаціях дозволяє мешканцям ефективно та швидко реагувати в екстрених ситуаціях. Готовність до дій зменшує ризик травм та може врятувати життя;

2. Зменшення ризиків та шкідливого впливу: Розуміння та виконання правил техніки безпеки сприяє запобіганню небезпекам та мінімізації можливих ризиків виникнення надзвичайних ситуацій. Це також може зменшити можливість матеріальних збитків та шкідливого впливу на довкілля.;

3. Ефективна організація евакуації: Знання процедур евакуації та безпечних місць у разі надзвичайних ситуацій допомагає мешканцям швидко та організовано покинути небезпечні зони, що може бути критично важливим для їхньої безпеки.

4. Підвищення свідомості та відповідальності: Навчання з техніки безпеки сприяє формуванню свідомого ставлення до ризиків та відповідальності за власну безпеку та безпеку оточуючих.

5. Залучення громади: Регулярні тренування та навчання створюють можливість для спільної підготовки та взаємодії мешканців у разі надзвичайних ситуацій, що сприяє формуванню солідарності та взаємопідтримки в громаді.

### **3.2 Розрахунок кратності повітрообміну.**

Рекомендовано провести розрахунок кратності повітрообміну у житловому приміщенні. Проведення розрахунку кратності повітрообміну у житловому приміщенні, такому як квартира, має важливе значення з точки зору охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Основні причини включають:

1. Забезпечення безпечного вентиляційного обміну: Розрахунок кратності повітрообміну визначає оптимальний об'єм свіжого повітря, необхідного для забезпечення безпечних та комфортних умов для мешканців. Це особливо важливо в ситуаціях надзвичайних подій, коли може бути обмежений доступ до зовнішнього повітря;

2. Мінімізація ризиків внаслідок витоків газів: Правильно розрахована кратність повітрообміну може зменшити ризик утворення великої концентрації газів (наприклад, при аварії на газопроводі). Швидкий та ефективний вентиляційний обмін може сприяти виведенню небезпечних газів та забезпечити безпеку мешканців;

3. Зменшення ризику отруєння вуглекислою та іншими шкідливими речовинами: Відсутність ефективного повітрообміну може призвести до збільшення концентрації вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, що може бути особливо небезпечним у випадку пожежі чи інших надзвичайних ситуацій;

4. Підвищення ефективності систем евакуації: Ефективна вентиляція сприяє кращій видимості та усуненню задимлення в разі пожежі, полегшуючи процес евакуації та рятувальних робіт;

5. Забезпечення здоров'я та психоемоційного комфорту: Постійний доступ до свіжого повітря впливає на фізичне та психічне здоров'я мешканців, особливо у ситуаціях стресу чи надзвичайних обставин.

Отже, проведення розрахунку кратності повітрообміну важливе для забезпечення безпеки та ефективності житлового приміщення в надзвичайних ситуаціях.

Визначимо необхідний рівень механічного повітрообміну в стандартних умовах, коли в приміщенні немає великої кількості людей і шкідливих домішок у повітрі (ванна кімната, суміщений санвузол, побутова кухня, житлова кімната і підсобні приміщення).

Один із стандартних методів розрахунку повітрообміну полягає у врахуванні об'єму приміщення  $V_{\text{прим}}$  та визначенні необхідного коефіцієнта кратності повітрообміну  $K_{\text{ПО}}$ , що представляє собою кількість циклів повної заміни повітря в приміщенні протягом однієї години.

Згідно з чинними будівельними стандартами (ДБН В.2.5-67:2013), рекомендована кратність повітрообміну для житлових кімнат становить від 1 до 1,5 циклів на годину [16].

$$L = V_{\text{прим}} \cdot K_{\text{ПО}} = 35,6 \cdot 1,28 = 125,31 \text{ м}^3/\text{год}$$



### **3.3 Висновки за розділом.**

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях є важливою складовою частиною нашого дослідження.

На досліджуваному об'єкті був проведений комплексний аналіз ризиків та шкідливих впливів для людей та навколишнього середовища.

