

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
«Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з
використанням сонячної енергії»

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-24м
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

 Мудрицький О. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник PhD, ст. викладач кафедри ІСБ

 Панкевич В. В.
(прізвище та ініціали)
«16» чудне 2025 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА

 Христич О. В.
(прізвище та ініціали)
«15» чудне 2025р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.


(прізвище та ініціали)
«15» 12 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Рагушняк Г.С.

(підпис)
«24» вересня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Мудрицького Олександра Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії

керівник роботи Панкевич В. В., PhD, ст. викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «24» вересня 2025 р. №313

2. Строк подання студентом роботи 28. 11. 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні креслення - плани типових поверхів, конструктивні рішення огорожувальних конструкцій, кліматичні та географічні умови району: м. Вінниця. Тип будівлі: житлова (котедж).

4. Зміст тестової частини: Вступ, аналіз стану систем забезпечення мікроклімату, теоретичне та практичне обґрунтування параметрів і характеристик систем опалення та вентиляції, теплотехнічні розрахунки, моделювання гідравлічного режиму системи опалення, моделювання аеродинамічного режиму системи вентиляції, вибір обладнання по забезпеченню нормативних характеристик систем, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, економічне обґрунтування проєктних рішень систем

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схема розміщення елементів систем вентиляції на плані поверху, схема розміщення елементів систем опалення на плані поверху, аксонометрична схема припливно-витяжної системи вентиляції, аксонометрична схема системи опалення, календарний графік виконання робіт

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз сучасного стану використання відновлювальних джерел енергії в котеджному будівництві	Панкевич В. В. д-р філософії, ст. викладач	 24.09.2025	 28.09.2025
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	Панкевич В. В. д-р філософії, ст. викладач	 28.09.2025	 11.10.2025
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Панкевич В. В. д-р філософії, ст. викладач	 11.10.2025	 27.10.2025
Енергозбереження та експлуатація систем	Панкевич В. В. д-р філософії, ст. викладач	 27.10.25	 5.11.2025
Техніко – економічні показники проєктних рішень	Лялюк О.Г., к.т.н., доцент	 15.11.2025	 19.11.2025

7. Дата видачі завдання 24.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	24.09.2025	виконано
2	Аналіз сучасного стану використання відновлювальних джерел енергії в котеджному будівництві	28.09.2025	виконано
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	11.10.2025	виконано
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	27.10.2025	виконано
5	Енергозбереження та експлуатація систем	05.11.2025	виконано
6	Техніко – економічні показники проєктних рішень	17.11.2025	виконано
7	Оформлення графічної частини	27.11.2025	виконано
8	Попередній захист	28.11.2025	виконано
9	Виправлення зауважень	04.12.2025	виконано
10	Відгук опонента (рецензента)	15.12.2025	виконано
11	Захист МКР	17.12.2025	виконано

Магістрант

(підпис)

Мудрицький О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Панкевич В. В.

(прізвище та ініціали)

УДК 697.92

Мудрицьки

котеджу з вико

робота зі спеціа

професійна про

2025, 86 с.

На укр. мо

Магістеро

сучасного стан

будівництва, те

характеристик

забезпечення р

в надзвичайни

Графічна час

вентиляції та

руху робітниц

Графічн

Ключо

енергоефект

рекуперація

АНОТАЦІЯ

УДК 697.92

Мудрицький О. В. Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2025, 86 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 38 назв; рис. 4; табл. 20.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів: аналіз сучасного стану використання відновлювальних джерел енергії в котеджному будівництві, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, техніко – економічні показники проєктних рішень. Графічна частина містить плани поверхів з нанесенням елементів систем вентиляції та опалення, аксонометричні схеми, календарні плани з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів, вузлові креслення.

Графічна частина складається з 6 креслень та презентації.

Ключові слова: система вентиляції, система опалення, енергоефективний будинок, сонячні колектори, житловий будинок, рекуперація.

ABSTRACT

Mudrytskyi O. V. Energy-efficient system for ensuring the microclimate of the cottage using solar energy. Master's qualification work in the specialty 192 - Construction and civil engineering, educational and professional program - heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2025, 86 p.

In Ukrainian. Bibliography: 38 titles; Fig. 4; Table. 20.

The master's thesis consists of five sections: analysis of the current state of the use of renewable energy sources in cottage construction, theoretical and practical justification of the main parameters and characteristics of microclimate systems, organizational and technological support for the implementation of design solutions, occupational health and safety measures in emergency situations, technical and economic indicators of design solutions. The graphic part contains floor plans with elements of ventilation and heating systems, axonometric diagrams, calendar plans with a schedule of workers' movements and a schedule of machines and mechanisms' movements, nodal drawings.

The graphic part consists of 6 drawings and a presentation.

Keywords: ventilation system, heating system, energy-efficient house, solar collectors, residential building, recuperation.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В КОТЕДЖНОМУ БУДІВНИЦТВІ	11
1.1 Аналіз ефективності енергозбереження систем пасивного опалення житлового будинку	11
1.2 Вибір концепції системи забезпечення мікроклімату.....	12
1.3 Енергозберігаючі конструктивні рішення у системах вентиляції та опалення житлового будинку	13
1.4 Аналіз термінів окупності геліосистеми опалення.....	15
1.5 Висновок до розділу 1.....	16
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ	17
2.1 Вихідні дані	17
2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі.....	18
2.2.1 Розрахунок зовнішніх стін.....	18
2.2.2 Теплотехнічний розрахунок вікон.....	20
2.2.3 Розрахунок перекриття.....	21
2.2.4 Теплотехнічний розрахунок підлоги.....	22
2.3 Розрахунок теплових втрат приміщень.....	22
2.4 Розрахунок та підбір обладнання системи опалення з сонячними коллекторами	27
2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення.....	30
2.6 Обґрунтування параметрів повітрообміну житлового будинку.....	33
2.7 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів.....	35
2.8 Висновок до розділу 2.....	36

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	37
3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи, що прийнята до монтажу	37
3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів	37
3.2.1 Визначення складу і об'ємів робіт.....	37
3.2.2 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	39
3.2.3 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад.....	40
3.3 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів.....	43
3.3.1. Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	43
3.3.2. Витрата електроенергії та пального.....	44
3.3.3. Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану	45
3.4 Монтажне регулювання і здача систем мікроклімату в експлуатацію...	47
3.5 Заходи з охорони праці.....	48
3.5.1 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	48
3.5.2 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі монтажу систем.....	49
3.5.3 Пожежна безпека.....	50
3.6 Висновок до розділу 3.....	51
4 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ.....	52
4.1 Заходи з енергозбереження.....	52
4.2 Розрахунок ефективності вакуумного сонячного колектора при впровадженні світловідзеркалювача.....	53
4.3 Експлуатація систем опалення та вентиляції.....	54
4.4 Висновки до розділу 4.....	55
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	56

5.1 Висновок до розділу 5.....	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	64
Додаток А Технічне завдання	65
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат	69
Додаток Г Діаграма для визначення опору теплої підлоги.....	70
Додаток Д Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції.....	71
Додаток Ж Відомість обладнання та матеріалів.....	72
Додаток З Локальний кошторис.....	74
Графічний матеріал	80

ВСТУП

У даній магістерській кваліфікаційній роботі розроблено варіанти енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції котеджу в місті Вінниця.

Актуальність теми. Системи теплопостачання будинків є найбільшими споживачами енергії. Зважаючи сучасний стан систем теплопостачання в Україні та щорічне зростання цін на енергію, значну увагу слід приділити альтернативним джерелам енергозабезпечення. Актуальність даної теми визначається проектуванням систем вентиляції та опалення з використанням відновлювальних джерел енергії. Дослідження показують, що навіть незначні відхилення температури внутрішнього повітря від комфортного діапазону на ± 2 °C можуть призвести до погіршення самопочуття мешканців і зростання енергоспоживання на 5–7 %. У комплексній системі енергоефективного котеджу ключову роль відіграє використання сонячної енергії як базового джерела тепла. Така схема дозволяє підтримувати мікроклімат без коливань температури навіть у зимовий період.

У практиці енергоефективного будівництва спостерігається тенденція до переходу від автономних систем опалення та кондиціонування до єдиної комбінованої енергосистеми будівлі. Така система здатна використовувати декілька джерел енергії та автоматично регулювати їхню взаємодію. Системи з безпосереднім використанням теплоти довкілля для сонячного опалення вивчені недостатньо. Тому вивчення цієї теми та розроблення науково-обґрунтованих проектних рішень є достить актуальним.

Зв'язок роботи з науковими темами.

Роботу виконано відповідно до наукового напрямку кафедри Інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету: «Розробка наукових основ створення енергозберігаючих процесів і технологій для забезпечення будівельної галузі та житлово-комунального господарства».

Мета і задачі дослідження. Теоретичне обґрунтування та розроблення

технічних та організаційних рішень систем опалення та вентиляції для підтримання параметрів мікроклімату внутрішнього середовища житлової будівлі, що забезпечує збільшення енергоощадності за рахунок використання альтернативних джерел енергії.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- провести аналіз існуючих інноваційних техніко-технологічних рішень для систем опалення та вентиляції;
- змодельовати аеродинамічний режим роботи системи вентиляції та визначити її основні параметри і характеристики;
- змодельовати гідравлічний режим роботи системи опалення та визначити її основні параметри і характеристики;
- побудувати аксонометричні схеми систем вентиляції та опалення;
- розробити організаційно-технологічні рішення з монтажу систем;
- розрахувати техніко-економічні показники систем вентиляції та опалення.

Об'єкт дослідження – технічні та технологічні параметри формування мікроклімату, що забезпечують енергоощадні системи житлової будівлі.

Предмет дослідження – процеси тепломасообміну, які забезпечують формування мікроклімату за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Методи дослідження. Системний підхід до вибору варіантів систем опалення та вентиляції котеджу.

Практичне значення. Розроблено енергоефективну систему опалення котеджу з використанням сонячних колекторів.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на Міжнародній науково-технічній конференції Енергоефективність в галузях економіки України 2025.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В КОТЕДЖНОМУ БУДІВНИЦТВІ

1.1 Аналіз ефективності енергозбереження систем пасивного опалення житлового будинку

Стан енергоефективності систем вентиляції та опалення в Україні сьогодні характеризується суттєвими викликами й потребує оновлення. Водночас «Енергетична стратегія України до 2050 року» визначає міжнародні зобов'язання країни щодо підвищення енергоефективності, розширення використання відновлюваних джерел енергії та скорочення викидів парникових газів. Ефективність вентиляційних і опалювальних систем має вирішальне значення для зменшення енергоспоживання та мінімізації впливу на довкілля. У сучасному будівництві застосовуються різноманітні технології, спрямовані на оптимізацію теплового режиму й забезпечення належного повітрообміну [1].

Пасивний будинок повинен починатися з підвищеного термічного опору та герметичної оболонки. При зменшенні тепловтрат частина енергії, що необхідна на опалення будівлі, може ефективно компенсуватись застосуванням пасивних методів з використання сонячної енергії. Підходи, які сприяють зменшенню навантаження опалення та охолодження, базуються на принципах інноваційного розвитку, використання належної ізоляції віконних рам та рекомендованого рівня монтажної ізоляції. Одним із ключових напрямків підвищення енергоефективності є впровадження систем рекуперації тепла, які дозволяють використовувати тепло витяжного повітря для підігріву припливного [2]. Також важливим є застосування сучасних автоматизованих систем управління мікрокліматом, що забезпечують оптимальне використання енергоресурсів. Заміна котлів на природному газі на альтернативні джерела енергії у майбутньому дозволить змінити

енергетичний баланс у бік зниження витрат природного газу. У практиці енергоефективного будівництва спостерігається тенденція до переходу від автономних систем опалення та кондиціонування до єдиної комбінованої енергосистеми будівлі. Така система здатна використовувати декілька джерел енергії та автоматично регулювати їхню взаємодію.

В Україні одним із найефективніших відновлювальних джерел енергії для вентиляції та опалення є теплові насоси. Теплові насоси забезпечують стабільне джерело енергії для опалення та охолодження, працюючи на різних джерелах (земля, вода, повітря) і демонструючи високий рівень енергоефективності, особливо в холодну пору року.

Сонячна енергія є одним із найперспективніших джерел відновлюваної енергії для використання в житлових будівлях. Її застосування у системах забезпечення мікроклімату дозволяє знизити споживання традиційних енергоресурсів, підвищити рівень автономності котеджу та зменшити вплив на довкілля. Сонячні колектори є ідеальним вибором для підігріву води та низькотемпературного опалення, особливо в регіонах з високим рівнем сонячного випромінювання [3]. Завдяки сучасним технологіям та ефективним стратегіям впровадження можна суттєво зменшити енергоспоживання та знизити екологічний вплив.

1.2 Вибір концепції системи забезпечення мікроклімату

Забезпечення комфортного мікроклімату в житлових будинках є важливим фактором для збереження фізичного та ментального здоров'я людей. Для створення комфортного мікроклімату в житловому котеджі необхідно забезпечити оптимальні умови за температурою, вологістю та чистотою повітря протягом усього року.

Відповідно до чинних нормативних документів [4, 5] визначаються наступні вимоги до параметрів мікроклімату:

- внутрішня температура повітря: 20-25°C;
- відносна вологість: 40-60%;

Щоб підтримувати якісні параметри внутрішнього повітря потрібно запроєктувати ефективну систему вентиляції. Енергоефективні рішення базуються на використанні відновлюваних джерел енергії — сонячних панелей, теплових насосів, рекупераційних установок і теплоакumuлюючих резервуарів. Таким чином, створюється енергетично збалансована система, у якій сонячна енергія покриває більшу частину теплового навантаження, а тепловий насос і мережа забезпечують резервну потужність.

1.3 Енергозберігаючі конструктивні рішення у системах вентиляції та опалення житлового будинку

Зручна система вентиляції з регульованим надходженням свіжого повітря є обов'язковою умовою для кожного житлового будинку. Проте, існує проблема із доступом свіжого повітря у приміщення у зв'язку із використанням ущільнених вікон. При віконному провітрюванні навіть фахівцям дуже складно досягти «абсолютно правильного» повітрообміну. Якщо провітрювання здійснюється рідко, то якість повітря знижується і з'являється небезпека випадання конденсату. Також провітрювання неможливе, так як це нівелює здійснені заходи з енергозбереження. Для герметичних будівель потрібна контрольована вентиляція. Тому для підвищення енергоефективності систем мікроклімату застосовують сучасні технологічні рішення, спрямовані на зменшення енергоспоживання, підвищення комфорту та мінімізацію негативного впливу на довкілля. Одним із таких рішень є використання енергоощадних систем вентиляції та кондиціонування. Для ефективної роботи системи рекуперації тепла особливо важливо, щоб будівля була герметичною. Нагадаємо, що в пасивному будинку максимальний показник повітропроникності становить $n_{50} = 0,6 \text{ год}^{-1}$. Це означає, що за різниці тисків у 50 Па допускається обмін повітря, об'єм якого становить до 60 % від опалюваного об'єму будівлі, як при надлишковому, так і при зниженому тиску під час випробувань.

Механічна вентиляція з рекуперацією тепла, окрім економії енергії, має низку важливих переваг:

- усуває неприємні запахи;
- захищає будівельні конструкції завдяки постійному провітрюванню, запобігає появі цвілі;
- забезпечує безперервний приплив свіжого, очищеного повітря, що особливо корисно для людей з алергіями [6].

Пакет планування пасивних будинків також рекомендує: для забезпечення високої якості повітря в житлових будівлях середня швидкість повітрообміну через вентиляцію повинна становити 30 м³/год на одну людину.

Тепловий насос — це обладнання, яке переносить теплову енергію від джерела з низьким температурним потенціалом до споживача (теплоносія), що має вищу температуру. До відновлюваних джерел енергії також належать енергія вітру, стічних вод та відпрацьованого повітря. Використовувати теплові насоси вигідно не тільки з точки зору економії палива. Одним із видів теплового насосу є рекуператорний тепловий насос.

