

***СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ  
ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ТЕПЛОВОГО НАСОСА***

***МАГІСТР — КОРПАНЮК М.С.***

***КЕРІВНИК — РАТУШНЯК Г.С.***

---

# **АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ**

- Відповідно до Закону України «Про енергозбереження» актуальним є використання альтернативних джерел енергії для влаштування систем опалення та вентиляції. Це є економічно вигідно, так як дозволяє українцям значно скоротити витрати на житлово-комунальне господарство до 80 % та не завдає шкоди навколишньому середовищу. Вартість нафтопродуктів, газу та відповідної сировини постійно зростає, їх запаси обмежені та є вичерпними, тому їх подальше використання не є доцільним.
  - Перспективним для забезпечення мікроклімату є використання поряд з традиційними видами енергії, як вагомий додаток до них, енергії низькопотенціальної теплоти ґрунту. Теплова енергія природи може використовуватись в системах опалення та вентиляції як безпосередньо, так і в теплонасосних установках. Використання теплоти довкілля для забезпечення мікроклімату ще недостатньо вивчено та рідко прийнято до експлуатації. Тому розроблення науково-обґрунтованих проектних рішень з використанням альтернативних джерел енергії в системах створення мікроклімату у приміщеннях є досить актуальним.
-

# **МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ**

**Метою** роботи є теоретичне обґрунтування та розроблення проектних пропозицій з технічних та організаційних рішень зі створення систем мікроклімату у приміщеннях школи з використанням альтернативних джерел енергії, зокрема теплового насоса в м. Вінниця.

---

# **ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ *ПОСТАВЛЕНОЇ МЕТИ* НЕОБХІДНО ВИРІШИТИ ТАКІ *ЗАДАЧІ:***

- виконати аналіз варіантів існуючих нетрадиційних джерел енергії та підібрати найбільш ефективний;
  - виконати моделювання теплових режимів будівлі;
  - виконати моделювання гідравлічних режимів системи опалення;
  - виконати моделювання аеродинамічних параметрів повітропроводів системи вентиляції;
  - обґрунтувати рішення з реалізації проектних пропозицій щодо створення мікроклімату в приміщеннях школи з використанням теплового насоса;
  - розробити заходи з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень;
  - виконати розрахунок техніко-економічних показників.
-

# ***ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ***

**Об'єкт дослідження** – системи створення мікроклімату у приміщеннях школи з використанням альтернативних джерел енергії, зокрема теплового насосу.

**Предмет дослідження** – теплові процеси і характеристики безпосереднього використання теплоти ґрунту для створення мікроклімату при використанні альтернативних джерел енергії, зокрема теплового насосу.

---

# **НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

- вдосконалено фізичну модель, яка обґрунтовує основні параметри та характеристики щодо підвищення енергоефективності системи мікроклімату в приміщеннях школи з використанням теплового насоса;
  - обґрунтовано та вдосконалено фізичну модель теплообмінних процесів, які можуть сприяти підвищенню енергоефективності системи мікроклімату в приміщеннях школи з використанням теплового насоса;
  - запропонований критерій оцінювання енергоефективності у приміщеннях школи з урахуванням інженерних та архітектурно-планувальних рішень.
-

# ***ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РОБОТИ***

**Практичне значення роботи полягає в розробці принципів та конструктивних рішень, а також рекомендацій щодо раціональних робочих режимів систем опалення та вентиляції з використанням теплового насоса, які можна використовувати при розробленні аналогічних систем.**

---



The diagram features a central red oval containing the text 'ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ'. Surrounding this central oval are five other red ovals, each connected to the center by a light red curved line. The ovals are arranged in a circle: 'ЕНЕРГІЯ ВІТРУ' at the top, 'ЕНЕРГІЯ РІЧОК, МОРІВ ТА ОКЕАНІВ' at the top-right, 'СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ' at the bottom-right, 'ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ ЗЕМЛІ' at the bottom-left, and 'ЕНЕРГІЯ БІОМАСИ' at the top-left. A solid red horizontal bar is located at the very top of the image.

**ЕНЕРГІЯ  
ВІТРУ**

**ЕНЕРГІЯ  
РІЧОК, МОРІВ  
ТА ОКЕАНІВ**

**ЕНЕРГІЯ  
БІОМАСИ**

**ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ  
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**

**ГЕОТЕРМАЛЬНА  
ЕНЕРГІЯ ЗЕМЛІ**

**СОНЯЧНА  
ЕНЕРГІЯ**



# **ТЕХНІЧНО ДОСЯЖНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВДЕ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДОЦЬЛНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В ПЕРЕРАХУНКУ НА УМОВНЕ ПАЛИВО**

