

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

магістра

на тему

«Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава».

Виконала: студентка групи 2мБ

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

Трунова О.І.

Керівник: к.т.н., доц. Редкін О.В.

Зав. кафедри: д.т.н., проф. Семко О.В.

Полтава – 2021 року

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ОБСТЕЖЕННЯ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ, ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b> .	7
1.1. МЕТОДИКА ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ ЗГІДНО ДІЮЧИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ..	7
1.2. СКЛАД НЕСУЧИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ. ....	9
1.3. АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ НЕСУЧИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	11
1.4 ЗБІР НАВАНТАЖЕНЬ НА НЕСУЧІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ.....	31
1.5 НЕРУЙНІВНІ ВИПРОБУВАННЯ МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛІВ .....	34
1.6 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	36
<b>РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ТЕПЛОЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</b> .....	37
2.1. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ. ....	37
2.2. РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ.....	38
2.3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ .....	43
2.4. РОЗРАХУНОК ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ .....	45
<b>РОЗДІЛ 3. ПРИВЕДЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ВИМОГ НОРМ</b> .....	48
3.1. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ .....	48
3.2. ВИЗНАЧЕННЯ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ СТІНИ БЕЗ УТЕПЛЕННЯ ВІКОННИХ ВІДКОСІВ (ТОВЩИНА ОСНОВНОГО УТЕПЛЮВАЧА 100 ММ) .....	49
3.2.1. ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЗБОКУ ВІКНА.....	49
3.2.2. ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ НАД ВІКНОМ .....	52
3.2.3. ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЗОНІ ПІДВІКОННЯ.....	54
3.2.4. РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ СТІНИ .....	57

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Трунова О.І.			Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава	Стадія	Арк.	Аркцшів
Перевір.		Редкін О.В.					2	96
Н. Контр.		Редкін О.В.				НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Затверд.		Семко О.В.						

3.3. Визначення приведеного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 10 мм (товщина основного утеплювача 100 мм) .....	58
3.3.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна .....	58
3.3.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном .....	60
3.3.4. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня .....	62
3.3.4. Розрахунок приведеного опору теплопередачі стіни .....	65
3.4. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі віконних відкосів з їх утепленням шаром 20 мм (товщина основного утеплювача 100 мм) .....	66
3.4.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна .....	66
3.4.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном .....	68
3.4.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня .....	70
3.4.4. Розрахунок приведеного опору теплопередачі стіни .....	73
3.5. Визначення приведеного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 30 мм (товщина основного утеплювача 100 мм) .....	74
3.5.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна .....	74
3.5.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном .....	76
3.5.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня .....	78
3.5.4. Розрахунок приведеного опору теплопередачі стіни .....	81
3.6. Визначення приведеного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 40 мм (товщина основного утеплювача 100 мм) .....	82
3.6.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна .....	82
3.6.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном .....	84
3.6.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня .....	86
3.6.4. Розрахунок приведеного опору теплопередачі стіни .....	89

3.7. Визначення приведеного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 50 мм (товщина основного утеплювача 100 мм) .....	90
3.7.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна .....	90
3.7.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном .....	92
3.7.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня .....	94
3.7.4. Розрахунок приведеного опору теплопередачі стіни .....	97
3.8. Визначення товщини основного утеплювача при якій виконуються норми теплоізоляції (товщина утеплення відкосів вікна 50 мм) .....	99
3.9. Розрахунок приведеного опору теплопередачі зовнішньої стіни після утеплення шаром 280 мм з використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 .....	102
3.10. Термомодернізація конструкції покриття .....	106
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	108
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	109

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4



## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Теплова енергія, що витрачається на опалення будинків складає значну частину у загальних витратах теплової енергії. Її економія є однією з основних задач розвитку економіки країни.

В сучасних нормах з теплозахисту, при визначенні товщини утеплювача в огорожувальних конструкціях, використовується величина приведенного опору теплопередачі. При цьому враховуються лінійні коефіцієнти теплопередачі віконних відкосів які визначаються за ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Перелік цих коефіцієнтів у ДСТУ доволі обмежений і не враховує багатьох факторів, що впливає на точність визначення приведенного опору теплопередачі. Тому дослідження цих факторів є актуальним і потребує теоретичного обґрунтування нових пропозицій.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Робота пов'язана з напрямками наукової роботи, що виконується на кафедрі.

Вона також має зв'язок із «Програмою реконструкції житлових будинків перших масових серій», прийнята Кабінетом Міністрів в 1999 р., розпорядженням Кабінету Міністрів України №1567 -р від 17.12.2008 р. «Про програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів», Законом України «Про енергозбереження».

### **Мета роботи.**

- обстеження будівлі, визначення технічного стану конструкцій і будівлі вцілому
- аналіз існуючого стану теплозахисту громадської будівлі.
- аналіз способів термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій.
- розробка рекомендацій по підвищенню теплозахисних властивостей огорожень.

### **Задачі дослідження:**

- визначення технічного стану будівлі
- дослідження існуючого стану теплозахисту огорожувальних конструкцій.

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- приведення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій до вимог норм.
- аналіз впливу товщини утеплення відкосів вікна на величину теплозахисту стін.
- порівняння приведенного опору теплопередачі стіни визначеного за лінійними коефіцієнтами теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 та з розрахунком їх за температурними полями.

**Наукова новизна** полягає в розробці рекомендацій по підвищенню точності визначення приведенного опору теплопередачі огорожень.

Обсяг та структура роботи. Робота складається з 14 плакатів, пояснювальної записки на 111 сторінках, у тому числі 49 рисунків та 8 таблиць, списку з 25 використаних джерел. Основний текст роботи містить вступ, 3-ри розділи, висновки.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1. ОБСТЕЖЕННЯ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ, ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

## 1.1. Методика обстеження будівель згідно діючих нормативних документів.

Діючим нормативним документом з обстеження будівель і споруд є ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [1].

Дослідження проведені для встановлення технічного стану громадської будівлі та її окремих конструкцій і елементів. Робота проводилась в такій послідовності:

- попереднє візуальне обстеження будівлі, ознайомлення з наявною документацією, кресленнями, тощо;
- розробка програми робіт і календарного плану; детальне інструментальне обстеження елементів будівлі;
- розробка рекомендацій щодо можливості подальшої експлуатації будівлі.

Обстеження несучих та огорожувальних конструкцій будівлі виконано за два прийоми та включає наступні (деяким чином взаємозв'язані та взаємодоповнюючі) етапи:

- візуальний огляд конструкцій з ескізуванням і фотографуванням видимих дефектів та прив'язкою їх до осей і висотних відміток споруди;
- фіксація кількісних параметрів: дефектів та пошкоджень, фізико-механічних характеристик матеріалів, виходячи з неруйнівних методів випробувань та встановлення дефектності;
- опис дефектів.

В процесі візуального обстеження несучих та огорожувальних будівельних конструкцій зібрана інформація про їх будову та склад, технічний стан і наявність видимих дефектів, таких як:

- тріщини;

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

- відшарування захисних шарів;
- виколи та випадання окремих частин конструкцій;
- розшарування матеріалів конструкцій;
- прогини, випинання та нерівномірні осадки несучих конструкцій;
- замочування, хімічне розкладання, корозія, вивітрювання будівельних матеріалів конструкцій тощо.

Визначена також загальна картина деформацій і ушкоджень та можлива тенденція їх розвитку.

Візуальному обстеженню передували збір даних про архітектурно-планувальне та конструктивне рішення нежитлової будівлі, а також ознайомлення з технічною та довідково-нормативною документацією будівель-аналогів і конструктивних елементів. При обстеженні технічного стану крім огляду конструкцій та елементів, виявлення видимих дефектів і пошкоджень, проводились заміри порушень геометричних розмірів, складання схем, замальовок, фотографування пошкоджень, тріщин, відшарувань захисного шару, корозія арматурної сталі, ерозію цегли, викришування розчину, механічні і фізичні пошкодження цегляної кладки, залізобетонних та дерев'яних конструкцій.

Визначення загального технічного стану здійснювалося спочатку по окремим конструктивним елементам, а потім в цілому по будівлі, шляхом віднесення їх до однієї із категорій технічного стану.

Технічний стан конструкцій нормальний – категорія технічного стану «1»: фактичні зусилля в елементах та перерізах конструкції не перевищують допустимих за розрахунком, відсутні дефекти та пошкодження, які знижують несучу здатність та довговічність або перешкоджають нормальній експлуатації.

Технічний стан конструкцій задовільний – категорія технічного стану «2»: за експлуатаційними якостями конструкція відповідає категорії технічного стану «1», але мають місце часткові відхилення від вимог проекту, дефекти або пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції чи частково порушити вимоги другої групи граничних станів, що в конкретних умовах експлуатації конструкції не обмежує використання об'єкта за визначеним призначенням.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічний стан конструкцій непридатний до експлуатації – категорія технічного стану «3»: конструкція не відповідає категоріям технічного стану «1» і «2» щодо несучої здатності або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту, підсилення або заміни.

Технічний стан конструкцій аварійний – категорія технічного стану «4»: порушені вимоги першої групи граничних станів (або неможливо запобігти цим порушенням), і аналіз дефектів та пошкоджень з перевірними розрахунками показує неможливість гарантувати цілісність конструкції до проведення її ремонту, підсилення або заміни (особливо, якщо можливий «крихкий» характер руйнування), або остаточно втрачена можливість нормальної реалізації захисних функцій конструкції.

## 1.2. Склад несучих будівельних конструкцій.

Громадська будівля у м. Полтава прямокутної форми з розмірами у крайніх осях 34,05 на 12,7 м. Будівля триповерхова з підвалом. Загальний вигляд будівлі наведено на рис. 1.1-1.4.



Рис. 1.1 – Загальний вид будівлі в осях 1-4

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9





Рис. 1.2 – Загальний вид будівлі в осях 4-1



Рис. 1.3 – Загальний вид будівлі в осях В-А

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

**2мБ.20225.ПЗ**

Арк.

10



Рис. 1.4 – Загальний вид будівлі в осях А-В

Конструктивна система - стінова, стіни цегляні, товщина зовнішніх стін 510 мм, перекриття по багатопорожнистим плитам, фундаменти бетонні блоки. Покриття суміщене, плити розташовані з ухилом.

### **1.3. Аналіз дефектів несучих будівельних конструкцій.**

На основі візуального огляду огорожувальних конструкцій встановлено дефекти, які умовно поділено на групи:

1. Вивітрювання будівельного розчину в цегляній кладці зовнішніх стін;
2. Руйнування зовнішнього шару цегли;
3. Тріщини внаслідок нерівномірного осідання будівлі;
4. Відсутність цоколю (окрім головного фасаду);


					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		






5. Руйнування вимощення;
6. Руйнування приямків біля вікон підвальних приміщень, що унеможлиблює їх провітрювання та інсоляцію.




Детальні відомості дефектів по фасадам представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 1.1




№ п.п.	Розміщення	Ескіз, фото дефекту (пошкодження)
1	Фасад 1-4, в осях 1-2	 <p data-bbox="555 1048 1471 1137">Вивітрювання будівельного розчину та тріщина, ширина розкриття 5 мм</p>
2	Фасад 1-4, в осях 1-2	 <p data-bbox="689 1659 1337 1700">Тріщина в стіні, ширина розкриття 4 мм</p>






3	Фасад 1-4, в осях 1-2	 <p data-bbox="687 584 1337 622">Тріщина в стіні, ширина розкриття 2 мм</p>
4	Фасад 1-4, в осях 1-2	 <p data-bbox="743 1167 1281 1205">Тріщина, ширина розкриття 2 мм</p>
5	Фасад 1-4, в осях 2-3	 <p data-bbox="716 1751 1307 1789">Вивітрювання будівельного розчину</p>




6	Фасад 1-4, в осях 3-4	 <p data-bbox="687 566 1337 607">Тріщина в стіні, ширина розкриття 4 мм</p>
7	Фасад 1-4, в осях 3-4	 <p data-bbox="651 1144 1374 1184">Руйнування цегляної кладки на рівні цоколю</p>
8	Фасад 1-4, в осях 2-3	 <p data-bbox="667 1648 1358 1686">Щілини після закладання віконного отвору</p>






9	Фасад 1-4, в осях 3-4	 <p data-bbox="687 622 1337 667">Тріщина в стіні, ширина розкриття 2 мм</p>
10	Фасад 1-4, в осях 3-4	 <p data-bbox="687 1211 1337 1256">Тріщина в стіні, ширина розкриття 2 мм</p>
11	Фасад 1-4, в осях 2-3	 <p data-bbox="778 1800 1246 1845">Руйнування цегляної кладки</p>




12	Фасад 1-4, в осях 3-4	 <p data-bbox="689 562 1337 600">Тріщина в стіні, ширина розкриття 4 мм</p>
13	Фасад 4-1, в осях 2-1	 <p data-bbox="689 1099 1337 1137">Тріщина в стіні, ширина розкриття 4 мм</p>
14	Фасад 4-1, в осях 2-1	 <p data-bbox="785 1637 1241 1675">Руйнування цегляної кладки</p>



15	Фасад 4-1, в осях 2-1	 <p data-bbox="564 618 1458 703">Вивітрювання будівельного розчину та тріщина в стіні, ширина розкриття 2 мм</p>
16	Фасад 4-1, в осях 2-1	 <p data-bbox="778 1272 1246 1312">Дефекти в закладених вікнах</p>
17	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="655 1794 1369 1834">Руйнування цегляної кладки на рівні цоколя</p>

18	Фасад 4-1, в осях 3-2	 <p data-bbox="667 616 1356 656">Руйнування цегляної кладки над козирком</p>
19	Фасад 4-1, в осях 3-2	 <p data-bbox="622 1153 1404 1198">Відсутність підвіконня, тріщини в карнізі (4 мм)</p>
20	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="646 1742 1380 1783">Руйнування цегляної кладки на рівні карнизу</p>






21	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="742 589 1284 629">Тріщини, ширина розкриття 4 мм</p>
22	Фасад 4-1, в осях 3-2	 <p data-bbox="853 1173 1169 1216">Руйнування кладки</p>
23	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="614 1753 1412 1796">Руйнування цокольної частини стіни та сходинок</p>

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата




2мБ.20225.ПЗ




Арк.

19




24	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="715 571 1308 616">Вивітрювання будівельного розчину</p>
25	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="853 1097 1173 1137">Руйнування кладки</p>
26	Фасад 4-1, в осях 4-3	 <p data-bbox="813 1680 1204 1720">Руйнування вимощення</p>




27	Фасад А-В, в осях Б-В	 <p data-bbox="592 584 1437 674">Вивітрювання будівельного розчину та руйнування парапетної частини стіни</p>
28	Фасад А-В, в осях А-Б	 <p data-bbox="743 1258 1283 1305">Тріщина, ширина розкриття 5 мм</p>
29	Фасад А-В, в осях А-Б	 <p data-bbox="564 1778 1461 1821">Руйнування кладки та тріщина, ширина розкриття 4 мм</p>



30	Фасад А-В, в осях Б-В	 <p data-bbox="628 584 1398 629">Щілина при закладання вікна та тріщина (2 мм)</p>
31	Фасад А-В, в осях А-Б	 <p data-bbox="549 1128 1477 1173">Тріщина у фундаментному блоці, ширина розкриття 2 мм</p>
32	Фасад А-В, в осях Б-В	 <p data-bbox="743 1729 1283 1774">Тріщина, ширина розкриття 2 мм</p>





33	Фасад В-А, в осях В-Б	 <p data-bbox="727 589 1299 629">Тріщини, ширина розкриття 2-3 мм</p>
34	Фасад В-А, в осях А-Б	 <p data-bbox="564 1133 1458 1218">Вивітрювання розчину та тріщина, ширина розкриття 5 мм</p>
35	Фасад В-А, в осях Б-А	 <p data-bbox="855 1803 1171 1843">Руйнування кладки</p>




35	Фасад В-А, в осях В-Б	 <p data-bbox="596 577 1430 618">Вивітрювання будівельного розчину, відколи цегли</p>
----	-----------------------	--




36	2 поверх, примикання зовнішньої стіни по осі 1 до внутрішньої несучої стіни (приміщення санвузла)	 <p data-bbox="555 1400 1471 1482">Тріщина по всій висоті приміщення, ширина розкриття 3 мм</p>
----	---	--

37	2 поверх, примикання зовнішньої стіни по осі 1 до внутрішньої несучої стіни (коридор)	 <p data-bbox="726 884 1300 929">Тріщина, ширина розкриття 1-2 мм</p>
38	3 поверх, внутрішня несуча стіна по осі Б в осях 1-2 та 3-4 (коридор)	 <p data-bbox="542 1702 1484 1792">Тріщина вертикальна на внутрішній несучій стіні, ширина розкриття до 1 мм</p>




39	3 поверх, примикання зовнішньої стіни по осі 1 до внутрішньої несучої стіни (коридор)	 <p data-bbox="555 813 1473 898">Тріщина по всій висоті приміщення, ширина розкриття 2 мм</p>
40	3 поверх, примикання зовнішніх стін по осям А та 1 (аудиторія)	 <p data-bbox="805 1473 1220 1509">Замокання підвісної стелі</p>



41	Надбудова над сходишковою клітиною в осях 2-3 та Б-В	 <p data-bbox="549 593 1477 672">Тріщини навколо кріплення антени, ширина розкриття до 1 мм</p>
42	Надбудова над сходишковою клітиною в осях 2-3 та Б-В	 <p data-bbox="549 1075 1477 1153">Тріщини навколо кріплення антени, ширина розкриття до 1 мм</p>
43	Підвал, плити перекриття в осях А-Б та 1-3	 <p data-bbox="603 1675 1423 1709">Замочування плит перекриття, утворення плісняви</p>

44	Підвал, плити перекриття в осях А-Б та 3-4	 <p data-bbox="587 584 1437 674">Відколювання захисного шару бетону на поперечній арматурі плит перекуриття</p>
45	Підвал, плити перекуриття в осях А-Б та 3-4	 <p data-bbox="767 1178 1257 1223">Замочування плит перекуриття</p>
46	Підвал, зовнішня несуча стіна по осі А	 <p data-bbox="639 1727 1385 1765">Корозійне пошкодження металевої перемички</p>



47	Підвал, плити перекриття в осях А-Б та 3-4	 <p data-bbox="703 577 1324 622">Непроектний отвір у плиті перекриття</p>
48	Підвал, плити перекриття в осях А-Б та 3-4	 <p data-bbox="730 1126 1294 1171">Корозійне пошкодження арматури</p>
49	Підвал, внутрішня несуча стіна по осі Б	 <p data-bbox="643 1675 1382 1718">Непроектний отвір у внутрішній несучій стіні</p>

50	Підвал, опирання плити перекриття в осях Б-В на внутр. несучу стіну	 <p data-bbox="703 577 1324 622">Непроектний отвір у плиті перекриття</p>
----	---	--

Вивітрювання будівельного розчину в цегляній кладці зовнішніх стін спостерігається переважно на рівні третього поверху будівлі. Площа пошкоджених ділянок становить близько 15% загальної площі непрозорої частини зовнішніх стін.

Руйнування зовнішнього шару цегли внаслідок постійного зволоження та багаторазового замерзання/відтавання:

- на рівні цоколю, що пов'язано з відсутністю вологозахисного оздоблення на фасадах 4-1, В-А, А-В. Площа пошкоджених ділянок становить близько 6% загальної площі непрозорої частини зовнішніх стін;
- парапетної частини стіни фасаду А-В, що пов'язано з відсутністю конструкції, яка захищає від атмосферних опадів;
- над козирком на фасаді 4-1 – із-за відсутності відповідного водовідведення;
- місцеве руйнування карнизу на фасаді 4-1, що пов'язано з дефектом покриття;
- під аварійним виходом на фасаді В-А та під вікнами фасаду 4-1, що пов'язано з відсутністю підвіконня;
- відколи цегли навколо вікон і дверей.

Площа пошкоджених ділянок за другою групою дефектів становить близько 10% загальної площі непрозорої частини зовнішніх стін.

Тріщини у зовнішніх та внутрішніх стінах свідчать про нерівномірне осідання фундаментів, що може бути пов'язано з руйнуванням вимощення навколо будівлі,

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

відсутністю вертикального планування прибудинкової території (атмосферні опади накопичуються біля будинку), високим рівнем ґрунтових вод (затопленням підвальних приміщень). Тріщини в стінах надбудови над сходишковою клітиною виникли внаслідок спирання конструкції антени.

#### 1.4 Збір навантажень на несучі будівельні конструкції

Збір навантаження на несучі горизонтальні конструкції виконаємо в табличній формі.

Таблиця 1.2

##### Навантаження від конструкції покриття

№	Назва	$q_e$ , кПа	$\gamma_f$	$q_p$ , кПа
1	Гідроізоляційний шар – 20 мм ( $\gamma=1400$ кг/м <sup>3</sup> )	0,28	1,3	0,364
2	Цементно-піщана стяжка – 20 мм ( $\gamma=1600$ кг/м <sup>3</sup> )	0,32	1,3	0,416
3	Керамзитобетон – 60 мм ( $\gamma=800$ кг/м <sup>3</sup> )	0,48	1,2	0,576
4	Залізобетонна плита – 220 мм	2,5	1,2	3,0
Всього		3,58		4,36

##### Снігове навантаження (період повторюваності $T=50$ років)

№	Назва	$q_e$ , кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$q_p$ , кН/м <sup>2</sup>
1	Снігове навантаження ( $T=50$ років)	1,45x0.49	1.0	1,45
Всього		0,72		1,45

Граничне розрахункове навантаження на 1м<sup>2</sup> покриття становить:

$$q_p=4,36\text{кПа}+1,45\text{кПа}=5,81\text{кПа};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатаційне розрахункове навантаження на 1м<sup>2</sup> покриття становить:

$$q_e = 3,58 \text{кПа} + 0,72 \text{кПа} = 4,3 \text{кПа}.$$

Таблиця 1.3

Навантаження від конструкції перекриття

№	Назва	q <sub>e</sub> , кПа	γ <sub>f</sub>	q <sub>p</sub> , кПа
1	Перегородки	1,0	1,2	1,2
2	Конструкція підлоги – 80 мм	1,0	1,2	1,2
3	Залізобетонна плита – 220 мм	2,5	1,2	3,0
Всього		4,5		5,4

Снігове навантаження (період повторюваності T=50 років)

№	Назва	q <sub>e</sub> , кН/м <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	q <sub>p</sub> , кН/м <sup>2</sup>
1	Тимчасове навантаження (кабінети установ освіти)	2,0	1,2	2,4
Всього		2,0		2,4

Граничне розрахункове навантаження на 1м<sup>2</sup> перекриття становить:

$$q_p = 5,4 \text{кПа} + 2,4 \text{кПа} = 7,8 \text{кПа};$$

Експлуатаційне розрахункове навантаження на 1м<sup>2</sup> перекриття становить:

$$q_e = 4,5 \text{кПа} + 2,0 \text{кПа} = 6,5 \text{кПа}.$$

Збір експлуатаційних навантажень на фундаменти на позначці -0,400 м.

Експлуатаційні навантаження на фундаменти по осям А(1-4), В (1-2), В(3-4):

Вантажна площа становить 5,96м×1м/2=2,98м<sup>2</sup>. Товщина стін становить 510мм.

Стіни оздоблені вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,51м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,02м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=9,54 кН.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$q_e = 9,54 \times 10,6 + 2,98 \times (3 \times 6,5 + 4,3) = 172,1 \text{ кН/м.}$$

*Експлуатаційні навантаження на фундамент по осі В (2-3):*

Стіна самонесуча. Товщина стіни становить 510мм. Стіна оздоблена вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,51м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,02м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=9,54 кН.

$$q_e = 9,54 \times 12,6 + 2,98 \times 4,3 = 133 \text{ кН/м.}$$

*Експлуатаційні навантаження на фундаменти по осям 1 та 4:*

Стіни самонесучі. Товщина стіни становить 510мм. Стіни оздоблена вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,51м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,02м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=9,54 кН.

$$q_e = 9,54 \times 11,5 = 110 \text{ кН/м.}$$

*Експлуатаційні навантаження на фундаменти по осям Б(1-2), Б(3-4):*

Вантажна площа становить 5,96м×1м=5,96 м<sup>2</sup>. Товщина стін становить 380мм. Стіни оздоблені вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,38м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,04м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=7,56 кН.

$$q_e = 7,56 \times 10,7 + 5,96 \times (3 \times 6,5 + 4,3) = 223 \text{ кН/м.}$$

*Експлуатаційні навантаження на фундаменти по осі Б (2-3):*

Вантажна площа становить 5,96м×1м/2=2,98м<sup>2</sup>. Товщина стіни становить 380мм. Стіна оздоблена вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,38м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,04м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=7,56 кН.

$$q_e = 7,56 \times 10,7 + 2,98 \times (3 \times 6,5 + 2 \times 4,3) = 165 \text{ кН/м.}$$

*Експлуатаційні навантаження на фундаменти по осям 2 (Б-В) та 3(Б-В):*

Вантажна площа становить 2,95м×1м/2=1,48м<sup>2</sup>. Товщина стіни становить 380 мм. Стіна оздоблена вапняно-піщаним розчином. Вага 1м<sup>2</sup> стіни становить 0,38м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>+0,04м×1м×1м×18кН/м<sup>3</sup>=7,56 кН.

$$q_e = 7,56 \times 12,7 + 1,48 \times 3,5 \times 6,5 + 10 = 140 \text{ кН/м.}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5 Неруйнівні випробування міцності матеріалів

### Неруйнівні випробування міцності цегли

Міцність цегли визначалась приладом ОНИКС-2.51 згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 методом ударного імпульсу. Удари склерометром завдавались перпендикулярно площині цегли по очищеній, вільній від раковин поверхні. Відстань між лунками відбитків становила не менше 15мм і не менше 20мм від кромки конструкції. Кількість випробувань на кожній цеглині складала - 10 шт.