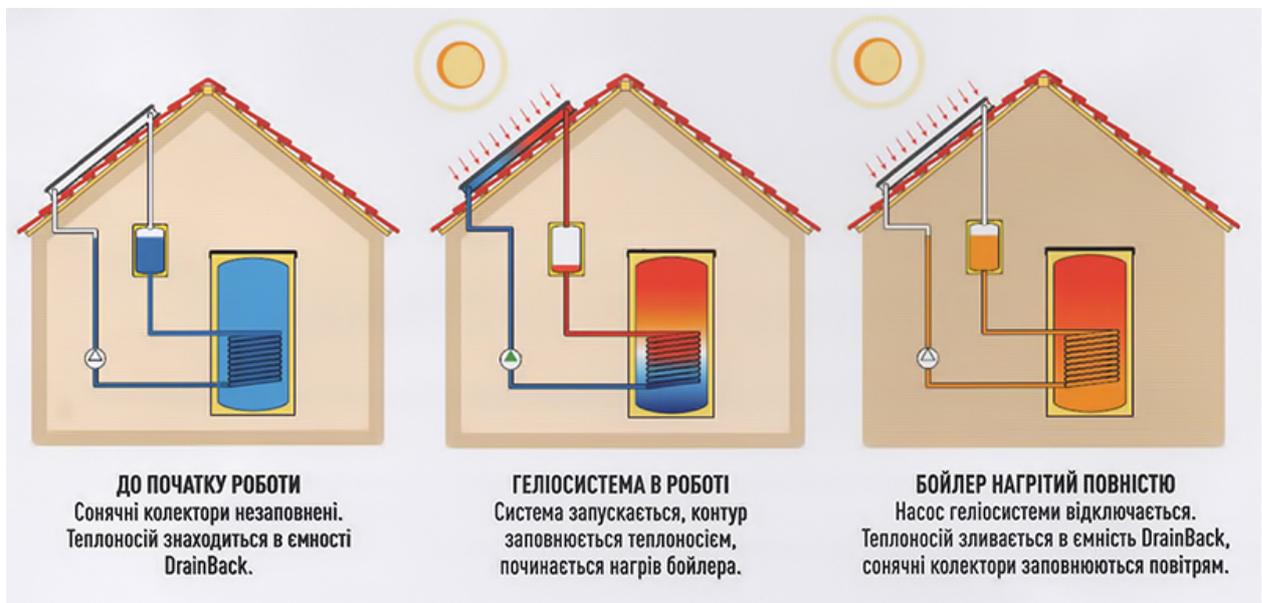


Рисунок 1.1 – Схема роботи геліосистеми в комплекті з баком-акумулятором

Сонячний колектор працює, поглинаючи сонячне випромінювання за допомогою спеціальних темних абсорберів (пластин), що нагрівають теплоносій (воду або антифриз), який циркулює в трубах. Цей нагрітий

теплоносії потім передає тепло воді в баку-акумуляторі через теплообмінник для побутових потреб (гаряче водопостачання, опалення), а охолоджений теплоносії повертається в колектор для повторного нагрівання, створюючи безперервний цикл [7].

Переваги

1. Економія на енергоносіях
2. Екологічність
3. Довгий термін служби
4. Можливість комбінування з іншими системами
5. Висока ефективність для ГВП
6. Незалежність від цін на паливо

Недоліки

1. Висока початкова вартість
2. Залежність від клімату
3. Необхідність резервної системи
4. Займають певний простір
5. Ризик перегріву влітку
6. Обслуговування та перевірка герметичності

Отже, обираємо використання сонячних колекторів для системи опалення будівлі та теплоутилізаторів для вентиляційних систем.

1.4 Аналіз термінів окупності геліосистеми опалення

Для прогнозування економічної ефективності від використання сонячних колекторів для системи опалення котеджного будинку, порівняємо звичайну систему із використанням котла та систему з використанням сонячних колекторів [8].

Період окупності визначається не лише обсягом заощадженої енергії, а й вартістю обладнання та робіт із його встановлення. Хоча альтернативні джерела енергії здатні суттєво зменшувати витрати, їхня висока початкова

ціна стримує попит. Тому ключовим фактором під час вибору таких систем стає саме термін їх окупності [9].

Було обрано вакуумний сонячний колектор Votosol 300 ТМ вартістю 47836 грн грн. у кількості 3 шт. В комплекті також використовується бак-акумулятор на 250 л вартістю 60988 грн, система труб та допоміжних матеріалів ціною 15000 грн. та витрати на монтажні роботи 25446 грн.

Діючі тарифи на опалення в м. Вінниця ТОВ "Вінницяміськтеплоенерго" для населення – 1307,25 грн/Гкал, отже, річні витрати склали б 18819,69 грн [10].

Термін окупності

$$T = 244942 / 18819,69 = 13 \text{ років}$$

1.5 Висновки до розділу 1

Проаналізовано основні типи відновлювальних джерел енергії та їх застосування. В якості енергозберігаючих технологій для системи опалення обрано сонячні колектори, а для системи вентиляції використання припливно-витяжної установки із пластинчастим рекуператором.

Досліджено особливості забезпечення мікроклімату житлових будинків. Розглянуто переваги та недоліки використання сонячних колекторів.

Обґрунтовано економічну доцільність застосування сонячних колекторів. Розраховано термін окупності сонячних колекторів, що складає 13 років.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Вихідні дані

В даній роботі передбачається проектування систем вентиляції та опалення котеджу в м. Вінниця. Будівля розміщена в південній частині міста в житловому районі. Будинок займає територію 107 м^2 . Будинок має 2 поверхи.

1. Кліматологічні дані [11]:

Середня температура зовнішнього повітря, °С

- найбільш холодної п'ятиденки $t = - 20$;

- найбільш холодної доби $t = - 26$;

- за опалювальний період $t = - 1,1$.

Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря $\leq 8^\circ\text{C}$ становить 189 діб [11].

Середня швидкість вітру за січень – $5,2 \text{ м/с}$.

Температурна зона – 1.

2. Конструкція зовнішніх стін: Газобетонний блок AEROC з утеплювачем та внутрішньою і зовнішньою штукатуркою.

3. Тип будівлі: житлова.

4. Схема системи опалення: двохтрубна із прокладанням у підлозі.

5. Джерело теплозабезпечення: сонячні колектори в комбінації із котлом.

6. Схема системи вентиляції: загальнообмінна припливно-витяжна з влаштуванням припливно-витяжної установки на даху.

2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будинку

Так як м. Вінниця знаходиться в I кліматичному районі [11], то для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів) використовують нормативні значення опорів теплопередачі R_0 .

Згідно з табл.1 ДБН В.2.6-31:2021 нормативне значення приведенного опору теплопередачі R_{qmin} , м².К/Вт, для I зони становить [12]:

- для зовнішніх стін - 4,00 м².К/Вт;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – 0,90 м².К/Вт;
- для зовнішніх дверей – 0,70 м².К/Вт;
- покриття опалювальних горищ та покриття мансардного типу - 6,00 м².К/Вт;
- перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами - 5,00 м².К/Вт;
- для суміщеного перекриття - 7,00 м².К/Вт.

2.2.1 Розрахунок зовнішніх стін

Опір теплопередачі стіни розраховується за формулою 1, ДСТУ 9191:2022 [13].

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}, \quad (2.1)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, приймається згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022 і дорівнює 8,7 Вт/(м²•К);

$\alpha_{\text{з}}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, який приймається згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022 [13] і дорівнює для зовнішніх стін та суміщених перекриттів 23 Вт/(м²•К).

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

λ_{ip} – теплопровідність матеріала i -го шару конструкції в умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Стіни з газобетонного блоку AEROC з утеплювачем та внутрішньою і зовнішньою штукатуркою.

Таблиця 2.1

Склад зовнішньої стіни С-1

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , $\text{мг}/\text{м} \times \text{год} \times \text{Па}$	Коефіцієнт теплопровідності, λ_b , $\text{Вт}/\text{м} \times \text{°C}$	Термічний опір шару, R_k , $\text{м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$
	$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$				0,043
1.	Фарба	0,0005	-	-	-
2.	Штукатурка	0,003	0,09	0,93	0,003
3.	Грунтовка	0,0005	-	-	-
4.	Клей з скло сіткою	0,003	0,1	0,87	0,003
5.	Мінеральна вата	0,100	0,43	0,038	2,63
6.	Газобетонний блок AEROC	0,300	0,23	0,125	2,4
7.	Штукатурка	0,002	0,09	0,93	0,002
	$\alpha_b=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$				0,115
Термічний опір стіни:					5,2

$$R_0^\phi = 0,115 + 0,002/0,93 + 0,300/0,125 + 0,100/0,038 + 0,003/0,87 + 0,003/0,93 + 0,043 = 5,2 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}$$

Розрахунок приведенного опору теплопередачі С-1:

$$R_\Sigma = 5,2 \text{ м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$$

До розгляду приймається фрагмент фасаду в осях Д-Б. Площа фасаду $50,4 \text{ м}^2$. На фасаді 1 вікно розміром $1,5 \times 4,8 \text{ м}$, площа вікна $7,2 \text{ м}^2$. Площа непрозорої частини фасаду дорівнює $43,2 \text{ м}^2$.

Теплопровідними включеннями, що відносяться до зовнішніх стін згідно з ДСТУ 9191:2022 є дюбелі, кронштейни та вузол примикання віконного блоку.

Таблиця 2.2

Кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі

Найменування теплопровідного включення	Довжина, м	Кількість шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$
Вузол примикання вікна в зоні перемички до стін з цегли	1,5	1	0,081	-
Вузол примикання вікна в зоні підвіконня до стін з цегли	1,5	1	0,064	
Вузол примикання вікна в зоні рядового сполучення до стін з цегли	4,8	2	0,071	
Дюбелі пластикові з металевими стрижнями	-	160	-	0,005

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 45,18 / [(43,2 / 5,2) + 1,5 \cdot 0,081 + 1,5 \cdot 0,064 + 8,4 \cdot 2 \cdot 0,071 + 8,4 \cdot 0,86 + 160 \cdot 0,005] = 4,2 \text{ м}^2\text{К/Вт};$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме

$$K = 1/4,2 = 0,25 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

2.2.2 Теплотехнічний розрахунок вікон

Розрахунок приведенного опору теплопередачі вікон здійснюється згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 та ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 [14].

Вікна п'ятикамерні металопластикові з двокамерним склопакетом з енергоефективним напленням.

Розміри двохствулкових вікон ВК-1: 1,9x2,1 м

Коефіцієнт теплопередачі профільних елементів $U = 0,85 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

Коефіцієнт теплопередачі склопакетів згідно ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 $U_{\text{сп}} = 1,075 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

Розрахункові площі для ВК-1:

$F_{сп} = 3,19 \text{ м}^2$; $F_i = 0,8 \text{ м}^2$; $\Sigma F_i = 3,99 \text{ м}^2$; $\Sigma L_j = 12,2 \text{ м}$. Приймаємо $k_j = 0,03 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$.

Приведений опір теплопередачі віконного блоку:

$$R_{лр} = 3,99 / (0,8 / 0,85 + 3,19 / 1,075 + 12,2 \cdot 0,03) = 0,93 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

Коефіцієнт теплопередачі для вікон

$$K = 1 / 0,93 = 1,1 \text{ (Вт/м}^2\text{°С)}.$$

2.2.3 Розрахунок перекриття

Покрівля будівлі – металочерепиця по дерев'яних прогонах з двома шарами утеплювача мінвата товщиною 250 мм та 100 мм.

Таблиця 2.3

Склад покрівлі ПК-1

	Найменування шару	Товщ шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м х годх Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_B , Вт/м х °С	Термічний опір шару, R_k , м ² х °С/Вт
	$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2\text{°К}$				0,043
1.	Метало-черепиця	0,050	0	58	0,0008
2.	Повітряний прошарок/обрешітка	0,025	-	-	0,15
3.	Гідроізоляційна плівка	-	-	-	-
4.	Мінеральна вата в тілі крокв	0,250	0,52	0,048	5,2
5.	Мінеральна вата	0,100	0,52	0,048	2,1
6.	Пароізоляційна плівка	-	-	-	-
7.	Підшивка гіпсокартоном	0,012	0,07	0,21	0,06
8.	Фінішна штукатурка	0,003	0,09	0,93	0,003
	$\alpha_B = 10 \text{ Вт/м}^2\text{°К}$				0,1
Термічний опір покриття:					7,66

Коефіцієнт теплопередачі для покрівлі

$$K = 1 / 7,66 = 0,13 \text{ (Вт/м}^2\text{°С)}.$$

2.2.4 Теплотехнічний розрахунок підлоги

Таблиця 2.4

Склад підлоги по ґрунту К-2

	Найменування шару	Товщ шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м x годx Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_B , Вт/м x °C	Термічний опір шару, R_k , м ² x °C/Вт
1.	Гідроізоляційна плівка	0,001	0,01	0,170	0,01
2.	З/б плита	0,200	0,03	2,040	0,10
3.	Пароізоляція	0,001	-	-	-
4.	Кам'яна вата MONROCK MAX E	0,150	0,38	0,038	3,98
5.	Ніздрюватий бетон	0,130	0,12	0,36	0,36
6.	Самовирівнююча стяжка	0,006	0,15	0,300	0,02
7.	Керамічна плитка на клею	0,010	0,06	1,100	0,01
Термічний опір:					4,48

2.3 Розрахунок теплових втрат приміщень

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огороджувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огороджувальних конструкціях (інфільтрація). Загальні тепловтрати $Q_{\text{заг}}$ складаються з головних $Q_{\text{г}}$ та додаткових $Q_{\text{д}}$. Головними тепловтратами є тепловтрати через огороджувальні конструкції [15].

Пронумеруємо приміщення на планах починаючи з першого поверху - № 101, 102, 103, тощо.

Додаткові тепловтрати складаються з тепловтрат на орієнтацію огороджувальної конструкції відносно сторін світу, тепловтрат на вітер і інших тепловтрат. Умовне позначення огороджувальних конструкцій в таблиці А.1: ст – зовнішня стіна; вк – вікно; стеля – стеля; підл – підлога; дв – двері. Орієнтація: Пн – північ; Пд – південь; Зх – захід; Сх – схід; ПнЗх – північний захід; ПнСх – північний схід; ПдЗх – південний захід; ПдСх – південний схід.

Головні тепловтрати $Q_{\text{г}}$, Вт, визначають за формулою [15]

$$Q_{\Gamma} = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (2.2)$$

де F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, м^2 ;

R_0^{ϕ} – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ [12].

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур [15].

Розрахунок виконаємо у програмному забезпеченні Excel, результати розрахунків наведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5

Тепловтрати в приміщеннях

Номер приміщення	Найменування приміщення $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Найменування захисної конструкції	Орієнтація за сторонами світу	Розмір захисної конструкції, м		Площа захисної конструкції F, м ²	Коефіцієнт теплопередачі $K=1/R0ф$, Вт/м ² *0С	Різниця температур $t_{в} - t_{з}$, 0С	Поправочний коефіцієнт, n	Додаткові тепловтрати захисної конструкції, %				сума дод. Витрат	Тепловтрати конст. р.	Тепловтрати приміщень	S приміщень	h приміщень	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
				Ш	В					орієнт	вітер	звн	стіни							
102 Туалет		ст	Зх	2,5	3,0	7,50	0,25	38	1	0	5	5	0	10	78,4		1,40	3	53,8	143,9
	16	підл	Зх			1,4	0,22	38	1	0	0	0		0	11,7					
103 хол		ст		5,0	3,0	15,00	0,25	40	1	0	5	0		5	157,5	223,1	7,46	3	301,7	524,8
	18	підл				7,46	0,22	40	1	0	0	0		0	65,6					
104 Котельня		ст	Пн	3,1	3,0	6,30	0,25	40	1	10	5	0	0	15	72,5	284,5	6,85	3	277,0	0,0
		вк	Пн	1,5	2,0	3	1,1	40	1	10	5	0	0	15	151,8					561,5
	18	підл				6,85	0,22	40	1	0	0	0	0	0	60,3					0,0
105 гостьова		ст	Пн	4,4	3,0	10,95	0,25	42	1	10	5	5	85	105	235,7					0,0
	20	вк	Пн	1,5	1,5	2,25	1,1	42	1	10	5	0	0	15	119,5	794,1	21,75	3	923,5	0,0
		ст	Сх	4,0	3,0	9,60	0,25	42	1	5	5	5	0	15	115,9					1717,6

2.4 Розрахунок та підбір обладнання системи опалення з сонячними колекторами

При розрахунку сонячного колектора потрібно знати середньомісячну температуру зовнішнього повітря та кількість сонячної енергії, що надходить на горизонтальну поверхню [16]. Графіки залежностей температури та надходження сумарної сонячної радіації на горизонтальну та нахилену поверхню наведено на рисунку 2.1 .

Вихідні дані для розрахунку сонячних колекторів:

Місто – Вінниця.

Котеджний будинок загальною площею 107 м².

Орієнтація даху: Південь, азимут 0°, кут нахилу 45°

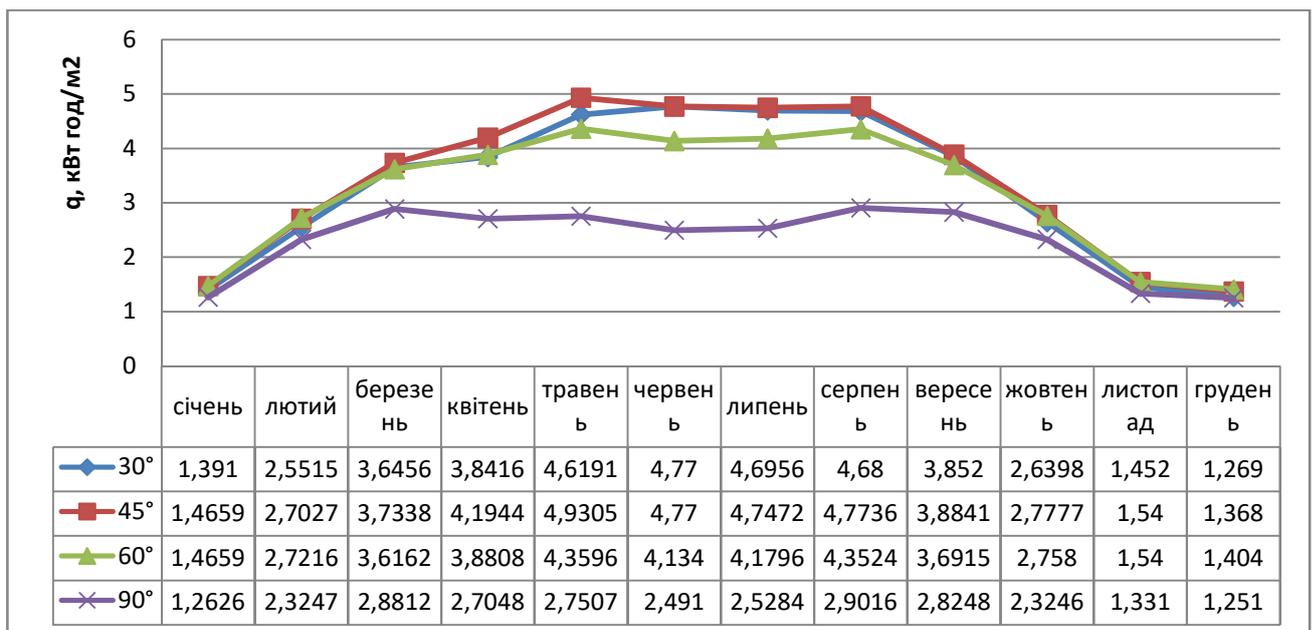


Рисунок 2.1 - Графік залежності сумарної сонячної радіації, що надходить на похилу поверхню поверхню для м. Вінниця від місяця роботи.

