

Енергоефективність

1. Загальні дані

«Капітальний ремонт медамбулаторії по вул. Богдана Хмельницького в с. Богданівка Броварського району Київської області" (коригування)

2. Вихідні дані

2.1 Загальна характеристика будівлі

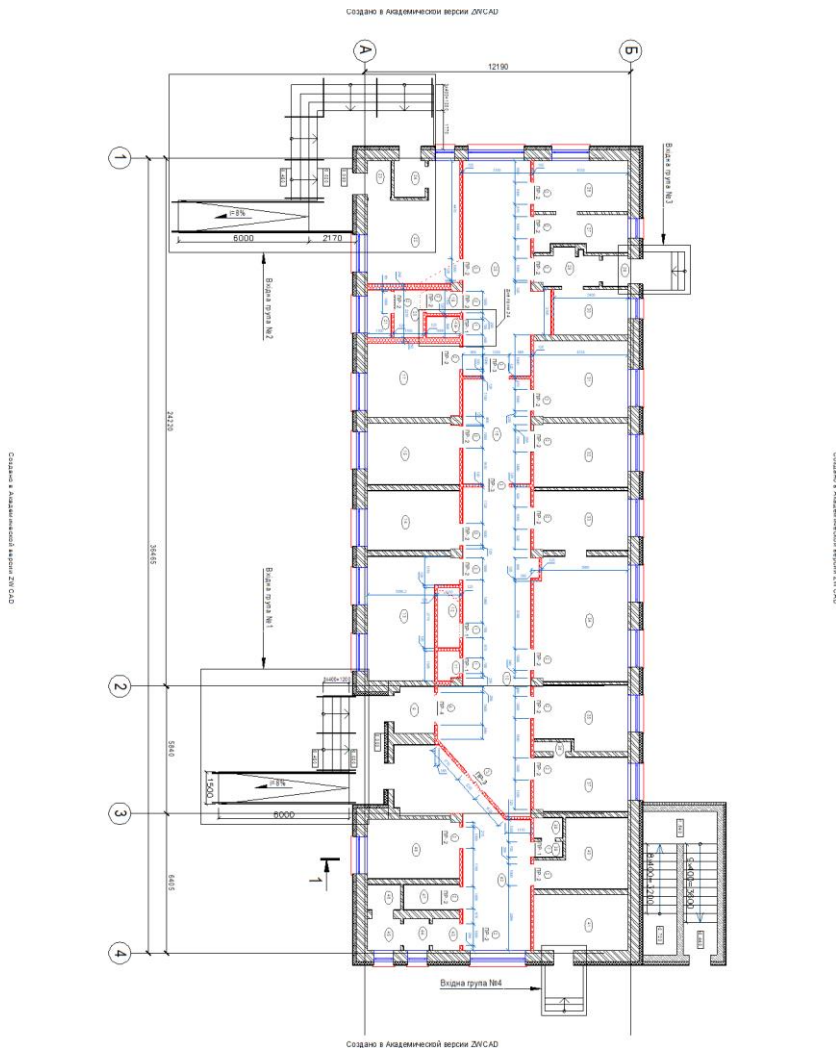


Рис.1 Схема розташування споруди та орієнтація за сторонами світу

Взам.інв.№	
Підп. і дата	
Інв. №.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Виконав	Хрон				02.24
Перевірив	Пономаренко				02.24
ГПП	Рудий				02.24

55 - ЕЕ		
«Капітальний ремонт медамбулаторії по вул. Богдана Хмельницького в с. Богданівка Броварського району Київської області" (коригування)		
Стадія	Аркцш	Аркцшів
П	1	38
ТОВ «Укржитлопроект»		

Розроблений робочий проєкт «Капітальний ремонт медамбулаторії по вул. Богдана Хмельницького в с. Богданівка Броварського району Київської області» (коригування).

Прямокутна одноповерхова будівля, стіни з повнотілої цегли товщ. 380 та з в плані має габаритні розміри в осях 36,47 х 12,19 м.

Внутрішні стіни та перегородки – керамічна цегла товщиною 250 мм та 120 мм.

Перекрыття залізобетонне товщиною 220 мм.

Система опалення передбачена закрита, залежна, двотрубна з горизонтальним розведенням мережі з подачею теплоносія від індивідуальної котельні лікарні.

Гаряче водопостачання передбачене від електроводонагрівачів фірми Gorenje.

Вентиляція приміщень природня з механічним спонуканням.

Висота будівлі 7,3 м, висота поверху 3,0 м.

2.1. Вихідні дані для розрахунків

Проектними рішеннями передбачені наступні види робіт:

- світлопрозорих конструкцій блоки із полівінілхлоридного 6 - ти камерного профілю, з монтажною шириною 70 мм, двокамерним склопакетом шириною 40 мм, заповненого аргоном, два скла з енергозберігаючим напиленням 4i – 12Ar – 4 – 16Ar – 4i, ($R_{сп} = 0,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$);
- утеплення зовнішніх відкосів;
- улаштування утеплення зовнішніх стін з повнотілої цегли товщиною 380 мм, мінераловатними плитами Izover Fasad, $\lambda = 0,0378 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, густиною 110 кг/м^3 , з оздобленням захисною декоративною штукатуркою на основі силікатних в'язучих - 10 мм;
- оздоблення та утеплення цоколя - екструдованого пінополістрирола, $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м К)}$, товщ. 100 мм, з оздобленням захисною декоративною штукатуркою на основі силікатних в'язучих - 10 мм;
- утеплення стін фундаментів нижче відмітки землі плити екструдованого пінополістрирола, $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м К)}$, товщ. 100 мм.
- утеплення горищного перекрыття - залізобетонні плити завтовшки 220 мм., пароізоляція, плити екструдованого пінополістрирола $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м К)}$, товщ. 200 мм, армована цементно-піщана стяжка товщ. 50 мм.
- підлоги по ґрунту мають наступний склад:
- ущільнений щебнем ґрунт;
- плита залізобетонна плита товщ. 150 мм;
- шар гідроізоляції – 2,5 мм
- шар екструдованого пінополістрирола, $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м К)}$, товщ. 100 мм;
- пінобетон М600, товщ. 100 мм;

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		2

- шар шліфованої фанери товщ. 10 мм;
- гомогенний лінолеум – 5 мм.

Перекриття над холодним підвалом:

- залізобетонна плита товщ. – 220 мм;
- шар гідроізоляції – 2,5 мм
- шар екструдованого пінополістрірола, $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(м К)}$, товщ. 100 мм;
- пінобетон М 600, товщ. 100 мм;
- гомогенний лінолеум – 5 мм.

Водяна система опалення від окремо розташованої індивідуальної котельні.

Керування тепловим напором проводиться в індивідуальній котельні:

- температурний напір (температури повітря 20°C) становить 20 К $T_B = 80^\circ\text{C}$; $T_3 = 60^\circ\text{C}$;

- система опалення передбачена закрыта, двотрубна, горизонтальна з нижнім розведенням магістралей та примусовою циркуляцією теплоносія.

- розводка системи опалення виконана в шарі підлоги по приміщеннях з труб фірми «Kan-therm»;

- в якості опалювальних приладів сталеві панельні радіатори «Korando» з автоматичними терморегулюючими пристроями.

Система вентиляції будівлі, припливно – витяжна з механічним спонуканням, запроектована з використанням припливно – вентиляційних установок.

2.2 Розрахункові і кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з таблицею В.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_B = 22^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_B = 50\%$.

Таблиця 1 Кліматичні параметри м. Звягель, Житомирської області прийняті для умов м. Житомир згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:

Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$											
Середньомісячна відносна вологість зовнішнього повітря, %											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
- 4,7	- 3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5
83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 нормативне значення приведенного опору теплопередачі $R_{q \min}$, $\text{м}^2\text{К/Вт}$, становить:

- для зовнішніх стін - $4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для суміщеного покриття - $7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для покриття та перекриття горищ – $6,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для перекриття над проїздами та неопалювальними підвали - $5,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій - $0,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;
- для зовнішніх дверей - $0,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

					55 - ЕЕ						Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата							3

Нормативна максимальна питома енергопотреба E_{p_r} згідно з «Мінімальними вимогами енергоефективності будівель» затвердженими наказом Міністерства регіонального розвитку громад і територій України № 260 від 27.10.2020 року для будівель закладів охорони здоров'я становить $[30]$ кВт·год/м³.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції ΔT_{cr} , °C згідно ДБН В.2.6-31:2021:

- для зовнішніх стін - 4,0 °C;
- для покриття та перекриття горищ - 3,0 °C;
- для перекриття над проїздами та підвалами - 2,0 °C.

3 Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

3.1 Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ 9191:2022.

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені згідно ДСТУ 9191:2022.

3.1.1 Зовнішні стіни

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для I кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 4,0 (м²C/Вт).