#### Цегла стіни по осі А(1-2) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
8,0	9,6	8,6	9,2	10,5	9,2	8,5	8,9	10,1	10,0	9,3	93

#### Цегла стіни по осі А(1-2) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
10,2	8,5	10,3	10,2	10,9	10,1	9,6	10,1	10,1	10,4	10,0	100

#### Цегла стіни по осі 1(А-Б) (другий поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
12,1	10,0	9,5	10,2	10,2	10,3	9,7	10,0	10,3	10,2	10,3	103

#### Цегла стіни по осі А(3-4) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
10,1	10,1	13,2	12,7	8,9	11,0	10,8	10,6	10,9	11,3	11,0	110

#### Цегла стіни по осі А(3-4) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
9,4	10,3	10,8	12,5	8,9	9,5	9,8	10,1	9,8	10,3	10,1	101

### Неруйнівні випробування міцності розчину

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>						Арк.
											34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

Міцність розчину визначалась приладом ОНИКС-2.51 згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 методом ударного імпульсу. Кількість випробовувань на кожній цеглині складала - 10 шт.

Розчин стіни по осі 1(А-Б) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
4,2	,2	5,1	7,5	4,9	6,3	5,4	5,6	6,2	6,1	5,8	58

Розчин стіни по осі А(1-2) (перший поверх)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка
6,7	6,9	5,3	7,2	7,4	7,3	6,8	7,9	8,0	5,7	6,9	69

Неруйнівні випробування міцності бетону

Міцність бетону визначалась приладом ОНИКС-2.51 згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 методом ударного імпульсу. Удари склерометром завдавались перпендикулярно площині цегли по очищеній, вільній від раковин поверхні. Відстань між лунками відбитків становила не менше 15мм і не менше 20мм від кромки конструкції. Кількість випробовувань на кожній цеглині складала - 10 шт.

Бетон фундаментного блоку по осі А (1-2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка	$\hat{R}$	В
12,9	9,8	12,7	12,0	10,8	11,3	11,7	12,1	12,0	11,7	11,7	117	0,9	10,2

Бетон фундаментного блоку по осі А (1-2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка	$\hat{R}$	В
12,3	14,0	12,2	12,5	12,8	11,4	12,3	12,2	16,3	15,2	13,1	131	1,55	10,6

Бетон фундаментного блоку по осі В (3-4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка	$\hat{R}$	В
13,0	13,2	12,2	10,3	13,1	11,8	12,5	12,7	12,2	13,2	12,4	124	0,89	11,0

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>						Арк.
											35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

Бетон фундаментного блоку по осі В (3-4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{R}$	Марка	$\hat{R}$	B
12,6	11,9	11,8	14,7	14,0	14,2	11,7	11,6	13,7	10,7	12,7	127	1,36	10,5

### 1.6 Рекомендації з подальшої експлуатації

В результаті проведення візуальних обстежень та інструментальних вимірів несучих та огорожувальних конструкцій громадської будівлі можна зробити наступні висновки та рекомендації з подальшої експлуатації:

1. Загальний стан конструкцій та будівлі в цілому – стан 2 – задовільний.
2. Необхідно відновити водозахисний шар цокольної частини будинку на висоту не менше 500 мм від рівня землі по всьому зовнішньому периметру.
3. Необхідно відновити вимощення навколо будинку та переглянути вертикальне планування прилеглої території з метою унеможливлення накопичення атмосферних опадів біля фасаду 4-1.
4. Необхідно відремонтувати зовнішні виходи з будинку на фасаді 4-1 та аварійний вихід в осях Б-А.
5. Змонтувати водозахисне покриття парапетної частини стіни фасаду А-В.
6. Відновити будівельний розчин на вивітрених ділянках зовнішніх стін.
7. Відновити прямки біля вікон підвальних приміщень та забезпечити їх провітрювання та інсоляцію.
8. Виконати перевірку існуючого стану теплозахисту будівлі та розробити рекомендації щодо утеплення громадської будівлі.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ТЕПЛОЗАХИСТУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

### 2.1. Методика розрахунку приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції.

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря.

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря.

За табл. В.1 [17] визначаємо тепловологісний режим приміщення

За табл. В.3 [17] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огороджувальній конструкції.

Теплопровідність шарів огороджувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 додатку А [18].

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огороджувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} =$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огороджувальної конструкції,  $\text{м}^2$ ,

$R_{\Sigma i}$ , – відповідно опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулами:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{р}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{р}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{р}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4\text{р}}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно шарів огороджувальної конструкції,  $\text{м}$ ;

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно шарів огорожувальної конструкції, Вт/(м · К);

$\alpha_{в}, \alpha_{з}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймаємо згідно дод. Б [17];

$k_1; k_2; k_3;$  – лінійні коефіцієнти теплопередачі, Вт/(м · К), відповідно віконного відкосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання, визначаємо за табл. Г.1 додатку Г [18].

Лінійний коефіцієнт  $k_3$  на ділянці примикання вікна до ділянки 1 дещо відрізняється від наведеного у табл. Г.1 додатку Г [18]. Якщо є потреба у більш точному розрахунку  $k_3$  для цієї ділянки, тоді необхідно визначити його на основі розрахунку температурного поля.

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d$$

де  $n_d$  – кількість дюбелів на м<sup>2</sup> огорожувальної конструкції.

## 2.2. Розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішньої стіни

Переріз зовнішньої стіни наведений на рис. 2.1.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

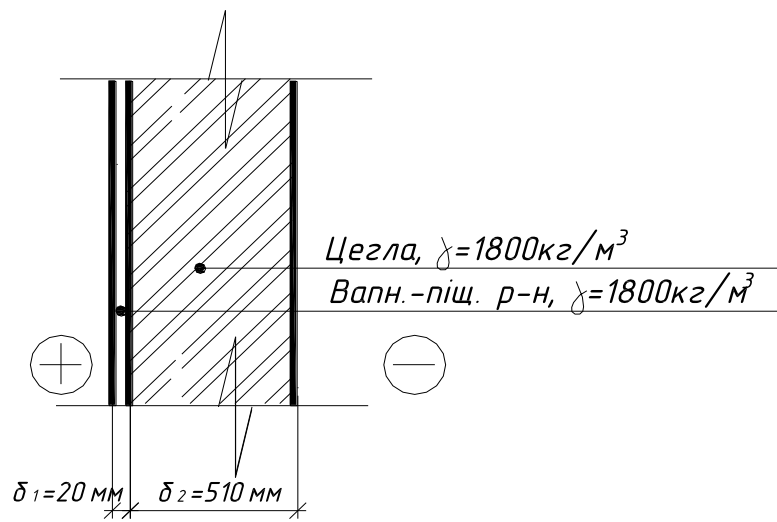


Рис. 2.1 - Розрахункові схема існуючих зовнішніх стін:

Фасад будівлі наведений на рис. 2.2.

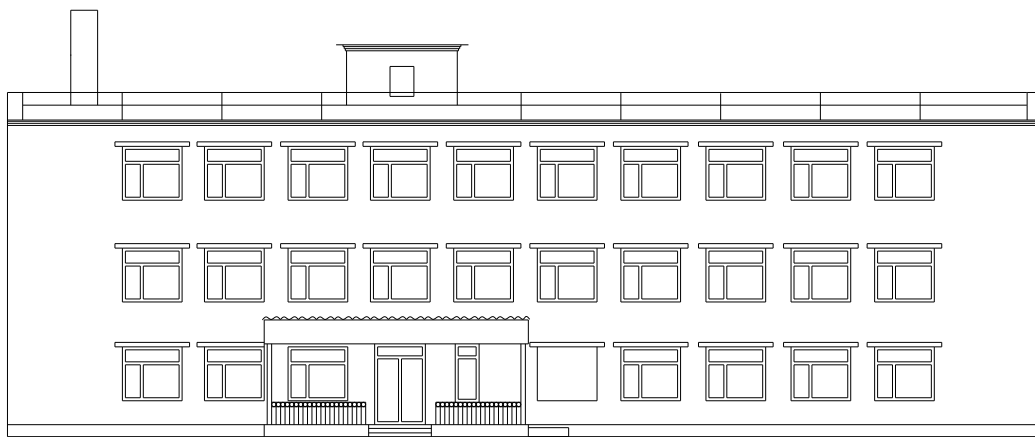


Рис. 2.2 - Фасад будівлі

Розрахункова схема для визначення приведенного опору теплопередачі стіни наведена на рис. 2.3.

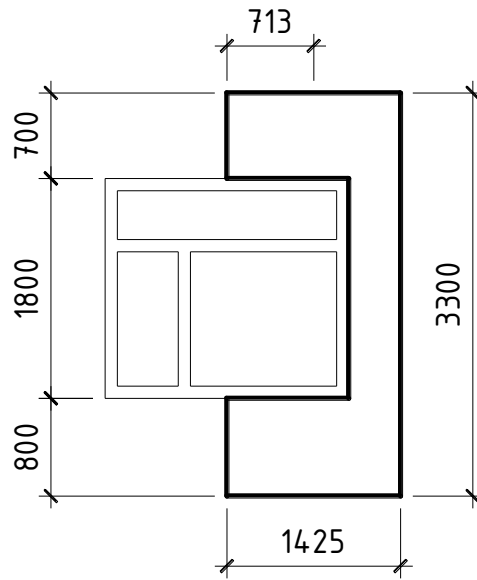


Рис. 2.3 - Розрахункова схема для визначення приведенного опору теплопередачі

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_b = 21^\circ\text{C}$

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_b = 50\%$

За табл. В.1 [17] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

За табл. В.3 [17] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 додатку А [18].

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 2.1.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огороження.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Характеристика шарів огорожувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81

Визначаємо приведені опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорі огорожувальної конструкції за формулою:

$$\begin{aligned}
 R_{\Sigma \text{пр}} &= \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} = \\
 &= \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_1}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} = \\
 &= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{0,813} + 0,081 \times 0,713 + 0,064 \times 0,713 + 0,071 \times 1,8 + 0,005 \times 21} = \\
 &= 0,753 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}
 \end{aligned}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma 1}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma 1} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{п}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,813 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $\delta_1, \delta_2$ , – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, Вт/(м · К);

$\alpha_B, \alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймаємо згідно дод. Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{3н} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі, Вт/(м · К), відповідно віконного відкосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання, визначаємо за табл. Г.1 додатку Г [18].

$$k_1 = 0,081 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}; k_2 = 0,064 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}; k_3 = 0,071 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Лінійний коефіцієнт  $k_3$  на ділянці примикання вікна до ділянки 1 дещо відрізняється від наведеного у табл. Г.1 додатку Г [18]. Якщо є потреба у більш точному розрахунку  $k_3$  для цієї ділянки, тоді необхідно визначити його на основі розрахунку температурного поля.

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 0,713 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 1,8 \text{ м};$$

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $n_d$  – кількість дюбелів на  $m^2$  огорожувальної конструкції, приймаємо  $n_d = 6$ .

Так як  $R_{\Sigma пр} = 0,753 m^2 \cdot K < R_{q.min} = 3,3 m^2 \cdot K/Вт$  то теплозахист стіни недостатній.

### 2.3. Методика розрахунку опору теплопередачі конструкції покриття

За дод. Г табл. Г.2 [17] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_v = 21^\circ C$ .

За дод. Г табл. Г.2 [17] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_v = 50\%$ .

За дод. Г табл. Г.1 [17] визначаємо тепловологісний режим приміщення – сухий.

За дод. К [17] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – А;

За дод. Л [18] визначаємо розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів шарів огорожувальної конструкції.

За дод. В [17] визначаємо температурну зону району будівництва - І.

За табл. 1 [17] визначаємо мінімально-допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції

За табл. 3 [17] визначаємо допустиму за санітарно-гігієнічними вимогами різницю між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції.

Визначаємо необхідну товщину утеплювача виходячи з вимог виконання мінімально-допустимого значення опору теплопередачі огорожувальної

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



конструкції за формулою

$$\delta_{\text{ут}}^R = \lambda_{\text{ут}} \left( R_{q \text{ min}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) =$$

$\alpha_{\text{в}}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м · °К), приймаємо за дод. Е [17]

$\alpha_{\text{зн}}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м · °С), приймаємо за дод. Е [17]

Визначаємо необхідну товщину утеплювача виходячи з виконання допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за формулою

$$\delta_{\text{ут}}^{\Delta t} = \lambda_{\text{ут}} \left( \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зн}}}{\Delta t_{\text{сг}} \times \alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) =$$

де  $t_{\text{зн}}$  - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймаємо за дод. Ж [19].

Приймаємо найближчу більшу за  $\delta_{\text{ут}}^R$  та  $\delta_{\text{ут}}^{\Delta t}$  уніфіковану товщину утеплювача  $\delta_{\text{ут}}^{\text{ун}}$ .

Визначаємо опір теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}^{\text{ун}}}{\lambda_{\text{ун}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_{43}} =$$

Визначаємо температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції за формулою

$$\Delta t = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зн}}}{R_0 \times \alpha_{\text{в}}}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4. Розрахунок опору теплопередачі конструкції покриття

Переріз конструкції покриття наведений на рис. 2.4.

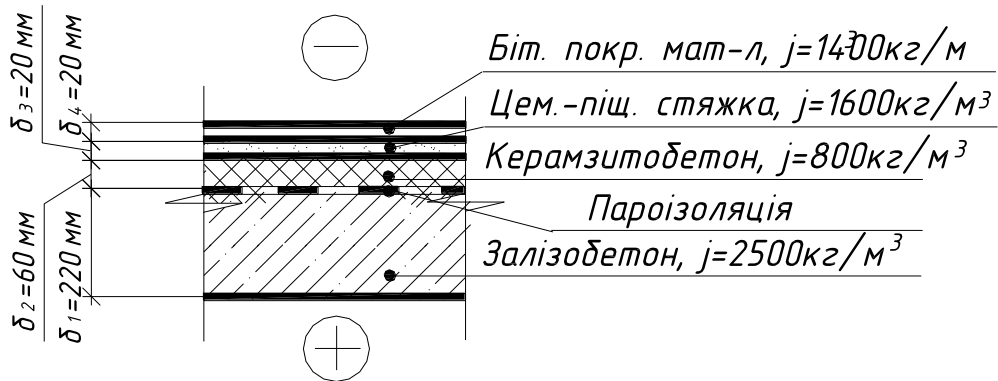


Рис. 2.4 - Переріз конструкції покриття

За дод. Г табл. Г.2 [17] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$ .

За дод. Г табл. Г.2 [17] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_{\text{в}} = 50\%$ .

За дод. Г табл. Г.1 [17] визначаємо тепловологісний режим приміщення – сухий.

За дод. К [17] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

За дод. Л [18] визначаємо розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів шарів огорожувальної конструкції:

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 2.2.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огороження.

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Характеристика шарів огорожувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Залізобетон	0,22	2,04
2	Керамзит	0,06	0,31
3	Цементно-піщаний розчин	0,02	0,81
4	Руберойд	0,02	0,17

За дод. В [11] визначаємо температурну зону району будівництва - I.

За табл. 1 [11] визначаємо мінімально-допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції

$$R_{q \min} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

За табл. 3 [11] визначаємо допустиму за санітарно-гігієнічними вимогами різницю між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\Delta t_{\text{ст}} = 4^\circ\text{C}$ .

Визначаємо опір теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_3} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_{43}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,06}{0,31} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,02}{0,17} = 0,602 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$\alpha_{\text{в}}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м · °К), приймаємо за дод. Е [1]

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\alpha_{\text{зН}}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м · °С), приймаємо за дод. Е [1]

$$\alpha_{\text{зН}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

Визначаємо температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції за формулою

$$\Delta t = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зН}}}{R_{\text{о}} \times \alpha_{\text{в}}} = \frac{20 - (-22)}{0,602 \times 8,7} = 8 \text{ }^{\circ}\text{С}$$

де  $t_{\text{зН}}$  - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймаємо за дод. Ж [19].

$$t_{\text{зН}} = -22 \text{ }^{\circ}\text{С}$$

Так як  $R_{\text{о}} = 0,602 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} < R_{\text{q min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  та  $\Delta t = 8 \text{ }^{\circ}\text{С} > \Delta t_{\text{cr}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{С}$  то теплозахисних властивостей покриття недостатньо..

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47



### РОЗДІЛ 3. ПРИВЕДЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ВИМОГ НОРМ

Для більш точного розрахунку приведенного опору теплопередачі стіни лінійні коефіцієнти теплопередачі теплопровідних включень визначалися із застосуванням температурних полів.

#### 3.1. Методика визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі

Розрахунок лінійного коефіцієнта теплопередачі виконуємо згідно з [17] за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j =$$

Де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_B - t_3}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огороджувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт, визначають на підставі результатів розрахунку двовимірного температурного поля.

$t_B, t_3$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_B$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_3$  за таблицею В.4 додатку В [17]

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} =$$

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина шарів огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_{1\text{р}}, \lambda_{2\text{р}}, \lambda_{3\text{р}}, \lambda_{4\text{р}}, \lambda_{5\text{р}}$  – теплопровідність шарів огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , приймаємо за табл. А1 [17] та [18];

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

### 3.2. Визначення приведенного опору теплопередачі стіни без утеплення віконних відкосів (товщина основного утеплювача 100 мм)

#### 3.2.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.1.

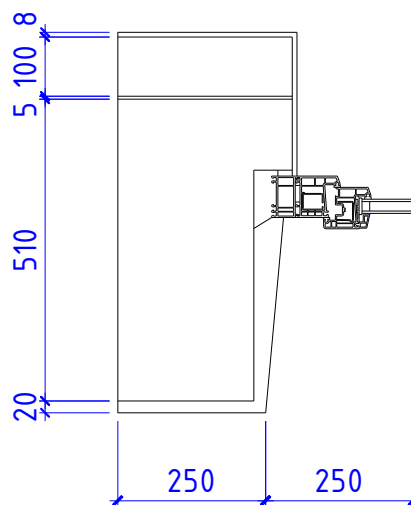


Рис. 3.1 - Розрахункова схема ділянки

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Товщина та теплопровідність шарів огорджувальної конструкції наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика шарів огорджувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81
3	Утеплювач	0,1	0,049
4	Клейова суміш	0,005	0,93
5	Декоративна штукатурка	0,008	0,93
6	Монтажна піна		0,05
7	Алюміній		221
8	Повітря рами		0,16
9	Пластик		0,23
10	Гума		0,15
11	Склопакет		0,032

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.2.

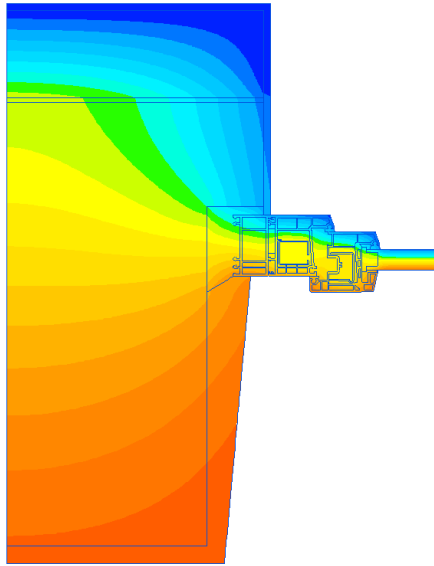


Рис. 3.2 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,349 - 0,349 \times 0,25 = 0,262 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{14,669}{20 - (-22)} = 0,349 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 14,669 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_\Sigma$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\alpha_B$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{3H} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.2.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.3.

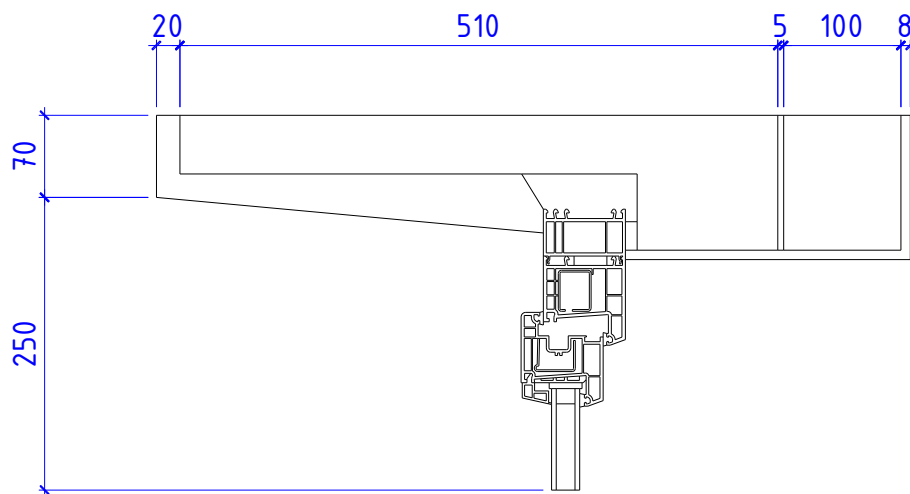


Рис. 3.3 - Розрахункова схема ділянки

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52



Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.4.

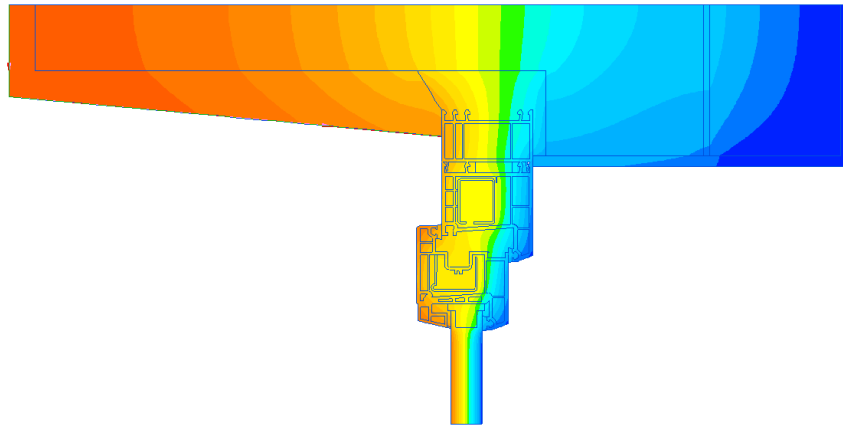


Рис. 3.4 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,341 - 0,349 \times 0,07 = 0,317 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_b - t_3} = \frac{14,669}{20 - (-22)} = 0,349 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 14,337 \text{ Вт}$$

$t_b, t_3$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_b$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_3$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_b = 20 \text{ °С}; t_3 = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_\Sigma$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_\Sigma &= \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_B$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{3н} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

### 3.2.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис.3.5.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

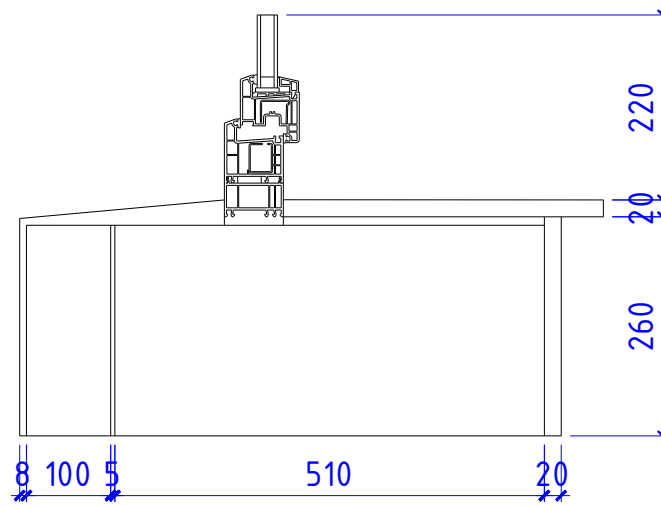


Рис. 3.5 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.6.