Було ідентифіковано основні потенційні небезпеки, такі як ризик ураження електричним струмом, негативний вплив на якість повітря через систему вентиляції та можливість загоряння внаслідок несправностей електрообладнання. Висновок полягає в тому, що ретельна організація системи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях є важливою для забезпечення безпеки мешканців.

Проведено розрахунок кратності повітрообміну. За отриманим значенням кратності повітрообміну "1,28" та результатом, який вказує на необхідний об'єм вентиляційного повітря у розмірі 125,31 куб.метрів на годину, можна зробити висновок, що встановлення ефективної системи вентиляції на об'єкті є важливим етапом для забезпечення оптимального клімату та комфорту в приміщенні. Враховуючи ці дані, можна розглядати та розробляти відповідні заходи з покращення якості повітря в приміщенні, що впливає на здоров'я та благополуччя мешканців. Використання таких розрахунків стає важливим елементом з точки зору ефективності та стандартів охорони здоров'я.

Загалом, цей розділ допомагає ідентифікувати та розуміти потенційні ризики та визначає ефективні заходи для забезпечення безпеки праці та надзвичайних ситуацій на досліджуваному об'єкті.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі надається комплексне енергетичне обстеження однокімнатної квартири у багатоквартирному житловому комплексі за адресою м. Ірпінь, вул. Ново-Оскольська, буд. 1. Об'єкт дослідження має площу 35,6 м<sup>2</sup> та розташований на 4 поверсі 5-поверхового будинку, зданого в експлуатацію у 2013 році.

В енергетичному обстеженні визначено основні завдання, а саме виявлення резервів для зменшення енерговитрат та підвищення енергоефективності об'єкта. Описано сутність енергетичного обстеження та аудиту як інструменту для систематизації та оптимізації енергоспоживання у приватній оселі.

Загальні характеристики об'єкта включають технічні деталі будівлі, інженерне обладнання, постачальників енергоносіїв та інші аспекти.

Описано експлуатаційні характеристики систем енергопостачання, зокрема систему опалення, електропостачання, водопостачання та вентиляції.

Аналіз систем споживання енергоносіїв вказує на неефективне використання енергії та потребує вдосконалення. Є необхідність на впровадження енергозберігаючих заходів для підвищення енергоефективності об'єкта. Цей аналіз свідчить про актуальність удосконалення енергетичних показників об'єкта та визначає напрямки подальших досліджень з метою покращення енергоефективності та зменшення витрат енергоносіїв у опалювальний період.

Рекомендовано:

1. Запровадження інверторно-акумуляторної системи для забезпечення незалежного живлення об'єкту є рекомендованим заходом з кількох ключових причин:

- Ефективність та стабільність живлення: Система надає автономне джерело електроенергії, що є критичним для забезпечення функціонування об'єкту в умовах аварій або відключень електропостачання;
- Безперебійне живлення: Однією з ключових переваг інверторно-акумуляторної

системи є її здатність миттєво переключатися на режим живлення, що забезпечує безперебійне електроживлення пристроям та обладнанню в разі відключення центральної мережі електропостачання;

- Оптимізація споживання електроенергії: Система дозволяє оптимально використовувати збережену електроенергію, що є важливим чинником для ефективного управління витратами та використання електроенергії в економічно вигідні періоди;

- Використання літій-іонних акумуляторів: Застосування літій-іонних акумуляторів в системі враховує їх високу енергетичну щільність, довгий термін служби та легку вагу, що сприяє їх ефективному використанню в системі акумуляування;

- Керування та автоматика: Система обладнана автоматикою та керуванням, які дозволяють оптимізувати ефективність та забезпечити енергозбереження. Автоматичне регулювання заряджання та розряджання акумуляторів забезпечує оптимальне використання збереженої енергії.

Отже, рекомендації базуються на тому, що інверторно-акумуляторна система не лише гарантує надійне електроживлення в екстрених ситуаціях, але й дозволяє оптимально використовувати електроенергію, забезпечуючи стабільність та ефективність енергозабезпечення об'єкту.

2. Запровадження енергозбережного заходу з рекуперації теплоти. Цей захід базується на ретельному розрахунку ефективності та економічній вигідності даного заходу.