Таблиця 2 Склад стінового огороження (проектні значення)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло провідність, Вт/(мК)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Вапняно-піщана штукатурка	20	0,81	66
2	Повнотіла керамічна цегла	380	0,81	74
3	Мінеральні плити (густина 100 кг/м³)	X	0,0376	1
4	Захисна декоративна штукатурка (розчин складний (пісок, вапно, цемент))	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{yt} = 0,0376 \times [4,0 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,38/0,81 + 0,01/0,87 + 1/23)] = 0,125 \text{ м} = 125 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 100 кг/м³) товщиною 150 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни за формулою (2):

$$R_{\Sigma} = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,38/0,81 + 0,15/0,0376 + 0,01/0,87 + 1/23 = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт.}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни за формулою (1):

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1)$$

- де A_{Σ} — загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м^2 ;
 A_i — площа i -ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, м^2 ;
 $R_{\Sigma i}$ — опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, визначають за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{\text{se}}} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{\text{ip}}} + \frac{1}{h_{\text{se}}}, \quad (2)$$

- де $h_{\text{si}}, h_{\text{se}}$ — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, які приймають згідно з додатком Б;
 R_i — тепловий опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Для замкнених повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В;
 d_i — товщина i -го шару конструкції, м;
 λ_{ip} — теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, приймають згідно з додатком А;
 $i \dots l$ — кількість шарів огорожувальної конструкції;
 Ψ_m — лінійний коефіцієнт теплопередачі m -го лінійного теплопровідного включення (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
 l_m — лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м;
 χ_j — точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$, розраховують за тримірним температурним полем або приймають згідно з додатком Д;
 N_j — загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

Для розрахунку прийнято типовий фрагмент зовнішньої стіни.

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за проектними даними для даної будівлі (фасад — $289,2 \text{ м}^2$, відкоси — $43,1 \text{ м}^2 = 289,2 + 43,1 = 332,2 \text{ м}^2$, вікна = $52,4 \text{ м}^2$, двері = $8,2 \text{ м}^2$ загальна площа непрозорої частини фрагменту фасаду $A_{\Sigma} = 332,2 - 52,4 - 8,2 = 271,7 \text{ м}^2$) та типів теплопровідних включень:

k_j - лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ визначається ДСТУ 9191:2022:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні перемички - $0,081 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні підвіконня - $0,064 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні рядового сполучення - $0,071 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

L_j - лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні перемички — $39,1 \text{ м}$;

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні підвіконня – 39,1 м;

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли в зоні рядового сполучення – 86,1 м;

Ψ_k - точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно ДСТУ 9191:2022 – 1372 шт;

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатуркою - 0,0015 Вт/К.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = F \Sigma / (\Sigma F_i / R_{\Sigma} + \Sigma L_j \cdot k_j + \Sigma \Psi_k \cdot N_k) = 271,7 / (228,6 / 4,65 + 0,081 \cdot 39,1 + 0,064 \cdot 39,1 + 0,071 \cdot 86,1 + 1372 \cdot 0,0015) = 4,31 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі з урахуванням теплопровідних включень (3)

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 4,31 \geq 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $4,31 \geq 4,0$. Отже, умова виконується.

Приведений опір теплопередачі з урахуванням теплопровідних включень

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 4,31 \geq 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $4,31 \geq 4,0$. Отже, умова виконується.

Визначаємо коефіцієнт скління фасадів, за формулою (Л.1):

$$m_{gl,k} = A_{si,\Sigma C} / (A_{si,\Sigma C} + A_{si,\Sigma H}), \quad (\text{Л.1})$$

де $A_{si,\Sigma C}$ — загальна площа внутрішніх поверхонь прорізів світлопрозорої частини зовнішнього огороження приміщення, м²;

$A_{si,\Sigma H}$ — загальна площа внутрішньої поверхні (з урахуванням укосів) зовнішнього — непрозорого огороження приміщення, м².

Примітка. Коефіцієнт скління фасадів будівлі $m_{gl,B}$ визначають за формулою:

$$m_{gl,B} = A_{i,\Sigma C,B} / (A_{i,\Sigma C,B} + A_{i,\Sigma H,B}), \quad (\text{Л.1а})$$

де $A_{i,\Sigma C,B}$ — загальна сума площ прорізів світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів, м²;

$A_{i,\Sigma H,B}$ — загальні суми площ непрозорих огорожувальних конструкцій фасадів (стін без урахування укосів прорізів), м².

Л.2 Умову (5) ДБН В 2.6-31 [2] приймають у вигляді:

$$\Delta \theta_{\text{int-si}} = \Delta \theta_{\text{int-si,max}}. \quad (\text{Л.2})$$

$A_{i,\Sigma C} = 52,4 \text{ м}^2$ - загальна площа світлопрозорих огорожувальних конструкцій;

$A_{i,\Sigma H} = 279,9 \text{ м}^2$ - загальна площа непрозорих огорожувальних конструкцій;

$$m_{gl,k} = 52,4 / (52,4 + 279,9) = 0,16.$$

Оскільки коефіцієнт скління фасадів становить 0,16, що менше ніж 0,3, тоді мінімально допустимий приведений опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій у зовнішніх огороженнях приміщень не розраховується.

Різницю температур $\Delta \theta_{\text{int-si}}$ між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішніх огорожень приміщень розраховують за формулою (К.1):

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_{si, np, H}, \quad (K.1)$$

де $\theta_{si, np, H}$ — приведена температура внутрішньої поверхні, °С, термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції, що розраховують за розрахункового значення температури внутрішнього повітря θ_{int} , прийнятому залежно від призначення будівлі згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31 [2], і розрахункового значення температури зовнішнього повітря θ_{ext} , прийнятого згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31 [2], залежно від температурної зони експлуатування будівлі згідно з додатком А ДБН В.2.6-31 [2], за формулою:

$$\theta_{si, np, H} = \frac{\sum_i (\theta_{si, H, i} \cdot A_{si, H, i})}{A_{si, \Sigma, H}}, \quad (K.2)$$

де $\theta_{si, H, i}$ та $A_{si, H, i}$ — відповідно середня температура внутрішньої поверхні, °С, та площа, м², i -го елемента непрозорої термічно однорідної частини огорожувальної конструкції;
 $A_{si, \Sigma, H}$ — загальна площа внутрішньої поверхні, м², зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції.

Середню температуру внутрішньої поверхні непрозорої частини зовнішнього огороження можна розраховувати через відповідний приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma np, H}$, м² · К/Вт, за формулою:

$$\theta_{si, H, i} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np, H} \cdot h_{si}}, \quad (K.3)$$

де θ_{int} — те саме, що у формулі (K.1), °С;
 θ_{ext} — розрахункове значення температури зовнішнього повітря, прийнятого згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31 [2], °С;
 h_{si} — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, Вт/(м² · К), що приймають відповідно до додатку Б.

Приведена температура внутрішньої поверхні, °С, розраховується за формулою (K.3)

$$\theta_{si, np, H} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np, H} \cdot h_{si}}$$

$$\theta_{si, np, H} = 22 - (22 - (-22)) / 8,7 / 4,31 = 20,83 \text{ °С};$$

$$A_{si, \Sigma H} = 7,12 \text{ м}^2 - \text{загальна площа огорожувальних конструкцій, м}^2;$$

$$\Delta\theta_{int-si} = 22 - 20,83 = 1,2 \text{ °С};$$

Допустима за санітарно – гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішніх стін становить $\Delta\theta_{int-si, max} = 4,0 \text{ °С}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:20216.

Перевірка умови (5): $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si, max}$ $1,17 \leq 4,0$. Отже, умова виконується.

Коефіцієнт термічної однорідності огорожувальної конструкції r визначають за формулою (Ж.1)

$$r = R_{\Sigma np} / R_{\Sigma},$$

$$\text{Зовнішня стіна: } r = 4,31 / 4,65 = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

.

3.1.2 Перекриття холодного горища

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для перекриття холодного горища в І кліматичній зоні (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 6,0 (м°С/Вт).

Таблиця 3 Склад перекриття холодного горища (проектні значення)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно ДСТУ 9191:2022
1	Цементно – піщана стіжка М 100	50	0,93	68
2	ПВХ плівка	1	0,23	84
3	Екструдований пінополістирол	250	0,035	2
4	Пароізоляція	1	0,3	85
5	Залізобетонне перекриття	220	2,04	64

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного горищного перекриття за формулою (3):

$$\delta_{\text{ут}} = 0,035 \times [6,0 - (1/10 + 0,22/2,04 + 0,001/0,3 + 0,001/0,23 + 0,05/0,93 + 1/6)] = 0,195 \text{ м.}$$

Приймаємо плити товщиною 200 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного горищного перекриття (2):

$$R_{\Sigma} = 1/10 + 0,22/2,04 + 0,001/0,3 + 0,25/0,035 + 0,001/0,23 + 0,05/0,93 + 1/6 = 6,15 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної горищного перекриття за формулою (1):

де $A_{\Sigma} = A_i = 432,9 \text{ м}^2$ - загальна площа горищного перекриття;

$R_{\Sigma} = 6,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ - приведений опір теплопередачі термічно однорідного горищного перекриття;

L_j для даної конструкції горищного перекриття лінійні теплопровідні включення відсутні.

$$L_j \cdot k_j = 0 \cdot 0 = 0 \text{ Вт/К;}$$

Ψ_k - точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно ДСТУ 9191:2022:

- для даної конструкції горищного перекриття лінійні теплопровідні включення,

N_k - загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

- для даної конструкції горищного перекриття точкові теплопровідні включення відсутні - 0 шт.;

$$\Psi_k \cdot N_k = 0 \text{ Вт/К}$$

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		8

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідного горищного перекриття:

$$R_{\Sigma_{np}} = 432,9 / (432,9 / 6,15 + 0 + 0) = 6,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma_{np}} \geq R_{q \min}$, $6,15 \geq 6,0$. Отже, умова виконується.