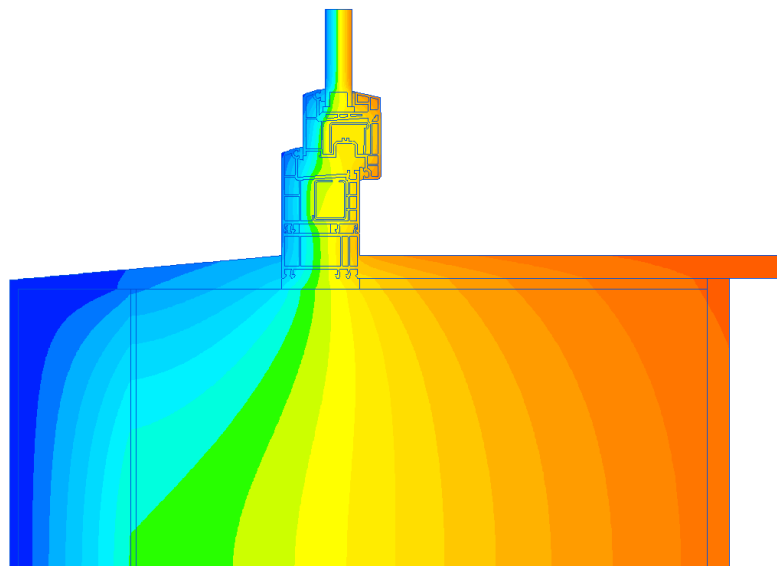


Рис. 3.6 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,394 - 0,349 \times 0,26 = 0,304 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{16,566}{20 - (-22)} = 0,349 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 16,566 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

### 3.2.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,262 \times 1,8 + 0,317 \times 0,713 + 0,304 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 1,546 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,262 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,317 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,304 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення,  $\text{м}$ ;

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57



$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

**3.3. Визначення приведенного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 10 мм (товщина основного утеплювача 100 мм)**

### 3.3.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.7.

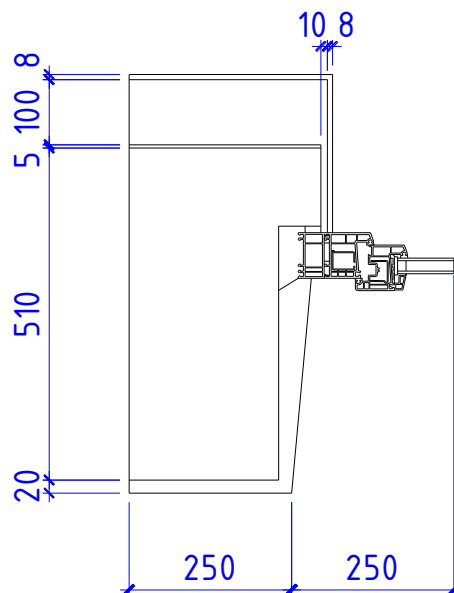


Рис. 3.7 - Розрахункова схема ділянки

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.8.

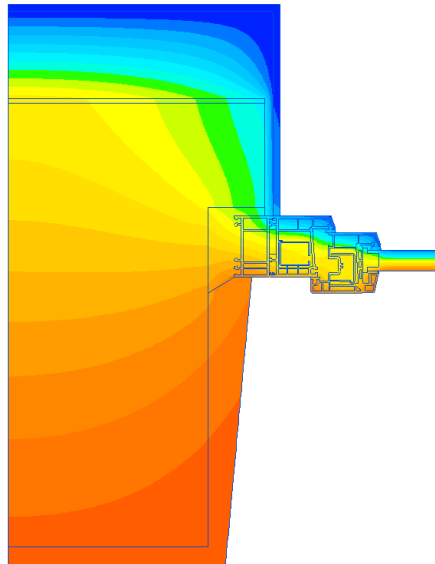


Рис. 3.9 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,349 - 0,349 \times 0,25 = 0,189 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{11,602}{20 - (-22)} = 0,349 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 11,602 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [18]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_\Sigma$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\alpha_B$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{3H} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.3.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.9.

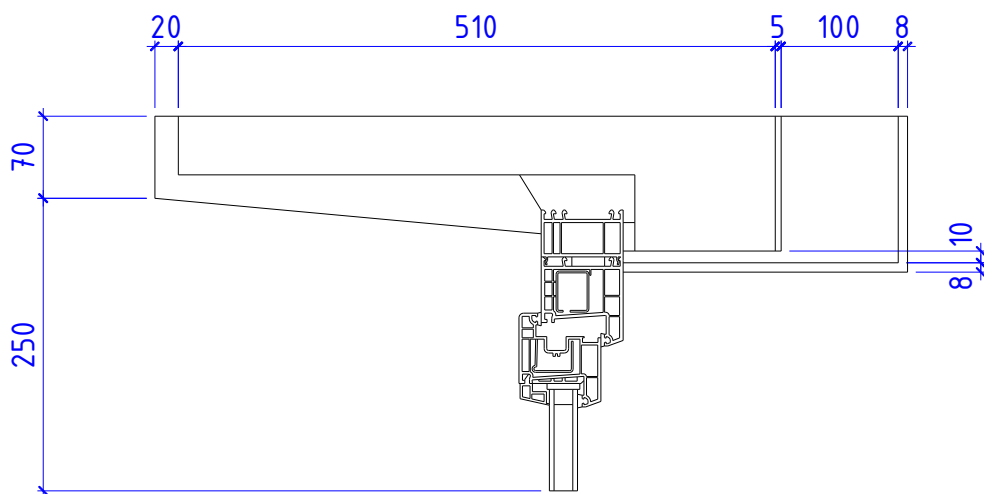


Рис. 3.9 - Розрахункова схема ділянки

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						60
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.10.

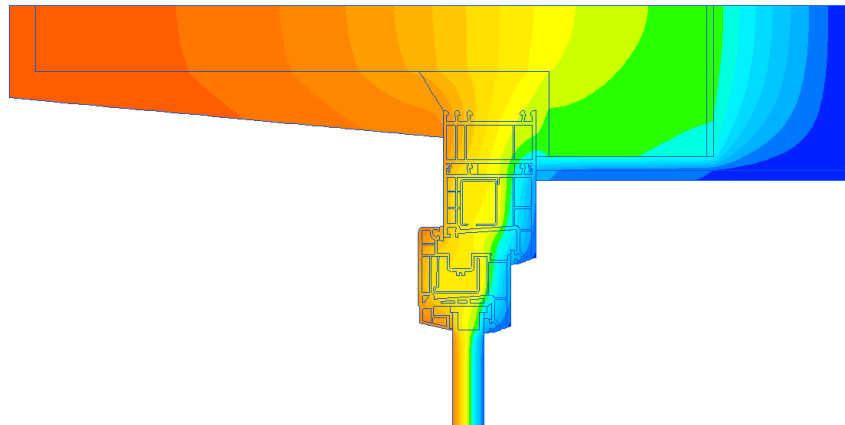


Рис. 3.10 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,25 - 0,349 \times 0,07 = 0,226 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{10,505}{20 - (-22)} = 0,25 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 10,505 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

### 3.3.4. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.11.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

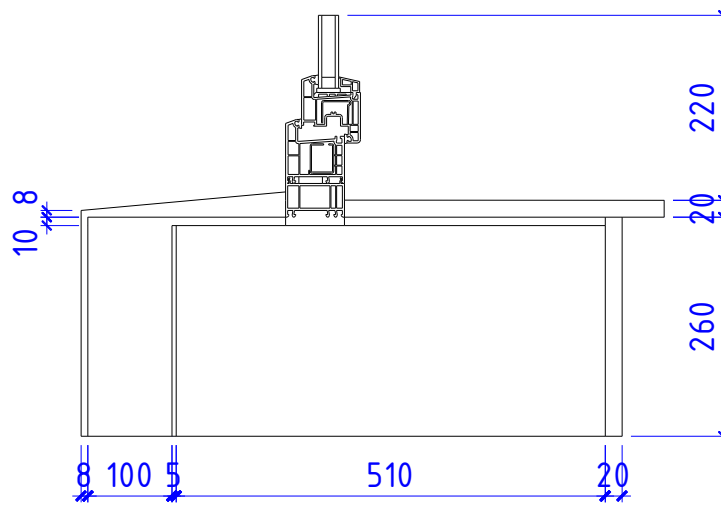


Рис. 3.11 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.12.

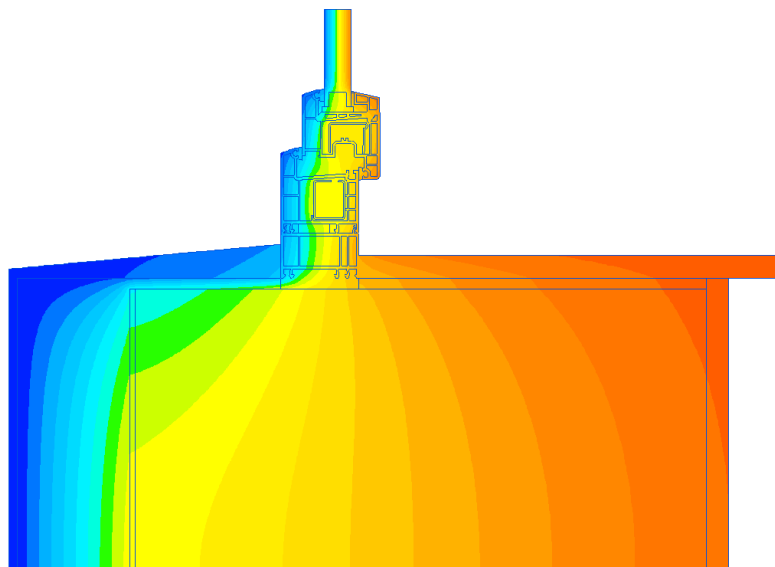


Рис. 3.12 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,3 - 0,349 \times 0,26 = 0,21 \text{ Вт/К}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63



де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{12,61}{20 - (-22)} = 0,3 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 12,61 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,189 \times 1,8 + 0,226 \times 0,713 + 0,21 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 1,775 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1$ ;  $k_2$ ;  $k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,189 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,226 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

### 3.4. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі віконних відкосів з їх утепленням шаром 20 мм (товщина основного утеплювача 100 мм)

#### 3.4.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.13.

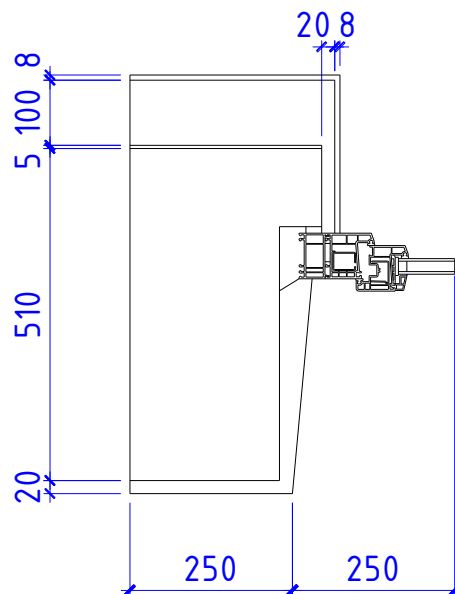


Рис. 3.13 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.14.

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

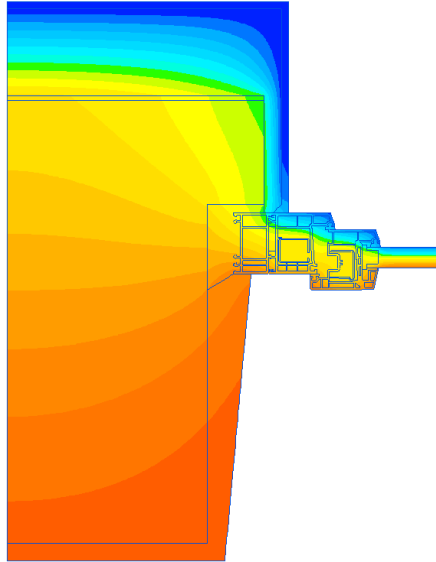


Рис. 3.14 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,243 - 0,349 \times 0,25 = 0,156 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{10,219}{20 - (-22)} = 0,243 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 10,219 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_\Sigma$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\alpha_B$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{3H} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.4.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.15.

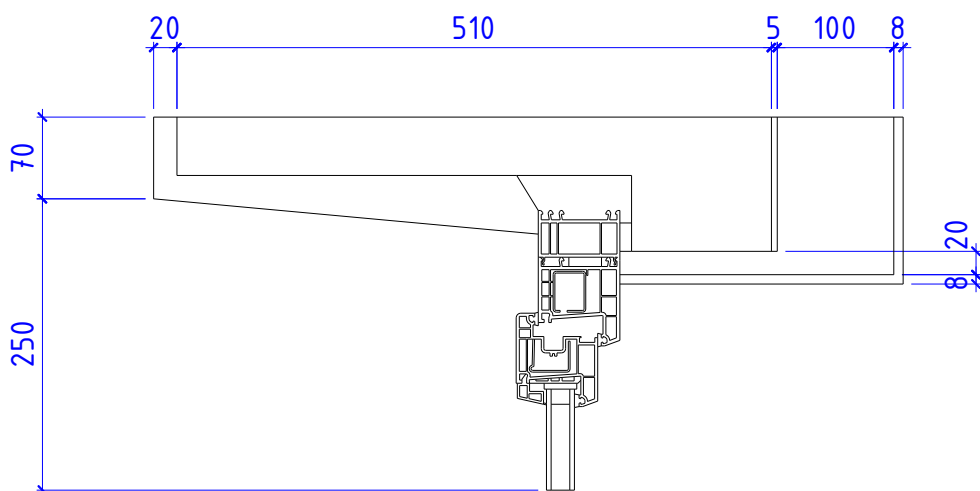


Рис. 3.15 - Розрахункова схема ділянки

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						68
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.16.

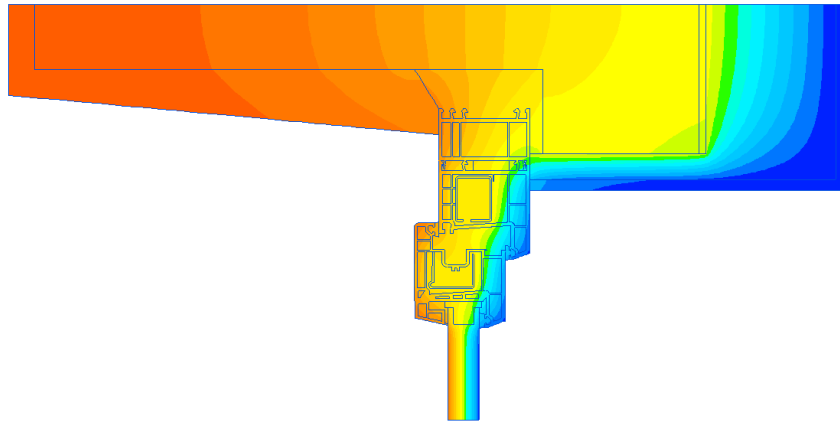


Рис. 3.16 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,207 - 0,349 \times 0,07 = 0,183 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{8,695}{20 - (-22)} = 0,207 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 8,695 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69



$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

### 3.4.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.17.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						70
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

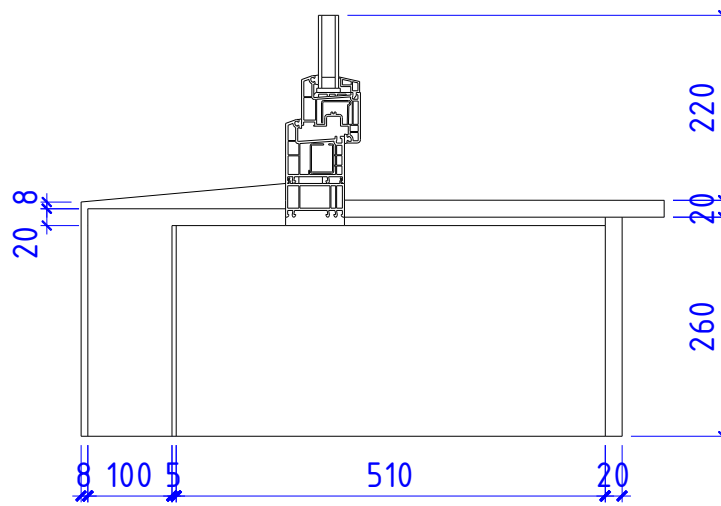


Рис. 3.17 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.18.

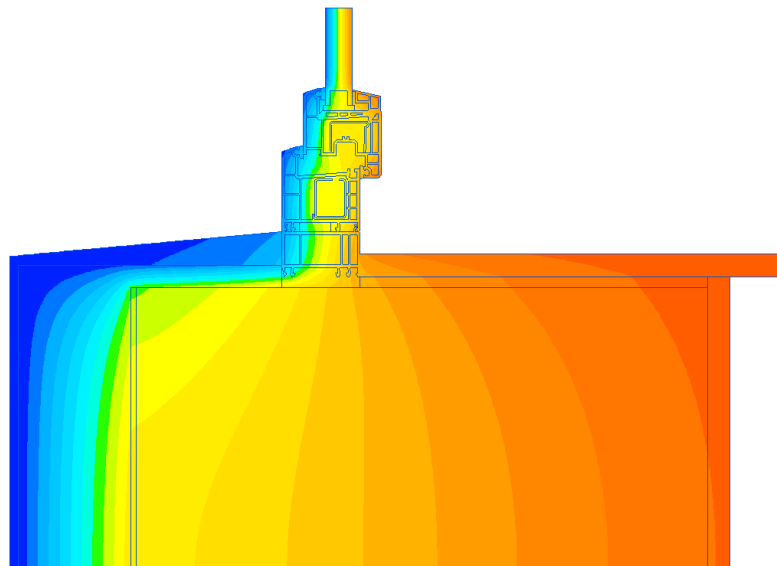


Рис. 3.18 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,259 - 0,349 \times 0,26 = 0,168 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{10,859}{20 - (-22)} = 0,259 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 10,859 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  - температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  - коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  - опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  - довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						72
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,156 \times 1,8 + 0,186 \times 0,713 + 0,168 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 1,87 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,156 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,183 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,168 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

**3.5. Визначення приведенного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 30 мм (товщина основного утеплювача 100 мм)**

### 3.5.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.19.

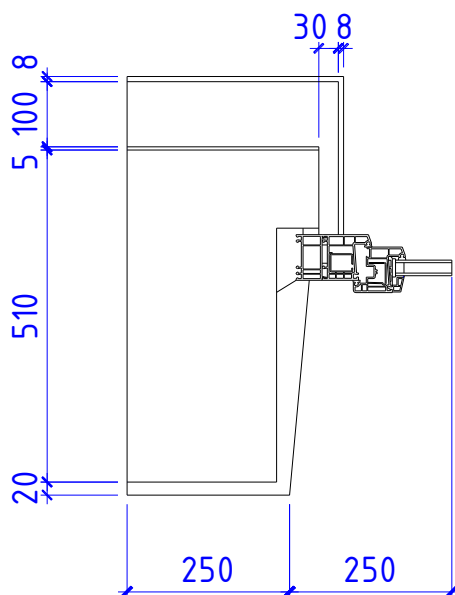


Рис. 3.19 - Розрахункова схема ділянки

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.20.

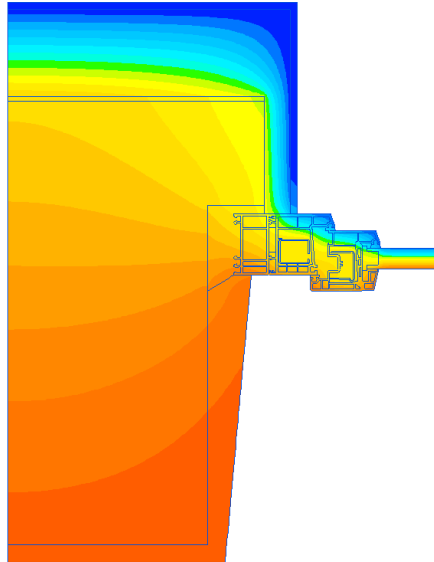


Рис. 3.20 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,217 - 0,349 \times 0,25 = 0,13 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{9,116}{20 - (-22)} = 0,243 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 9,116 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджуваних середовища визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75



$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.5.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.21.

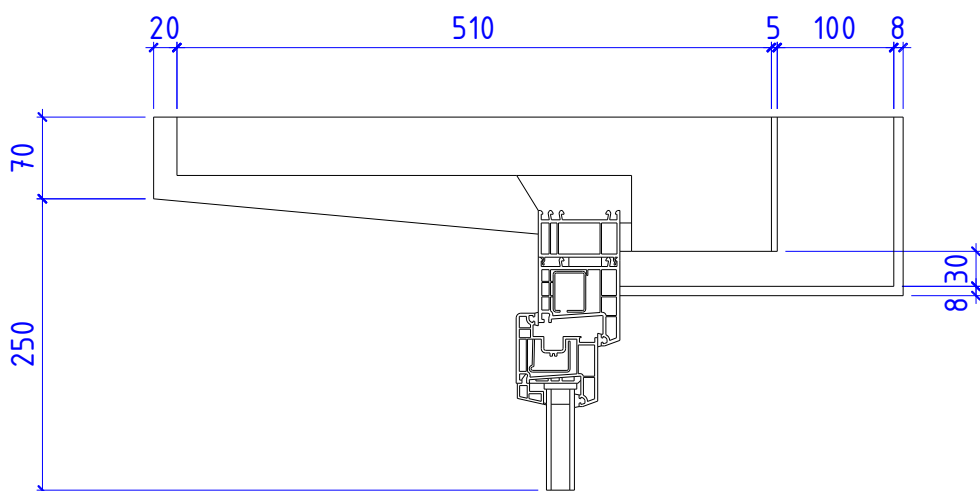


Рис. 3.21 - Розрахункова схема ділянки

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис 3.22.

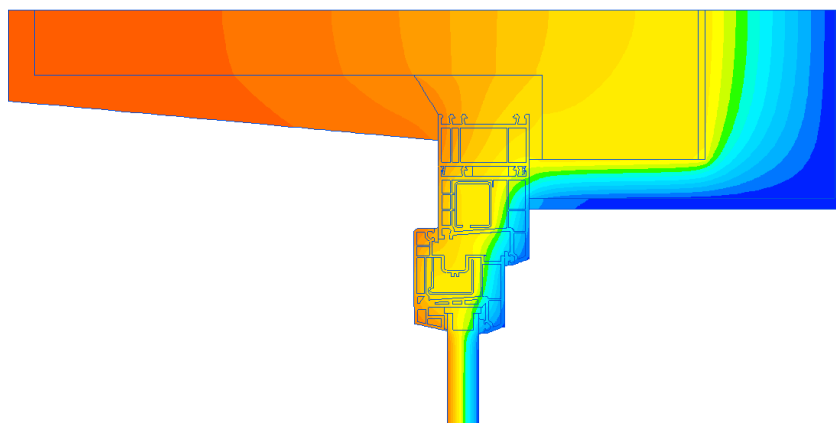


Рис. 3.22 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,18 - 0,349 \times 0,07 = 0,13 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{9,116}{20 - (-22)} = 0,18 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 9,116 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

### 3.5.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.23.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						78
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

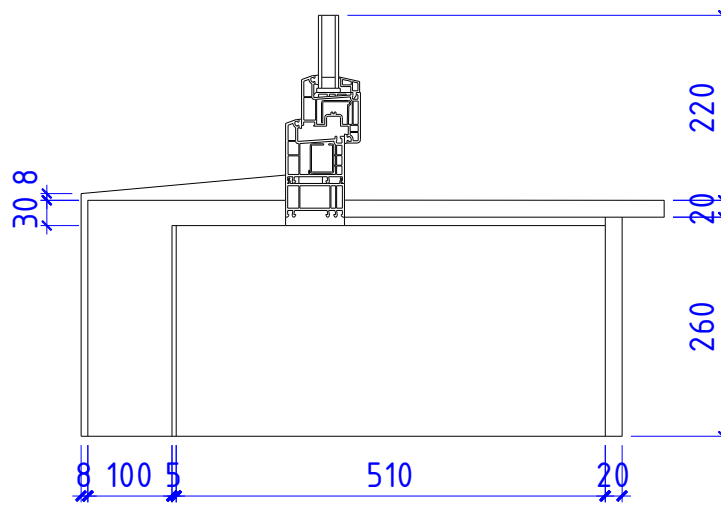


Рис. 3.23 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.24.

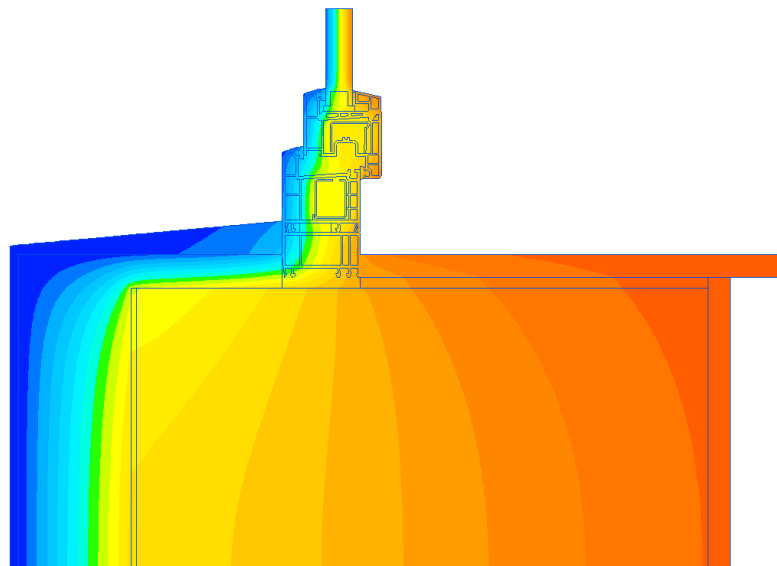


Рис. 3.24 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,232 - 0,349 \times 0,26 = 0,141 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{9,74}{20 - (-22)} = 0,232 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 9,74 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						80
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.5.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,13 \times 1,8 + 0,155 \times 0,713 + 0,141 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 1,962 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,155 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,141 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81



$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18Ошибка! Источник ссылки не найден.];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

**3.6. Визначення приведенного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 40 мм (товщина основного утеплювача 100 мм)**

### 3. 6.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.25.

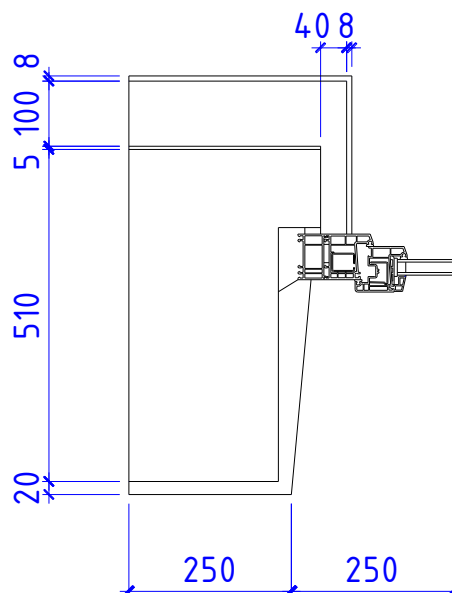


Рис. 3.25 - Розрахункова схема ділянки

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		82

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.26.

