

# **АЛЬБОМ** **технічних рішень**

---

# НЕПРОЗОРИ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Імплементація EPBD в Україні. Статус 2025

**Автор П. Шамілов**

КИЇВ -2025



## АНОТАЦІЯ

Цей Альбом технічних рішень є частиною пакету технічної підтримки імплементації Директиви ЄС про енергетичну ефективність будівель (EPBD) в Україні.

Видання створене на виконання Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» та відповідних підзаконних актів і має на меті сприяти проектуванню та впровадженню рішень для будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії (nZEB). Особливу увагу приділено непрозорим огорожувальним конструкціям - основному джерелу тепловтрат у будівлях.

Альбом містить набір типових вузлів із підтвердженими теплофізичними характеристиками, які розраховані згідно ISO 10211 та ISO 6946.

Альбом орієнтований на фахівців із проектування, сертифікації та енергоаудиту, а також є корисним матеріалом для навчальних закладів у підготовці спеціалістів з nZEB-будівництва. Він також придатний для застосування при термомодернізації існуючих будівель.

## НА ВИКОНАННЯ



**ЗАКОН УКРАЇНИ "Про енергетичну ефективність будівель"**

Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.



**РОЗПОРЯДЖЕННЯ КМУ № 88-р від 29 січня 2020 р.**

"Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель у частині збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та затвердження Національного плану збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії"



**НАКАЗ МІНПРОЗВИТКУ №168, від 06 лютого 2025р.**

"Деякі питання запровадження вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії"

Цей звіт підтриманий Європейською кліматичною фундацією. Відповідальність за інформацію та погляди, висловлені у цьому звіті, лежить на авторах. Європейська кліматична фундація не може бути визнана відповідальною за будь-яке використання інформації, яка викладена в цьому звіті.

|                                                                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Вступ</b>                                                                                                                                                  | <b>4</b>  |
| 1.1 Законодавче підґрунтя видання "АЛЬБОМ ТР. НОК"                                                                                                               |           |
| 1.2 Цільова аудиторія, сфера використання та доступність до видання                                                                                              |           |
| 1.3 Терміни та визначення;                                                                                                                                       |           |
| 1.4 Прийняті скорочення, аббревіатури та умовні позначення структури документа                                                                                   |           |
| <b>2. Граничні умови та досліджувані параметри</b>                                                                                                               | <b>8</b>  |
| 2.1 Правила формування розрахункових моделей досліджуваних вузлових рішень;                                                                                      |           |
| 2.2 Граничні умови симуляції вузлових рішень:<br>розрахункова температура<br>поверхневий опір теплопередачі                                                      |           |
| 2.3 Досліджувані параметри:<br>внутрішні поверхневі температури конденсації та цвілі $\theta_{si}$ , °C;<br>лінійний коефіцієнт теплопередачі $\psi$ , Вт/(м·K); |           |
| <b>3. Кодування вузлових рішень</b>                                                                                                                              | <b>19</b> |
| 3.1 Локатор вузлових рішень;                                                                                                                                     |           |
| 3.2 Класифікатор вузлових рішень НОК та СПОК;                                                                                                                    |           |
| <b>4. Матриця НОК для формування вузлів примикання</b>                                                                                                           | <b>22</b> |
| 4.1 Обґрунтування вимог до огорожувальних конструкцій nZEB;                                                                                                      |           |
| 4.2 Статистична вибірка НОК для конструювання вузлових рішень;                                                                                                   |           |
| <b>5. Методи зниження тепловтрат у вузлах НОК</b>                                                                                                                | <b>28</b> |
| <b>6. Вузлові рішення НОК</b>                                                                                                                                    | <b>28</b> |
| технічні креслення, симуляції, термополя, внутрішні поверхневі температури ( $\theta_{si}$ , °C), лінійні коефіцієнти теплопередачі ( $\psi$ , Вт/(м·K))         |           |
| <b>7. Посилання</b>                                                                                                                                              | <b>XX</b> |

## ПОДЯКИ

**STANISLAVS GENDELIS**, Leading Researcher, University of Latvia, Riga

**ШИШКА КАТЕРИНА**, енергоаудитор, національний тимлід проєкту TEAD (Trainings for Energy Auditors & Technical Designers in Ukraine), член правління "Асоціація Енергоаудиторів України"

**ЮРЧЕНКО ЄВГЕН**, енергоаудитор, керівник в Енерго-інноваційний Хаб, доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА)

**ПАХОЛЮК ОРЕСТ**, енергоаудитор, доцент кафедри Будівництва та цивільної інженерії, Луцький національний технічний університет

**ОРЛЕНКО МИХАЙЛО**, виконавчий директор Асоціації "Українські виробники світлопрозорих конструкцій"

**ХМЕЛЕНКО СЕРГІЙ**, ТМ "VSThermo"

**БРУСНІЦИН ОЛЕКСІЙ**, архітектор, енергоаудитор, сертифікований проєктант PassiveHouse

*Будинки є найбільшим споживачем енергії, тому будівельний сектор має вирішальне значення для досягнення енергетичних і кліматичних цілей. На нього припадає приблизно 40% споживання енергії і 36% викидів парникових газів. 85% будівель в ЄС були побудовані до 2000 року, і серед них 75% мають низьку енергоефективність. Таким чином, заходи з підвищення енергоефективності будівель є ключовими для енергозбереження і досягнення будівельного фонду з нульовими викидами та повної декарбонізації до 2050 року.*

*Концепція nZEB, що є аббревіатурою для будівлі з майже нульовою енергією, була визначена в Директиві з енергетичної ефективності будівель законодавства Європейського Союзу. Україна як член Європейського співтовариства впроваджує ці рішення для підвищення енергоефективності українського будівельного фонду. «Будівля з майже нульовим споживанням енергії» означає будівлю з дуже високою енергоефективністю. Майже нульова або дуже низька необхідна кількість енергії повинна покриватися в дуже значній мірі енергією з відновлюваних джерел, включаючи енергію з відновлюваних джерел, вироблену на місці або поблизу.*

## 1.1 Законодавче підґрунтя видання "АЛЬБОМ ТР. НОК"

### ЗАКОН УКРАЇНИ "Про енергетичну ефективність будівель" [11]

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Стаття 3. Основні засади державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель

п.1

- 2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- 3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- 5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- 6) розроблення та реалізація **національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії** та стратегії термомодернізації будівель;
- 7) стимулювання до **збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії**, зокрема шляхом нового будівництва та термомодернізації будівель.

### НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЛАН збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії [12]

...встановлення обов'язковості дотримання вимог щодо досягнення близького до нульового рівня споживання енергії будівлею..., зокрема:

- о **не пізніше 31 грудня 2025 р.** енергетична ефективність будівель державної та комунальної форми власності, що приймаються в експлуатацію, повинна бути не нижчою за чинні вимоги...;
- о **не пізніше 31 грудня 2027 р.** енергетична ефективність будівель, що приймаються в експлуатацію, повинна бути не нижчою за чинні вимоги.

## 1.2 Сфера використання, цільова аудиторія, та доступність видання

Альбом Технічних Рішень створено на підтримку впровадження НАКАЗу № 168 Мінрозвитку "Деякі питання запровадження вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії" [13], для застосування при проєктуванні, будівництві та сертифікації енергетичної ефективності будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії а також будівель, що підлягають термомодернізації.

Основною метою видання є пошук та фіксація кращих архітектурно-конструктивних вузлових рішень із новітніх будівельних практик України і ЄС (який з початку 2021р. знаходиться в стані обов'язковості виконання стандартів nZEB для нових будівель) та підтвердження показників їх енергетичної ефективності відповідними розрахунками (симуляції теплополів, фіксації проходження характерних ізотерм та критичних температур на внутрішніх поверхнях, розрахунки трансмісійних тепловтрат через термічно однорідні поля та лінійних коефіцієнтів теплопередачі в зонах теплопровідних включень та термомостів). В той же час, надати виданню наповнення вичерпного технологічного довідника заявлених рішень за мету не ставилось.