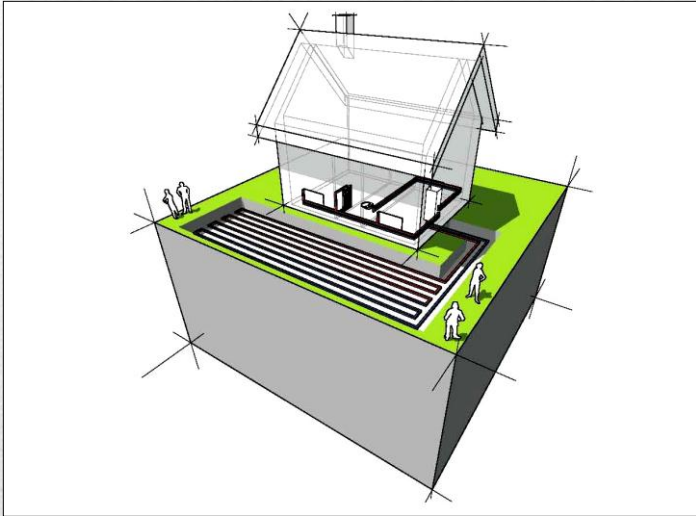
№ п/п	Області	Сонячна енергетика	Геотермальна енергетика	Мала гідро-енергетика	Енергія біомаси	Теплова енергія стічних вод	Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод	Всього по областях	Споживання орг. палива	
									Комунальний сектор	Всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	АР Крим	0,39	0,68	0,05	0,59	0,16	0,35	2,22	0,133	2,193
2.	Вінницька	0,25	0	0,09	1,08	0,08	0,42	1,91	0,097	7,777
3.	Волинська	0,18	0	0,03	0,29	0,05	0,29	0,84	0,054	3,064
4.	Дніпропетровська	0,32	0	0,03	1,90	0,59	1,36	4,20	0,203	27,023
5.	Донецька	0,27	0	0,05	1,16	0,50	1,36	3,34	0,285	33,795
6.	Житомирська	0,26	0	0,09	0,38	0,06	0,30	1,09	0,079	2,399
7.	Закарпатська	0,13	7,40	1,05	0,21	0,05	0,45	9,29	0,065	1,175
8.	Запорізька	0,28	0	0,03	1,13	0,19	0,34	1,97	0,108	14,568
9.	Івано-Франківська	0,13	0,51	0,09	0,17	0,11	0,49	1,50	0,076	6,916
10.	Київська	0,26	0	0,06	1,02	0,63	1,14	3,11	0,258	16,458
11.	Кіровоградська	0,23	0	0,04	1,26	0,06	0,33	1,91	0,065	2,855
12.	Луганська	0,27	0	0,10	1,11	0,16	0,93	2,57	0,150	10,630
13.	Львівська	0,22	0,45	0,42	0,41	0,32	1,05	2,87	0,144	8,604
14.	Миколаївська	0,26	0	0,04	0,97	0,08	0,30	1,65	0,070	5,22
15.	Одеська	0,37	0	0,01	0,42	0,21	0,35	1,37	0,136	7,046
16.	Полтавська	0,26	0,39	0,09	1,43	0,11	0,81	3,08	0,092	10,492
17.	Рівненська	0,17	0	0,08	0,36	0,06	0,27	0,95	0,062	2,282
18.	Сумська	0,22	0,96	0,08	0,79	0,06	0,40	2,50	0,072	5,122
19.	Тернопільська	0,15	0	0,09	0,44	0,05	0,34	1,06	0,060	2,560
20.	Харківська	0,29	0,37	0,06	1,69	0,35	1,07	3,82	0,168	15,298
21.	Херсонська	0,31	0	0,01	1,09	0,06	0,23	1,69	0,065	3,455
22.	Хмельницька	0,20	0	0,07	0,79	0,07	0,39	1,52	0,079	2,579
23.	Черкаська	0,21	0	0,09	0,36	0,10	0,38	1,13	0,079	4,819
24.	Чернівецька	0,09	0	0,21	0,29	0,03	0,19	0,81	0,048	1,348
25.	Чернігівська	0,28	1,24	0,04	0,66	0,06	0,35	2,62	0,072	3,672