Розрахункові тепловтрати будинку складають 9 кВт.

Річні витрати теплової енергії на потреби опалення

$$Q_o = Q_r \cdot (t_b - t_{cp.mic}) / (t_b - t_3) \cdot m \cdot n, \quad (2.3)$$

де Q_r – теплове навантаження на систему опалення, Гкал/год;

t_v – температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{\text{ср.міс}}$ – середня температура зовнішнього повітря, °С;

t_z – температура зовнішнього повітря, °С;

m – кількість годин роботи, год/день;

n – тривалість опалювального періоду, дні.

$Q_o = 0,12$ Гкал.

Дані сонячної інсоляції на м^2 протягом року для м. Вінниця наведено у табл. 2.6 для подальшого теплового розрахунку. Знайдемо необхідну площу геліополя:

$$S = 9 / 0.6009 \cdot 0 = 15.0 \text{ м}^2. \quad (2.4)$$

Робоча площа одного абсорбера $3,1 \text{ м}^2$. З цього випливає, що необхідно 3 колектори.

Таблиця 2.6

Надходження сонячної енергії протягом року для м. Вінниця

Місяць	Питома енергія	
	кВт·год/м ² /день	Гкал/м ² /день
січень	1,01	0.0008684
лютий	1,81	0.001556
березень	2,83	0.002046
квітень	3,87	0.003328
травень	5,08	0.004368
червень	5,17	0.004445
липень	4,98	0.004282
серпень	4,58	0.003938
вересень	3,02	0.002597
жовтень	1,87	0.001608
листопад	1,04	0.0008942
грудень	0,81	0.0007825

Обираємо вакуумний сонячний колектор Votosol 300 TM, характеристики якого наведено в табл. 2.7

Таблиця 2.7

Характеристики вакуумного колектора Vitosol 300 TM [17]

Виробник	Viessmann
Країна виробник	Німеччина
Тип колектора	Вакуумний
Тип вакуумної трубки	Heat-pipe
Кількість трубок	24 шт.
Площа	4,62 кв.м
Площа апертури	3,03 кв.м
Спосіб монтажу	Похилий
Максимальний тиск	10.0 бар
Матеріал теплообмінника	Мідь
ККД, не менше	81.0 (%)
Вага	39 (кг)
Габаритні розміри	2061x2241x150
Термін служби	20.0 років

Графік забезпечення потреб на опалення колекторами встановленими під кутом 45° до горизонту протягом опалювального періоду в залежності від місяця року наведено на рисунку 2.2.

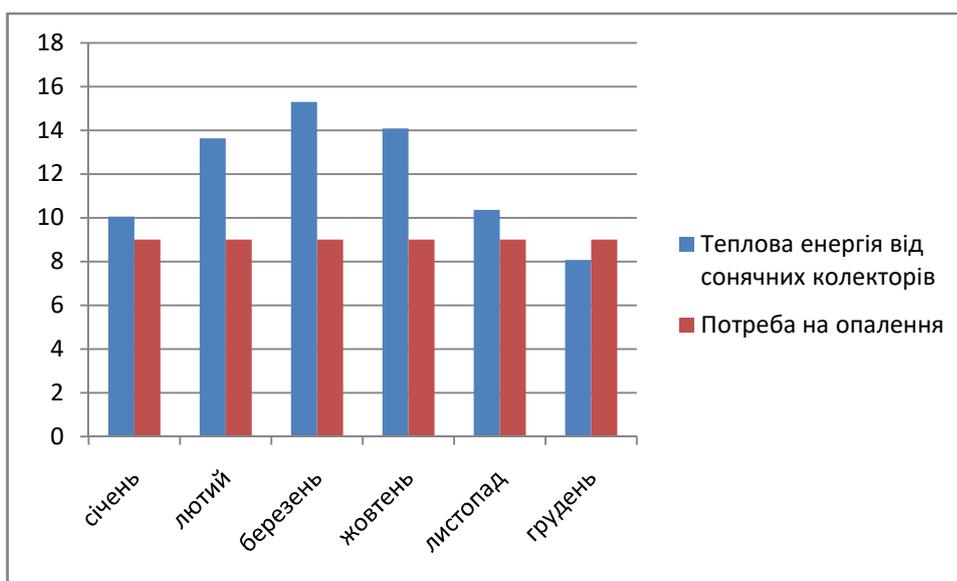


Рис. 2.2– Забезпечення системи опалення тепловою енергією за рахунок сонячних колекторів в залежності від місяця роботи

Отже, на графіку видно, що 3 сонячних колектори повністю забезпечують потребу системи опалення протягом усього опалювального періоду, а саме від жовтня до квітня, проте у грудні потрібно буде догрівати резервним водонагрівачем.

Підбір бака-акумулятора теплової енергії

Розрахуємо об'єм бака- акумулятора за формулою:

$$V=Q_{\text{ден}}/\Delta t \quad (2.5)$$

Тоді необхідний об'єм бака становитиме 250 л. В результаті розрахунків підібрано буферний ємнісний водонагрівач Vitocell 100-B/-W, тип CVBA 250л [18] з встановленою насосною групою Solar-Divicon.

Для опалення будівлі розраховано двотрубну горизонтальну систему опалення із горизонтальною розводкою. Резервним джерелом тепlopостачання є котел. Підібрано панельні сталеві радіатори VOGEL&NOOT 22 типу із нижнім підключенням висотою 300мм [18].

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

Моделювання гідравлічного режиму системи опалення виконуємо після визначення всіх тепловтрат приміщень, вибору і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми опалення в аксонометрії.

Циркуляційний тиск P_p , Па, в загальному вигляді визначається за формулою [19]

$$P_p = P_{\text{шт}} + P_{\text{пр}} , \quad (2.6)$$

де $P_{\text{шт}}$ – штучний тиск, викликаний збуджувачем, Па.

Швидкість в горизонтальних трубопроводах не повинна перевищувати 1 м/с – рекомендується 0,5-0,6 м/с, при цьому обмежуючись питомими втратами тиску на тертя – не більше 250 Па/м.

У нас обрана колекторна система опалення, тому спочатку проводимо розрахунок горизонтальних ділянок трубопроводів на найвіддаленішій точці

магістрального трубопроводу.

Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), визначається діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску на тертя на 1 м і динамічний тиск, після чого визначаються втрати тиску на тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою [19]

$$Z = \sum \xi \cdot p_d, \quad (2.7)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

p_d – динамічний тиск.

Після цього підраховуємо суму втрат тиску на тертя і суму втрат тиску на подолання місцевих опорів.

Розрахунок теплої підлоги:

Розрахуємо теплу підлогу на прикладі кімнати 106 (див. аркуш).

1. Знайдемо значення чистого опалювального навантаження [20]

$$P_{NB} = P_N - P_{FB} \text{ (Вт)}, \quad (2.8)$$

де P_{NB} - чисте опалювальне навантаження, Вт;

P_N - нормативне опалювальне навантаження, Вт;

P_{FB} - втрата тепла через підлогу, Вт.

$$1544 - 555,2 = 988,8 \text{ Вт.}$$

2. Знаючи опалювальне навантаження та площу обігріву, розраховуємо питоме опалювальне навантаження [20]

$$q = 988,8 / 13,88 = 71,23 \text{ (Вт/м}^2\text{)}. \quad (2.9)$$

3. Визначаємо надлишкову температуру теплоносія за діаграмою з додатку Г взявши крок укладання труб 2015 см. $t_{\text{надл}} = 8^\circ\text{C}$.

4. Розраховуємо початкову температуру теплоносія [20]

$$t_{\text{поч}} = t_v + t_{\text{надл}} + \frac{\sigma}{2} \text{ (}^\circ\text{C)}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{поч}}$ - початкова температура теплоносія, $^\circ\text{C}$;

t_v - температура повітря в приміщенні, °С;

$t_{\text{надл}}$ - надлишкова температура теплоносія, °С;

σ - перепад температур теплоносія.

$$t_{\text{поч}} = 25 + 8 + \frac{5}{2} = 40 \text{ °С.}$$

5. Визначимо довжину труби [20]

$$L = \frac{A_R}{a} + 2L_z \text{ (м)}, \quad (2.11)$$

де L - довжина труб опалювального контура, м;

L_z – довжина подаючих трубопроводів, м;

A_R - площа приміщення, м²;

a - крок укладання трубопроводу, м.

$$L = 13,88 / 0,2 + 2 \cdot 5 = 79,4 \text{ м}$$

6. Знайдемо витрату теплоносія [20]

$$m = (0,01328 / 4 \cdot 4,19) \cdot 3600 = 28 \text{ кг/год} \quad (2.12)$$

7. Розрахуємо втрати тиску в трубопроводі [20].

Знаходимо втрати тиску на прямій ділянці трубопроводу. Значення втрат тиску на 1 м труби беремо з діаграми додатку Г.

$$R \cdot L = 2,5 \cdot 79,4 = 198,5 \text{ Па}$$

Визначимо місцеві втрати тиску

$$R_m = \xi \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = 4,5 \frac{1000 \cdot 0,2^2}{2} = 90 \text{ Па} . \quad (2.13)$$

Загальні втрати тиску теплої підлоги

$$\Delta P = RL + R_m = 198,5 + 90 = 288,5 \text{ Па} \quad (2.14)$$

Результати розрахунків наведено у таблиці 2,8 та 2,9.

Таблиця 2.8

Результати розрахунку теплої підлоги $d=16\text{мм}$, $a=0,2\text{ м}$

№ кімнати	P_{NB} , Вт	q_{spez} , Вт/м ²	$t_{\text{надл}}$, °С	$t_{\text{поч}}$, °С	L , м	m , кг/год	ΔP , кПа
102	24	15,2	5	33	14	4,2	0,16
106	988,8	71,23	8	40	79,4	28	2,88
201	55	18,75	10	41,5	25	12,8	1,4

Таблиця 2.9

Результати гідравлічного розрахунку

Вид трубопроводу	Номер ділянки	L, м	d, мм	QВт	G, кг/год	ω , м/с	R, Па/м	ξ	ΔP , Па
				1 поверх					
П	1	6,5	20	1750	75,25	0,15	20,43	4	176,54
З	1a	6,5	20	1750	75,25	0,15	20,43	4	176,54
П	2	3,1	20	2350	101,05	0,2	34,22	2	144,95
З	2a	3,1	20	2350	101,05	0,2	34,22	2	144,95
2 поверх									
П	3	2,9	16	400	17,2	0,11	15,53	2	56,81
З	3a	3,7	16	400	17,2	0,11	15,53	2	69,24
П	4	1	16	700	30,1	0,17	33,79	2,5	68,89
З	4a	0,8	16	700	30,1	0,17	33,79	2,5	62,14
П	5	6	20	1000	43	0,23	44,01	2,5	328,32
З	5a	5,7	20	1000	43	0,23	44,01	2,5	315,11
П	6	7,7	20	2500	107,5	0,24	47,52	2	421,89
З	6a	7,2	20	2500	107,5	0,24	47,52	2	398,13
П	7	5,8	25	3700	159,1	0,27	44,49	3,5	381,99
З	7a	5,8	25	3700	159,1	0,27	44,49	3,5	381,99

За результатами розрахунків складено відомість обладнання для системи опалення, наведену в додатку Ж.

2.6 Обґрунтування параметрів повітрообміну житлового будинку

У котеджі запроєктовано припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла. Завдяки рекуператору здійснюється підігрів зовнішнього повітря, що зменшує енергоспоживання будівлею на вентиляцію. Схема подачі повітря зверху-вверх. Вентиляційна установка розміщена на горищі. Для санвузлів передбачено окремі витяжні системи вентиляції. Принципова

схема вентиляції зображена на рис. 2.3.

Повітрообмін приміщень житлового будинку розрахований на основі:

- ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [21];
- ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення"

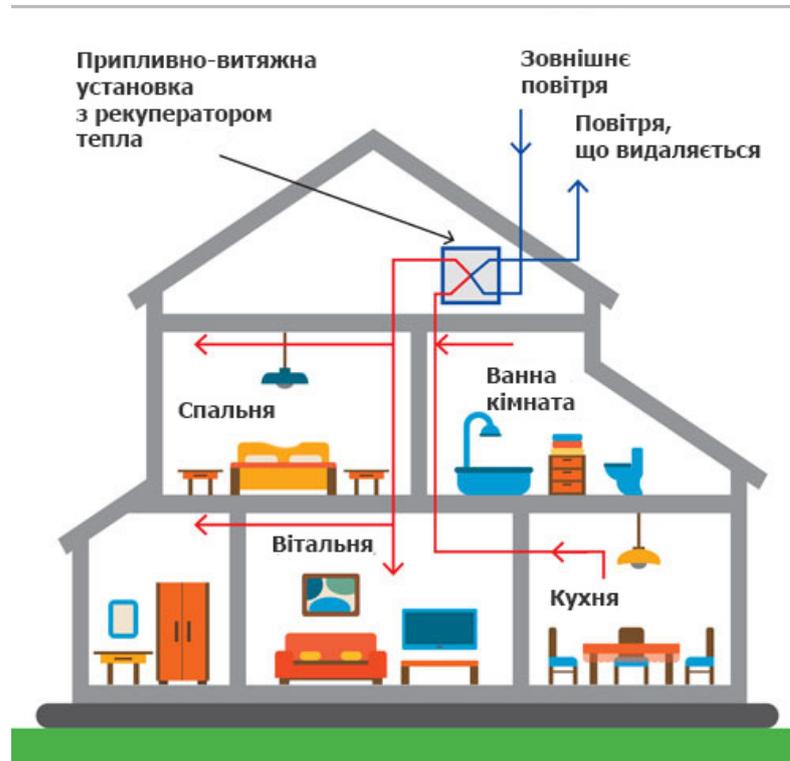


Рисунок 2.3 – Принципова схема вентиляції котеджного будинку з рекуперацією тепла

Результати розрахунку повітрообміну житлового будинку приведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Повітрообмін приміщень котеджу

№ п/п	Приміщення	Площа	Висота	Норма припливу	Норма витяжки	Приплив	Витяжка
101	Тамбур	4,24	3	-	-	-	-
102	Туалет	1,4	3	-	50 м3/год	-	50 м3/год
103	Хол	7,46	3	1-кратн.	розр.	25 м3/год	75 м3/год
104	Котельня	6,85	3	-	1-кратн.	-	25 м3/год
105	Гостинна	21,75	3	1-кратн.	-	100 м3/год	-
106	Кухня	13,88	3	1-кратн.	90 м3/год	145 м3/год	90 м3/год

Продовження таблиці 2.10

201	Ванна	8,11	3	-	25 м3/год	-	25 м3/год
202	Житлова кімната	14,98	3	1-кратн.	-	60 м3/год	-
203	Житлова кімната	16,32	3	1-кратн.	-	60 м3/год	-
204	Житлова кімната	11,59	3	1-кратн.	-	50 м3/год	-

2.7 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Аеродинамічний розрахунок виконаємо відповідно аеродинамічних схем систем вентиляції. Для цього розбиваємо систему на окремі ділянки і визначаємо витрати повітря на кожній ділянці (відповідно розрахунку повітрообміну). Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносимо на аксонометричну схему.

Потім визначаємо площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу [22]:

$$F_p = \frac{L_p}{V} [\text{м}^2], \quad (2.15)$$

де L_p - розрахункова витрата повітря на ділянці, $[\text{м}^3/\text{с}]$;

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, $[\text{м}/\text{с}]$;

За отриманими значеннями F_p підбирають стандартні розміри повітропроводу. Після чого визначаємо фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_p^i}, \quad (2.16)$$

Визначаємо витрати тиску на тертя на ділянках.

Визначаємо втрати тиску на місцевих опорах

$$P_{MO} = \sum \xi P_q, \quad (2.17)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів [22].

Визначаємо загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі

$$P_c = \sum_{i=1}^n P^i + \sum_{j=1}^m P_{об}^j, \quad (2.18)$$

Результати аеродинамічного розрахунку заносяться в зведену таблиці додатку Д.