Альбом ТР орієнтований на використання:

**в системі підготовки проєктантів** nZEB будівель (перш за все, профільні навчальні заклади);

**в процесі проєктування будівель** - як на етапі створення ескізного проєкту (архітекторами, оскільки значні товщини утеплювача суттєво впливатимуть на візуальний архітектурний образ будівлі або деякі естетичні ідеї можуть бути спряженими із значними тепловтратами), так і під час конструкторського проєктування;

**під час енергоаудиту та енергосертифікації будівлі** - для розрахунку показників теплопередачі трансмісією оболонки будівлі - енергоаудиторами (оскільки теплофізичні показники значної частини архітектурно-конструкторських вузлів не описано в існуючій нормативній документації, зокрема в [3]);



### Хмарний доступ

Для можливості використання архітектурно-конструкторських вузлів безпосередньо в проєктній документації, звітах з Енергетичного Аудиту будівель, розділах Енергетична Ефективність стадії П тощо за технологією CopyPaste, за QR (ліворуч) знаходиться наступне:

- **dwg/dxf креслення** вузлових рішень;
- **pdf звіти** симуляцій, теплополів та розрахунків теплофізичних показників;
- **нормативна документація**.

## 1.3 Терміни та визначення

У цьому виданні вжито наступні терміни, встановлені в нормативних актах, вказаних нижче.

### **ЗАКОН УКРАЇНИ "Про енергетичну ефективність будівель" [1]**

**будівля** - різновид наземної споруди, пов'язаної фундаментом із землею (грунтом), що складається з несучих та огорожувальних сполучених (несучо-огорожувальних) конструкцій, які утворюють приміщення, інженерних систем та в якій використовується енергія з метою створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей;

**будівля з близьким до нульового рівнем споживання енергії** - будівля з рівнем енергетичної ефективності, що перевищує встановлені мінімальні вимоги, в якій для формування належних умов проживання та/або життєдіяльності людей використовується енергія із значною часткою енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії;

**енергетична ефективність будівлі** - властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі;

**енергетичний сертифікат** - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості, визначені законодавством;

**енергоефективні заходи** - заходи, спрямовані на зменшення обсягів питомого споживання енергії (підвищення рівня енергетичної ефективності) в будівлі, за умови забезпечення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі;

**клас енергетичної ефективності будівлі** - позначення (маркування) властивості будівлі, що відповідає розрахунковому рівню енергетичної ефективності будівлі, визначене за інтервалом значень загального показника енергетичної ефективності, що встановлюється відповідно до вимог законодавства у сфері енергетичної ефективності будівель;

**термомодернізація будівель (термомодернізація)** - комплекс робіт на прийнятому в експлуатацію закінченому будівництвом об'єкті, результатом яких є підвищення показників енергетичної ефективності будівлі, інженерних систем та їх елементів, теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій до рівня не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель;

### **ДСТУ 9191:2022 [3]**

**приведений опір теплопередачі** - фізична величина, що характеризує усереднену за площею густину теплового потоку через фрагмент огорожувальної конструкції будівлі за стаціонарних умов теплопередачі, яка чисельно дорівнює відношенню перепаду температури по різні боки огорожувальної конструкції до осередненої за площею фрагмента густини теплового потоку через даний фрагмент конструкції за стаціонарних умов теплопередачі

**лінійний коефіцієнт теплопередачі** - поправковий показник для визначення впливу лінійного теплопровідного включення термічно неоднорідної огорожувальної конструкції на її теплоізоляційні характеристики, що враховує кількість теплоти, у ватах, яка передається через теплопровідне включення завдовжки 1 м за різниці температур по обидві сторони конструкції в 1 К та її визначають на підставі двовірних розрахунків

### **ДБН В.2.6-31 [1]**

**неопалюваний підвал, непрозорі огорожувальні конструкції, опалюваний підвал, розрахункові умови експлуатації, світлопрозорі огорожувальні конструкції, теплоізоляційна оболонка будівлі**

### **ДБН В.2.6-33 [2]**

**конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою, конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами, шар теплової ізоляції, несуча частина стіни**

## 1.4 Прийняті скорочення, аббревіатури та умовні позначення структури документа

### Інфографіка

У цьому виданні прийнята наскрізна нумерація рисунків, діаграм, ілюстрацій окрім цитат нормативних документів, які виділено вертикальною лінією.

### Цитати

Цитати нормативних документів виділено товстою вертикальною лінією. Нумерація рисунків і таблиць в цитатах збережено у відповідності до вихідного тексту документів (!). Референтний номер та їх повна назва наведено у розділі "6. Посилання".

### Скорочення та аббревіатури

|             |                                          |
|-------------|------------------------------------------|
| <b>ОК</b>   | Огороджувальна конструкція               |
| <b>НОК</b>  | Непрозора Огороджувальна Конструкція     |
| <b>СПОК</b> | СвітлоПрозора Огороджувальна Конструкція |

## 2. ГРАНИЧНІ УМОВИ ТА ДОСЛІДЖУВАНІ ПАРАМЕТРИ

### 2.1 Правила формування розрахункових моделей досліджуваних вузлових рішень

Зазвичай неможливо змодельювати всю будівлю за допомогою однієї геометричної моделі. У більшості випадків будівля розділяється на кілька частин (включаючи, де це необхідно) за допомогою січних площин. Це розділення повинно бути виконано таким чином, щоб уникнути будь-яких відмінностей у результатах розрахунку між розділеною будівлею та будівлею як єдине ціле. Цей поділ на кілька геометричних моделей досягається шляхом вибору відповідних січних площин згідно [4].

Нижче наведено ключові тези [4], що стосуються правил розділення будівлі на частини та формування розрахункових моделей, які використано при симуляціях та розрахунках в цьому АЛЬБОМІ для 2-D моделювання. Для 2-D геометричної моделі застосовуються ті самі правила (наведено в 7.2.3, [4]), що наведені в 7.2.2, [4] для 3-D геометричної моделі. Приклади наведено на рисунку 7 та 8. На рисунку 8 можна використати малюнок зліва, якщо тепловий місток симетричний.

#### 7.2.2 Cut-off planes for a 3-D geometrical model for calculation of total heat flow and/or surface temperatures

The geometrical model includes the central element(s), the flanking elements and, where appropriate, the subsoil. The geometrical model is delimited by cut-off planes.

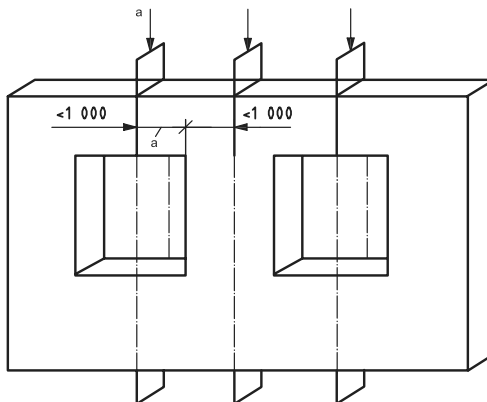
Cut-off planes shall be positioned as follows:

- at a symmetry plane if this is less than  $d_{\min}$  from the central element (see Figure 5);
- at least  $d_{\min}$  from the central element if there is no nearer symmetry plane (see Figure 6);
- in the ground, in accordance with 7.2.4

where  $d_{\min}$  is the greater of 1 m and three times the thickness of the flanking element concerned.

A geometrical model can contain more than one thermal bridge. In such cases, cut-off planes need to be situated at least  $d_{\min}$  from each thermal bridge, or need to be at a symmetry plane (see Figure 6).