Різницю температур $\Delta\theta_{int-si}$ між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішніх огорожень приміщень розраховують за формулою (К.1);

Приведена температура внутрішньої поверхні, °С, розраховується за формулою (К.3).

$$\theta_{si, np, H} = 22 - (22 - (-22)) / 10 / 6,15 = 21,28 \text{ °С};$$

$$A_{si, \Sigma H} = A_{si, H, i} = 434,5 \text{ м}^2 - \text{загальна площа суміщеного покриття, м}^2;$$

$$\Delta\theta_{int-si} = 22 - 21,28 = 0,62 \text{ °С};$$

Допустима за санітарно – гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішніх стін становить $\Delta\theta_{int-si, max} = 3,0 \text{ °С}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:20216.

Перевірка умови (5): $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si, max}$ $0,62 \leq 3,0$. Отже, умова виконується.

Коефіцієнт термічної однорідності огорожувальної конструкції r визначають за формулою (Ж.1)

$$r = R_{\Sigma_{np}} / R_{\Sigma},$$

$$\text{Суміщене покриття: } r = 6,15 / 6,15 = 1,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

3.1.3 Перекриття над неопалювальним підвалом

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для перекриття над неопалювальним підвалом в І кліматичній зоні (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає $5,0 \text{ (м}^2\text{К/Вт)}$.

Таблиця 4 Склад перекриття над неопалювальним підвалом (проектні значення)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно ДСТУ 9191:2022
1	Лінолеум	5	0,17	86
2	Пінобетон	100	0,18	38
3	Екструдований пінополістирол	100	0,035	2
4	Гідроізоляція	2,5	0,17	86
5	Залізобетонне перекриття	220	2,04	64

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		9

однорідного перекриття над неопалювальним підвалом за формулою (3):
 $\delta_{\text{ут}} = 0,035 \times [5,0 - (1/5,9 + 0,22/2,04 + 0,0025/0,17 + 0,1/0,18 + 0,005/0,17 + 1/6)] = 0,138\text{м.}$

Приймаємо плити товщиною 100 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного перекриття над неопалювальним підвалом:

$$R_{\Sigma} = 1/5,9 + 0,22/2,04 + 0,0025/0,17 + 0,1/0,18 + 0,005/0,17 + 1/6 = 3,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідного перекриття над неопалювальним підвалом а за формулою (3):

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни за формулою (1):

де $A_{\Sigma} = A_i = 67,4 \text{ м}^2$ - загальна площа неопалювального підвалу;

$R_{\Sigma} = 3,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ - приведений опір теплопередачі термічно однорідного перекриття неопалювального підвалу;

L_j для даної конструкції перекриття неопалювального підвалу лінійні теплопровідні включення відсутні.

$$L_j \cdot k_j = 0 \cdot 0 = 0 \text{ Вт/К};$$

Ψ_k - точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно ДСТУ 9191:2022:

- для даної конструкції неопалювального підвалу лінійні теплопровідні включення відсутні,

N_k - загальна кількість точкових теплопровідних включень – 0 шт,

$$R_{\Sigma_{\text{пр}}} = 67,4/(67,4/3,9) = 3,9 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

Відповідно до п. 5.2.2 ДБН В.2.6-31:2021 «При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі ... для непрозорих огорожувальних конструкцій допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від $R_{q \text{ min}}$ при обов'язковому виконанні умов для цих елементів теплоізоляційної оболонки за формулами (5) та (6).

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma_{\text{пр}}} \geq R_{q \text{ min}}, 3,9 \geq 5,0 \times 0,75 = 3,75$. Отже, умова виконується.

Різницю температур $\Delta\theta_{\text{int-si}}$ між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішніх огорожень приміщень розраховують за формулою (К.1);

Приведена температура внутрішньої поверхні, °С, розраховується за формулою (К.3).

$$\theta_{\text{si,пр,Н}} = 22 - (22 - (-22))/5,9/3,9 = 20,1 \text{ °С};$$

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		10

$A_{si,\Sigma H} = A_{si,H,i} = 67,4 \text{ м}^2$ - загальна площа перекриття, м^2 ;

$\Delta\theta_{\text{int-si}} = 22 - 20,1 = 1,9 \text{ }^\circ\text{C}$;

Допустима за санітарно – гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над холодним підвалом становить $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:20216.

Перевірка умови (5): $\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}} \quad 1,9 \leq 2,0$. Отже, умова виконується.

Коефіцієнт термічної однорідності огорожувальної конструкції r визначають за формулою (Ж.1)

$$r = R_{\Sigma \text{ пр}} / R_{\Sigma},$$

Суміщене покриття: $r = 3,9/3,9 = 1,0 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$.

3.1.4 Підлоги по ґрунту

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією підлог по ґрунту відповідно до ДСТУ 9190:2022.

Таблиця 5 Склад підлоги по ґрунту (проектні значення):

№ з/п	Назва і - шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м²·К)Вт	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9190:2022
1	Лінолеум	5	0,17	0,03	8
2	Пінобетон М 600	100	0,18	0,56	38
3	Екструдований пінополістрол	100	0,035	2,86	2
4	Гідроізоляція	2,5	0,17	0,015	86
5	Армований шар бетону	150	2,04	0,074	52
	Шар піску	100			
6	Шар щебня втрамбований в ґрунт	100			

Термічний опір теплопередачі підлоги по ґрунту знаходимо за формулою:

$$R_f = \sum \frac{\delta}{\lambda}$$

де δ – товщина шару конструкції підлоги, м;

λ – теплопровідність шару конструкції підлоги, Вт/(м²·К).

$$R_f = 0,03 + 0,56 + 2,86 + 0,015 + 0,074 = 3,539 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт};$$

Коефіцієнт теплопередачі по ґрунту U_b , Вт/(м²·К), якщо $d_t \geq B$, (посередньо ізольована підлога), $= 8,2 < 8,7$, визначають за формулою (Б.1):

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B + d_t} \ln\left(\frac{\pi B}{d_t} + 1\right)$$

де B – характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги, визначають за формулою (Б.3) ;

$$B = \frac{A}{0,5P},$$

де A – площа підлоги, 367,1 м² ;

P – зовнішній периметр підлоги, 83,7 м²;

$$B = 367,1/0,5 \cdot 83,7 = 8,7;$$

d_t - еквівалента товщина підлоги, розраховують за формулою (Б.4):

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де w – загальна товщина зовнішньої, включаючи всі шари, 0,65 м;

λ – теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2022, 2,0 Вт/(м²·К) для пісок;

R_{si} - тепловий внутрішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2022, 0,17 Вт/(м²·К);

R_f – термічний опір підлоги включаючи всі шари, м²·К/Вт;

R_{se} - тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2022, 0,043 Вт/(м²·К);

$$d_t = 0,65 + 2,0 \cdot (0,17 + 3,539 + 0,043) = 8,2 \text{ м};$$

$$U = 2 \cdot 2,0 / (\pi \cdot 8,7 + 8,2) \ln((\pi \cdot 8,7 / 8,2) + 1) = 0,25 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією по ґрунту,

H_g , Вт/К, розраховують за формулою (Б.5):

$$H_g = A \cdot U_b + P \cdot \Psi$$

де Ψ – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту, до зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією товщиною 100 мм, приймають згідно з ДСТУ 9190:2022, 0,98 Вт/(м·К),

$$H_g = 367,1 \cdot 0,25 + 83,7 \cdot 0,98 = 173,8 \text{ Вт/К}.$$

Відповідно, опір теплопередачі по ґрунту становить:

$$R = A/H_g = 367,1/173,8 = 2,11 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

3.1.5. Світлопрозорі огорожувальні конструкції

Нормативне значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 0,9 (м²·К/Вт).

До установки приймаються світлопрозорих конструкцій блоки із полівінілхлоридного 5 - ти камерного профілю, з монтажною шириною 80 мм ($R_{\text{проф}} = 1,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$), двокамерним склопакетом шириною 40 мм, заповненого аргонном, два скла з енергозберігаючим напиленням 4i – 12Ar – 4 – 16Ar – 4i, ($R_{\text{сп}} = 1,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

Розраховуємо приведений опір теплопередачі віконних блоків із ПВХ та

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		12

двокамерними склопакетами для 3 – х стулкового вікна в приміщені класу:

де $F_{\Sigma} = 3,06 \text{ м}^2$ - загальна площа вікна;

$F_{\text{сп}} = 2,39 \text{ м}^2$ - загальна площа склопакетів;

$F_{\text{проф}} = 0,67 \text{ м}^2$ - загальна площа профільних елементів із ПВХ (рам віконних блоків, імпостів, тощо);

$R_{\text{сп}} = 1,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ - приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету типу 4i – 12Ar – 4 – 16Ar – 4i;

$R_{\text{проф}} = 1,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ - приведений опір теплопередачі елементів із профілю ПВХ товщиною 80 мм;

k_j - лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К):

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами із ПВХ при заглибленні дистанційної рамки відносно штапики 5 мм становить - 0,06 Вт/(м·К).