2.8 Висновки до розділу 2

В даному розділі запропоновано варіанти систем опалення та вентиляції житлового будинку в м. Вінниця.

Виконано теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій згідно чинних норм.

Тепловтрати приміщень складають 9 кВт. Для системи вентиляції підібрано повітропроводи прямокутного перерізу, припливні та витяжні решітки GSN, припливно-витяжну установку Вентс ВУТ 500 Г. Для системи опалення розраховано підбір сонячних колекторів Votosol 300 ТМ у кількості 3 шт, бак-акумулятор на 250 л, підібрано радіатори VOGEL&NOOT 22 типу із нижнім підключенням та поліетиленові трубопроводи діаметрами, підібраними за гідравлічним розрахунком у приміщеннях кухні та санвузлів запроєктовано теплу підлогу.

Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи, що прийнята до монтажу

В даному дипломному проєкті запроектована система опалення та вентиляції 2-поверхового котеджу в м. Вінниця. Для будівлі прийнята горизонтальна двотрубна з колекторною розводкою система опалення. Відгалудження від стояків виконано через розподільчі гребінки. Для магістрального прокладання по приміщенням будівлі використовуються поліетиленові труби НР РЕ-ХА [23] для теплої підлоги використовуються труби зі зшитого поліетилену Рех-а. В місцях перетину з конструкціям будівлі, трубопроводи прокладаються в гільзах з прокладкою з м'яких негорючих матеріалів.

Як опалювальні прилади використовують панельні радіатори VOGEL&NOOT 22 типу із нижнім підключенням [24]. Джерелом теплопостачання служить котельня, в якій розташований бак-акумулятор для сонячних колекторів та допоміжне джерело тепла.

Передбачається припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням. Припливно-витяжна установка Вентс ВУТ 500 Г [25] розташована на даху. Повітроводи запроектовано пластикові. Подача повітря здійснюється через вентиляційні решітки. Видалення повітря здійснюється через вентиляційні решітки.

3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів

3.2.1 Визначення складу і об'ємів робіт

В таблиці 3.1 та 3.2 наведено об'єми робіт для енергоефективної системи створення мікроклімату з використанням сонячних колекторів. Склад

робіт для виконання монтажу систем опалення та вентиляції котеджного будинку в місті Вінниця та вид робіт, що включає в себе перераховані роботи представлено в таблиці 3.1, 3.2

Таблиця 3.1

Об'єм робіт на влаштування системи опалення

№ п/п	Назва роботи	Одиниці виміру	Об'єм
1	3	4	5
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	т	0,35
2	Встановлення сонячних колекторів	шт	3
3	Встановлення бака-акумулятора	шт	1
4	Прокладання трубопроводів обв'язки колекторів	100 м	0,36
5	Встановлення електрокотла	шт	1
6	Установлення гребінок	шт	2
7	Прокладання поліетиленових трубопроводів D_v до 20 мм	100м	0,15
8	Прокладання поліетиленових трубопроводів D_v до 25 мм	100м	0,32
9	Встановлення опалювальних приладів	100 кВт	0,09
10	Встановлення запірно-регулюючої рматури D_v до 25 мм	1 шт	18
11	Пуско-налагоджувальні роботи	100 м	0,47
12	Ізоляція трубопроводів	10 м	4,7
13	Транспортування матеріалів і виробів	т	0,05

Таблиця 3.2

Об'єм робіт на влаштування системи вентиляції

№ п/п	Назва роботи	Одиниці виміру	Об'єм
1	3	4	5
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	т	0,11
2	Встановлення припливно-витяжної установки продуктивністю 500 м ³ /год	шт	1
3	Встановлення осьових вентиляторів масою до 0,025 т	шт	2
4	Прокладання повітроводів, периметром до 1000 мм	100м ²	0,2
5	Встановлення повітророзподільників	1 шт	10
6	Ізоляція повітроводів	10 м ²	2
7	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,05

3.2.2 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Таблиця 3.3

Відомість потреби в основних матеріалах

№ п/п	Найменування	ГОСТ, марка	Одиниці виміру	Кількість	Вага, кг
1	2	3	4	5	6
Система опалення					
1	Сонячний колектор	Votosol 300 TM	шт	3	117
2	Бак-акумулятор	Vitocell 100-B/-W	шт	1	42
3	Комплектація до сонячних колекторів		компл	3	28,5
4	Опалювальний радіатор	VOGEL&NOOT	шт	8	60
Трубопроводи					
7	Труби зі зшитого поліетилену для теплих підлог Ø16	Pex-a	м	142	82,3
8	Труби поліетиленові НР РЕ-ХА Ø16x2,2	HEAT-PEX	м	15	12,6
9	Те ж Ø20x2,8		м	25	23,83
10	Те ж Ø25x3,5		м	7	7,78
Кріплення трубопроводів та опалювальних приладів					
11	Комплект кронштейнів для радіаторів	“ KERMІ ” (Німеччина)	шт	8	2,31
Арматура на трубопроводах					
12	Кульовий кран Ø15	Danfoss	шт	10	0,95
13	Зливний кран	Danfoss	шт	2	0,4
14	Автоматичний повітроспускник	Danfoss	шт	4	6,64
15	Запірний клапан прямий для радіаторів Ø15	Danfoss	шт	2	0,64
16	Регулятор перепаду тиску: dP = 10кПа, Ø15	Danfoss	шт	2	0,6
17	Ізоляція для труби Ø16x2,2		м	15	0,07
18	Те ж для труби Ø20x2,8		м	25	0,1
19	Те ж для труби Ø25x3,5		м	7	0,08
Загальна маса матеріалів, кг					343,77

Продовження таблиці 3.3					
Система вентиляції					
20	Припливно-витяжна установка	Вентс ВУТ 500 Г	шт	1	49
21	Вентилятор осьовий	ОВ 2Е 200	шт	2	16,1
22	Вентиляційна решітка 250x100	ЧП «Григоренко» (Україна)	шт	3	3,0
23	Вентиляційна решітка 300x100	ЧП «Григоренко» (Україна)	шт	6	6,0
24	Вентиляційна решітка 400x100	ЧП «Григоренко» (Україна)	шт	1	0,5
25	Анемостат	ЧП «Григоренко» (Україна)	шт	3	1,2
26	Повітровід 150x150		м	14	10,5
27	Повітровід 200x150		м	7	5,81
28	Повітровід 250x150		м	5	4,2
29	Повітровід Ø100		м	7	5,2
30	Повітровід Ø150		м	6	5
Допоміжні матеріали при прокладанні повітроводів					
31	Болти будівельні з гайками та шайбами		кг	-	5,6
32	Хомути для кріплення повітроводів STD 205		кг	-	0,47
Загальна маса матеріалів, кг					107,5

Відомість матеріалів наведено в додатку Ж.

3.2.3 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад

Трудомісткість [26]:

$$Q = N_q \times V / 1,15 \quad (3.1)$$

Тривалість робочих днів:

$$T = Q / (8 \times n \times k), \quad (3.2)$$

де n – кількість працівників;

k – коефіцієнт перевиконання;

N_q – норма часу;

V–об'єм робіт.

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт

Найменування робіт	Од. ви-міру	Об'єм робіт	Нор ма часу, люд* год.	Трудо-місткість, люд*дні	Виконавці		Трива-лість, дні
					кіль-кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Система опалення							
Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,35	3	0,91	2	робітники 4р.-1 2р.-1	0,5
Встановлення сонячних колекторів	шт	3	13,92	36,3	2	Слюсар 6р.-1; 5р.-1	2,5
Встановлення бака-акумулятора	шт	1	5,95	0,74	2	монтажн. 4р.-1	1
Прокладання трубопроводів обв'язки колекторів	100 м	0,6	61,34	31,8	2	Слюсар 5р.-1; 4р.-1	2
Встановлення електрочотла	1шт	1	2,25	0,3	2	монтаж. 4 р.-1 3р.-1	0,5
Установлення колекторів	шт	2	11,25	19,56	2	Слюсар 5р.-1; 4р.-1,	1
Прокладання поліетиленових трубопроводів D _y до 20 мм	100м	0,15	268,9	35	2	Слюсар 5р.-1; 4р.-1, 3р.-1	2
Прокладання поліетиленових трубопроводів D _y до 25 мм	100м	0,32	211,5	58,86	4	Слюсар 5р.-1; 4р.-1, 3р.-1	2
Встановлення опалювальних приладів	100 кВт	0,09	96,92	7,58	2	Слюсар 5р.-1; 4р.-1, 3р.-1	1

Продовження таблиці 3.4

2	3	4	5	6	7	8	9
Встановлення запірно – регулюючої рматури D _y до 25 мм	1 шт	18	2,41	37,7	2	монтажн. 5р.-1, 3р.-1	2,5
Пуско- налагоджувальні роботи	100 м	0,47	8,22	3,35	2	монтажн. 5р.-1, 3р.-1	0,5
Ізоляція трубопроводів	10м	4,7	41,09	167,9	2	монтажн. 5р.-1, 3р.-1	3
Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,05	3	0,18	2	робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
Система вентиляції							
Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,11	3	0,28	2	Робітни- ки 4р. –1 2р. –1	0,5
Встановлення припливно- витяжних агрегатів продуктивністю 500 м ³ /год	1 шт	1	105,57	91,8	4	монтажн. 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1	2,5
Встановлення осьовихвентилято рів масою до 0,025 т	шт	2	10,2	19,28	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
Прокладання повітроводів, периметром до 1000 мм	100 м ²	0,2	239,7	41,68	2	монтажн. 5р.-1, 3р.-1	2,5
Встановлення повітророзподіль- ників	1 шт	10	2,07	18	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
Ізоляція повітроводів	10 м ²	2	8,62	14,99	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,05	3	0,13	2	робітники 4р. –1 2р. –1	0,5

На аркушах 5 та 6 представлено календарний план виконання робіт, за розрахунками трудомісткості та тривалості виконання робіт.

3.3 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів

3.3.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Повітропроводи, деталі, конструкції та допоміжні матеріали завозиться автомашиною, обладнання завозиться машиною Renault Master.

Технічні характеристики автомашини Renault Master [27]:

- Вантажопідйомність – 5000 кг;
- Вантажна висота – 2600 мм;
- Найбільша швидкість– 145 км/год;
- Колісна формула – 4х2;
- Витрата палива – 7,1 л/100 км;
- Габаритні розміри:
 - довжина– 5075 мм;
 - ширина– 2470 мм;
 - висота– 2310 мм;
- Маса– 3500 кг

Отвори для прокладання інженерних мереж в стінах виконують за допомогою перфоратора Hessler SB-2500 SDS-Max [28].

Його характеристики:

- Напруга – 230 В;
- Потужність – 2500 Вт;
- Число обертів - 0-800 об/хв;
- Енергія удару – 12 Дж;
- Кількість ударів за хвилину - 4600 уд/хв;
- Патрон - SDS-max;

Макс.діаметр свердлення для бетону – 42 мм;

Маса - 7,1 кг;

Розміри - 497x125x291.

Для збирання систем вентиляції використовують шуруповерт WORCRAFT CHD-S20LiWB, з такими характеристиками [29]:

Потужність – 320 Вт;

Число обертів - 0-1400 об/хв;

Маса – 2,5 кг;

Патрон – діаметр 10 мм.

При прокладанні трубопроводів використовують кутові шліфувальні машини BOSCH GWS 1000 [30], характеристики якої:

діаметр диску 125 мм;

потужність 1.000 Вт;

маса 2,1 кг.

Для проведення пуско-налагоджувальних робіт використовують поршневий компресор, його технічна характеристика:

Потужність - 2,2кВт;

Продуктивність - 440 л/хв;

Максимальний тиск - 10 атм;

Маса - 71 кг.

3.3.2 Витрата електроенергії та пального

На роботу електроприладів витрачається електроенергія, яку розраховують за формулою [26]:

$$E = P \cdot \tau \cdot k , \quad (3.3)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ –термін роботи приладу, год;

k –коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Електроенергія спожита перфоратором Hesler SB-2500:

$$E = 1150 \cdot 16 \cdot 0,4 = 7,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Електроенергія спожита шуруповерта WORCRAFT CHD-S20LiWB:

$$E = 320 \cdot 16 \cdot 0,8 = 4,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Електроенергія спожита кутовою шліфувальною машиною BOSCH GWS 1000:

$$E = 1000 \cdot 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Електроенергія спожита компресором:

$$E = 2200 \cdot 8 \cdot 0,8 = 14,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$E = 7,4 + 4,1 + 3,2 + 14,1 = 28,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 19 км, кількість ходок $n=1$, витрата пального $Q_1=7,1$ л/100 км.

Необхідна кількість пального для доставки визначається за формулою

$$Q = 2 \cdot Q_1 \cdot n \cdot l = 2 \cdot 0,071 \cdot 1 \cdot 19 = 2,7 \text{ л} \quad (3.4)$$

3.3.3 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Термін будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 17 \text{ днів}$$

Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 42 \text{ люд}\cdot\text{дні}$$

Середня чисельність робочих [60]:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 42 / 17 = 2,5 \text{ робітник} \quad (3.5)$$

Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 4 \text{ робітників}$$

Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 6 \text{ люд}\cdot\text{дні}$$

Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max}} = 2,5/4 = 0,64 \quad (3.6)$$

Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}} = 6/42 = 0,14 \quad (3.7)$$

Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва [49] :

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}} / T_{\text{заг.}} = 14 / 17 = 0,82 \quad (3.8)$$

3.4 Монтажне регулювання і здача систем мікроклімату в експлуатацію

До початку монтажно-збірних робіт встановлюється готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів та обладнання. Приймання об'єктів під монтаж систем опалення відбувається актом встановленої форми, який підписує представник генпідрядника, який виконує будівельні роботи (майстер або виконроб). Будівельний об'єкт можна вважати готовим до монтажу системи опалення, якщо:

- змонтовані міжповерхові перекриття і східникові клітини; пробиті отвори в стінах і перекриттях для прокладання трубопроводів; оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і трубопроводів;
- підготовленні монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- нанесені на стінах фарбою відмітки чистої підлоги; підготовленні основи під водонапірні баки, розширювальні резервуари, і влаштовані фундаменти під котли, насоси;
- підведені електричні лінії для підключення механізмів та електроінструментів забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів;
- підготовленні риштування та підмостки для виконання робіт на

висоті; заскленні віконні прорізи і утепленні приміщення при виконанні робіт взимку та восени.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт треба виділити місце для складування матеріалів, сантехнічних заготовок і обладнання [31]. Треба також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентаря.

3.5 Заходи з охорони праці

Проектом передбачаються заходи, що забезпечують безпеку людей, а також обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації обладнання систем опалення та теплопостачання вентиляції:

- передбачається система повітровипускників та зливних трубопроводів, а також трапи та приямки;
- теплоізоляційні конструкції та покривний шар теплоізоляції, що використовується згідно проекту не токсичні, не займисті та негорючі.

Передбачені наступні заходи по зниженню шуму в системах опалення, вентиляції [35]:

- швидкість руху води в трубах систем опалення та теплопостачання прийнята в залежності від допустимого еквівалентного рівня шуму в приміщенні, відповідно до нормативних вимог;
- встановлені гнучкі еластичні з'єднання при підключенні трубопроводів до циркуляційних насосів;
- грати повітрозабірників та розподільвачів підібрані за мінімально допустимими швидкостями повітря.

3.5.1 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Усі працівники повинні пройти навчання з техніки безпеки за програмою тривалістю від 8 до 10 годин. Монтажні роботи з установами систем опалення мають виконуватися згідно

з Проектом виробництва робіт (ПВР) та узгоджуватись з іншими видами загальнобудівельних і спеціалізованих робіт.

Монтаж трубопроводів слід виконувати у такій послідовності:

- а) нанести розмітку осей та встановити підвіски й кронштейни;
- б) укласти труби, вузли й заготовки відповідно до розмічених осей;
- в) здійснити збирання трубопроводів і приєднати монтажні вузли та повітровідвідники;
- г) перевірити та виставити необхідні ухили;
- д) встановити гільзи й надійно закріпити їх;
- е) закріпити трубопроводи на встановлених опорах та підвісках.

3.5.2 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі монтажу систем

Перед тим як приступити до виконання монтажних робіт, необхідно оглянути все обладнання та устаткування та перевірити його на справність. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів. Монтаж системи вентиляції необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та технічними умовами на монтаж обладнання [32]. Потрібно організувати проходи між обладнанням.

Електрозварювальні апарати мають бути обов'язково заземлені або занулені, а в неробочий час – відключені від мережі [33]. Не рідше ніж один раз на місяць необхідно проводити перевірку на:

- відсутність короткого замикання на корпус;
- цілісність заземлювального проводу;
- справність ізоляції живильних кабелів;
- відсутність оголених струмопровідних елементів;
- відсутність замикань між обмотками високої та низької напруги.

Пил негативно впливає на органи дихання працівників, передусім на верхні дихальні шляхи. Тривалий вплив пилу може призвести до розвитку серйозного професійного захворювання — силікозу. В умовах виробництва

оксид вуглецю (чадний газ) утворюється внаслідок роботи двигунів та інших технологічних процесів, пов'язаних із згорянням палива.