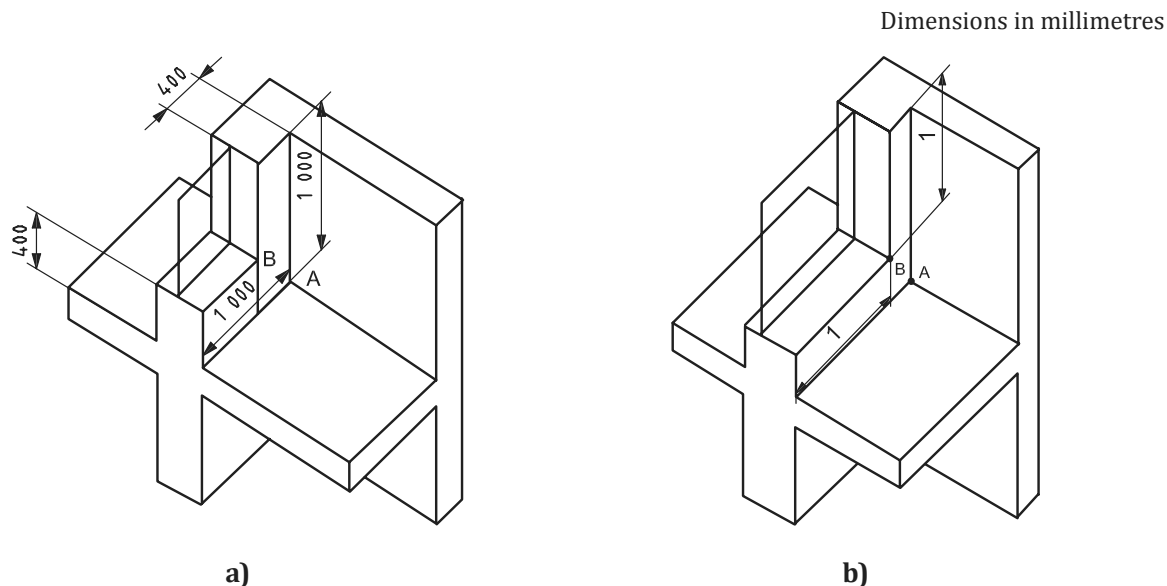
Dimensions in millimetres



#### Key

a Arrows indicate the symmetry planes.

Figure 5 — Symmetry planes which can be used as cut-off planes



#### Key

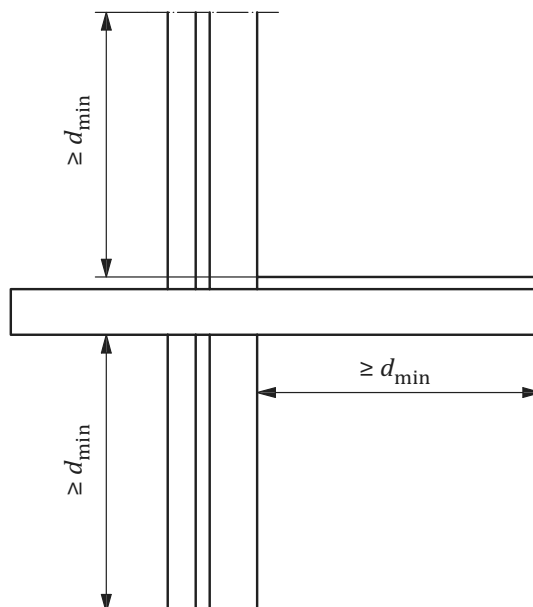
- 1 1 000 mm or at a symmetry plane
- A thermal bridge at the corner of the internal room
- B thermal bridge around the window in the external wall

NOTE Thermal bridge B does not fulfil the condition of being at least  $d_{\min}$  ( $= 1$  m) from a cut-off plane [Figure 6 a)]. This is corrected by extending the model in two directions [Figure 6 b)].

**Figure 6 — 3-D geometrical model containing two thermal bridges**

### 7.2.3 Cut-off planes for a 2-D geometrical model

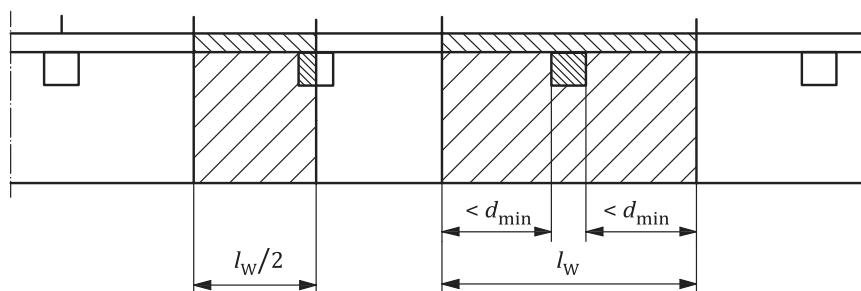
The same rules as given in 7.2.2 apply to a 2-D geometrical model. Examples are shown in Figure 7 and Figure 8. In Figure 8, the left-hand drawing may be used if the thermal bridge is symmetrical.



#### Key

$d_{\min}$  minimum thickness

**Figure 7 — Location of cut-off planes at least  $d_{\min}$  from the central element in a 2-D geometrical model**



#### Key

$d_{\min}$  minimum thickness

$l_w$  fixed distance

**Figure 8 — Example of a construction with linear thermal bridges at fixed distances,  $l_w$ , showing symmetry planes which can be used as cut-off planes**

### 7.2.4 Cut-off planes in the ground

Where the calculation involves heat transfer via the ground (foundations, ground floors, basements), the cut-off planes in the ground shall be positioned as indicated in Table 5. This includes ground below the internal walls in contact with ground.

**Table 5 — Location of cut-off planes in the ground**

| Direction                                                                                                                                                                | Distance to central element         |                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                          | Purpose of the calculation          |                                                 |
|                                                                                                                                                                          | Surface temperatures only           | Heat flow and surface temperatures <sup>a</sup> |
| Horizontal distance to vertical plane, inside the building                                                                                                               | at least three times wall thickness | $0,5 \times \text{floor dimension}^b$           |
| Horizontal distance to vertical plane, outside the building                                                                                                              | at least three times wall thickness | $2,5 \times \text{floor width}^{c,d}$           |
| Vertical distance to horizontal plane below ground level                                                                                                                 | at least 3 m                        | $2,5 \times \text{floor width}^c$               |
| Vertical distance to horizontal plane below floor level (applies only if the level of the floor under consideration is more than 2 m below the ground level)             | at least 1 m                        | $2,5 \times \text{floor width}^c$               |
| <sup>a</sup> See Figure 9 and Figure 10.                                                                                                                                 |                                     |                                                 |
| <sup>b</sup> In a 3-D geometrical model, the floor dimensions (length and width) inside the building are to be considered separately in each direction (see Figure 9).   |                                     |                                                 |
| <sup>c</sup> In a 3-D geometrical model, the distance outside the building and below ground is to be based on the smaller dimension (width) of the floor (see Figure 9). |                                     |                                                 |
| <sup>d</sup> If vertical symmetry planes are known, for example, as a result of adjacent buildings, they can be used as cut-off planes.                                  |                                     |                                                 |

For two-dimensional calculations, there is a vertical symmetry plane in the middle of the floor (so that one half of the building is modelled). For three-dimensional calculations on a rectangular building, vertical adiabatic boundaries are taken in the ground mid-way across the floor in each direction (so that one quarter of the building is modelled). For non-rectangular buildings, it is necessary either to model the complete building (together with the ground on all sides), or to convert the problem to a two-dimensional one using a building of infinite length and of width equal to the characteristic dimension of the floor,  $B$  (see ISO 13370).

EXAMPLE For the floor illustrated in Figure 9,  $B = b \cdot c / (b + c)$ .

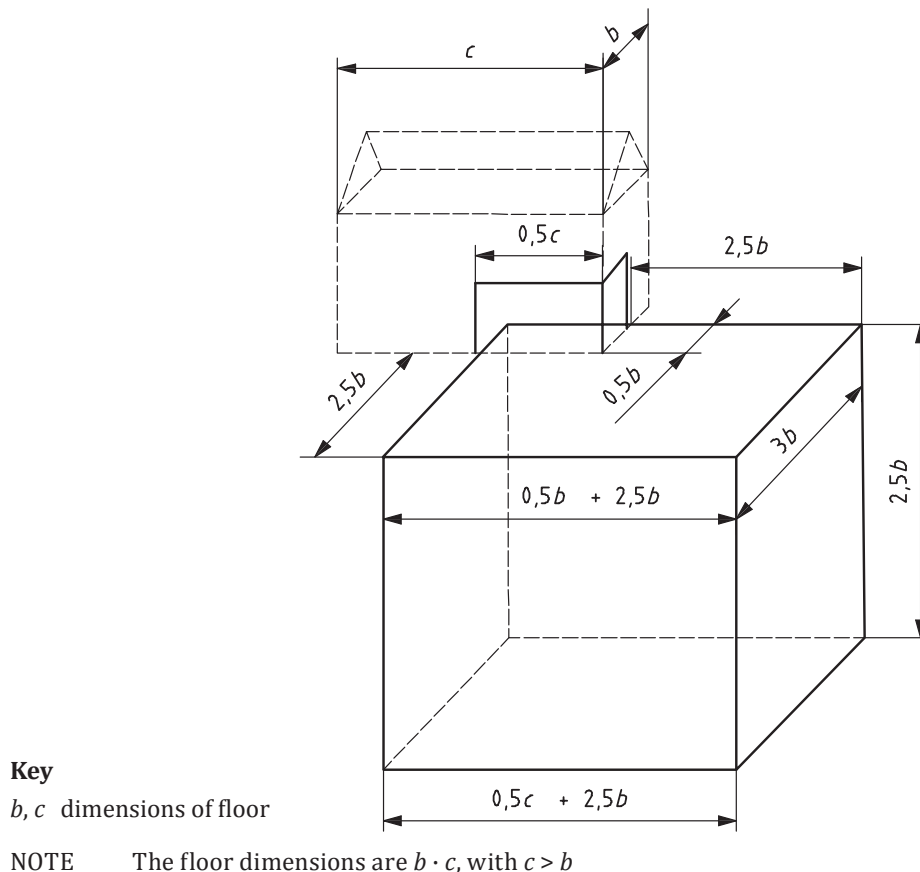
All cut-off planes shall be adiabatic boundaries.