L_j - лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, м:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами із ПВХ – 14 м;

$L_j \cdot k_j = 0,06 \cdot 14 = 0,84 \text{ Вт/К};$

Тоді приведений опір теплопередачі віконних блоків із ПВХ та двокамерними склопакетами становить:

$R_{\Sigma\text{пр}} = 3,06 / (2,39 / 1,3 + 0,67 / 1,0 + 0,84) = 0,91 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}, 0,91 \geq 0,9$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (3):

де $t_{\text{вн}}$ - температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22 °С згідно ДБН В.2.6-31:2021;

$t_{\text{зов}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони мінус 22 °С згідно ДБН В.2.6-31:2021;

$\Delta\theta_D = 22 - (22 - (-22)) / 8,0 / 0,91 = 15,96 \text{ °С}$

При $t_{\text{в}} = 22 \text{ °С}$; $\phi_{\text{в}} = 50 \%$ температура точки роси внутрішнього повітря становить $\Delta\theta_{\text{si.min}} = 11,1 \text{ °С}$.

$\Delta\theta_D > \Delta\theta_{\text{si.min}}, 15,96 > 11,1$. Отже, умова (3) виконується відносно точки роси.

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		13

3.2 Тепловологісний стан огорожувальних конструкцій.

Тепловологісний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-192:2013.

Необхідність оцінки тепловологісного стану при проектуванні зовнішніх огорожень для визначення заходів щодо:

- запобігання можливості зволоження матеріалів огорожувальної конструкції;
- уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції;
- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції;
- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу води в товщі огорожувальних конструкцій (умови виведення за період вологовіддачі всієї води, що сконденсувалася за період вологонакопичення).

3.2.1 Зовнішні стіни

Таблиця 6 Склад стінового огороження

№ з/п	Назва і - шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	Термічний опір шару, $(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$	Коефіцієнт паропроникливості, $\text{мг}/(\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па})$	Опір паропроникненню, $(\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па})/\text{мг}$	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9190:2022
1	Захисна цементно-піщана штукатурка	10	0,87	0,011	0,098	0,102	67
2	Мінеральні плити (густина $115 \text{ кг}/\text{м}^3$)	150	0,0376	3,989	0,38	0,395	1
3	Цегла керамічна	380	0,81	0,469	0,11	3,454	74
4	Вапняно-піщана штукатурка	20	0,91	0,025	0,12	0,25	66

Згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{\text{в}} = 50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{\text{в}} = 2645 \text{ Па}$ - при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_{\text{з}} = 412 \text{ Па}$ - при температурі зовнішнього повітря $-4,7^\circ\text{C}$ (в січні).

$\varphi_{\text{з}} = 83\%$ - відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

					55 - ЕЕ		Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			14

$$e_B = 0,01 \quad \varphi_B E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01 \quad \varphi_3 E_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °С, по товщині конструкції за

$$\text{формулою (5): } t(x) = t_B - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma np}} \left(\frac{1}{\alpha_e} + R_x \right)$$

де t_B - внутрішня температура приміщення, °С;

t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно ДСТУ 9191:2022;

R_x - опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $t(x)$, °С, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$t(1) = 22 - [(22 - (-4,7))/4,65](1/8,7) = 21,3 \text{ °С};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$t(2) = 22 - [(22 - (-4,7))/4,65](1/8,7 + 0,025) = 21,2 \text{ °С};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$t(3) = 22 - [(22 - (-4,7))/4,65](1/8,7 + 0,025 + 0,469) = 18,5 \text{ °С};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$t(4) = 22 - [(22 - (-4,7))/4,65](1/8,7 + 0,025 + 0,469 + 3,989) = -4,4 \text{ °С};$$

- на поверхні 4-го шару:

$$t(5) = 22 - [(22 - (-4,7))/4,65](1/8,7 + 0,025 + 0,469 + 3,989 + 0,011) = -4,5 \text{ °С};$$

t , °С

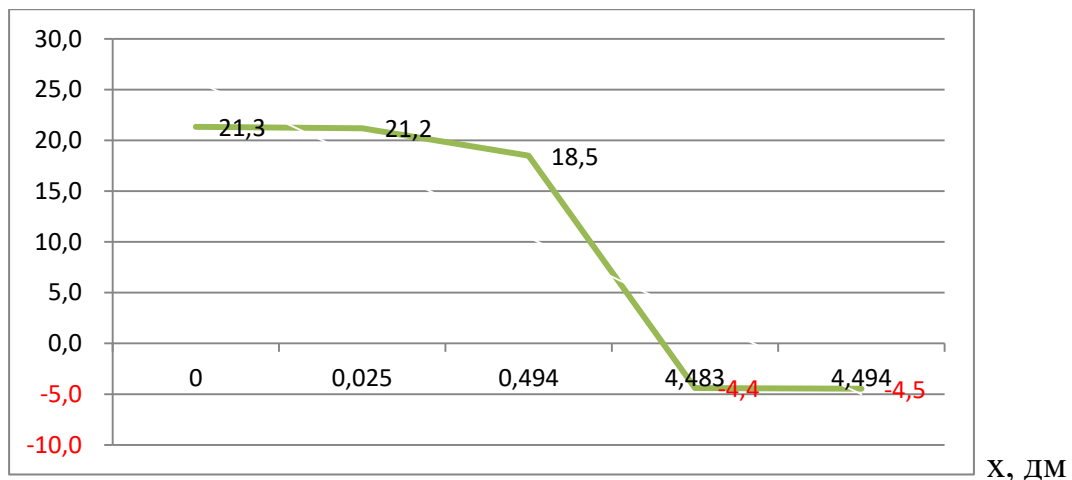
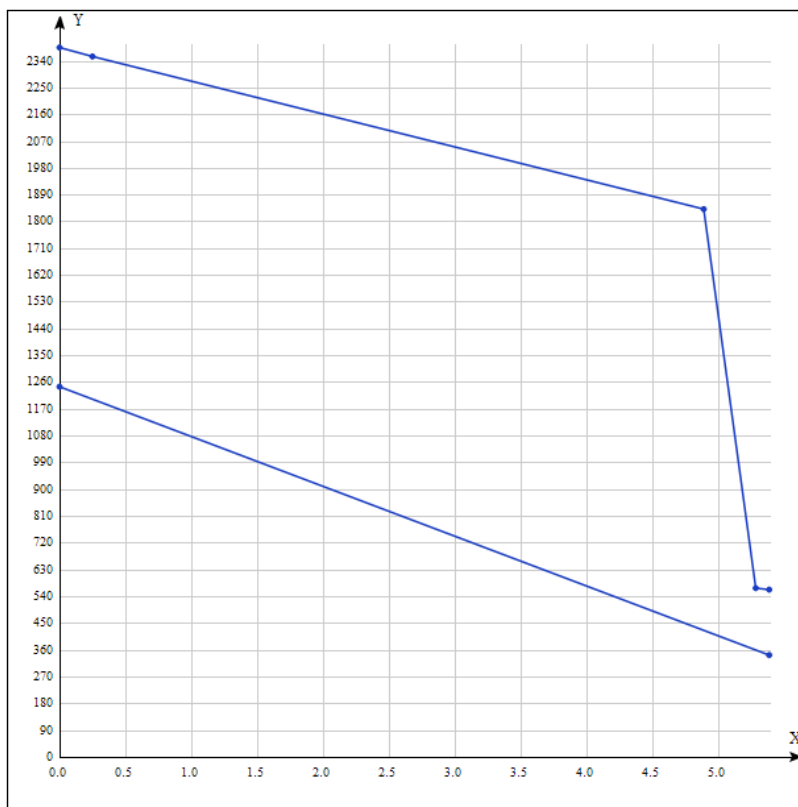


Рис.1 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будуюмо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

$p, \text{Па}$



$R_e, \text{мг}/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$

Рис. 2 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Скільки лінії Е та е не перетинаються, що свідчить про те, що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

3.3 Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій

3.3.1 Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій в літній період

Так як середня температура найбільш жаркого місяця (липня) менше 21°C ($19,8^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$) то згідно п.6.7. ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

3.3.2 Оцінка теплостійкості приміщень в зимовий період

Згідно п. 6.7. ДБН В.2.6-31:2021 за наявності в будівлі системи опалення з автоматичним децентралізованим регулюванням температури внутрішнього повітря теплостійкість приміщень в холодний період року не перевіряють.

Дана будівля обладнана системою опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря, проектом передбачено опалювальні прилади обладнані терморегуляторами.

3.3.3 Визначення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги

Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-190:2013. Таблиця 7 Теплофізичні характеристики підлоги.