Декілька ключових висновків можна зробити:

- Впровадження рекуператорів теплоти в систему вентиляції дозволяє ефективно використовувати теплову енергію, що видається при вентиляції;

- Зменшення втрат тепла через вентиляцію та підвищення комфортних умов проживання;

- Розрахунок втрат теплоти на вентиляцію виконувався як для системи без

рекуперації, так і з рекуператором;

Без рекуперації втрати становлять 1118,31 Вт, а з рекуперацією - 596,56 Вт.

- Економія теплової енергії, визначена як різниця між втратами теплоти без рекуперації та з рекуператором, становить 521,75 Вт;
- Розраховані витрати на генерацію тепла для системи з рекуперацією становлять 1 240,51 грн/рік. Простий термін окупності заходу складає 10 років.

Отже, рекомендація базується на тому, що встановлення системи рекуперації теплоти призводить до економії теплової енергії, знижує витрати на опалення. Термін окупності в 10 років може бути вищий порівняно із деякими іншими енергозберігаючими заходами, але його ефективність збільшує комфорт у приміщенні та призводить до заощаджень у витратах на опалення.

### 3. Встановлення зарядіаторних рефлекторних екранів з фольгоізолу.

Декілька ключових висновків:

- Використання рефлекторних екранів з фольгоізолу показало високу ефективність у зменшенні тепловтрат. Розрахунки свідчать про річну економію теплової енергії в розмірі 98,39 кВт·год/рік або 0,085 Гкал/рік;
- Для встановлення зарядіаторних рефлекторних екранів з фольгоізолу розміром 0,6x0,8 м на два радіатори потрібно близько 1,3 м<sup>2</sup> матеріалу. Витрати на матеріали оцінюються на суму приблизно 202,80 грн;
- Термін окупності заходу становить всього 0,78 років. Це означає, що витрати на встановлення рефлекторних екранів є доцільними та обґрунтованими.

Отже, встановлення зарядіаторних рефлекторних екранів з фольгоізолу є високоефективним та економічно вигідним заходом для оптимізації ефективності опалювальних приладів, що призводить до значної економії витрат на опалення за короткий період часу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів» із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд» / укладачі: С. С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50 с.)

2. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.

3. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.

4. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 "Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель", зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.

5. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.

6. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.