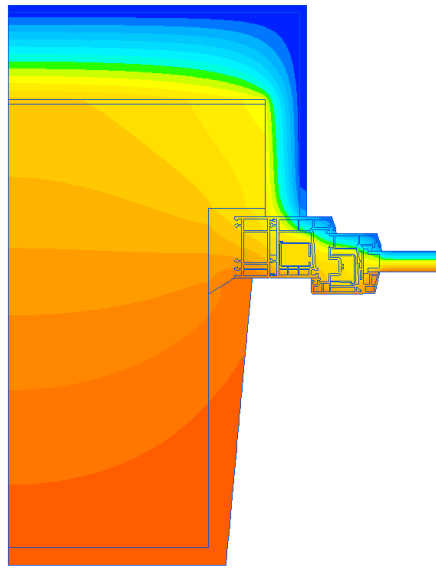


Рис. 3.26 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,202 - 0,349 \times 0,25 = 0,115 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{8,471}{20 - (-22)} = 0,243 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 8,471 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		83

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.6.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.27.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						84
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

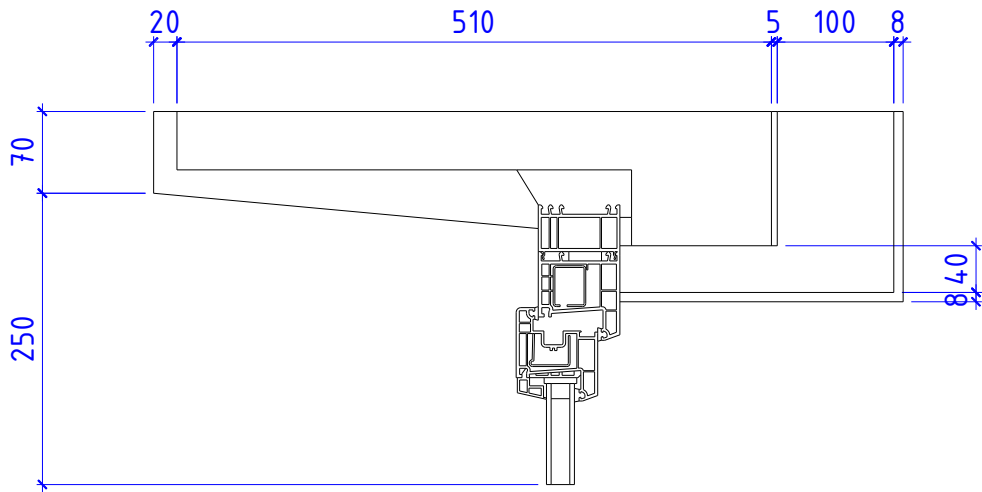


Рис. 3.27 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.28.

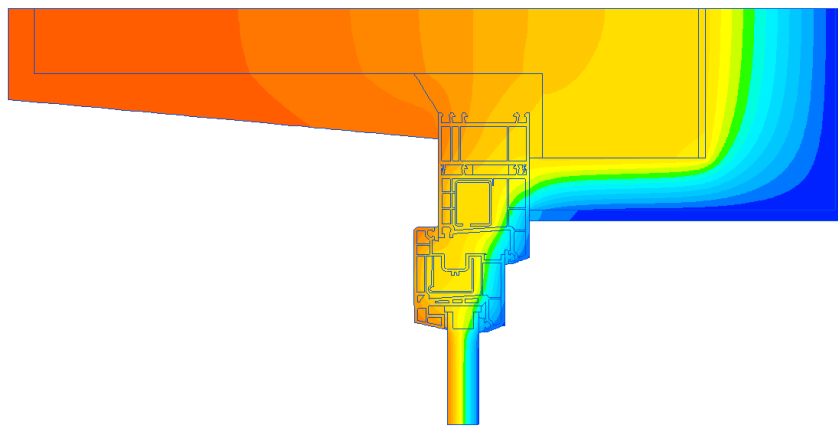


Рис. 3.28 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,16 - 0,349 \times 0,07 = 0,136 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{6,733}{20 - (-22)} = 0,16 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 6,733 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  - температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  - коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  - опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  - довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						86
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.29.

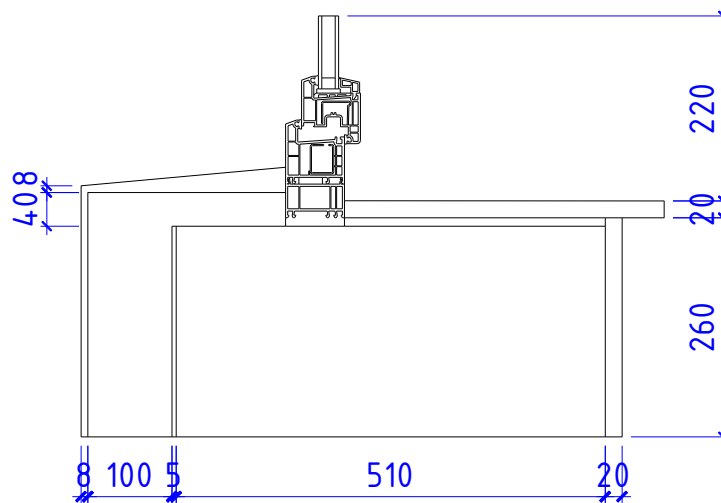


Рис. 3.29 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.30.

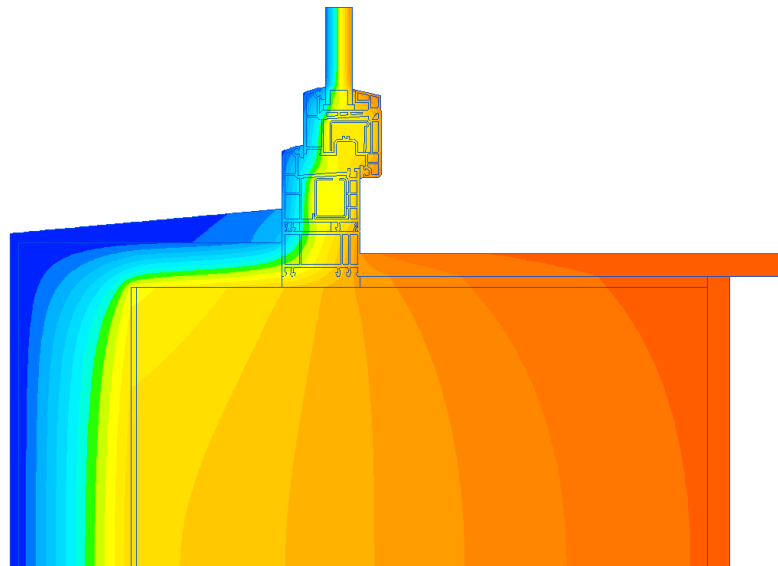


Рис. 3.30 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		87



$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,213 - 0,349 \times 0,26 = 0,122 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{8,939}{20 - (-22)} = 0,213 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 8,939 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						88
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

### 3.6.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,115 \times 1,8 + 0,136 \times 0,713 + 0,122 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 2,026 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,115 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,136 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,122 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						89
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

**3.7. Визначення приведенного опору теплопередачі стіни з утепленням віконних відкосів шаром товщиною 50 мм (товщина основного утеплювача 100 мм)**

### 3.7.1. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі збоку вікна

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.31.

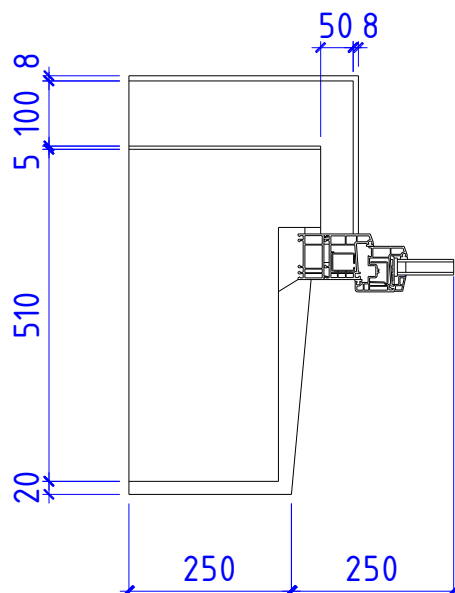


Рис. 3.31 - Розрахункова схема ділянки

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.32.

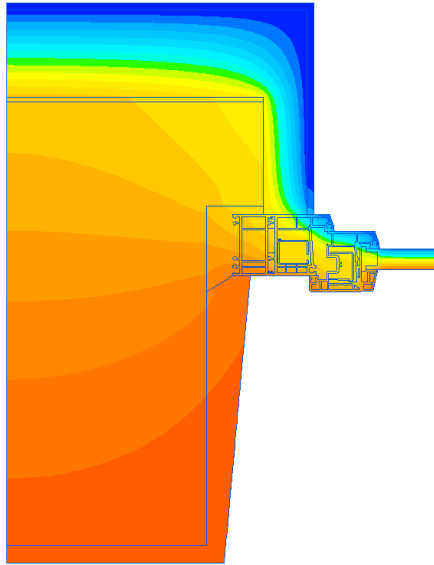


Рис. 3.32 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,189 - 0,349 \times 0,25 = 0,102 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{7,926}{20 - (-22)} = 0,189 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 7,926 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		91

$$U_1 = \frac{1}{R_\Sigma} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_\Sigma$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\alpha_B$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{3H} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### 3.7.2. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі над вікном

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.33.

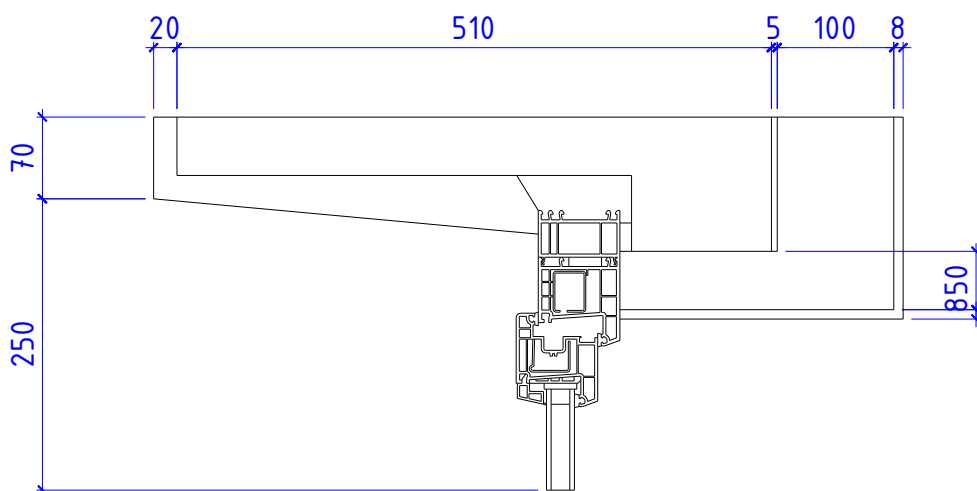


Рис. 3.33 - Розрахункова схема ділянки

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						92
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.34.

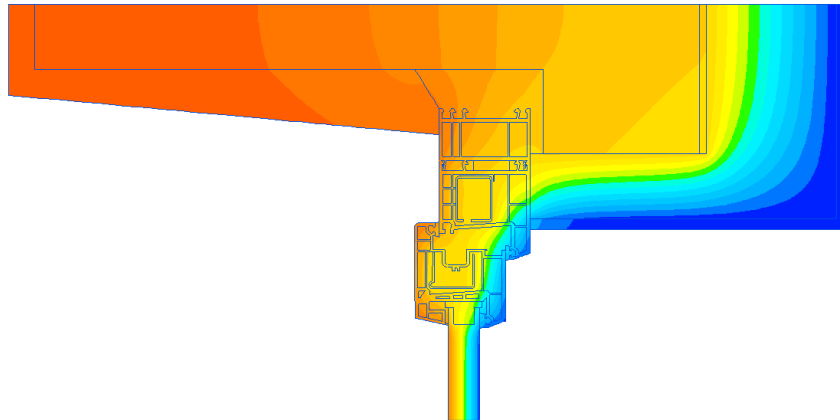


Рис. 3.34 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,146 - 0,349 \times 0,07 = 0,121 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{6,111}{20 - (-22)} = 0,146 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 6,111 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		93

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,07 \text{ м}$$

### 3.7.3. Визначення лінійного коефіцієнтів теплопередачі в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки наведена на рис. 3.35.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						94
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



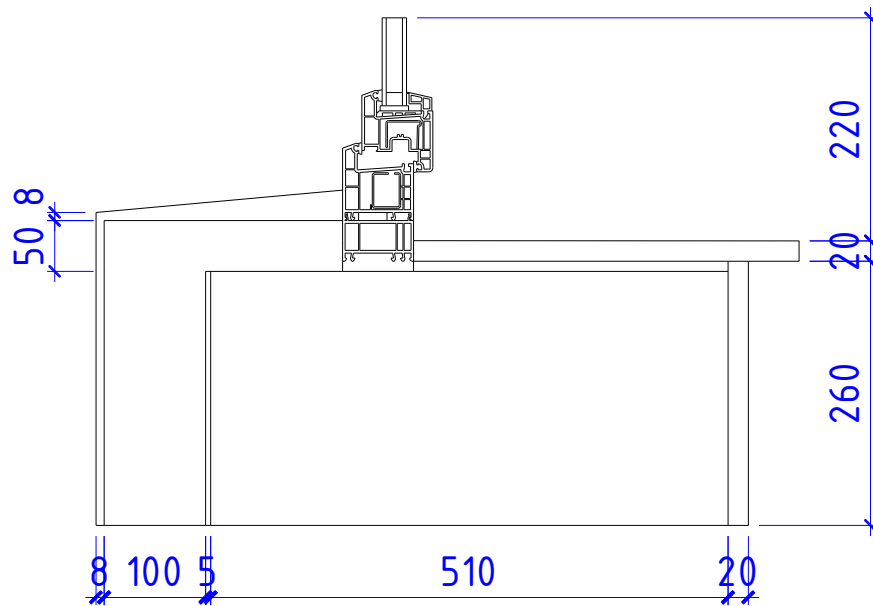


Рис. 3.35 - Розрахункова схема ділянки

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 3.36.

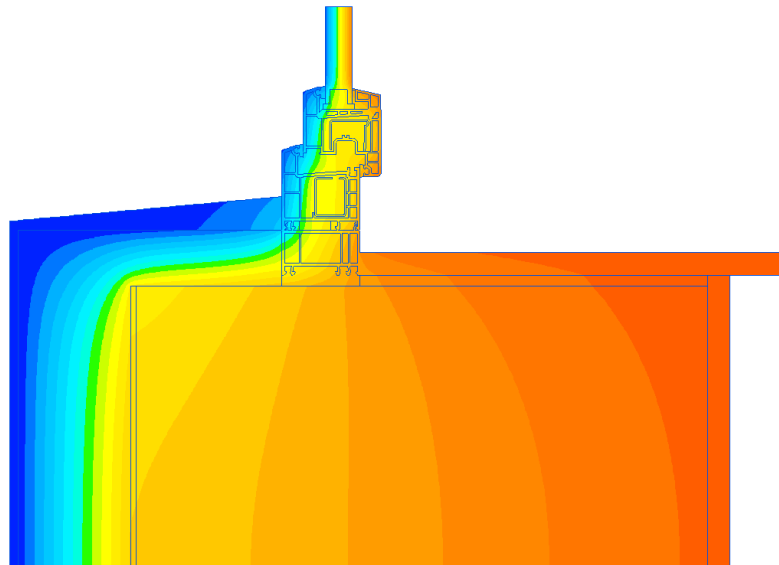


Рис. 3.36 - Температурне поле розрахункової ділянки

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,197 - 0,349 \times 0,26 = 0,107 \text{ Вт/К}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{8,289}{20 - (-22)} = 0,197 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт

$$Q_{\text{заг}} = 8,289 \text{ Вт}$$

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.  $t_{\text{в}}$  визначаємо за таблицею В.2 додатку В [17] а  $t_{\text{з}}$  за таблицею В.4 додатку В [19]

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{з}} = -22 \text{ °С};$$

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,268} = 0,349 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} \\ &= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [17];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						96
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_1 = 0,26 \text{ м}$$

### 3.7.4. Розрахунок приведенного опору теплопередачі стіни

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$
$$= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{2,868} + 0,102 \times 1,8 + 0,121 \times 0,713 + 0,107 \times 0,713 + 0,005 \times 21} =$$
$$= 2,082 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$= 2,868 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно в зоні рядового примикання, в зоні перемички, в зоні підвіконня.

$$k_1 = 0,102 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,121 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,107 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						97
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_1 = 1,8 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 0,713 \text{ м};$$

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

На рис. 3.37 наведений графік залежності приведенного опору теплопередачі стіни від товщини додаткового шару утеплення віконних відкосів.

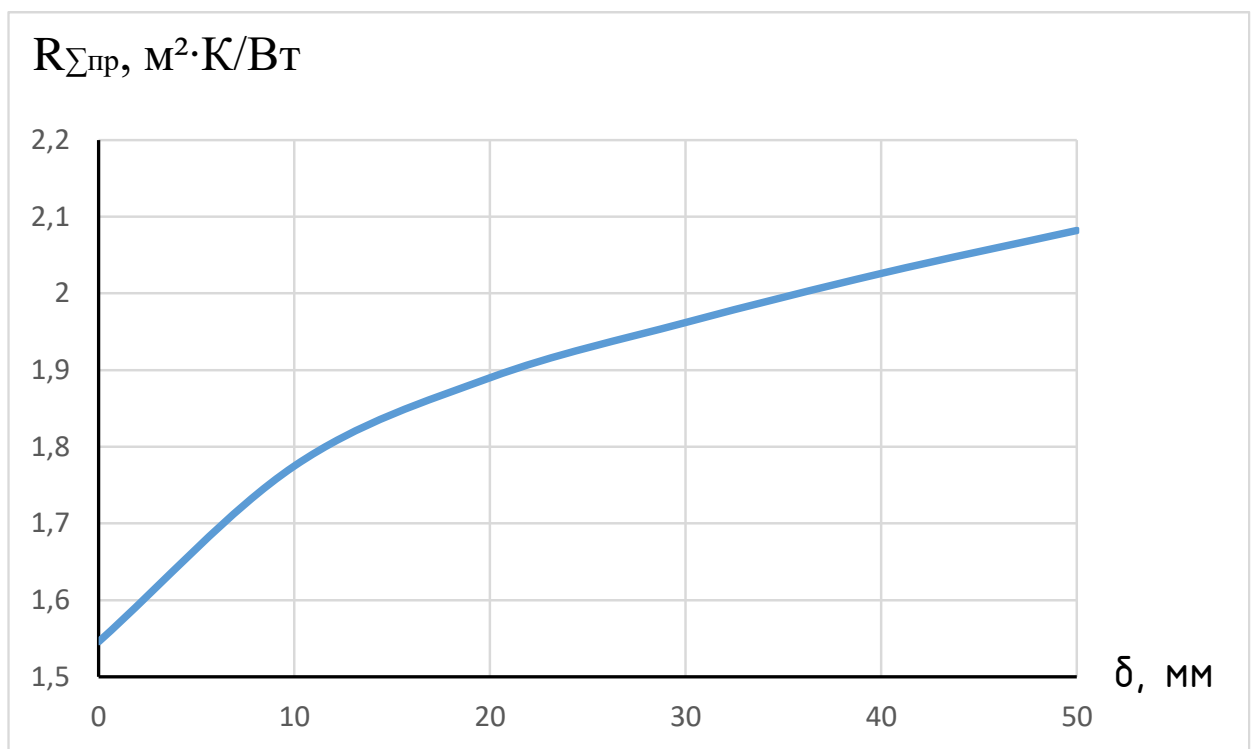


Рис. 3.37 - Графік залежності приведенного опору теплопередачі стіни від товщини додаткового шару утеплення віконних відкосів

Як видно з графіку зі збільшенням товщини додаткового шару утеплення віконних відкосів приведенний опір теплопередачі стіни збільшується.

Максимальна товщина шару утеплення віконних відкосів становить 50 мм. Подальше збільшення товщини неможливе внаслідок недостатньої ширини віконних рам.

Приведений опір теплопередачі стіни при товщині шару утеплення відкосів 50 мм становить  $R_{\Sigma пр} = 2,082 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Це менше ніж нормований опір який становить  $R_{q \text{ min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Тобто товщини основного утеплювача у 100 мм недостатньо для виконання норм теплозахисту.

Для виконання норм теплозахисту необхідно збільшення товщини основного утеплювача.

### **3.8. Визначення товщини основного утеплювача при якій виконуються норми теплоізоляції (товщина утеплення відкосів вікна 50 мм)**

Результати дослідження наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Залежність приведенного опору теплопередачі стіни від товщини основного утеплювача (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 50 мм)

№	Товщина основного утеплювача, мм	Приведений опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
1	100	2,082
2	110	2,182
3	120	2,275
4	130	2,364
5	140	2,45
6	150	2,531
7	160	2,608

8	170	2,68
9	180	2,751
10	190	2,818
11	200	2,883
12	210	2,944
13	220	3,003
14	230	3,06
15	240	3,114
16	250	3,166
17	260	3,216
18	270	3,261
19	280	3,307

Як видно з таблиці теплозахисні властивості стіни відповідають нормам при утепленні зовнішньої стіни шаром товщиною 280 мм та утепленні відкосів вікна шаром 50 мм.

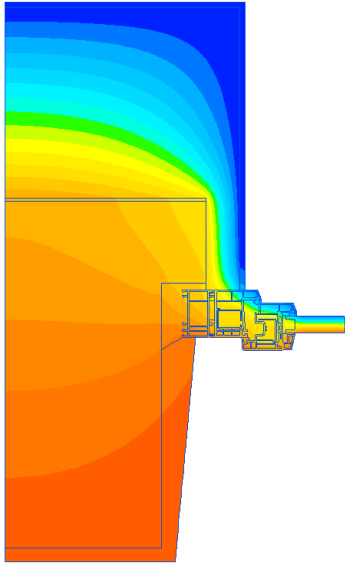
Лінійні коефіцієнти теплопередачі при цьому дорівнюють

$$k_1 = 0,1209 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,128 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,1364 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

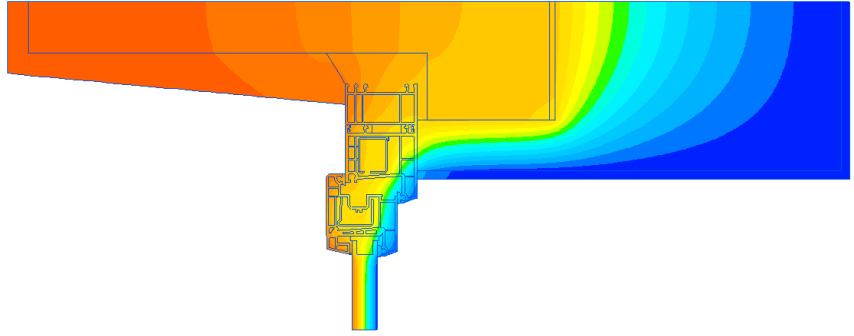
Температурні поля, що відповідають цим коефіцієнтам наведені на рис. 3.38.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						100
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

а)



б)



в)

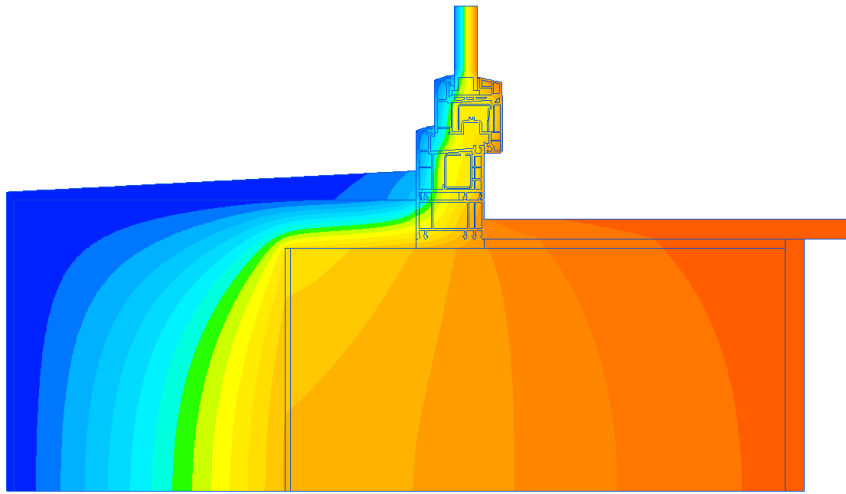


Рис. 3.38 – Температурні поля, що відповідають лінійним коефіцієнтам теплопередачі: а)  $k_1$ , б)  $k_2$ , в)  $k_3$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2мБ.20225.ПЗ

Арк.