№ з/п	Назва і - шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, R (м²·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння S Вт/м²·К	Опір теплопередачі,	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9190:2022
1	Покриття підлоги	5	0,17	0,029	4,51	0,131	88
2	Бетон ніздрюватий (600 кг/м³)	100	0,18	0,556	5,72	3,181	38
3	Утеплювач	100	0,032	3,125	0,34	1,063	4
4	Гідроізоляція	2,5	0,17	0,015	4,56	0	81
5	Бетон (1200 кг/м³)	220	1,86	0,118	16,77	1,979	65

Оскільки перших n шарів огороження мають теплову інерцію $D_1 + D_2 = 0,131 + 3,181 = 3,312 \geq 0,5$, тоді коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулами (26):

$$Y_n = Y_1 = (2 \cdot R_1 \cdot s_{1+}^2 + s_2) / (0,5 + R_1 \cdot s_2)$$

$$Y_n = Y_1 = (2 \cdot 0,029 \cdot 4,51^2 + 5,72) / (0,5 + 0,029 \cdot 5,72) = 10,36 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Перевірка умов п.6.8.ДБН В.2.6-31:2016 $Y_n \leq Y_{n \text{ max}} = 10,36 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$ – для громадських будівель даного типу $10,36 \leq 12$ отже умова виконується.

3.4 Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій

Розрахункова оцінка повітропроникності зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-191:2013.

Таблиця 8 Повторюваність та швидкість вітру за сторонами світу в січні для м. Київ згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

Повторюваність напрямку повітря, %							
Середня швидкість вітру, м/с							
Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд З	З	Пн З
11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9
3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	2,9

Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами в січні з повторюваністю 23,5 % і більше становить - 3,0 м/с в західному напрямку.

Висота будівлі від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти – 11,84 м. Висота поверху - 3,6 м.

3.4.1 Розрахунок масової повітропроникності зовнішніх стін

Визначаємо повітропроникність однорідних ділянок стінової конструкції з послідовним розміщенням шарів при різниці тиску $\Delta p = 10 \text{ Па}$.

Таблиця 9 Склад зовнішньої стіни та повітропроникність однорідних шарів (Таблиця 3 ДСТУ Б В.2.6-191:2013)

№ з/п	Назва і - шару конструкції	Товщина зразка випробовування d, мм	Різниця тиску Δp_0 , Па	Повітропроникність G_{p0} , (кг/м ² ·год)
1	Вапняно - піщана штукатурка	15	10	0,07
2	Цегляне мурування із повнотілої цегли на цементно – піщаному розчині	250	10	0,56
3	Мінераловатні плити жорсткі	50	10	5

Визначаємо питому вагу зовнішнього та внутрішнього повітря за фор. (4),(5):

$$\gamma_z = 3463 / (273 + t_z) = 3463 / (273 + (-22)) = 13,8 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) = 3463 / (273 + 22) = 11,7 \text{ Н/м}^3.$$

де t_z - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, що приймається залежно від температурної зони ДБН В.2.6-31:2021;

t_v - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, що приймається залежно від призначення будинку згідно ДБН В.2.6-31:2021;

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па за формулою (3):

$$\Delta p = (H - h_i) (\gamma_z - \gamma_v) + 0,03 \gamma_z v^2 \beta_v$$

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		18

де Н - висота будинку від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти, м;

h_i - висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції i -го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;

γ_z, γ_e - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³;

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше, прийнята згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

β_v - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 при місцевість з рівномірно розташованими перешкодами понад 10 м. становить близько 0,65.

- для 1- го поверху: $\Delta p = (11,84 - 0,5 \cdot 3,6) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,65 = 18,0$ Па;

- для 2- го поверху: $\Delta p = (11,84 - 1,5 \cdot 3,6) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,65 = 10,8$ Па;

Визначаємо масову повітропроникність шарів конструкції визначають за Формулою (2):

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p 0} \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n$$

де n - показник фільтрації, за відсутності даних приймається: для утеплювачів із мінеральної вати - 1,5; для цегляної кладки - 0,8; для вікон та дверей - 0,67.

Розрахунок виконуємо в табличному вигляді:

Таблиця 10 Розрахунок масової повітропроникності

№ з/п	Назва і - шару конструкції	Повітропроникність G_{p0} , кг/м ² ·год	n	Різниця тиску Δp для 1 поверху, Па	Повітропроникність, $G^{\Delta p}$ для 1 -го поверху кг/м ² ·год
1	Вапняно-піщана штукатурка	0,07	0,8	18,0	0,28
2	Цегляне мурування із повнотілої цегли на цементно – піщаному розчині	0,56	0,8	18,0	2,243
3	Мінеральні плити (густина 100 кг/м ³)	5	1,5	18,0	40,335
4	Захисна декоративна штукатурка	0,027	0,8	18,0	0,108

Масова повітропроникливість стінового огородження визначається за формулою (6):

$$G^K = \left(\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i / d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$$

де δ_i - товщина i -го матеріалу багатшарового огородження, м;

d - товщина зразка матеріалу для якого здійснювалися випробування

повітропроникності, м;

Таблиця 11 Розрахунок масової повітропроникності для всієї конструкції

№ з/П	Назва і - шару конструкції	Товщина зразка випробовування d, мм	Товщина, мм	Повітропроникність $\frac{1 \Delta p}{C_i}$ для 1 -го поверху кг/м²·год)
1	Вапняно-піщана штукатурка	15	20	2,679
2	Цегляне мурування із повнотілої цегли на цементно – піщаному розчині	250	380	0,218
3	Мінеральні плити (густина 100 кг/м³)	50	150	0,012
4	Захисна декоративна штукатурка	15	10	8,333
Сума				11,242
G^k , кг/(м²·год)				0,088

Нормативна масова повітропроникливість стін згідно таблиці 1 ДСТУ Б.В.2.6-191:2013 становить: $G^k = 0,4$ кг/(м²·год), отже на поверху розрахункова повітропроникливість не перевищує допустимого значення.

3.4.2 Розрахунок масової повітропроникності віконних блоків

Віконні блоки виконані із ПВХ - профілів та заповнені двокамерними склопакетами 4і – 12Ar – 4 – 16Ar – 4і - повітропроникність віконного блоку при різниці тисків $\Delta p = 100$ Па становить 0,32 м³/(м²·тод) для вікон 3-го класу згідно EN 12207:2000, показник режиму фільтрації $n = 2/3$ (0,67). Коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря - 0,4.

Питома вага зовнішнього та внутрішнього повітря розрахована в п. 3.4.1.

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па за формулою (3):

- для 1- го поверху: $\Delta p = (11,84 - 0,5 \cdot 3,6) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,65 = 18,0$ Па:

Визначаємо об'ємну повітропроникність віконного блоку за формулою (2):

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n$$

- для 1-го поверху: $G^{\Delta p} = 0,32 \cdot (18,0/10)^{2/3} = 1,1$ м³/(м²·тод).

Нормативна масова повітропроникність віконних блоків згідно таблиці 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить: $G^k = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{год})$, отже даний віконний блок може використовуватись на всіх поверхах даної будівлі.

Розрахунок показників енергопотребі та енергоспоживання

1. Характеристика теплопередачі трансмісії

№ з/п	Вид огорожувальної конструкції	$A_i, \text{м}^2$	$R_{\Sigma}, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$U, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$\Delta U_{tb}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{\Sigma,H}, \text{Вт}/\text{К}$	$H_{\Sigma,C}, \text{Вт}/\text{К}$
1	Зовнішні стіни	271,8	4,31	0,23	-	1	1	63,1	63,1
2	Перекрыття холодного горища	434,5	6,15	0,16	-	0,9	0	63,7	0
4	Підлоги по ґрунту та стіни, що межують з ґрунтом	367,1		2,11	-	1	1	173,8	173,8
5	Перекрыття над неопалювальним підвалом	67,4	3,9	0,26	-	1	1	17,3	17,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	52,5	0,91	1,1	-	1	1	57,7	57,7
7	Вхідні двері	8,2	0,8	1,25	-	1	1	10,3	10,3

$$H_{tr,adj,H} = 385,7 \text{ Вт}/\text{К}. H_{tr,adj,C} = 322,1 \text{ Вт}/\text{К}.$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована згідно з формулами (9) та (10) ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця, для режимів опалення та вентиляції

міс	год., t	θ_c	$\theta_{int,set,H}$	$H_{H,tr,adj}$	$Q_{H,tr}$
Січень	744	-4,7	22	385,7	7662
Лютий	672	-3,6	22	385,7	6635
Березень	744	1	22	385,7	6026
Квітень	720	9	22	385,7	3610
Травень	744	15,2	22	385,7	1951
Червень	720	18,3	22	385,7	1027
Липень	744	19,8	22	385,7	631
Серпень	744	19	22	385,7	861
Вересень	720	13,9	22	385,7	2249
Жовтень	720	8,1	22	385,7	3860
Листопад	720	1,9	22	385,7	5582
Грудень	744	-2,5	22	385,7	7030
міс	год., t	θ_c	$\theta_{int,set,H}$	$H_{C,tr,adj}$	$Q_{C,tr}$
Січень		-4,7	24	322,1	0
Лютий		-3,6	24	322,1	0
Березень		1	24	322,1	0
Квітень		9	24	322,1	0
Травень		15,2	24	322,1	0
Червень	720	18,3	24	322,1	1322