Виробниче освітлення

Монтажні роботи, які будуть виконуватися згідно з ДБН В.2.5-28-2006 відносяться до робіт середньої точності. Монтажні роботи виконуються при денному природному освітленні. Фактичне значення коефіцієнта природного освітлення для досліджуваного приміщення розраховане у даному розділі. Значення КПО дорівнює 0,54%, що є нижче нормованого значення, отже потрібно виконати заходи щодо покращення умов праці.

3.5.3 Пожежна безпека

Системи пожежної безпеки мають запобігти виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні. Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою вказаних систем згідно ДБН В.1.1-7-2002 не повинен бути меншим за 0,99 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей не може перевищувати впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік в розрахунку на кожну людину. Рівень забезпечення пожежної безпеки також являє собою кількісну оцінку за об'єктом збиткам при можливій пожежі. На монтажному майданчику не допускається накопичення значної кількості легкозаймистих матеріалів. Після завершення робочого дня необхідно обов'язково вимикати рубильники, відключати усі електроприлади та освітлювальну мережу, залишаючи тільки чергове (аварійне) освітлення.

Під час заповнення системи опалення теплоносієм, його зливу, а також у процесі випробування та наладки необхідно користуватись переносними освітлювальними приладами з напругою не вище 12 В. Працівники, які здійснюють випробування, повинні перебувати на безпечній відстані, що унеможливує травмування у разі раптового вилітання заглушок.

3.6 Висновки до розділу 3

У організаційно-технологічному розділі розроблено проєкт технології монтажу енергоефективних систем опалення та вентиляції в м. Вінниця. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт. Також побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів (аркуш 5,6).

Виконано розрахунок техніко-економічних показників, за результатами якого загальна трудомісткість виконання робіт з монтажу системи опалення складає 42 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт складає 17 днів. Загальна трудомісткість виконання робіт з монтажу систем вентиляції складає 23 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт складає 9 днів.

4 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ

4.1 Заходи з енергозбереження

До заходів, якийі дозволяють зменшити енергоспоживання систем опалення та вентиляції, підвищити комфорт користувачів, зменшити експлуатаційні витрати відносяться:

1. Утеплення фасадів та встановлення енергозберігаючих вікон. Термічні опори огорожувальних конструкцій відповідають вимогам з енергозбереження за ДБН В.2.6-31:2021, що забезпечує зниження тепловтрат через огороження та підтримання стабільного мікроклімату в приміщеннях. Ефект: Зменшується енергоспоживання для обігріву/охолодження приміщення, зменшення навантаження на систему опалення.

2. Впроваджено автоматичне регулювання робочих та теплових параметрів, зокрема «погодне регулювання». На кожному радіаторі передбачено терморегулятори для підтримки температурного режиму у кожному приміщенні. Ефект: До 20% економії теплової енергії.

3. Тепловідбивна ізоляція за радіаторами. За опалювальними приладами (радіаторами) встановлено тепловідбивну ізоляцію з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, що відбиває теплове випромінювання від стіни назад у приміщення. Ефект: додатково зменшує тепловтрати на 5 –10%.

4. Ізоляція трубопроводів системи опалення та вентиляції. Всі трубопроводи подачі та зворотної магістралі покриті теплоізоляцією згідно ДБН В.2.5-67:2013, ізоляція виконується матеріалами з $\lambda \leq 0,045 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$. Ізоляція зменшує втрати тепла при транспортуванні теплоносія і захищає трубопроводи від конденсації у зонах з підвищеною вологістю. Ефект: підвищення ефективності системи, уникнення перегріву/охолодження нецільових зон.

5. Автоматизація вентиляційного устаткування. Вентиляційне обладнання оснащене системами автоматичного управління (датчиків

температури, вологості, CO₂) які:реагують на зміну температури, вологості, CO₂;активують або знижують подачу повітря залежно від навантаження; інтегруються з системою "розумної" будівлі.Ефект: Зниження споживання електроенергії на 15–25%.

6. Автоматичне регулювання теплових і технологічних параметрів. У системах опалення й теплопостачання передбачено автоматичні клапани. Регулювання можливе за графіками, таймерами або датчиками. Ефект: оптимізація витрат, стабільність у роботі, підвищення довговічності обладнання.

7. Теплова ізоляція повітропроводів вентиляції.Вентиляційні повітроводи мають теплову ізоляцію (особливо ті, що проходять через холодні зони або технічні приміщення), що:зменшує втрати тепла/холоду в системах припливу;запобігає конденсації у витяжних каналах;дозволяє зберігати температуру повітря при транспортуванні та зменшує навантаження на систему, підтримує мікроклімат на проектному рівні.Ефект: підтримання енергетичного балансу та зменшення витрат на компенсацію втрат.

4.2 Розрахунок ефективності вакуумного сонячного колектора при впровадженні світловідзеркалювача

При розрахунку ефективності застосування сонячних колекторів для цілей опалення необхідно враховувати характеристики вакуумних трубок. Стандартна вакуумна трубка має 1800 мм в довжину, зовнішній діаметр - 58 мм, внутрішній - 47 мм. Конструкція двохстіночна. Циліндри мають різну товщину: зовнішній міцніший - $1,8 \pm 0,15$ мм, внутрішній - $1,6 \pm 0,15$ мм. Простір між стінками заповнено вакуумом і створює перешкоду для втрат тепла.

Циліндрична форма скляної трубки при дотриманні основних вимог установки забезпечує більше 91% поглинання всієї надійшла на поверхню енергії. Тепловтрати при цьому не перевищують 8% (при температурі носія

близько 80 °С). Коефіцієнт таких втрат для вакуумної сонячної установки не більше 0,6Вт/м².

Розрахунок площі ефективного поглинання сонячного колектора зробимо на прикладі сонячного колектора Vitosol, що має в своєму складі 24 вакуумних трубки стандартного розміру, площа колектора – 4 м²(1,8 ×2,5). Відстань між трубками приблизно 0,075 м. Визначивши ефективну площу поглинання однієї трубки і помноживши її на 24 отримаємо загальну ефективну площу поглинання колектора. Площа поглинання однієї трубки - фактично площа «тіні», створюваної трубкою при її висвітленні сонцем. Це проекція трубки на площину, що проходить через її діаметр. Оскільки діаметр трубки 58 мм або 0,058 м, а довжина трубки бере участь в прийомі сонця близько 1800 мм або 1,8 м, але верхня і нижня її частина закриті елементами конструкції і в роботі участі не беруть), тоді площа «тіні» складе 0,058 м * 1,8 м = 0,1044 м². А загальна ефективна площа поглинання колектора 0,1044 м² * 24 шт. = 2,75 м². Отже, 4 – 2,75 = 1,25 м² фактична площа неефективного використання.

При використанні полірованого алюмінію в якості світловідзеркалювача для покращення продуктивності вакуумного колектора в якого коефіцієнт відбиття може бути рівним 0,9 збільшується оптичний ККД. Так як неефективна площа колектора в розрахунку дорівнює 1,25 м², а з використанням цієї площі світловідзеркалювачем з коефіцієнтом 0,9 відповідно отримуємо 1,0 м² додатково ефективної площі. Якщо 2,75 м² прийняти за 100%, то 2,5+1,0=3,5 м², в підсумку 3,5 /2,75 ×100% = 125%. Таким чином це дозволить підвищити ефективність сонячного колектора при оптимальних умовах на 25%.

4.3 Експлуатація систем опалення та вентиляції

Системи опалення та вентиляції запроектовані з урахуванням сучасних вимог енергоефективності, надійності та комфорту в експлуатації. Усі заходи спрямовані на енергозбереження, зниження експлуатаційних витрат, а також

забезпечення стабільного мікроклімату в приміщеннях.

Особливості експлуатації.

- Системи мають автоматизоване управління з можливістю локального та центрального контролю температури, що дозволяє адаптувати теплоподачу відповідно до зовнішніх погодних умов та реального навантаження.

- Всі фільтрувальні елементи мають індикацію засміченості, що полегшує графік технічного обслуговування.

- Система сонячних колекторів оснащена автоматичним блоком управління.

- Бак-акумулятор оснащений теном, для додаткового підігріву води.

- Передбачено використання теплоізоляційних матеріалів, що не потребують заміни протягом усього терміну експлуатації.

- Устаткування відповідає нормативам ДСТУ ENISO 50001:2021 (системи енергетичного менеджменту) та ДБН В.2.5-67:2013

4.4 Висновки до розділу 4

У цьому розділі сформовано комплекс рішень щодо автоматизації інженерних систем, які впливають на показники енергоефективності.

Проведено розрахунок ефективності сонячного колектора. Визначено що впровадження світловідзеркалювача дозволить підвищити ефективність сонячного колектора при оптимальних умовах на 25%.

Всі елементи систем передбачені з доступом для обслуговування (запірна арматура, фільтри, вузли обліку, балансувальні клапани). Система дозволяє в майбутньому проводити енергетичний моніторинг і коригування витрат.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували програму “СМЕТА”.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт з влаштування системи вентиляції котеджного будинку, що містить в собі прями та загальновиробничі витрати [36].

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальний кошторис складений на монтаж системи вентиляції та опалення котеджного будинку (табл.5.2). Склад, об’єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у розділі 3 даного проекту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації. Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість	грн	149964
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн.	116313
Кошторисна заробітна плата	грн	18798
Кошторисна трудомісткість	грн люд.-год.	151,77

Локальний кошторис наведено у додатку 3.

5.1 Висновок до розділу 5

В даному розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування систем вентиляції котеджного будинку, наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 149964 грн, кошторисна трудомісткість – 151,77 люд-год, кошторисна заробітна плата –18798 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У магістерській роботі обґрунтовано доцільність використання рекуперації теплоти вентиляційних викидів як енергозберігаючого заходу в системах вентиляції та сонячних колекторів на опалення котеджного будинку. Проведено аналіз існуючих відновлювальних джерел енергії та обрано сонячні колектори як найбільш оптимальний тип для забезпечення максимальної ефективності роботи системи опалення.

На основі техніко-економічного обґрунтування визначено термін окупності та рівень економії енергії при використанні сонячних колекторів як джерела тепла для системи опалення. Термін окупності системи опалення з використанням сонячних колекторів становить 13 років.

Виконано розрахунки тепловтрат приміщень, повітрообмін приміщень, аеродинамічний та гідравлічний розрахунок систем. Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів. Система мікроклімату складається з припливно-витяжної системи вентиляції з рекуператором та системи опалення з використанням сонячних колекторів, та окремих витяжних систем для санвузлів. Усі повітроводи припливно-витяжних систем прокладаються в теплоізоляції, для запобігання тепловтратам у витяжних та припливних каналах. Викид повітря передбачений через покрівлю. Вентиляційна установка розміщується на горищі. Система опалення двотрубна із поліетиленових трубопроводів, а також передбачена система опалення теплою підлогою. Розраховано кількість сонячних колекторів на покриття тепловтрат, їх кількість становить 3 шт.

У організаційно-технологічній частині забезпечення реалізації проєктних рішень визначено потрібну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому

визначено загальну трудомісткість виконання робіт. Для системи опалення трудомісткість склала 42 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт складає 17 днів. Загальна трудомісткість виконання робіт з монтажу систем вентиляції складає 23 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт складає 9 днів.

У четвертому розділі розроблено заходи з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності, заходи з охорони праці та охорони довкілля.

Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальний кошторис на виконання робіт з монтажу систем вентиляції. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витратило кошторису – 149964 грн, кошторисна трудомісткість – 151,77 люд-год, кошторисна заробітна плата – 18798 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ратушняк Г.С., Джеджула В. В., Анохіна К. В. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ. 2010. 29 с.
2. Панкевич В. В., Мудрицький О. В. Використання гібридних фотоелектрично- теплових (pvt) панелей в системах енергопостачання котеджів. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції Енергоефективність в галузях економіки України Вінниця: ВНТУ, 2025. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/egcu2025/paper/view/26412>
3. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. [Електронний ресурс]- Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/analiz-suchasnogo-stanu-alternativnoi-energetiki-ta-rekomendatsii-po-ekologizatsii-palivno-e>.
4. ДБН В.2.2-15-2019 Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 45 с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. [Чинний від 2013-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2012. 49 с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 Системи вентиляційні. Загальні вимоги [Чинний від 2010-08-01] Вид. офіц. Київ, 2010. 8 с.
7. Energy ua. Сонячна батарея: принцип роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://eenergy.com.ua/baza-znan/sonyachna-batareya-prynntsyp-roboty>
8. Українська енергетична біржа. Розвиток та нинішній стан сонячної енергетики в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news>

9. Лялюк О.Г. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах будівельних спеціальностей. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2003. 86 с.
10. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<https://groza.org/forum/index.php?action=dlattach;topic=9955.0;attach=12164>
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ. 2010 р. 128 с.
12. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021- 05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
13. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2023-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 63 с.
14. ДСТУ EN ISO 10077-1:2022 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. [Чинний від 2022-07-15]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 89 с.
15. Пономарчук І. А., Колесник К. В. Опалення. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2017. 127 с.
16. Технічний посібник з проектування сонячних колекторів – 2011 -26с.
17. Технічні характеристики сонячних вакуумних колекторів фірми Viessmann [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://shop.viessmann.ua/ua/vitosol-300-tm/>
18. Технічні характеристики бака-акумулятора фірми Viessmann [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.teplodom.com.ua/uk/shop/product/paket-viessmann-vitosol-141-fm-46-m-vitocell-100-b-tip-cvba-250-l-sm1/>
19. Пономарчук І. А., Волошин О. Б. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни ”Опалення“ для студентів напряму підготовки 0921 – ”Будівництво“.Вінниця : ВНТУ. 2005. 56 с.

20. Інструкція проектування та монтажу теплої підлоги фірми SCHUTZ – Варшава: 2001 – 31с.
21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. К.: Мінрегіон України, 2013, 141 с.
22. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2004. 121 с.
23. Технічні характеристики труби із зшитого поліетилену РЕ-Ха [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://teploradost.com.ua/ua/truby-i-fitingi/truby-iz-sshitogo-polietilena-i-fitingi/?material-korpora=pe-xa>.
24. Технічні характеристики радіаторів VOGEL&NOOT 22 типу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://otoplenie-doma.in.ua/ua/radiator-otopleniya/stalnie-radiatori/chernie-salnie-radiatori/vogelnoot-kv22-h500-black>
25. Технічні характеристики припливно-витяжної установки Вентс ВУТ 500 Г [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://vents-shop.com.ua/vents-vut-500g>
26. Панкевич. О. Д. Організація будівництва: навчальний посібник. Вінниця. ВНТУ. 2007. 86 с.
27. Технічні характеристики автомашини Renault Master [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.renault.ua/offers/save-buy-new-master.html>.
28. Технічні характеристики перфоратора Hesler SB-2500 SDS-Max [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://efco.ua/ru/perforator-hesler-sb-2500-sds-max-germany-garantiya-64-misyatsi/495/?srsId=AfmBOoqgSvL7E-We9ak76t6tXwukOS9spLH5j9h7NfoqGG8WRTWVp56g>
29. Технічні характеристики шуруповерта WORCRAFT CHD-S20LiWB [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.motoblok.biz.ua/catalog/13588/shurupoverti-worcraft/>
30. Технічні характеристики кутові шліфувальні машини BOSCH GWS 1000

- [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://bosch-tools.com.ua/uglovaya-shlifmashna-bosch-gws-1000/>
31. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем [Чинний від 2014-01-01]. Київ. Мінрегіон України, 2013, 29 с.
 32. ДСТУ-Н Б В.2.5-62:2012 Настанова з проектування та монтажу систем опалення з застосуванням сталевих панельних радіаторів [Чинний від 2014-01-01]. Київ. Мінрегіон України, 2013, 29 с.
 33. Панкевич В. В, Гуменчук А. Є. Інноваційні технології прокладання інженерних мереж. Матеріали LIV Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 24-27 березня 2025 р. Режим доступу:<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/46166/175203.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
 34. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с
 35. Ратугняк Г. С., Попова Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання. Навчальний посібник. Вінниця. ВДТУ. 2002. 120с.
 36. ДСН 3.3.6.039–99 " Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf
 37. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
 38. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Вінниця. ВНТУ. 2003. 26с.

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г. С.
" 24 " вересня 2025 р.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
за темою: «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МІКРОКЛІМАТУ КОТЕДЖУ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»

Розробив
ст. гр. ТГ-24м _____ Мудрицький О. В.

Керівник
PhD, ст. викладач _____ Панкевич В. В.

Якщо умова виконання формули (1) (2) не виконується, то розбіжності між результатами обчислень та вимірюваннями повинні бути меншими, ніж $x > 4$
 $b_1 - b_2 - x$
Наводять середню літню сітку річки
Річка в. Бульбаша швидкісного річка
для заміру глибини виправних гнізтів цієї
річки гідної користувачів гнізтів, а вертикаль
Бульбаша річка. Для контролю перевірки
всіх головних геометричних умов наведені
5 – Перевірка геометричних умов наведені
В напрямку Дворотному напрямку, мм
Помилка, мм
x, мм
Умову виконання формули (1) (2) виконано

Напрямок, мм	Помилка, мм	x, мм
192	1438	1612
419	1583	

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи опалення та вентиляції призначені для створення оптимальних та комфортних умов мікроклімату в приміщенні, підтримання температурного балансу будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

МКР виконується згідно теми, затвердженої наказом ректора № 313 від «24» вересня 2025 р., на підставі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розроблення технічних та організаційних рішень систем опалення та вентиляції для підтримання параметрів мікроклімату внутрішнього середовища житлової будівлі, що забезпечує збільшення енергоощадності за рахунок використання альтернативних джерел енергії.

Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні креслення, технологічне завдання та нормативна література.

4. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем мікроклімату житлових будинків наведено в такій нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»;
- ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель.»;
- ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення";
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем» .

5. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці систем необхідно використовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу систем та можливість їх ремонту чи заміни.

6. Вимоги до систем вентиляції та опалення.

Санітарно – гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур та якості атмосферного повітря.

Економічні – забезпечення мінімуму приведених затрат.

Будівельні – ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем вентиляції та опалення індустріальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність і безперебійність їх роботи.

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення.

Обов'язковими є такі показники надійності:

- середня виробка обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.

- середній повний строк служби не менше 20 років.

- на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Ергономічні вимоги :

- розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби.

- виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточняється на стадії приймальних випробуваннях.

Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в періоді експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО; строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

7. Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПіВ:

На стадії розробки встановлюють відповідно з ДБНВ.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря», ДБН В.2.2-15-2019

"Житлові будинки. Основні положення".

8. Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розробка та затвердження із замовником функціональних та принципівих схем, конструктивних компонок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики пуско-налагоджувальних робіт,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

Дане технічне завдання може узгоджуватися та доповнюватися в процесі проєктування.

9. Етапи при виконання МКР.

Етапи виконання робіт наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи виконання робіт МКР

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	24.09.2025
2	Аналіз сучасного стану використання відновлювальних джерел енергії в котеджному будівництві	28.09.2025
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	01.10.2025
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	27.10.2025
5	Енергозбереження та експлуатація систем	05.11.2025
6	Техніко – економічні показники проєктних рішень	17.12.2025
7	Оформлення графічної частини	27.12.2025
8	Попередній захист	28.11.2025
9	Виправлення зауважень	04.12.2025
10	Відгук опонента (рецензента)	15.12.2025
11	Захист МКР	17.12.2025

Додаток Б – Висновок про перевірку МКР на плагіат
ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, факультет БІЕІ
(кафедра/факультет)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism(KPI) 3.9%

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

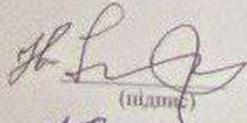
Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийнято до захисту.

У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

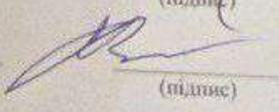
У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на сироби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

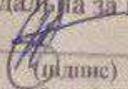
Коп В.І., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку:


(підпис)

к.т.н., доцент каф. ІСБ Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

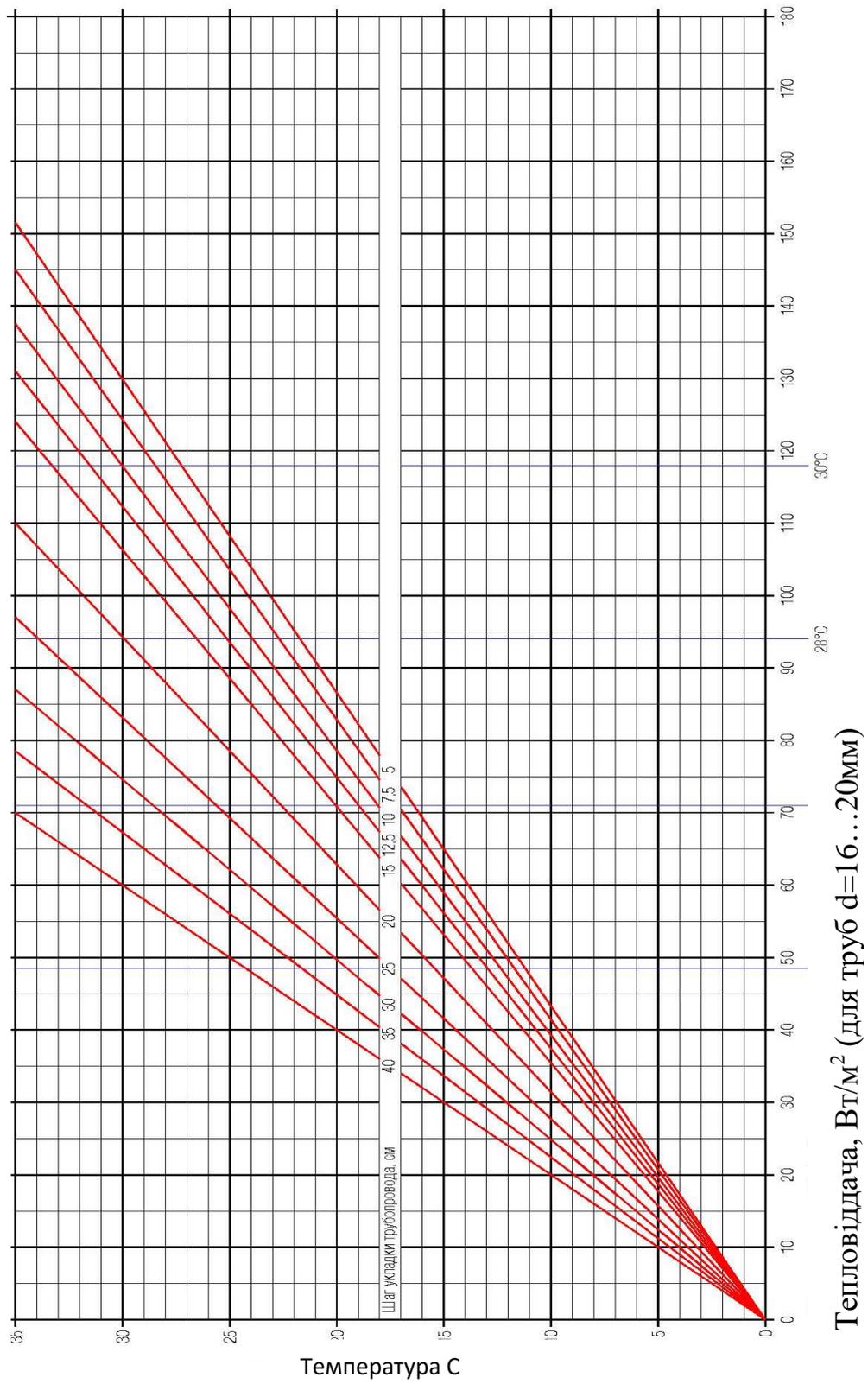
З висновком експертної комісії ознайомлений(-а)

Керівник Панкевич В. В., PhD, ст. викладач каф. ІСБ
(підпис) (прізвище, ініціали, посада)

Забувач Мудрицький О. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Г

Діаграма – Теплове навантаження для опору теплопередачі підлоги $R=0,1$ $\text{m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$



Додаток Д

Таблиця Д.1 - Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

№	витрата	довжина	сума кмо		b або діам	Fроз	Fстанд	Vреком	vфакт	гідр радіус DL	Re	шорсткіст	лямбда	Rд	повні втрати дельта P
							Приплив								
0-1	100	2,00	1,5	150	150	0,006	0,023	5,00	1,23	0,15	11870	0,1	0,0996	0,9	2,6
1-2	200	2,00	0,8	200	150	0,011	0,030	5,00	1,85	0,17	20349	0,1	0,0963	2,1	4,0
2-3	245	2,00	0,8	200	150	0,014	0,030	5,00	2,27	0,17	24928	0,1	0,0962	3,1	5,9
3-4	270	2,00	0,8	200	150	0,015	0,030	5,00	2,50	0,17	27471	0,1	0,0962	3,8	7,2
4-5	440	2,10	1,2	250	150	0,024	0,038	5,00	3,26	0,19	39172	0,1	0,0941	6,4	14,4
							Вігалудження								34,1
7-8	60	3,50	1,2	150	150	0,003	0,023	5,00	0,74	0,15	7122	0,1	0,0998	0,3	1,2
8-6	120	1,70	1,80	150	150	0,007	0,023	5,00	1,48	0,15	14244	0,1	0,0996	1,3	3,9
							Витяжка								
0-1	75	2,00	1,20	150	150	0,004	0,023	5,00	0,93	0,15	8903	0,1	0,0997	0,5	1,3
1-2	245	2,50	0,80	200	150	0,014	0,030	5,00	2,27	0,17	24928	0,1	0,0962	3,1	6,8
							Вігалудження								
7-8	70	2,00	1,2	150	150	0,004	0,023	5,00	0,86	0,15	8309	0,1	0,0997	0,4	1,1
8-9	140	2,50	0,8	150	150	0,008	0,023	5,00	1,73	0,15	16619	0,1	0,0995	1,8	4,4
							Витяжка								
0-1	50	3,00	0,8		100	0,003	0,008	5,00	1,77	0,10	11341	0,1	0,1102	1,9	7,7
1-2	75	2,50	0,8		150	0,004	0,018	5,00	1,80	0,15	17307	0,1	0,0995	1,9	4,8

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 – Відомість матеріалів для влаштування системи опалення та вентиляції

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1. Опалення							
1	Сонячний колектор	Votosol 300 TM		Viessmann	шт	3		
2	Бак-акумулятор	Vitocell 100-B/-W		Viessmann	шт	1		
3	Комплектація до сонячних колекторів				компл	3		
4	Опалювальний радіатор панельний сталевий	VN 22 300x1400		VOGEL&NOOT	шт	3		
5	Те ж	VN 22 300x1600		- П - П -	шт	1		
6	Те ж	VN 22 500x700		- П - П -	шт	4		
7	Запірний клапан прямий для радіаторів Ø15	RLV-K	003L0280	- П - П -	шт	8		
8	Запірний клапан Ø20	ASV-M	003L7692	Danfoss	шт	2		
9	Регулятор перепаду тиску: dP = 10кПа , Ø15	ASV-P	003L7621	Danfoss	шт	2		
10	Кульовий кран 40бар, 110°C Ø15	IVR	37	СП УДТ	шт	10		
11	Автоматичний повітроспускник				шт	4		
12	Труби поліетиленові НР РЕ-ХА Ø16x2,2	1001160		HEAT-PEX	м	15		
13	Те ж Ø20x2,8	1001200		- П - П -	м	25		
14	Те ж Ø25x3,5	1001250		- П - П -	м	7		
15	Ізоляція для труби Ø16x2,2				м	15		
16	Те ж для труби Ø20x2,8				м	25		
17	Те ж для труби Ø25x3,5				м	7		
18	Розподільчий колектор				шт	2		
19	Труби зі зшитого поліетилену для теплої підлоги Рех-а				м	142		

ДОДАТОК 3

Котеджний будинок

*(найменування об'єкта будівництва)***Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-001**

на

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	149,964 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	0,15177 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	18,798 тис. грн.
Середній розряд робіт	3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на 11 грудня 2025 р.

№ Ч. ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслугову- ванням машин			
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітн ої плати	експлуа- тації машин	тих, що обслуговують машини			
										заробітн ої плати	в тому числі заробітн ої плати	на одиниц ю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	КБ20-42-1	Перевезення будівельних вантажів	т	0,11	1 500,00	1 500,00	165	-	165	-	-		
2		Установлення камер припливних, припливно-витяжних камер типових продуктивністю до 10 тис.м3/год	камера	1,0	-	-	9 786	7 690	-	-	-		
						9 786,44	502,32			502	68,1700	68,17	
					7 690,26	138,03			138	1,1154	1,12		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	C130-1	Припливно-витяжна вентиляційна установкаВентс ВУТ 500 Г продуктивністю 500 м3/год	шт	1,0	66 407,2 6		66 407			2031	лк 02-001
4	КБ20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	1 вентиля тор	2,0	788,65	43,46	1 577	1 485	87	6,2100	12,42
5	C130-62	Вентилятори осьові VENTS OB 2E 200	шт	2,0	4 363,56		8 727				
6	КБ20-29-1	Установлення вставок гнучких до осьових вентиляторів	м2	0,03	1 114,06	8,40	33	32	-	9,7800	0,29
7	КБ20-23-1	Установлення анемостатів	1 анемост ат	3,0	2 249,51	8,40	6 749	1 471	25	4,5100	13,53
8	КБ20-11-1	Установлення ґрат жалюзійних площею у просвіті до 0,25 м2	1 ґрата	10,0	265,55	34,08	2 656	2 027	341	1,8200	18,20
9	КБ20-1-1	Прокладання повітроводів гнучких, діаметром до 250 мм	100 м2 поверхн і повітро водів	0,005	120 880, 29	691,86	604	142	3	261,800 0	1,31 0,01
					28 457,6 6	249,70				2,0876	

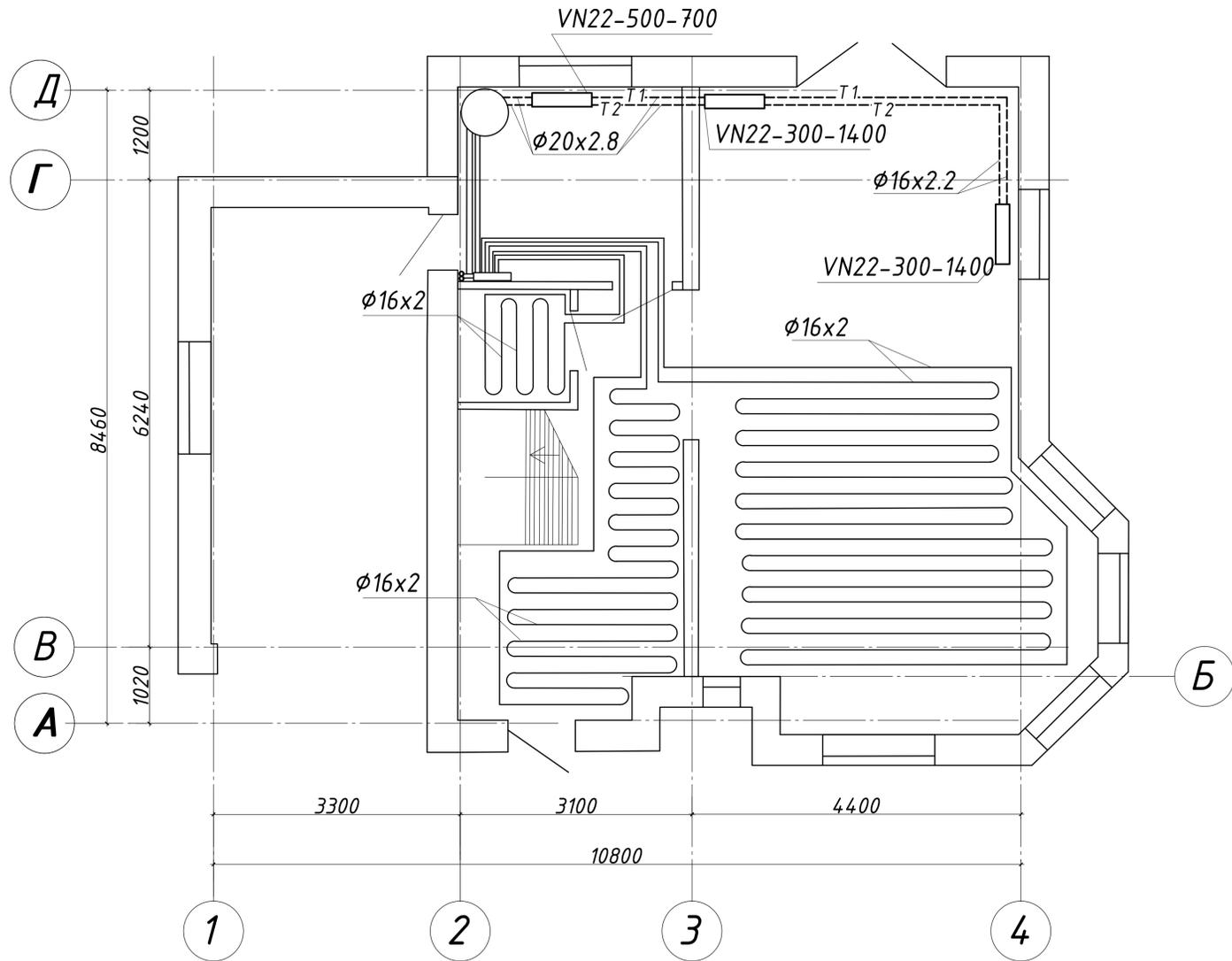
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	C130-605-1	Решітки вентиляційні, розмір 300x100 мм	шт	3,0	399,96		1 200			2031	лк 02-001
11	C130-605-1	Решітки вентиляційні, розмір 250x100 мм	шт	4,0	242,88		972				
12	C130-605-1	Решітки вентиляційні, розмір 400x100 мм	шт	1,0	482,58		483				
13	C130-605-1	Анемостат d 100 мм	шт	3,0	176,58		530				
14	КБ20-3-3	Прокладання повітроводів товщиною 0,5 мм, периметром 400, 6000 мм	100 м2 поверхн і повітро водів	0,02	87 287,3 2 26 055,3 9	612,02 219,48	1 746	521	12 4	239,700 0	4,79 0,04
15	КБ26-24-1	Ізоляція плоских поверхонь матами мінераловатними прошивними на склотканині або металевій сітці	10м2 поверні ізоляції	0,2	2 707,83 916,99	1 142,92 432,67	542	183	229 87	7,9400 3,6176	1,59 0,72
16	ПЗ-8-1	Пусконалагождування припливних, припливно-витяжних установок вентиляції	Пристр.	1,0	2 568,16 2 568,16	- -	2 568	2 568	- -	16,0000 -	16,00 -
17	C130-160	Повітроводи гнучкі діаметр до 150 мм	м2	2,0	196,21		392				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	C1630-598	Повітропроводи круглі діаметром 100–315 мм	м2	5,0	869,19		4 346			2031	ЛК 02-001
19	C114-31	Вироби з покривним матеріалом на основі алюмінієвої фольги дубльованої, приклеєної до теплоізоляційного шару, марка 75, товщина 60 мм	м3	1,0	9 801,57		9 802				
20	C130-14	Гнучка вставка діам. 150мм	шт	4	160,99		643,96				
21	C130-605-1	Решітка зовнішня вентиляційна 500x150мм	шт	2	705,00		1410,00				
22	C151-155	Кабелі силові з просоченою паперовою ізоляцією з алюмінієвими жилами в алюмінієвій оболонці, на напругу 6000 В, марка ААБлГУ, число жил та переріз 3x10 мм ²	1000м	0,02	412 715,96		8254,32				