101



**3.9. Розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішньої стіни після утеплення шаром 280 мм з використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013**

Переріз зовнішньої стіни наведений на рис. 3.39.

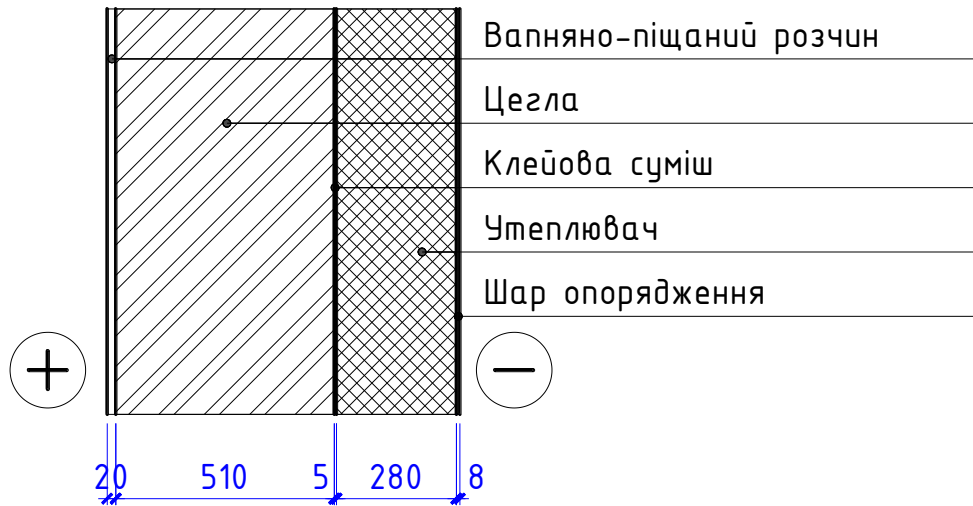


Рис. 3.39 - Переріз зовнішньої стіни після термомодернізації

Розрахункові схема зовнішньої стіни наведена на рис. 3.40.

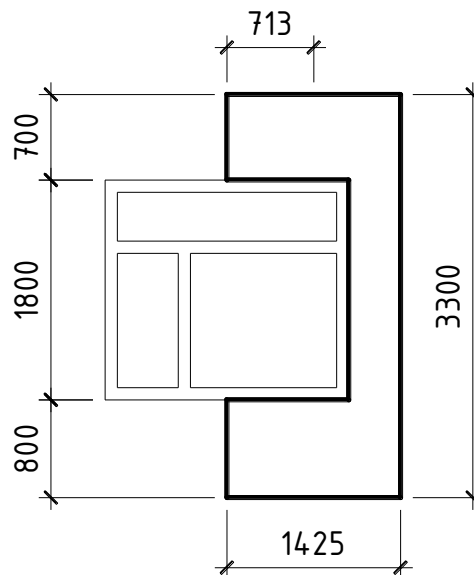


Рис. 3.40 - Розрахункова схема для визначення приведенного опору теплопередачі

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  
 $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$

За табл. В.2 [17] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_{в} = 50\%$

За табл. В.1 [17] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

За табл. В.3 [17] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 додатку А [18].

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 3.3.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огороження.

Таблиця 3.3

#### Характеристика шарів огорожувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81
3	Утеплювач	0,28	0,049
4	Клейова суміш	0,005	0,93
5	Декоративна штукатурка	0,008	0,93

Визначаємо приведенний опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		103

$$\begin{aligned}
R_{\Sigma \text{пр}} &= \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} = \\
&= \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_1}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} = \\
&= \frac{3,4191}{\frac{3,4191}{6,541} + 0,073 \times 1,8 + 0,062 \times 0,713 + 0,046 \times 0,713 + 0,005 \times 21} = \\
&= 4,089 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}
\end{aligned}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 3,3 \times 1,425 - 1,8 \times 0,713 = 3,4191 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma 1}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned}
R_{\Sigma 1} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} = \\
&= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,28}{0,049} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 6,541 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}
\end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, опоряджувального шару, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, опоряджувального шару,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймаємо згідно дод. Б [18];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
						104
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі, Вт/(м·К), відповідно віконного відкосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання, визначаємо за табл. Г.1 додатку Г [18].

$$k_1 = 0,073 \text{ Вт/(м·К)}; k_2 = 0,062 \text{ Вт/(м·К)}; k_3 = 0,046 \text{ Вт/(м·К)}.$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 0,713 \text{ м}, L_2 = 0,713 \text{ м}, L_3 = 1,8 \text{ м};$$

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача, Вт/К, визначають згідно з табл. Д.1 додатку Д [18];

$$\Psi_1 = 0,005 \text{ Вт/К}$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d = 3,4191 \times 6 = 21 \text{ шт.}$$

де  $n_d$  – кількість дюбелів на м<sup>2</sup> огорожувальної конструкції, приймаємо  $n_d = 6$ .

Так як  $R_{\Sigma пр} = 4,089 \text{ м}^2 \cdot \text{К} > R_{q, \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  то теплозахист стіни достатній.

Як видно з результатів розрахунку при використанні лінійних коефіцієнтів теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 дає завищене значення приведенного опору теплопередачі стіни. Цей опір на 24% більше ніж опір визначений з використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за розрахунками температурних полів.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		105

### 3.10. Термомодернізація конструкції покриття

Для досягнення теплотехнічними показниками покриття нормативного значення рекомендується утеплення кам'яною ватою DACHROCK MAX щільністю 150 кг/м<sup>3</sup> за схемою на рис. 3.41:

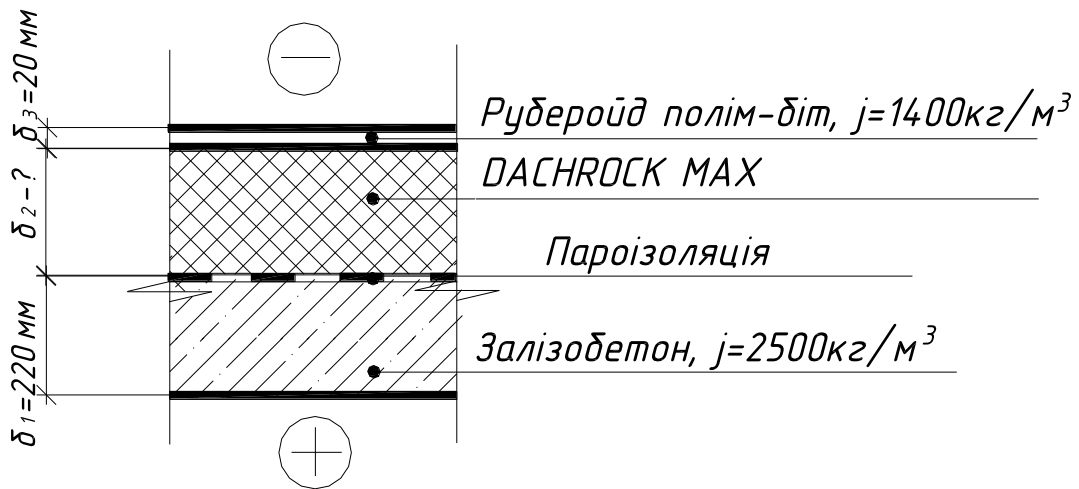


Рис. 3.41 - Розрахункова схема утепленого покриття

Розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів шарів огорожувальної конструкції за ДБН В.2.6-31:

залізобетон –  $\lambda_1 = 2,04\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;

плити теплоізоляційні з базальтової вати DACHROCK MAX –  $\lambda_2 = 0,040\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$

;

руберойд полімерно-бітумний –  $\lambda_3 = 0,27\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;

Необхідна товщина утеплювача

$$\delta_2 = \lambda_{2p} \left( R_{q\ min} - \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} - \frac{1}{\alpha_3} \right) = 0,04 \left( 6 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,22}{2,04} - \frac{0,02}{0,17} - \frac{1}{23} \right) =$$

$$= 0,246\text{ м}$$

Приймаємо найближчу більшу уніфіковану товщину утеплювача

$$\delta_2 = 0,25\text{ м.}$$

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		106

Визначаємо опір теплопередачі огороджувальної конструкції

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,25}{0,04} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{1}{23} = 6,634 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Так як  $R_{\Sigma} = 6,634 \text{ м}^2 \cdot \text{К} > R_{q,\text{min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  то теплозахист покриття достатній.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		107

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Теплозахисні властивості стіни та суміщеного покриття існуючої будівлі недостатні.
2. При термомодернізації на теплозахисні властивості стіни значний вплив здійснює утеплення відкосів вікна.
3. Зі збільшенням товщини утеплення відкосів теплозахист стіни підвищується.
4. Товщина утеплення відкосів вікна враховується лінійними коефіцієнтами теплопередачі, які залежать від цієї товщини.
5. Максимально можлива товщина утеплення відкосів становить 50 мм. Виконати утеплення відкосів більшої товщини не дозволяє ширина рами вікна.
6. Нормований опір теплопередачі стіни досягається при товщині основного утеплювача у 280 мм та утеплення відкосів вікна шаром товщиною 50 мм.
7. Приведений опір теплопередачі стіни визначений із використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 дає завищене значення. Цей опір на 24% більше ніж опір визначений з використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за розрахунками температурних полів.
8. Пояснюється це тим, що схеми утеплення вікон за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 дещо відрізняються від наявних у цьому будинку.
9. Тому необхідно розширити перелік схем застосованих у ДСТУ Б В.2.6-189:2013.
10. Для приведення теплозахисних властивостей суміщеного покриття необхідно використати шар утеплювача товщиною 250 мм.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		108

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 50 с.
2. ДБН В.1.2-14-2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. – К. : Мінбуд України, 2018. – 30 с.
3. ДБН. В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Чинний від 2011-06-01]. К.: Мінрегіонбуд України, Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2011. – 71 с.
5. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.– 96 с.
6. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення [Чинний від 2018-02-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 111 с.
7. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування [Чинний від 2015-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 199 с.
8. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинні від 2018-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 53 с.
9. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинні від 2019-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 43 с.
10. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. [Чинні від 2018-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 57 с.
11. ДБН В.2.2-13-2003 Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. [Чинні від 2004-03-01]. – К.: Держбуд України, Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2004. – 102 с.

					2мБ.20225.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		109



12. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 2017-04-01]. К.: ДП "УкрНДНЦ", 2017. – 68.

13. ВСН 58-88(р) Положення про організацію та проведення реконструкції, ремонту та технічного обслуговування будівель об'єктів комунального і соціально-культурного призначення. [Чинний від 1989-074-01]. М.: ЦНДІЕП житла, 1988. – 42.

14. ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії. [Чинний від 2014-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2013.- 30 с.

15. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. – 456 с.

16. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. [Чинний від 2017-10-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2017.- 33 с.

17. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 30 с. <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf> (дата звернення: 12.06.2021).

18. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 51 с. [https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2020/09/dstu-b-v\\_2\\_6-189-2013.pdf](https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2020/09/dstu-b-v_2_6-189-2013.pdf) (дата звернення: 12.06.2021).

19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. [http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/dstu-n\\_b\\_v.1.1-27\\_2010.pdf](http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/dstu-n_b_v.1.1-27_2010.pdf) (дата звернення: 13.06.2021).

20. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. - К.: Мінрегіон України, 2014.– 37 с. [https://drive.google.com/file/d/13M5yj8MXdb54fsxIvIJdhped\\_FcSQKN7/view](https://drive.google.com/file/d/13M5yj8MXdb54fsxIvIJdhped_FcSQKN7/view) (дата звернення: 13.06.2021).

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		110

21. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. - К. : Мінрегіонбуд України, 2009. - 13 с.

22. ДБН В.2.6-33: 2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 24 с.

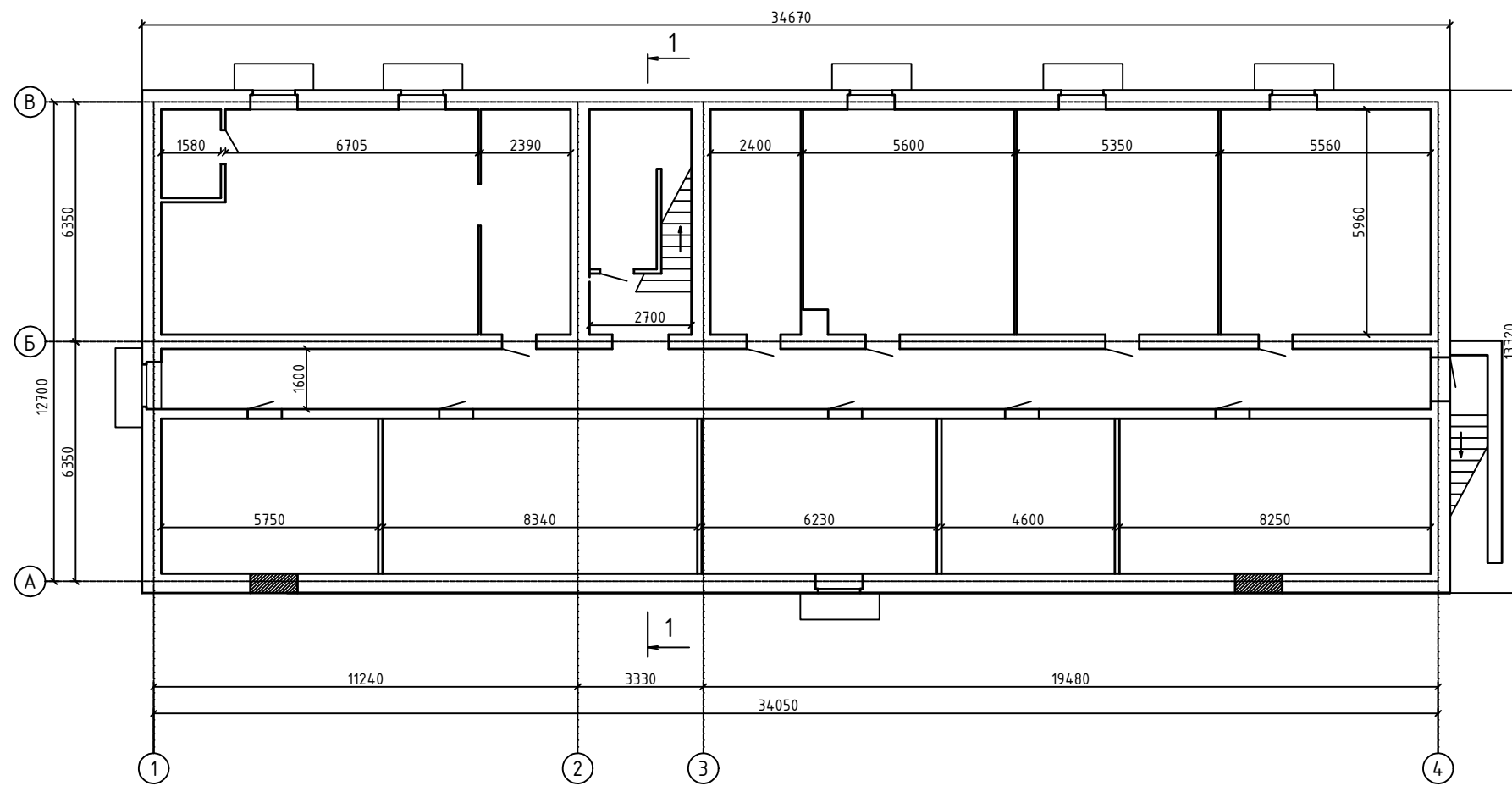
23. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляваним повітряним прошарком. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 29 с.

24. ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 25 с.

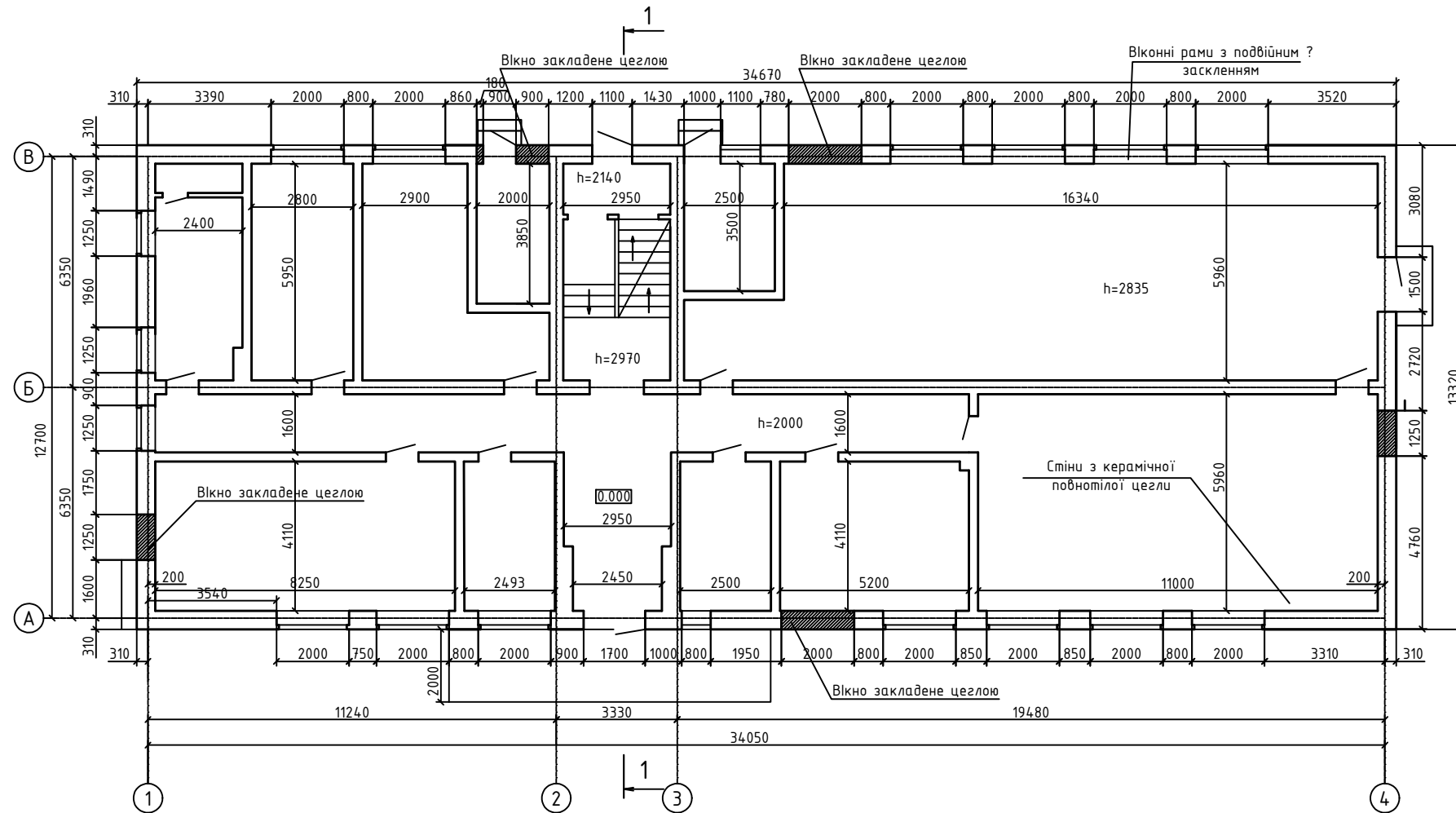
25. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю. А. Табунщикова, В. Г. Гагарина. — 5-е изд., пересмотр. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. — 256 с.

					<b>2мБ.20225.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		111

### План підвалу



### План першого поверху на відм. 0,000

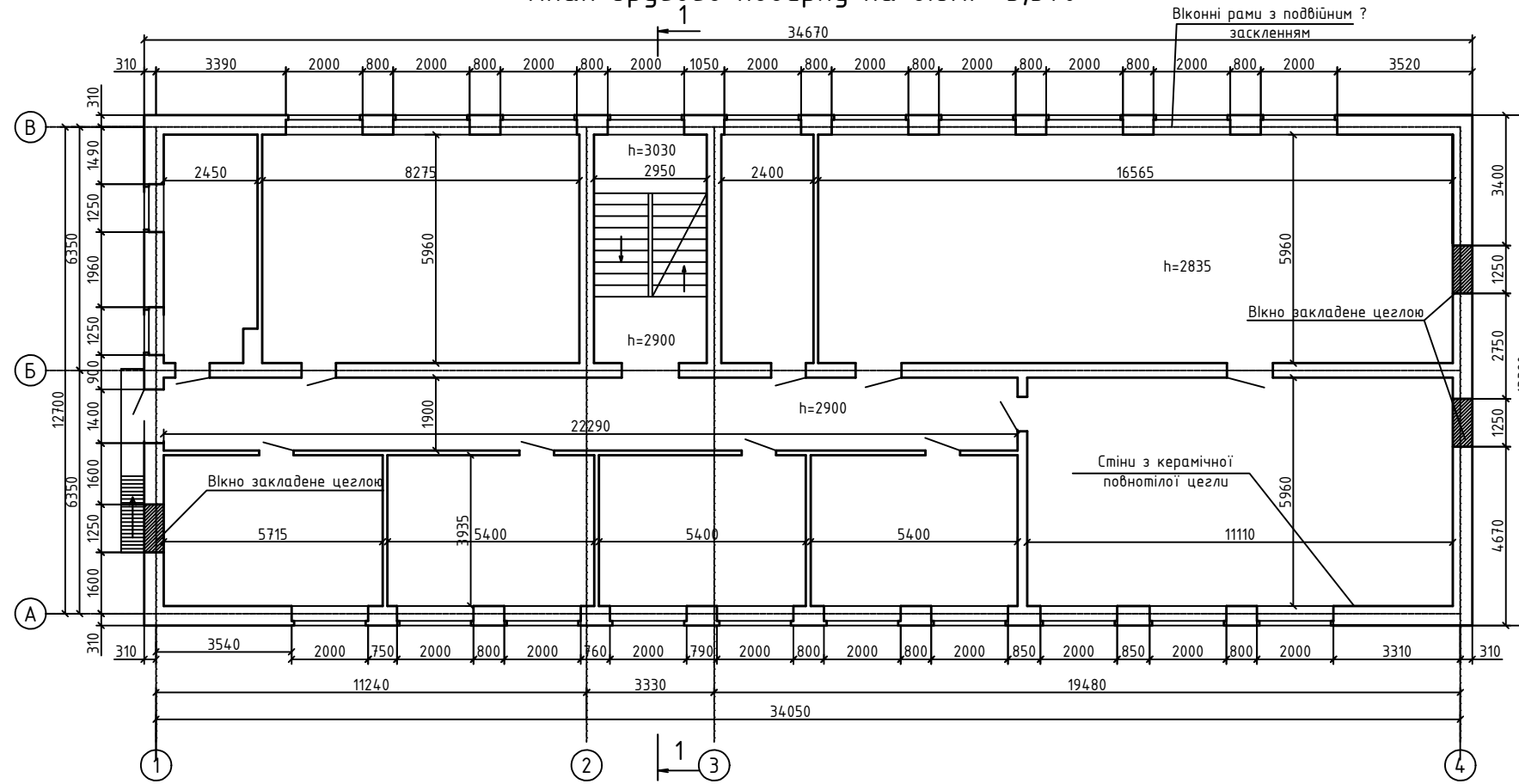


### Експлікація приміщень

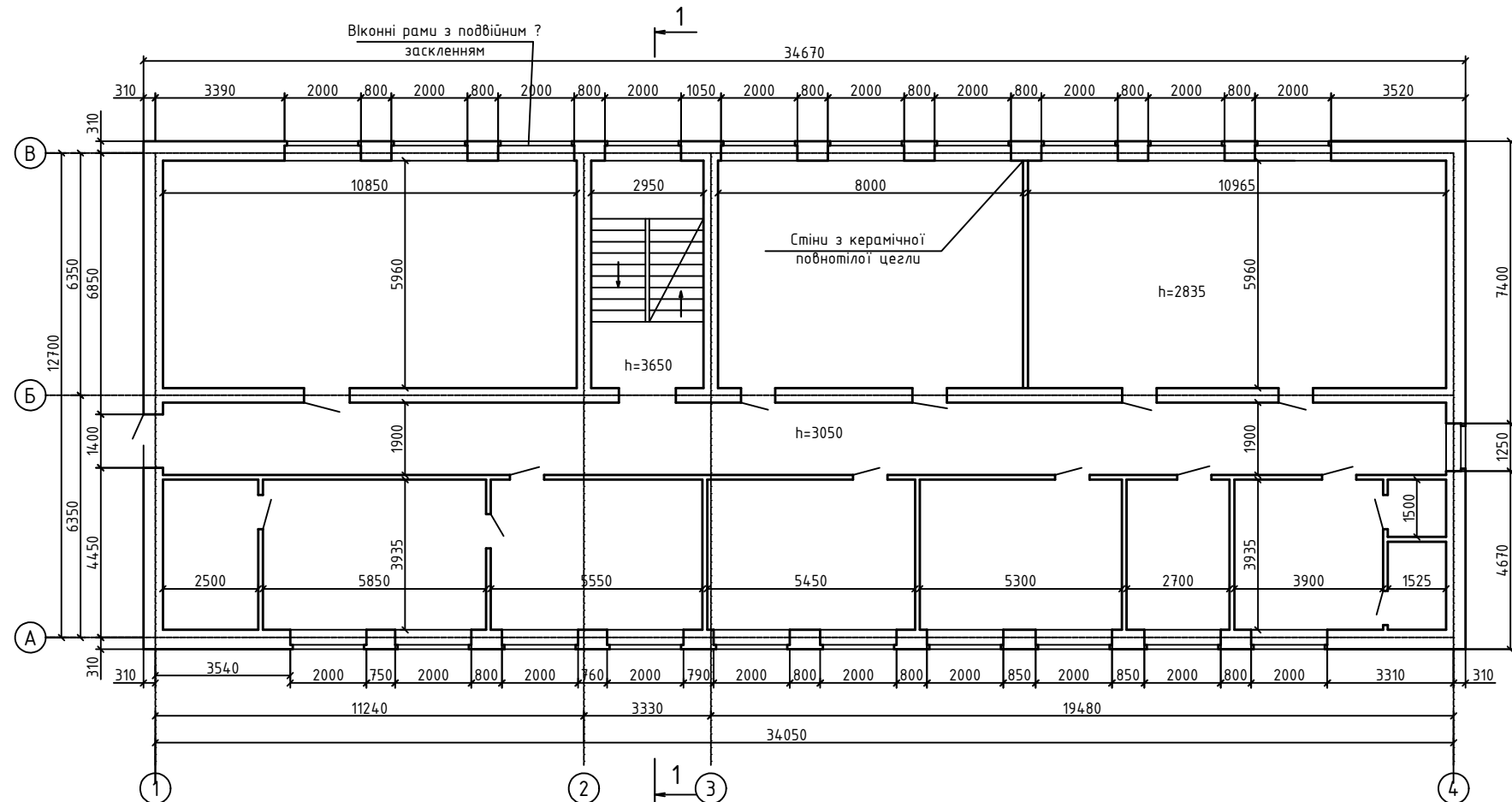
Номер приміщення	Призначення приміщення	Загальна площа приміщення (за формулами)	Площа приміщень, (кв.м.)		
			корисна	основна	допоміжна
Підвал					
1	Сходи	15,4			15,4
2	Коридор	61,7			61,7
3	Підвал	14,5			14,5
4	Підвал	32,8			32,8
5	Підвал	32,0			32,0
6	Підвал	33,1			33,1
7	Підвал	33,7			33,7
8	Підвал	18,6			18,6
9	Підвал	25,1			25,1
10	Підвал	33,0			33,0
11	Підвал	23,1			23,1
12	Коридор	3,7			3,7
13	Підвал	47,2			47,2
14	Підвал	14,4			14,4
Разом по підвалу		388,3			388,3
Перший поверх					
15	Коридор	47,1			47,1
16	Кабінет	9,7	9,7		
17	Аудиторія	32,0		32,0	
18	Вбиральня	10,2			10,2
22	Кладова	2,0			2,0
23	Кабінет	16,1	16,1		
24	Кабінет	20,5	20,5		
24а	Ел. щитова	7,7			7,7
25	Сходи	12,9			12,9
25а	Тамбур	3,8			3,8
26	Топочна	8,8			8,8
27	Аудиторія	100,0		100,0	
28	Аудиторія	63,5		63,5	
30	Кабінет	20,0	20,0		
31	Кабінет	9,7	9,7		
Разом по першому поверху		364,0	271,5		92,5