Липень	744	19,8	24	322,1	1007
Серпень	744	19	24	322,1	1198
Вересень		13,9	24	322,1	0
Жовтень		8,1	24	322,1	0
Листопад		1,9	24	322,1	0
Грудень		-2,5	24	322,1	0

Характеристики теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією становить (27)

$$H_{ve,ad,i} = p_a c_a (\sum b_{ve} q_{ve,mn} + q_{inf,mn}),$$

$$H_{H,ve,ad,j} = 0,336 \cdot (1 \cdot 125,2 + 125,2) = 84,1 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{C,ve,ad,j} = 0,336 \cdot 1,2 \cdot (1 \cdot 125,2 + 125,2) = 100,9 \text{ Вт/К.}$$

міс	год., t	θс	θ _{int,set,H}	H _{C,ve,adj}	Q _{C,ve}
Січень	744	-4,7	22	84,1	1671
Лютий	672	-3,6	22	84,1	1447
Березень	744	1	22	84,1	1314
Квітень	720	9	22	84,1	787
Травень	744	15,2	22	84,1	425
Червень	720	18,3	22	84,1	224
Липень	744	19,8	22	84,1	138
Серпень	744	19	22	84,1	188
Вересень	720	13,9	22	84,1	490
Жовтень	720	8,1	22	84,1	842
Листопад	720	1,9	22	84,1	1217
Грудень	744	-2,5	22	84,1	1533
міс	год., t	θс	θ _{int,set,H}	H _{C,ve,adj}	Q _{tC,tr}
Січень		-4,7	24	100,9	0
Лютий		-3,6	24	100,9	0
Березень		1	24	100,9	0
Квітень		9	24	100,9	0
Травень		15,2	24	100,9	0
Червень	720	18,3	24	100,9	559
Липень	744	19,8	24	100,9	465
Серпень	744	19	24	100,9	525
Вересень		13,9	24	100,9	0
Жовтень		8,1	24	100,9	0
Листопад		1,9	24	100,9	0
Грудень		-2,5	24	100,9	0

Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Призначення будівлі	Графік використання, год/тиждень	Метаболічна теплота, $\Phi_{int,oc}$ Вт/м ²	Освітлення, $\Phi_{int,L}$ Вт/м ²	Обладнання, $\Phi_{int,A}$ Вт/м ²	Сумарна внутрішніх теплонадходження, Φ_{int} Вт/м ²
Амбулаторія сімейної медицини	48	2,7	7,0	6,0	12,7

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця приведені в п.6. Наведені значення розраховані за формулою (36) ДСТУ 9190:2022 з урахуванням графіку використання згідно з таблицею 6 ДСТУ 9190:2022.

міс	год., t	год., t	$A_{f,контд}$	$\Phi_{int,mn,1}$	$\Phi_{int,mn,2}$	$\Phi_{int,mn,3}$	Q_{int} , КВт
Січень	672	192	434,5	2,7	7	6	1310
Лютий	672	192	434,5	2,7	7	6	1310
Березень	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Квітень	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Травень	672	192	434,5	2,7	7	6	1310
Червень	696	199	434,5	2,7	7	6	1357
Липень	744	213	434,5	2,7	7	6	1450
Серпень	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Вересень	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Жовтень	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Листопад	720	206	434,5	2,7	7	6	1403
Грудень	744	213	434,5	2,7	7	6	1450

Характеристики сонячних теплонадходжень

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначені згідно з ДСТУ 9190:2022.

Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застосування будинку:

- для показників огорожувальних конструкцій до проектних заходів приймаються віконні блоки на основі ПВХ - профілів із застосуванням двокамерними склопакетами:

- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії згідно таблиці 8 ДСТУ 9190:2022 для потрійного скління $g_n = 0,7$;
- поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають згідно

п.11.3.3.2 ДСТУ 9190:2022 $F_w = 0,9$;

- коефіцієнт пропускання сонячної енергії $g_{gl} = 0,7 \cdot 0,9 = \mathbf{0,63}$.

Частка обрамлення приймається згідно з ДСТУ 9190:2022 і становить $F_F = \mathbf{0,3}$;

В якості рухомих засобів затінення передбачено, що використовуються білі завіси зсередини вікон низької ефективності (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 ДСТУ 9190:2022 дорівнює $\varepsilon = 0,95$).

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення: $g_{gl+sh} = 0,95 \cdot 0,63 = \mathbf{0,6}$;

Площа світлопрозорих конструкцій

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними, м ²							
Пн	Пн - Сх	Сх	Пд - Сх	Пд	Пд - Зх	Зх.	Пн - Зх
5,3	0	21,6	0	3,8	0	21,8	0

Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку

Місяць	Коефіцієнт затінення для відповідного напрямку							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
Червень	0,09	0,00	0,02	0,09	0,27	0,46	0,48	0,36
Липень	0,08	0,00	0,07	0,18	0,37	0,50	0,49	0,37
Серпень	0,04	0,00	0,08	0,23	0,36	0,55	0,52	0,35

Понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою (43) ДСТУ 9190:2022.

Понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення $F_{sh,gl}$

Місяць	Понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення $F_{sh,gl}$							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
Січень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Лютий	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Березень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Квітень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Травень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Червень	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,98
Липень	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
Серпень	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,98	0,98
Вересень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Жовтень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Листопад	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Грудень	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту згідно таблиці 12 ДСТУ 9190:2022

Кут затінення α	Частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту, F_{hor}							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Частковий поправочний коефіцієнт затінення для звисів згідно таблиці 13 ДСТУ 9190:2022

Кут затінення α	Частковий поправочний коефіцієнт затінення для звисів, F_{ov}							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
30°	0,88	0,88	0,90	0,94	0,96	0,94	0,90	0,88

Частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер зліва від вікна згідно таблиці 14-1 ДСТУ 9190:2022

Кут затінення α	Частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер зліва від вікна, $F_{fin\ left}$							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
40°	0,95	0,96	0,96	0,97	0,95	0,89	0,82	0,87

Частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер справа від вікна згідно таблиці 14-2 ДСТУ 9190:2022

Кут затінення α	Частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер зліва від вікна, $F_{fin\ right}$							
	Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
40°	0,95	0,87	0,82	0,89	0,95	0,97	0,96	0,96

Понижувальні коефіцієнти затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розраховані за формулою (43) ДСТУ 9190:2022.

Понижувальні коефіцієнти затінення зовнішніми перешкодами

Понижувальний коефіцієнт затінення, F_{sh}							
Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх
0,95	0,87	0,82	0,89	0,95	0,97	0,96	0,96

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

Площа непрозорих елементів

Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними, м ²								
Пн	Пн Сх	Сх	Пд Сх	Пд	Пд Зх	Зх	Пн Зх	Гор.
33,5	0	103,5	0	33,5	0	101,4	0	434,5

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розрахована за формулою (40) ДСТУ 9190:2022. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 ДСТУ 9190:2022.

Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною: $\alpha_{s,нп} = 0,3$ – штукатурка цементна світло – блакитна.

Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною суміщеного покриття:

Тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини приймаємо:

$R_{se} = 0,043$ м²К/Вт згідно ДСТУ 9190:2022.

Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для даху (покрівлі) $F_r = 1$ згідно ДСТУ 9190:2022.

Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для вертикальної стіни $F_r = 0,5$ згідно ДСТУ 9190:2022.

Середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери $\Delta\theta_{er} = 11$ К згідно ДСТУ 9190:2022.

Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням

понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розрахована за формулою (38) ДСТУ 9190:2022.

Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень розрахований згідно з формулою (37) ДСТУ 9190:2022.

Теплонадходження від внутрішніх джерел будівлі розраховані за формулою (35) ДСТУ 9190:2022. Теплонадходження від сонця до будинку розраховані за формулою (36) ДСТУ 9190:2022.

Елементи сонячних теплонадходжень A_{sol} , m^2 (для проєктних показників огорожувальних конструкцій)

Місяць	Параметр											
	$A_{sol,w} \cdot F_{sh}, m^2$				A_{sol}, m^2					$A_{sol,w} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol}$	$\Phi_r \cdot F_r, Вт$	$\Phi_{sol}, Вт$
	Пн	Сх	Пд	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх	Гор.			
Січень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	359,1	75,1	434,2
Лютий	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	647,1	75,1	722,2
Березень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1044,6	75,1	1119,7
Квітень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1287,0	75,1	1362,1
Травень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1732,6	75,1	1807,7
Червень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1836,0	75,1	1911,1
Липень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1804,1	75,1	1879,1
Серпень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1561,6	75,1	1636,7
Вересень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	1184,2	75,1	1259,2
Жовтень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	655,1	75,1	730,2
Листопад	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	267,2	75,1	342,3
Грудень	1,3	9,5	1,7	9,6	0,18	0,41	0,13	0,4	0,0	220,5	75,1	295,5

Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень (для проєктних показників огорожувальних конструкцій)

Місяць	Параметр								
	$\theta_e, ^\circ C$	t, год	$I_{пн}, Вт/м^2$	$I_{сх}, Вт/м^2$	$I_{пл}, Вт/м^2$	$I_{зх}, Вт/м^2$	$I_{гор}, Вт/м^2$	$Q_{sol}, кВт/год$	$Q_{int}, кВт/год$
Січень	-4,7	744	14	38	40	14	32	323	1310
Лютий	-3,6	672	25	57	60	25	59	485	1310
Березень	1	744	41	78	81	41	101	835	1403
Квітень	9	720	53	92	88	52	149	985	1403
Травень	15,2	744	79	110	107	77	211	1363	1310
Червень	18,3	720	88	110	106	86	228	1397	1357
Липень	19,8	744	83	109	106	81	220	1418	1450
Серпень	19	744	65	107	106	63	185	1229	1403
Вересень	13,9	720	41	91	91	41	130	911	1403
Жовтень	8,1	744	22	62	61	21	71	526	1403
Листопад	1,9	720	12	30	32	12	31	246	1403
Грудень	-2,5	744	9	27	28	9	22	220	1450

Динамічні параметри

Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані згідно з формулами (7) та (8) ДСТУ 9190:2022 і приведені для режиму опалення п.8.