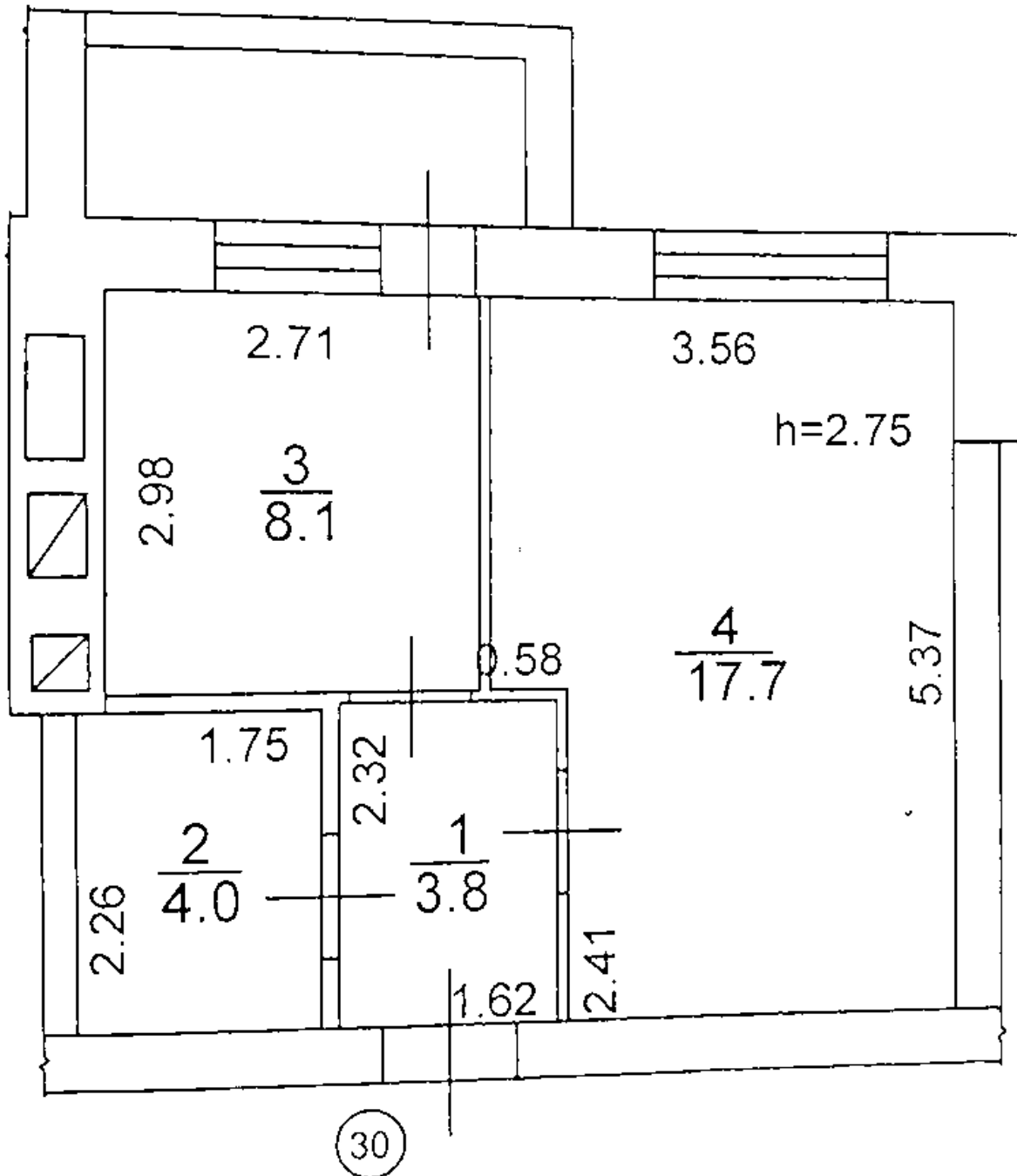
7. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 2662985; чинний з 01.01.2013. – К.: НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).

8. Правила безпеки експлуатації електроустановок споживачів. – Київ, 2002. 12с. (Розділ 2 - Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок).

9. Правила улаштування електроустановок [Текст]: вид.3-є, перероб. I доп. Офіц. Вид. Київ : Міненерговугілля України, 2018. 736 с.
10. ДБН В.1.2-11-2008. Основні вимоги до будівель і споруд економія енергії.
11. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги".
12. [Електронний ресурс]: <https://pravda.cn.ua/kombinirovannaja-sistema-otoplenija-v-chem-preimushhestva/>
13. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінрегіон України, 2021. – 27 с.
14. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2017. – 30 с.
15. Курс лекцій дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів енергетичних спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст» і «магістр» / Укл.: Л. Д. Третьякова. – К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2016. – 110 с.
16. ДБН В.2.5-67:2013 ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ (розробник Інститут «УкрНДІспецбуд»).

# ДОДАТОК А

План



# ДОДАТОК Б

## Технічні характеристики газового котла

# DOMProject C 24 D

# Ferroli

### UA

#### 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Уважно прочитайте ці заходи безпеки, які містяться в даній брошурі. І зберігайте їх надалі кудиінде, яке становить невід'ємну частину постановки та яке має завжди зберігатися для монтажу і технічного обслуговування.

Уважно прочитайте цю брошуру, як містяться в даній брошурі. І зберігайте їх надалі кудиінде, яке становить невід'ємну частину постановки та яке має завжди зберігатися для монтажу і технічного обслуговування.

Виробник і постачальник не несуть відповідальності за шкоду, завдану або невідповідність вказанок з цього керівництва.