# **ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ**

## **ВІДНОВЛЮВАНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ**

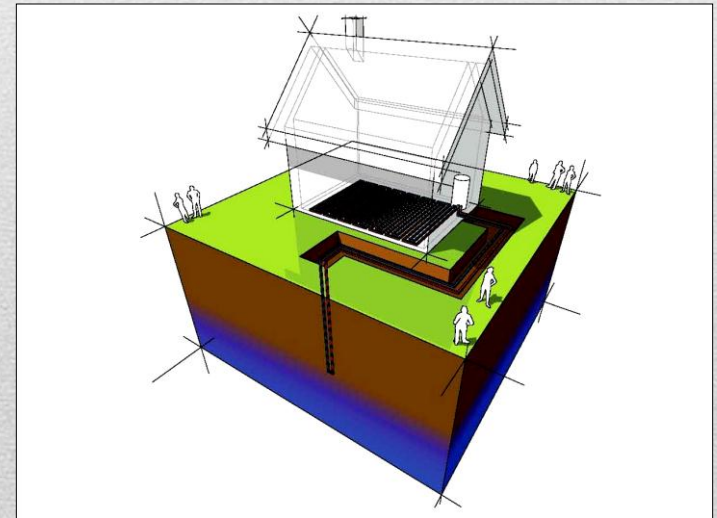
<b>ПЕРЕВАГИ</b>	<b>НЕДОЛІКИ</b>
<b>невичерпність;</b>	<b>низька щільність енергії;</b>
<b>відсутність додаткової емісії вуглекислого газу;</b>	<b>необхідність використання концентраторів;</b>
<b>відсутність шкідливих викидів;</b>	<b>непостійний, імовірнісний характер надходження енергії (сонце, вітер, меншою мірою ГЕС);</b>
<b>збереження теплового балансу планети;</b>	<b>необхідність резервування (сонячна, вітрова);</b>
<b>доступність використання (сонце, вітер);</b>	<b>необхідність акумулювання;</b>
<b>відсутність потреби у воді (сонячні, вітрові електростанції);</b>	<b>нерозвиненість промисловості та відсутність інфраструктури;</b>
<b>можливість використання земель, не пристосованих для господарських цілей (сонячні, вітрові установки та станції);</b>	<b>заповнення родючих земель (великі ГЕС);</b>
<b>можливість одночасного використання землі для господарських та енергетичних цілей (електростанції, теплові насоси, безплотинні ГЕС).</b>	<b>локальна зміна клімату (великі ГЕС).</b>

# **ВИДИ *ГРУНТОВИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ***



Горизонтальний теплообмінник, або ґрунтовий колектор складається з довгої горизонтальної труби, яка знаходиться під шаром ґрунту

Вертикальний теплообмінник, або ґрунтовий зонд складається з довгих труб, що проходять в глиб землі, через свердловину (40-150 м)



# ***ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ***

<b><u>ПЕРЕВАГИ</u></b>	<b><u>НЕДОЛІКИ</u></b>
Захист навколишнього середовища	Велика площа для розміщення горизонтального ТН
Комфортність	Великі капітальні затрати на інсталяцію обладнання
Надійність	Шум роботи ТН
Економічність	складність монтажу системи
Висока економічна ефективність	
Автономність	
Безпека у експлуатації	
Універсальність (реверсивність)	

# РІВНЯННЯ ТЕПЛОВИХ БАЛАНСІВ

$$\Delta Q = \Sigma Q_{\text{надх}} - \Sigma Q_{\text{втр}}, [Вт]$$

$\Sigma Q_{\text{надх}}$  — сума теплонадходжень до приміщення

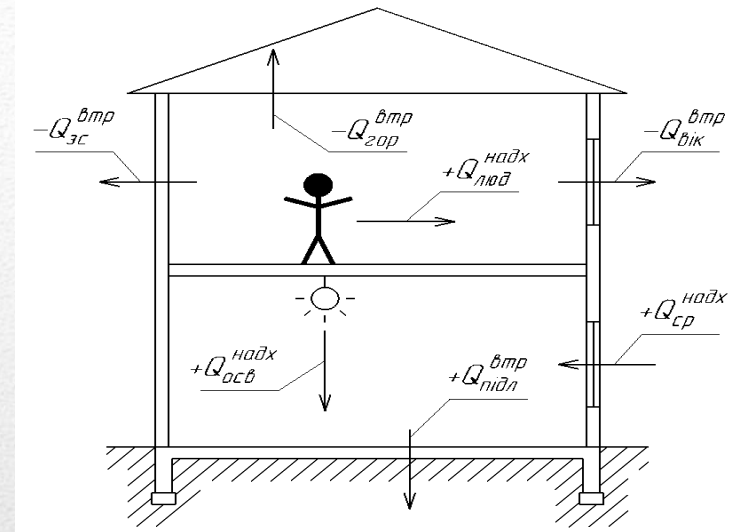
$\Sigma Q_{\text{втр}}$  — сума тепловтрат приміщення

$$\Sigma Q_{\text{надх}} = Q_{\text{ср}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{люд}}$$

$Q_{\text{ср}}$  — теплонадходження від сонячної радіації, які змінюються в залежності від поглинутої радіації та часу

$Q_{\text{осв}}$  — теплонадходження в приміщення при штучному освітленні

$Q_{\text{люд}}$  — теплонадходження від людей, що перебувають в приміщенні



$$\Sigma Q_{\text{втр}} = Q_{\text{під}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{зс}} + Q_{\text{гор}}$$

$Q_{\text{під}}$  — тепловтрати через підлогу, що змінюються в залежності від термічного опору перекриття

$Q_{\text{вік}}$  — тепловтрати через вікна, які змінюються в залежності від термічного опору вікна

$Q_{\text{зс}}$  — тепловтрати через стіну, змінюються в залежності від термічного опору стіни

$Q_{\text{гор}}$  — тепловтрати через горищне перекриття

# СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

Схема розташування елементів системи опалення на плані 1-го поверху (1:100)