2МБ.20225.МР					
Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава					
Зм.	Кільк.	Арх.	Док.	Підпис	Дата
Розробив	Тринова О.І.				
Керівник	Резьніс О.В.				
Об'єкт: Оснащення будівлі. Визначення технічного стану				Стадія	Аркш
				МР	1
					14
План підвалу				НЗПП ін. Юрія Кондратюка	
План першого поверху на відм. 0,000.				Кафедра Бстаці	

План другого поверху на відм. +3,370



План третього поверху на відм. +6,820

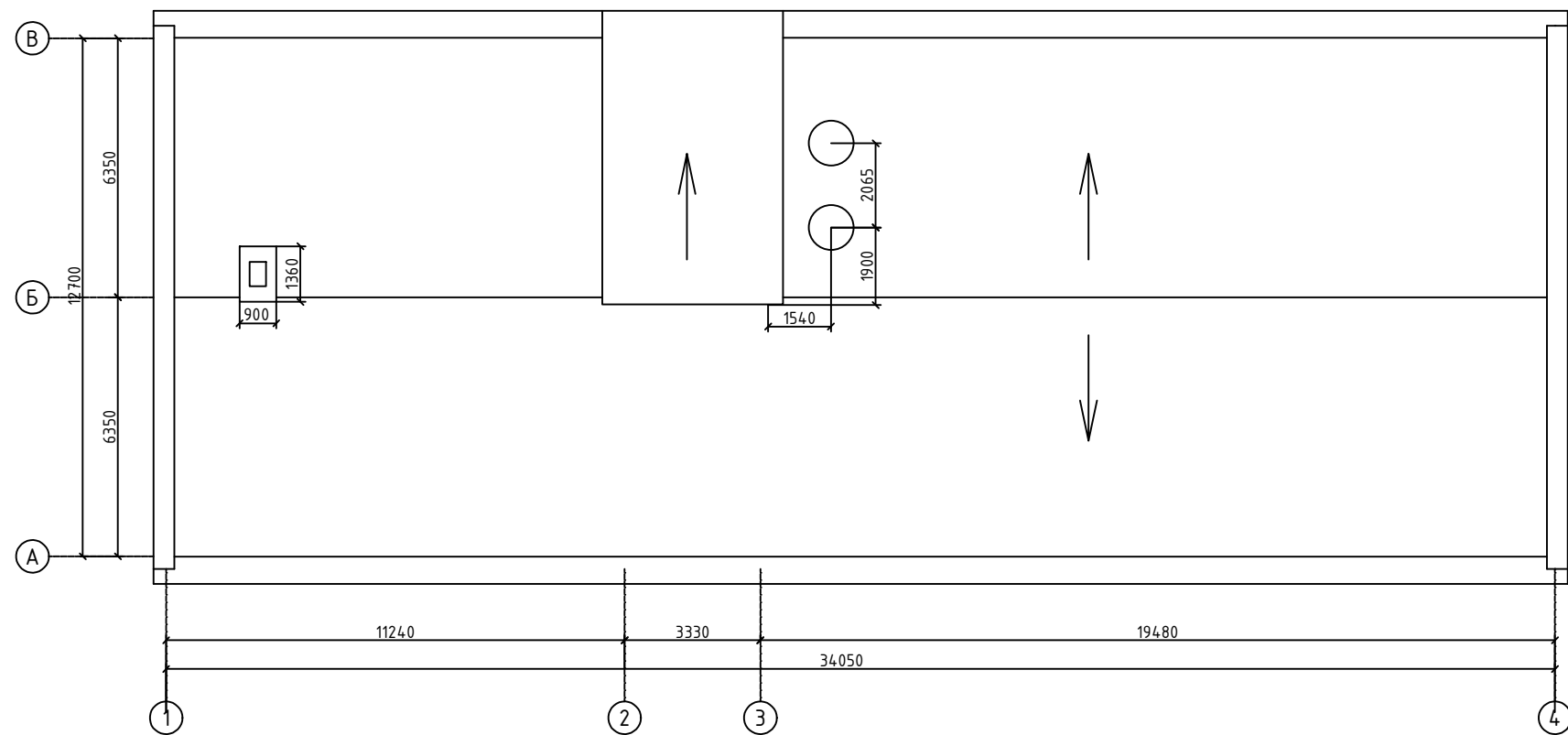


Експлікація приміщень

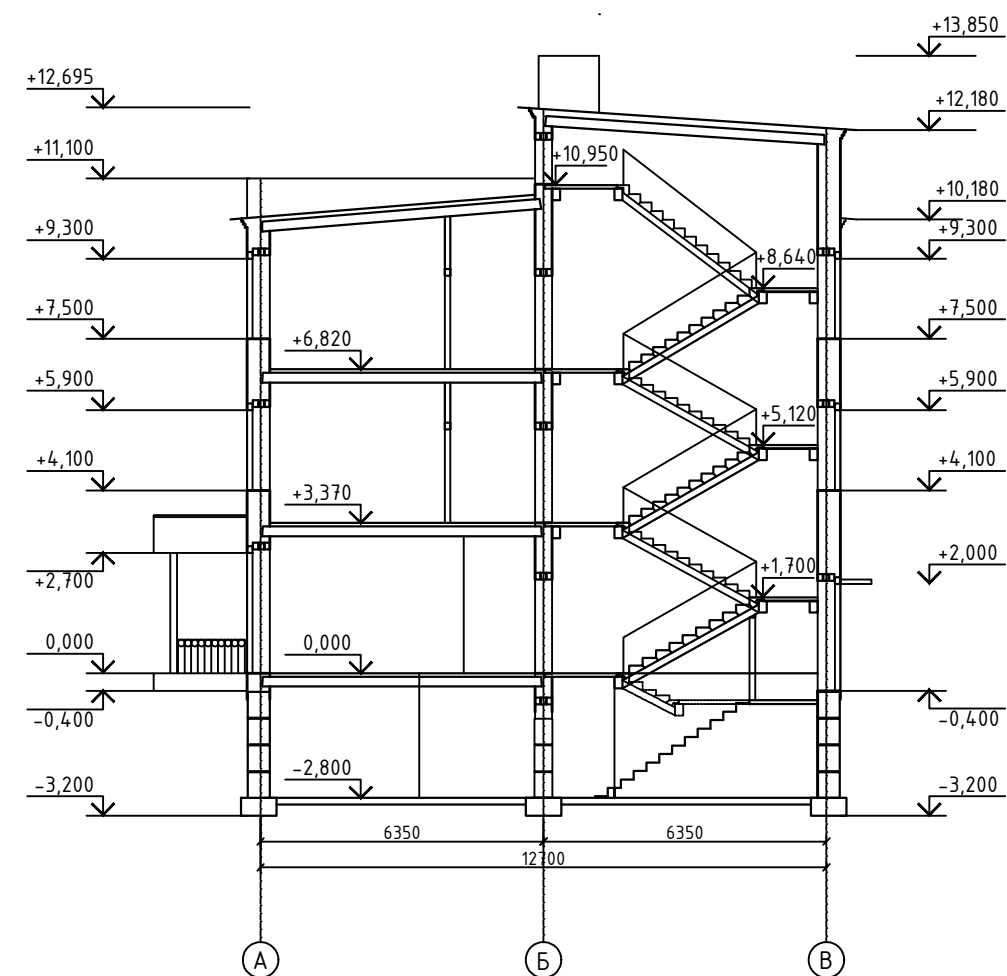
Номер приміщення	Призначення приміщення	Загальна площа приміщення (за формулами)	Площа приміщень, (кв.м.)		
			корисна	основна	допоміжна
Другий поверх					
32	Вдиральня	14,4			14,4
38	Аудиторія	49,0		49,0	
39	Сходи	17,6			17,6
40	Кабінет	14,1		14,1	
41	Аудиторія	99,3		99,3	
44	Аудиторія	65,8		65,8	
47	Кабінет	21,0		21,0	
48	Кабінет	21,1		21,1	
49	Кабінет	21,7		21,7	
50	Кабінет	22,5		22,5	
51	Коридор	42,4			42,4
Разом по другому поверху		388,9		314,5	74,4
Третій поверх					
52	Коридор	64,2			64,2
53	Аудиторія	64,7		64,7	
54	Сходи	17,8			17,8
55	Аудиторія	47,7		47,7	
59	Аудиторія	65,5		65,5	
62	Кладова	2,2			2,2
63	Архів	3,4			3,4
64	Кабінет	15,1		15,1	
64а	Кабінет	10,6		10,6	
65	Кабінет	20,5		20,5	
67	Кабінет	21,2		21,2	
69	Кабінет	21,5		21,5	
71	Кабінет	23,0		23,0	
72	Кабінет	9,8		9,8	
Разом по третьому поверху		387,2		299,6	87,6

2МБ.20225.МР					
Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата
Розробив	Тринова О.І.				
Керівник	Резько О.В.				
Об'єкт будівлі: Визначення технічного стану				Стадія	Аркуші
				МР	2 14
План другого поверху на відм. +3,370. План третього поверху на відм. +6,820.				НЗПП м. Юрія Кондратюка Кафедра БтмЦі	

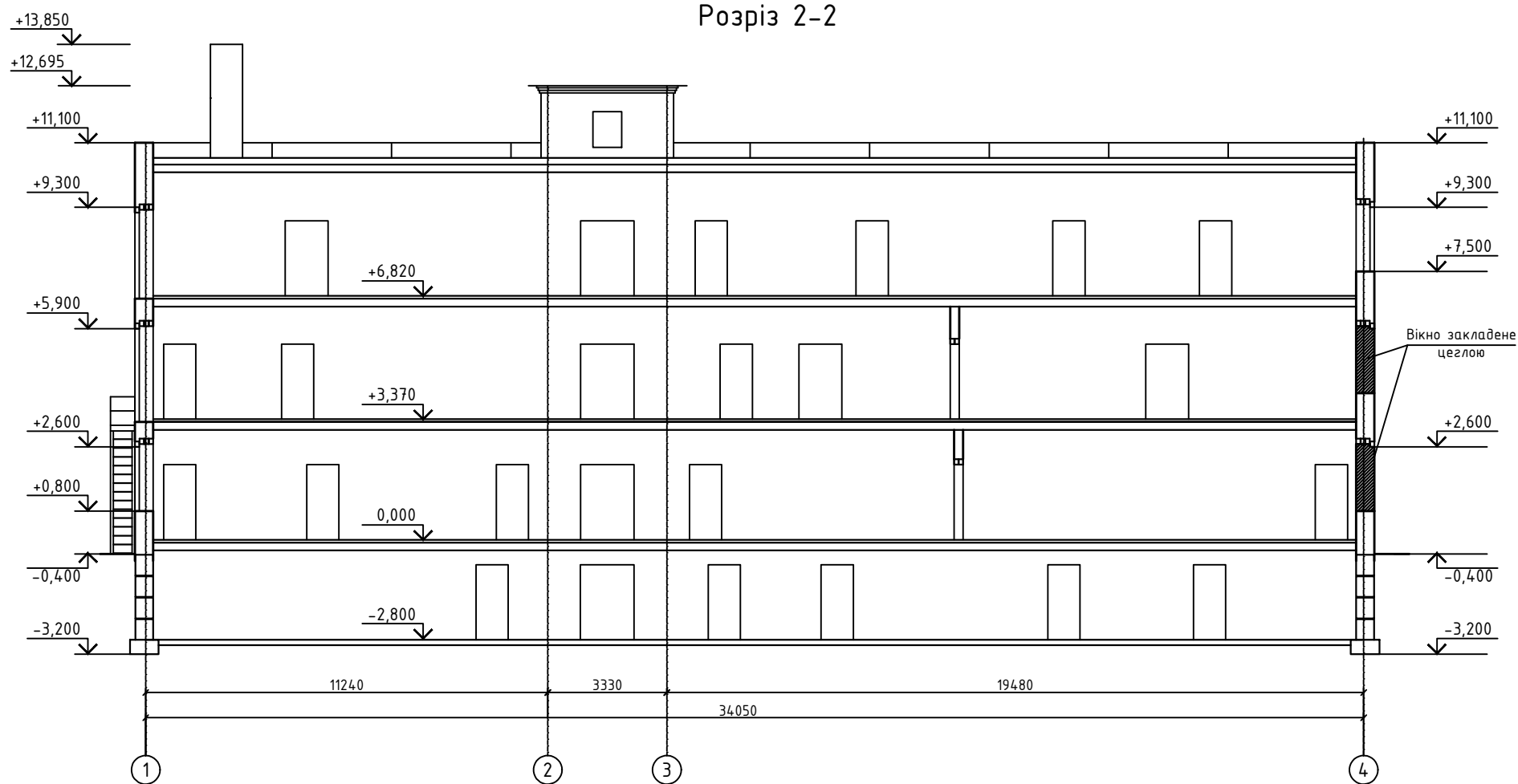
План покрівлі



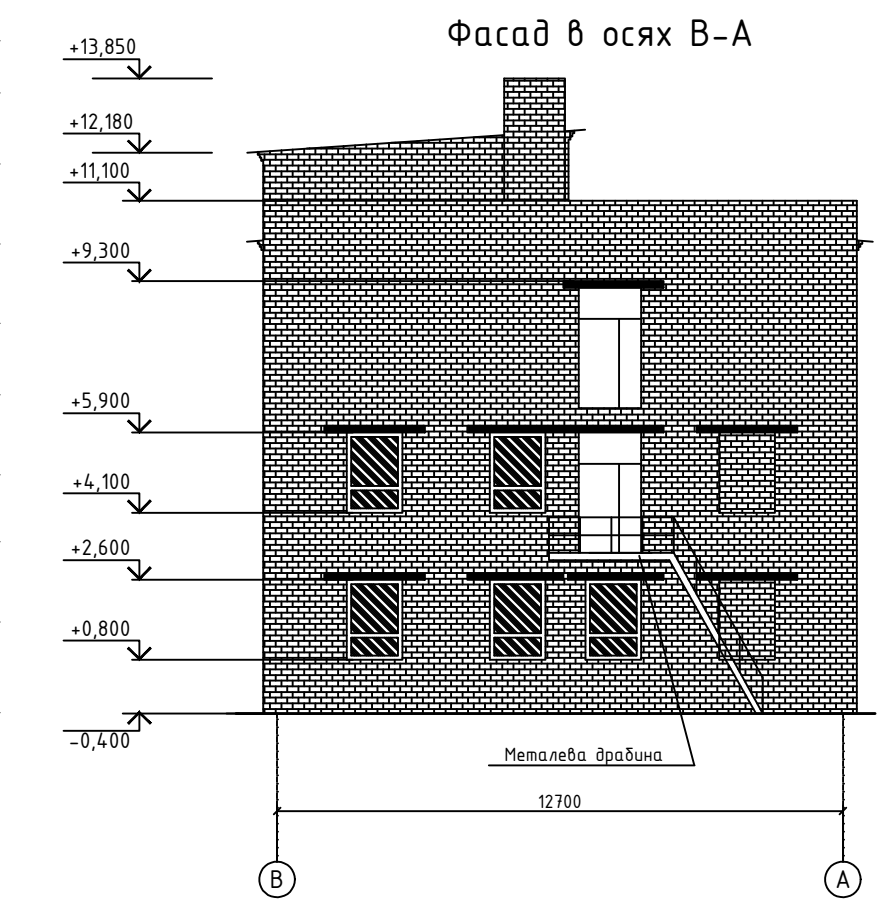
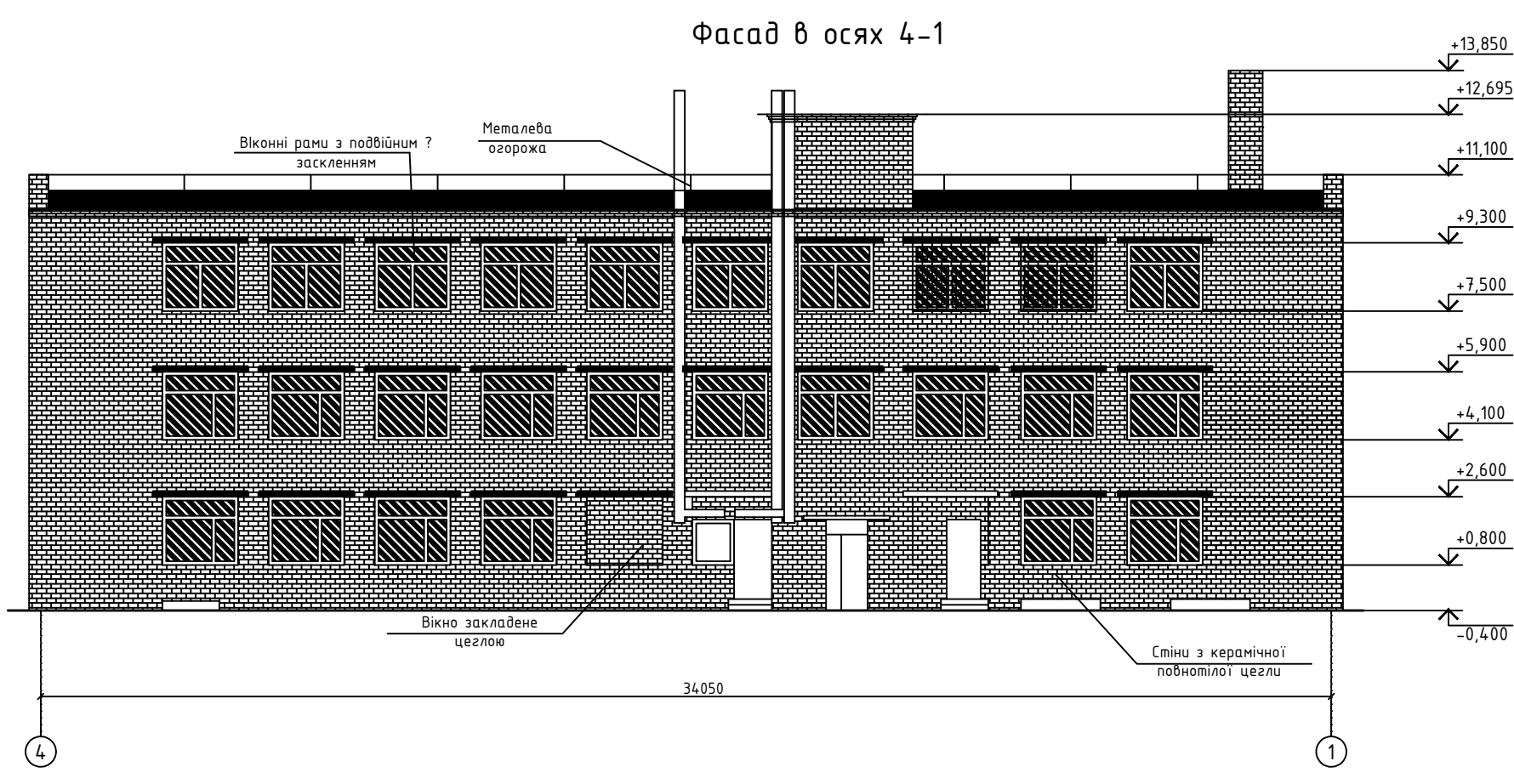
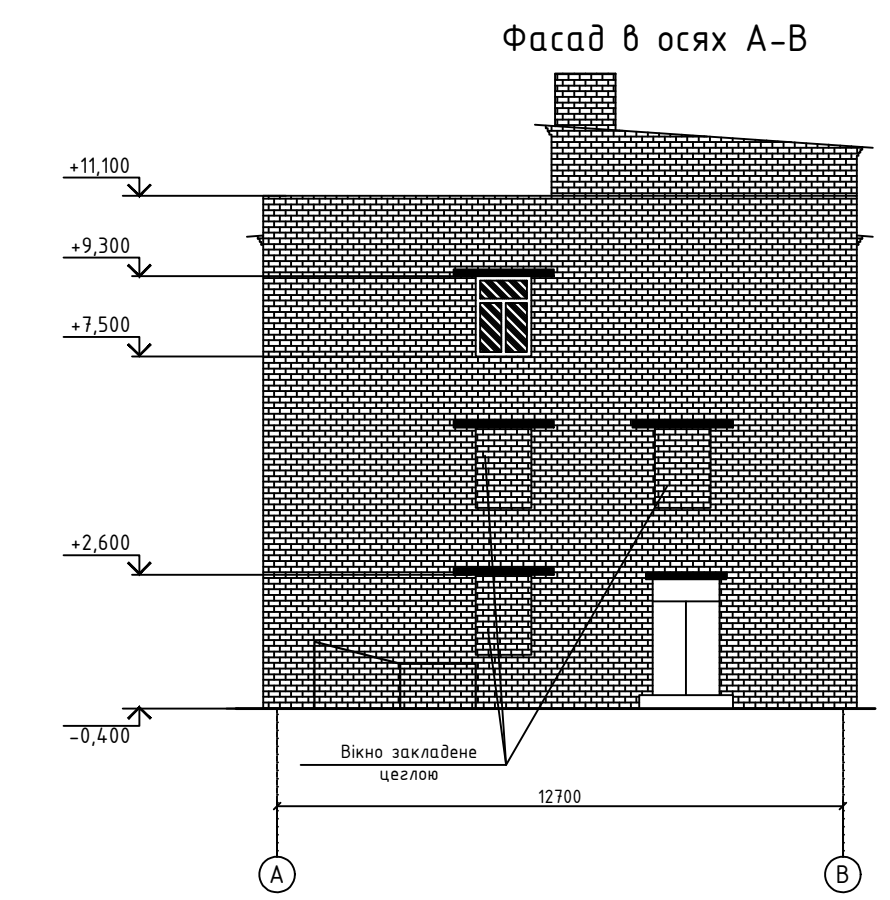
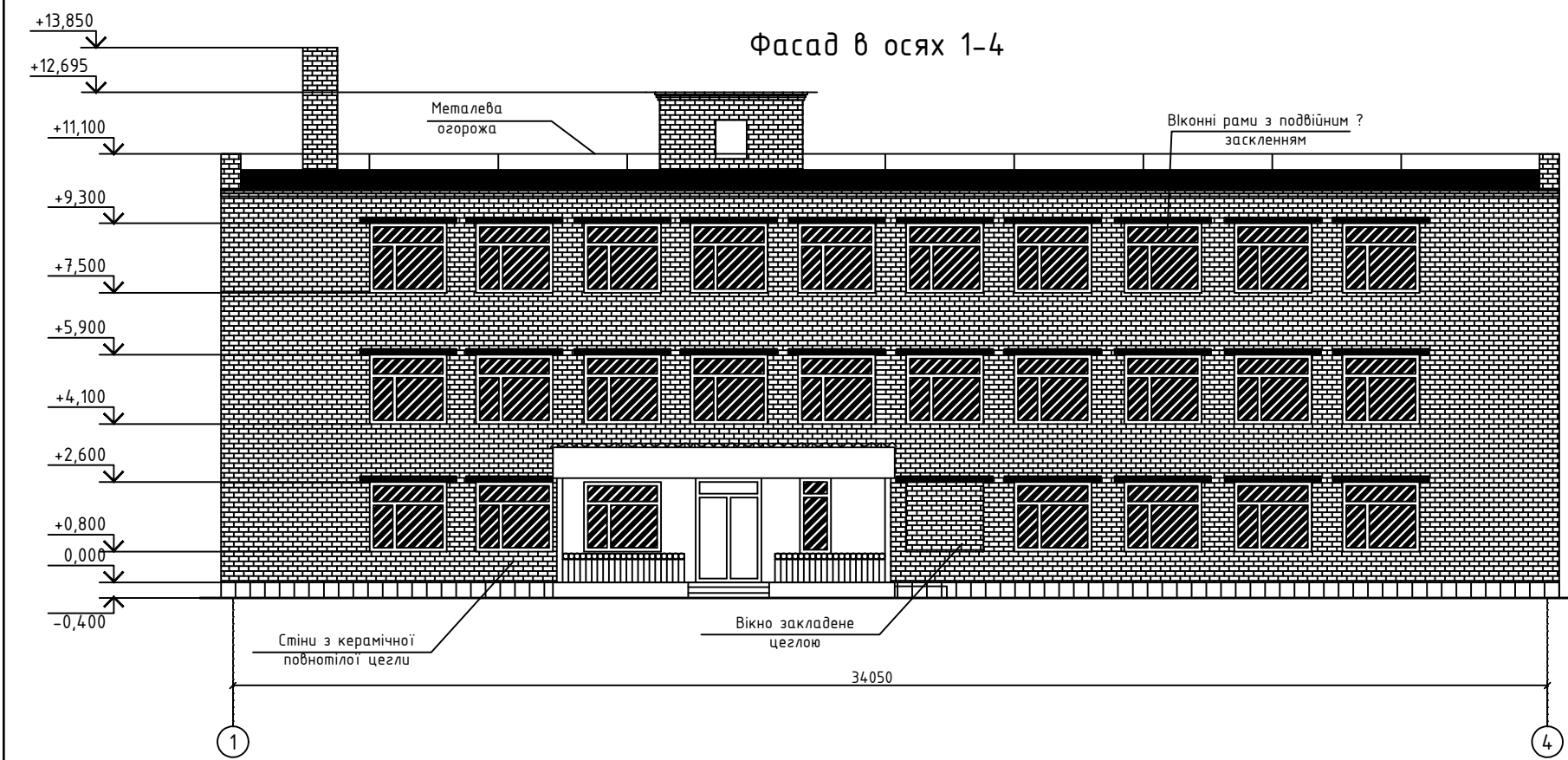
Розріз 1-1