### 7.2.5 Periodic heat flows via the ground

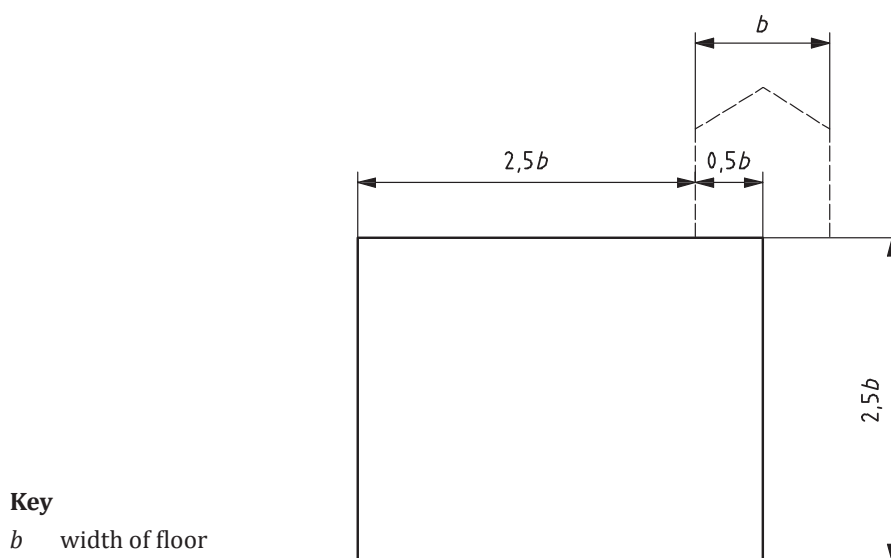
Similar criteria to those in 7.2.4 apply to time-dependent numerical calculations for the determination of periodic heat transfer coefficients (as defined in ISO 13370), except that adiabatic cut-off planes may be taken at positions equal to twice the periodic penetration depth measured from the edge of the floor in any direction (if these dimensions are less than those specified in 7.2.4). For further details, see 12.4.3.2.

### 7.2.6 Adjustments to dimensions

Adjustments to the dimensions of the geometrical model with respect to the actual geometry are allowed if the conditions in 7.3.2 are satisfied.



**Figure 9 — Cut-off planes for 3-D geometrical model which includes the ground**



**Figure 10 — Cut-off planes for 2-D geometrical model which includes the ground**

## 2.2 Граничні умови симуляції вузлових рішень

### Розрахункова температура

Розрахункові температури прийнято згідно п.8.4, ДСТУ EN ISO 10211:2022 [4]

#### 8.4 Boundary temperatures

Table 7 gives the boundary temperatures which shall be used.

Table 7 — Boundary temperatures

| Location                        | Boundary temperature                                                              |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Internal                        | Internal boundary temperature                                                     |
| Internal in unheated rooms      | See 8.7                                                                           |
| External                        | External boundary temperature                                                     |
| Soil (horizontal cut-off plane) | At the distance below ground level given in Table 5: adiabatic boundary condition |

Розрахункові температури зовнішнього повітря задано в Таблиці Б.4, Додатку Б, ДБН В.2.6-31 [1] (виділено кольором), відповідно до температурних зон України (Додаток А, ДБН В.2.6-31 [1]).

#### ДОДАТОК А (обов'язковий)

#### КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Таблиця Б.4— Розрахункові значення температури зовнішнього повітря  $\theta_{e,roz}$

| Температурна зона                                                  | I        | II       |
|--------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Розрахункова температура зовнішнього повітря $\theta_{e,roz}$ , °C | мінус 22 | мінус 19 |

Розрахункові температури внутрішнього повітря приміщень відповідають Таблицям Б.1, Б.2, Б.3, Додатку Б, ДБН В.2.6-31 [1] (виділено кольором).

ДОДАТОК Б  
(обов'язковий)

ТЕПЛОВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ПРИМІЩЕНЬ, МАТЕРІАЛІВ В КОНСТРУКЦІЯХ ТА  
ТЕМПЕРАТУРА ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

Таблиця Б.1– Градація вологісного режиму приміщень

| Вологісний режим | Відносна вологість внутрішнього повітря $\varphi_{int}$ , %, за температури внутрішнього повітря $\theta_{int}$ , °C |                                 |                                 |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                  | $\theta_{int} \leq 12$                                                                                               | $12 < \theta_{int} \leq 24$     | $\theta_{int} > 24$             |
| Сухий            | $\varphi_{int} < 60$                                                                                                 | $\varphi_{int} < 50$            | $\varphi_{int} < 40$            |
| Нормальний       | $60 \leq \varphi_{int} \leq 75$                                                                                      | $50 \leq \varphi_{int} \leq 60$ | $40 \leq \varphi_{int} \leq 50$ |
| Вологий          | $75 < \varphi_{int}$                                                                                                 | $60 < \varphi_{int} \leq 75$    | $50 < \varphi_{int} \leq 60$    |
| Мокрий           | -                                                                                                                    | $75 < \varphi_{int}$            | $60 < \varphi_{int}$            |

Таблиця Б.2– Розрахункові значення температури й відносної вологості внутрішнього повітря приміщень (для теплотехнічних розрахунків)

| Призначення будівлі                           | Розрахункові значення показників внутрішнього повітря |                                         |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                               | температури $\theta_{int}$ , C                        | відносної вологості $\varphi_{int}$ , % |
| Житлові та готелі                             | 20                                                    | 55                                      |
| Заклади дошкільної освіти та охорони здоров'я | 22                                                    | 50                                      |
| Спортивні заклади                             | 18                                                    | 50                                      |
| Інші громадські заклади                       | 20                                                    | 50                                      |

**Примітка.** При проектуванні допускається розрахункові параметри температури й вологості повітря приймати з урахуванням положень відповідних будівельних норм за призначенням будівель.

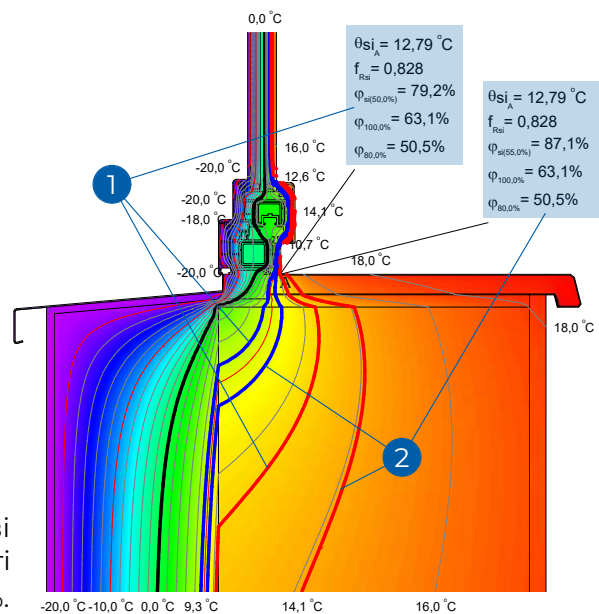
Таблиця Б.3 – Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях

| Вологісний режим приміщень | Умови експлуатації |
|----------------------------|--------------------|
| Сухий                      | А                  |
| Нормальний                 | Б                  |
| Вологий                    | Б                  |
| Мокрий                     | Б                  |

**Примітка.** Матеріали внутрішніх конструкцій будівель із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А.

В даному АЛЬБОМі, при розрахунку термічних полів показано положення характерних ізотерм для двох значень внутрішньої вологості  $\varphi_{int}$ : 50% і 55%; та винесено розрахунки  $f_{Rsi}$  і порогових значень вологості на окремі термометри для цих значень внутрішньої вологості. Оскільки, при проектуванні будівель різного призначення, в одному випадку поверхневі температури можуть відповідати зоні конденсації вологи або зоні утворення грибків, в іншому - ні, за однієї і тієї самої температури внутрішнього повітря.