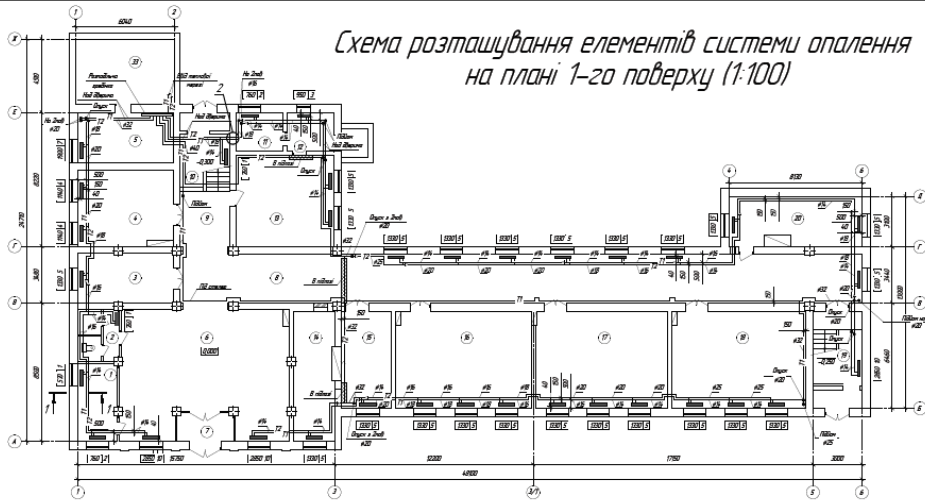
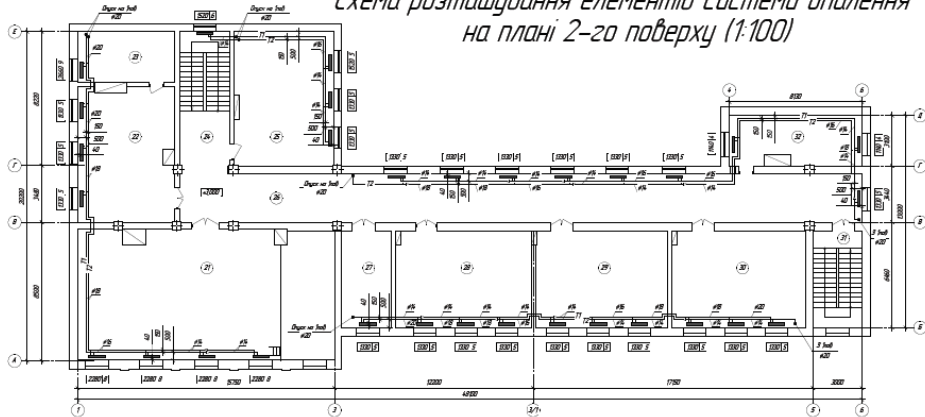


Схема розташування елементів системи опалення на плані 2-го поверху (1:100)



Специфікація радіаторів

№	Найменування	Кількість шт.
1	Сегмент Алю 300 7 канал 170 Вт	2
2	Сегмент Алю 300 7 канал 260 Вт	2
3	Сегмент Алю 300 7 канал 190 Вт	1
4	Сегмент Алю 300 6 канал 190 Вт	4
5	Сегмент Алю 300 7 канал 190 Вт	16
6	Сегмент Алю 300 8 канал 150 Вт	2
7	Сегмент Алю 300 8 канал 190 Вт	2
8	Сегмент Алю 300 8 канал 220 Вт	4
9	Сегмент Алю 300 9 канал 260 Вт	1
10	Сегмент Алю 300 9 канал 280 Вт	2

Експлікація приміщень

№	Найменування	Площа м <sup>2</sup>	Кількість
1	Ліфтовий хол	2,42	
2	Спальня	7,76	
3	Кабінет директора	17,29	
4	Кабінет сіквестра	26,72	
5	Ліфтовий хол	28,29	
6	Ванна кімната	29,95	
7	Туалет	6,93	
8	Коридор	25,25	
9	Спальня сіквестра	26,76	
10	Туалет	2,91	
11	Коридор	6,89	
12	Коридор	6,88	
13	Ліфтовий хол	24,41	
14	Ресторанний зал	9,64	
15	Ресторанний зал	22,27	
16	Кабінет сіквестра	42,82	
17	Кабінет сіквестра	48,02	
18	Кабінет сіквестра	48,02	
19	Спальня сіквестра	17,28	
20	Кабінет сіквестра	24,27	
21	Ліфтовий хол	28,29	
22	Кабінет сіквестра	42,82	
23	Ліфтовий хол	28,28	
24	Спальня сіквестра	24,28	
25	Кабінет сіквестра	42,82	
26	Кабінет	25,25	
27	Кабінет сіквестра	22,27	
28	Кабінет сіквестра	42,82	
29	Кабінет сіквестра	48,02	
30	Кабінет сіквестра	48,02	
31	Спальня сіквестра	17,28	
32	Ліфтовий хол	24,27	
33	Туалетний кабінет	2,42	