Геть не дивіться будь-які роботи з монтажу або технічного обслуговування, від'єднати агрегат від мережі живлення, здійснивши вимкнення установки або технічного обслуговування, від'єднати агрегат від мережі живлення і/або погані роботи агрегату, вимкніть його, утримуючи від будь-якої спроби подальшого або прямого втручання. Звертайте увагу на вказівки до роз'єднання функцій. Функції або деталі мають вводитися тільки кваліфікованими фахівцями та лише з використанням оригінальних частин агрегату. Не використовуйте виходок чи інші пристрої, які не вказані в інструкції. Для безпеки не використовуйте агрегат без належних заходів безпеки. Не допускайте використання агрегату особами (у тому числі дітьми) з обмеженими фізичними, сенсорними або розумовими можливостями або особами без належного досвіду і знань, якщо вони не перебувають під безперервним наглядом або прямим супроводом щодо правильного використання агрегату.

Утилізація агрегату і його компонентів має проводитися належним чином, відповідно до діючого законодавства.

Зображення наведені в цій інструкції, дають спрощене уявлення про виріб. Тому можливі незначні та не принципові розходження з виробом, який поставитиметься.

#### 2. ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

##### 2.1 Представлення

DOMProject C 24 D це тепловий генератор з високим коефіцієнтом корисної дії для виробництва гарячої сантехнічної води та для опалення, придатний працювати на природному газі або GPL (зрідженому нафтовому газі: пропан, бутан), оснащений електронним запаленням, мікропроцесорною системою керування, призначений для встановлення всередині приміщень або зовні, у частково захищеному середовищі (згідно до норми EN 297(A6)) при температурах не вище за -5°C.

##### 2.2 Панель команд

Панель



- Ключові позначення на панелі мал. 1**
- 1 Кнопка для зниження заданої температури в системі ГВП
  - 2 Кнопка для підвищення заданої температури в системі опалення
  - 3 Кнопка для зниження заданої температури в системі опалення
  - 4 Кнопка для підвищення заданої температури в системі опалення
  - 5 Дисплей
  - 6 Кнопка відновлення - вибору режиму Estate/Inverno (Літо/Зима) - Меню "Плавальна температура"
  - 7 Кнопка вибору режиму Eco/Comfort (Економія/Комфорт) - on/off (Увімкнення/Вимкнення) агрегата
  - 10 Індикація режиму Літо
  - 11 Індикація багатofункціональності
  - 12 Індикація режиму Eco (Економія)
  - 16 Індикація увімкненого пальника і рівня поточної потужності (блимає під час сигналізації аномального горіння)
  - 15 Підключення Інструментів для обслуговування
  - 17 Гідрометр

**Індикація під час роботи**

**Опалення**  
 Під час запити на опалення (згенерованого кімнатним термостатом або дистанційним хроностатом), на дисплеї з'являється поточна температура опалення (поз 11 - мал. 1) і під час очікування на опалення - напис "d2"

**ГВП**  
 Під час запити на ГВП (згенерованого споживанням гарячою сантехнічної води), на дисплеї з'являється поточна температура гарячої води (поз. 11 - мал. 1) по черзі з написом "SA" (ГВП) і під час очікування на видачу гарячої води - напис "d1"

**Неполадка**  
 У разі неполадки (див. сар. 4.4) на дисплеї з'являється код неполадки (поз 11 - мал. 1) і під час очікування (якщо вимагається безпекою) з'являються написи "d3" і "d4"

#### 2.3 Увімкнення і вимкнення

##### Підключення до електричної мережі

- Протягом перших 5 секунд на дисплеї з'явиться також версія ПЗ електронної плати
- Відкрийте газовий вентиль на вході в котел.
- Котел готувий до автоматичної роботи кожного разу, коли відбувається споживання гарячої води або постулає запит на опалення (від кімнатного термостата або дистанційного хроностата).

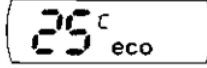
##### Вимкнення та увімкнення котла

Натисніть кнопку on/off (увімкн/вимкн) (поз 7 - мал. 1) на 5 секунд



мал. 2 - Вимкнення котла

Навіть у вимкненому котлі електричне живлення ще подається на електронну плату. Режим опалення та гарячого водопостачання вимкнено. Режим роботи системи проти замерзання залишається активованим. Для повторного увімкнення котла знову натисніть кнопку on/off (поз 7 - мал. 1) на 5 секунд.