23	C130-141	Віброізолятор ДО-43	шт	4	1050,65		4202,60			2031_лк 02-001	
24	C314-3	Перевезення будівельного сміття до 10 км	т	0,05	1 000,00	1 000,00	50	-	50	-	-
					-	9,79			-	0,0740	-
		Разом прямих витрат по кошторису					133 845	16 119	1 414		136,30
									361		2,97
		Разом прямі витрати				грн.	133 845				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	116 313				
		вартість ЕММ				грн.	1 414				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		361			
		заробітна плата робітників				грн.		16 119			
		всього заробітна плата				грн.		16 480			
		Загальновиробничі витрати				грн.	7 807				
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г					12,50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		заробітна плата в загальнопромислових витратах				грн.		2 318		2031_лк 02-001	
		Всього по кошторису				грн.	149 964				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					151,77
		Кошторисна заробітна плата				грн.		18 798			

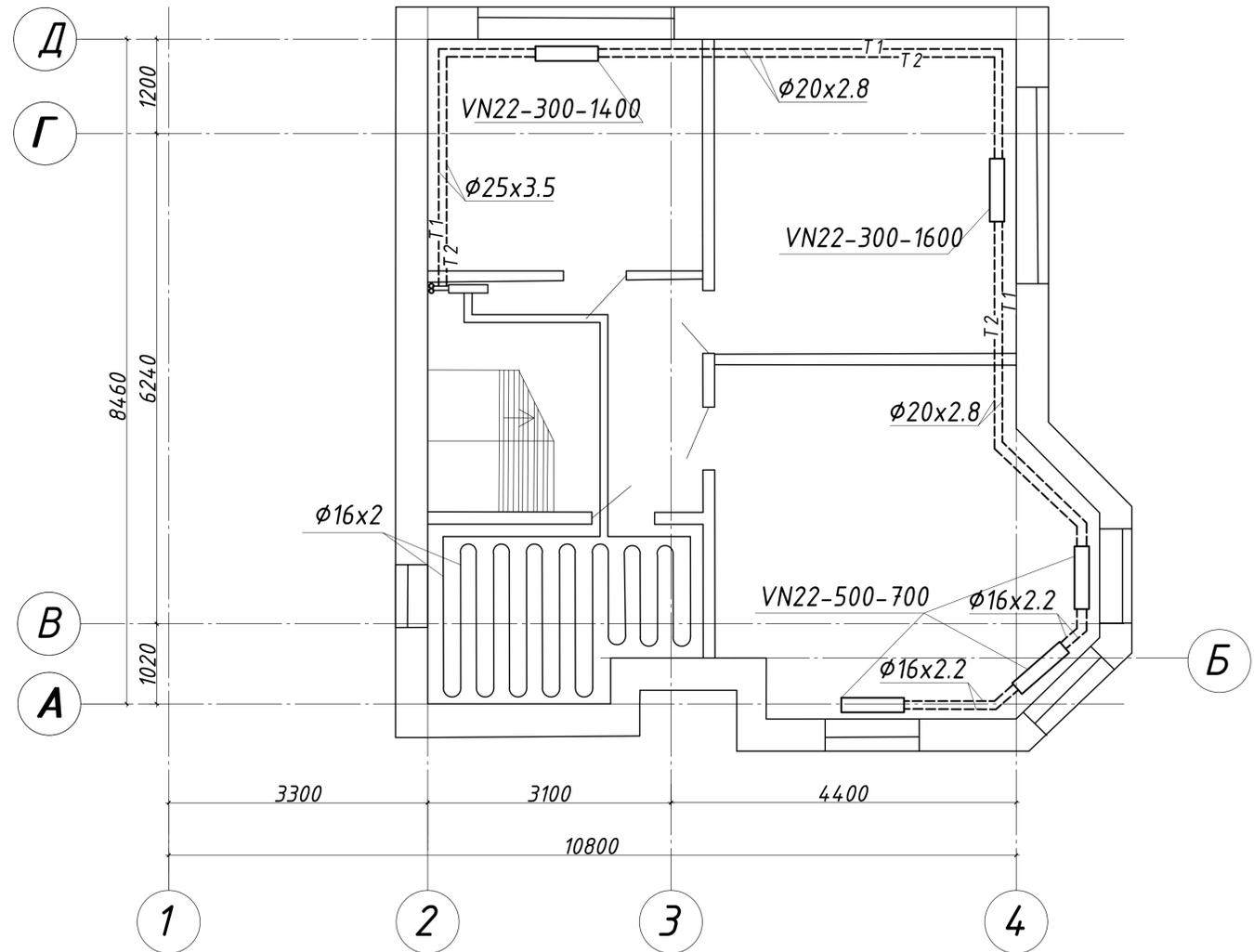
Схема розташування елементів системи опалення на плані 1-го поверху



Експлікація приміщень 1 поверху

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Категорія приміщення по виходовій, вибухово-пожежній та пожежній
Загальні комунікації			
101	Коридор	2,62	
102	Туалет	2,79	
103	Хол	7,46	
104	Котельня	6,85	
105	Гостьова	21,75	
106	Кухня	13,88	
Площа першого поверху		55,35	

Схема розташування елементів системи опалення на плані 2-го поверху

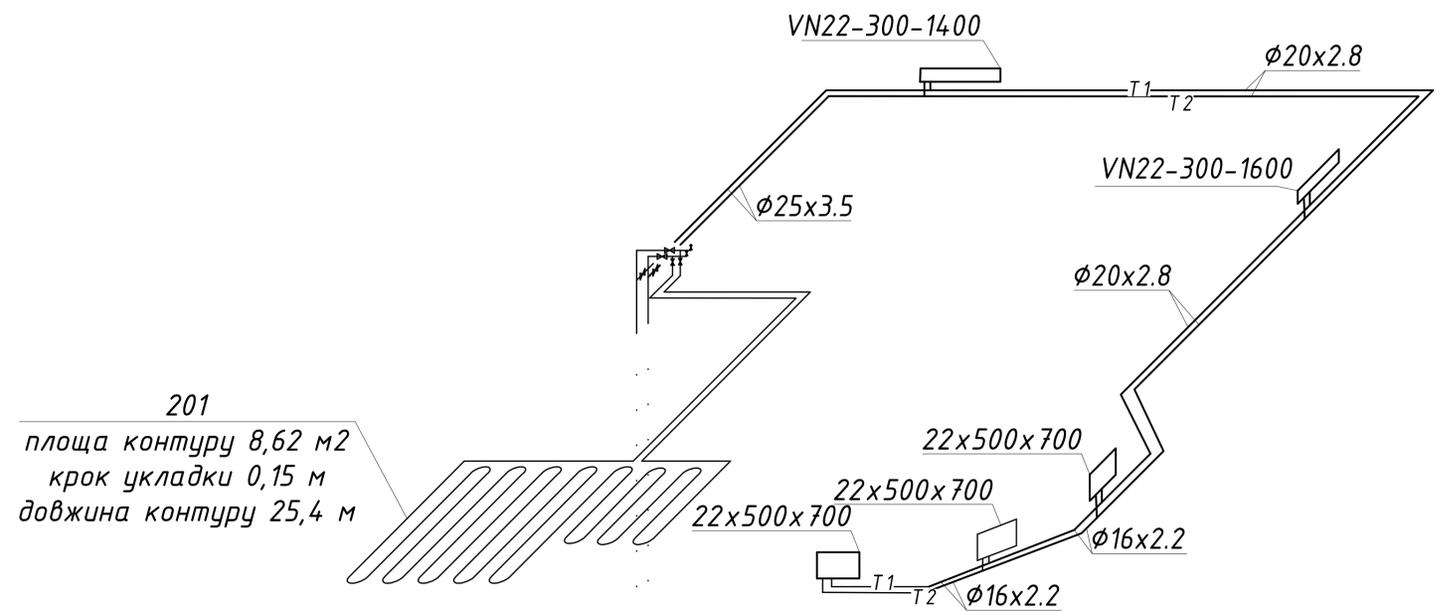


Експлікація приміщень 2 поверху

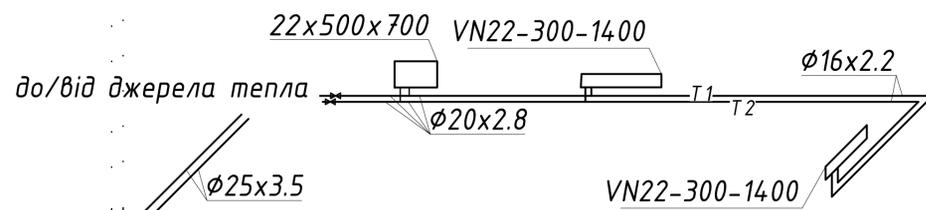
Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Категорія приміщення по виходовій, вибухово-пожежній та пожежній
Загальні комунікації			
201	Ванна	8,62	
202	Житлова кімната	14,98	
203	Житлова кімната	16,32	
204	Житлова кімната	11,59	
Площа другого поверху		51,51	

					08-13.МКР.007.01.000 ОВ			
					Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Архів
Розробив	Мурзичук О.В.					МКР	1	6
Перевірив	Панкевич В.В.					Система опалення		
Нормувальник	Панкевич О.Д.					Схема розташування елементів систем опалення на плані 1-го та 2-го поверху.		
Опонував	Христинич О.В.					ВНТУ, зр. ТГ-24м		
Визначив	Ратичняк Г.С.					Формат А1		

АксонOMETрична схема системи опалення



201
площа контуру 8,62 м²
крок укладки 0,15 м
довжина контуру 25,4 м

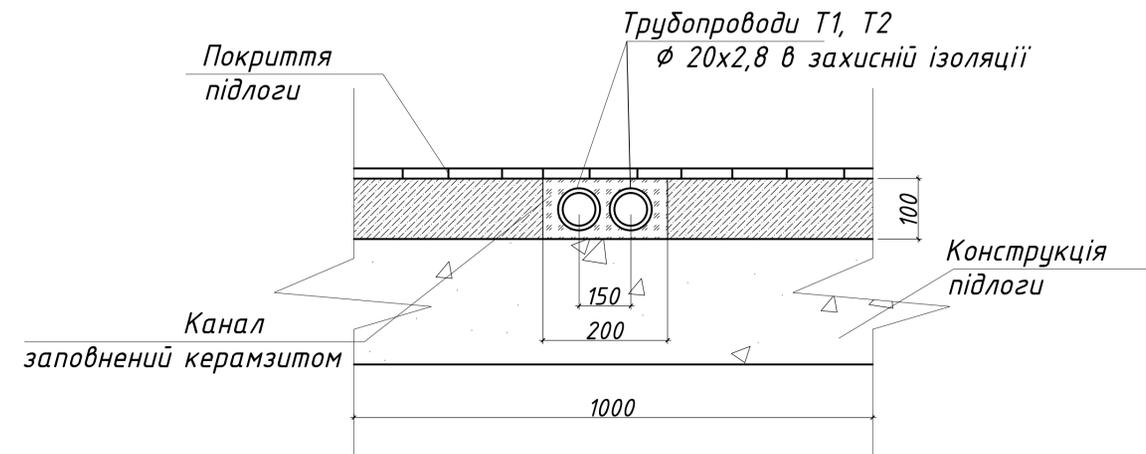


102
площа контуру 2,79 м²
крок укладки 0,15 м
довжина контуру 14 м

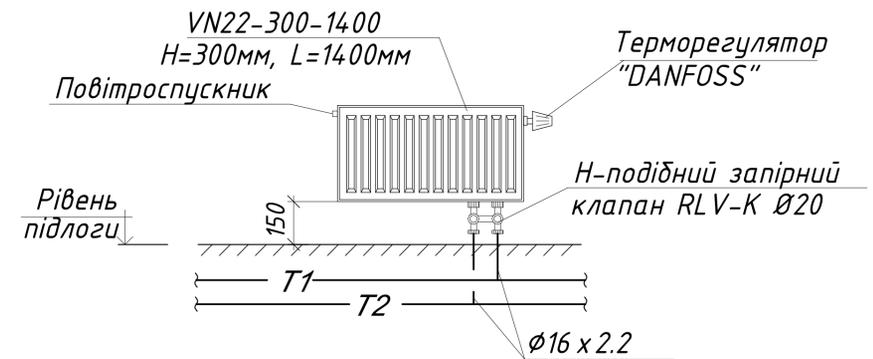
103
площа контуру 7,46 м²
крок укладки 0,15 м
довжина контуру 22,4 м

106
площа контуру 13,88 м²
крок укладки 0,15 м
довжина контуру 79,4 м

Вузол прокладання трубопроводів в підлозі

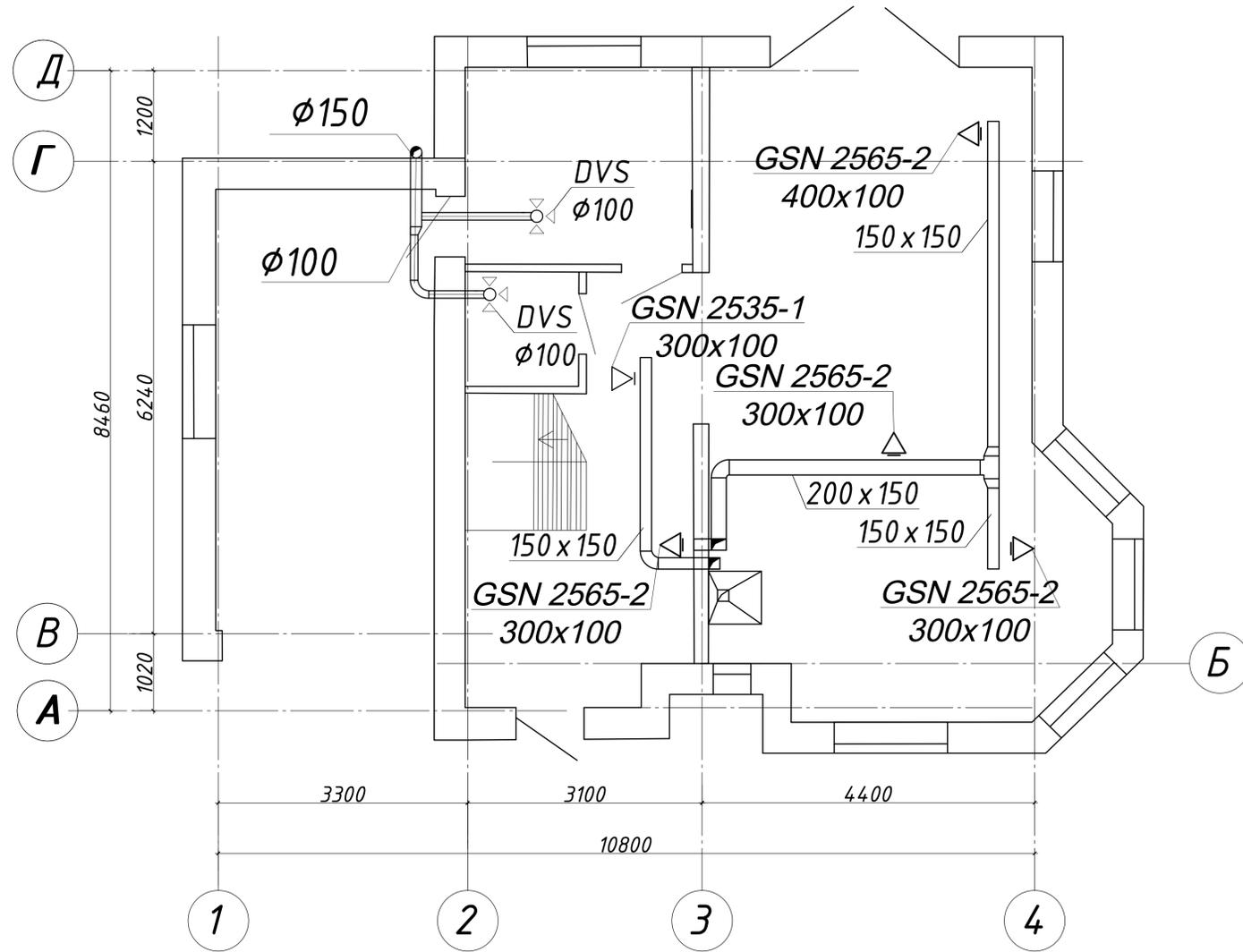


Вузол підключення опалювального приладу до розподільчих трубопроводів



					08-13.МКР.007.01.000 ОВ			
					Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Архів
Розробив	Мурзичук О.В.					МКР	2	6
Перевірив	Панкевич В.В.							
Нормувальник	Панкевич О.Д.							
Опонував	Христинич О.В.							
Визначив	Ратичняк Г.С.							
					Система опалення			
					АксонOMETрична схема. Вузел підключення радіатора			
					ВНТЧ, зр. ТГ-24м			