Розріз 2-2



					2МБ.20225.МР		
					Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Оснащення будівлі.	
Розробив	Тринова О.І.					Стадія	Аркш
Керівник	Редько О.В.					Визначення технічного стану	Аркш
						МР	3
							14
Н.Контроль	Сенко О.В.					План покрівлі, Розріз 1-1.	
Заб.кафедри	Сенко О.В.					Розріз 2-2.	
						НЗПП ін. Юрія Кондратюка	
						Кафедра БІАЦІ	



						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арх.	Док.	Підпис	Дата	Обстеження будівлі.		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гринова О.І.				Визначення технічного стану		МР	4	14
Керівник		Редько О.В.								
Н.Контроль		Сенко О.В.				Фасад в осях 1-4, Фасад в осях 4-1.		НЗПП ін. Юрія Кондратюка		
Заб.кафедри		Сенко О.В.				Фасад в осях А-В, Фасад в осях В-А		Кафедра БтмЩ		



Вивітрювання будівельного розчину



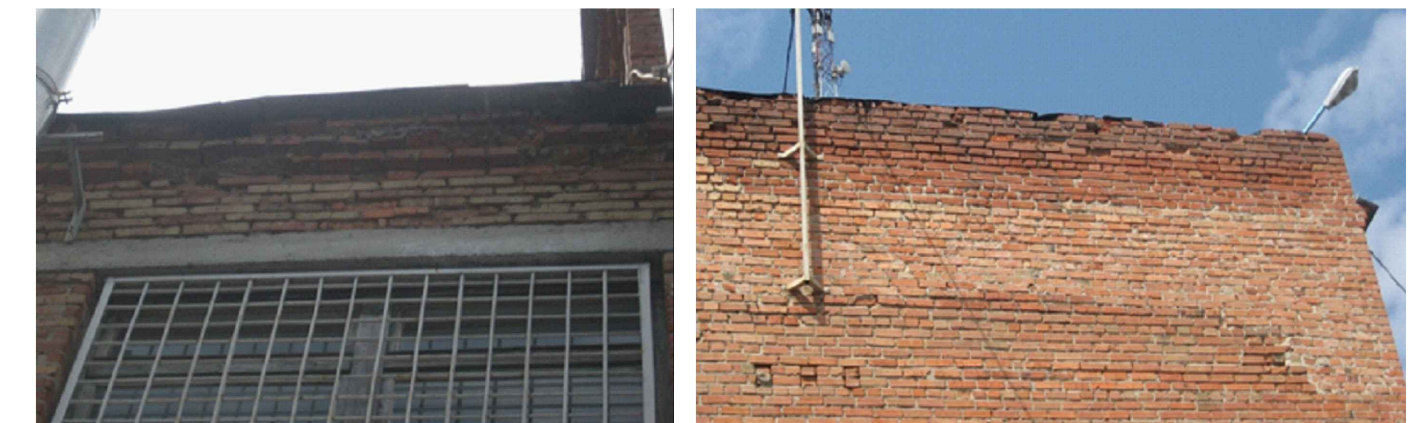
Тріщини в цегляних стінах шириною розкриття від 2 до 10 мм



Неякісне виконання кладки при закладення віконних отворів



Замочування та руйнування цегляної кладки карнизів



Руйнування вимощення, біозабруднення, руйнування сходів



Замочування та руйнування цегляної кладки цоколю та козирьку



						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Обстеження будівлі.		Старія	Архив	Архив
Розробив	Тринова О.І.					Визначення технічного стану		МР	5	14
Керівник	Редько О.В.					Дефекти будівлі		НУПІ ім. Юрія Кондратюка Кафедра БТМЦ		
Н.контр.	Сенко О.В.									
Заб.кафедри	Сенко О.В.									



# Розділ 2. Дослідження існуючого стану теплозахисту огорожувальних конструкцій

Методика розрахунку приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} =$$

де  $F_{\Sigma}$  - площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ ,

$R_{\Sigma i}$  - відповідно опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулами:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$k_1; k_2; k_3$ ; - лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно віконного відкосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання,

$L_1, L_2, L_3$  - лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення,  $\text{м}$ ;

$\Psi_1$  - точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача,  $\text{Вт}/\text{К}$ ,

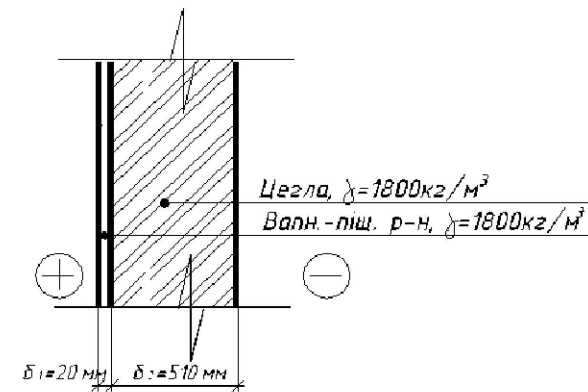
$N_k$  - загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times n_d$$

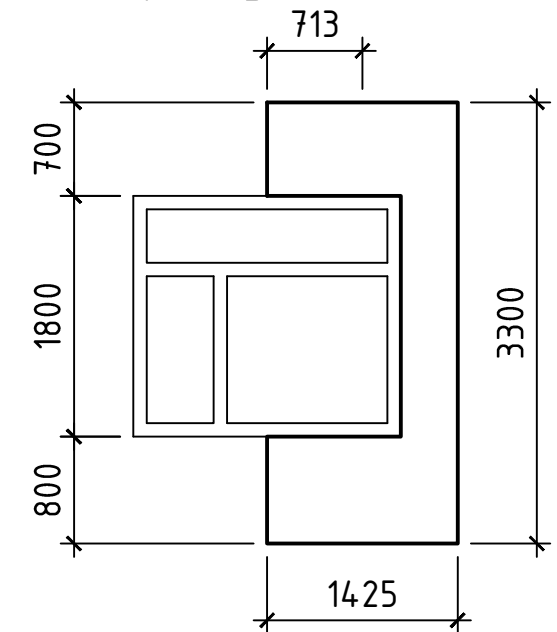
де  $n_d$  - кількість дюбелів на  $\text{м}^2$  огорожувальної конструкції.

Існуючий стан теплозахисту огорожувальних конструкцій

Переріз зовнішньої стіни

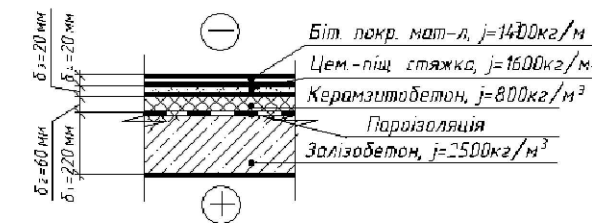


Розрахункова схема



Так як  $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,753 \text{ м}^2 \cdot \text{К} < R_{q, \text{min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  то теплозахист стіни недостатній.

Переріз конструкції покриття



Так як  $R_0 = 0,602 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} < R_{q, \text{min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  та  $\Delta t = 8 \text{ }^\circ\text{C} > \Delta t_{\text{cr}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$  то теплозахисних властивостей покриття недостатньо.

						2МБ.20225.МР		
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Об'єкту будівлі. Визначення технічного стану		
Розроб	Тринова О.І.					Стан	Арх	Арх
Керівник	Редько О.В.					МР	6	14
						Дефекти будівлі		
Н.Контроль	Сенко О.В.					НЗП ін. Юрія Кондратюка		
Заб.кафедри	Сенко О.В.					Кафедра БтМЦ		



# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій до вимог норм.

## Зовнішня стіна

### Методика визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі

Розрахунок лінійного коефіцієнта теплопередачі виконуємо згідно з [1] за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j =$$

Де  $L^{2D}$  - лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{заг}}{t_B - t_3}$$

де  $Q_{заг}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт, визначають на підставі результатів розрахунку двовимірного температурного поля.

$t_B, t_3$  - температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря.

$U_j$  - коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}} =$$

де  $R_{\Sigma}$  - опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  - товщина шарів огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  - теплопровідність шарів огорожувальної конструкції, Вт/(м · К),

$l_1$  - довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

### Характеристика шарів огорожувальної конструкції

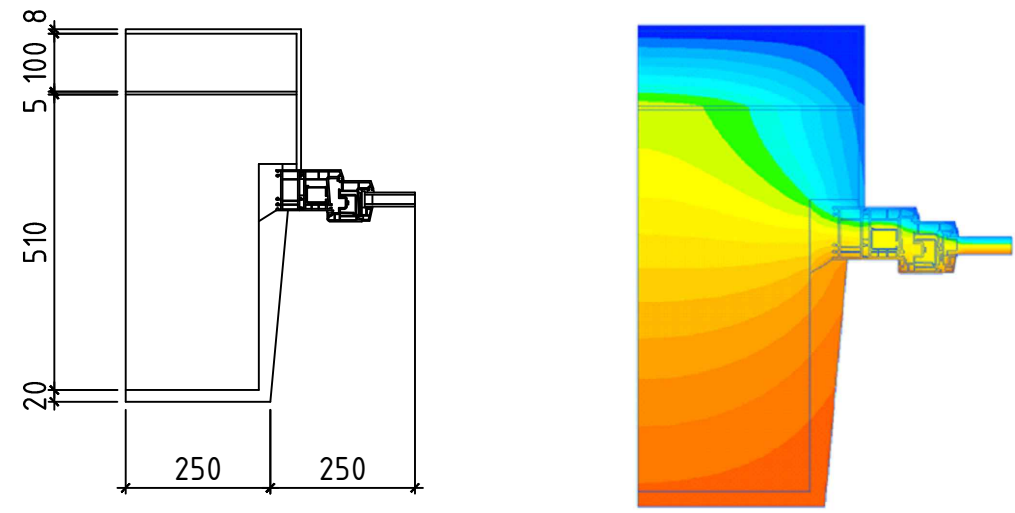
№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81
3	Утеплювач	0,1	0,049
4	Клейова суміш	0,005	0,93
5	Декоративна штукатурка	0,008	0,93
6	Монтажна піна		0,05
7	Алюміній		221
8	Повітря рами		0,16
9	Пластик		0,23
10	Гума		0,15
11	Склопакет		0,032

ЗМБ.20225.МР					
Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата
Розробив	Тринова О.І.				
Керівник	Редько О.В.				
Обстеження будівлі. Визначення технічного стану				Станія	Аркуші
				МР	7 14
Дефекти будівлі				НЗПП ін. Юрія Кондратюка	
				Кафедра БТМЦ	

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій до вимог норм.

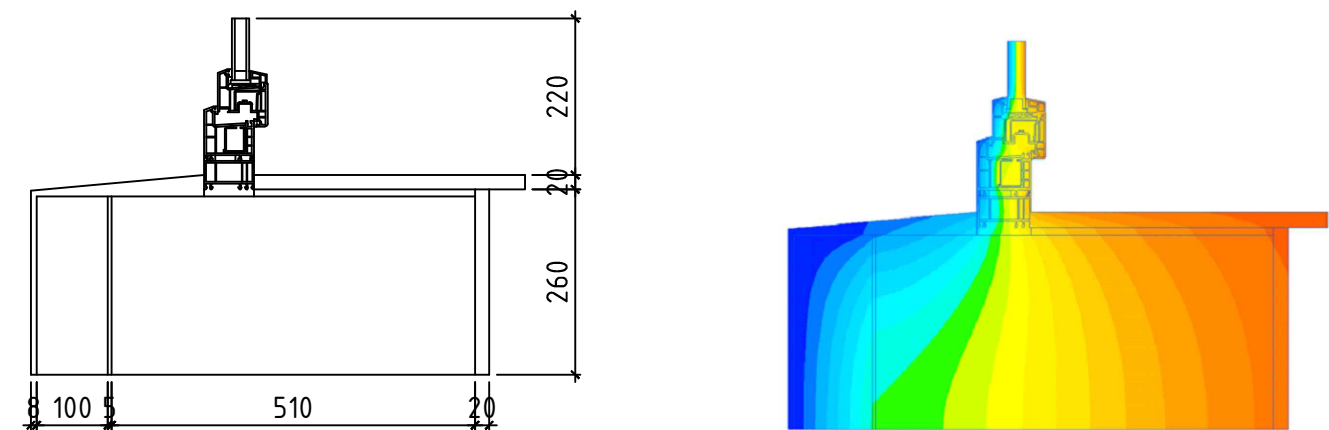
Приведений опір теплопередачі стіни (без утеплення відкосів вікна) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



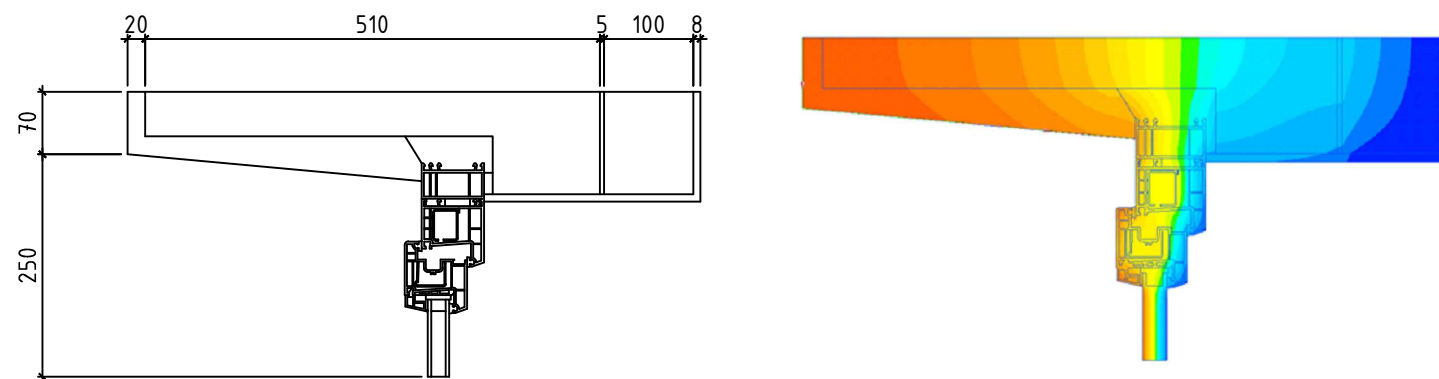
$$k_1 = 0,262 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,304 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,311 \text{ Вт/К}$$

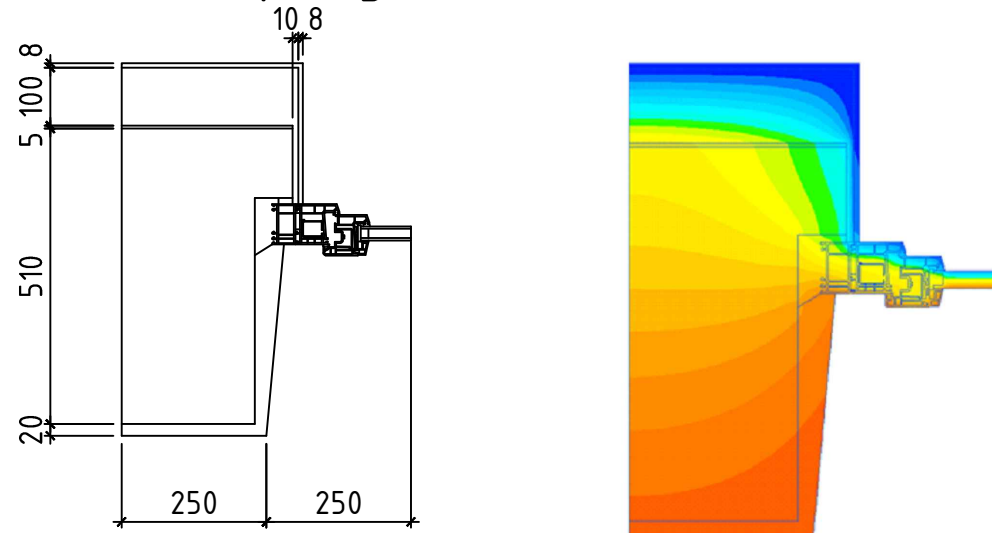
$$R_{\Sigma пр} = 1,546 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Освеження будівлі.		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гринова О.І.				Визначення технічного стану		МР	8	14
Керівник		Редько О.В.				Дефекти будівлі		НЗП ін. Юрія Кондратюка Кафедра БТМЦ		
Н.контроль		Сенко О.В.								
Заб.кафедри		Сенко О.В.								

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій до вимог норм.

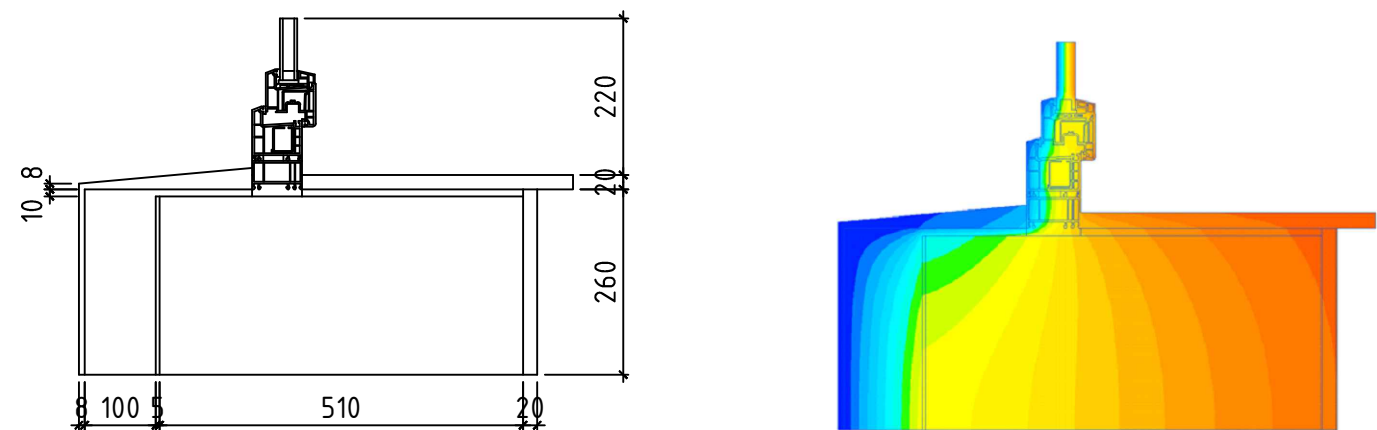
Приведений опір теплопередачі стіни (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 10мм) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



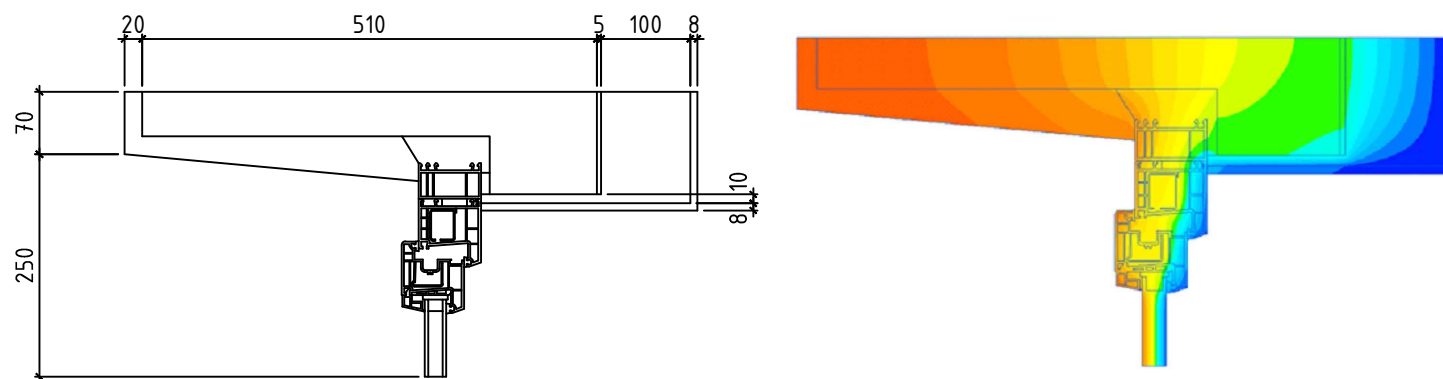
$$k_1 = 0,189 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,21 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,226 \text{ Вт/К}$$

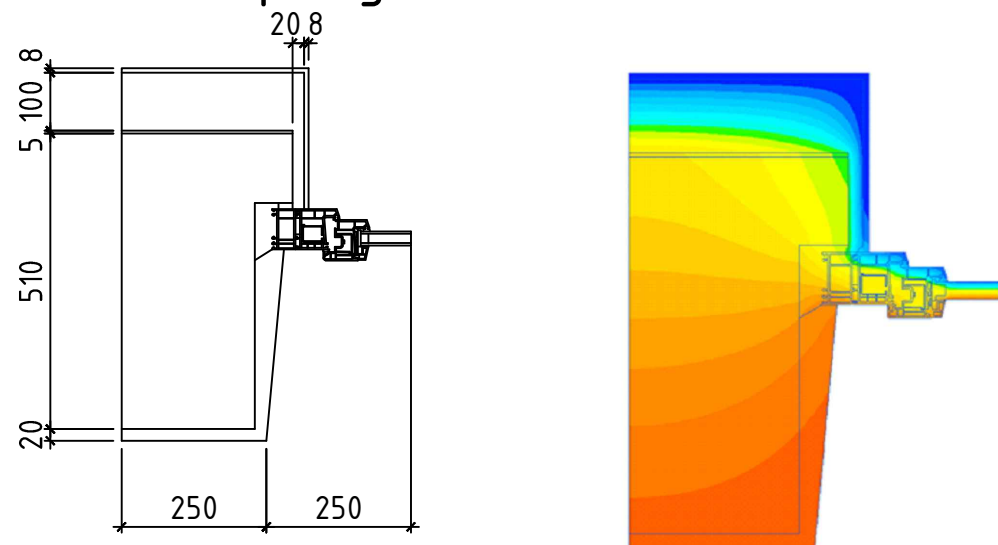
$$R_{\Sigma пр} = 1,775 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						2МБ.20225.МР		
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Освеження будівлі.		
Розробив	Тринова О.І.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Редько О.В.					МР	9	14
						Дефекти будівлі		
Н.Контроль	Сенко О.В.					НЗП ін. Юрія Кондратюка		
Заб.кафедри	Сенко О.В.					Кафедра БТМЦ		

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій до вимог норм.