Рис.1 Характерні ізотерми та розрахункові термометри для різних значень вологості внутрішнього повітря: 1- $\varphi_{int}=50\%$ , 2- $\varphi_{int}=55\%$ .



## Поверхневий опір теплопередачі

Згідно п.8.3, ДСТУ EN ISO 10211:2022 [4], для розрахунку швидкості теплового потоку поверхневий опір має відповідати ДСТУ EN ISO 6946:2022 [5] залежно від напрямку теплового потоку. Однак значення  $R_{si}$ , що відповідає горизонтальному тепловому потоку, можна використовувати для всіх поверхонь, коли

- напрям теплового потоку є невизначеним або може змінюватися, або
- в одному розрахунку моделюється вся будівля.

Для розрахунку температури внутрішньої поверхні з метою оцінки ризику конденсації та виникнення колоній грибків поверхневий опір має відповідати ДСТУ EN ISO 13788:2022 [6].

## ДСТУ EN ISO 6946:2022 [5]

Значення поверхневого опору теплопередачі, які використано для симуляцій теплового потоку в АЛЬБОМі, наведено в Таблиці 7 [5] виділено кольором.

### 6.8 Surface resistances

Use the values in [Table 7](#) for plane surfaces in the absence of specific information on the boundary conditions. The values under "horizontal" apply to heat flow directions  $\pm 30^\circ$  from the horizontal plane. For non-planar surfaces or for specific boundary conditions, use the procedures in [Annex C](#).

**Table 7 — Conventional surface resistances**

| Surface resistance<br>$m^2 \cdot K/W$ | Direction of heat flow |            |           |
|---------------------------------------|------------------------|------------|-----------|
|                                       | Upwards                | Horizontal | Downwards |
| $R_{si}$                              | 0,10                   | 0,13       | 0,17      |
| $R_{se}$                              | 0,04                   | 0,04       | 0,04      |

NOTE 1 The surface resistances apply to surfaces in contact with air. No surface resistance applies to surfaces in contact with another material.

NOTE 2 The values for internal surface resistance are calculated for  $\varepsilon = 0,9$  and with  $h_{r0}$  evaluated at  $20^\circ C$ . The value for external surface resistance is calculated for  $\varepsilon = 0,9$ ,  $h_{r0}$  evaluated at  $10^\circ C$ , and for  $v = 4 \text{ m/s}$ .

See [6.9.4](#) for  $R_{se}$  in the case of a component containing a well-ventilated air layer.

The values given in [Table 7](#) are design values. In cases where values independent of heat flow direction are required, e.g. the declaration of the thermal transmittance of components, the values for horizontal heat flow shall be used.

A template specifying whether the procedures in [Annex C](#) shall be used for specific boundary conditions is given in [Table A.5](#), with an informative default choice in [Table B.5](#).

Варто зауважити !

Наведені в Таблиці 7 [5] значення  $R_{si}$ ,  $R_{se}$  розраховані для швидкості переміщення повітряних мас в шарах, що межують з поверхнею ОК,  $v = 4 \text{ м/с}$ .

У випадку суттєвих перевищень швидкості домінуючих вітрів конкретної локації об'єкта (за кліматологічними даними, розою вітрів) та відомим містобудівним контекстом, умовами вітрового "затінення" (рис.2), можливе коригування значення  $R_{se}$  відповідно з Додатком С [5] . Таким чином, можливо призначити для кожної орієнтації частин ОК розраховане індивідуальне значення опору теплопередачі зовнішньої поверхні, що точно описуватиме роботу оболонки будівлі.

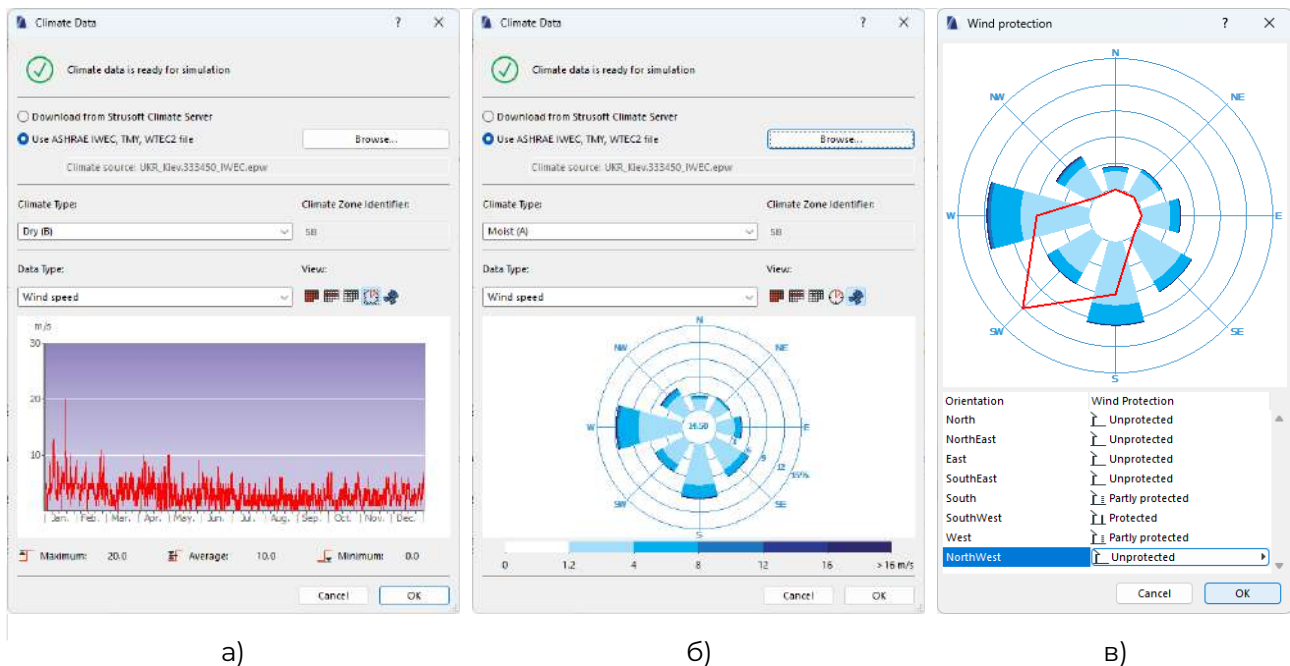


Рис.2 Кліматологічні дані погодинної швидкості вітру (а), роза вітрів (б) та опис містобудівного контексту з нанесеним на розу вітрів радаром вітрового "затіннення" - червона лінія (в). Локація об'єкта м.Київ.

## Додаток С, ДСТУ EN ISO 6946:2022 [5]

### C.1 Plane surfaces

The surface resistance is given by Formula (C.1).

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r} \quad (C.1)$$

where

$R_s$  is the surface resistance, in  $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ;

$h_c$  is the convective coefficient, in  $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$h_r$  is the radiative coefficient, in  $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

and

$$h_r = \varepsilon \cdot h_{r0} \quad (C.2)$$

$$h_{r0} = 4 \cdot \sigma \cdot T_{mn}^3 \quad (C.3)$$

where

$h_r$  is the radiative coefficient, in  $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$\varepsilon$  is the hemispherical emissivity of the surface;

$h_{r0}$  is the radiative coefficient for a black-body surface, in  $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$\sigma$  is the Stefan-Boltzmann constant:  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ;

$T_{mn}$  is the mean thermodynamic temperature of the surface and of its surroundings, in K.