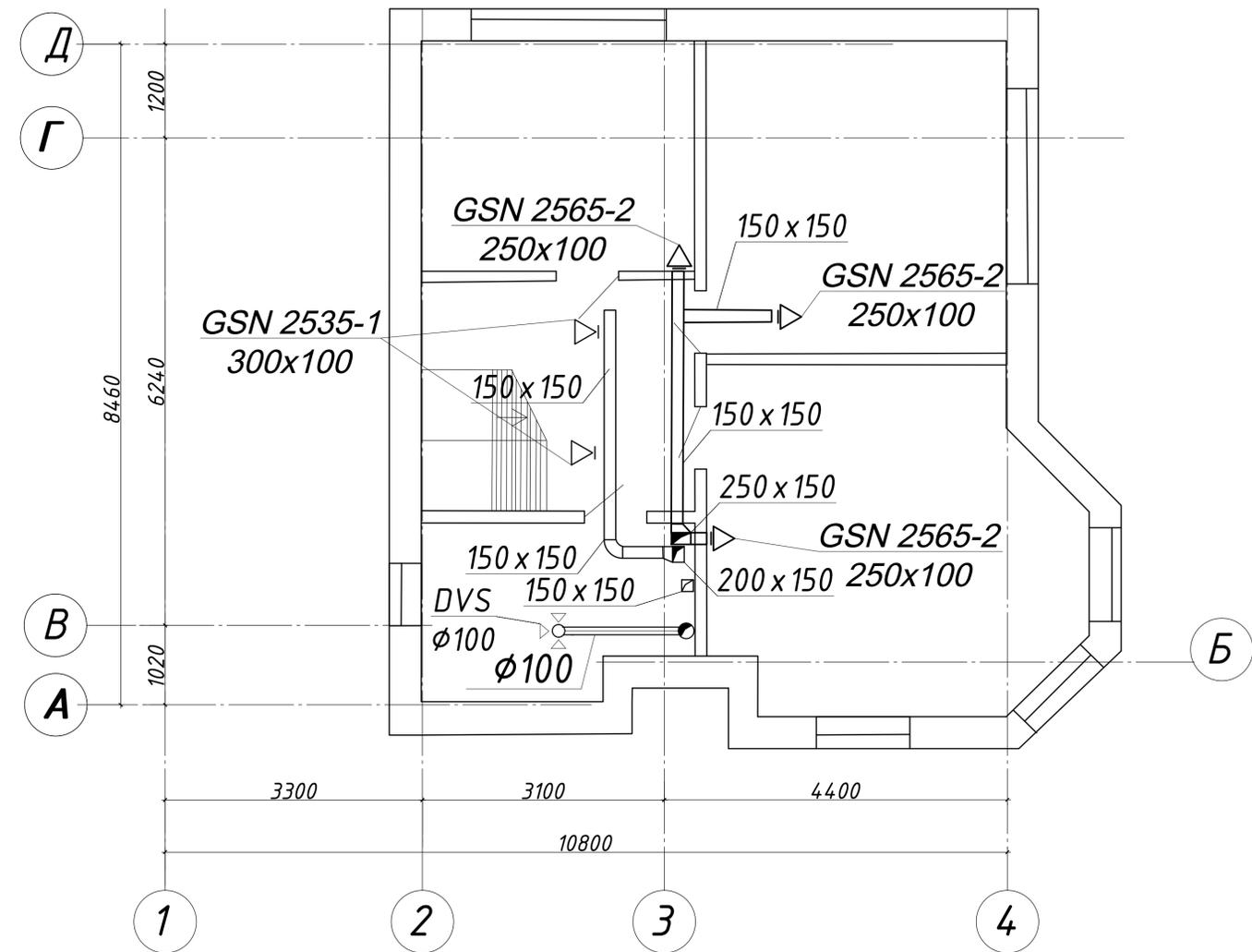
Схема розташування елементів системи вентиляції на плані 1-го поверху



Експлікація приміщень 1 поверху

Номер приміщення	Найменування	Площа, м2	Категорія приміщення по вогню, вибухово-пожежній та пожежній
Загальні комунікації			
101	Коридор	2,62	
102	Туалет	2,79	
103	Хол	7,46	
104	Котельня	6,85	
105	Гостьова	21,75	
106	Кухня	13,88	
Площа першого поверху		55,35	

Схема розташування елементів системи вентиляції на плані 2-го поверху

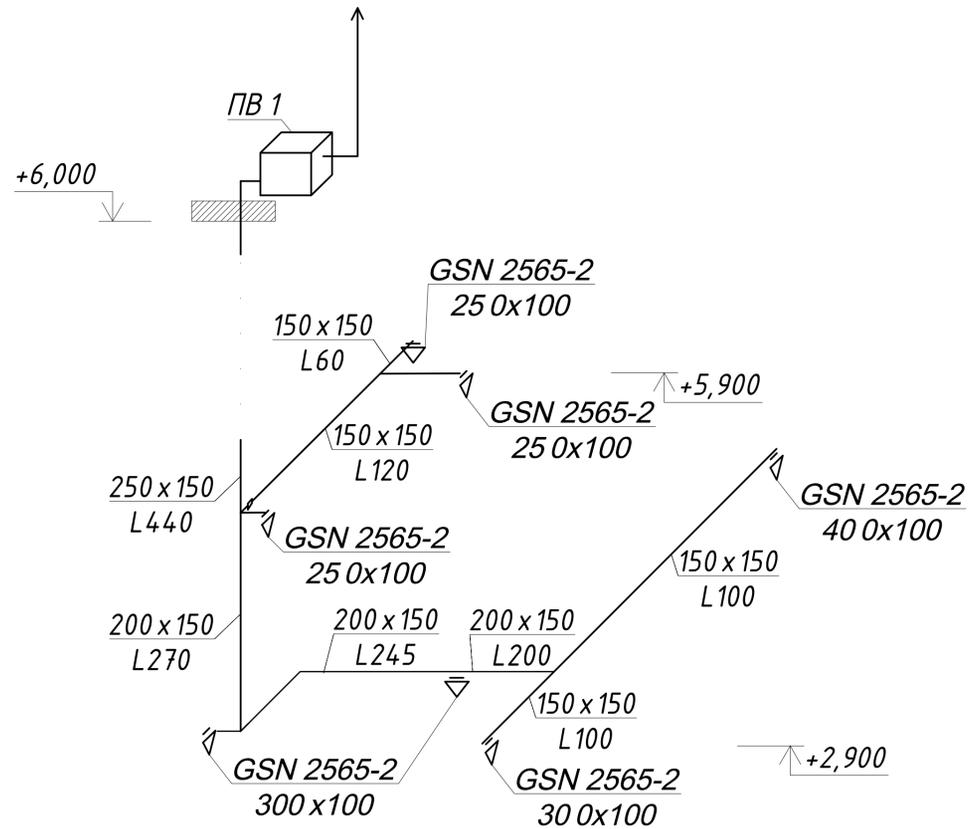


Експлікація приміщень 2 поверху

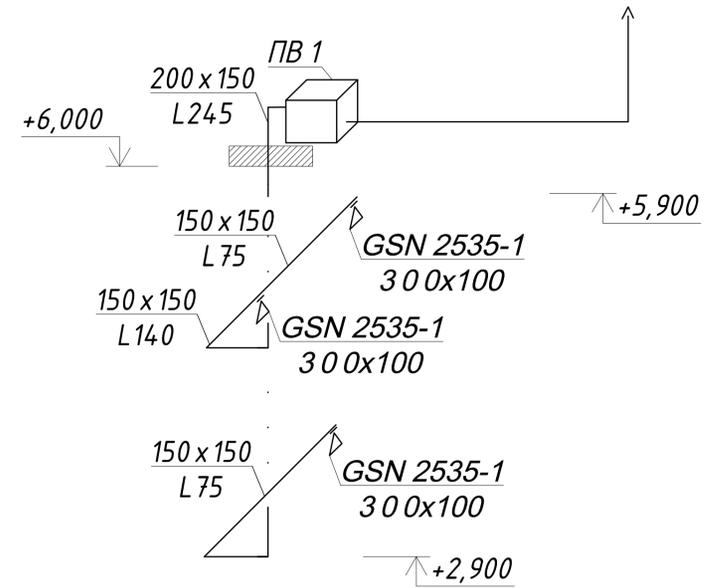
Номер приміщення	Найменування	Площа, м2	Категорія приміщення по вогню, вибухово-пожежній та пожежній
Загальні комунікації			
201	Ванна	8,62	
202	Житлова кімната	14,98	
203	Житлова кімната	16,32	
204	Житлова кімната	11,59	
Площа другого поверху		51,51	

08-13.МКР.007.01.000 ОВ					
Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії					
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Мурзюк О.В.				
Перевірив	Панкевич В.В.				
Система вентиляції				Стадія	Аркш
Схема розташування елементів систем вентиляції на плані 1-го та 2-го поверху.				МКР	3
				Аркш	6
				ВНТУ, гр. ТГ-24м	

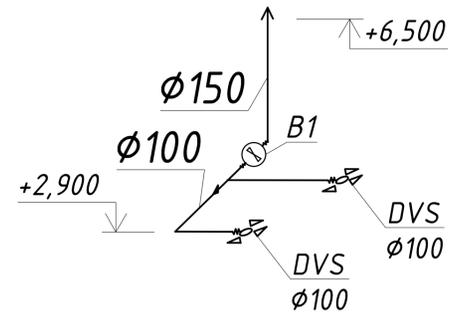
АксонOMETрична схема припливної системи ПВ1



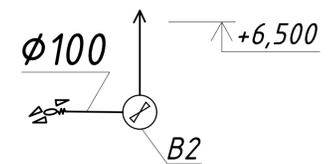
АксонOMETрична схема витяжної системи ПВ1



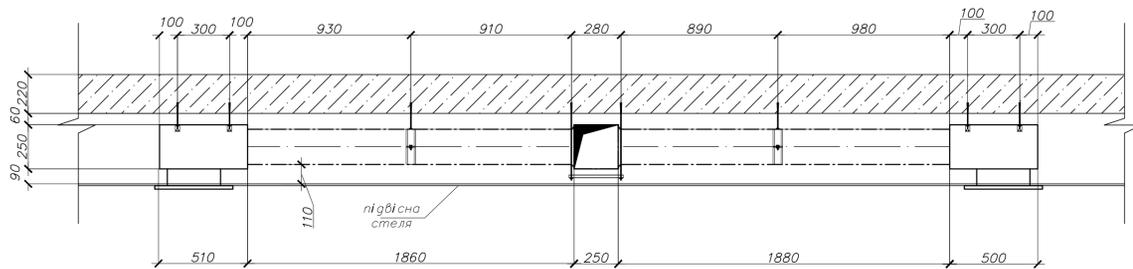
АксонOMETрична схема витяжної системи В1



АксонOMETрична схема витяжної системи В2



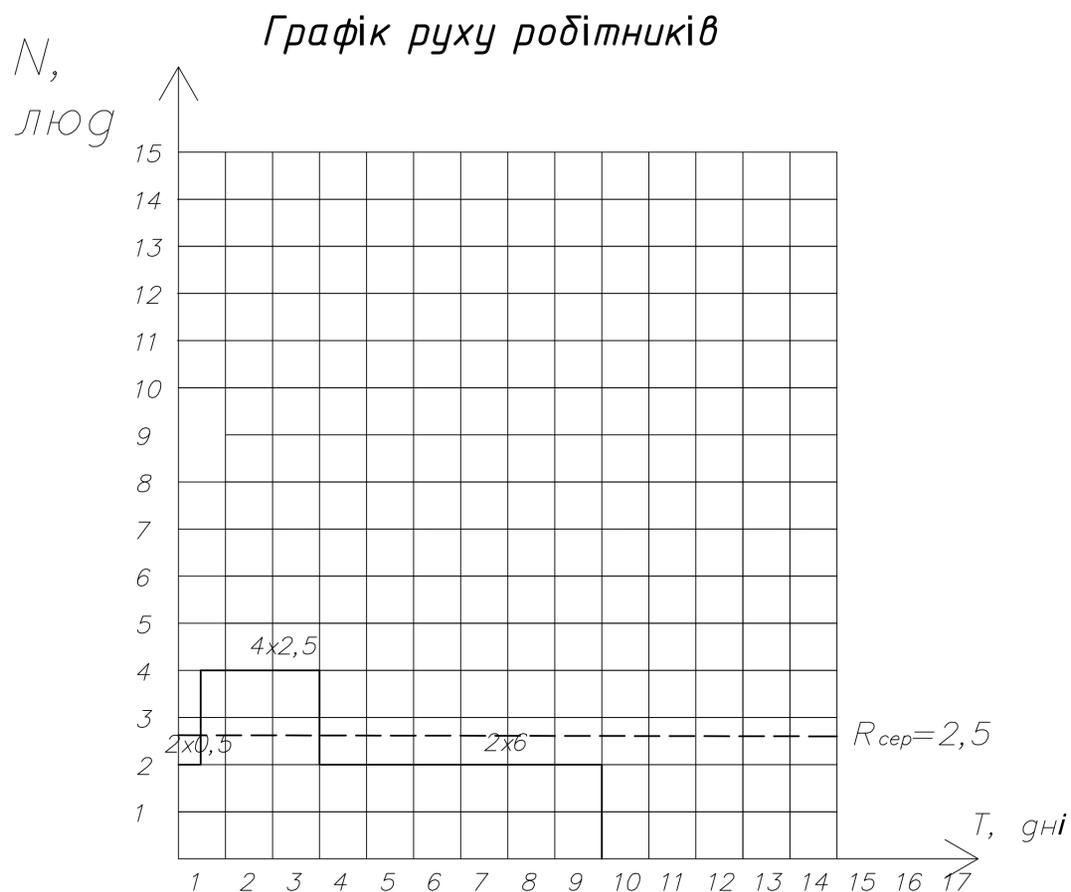
Кріплення повітроводу до стелі (1:20)



					08-13.МКР.007.01.000 ОВ						
					Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії						
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Система вентиляції			Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Мурзюк О.В.					МКР			4	6	
Перевірив	Панкевич В.В.					АксонOMETричні схеми вентиляційних систем.			ВНТч, зр. ТГ-24м		
Н. контроль	Панкевич О.Д.					Вузол кріплення повітроводу					
ОпONENT	Христич О.В.										
Взаємодія	Ратичняк Г.С.										

Календарний план монтажу системи вентиляції

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Об'єм	Норма часу, люд-год	Склад бригади	Кількість бригад	Тривалість, дн	Травень													
								3	4	7	8	10	11	14	15	16	17	18	21	22	
	Система вентиляції							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Транспортування і складування матеріалів	1т	0,11	3	водій 4р. – 1; монтажник 2р. – 1	1 бригада	0,5	2x0,5													
2	Встановлення припливно-витяжних агрегатів продуктивністю 500 м3/год	шт	1	105,57	монтажник 5р. – 1; 4р. – 1;	2 бригади	2,5	4x2,5													
3	Встановлення осьових вентиляторів	шт	2	6,21	монтажник 4р. – 1; 3р. – 1	1 бригада	1				2x1										
4	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм, периметром до 1000 мм	100 м²	0,2	239,70	монтажник 5р. – 1; 4р. – 1;	1 бригада	2,5				2x2,5										
5	Установлення повітророзподільників	шт	10	2,07	монтажник 4р. – 1; 3р. – 1	1 бригада	1							2x1							
6	Ізоляція повітроводів	10 м²	2	8,62	монтажник 4р. – 1; 3р. – 1	1 бригада	1								2x1						
7	Транспортування допоміжного обладнання	1т	0,05	3	водій 4р. – 1; монтажник 2р. – 1	1 бригада	0,5									2x0,5					
8																					



Техніко-економічні показники календарного плану

Формула	Результат
$R_{сер} = Q_{заг} / T_{заг}$	2,5
$\alpha_1 = R_{сер} / R_{max}$	0,64
$\alpha_2 = Q_{наг} / Q_{заг}$	0,16
$\alpha_3 = T_{уст} / T_{заг}$	0,8

Графік руху машин і механізмів

Автомобіль	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дриль										

08-13.МКР.007.01.000 ОВ						
Енергоефективна система забезпечення мікроклімату котеджу з використанням сонячної енергії						
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	
Розробив	Мурзицький О.В.					
Перевірів	Панкевич В.В.					
Система вентиляції				Стадія	Аркуш	Аркушів
				МКР	6	6
Н.контроль	Панкевич О.Д.	Календарний план. Графік руху робітників.				
Опонент	Христич О.В.	Графік руху машин і механізмів				
Зав. кафедри	Ратчуняк Г.С.	ВНТУ, гр. ТГ-24м				