					55 - ЕЕ				Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					27

7 Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є важкою, відповідно згідно з ДСТУ 9190:2022 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою (58) ДСТУ 9190:2022 і становить: $C_m = 80 \cdot 434,5 = 34760 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}$.

Часова константа будівлі розраховується за формулою (56) ДСТУ 9190:2022 і становить:

Безрозмірний числовий параметр α_H , визначається за формулою (50) ДСТУ 9190:2022 і становить:

- для режиму опалення (проект) $\alpha_H = 5,9$;
- для режиму охолодження (проект) $\alpha_C = 6,5$.

Внутрішні умови

Задана та чергова температура на опалення будівлі визначена за формулою (1) ДСТУ 9190:2022 на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень, прийнятих за санітарно-гігієнічними умовами, і становить:

$$\theta_{int,H,set} = 22,0^\circ\text{C}. \quad \theta_{int,C,set} = 26,0^\circ\text{C}.$$

Енергопотреби для опалення.

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою (3) ДСТУ 9190:2022.

Річні енергопотреби для опалення будівлі розраховані згідно з формулами (65) ДСТУ 9190:2022.

Розрахунок енергопотреби для опалення (проект)

місяць	Параметри								
	$Q_{H,tr}$ кВт/год	$Q_{H,ve}$ кВт/год	$Q_{H,ht}$ кВт/год	$Q_{H,sol}$ кВт/год	$Q_{H,int}$ кВт/год	$Q_{H,gn}$ кВт/год	γ_H	$H_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт/год
січень	7662	1671	9332	323	1310	1633	0,175	1,000	7700
лютий	6635	1447	8082	485	1310	1795	0,222	1,000	6288
березень	6026	1314	7340	835	1403	2238	0,305	0,998	5107
квітень	3610	787	4397	985	1403	2388	0,543	0,988	2039
травень	1951	425	2377	1363	1310	2672	1,124	0,882	
червень	1027	224	1252	1397	1357	2754	2,200	0,532	
липень	631	138	769	1418	1450	2868	3,730	0,247	
серпень	861	188	1049	1229	1403	2633	2,511	0,389	
вересень	2249	490	2740	911	1403	2314	0,845	0,955	
жовтень	3860	842	4702	526	1403	1929	0,410	0,996	2780
листопад	5582	1217	6799	246	1403	1650	0,243	1,000	5150
грудень	7030	1533	8563	220	1450	1670	0,195	1,000	6894
всього за рік									35956

Енергопотреби для охолодження

Енергопотреби для охолодження розраховані для кожного місяця згідно з формулою (3) ДСТУ 9190:2022.

Річні енергопотреби для охолодження будівлі розраховані згідно з формулами (65) ДСТУ 9190:2022.

Розрахунок енергопотреби для охолодження (для проєктних показників огорожувальних конструкцій)

місяць	Параметри								
	$Q_{C,tr}$ кВт/год	$Q_{C,ve}$ кВт/год	$Q_{C,ht}$ кВт/год	$Q_{C,sol}$ кВт/год	$Q_{C,int}$ кВт/год	$Q_{C,gn}$ кВт/год	γ_c	$H_{C,gn}$	$Q_{C,nd}$ кВт/год
січень									
лютий									
березень									
квітень									
травень									
червень	1322	559	1881	1397	1357	2754	1,464	0,606	1614
липень	1007	465	1472	1418	1450	2868	1,949	0,728	1797
серпень	1198	525	1724	1229	1403	2633	1,527	0,640	1529
вересень									
жовтень									
листопад									
грудень									
всього за рік									4940

Річне енергоспоживання при опаленні

Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з ДСТУ 9190:2022 як для І - ої температурної зони України, що становить 4500 годин.

Система опалення залежна двотрубна. В якості опалювальних приладів підсистеми тепловіддачі в будівлі використані панельні металеві радіатори. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішніх стін під вікнами.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (79) ДСТУ 9190:2022 при цьому:

$f_{hydr} = 0,98$ - згідно з таблицею 18 ДСТУ 9190:2022;

$f_{im} = 0,97$ - згідно з п. 15.4.2.1 ДСТУ 9190:2022;

$f_{rad} = 1,0$ - згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str} = (0,96 + 0,88)/2 = 0,92$ - формулою (81) ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str1} = 0,96$ - згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{str2} = 0,88$ - згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{emb} = 1,0$ - згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{ctr} = 0,88$ - згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{em} = 1/(4-(0,88 + 0,88 + 1,0)) = 0,81$ за формулою (80) ДСТУ 9190:2022.

Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за формулою (88) ДСТУ 9190:2022. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_A , L_S , L_V згідно з рис.7 ДСТУ 9190:2022.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з таблицею 24 ДСТУ 9190:2022:

$\psi_V = 0,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

$\psi_S = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;

$\psi_A = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ (температурний графік 80/60). Температура оточуючого середовища становить: для кондиціонованого об'єму $\theta = 22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (91) ДСТУ 9190:2022.

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (92), ДСТУ 9190:2022.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення розраховують для кожного місяця за формулою (93) ДСТУ 9190:2022.

Значення додаткової енергії для підсистеми розподілення визначають згідно з таблицею 26 ДСТУ 9190:2022.

Додаткова енергія в підсистемі розподілення використовується на функціонування циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів. Кількість насосів, що використовується - 2. Насоси не керовані.

Використовуються генератори із стандартним об'ємом води.

Режим опалення постійний (без чергових режимів), то $f_{im} = 1,0$.

Відповідно, $W_{H,dis,aux,an} = 250 \cdot 1 \cdot 4500/5000 = 225 \text{ кВт год/рік}$.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерування теплоти.

Згідно з формулою (94) ДСТУ 9190:2022 загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілення.

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначаються для кожного місяця за формулою (95) ДСТУ 9190:2022. При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 27 ДСТУ 9190:2022, централізоване опалення з центральним якісним регулюванням

зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в ІТП за погодними умовами,
 $\eta_{H,gen} = 96 \%$.

Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця згідно з формулою (96) ДСТУ 9190:2022.

Річне енергоспоживання при опаленні будівлі розраховане згідно з формулою (97) ДСТУ 9190:2022.

Розрахунок енергоспоживання при опаленні (проектні умови)

Місяць	Параметр					
	$Q_{H,md}$, кВт/год	$Q_{H,em,ls}$, кВт/год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт/год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт/год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт/год	$Q_{H,use}$, кВт/год
Січень	49528	2732	52261	54820	2284	57104
Лютий	39089	2156	41245	43477	1812	45289
Березень	29305	1617	30921	32950	1373	34323
Квітень	7530	415	7945	9061	378	9438
Травень						
Червень						
Липень						
Серпень						
Вересень						
Жовтень	13233	730	13963	15073	628	15701
Листопад	31646	1746	33392	35278	1470	36748
Грудень	44199	2438	46637	48959	2040	50999
Всього за рік	214529					249602

Загальне енергоспоживання при охолодженні

Охолодження будівлі відсутнє.

Річне енергоспоживання при охолодженні будівлі розраховане згідно з формулою (97) ДСТУ 9190:2022.

Розрахунок енергоспоживання при охолодженні (проектні умови)

Місяць	Параметр					
	$Q_{C,nd}$	$Q_{C,dis,ls}$	$Q_{C,dis,in}$	$Q_{C,gen,out}$	$Q_{C,gen,ls}$	$Q_{C,use}$
Січень						
Лютий						
Березень						
Квітень						
Травень						
Червень	1614	0,0	1614	1735	193	1928
Липень	1797	0,0	1797	1933	215	2147
Серпень	1529	0,0	1529	1644	183	1827
Вересень						

Жовтень						
Листопад						
Грудень						
Всього за рік	4940					5902

Загальне енергоспоживання систем вентиляції

Питому електричну потужність вентиляторів систем механічної вентиляції приймаємо згідно з таблицею 33 ДСТУ 9190:2022.

- для припливно-витяжних установок з блоком рекуперації – 4 кВт/(м³/с);
- для система припливної вентиляції із попереднім підігрівом – 2 кВт/(м³/с);
- для лише витяжної вентиляції - 1 кВт/(м³/с).