мал. 3

Котел буде негайно готовий до роботи кожного разу, коли відбувається споживання гарячої води або постулає запит на опалення (від кімнатного термостата або дистанційного хроностата).



При вимкненні електричного живлення та/або газу від агрегату система проти замерзання не працюватиме. Якщо ви не користуватиметесь агрегатом апродовж тривалого часу взимку, тоді, щоб запобігти його uszkodженню через замерзання, рекомендується злити всю воду з котла - як з контуру гарячої водопостачання, так і з контуру опалення; або злити воду лише з контуру гарячого водопостачання і вестти антифриз в контур опалення, додержуючись усього передбаченого в сар. 3.3

#### 2.4 Регулювання

##### Перемикання Estate/Inverno (Літо/Зима)

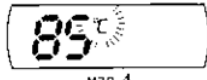
Натисніть кнопку Estate/Inverno (Літо/Зима) (див. 6 - мал. 1) на 2 секунд

На дисплеї спалахув позначка Estate (Літо) (див. 10 - мал. 1); Котел працюватиме лише на вироблення сантехнічної води. Режим роботи системи проти замерзання залишається активованим.

Для скасування режиму Estate (Літо) знову натисніть кнопку Estate/Inverno (Літо/Зима) (6 - мал. 1) на 2 секунд.

##### Регулювання температури опалення

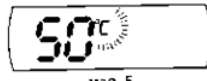
Використовуйте кнопки опалення (поз 3 та 4 - мал. 1) для зміни температури від мінімальної (30 °C) до максимальної (85 °C), ми радимо не користуватися котлом при температурі нижчій за 45°C



мал. 4

##### Регулювання температури гарячої сантехнічної води

Використовуйте кнопки системи ГВП (поз. 1 та 2 - мал. 1) для зміни температури від мінімальної 40°C до максимальної 50°C.



мал. 5

##### Регулювання кімнатної температури (за допомогою кімнатного термостата, який постачається за окремим замовленням)

За допомогою кімнатного термостата встановіть бажану температуру у приміщенні. У разі відсутності кімнатного термостату температура у котлі буде підтримуватися на заданому значенні уставки

##### Регулювання кімнатної температури (за допомогою дистанційного хроностата, який постачається за окремим замовленням)

За допомогою дистанційного хроностата встановіть бажану температуру у приміщенні. Температура у приміщенні регулюватиметься по бажанню. За інформацією щодо роботи дистанційного хроностату зверніться до відповідного керівництва користувача.

##### Вибір ECO/COMFORT (ЕКОНОМІЯ/КОМФОРТ)

Котел має спеціальний пристрій, який забезпечує підвищену швидкість вироблення гарячої сантехнічної води та максимальний комфорт для користувача. Коли пристрій є активним (режим КОМФОРТ - COMFORT), вода, що міститься у котлі, підтримується при відповідній температурі, що дозволяє негайно отримати гарячу воду на виході з котла при відкритті крану.

Користувач може вимкнути пристрій (економічний режим ECO), натиснувши на кнопку eco/comfort (поз 7 - мал. 1). В режимі ЕКОНОМІЯ ECO на дисплеї з'являється символ ECO (поз 12 - мал. 1). Для увімкнення режиму COMFORT (Комфорт) знову натисніть кнопку eco/comfort (економія/комфорт) (поз 7 - мал. 1)