$\varepsilon = 0,9$  is usually appropriate for internal and external surfaces. Where other values are used, they should allow for any effects of deterioration and dust accumulation with time.

Formula (C.1) is an approximate treatment of surface heat transfer. Precise calculations of heat flow can be based on the internal and external environmental temperatures (in which the radiant and air temperatures are weighted according to the respective radiative and convective coefficients, and which can also take account of room geometry effects, air temperature gradients and forced convection). If, however, the internal radiant and air temperatures are not markedly different, the operative temperature (taken as equal weighting of air and radiant temperatures) may be used. At external surfaces it is conventional to use the external air temperature, based on an assumption of overcast sky conditions, so that external air and radiant temperatures are effectively equal. This ignores any effect of short-wave solar radiation on external surfaces, dew formation, radiation to the night sky and the effect of nearby surfaces. Other indexes of external temperature, such as radiation-air temperature or sol-air temperature, may be used when such effects are to be allowed for.

At internal surfaces, or external surfaces adjacent to a well-ventilated air layer (see 6.9.4):

$$h_c = h_{ci} \quad (C.4)$$

Values of  $h_{ci}$  are given in Table C.1.

**Table C.1 — Values of the convective surface coefficient,  $h_{ci}$**

| Convective surface coefficient | Direction of heat flow |            |           |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
|                                | Upwards                | Horizontal | Downwards |
| $m^2 \cdot K/W$                |                        |            |           |
| $h_{ci}$                       | 5,0                    | 2,5        | 0,7       |

At external surfaces:

$$h_c = h_{ce} \quad (C.5)$$

where

$$h_{ce} = 4 + 4 \cdot v \quad (C.6)$$

and  $v$  is the wind speed adjacent to the surface, in m/s.

NOTE Conventional values for the surface resistances are given in 6.8.

## ДСТУ EN ISO 13788:2022 [6]

Значення поверхневого опору теплопередачі, які використано для симуляцій термopolів, характерних ізотерм та розрахунку температур внутрішніх поверхонь, з метою оцінки ризику конденсації та цвілі, наведено в п.4.4.1 [6] виділено кольором.

### 4.4.1 Heat transfer

The value of  $R_{se}$  shall be taken as 0,04  $m^2 \cdot K/W$ .

For condensation or mould growth on opaque surfaces, an internal surface thermal resistance of 0,25  $m^2 \cdot K/W$  shall be taken to represent the effect of corners, furniture, curtains or suspended ceilings, if there are no national standards.

The values of  $R_{si}$  given in Table 2 shall be used for the assessment of interstitial condensation, or surface condensation on windows and doors.

**Table 2 — Internal thermal resistances for the assessment of interstitial condensation, or surface condensation on windows and doors**

| Direction of heat flow | Thermal resistance<br>$m^2 \cdot K/W$ |
|------------------------|---------------------------------------|
| Upwards                | 0,10                                  |
| Horizontal             | 0,13                                  |
| Downwards              | 0,17                                  |

## 2.3 Досліджувані параметри

### Характерні температури

На I-D діаграмі Рамзіна-Мольє (рис.3), згідно до граничних умов (Додаток Б, ДБН В.2.6-31, [1]), позначено розрахункову температуру  $\theta_{\text{int}} = +20^\circ\text{C}$ , якій відповідає показник  $d$  (г/кг) - вміст води в сухому повітрі - точки 1 і 2 на кривих відносної вологості внутрішнього повітря  $\phi_{\text{int}}$  - 50% і 55% відповідно.

Опускаючи з точок 1 і 2 лінії на криві відносної вологості

- $\phi = 80\%$  (оптимальна вологість для цвілі)
- $\phi = 100\%$  (випадіння конденсату)

знаходимо характерні температури:

- температура скраплення води (випадіння конденсату):

$\theta_{\text{int}} (\phi_{\text{int}} = 50\%) = +9,3^\circ\text{C}$   
 $\theta_{\text{int}} (\phi_{\text{int}} = 55\%) = +10,7^\circ\text{C}$

- температура утворення цвілі (колоній грибків):

$\theta_{\text{int}} (\phi_{\text{int}} = 50\%) = +12,6^\circ\text{C}$   
 $\theta_{\text{int}} (\phi_{\text{int}} = 55\%) = +14,1^\circ\text{C}$

Положення ізотерм, які відповідають саме цим чотирьом температурам досліджуються на симуляціях термополів.

**Недопстимим явищем є розрив/вихід цих ізотерм на внутрішній поверхні ОК, що означатиме ризик конденсації води або утворення цвілі.**

Крім того, положення ізотерми, що відповідає температурі фазового переходу води ( $0^\circ\text{C}$ ) є також предметом спостережень. В ідеальному випадку 0-ізотерма НЕ! має проходити через ядро (несучу частину) ОК, оскільки це призводитиме до знакозмінного температурного впливу на матеріал ядра ОК, та, як наслідок, до можливого морозного пучення і руйнування ядра.

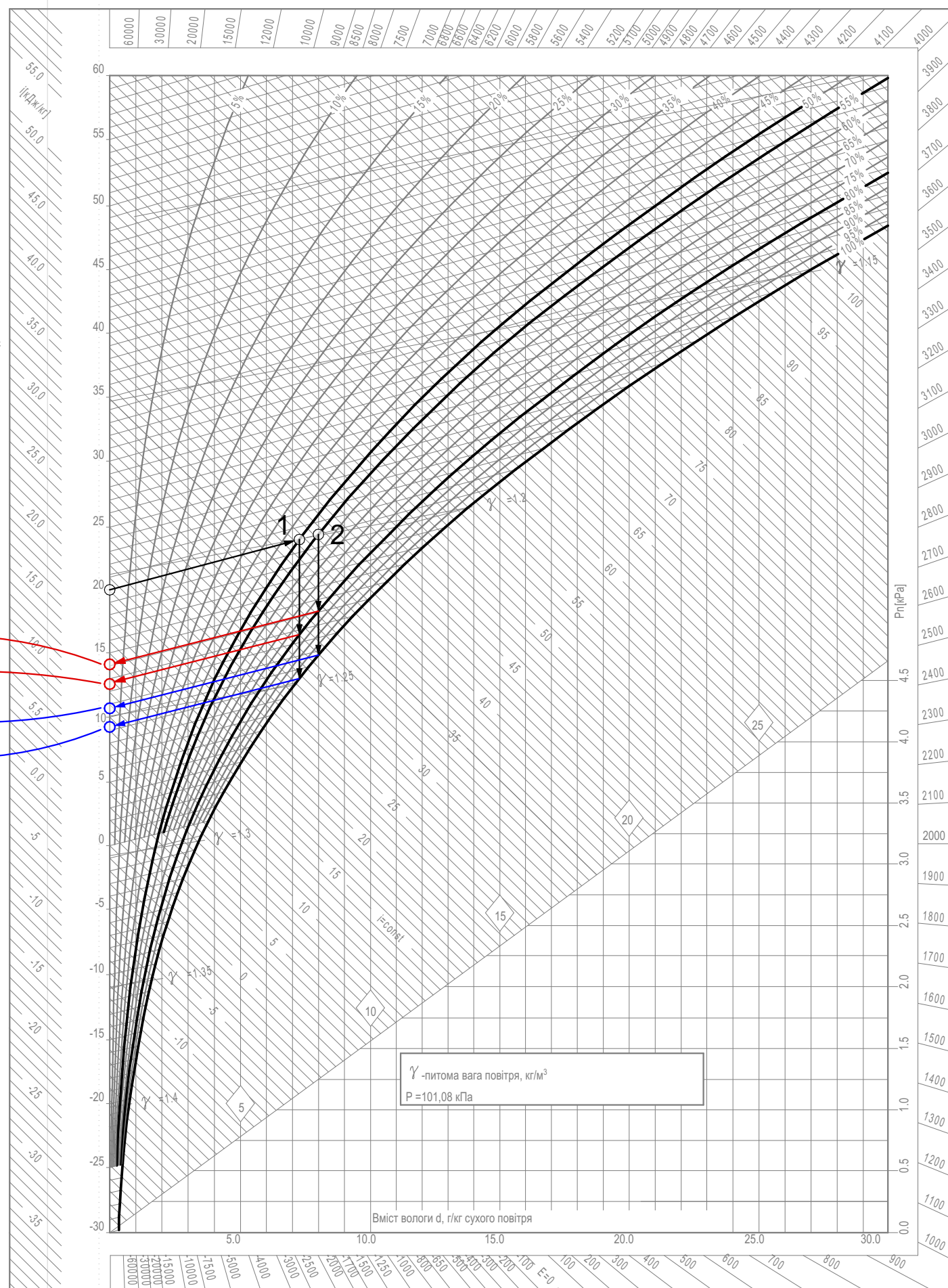
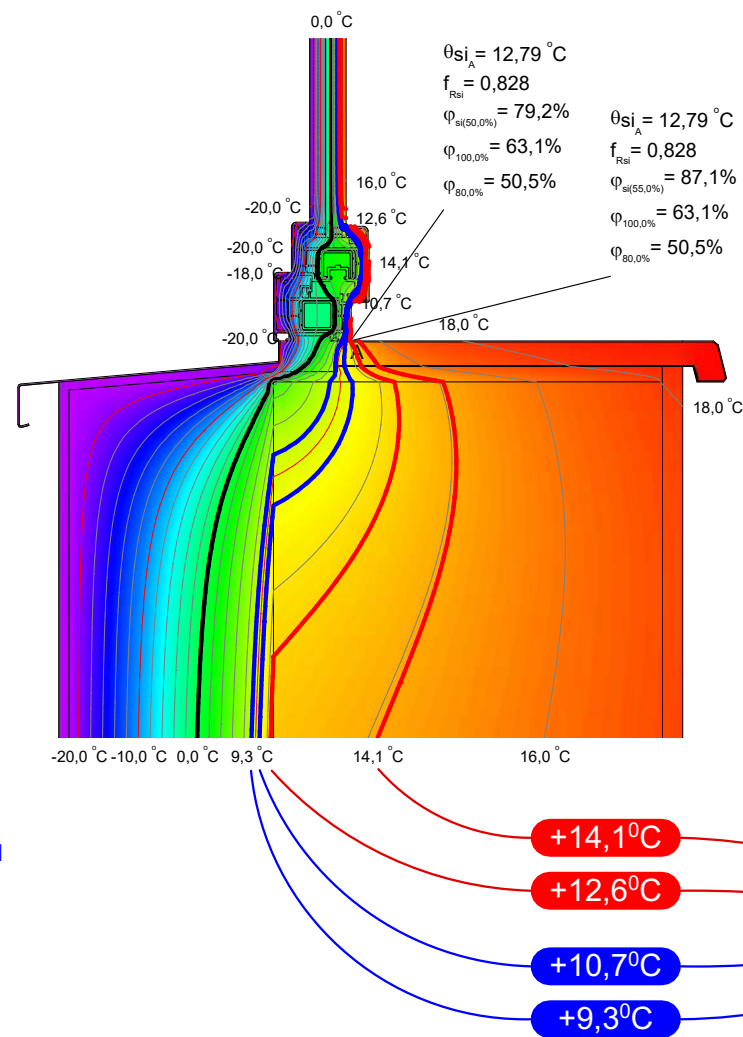