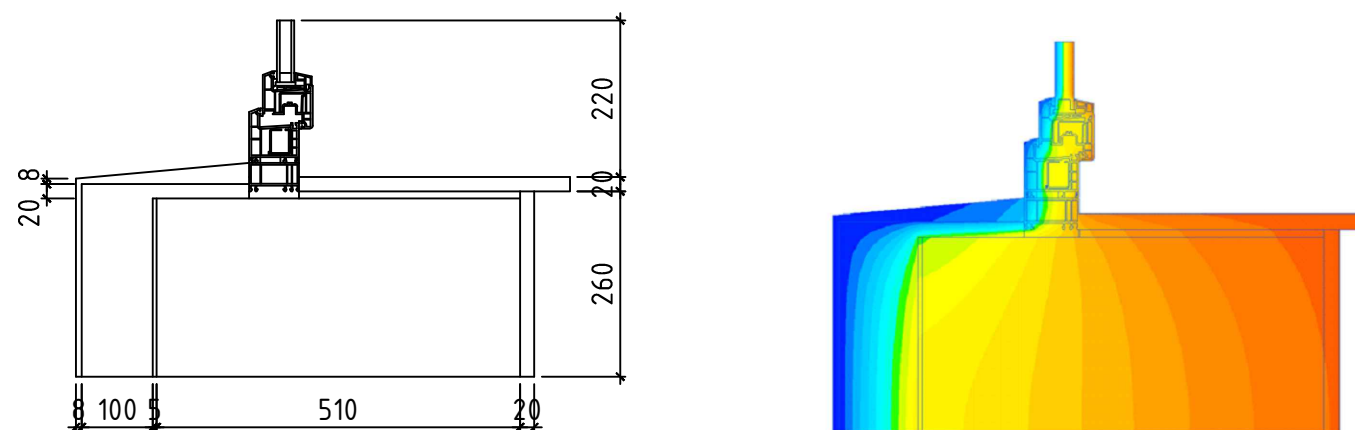
Приведений опір теплопередачі стіни (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 20мм) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



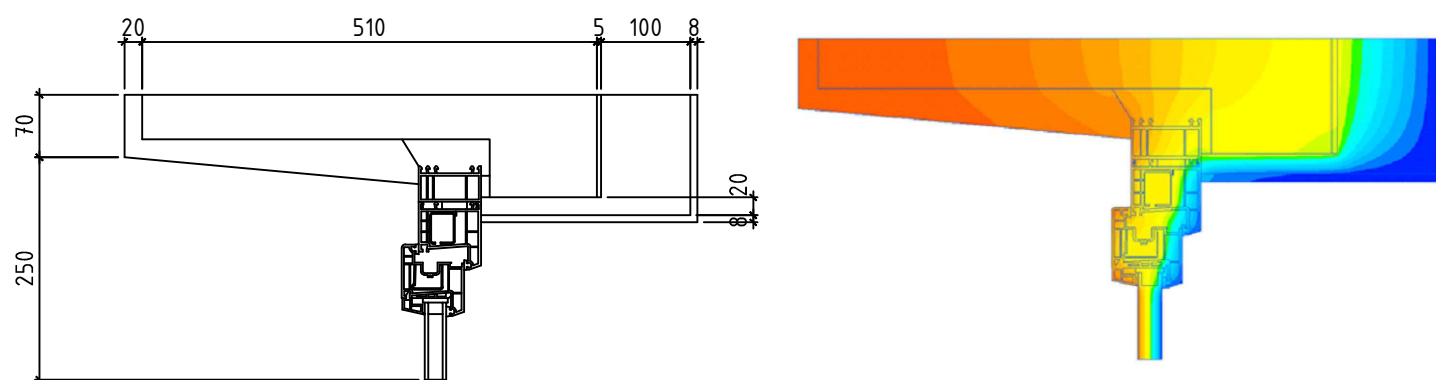
$$k_1 = 0,156 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,168 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,183 \text{ Вт/К}$$

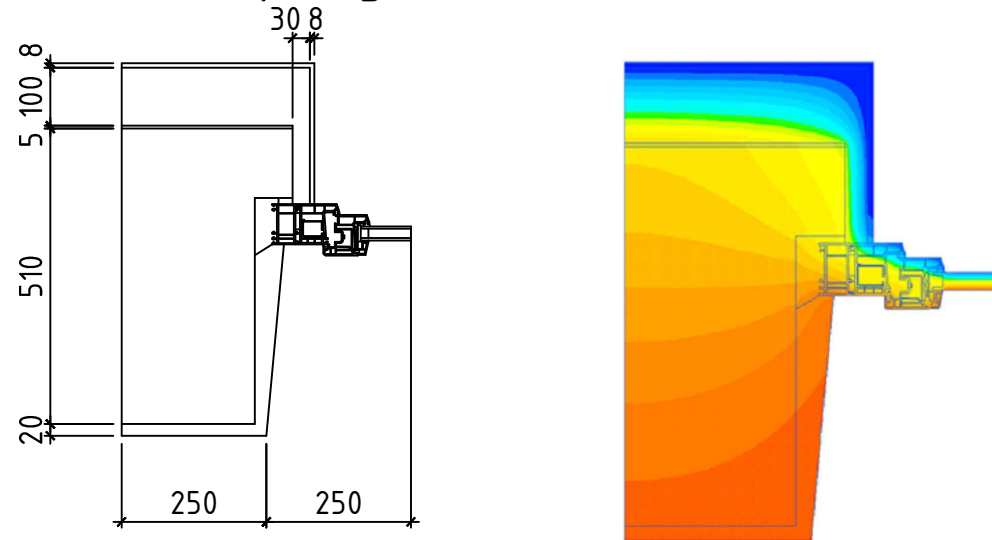
$$R_{\Sigma пр} = 1,87 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						2МБ.20225.МР		
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Ослеження будівлі.		
Розробив	Тринова О.І.					Стадія	Аркуш	Аркущів
Керівник	Редько О.В.					МР	10	14
						Дефекти будівлі		
Н.контроль	Сенко О.В.					НЗП ін. Юрія Кондратюка		
Заб.кафедри	Сенко О.В.					Кафедра БТМЦ		

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій до вимог норм.

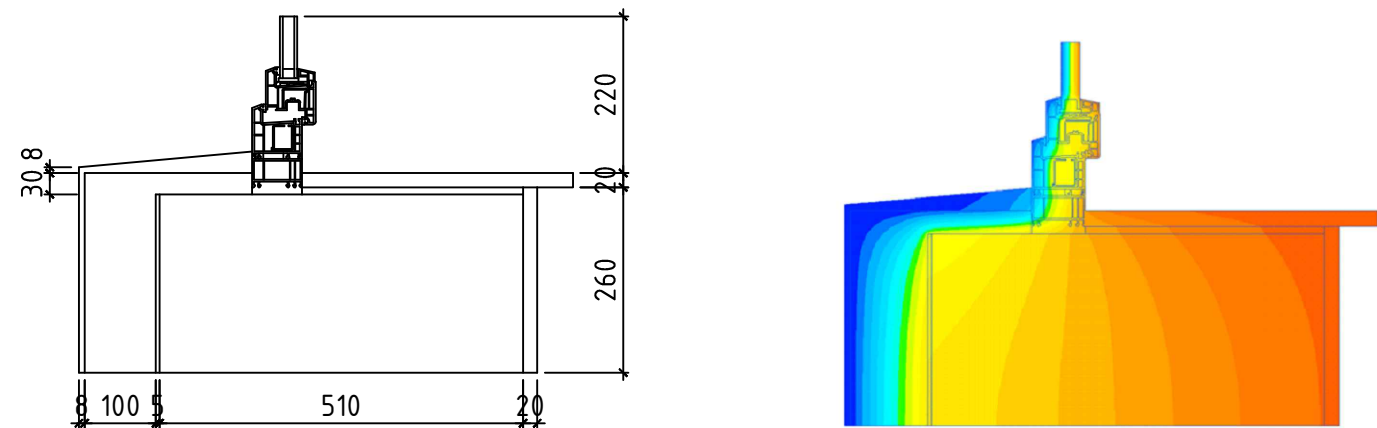
Приведений опір теплопередачі стіни (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 30мм) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



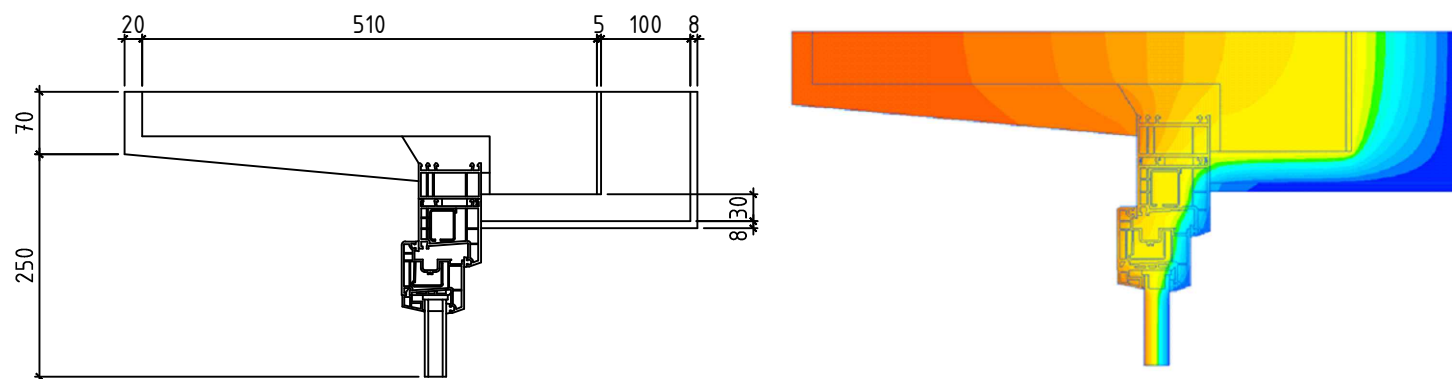
$$k_1 = 0,13 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,141 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,13 \text{ Вт/К}$$

$$R_{\Sigma пр} = 1,962 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

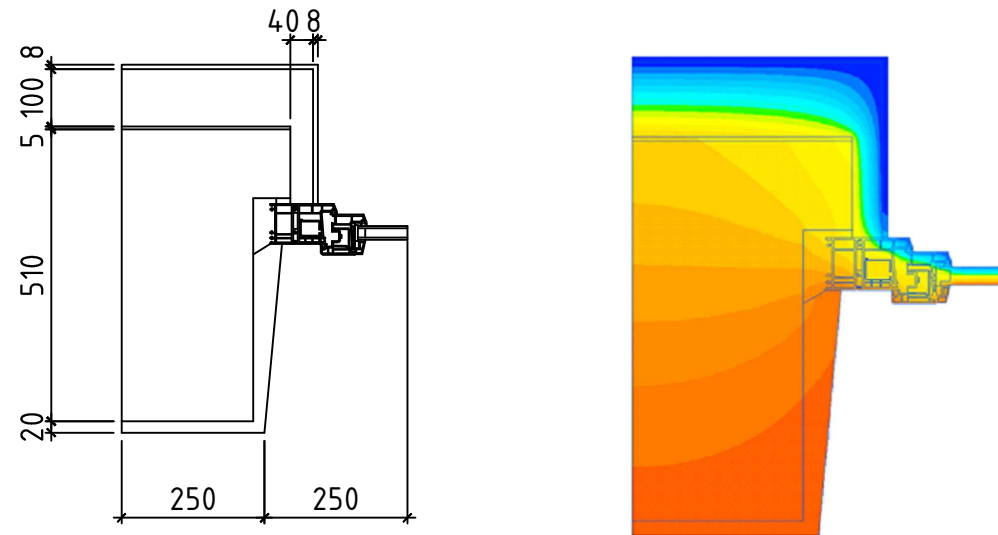
						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Освеження будівлі.		Старія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Тринова О.І.					Визначення технічного стану		МР	11	14
Керівник	Редько О.В.					Дефекти будівлі		НЗП ін. Юрія Кондратюка Кафедра БТМЦ		
Н.контр.	Сенко О.В.									
Заб.кафедри	Сенко О.В.									



# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій до вимог норм.

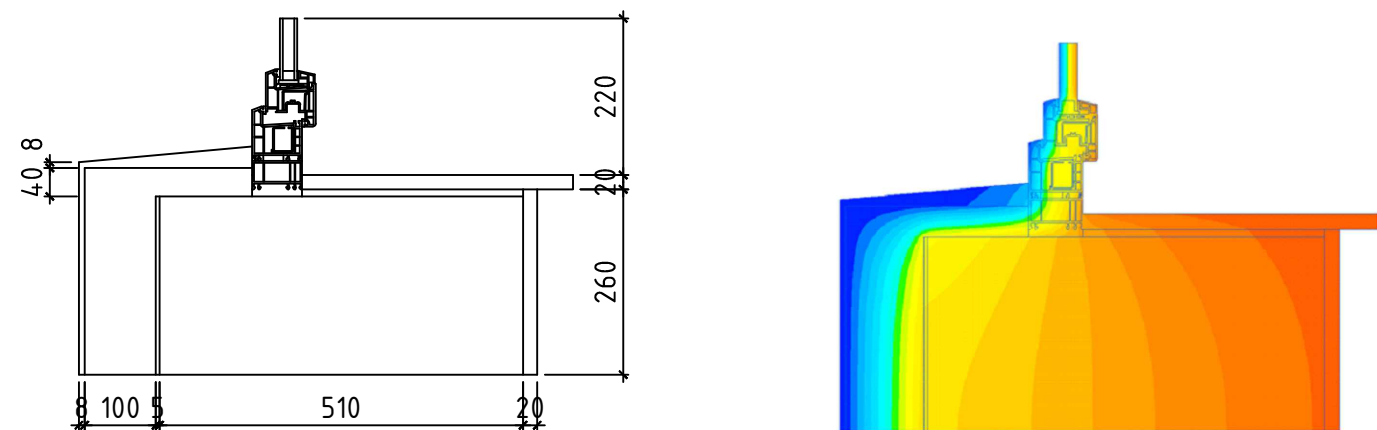
Приведений опір теплопередачі стіни (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 40мм) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



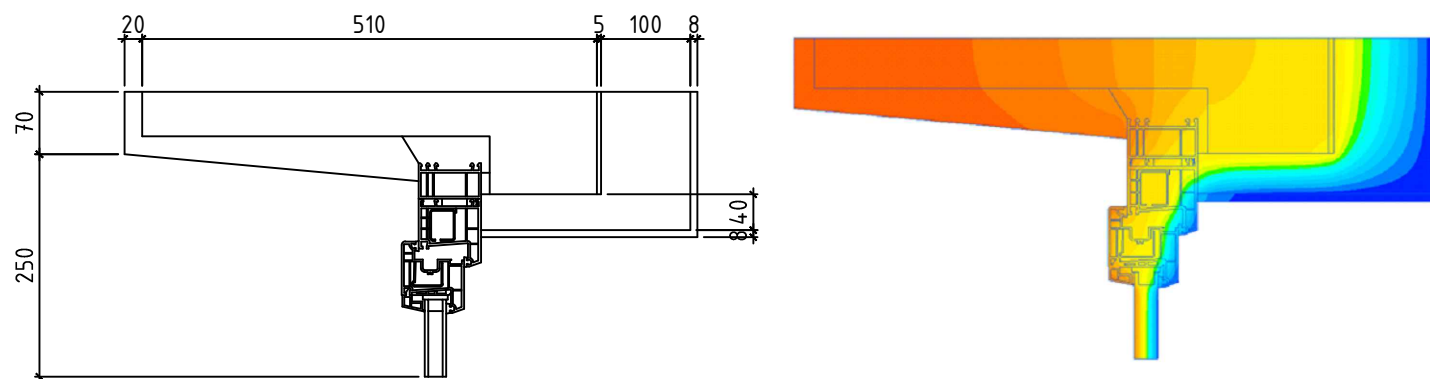
$$k_1 = 0,115 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,122 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,136 \text{ Вт/К}$$

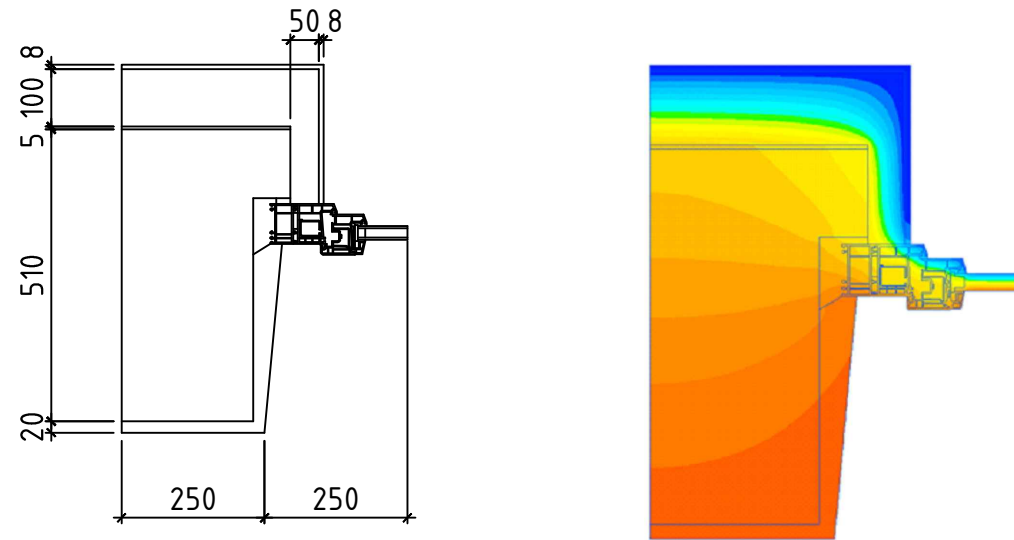
$$R_{\Sigma пр} = 2,026 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Освеження будівлі.		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Тринова О.І.					Визначення технічного стану		МР	12	14
Керівник	Редько О.В.					Дефекти будівлі		НЗП ін. Юрія Кондратюка Кафедра БТМЦ		
Н.контроль	Сенко О.В.									
Заб.кафедри	Сенко О.В.									

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій до вимог норм.

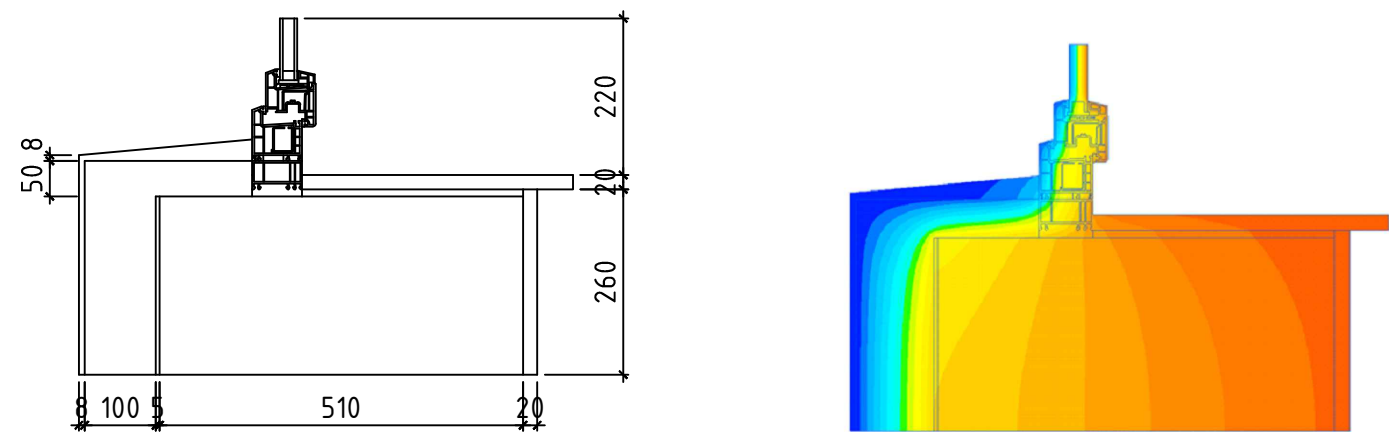
Приведений опір теплопередачі стіни (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 50мм) товщина основного утеплювача 100 мм  
Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розрахункова схема ділянки



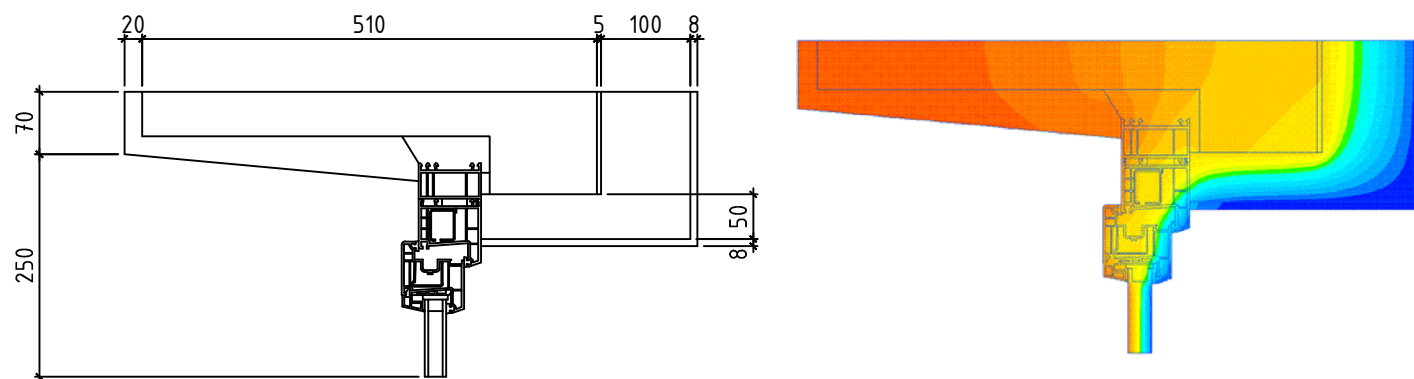
$$k_1 = 0,102 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,107 \text{ Вт/К}$$

Розрахункова схема ділянки



$$k_1 = 0,121 \text{ Вт/К}$$

$$R_{\Sigma пр} = 2,082 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						2МБ.20225.МР				
						Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Освеження будівлі.		Станів	Аркуш	Аркушів
Розробив	Тринова О.І.					Визначення технічного стану		МР	13	14
Керівник	Редько О.В.					Дефекти будівлі		НЗП ін. Юрія Кондратюка Кафедра БТМЦ		
Н.контр.	Сенко О.В.									
Заб.кафедри	Сенко О.В.									

# Розділ 3. Приведення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій до вимог норм.

Визначення товщини основного утеплювача при якій виконуються норми теплоізоляції (товщина утеплення відкосів вікна 50 мм)

Залежність приведенного опору теплопередачі стіни від товщини основного утеплювача (утеплення відкосів вікна шаром товщиною 50 мм)

№	Товщина основного утеплювача, мм	Приведений опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	100	2,082
2	110	2,182
3	120	2,275
4	130	2,364
5	140	2,45
6	150	2,531
7	160	2,608
8	170	2,68
9	180	2,751
10	190	2,818
11	200	2,883
12	210	2,944
13	220	3,003
14	230	3,06
15	240	3,114
16	250	3,166
17	260	3,216
18	270	3,261
19	<b>280</b>	<b>3,307</b>

Використання лінійних коефіцієнтів за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 за температурними полями  
 $R_{\Sigma \text{пр}} = 4,089 \text{ м}^2 \cdot \text{К}$   $R_{\Sigma \text{пр}} = 3,307 \text{ м}^2 \cdot \text{К}$

Розходження 24%

Загальні висновки

1. Теплозахисні властивості стіни та суміщеного покриття існуючої будівлі недостатні.
2. При термомодернізації на теплозахисні властивості стіни значний вплив здійснює утеплення відкосів вікна.
3. Зі збільшенням товщини утеплення відкосів теплозахист стіни підвищується.
4. Товщина утеплення відкосів вікна враховується лінійними коефіцієнтами теплопередачі, які залежать від цієї товщини.
5. Максимально можлива товщина утеплення відкосів становить 50 мм. Виконати утеплення відкосів більшої товщини не дозволяє ширина рами вікна.
6. Нормований опір теплопередачі стіни досягається при товщині основного утеплювача у 280 мм та утеплення відкосів вікна шаром товщиною 50 мм.
7. Приведений опір теплопередачі стіни визначений із використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 дає завищене значення. Цей опір на 24% більше ніж опір визначений з використанням лінійних коефіцієнтів теплопередачі за розрахунками температурних полів.
8. Пояснюється це тим, що схеми утеплення вікон за ДСТУ Б В.2.6-189:2013 дещо відрізняються від наявних у цьому будинку.
9. Тому необхідно розширити перелік схем застосованих у ДСТУ Б В.2.6-189:2013.
10. Для приведення теплозахисних властивостей суміщеного покриття необхідно використати шар утеплювача товщиною 250 мм.

ЗМБ.20225.МР					
Термомодернізація громадської будівлі у м. Полтава					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата
Розробив	Тринова О.І.				
Керівник	Резько О.В.				
Обстеження будівлі. Визначення технічного стану				Стадія	Аркуші
				МР	14 14
Н.Контроль				НЗПП ін. Юрія Кондратюка	
Заб.кафедри				Кафедра БТМЦ	