UA

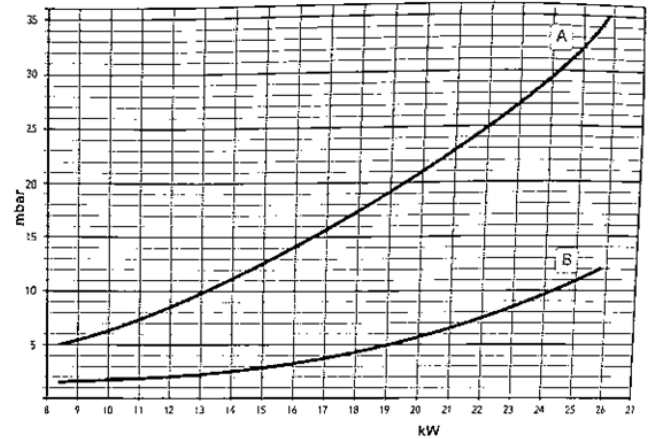


### 5.3 Таблиця технічних даних

Дані	Одиниця виміру	DOMIproject C 24 D	
Максимальна теплопродуктивність	кВт	25.8	(Q)
Мінімальна теплопродуктивність	кВт	8.3	(Q)
Максимальна теплова потужність системи опалення	кВт	23.5	(P)
Мінімальна теплова потужність системи опалення	кВт	7.0	(P)
Максимальна теплова потужність системи ГВП	кВт	23.5	
Мінімальна теплова потужність системи ГВП	кВт	7.0	
Коефіцієнт корисної дії $\eta_{max}$ (80-60°C)	%	91.0	
Коефіцієнт корисної дії 30%	%	89.6	
Клас ефективності за директивою 92/42 ЕЕС		★★	
Клас емкості NOx		3 (<150 мг/кВт год)	(NOx)
Форсуни паливника G20	Шт. х Ш	11 x 1.35	
Тиск газу живлення G20	мбар	20.0	
Максимальний тиск газу в паливнику (G20)	мбар	12.0	
Мінімальний тиск газу в паливнику (G20)	мбар	1.5	
Макс. витрати газу G20	м <sup>3</sup> /год	2.73	
Мін. витрати газу G20	м <sup>3</sup> /год	0.88	
Форсуни паливника G31	Шт. х Ш	11 x 0.79	
Тиск газу живлення G31	мбар	37	
Максимальний тиск газу в паливнику (G31)	мбар	35.0	
Мінімальний тиск газу в паливнику (G31)	мбар	5.0	
Макс. витрати газу G31	м <sup>3</sup> /год	2.00	
Мін. витрати газу G31	м <sup>3</sup> /год	0.65	
Максимальний робочий тиск в системі опалення	бар	3	(BMT)
Мінімальний робочий тиск в системі опалення	бар	0.8	
Максимальна температура опалення	°C	90	(Tmax)
Ємність води для опалення	літри	1.0	
Ємність розширювального баку для контуру опалення	літри	7	
Тиск напору у розширювальному баку для контуру опалення	бар	1	
Максимальний робочий тиск системи ГВП	бар	9	(PMW)
Мінімальний робочий тиск системи ГВП	бар	0.25	
Ємність сантехнічної води	літри	0.3	
Витрати гарячої сантехнічної води при $\Delta t$ 25°C	л/хв	13.4	
Витрати гарячої сантехнічної води при $\Delta t$ 30°C	л/хв	11.2	(D)
Клас захисту	IP	X50	
Напруга живлення	В/Гц	230В/50Гц	
Споживана електрична потужність	Вт	80	
Споживана електрична потужність системи ГВП	Вт	15	
Вага (порожній)	кг	25	
Тип агрегату		B <sub>1</sub> NBS	
PIN CE		04616R0841	