08-12 МКР Д 0101000 08

Система відтеплити повітря в підземному авто і відтеплити тепловою насосом

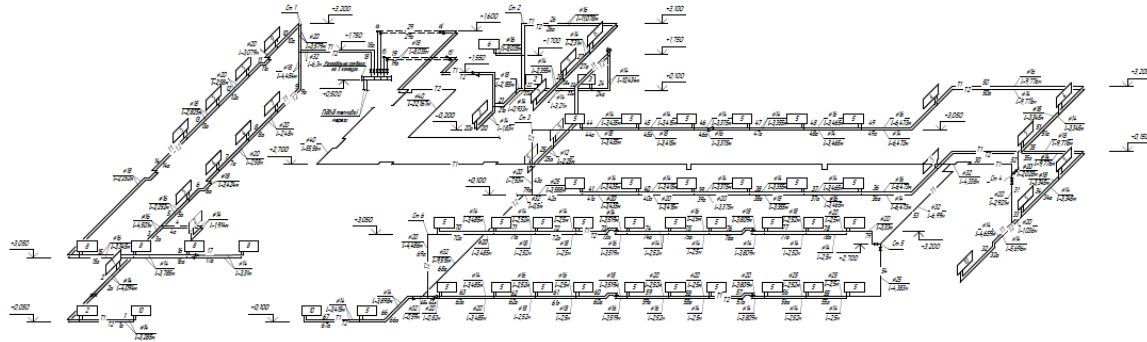
Система опалення

МРК 7 9

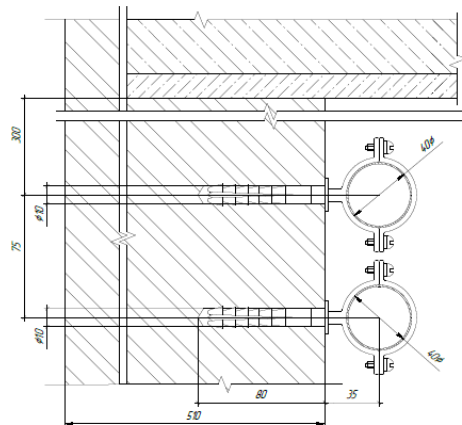
ВНТУ Т-17к

# СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

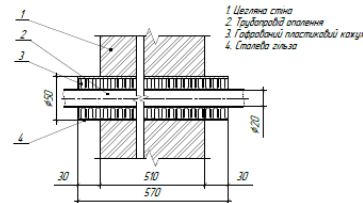
АксонOMETрична схема системи опалення (1:100)



Розріз 1-1 схеми розташування елементів системи опалення на плані 1-го поверху в осях А-В (1:1)



Вузол 2 схеми розташування елементів системи опалення на плані 1-го поверху в осях А-В (1:1)



Специфікація радіаторів

№	Найменування	Кількість, шт.
1	Радіатор Алю 850 7 секції 570 Вт	2
2	Радіатор Алю 850 4 секції 360 Вт	2
3	Радіатор Алю 850 8 секцій 720 Вт	1
4	Радіатор Алю 850 6 секцій 540 Вт	4
5	Радіатор Алю 850 7 секцій 530 Вт	45
6	Радіатор Алю 850 8 секцій 630 Вт	2
7	Радіатор Алю 850 10 секцій 780 Вт	2
8	Радіатор Алю 850 12 секцій 930 Вт	4
9	Радіатор Алю 850 16 секцій 1260 Вт	1
10	Радіатор Алю 850 18 секцій 1350 Вт	2