Електричну потужність вентиляторів розраховують за формулою (118) ДСТУ 9190:2022. $P_{el} = (2 \cdot 100 + 1 \cdot 100)/3600 = 1,3$ кВт

Енергоспоживання вентиляторів розраховується за формулою (117) ДСТУ 9190:2022 з урахуванням роботи системи вентиляції відповідно до графіка використання будівлі:

$$Q_{V,sys,fan} = 643 \text{ кВт/год.}$$

Енергопотребы ГВП

Питомі річні енергопотребы ГВП прийняті згідно з таблицею 34 ДСТУ 9190:2022 і становлять 10 кВт·год/м².

Загальні енергопотребы ГВП становлять:

$$Q_{DHW,need} = 30 \cdot 434,5 = 13035 \text{ кВт·год.}$$

Енергоспоживання ГВП

Система ГВП будинку від індивідуальних електронагрівачів 1 – шт, що знаходяться безпосередньо біля споживачів. Температура води в системі ГВП прийнята 60 °С. Додаткові втрати теплоти при зливанні непрогрітої води з системи ГВП згідно з таблицею 34 ДСТУ 9190:2022 становлять $\eta_{eq} = 0$ %.

$$\text{Відповідно, } Q_{W,em,ls} = 275 \cdot 0/100 = 0 \text{ кВт·год.}$$

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою (126) ДСТУ 9190:2022, при цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 27 ДСТУ 9190:2022, $\eta_{gen} = 98$ %.

$$Q_{DHW,use} = (13035 + 0)/0,98 = 13301 \text{ кВт·год.}$$

Енергоспоживання при освітленні

Електрична потужність системи освітлення становить **2,9** кВт - при використанні LED ламп. Питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі становить: $P_N = 6,71$ Вт/м².

Типові значення коефіцієнтів для розрахунку енергоспоживання при освітленні визначаються згідно таблиці 35 ДСТУ 9190:2022:

					55 - ЕЕ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		32

- постійний коефіцієнт яскравості $F_C = 0,9$;
- коефіцієнт використання освітлення $F_0 = 0,9$;
- коефіцієнт природного освітлення $F_D = 0,9$;
- час використання природного освітлення протягом року $t_D = 3000$ год;
- час використання штучного освітлення протягом року $t_N = 2000$ год;

Енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення W_L розраховується згідно з формулою (129) ДСТУ 9190:2022:

$$W_L = (6,71 \cdot 1) \cdot ((3000 \cdot 0,9 \cdot 1) + (2000 \cdot 0,9)) \cdot 434,5 / 1000 = 10385 \text{ кВт/год.}$$

Загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення відсутня.

Загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, відсутня;

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні розраховується згідно з формулою (128) ДСТУ 9190:2022:

$$W = 10385 + 0 = 10385 \text{ кВт/год.}$$

ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БІДІВЛІ

1. Загальні характеристики

1	Призначення будівлі (відповідно до таб. 1 Методики)	Будівля закладів здоров'я
2	Призначення будівлі (згідно ДСТУ XXXX)	Будівля закладів здоров'я
3	Загальна площа, м ²	541,81 в т.ч. підвал
4	Загальний об'єм, м ³	2870,0
5	Кондиціонована (опалювальна) площа, м ²	434,4
6	Кондиціонований (опалювальний) об'єм, м ³	1303,5
7	Об'єм для вентиляції, м ³	644,3
8	Кількість поверхів	1
9	Рік введення в експлуатацію	1986/кап. ремонт
10	Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	цегляний
11	Температурна зона	I
12	Архітектурно-будівельний кліматичний район	I
13	Вологісний режим приміщень	Б
14	Тип ґрунту	суглинок
15	Тип місцевості	В
16	Середня висота приміщення, м	3,0
17	Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² К)	80
18	<u>Наявність приміщень з різними функціональними призначеннями у складі будівлі, їх характеристики (за зонами):</u>	
18.1	- кондиціонована (опалювальна) площа, м ²	Одна зона
18.2	- кондиціонований (опалювальний) об'єм, м ³	-
18.3	- об'єм для вентиляції, м ³	-

19	Показник компактності будівлі, m^{-1}	0,92
20	Кількість під'їздів або входів	4
21	Графік опалення, год/тиждень	50
22	Графік охолодження, год/тиждень	охолодження відсутнє
23	Задана температура зони будівлі для опалення, °C	22
24	Задана температура зони будівлі для охолодження, °C	26
25	Температура чергового режиму опалення, °C	-
26	Температура зони будівлі для охолодження, °C	-

2. Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції ($m^2 \cdot K$)/Вт		Площа А, m^2
	значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них	х	х	
- що межують із зовнішнім повітрям	4,31	4,0	271,9
- що межують із некондиціонованим об'ємом			
- що межують із суміжними будівлями			
Покриття, з них			
- суміщені			
- опалювальних горищ			
- технічних поверхів			
- мансард			
Перекриття, з них			
- неопалювальних горищ	6,15	6,0	434,4
- над проїздами, під еркерами			
- над неопалювальними підвалами			
Конструкції, що межують з ґрунтом:			
- підлоги по ґрунту	2,11		367,1
- стіни цокольного поверху			
- перекриття над тех. підпіллям			
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них			
- вікна			
- вікна і балкони двері	0,91	0,9	52,5
- світлопрозорі фасади			
- світлопрозорі зовнішні двері			
в місцях загально користування*			
Зенітні ліхтарі			
Зовнішні двері	0,8	0,7	8,2
*для багатоквартирних житлових			

будинків			
----------	--	--	--

3. Характеристика інженерних мереж

Система опалення				
	Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1			С
	Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів			Теплопостачання від індивідуальної газової котельні. Система опалення тупикова з нижньою розводкою
	Регулювання температури у системі			За змінною температурою залежно від погодних умов котельня
	Регулювання витрат у системі			На гілках системи опалення передбачено установку балансувальних вентилів для підтримки постійної витрати теплоносія
	Циркуляція теплоносія у системі			Так
	Тип опалювальних приладів			Сталеві панельні радіатори
	Регулювання температури приміщення			Термоголовками на радіаторах
	Гідравлічне налагоджування (балансування) системи			Відсутні
	Теплова ізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях			Теплоізоляція трубопроводів кратна діаметру трубопроводів
	Облік споживання теплової енергії			-
Система гарячого водопостачання				
	Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1			В
	Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією			Гаряче водопостачання від індивідуальних електричних водонагрівачів. Теплоносій вода. Розведення трубопроводів відкрите в опалювальних приміщеннях без циркуляційного контуру.
	Циркуляція теплоносія у системі			Непередбачено
	Регулювання витрат у системі			Непередбачено
	Гідравлічне налагоджування (балансування) системи			Передбачено установку балансувальних вентилів для підтримки постійної витрати
	Облік споживання води			Лічильник води
Система охолодження				
	Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1			Охолодження не передбачене
	Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів			
	Регулювання температури у системі			
	Регулювання витрат у системі			
	Циркуляція теплоносія у системі			
	Тип приладів тепловіддачі			
	Регулювання температури приміщення			

					55 - ЕЕ	Аркуш
						35
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічне налагоджування (балансування) системи		
Система вентиляції та кондиціювання		
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С	
Тип та опис системи	Децентралізована припливно – витяжна установка	
Утилізація теплоти повітря, що видається	Так	
Попередній підігрів припливного повітря	Так	
Попереднє охолодження припливного повітря	Не передбачено	
Зволоження та осушення припливного повітря	Не передбачено	
Регулювання температури повітря у системи	Не передбачено	
Регулювання температури повітря у приміщеннях	Не передбачено	
Регулювання витрати повітря у приміщеннях	Не передбачено	
Облік споживання енергії системами (електрична, теплова)	Не передбачено	
Система освітлення		
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С	
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Система освітлення однотонна. LED світильник. Потужність освітлення 2,914 кВт	
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)		
Аварійне освітлення	Від АВР	
Облік споживання електричної енергії	Електричний лічильник	
Технічне управління будівлею		
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 5232-1	Не передбачено	

Змін.

Аркуш

№ докум.

Підпис

Дата

55 - ЕЕ

Аркуш

36

Енергетичні характеристики будівлі

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.	тис. кВт·год	69469	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	54,3	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	38964	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	29,9	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	13574	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	10,4	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	5902	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	4,5	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	643	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	1,5	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	10385	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	23,9	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.	тис. кВт·год	272491	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	41,4	
- в опаленні	тис. кВт·год	35956	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	27,6	
- в охолодженні	тис. кВт·год	4940	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	3,8	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	13035	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	10,0	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	119334	
	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	91,5	
Річні викиди парникових газів	т	22672	
	кВт·год/м²	47,8	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[34,4]	[30]x1,2=[36]*
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		C	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної	Встановлення ІТП		

ефективності будівлі

*Примітка: Відповідно до п. 2. розділу II. «Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель» При реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин мінімальною вимогою є виконання умови: $EP_{use} \leq 1,2 \times EP_p$, (1).

					55 - EE	Аркуш
						38
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		