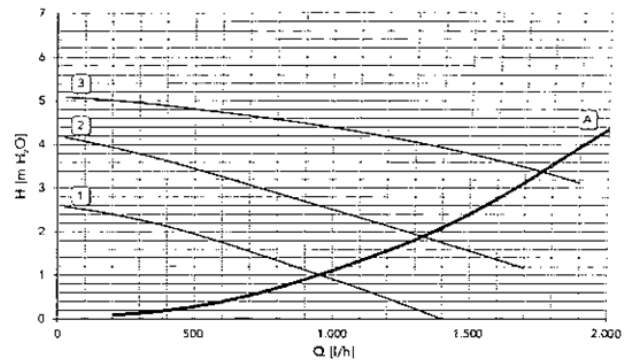
### 5.4 Схеми

Схеми тиску – потужності DOMIproject C 24 D



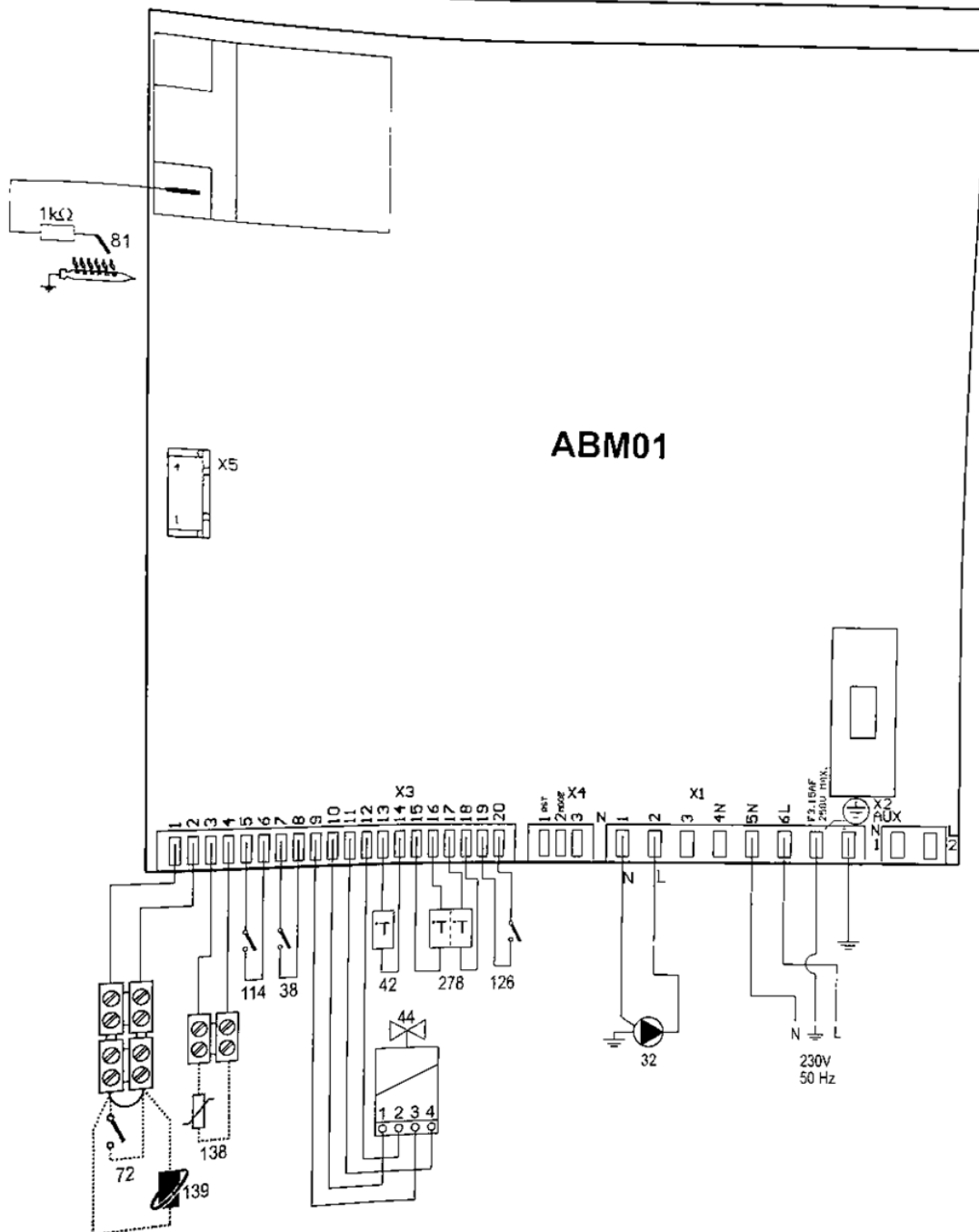
A = GPL - B = METAN

Втрати напору / напір циркуляційних насосів DOMIproject C 24 D



A = Втрати напору котла - 1, 2 і 3 = Швидкість циркуляційного насоса

5.5 ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА



мал. 16 - Електрични контур