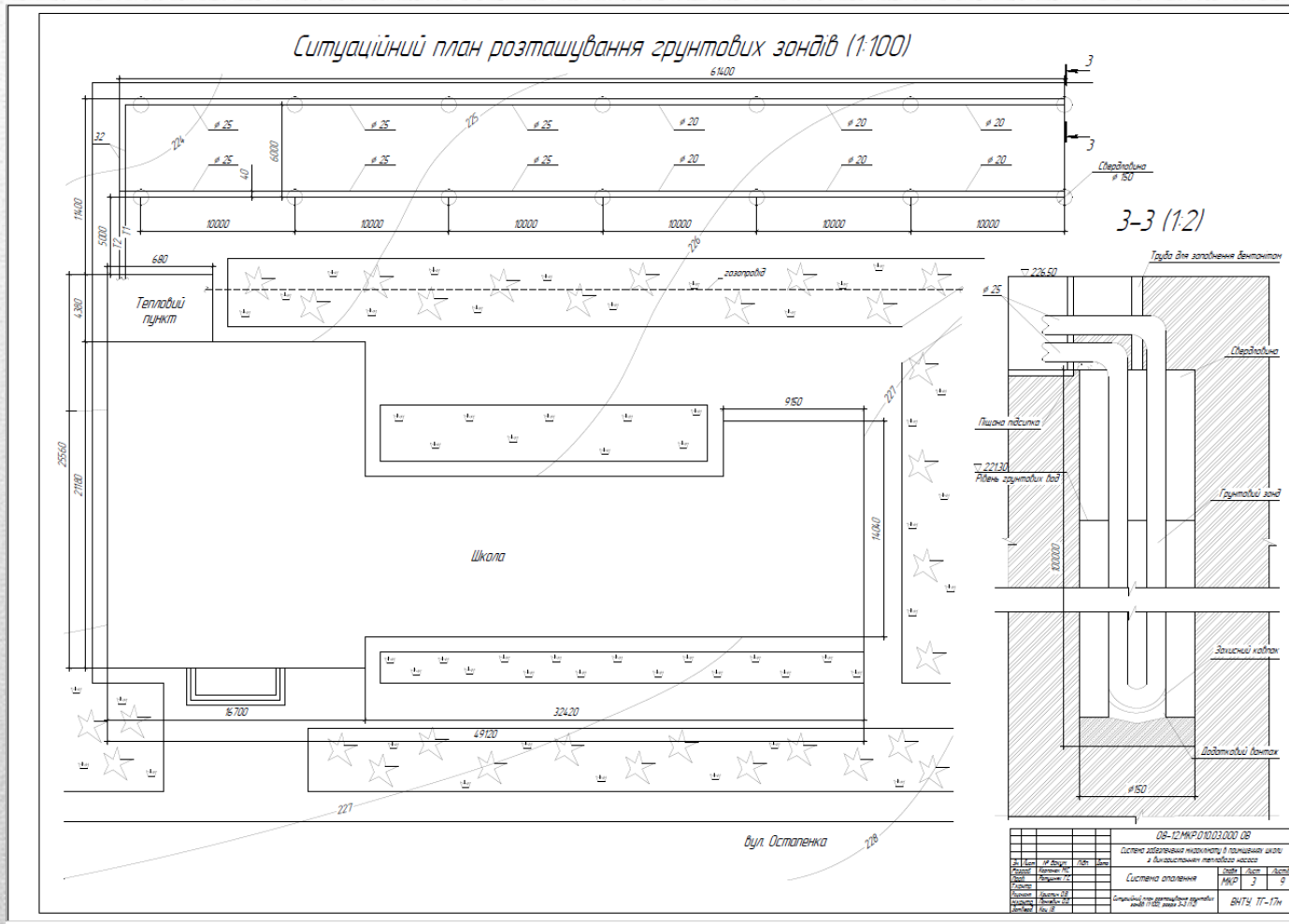
08-12-MKP-010/02/000 08

Система об'єкту виконана в повній кількості та відповідає технічним вимогам проекту.

№	Ім'я	ПІБ	Дата	Лист	Всього
Система опалення					
1	М. М. М.	М. М. М.	М. М. М.	2	2