Рис.3 I-D діаграма вологого повітря Рамзіна-Мольє

## Лінійний коефіцієнт теплопередачі $\psi$ , (Вт/(м·К))

Важливим критерієм оцінки якості архітектурно-конструкторських рішень вузлів з точки зору енергетичної ефективності оболонки будівлі - є їх тепловтрати. Лінійний коефіцієнт теплопередачі  $\psi$  (Вт/(м·К)) - як показник, який характеризує вузлові тепловтрати в зонах теплопровідних включень / термомостів, було взято за досліджуваний параметр. Це дало можливість зробити селекцію кращих вузлових рішень, рекомендованих для використання їх в оболонці nZEB будівель. Нижче наведено приклад розрахункової схеми вузла примикання СПОК (рис.4), обов'язкові поля даних, які присутні на симуляціях в АЛЬБОМі, формула розрахунку значення  $\psi$  вузла.

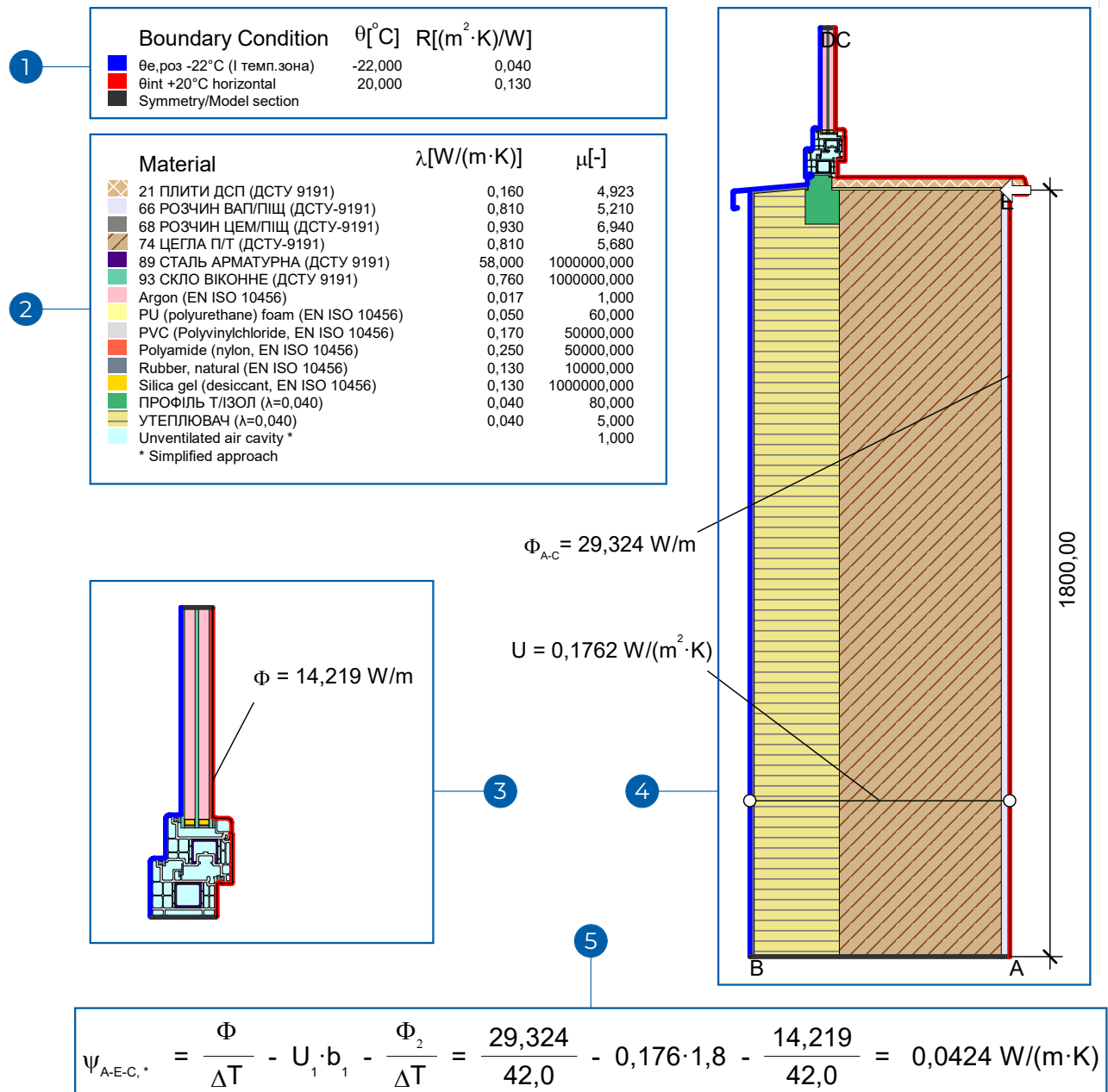


Рис.4 Приклад розрахунку лінійного коефіцієнту теплопередачі  $\psi$ .  
1-граничні умови; 2-матеріали конструкції вузла та їх теплофізичні властивості; 3-розрахункова схема СПОК; 4-розрахункова схема вузла; 5-формула розрахунку значення  $\psi$  вузла.