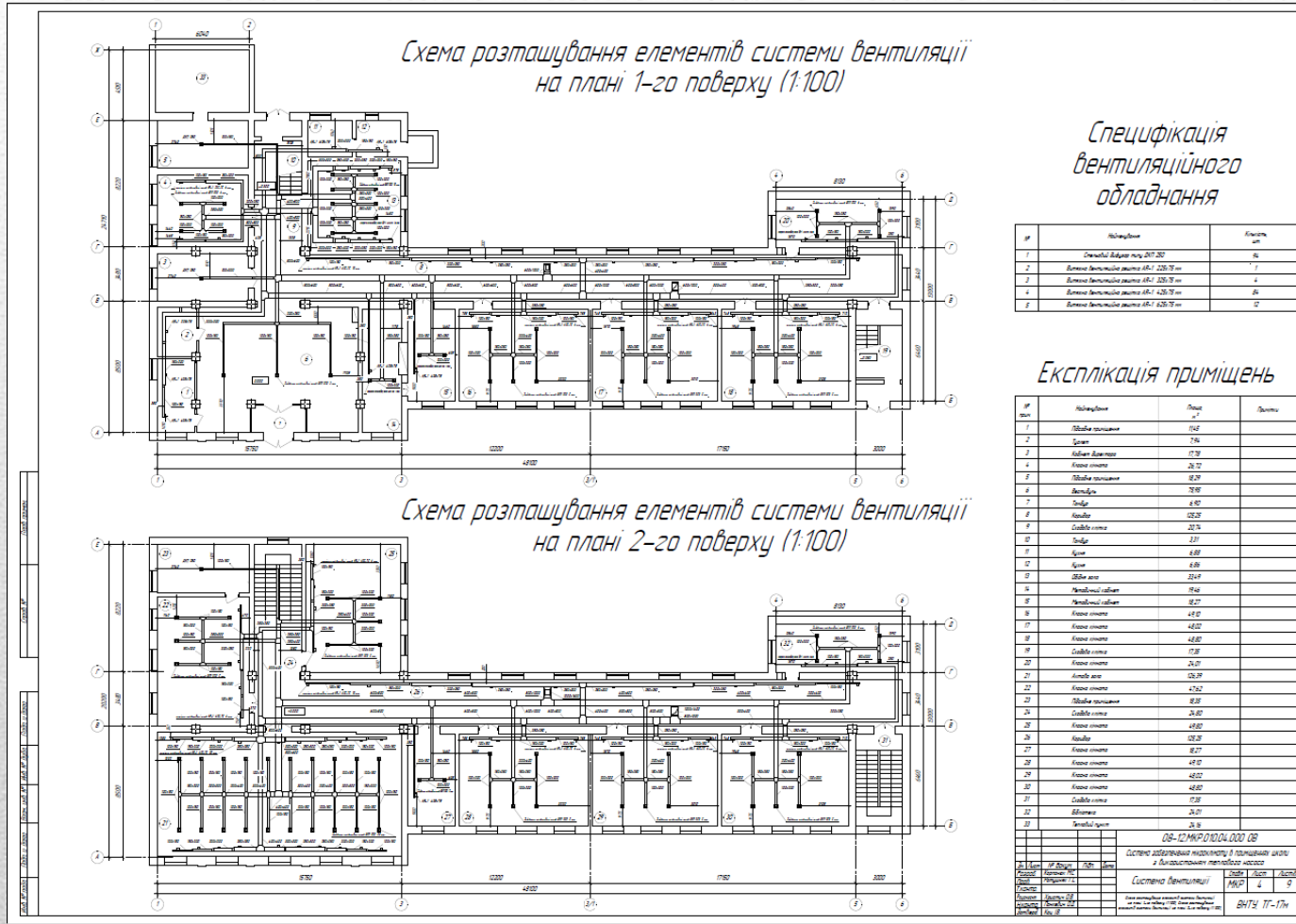
ВНТУ - IT-17n

# СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ





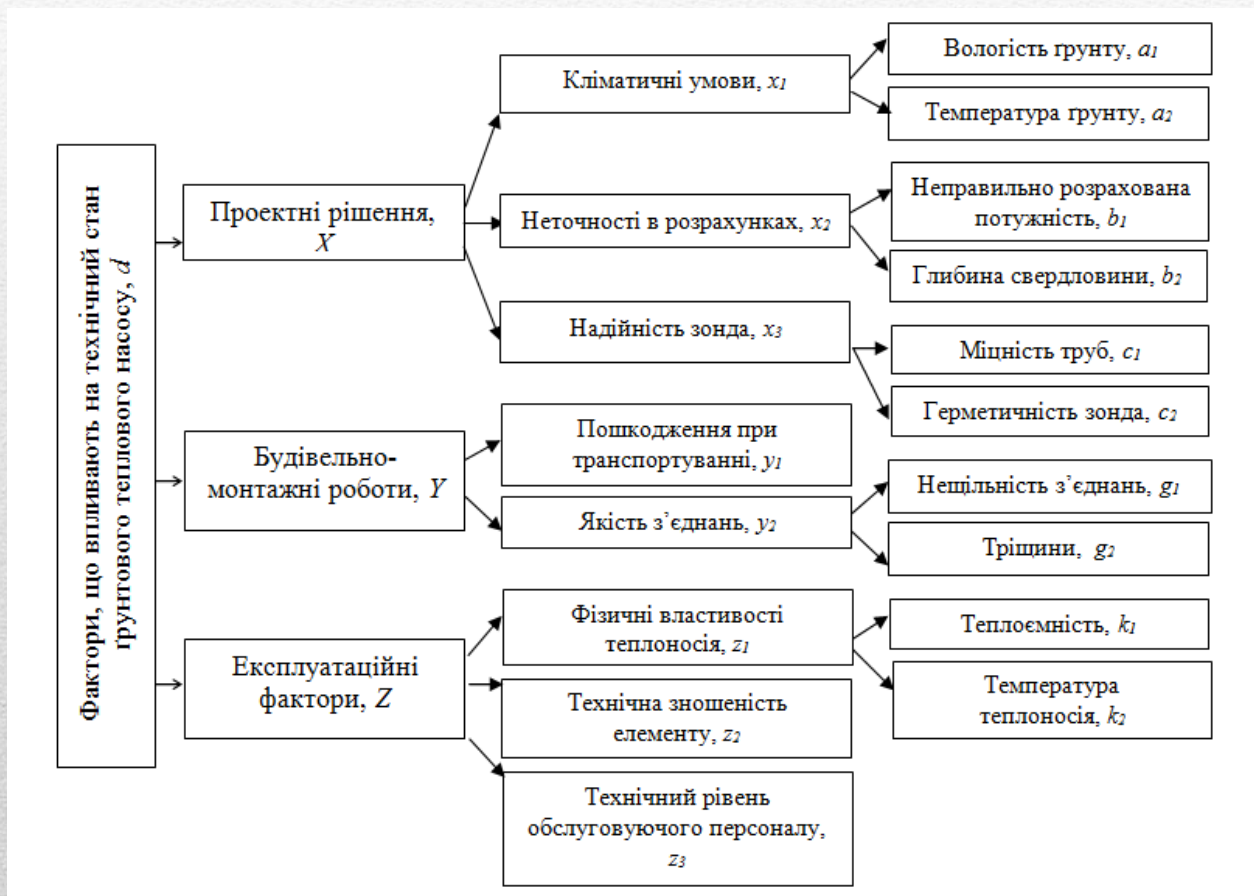
# СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ





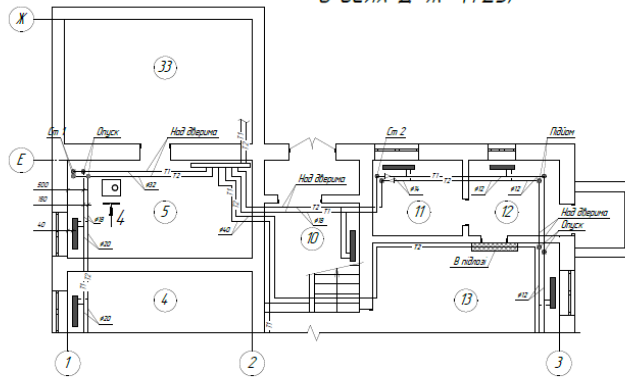


# КЛАСИФІКАЦІЯ **ФАКТОРІВ**, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА **ТЕХНІЧНИЙ СТАН** ГРУНТОВОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА

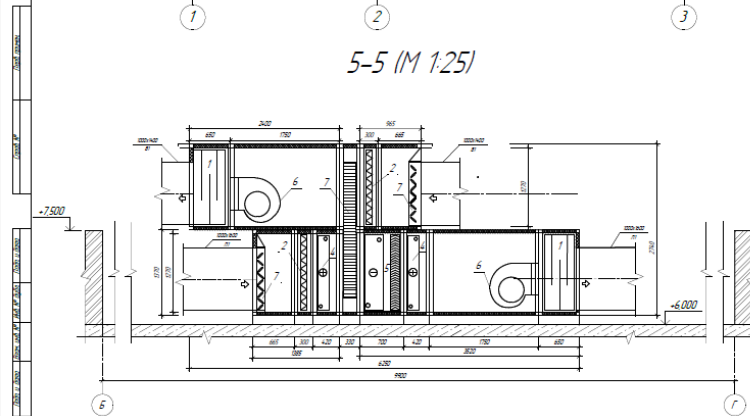


# ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

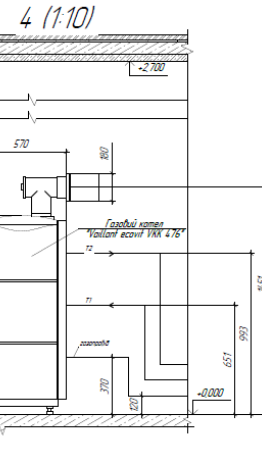
Фрагмент схеми розташування елементів системи опалення на плані 1-го поверху в осях Д-Ж (1:25)



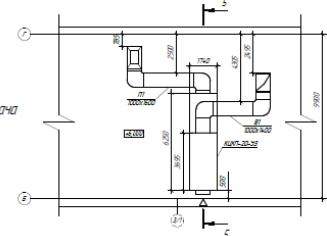
5-5 (М 1:25)



1. Шумоглушник
2. Фільтр
3. Перекресний теплообмінник
4. Водяний нагрівач
5. Секція фреонного охолодження
6. Вентилятор
7. Заслінка повітряна
8. Роторний генератор



Фрагмент даху схеми розташування елементів системи вентиляції в осях Б-Г (1:100)



08-12 МКР 0107.000.008									
Система забезпечення теплопостачання в готельному апарте-лі 4-х поверхового житлового комплексу									
№	Назва	Масштаб	Дата	Лист	Всього				
1	Система опалення по вентиляції	МКР	7	9					
ВНТУ ТТ-17н									





# **ВИСНОВКИ МКР**

- проведено аналітичний огляд відновлювальних джерел енергії та сучасного стану використання теплових насосів, досліджено перспективи розвитку теплонасосних систем у світі та в Україні, розглянуто використання енергії низькопотенціальної теплоти ґрунту;
  - здійснено теоретичне та проектне обґрунтування параметрів систем створення мікроклімату приміщень школи із використанням систем теплового насоса, виконана оцінка надійності технічного стану ґрунтового теплового насоса з врахуванням запропонованої класифікації факторів, що впливають на його технічний стан;
  - розроблено заходи з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень, а саме: монтажу системи опалення та вентиляції; визначені трудомісткість, термін робіт, кількість робітників на виконання монтажу систем, складені календарні графіки; наведено рекомендації з техніки безпеки;
  - визначено техніко-економічні показники та термін окупності влаштування системи опалення та вентиляції школи.
-



# **АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

Основні положення та результати роботи доповідались на:

- Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2017»;
  - XLVII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області – 2018 р.;
  - Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2018»;
  - Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи-2019»
-

***ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!***