## 3. КОДУВАННЯ ВУЗЛОВИХ РІШЕНЬ

Для зручності читання великого різноманіття вузлових рішень, в даному АЛЬБОМІ було застосовано наступне кодування класу стін [2], матеріалів [3], товщин шарів НОК, профільних систем СПОК, видів їх монтажу та, власне, локації архітектурно-конструкторських вузлів в оболонці будівлі (рис.5).

### 3.1 Локатор вузлових рішень

#### Непрозорі огорожувальні конструкції (НОК)

**П0** - термічно однорідне суміщене покриття плаского даху, що межує із зовнішнім повітрям  
**П1** - вузол примикання зовнішніх стін до суміщеного покриття плаского даху, що межує із зовнішнім повітрям (парапетне сполучення)

**М0** - термічно однорідне суміщене покриття скатної покрівлі, що межує із зовнішнім повітрям

**М1** - вузол примикання зовнішніх стін до суміщеного покриття скатної покрівлі, що межує із зовнішнім повітрям

**М2** - вузол конькового сполучення

**С0** - термічно однорідна НОК / спряження в одній площині двох НОК

**С1** - вузол зовнішнього кутового сполучення НОК

**С2** - вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття

**С3** - вузол примикання зовнішніх стін до балконного перекриття

**С4** - вузол зовнішнього сполучення НОК і перекриття, що межує із зовнішнім повітрям

**Ф1** - вузол примикання зовнішніх стін до стрічкового фундаменту

**Ф2** - вузол примикання зовнішніх стін до плити перекриття над неопалюваним підвалом

**Ф3** - вузол примикання зовнішніх стін до плити перекриття над опалюваним підвалом

**Ф4** - вузол примикання зовнішніх стін до плитного фундаменту

#### Світлопрозорі огорожувальні конструкції (СПОК)

**В1** - вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні підвіконня

**В2.1** - вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення

**В2.2** - вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні кутового рядового сполучення

**В3** - вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні перемички

**В4** - вузол примикання вітражної конструкції згори та зовнішньої стіни знизу до балконного перекриття

**В5.1** - вузол примикання вітражної конструкції згори до перекриття, що межує із зовнішнім повітрям

**В5.2** - вузол примикання вітражної конструкції згори та зовнішньої стіни знизу до міжповерхового перекриття

**В6.1** - вузол примикання вітражної конструкції згори та знизу до балконного перекриття

**В6.2** - вузол примикання вітражної конструкції згори та знизу до міжповерхового перекриття

**В7.1** - вузол примикання вітражної конструкції знизу до суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям

**В7.2** - вузол примикання вітражної конструкції знизу та зовнішньої стіни згори до міжповерхового перекриття

**ВМ** - вікно мансардне в скатній покрівлі, що межує із зовнішнім повітрям

**ВЛ** - zenітний ліхтар в суміщеній пласкій покрівлі, що межує із зовнішнім повітрям

**Д1.1** - вузол примикання зовнішніх дверей до плитного фундаменту в зоні порогу

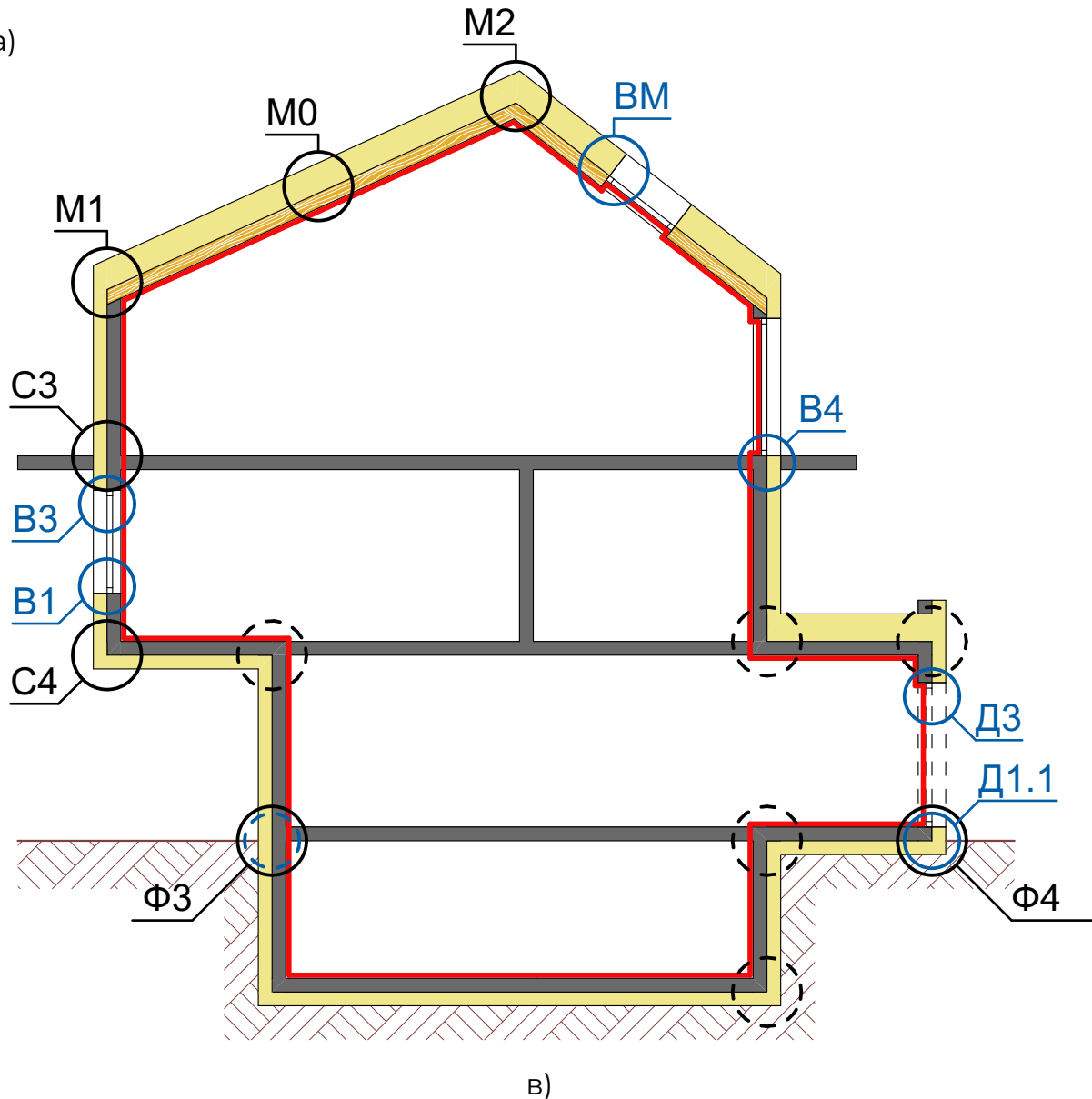
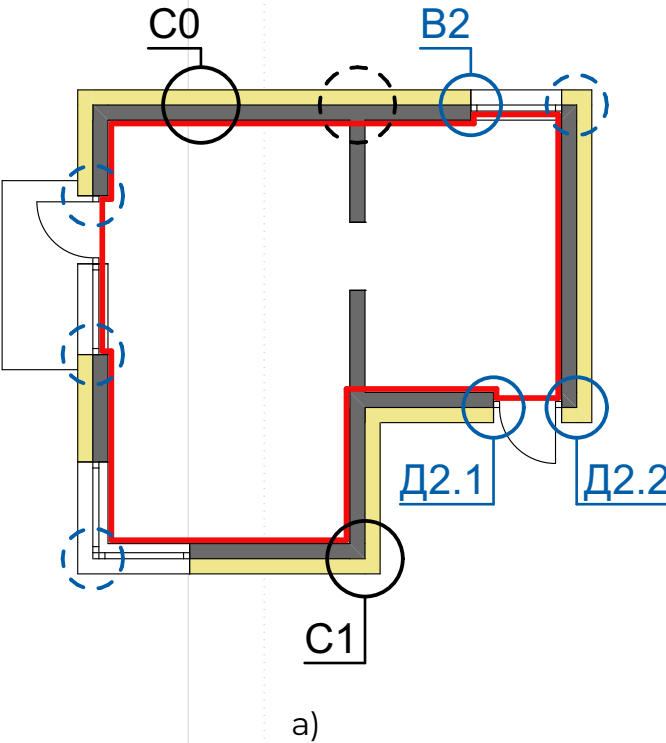
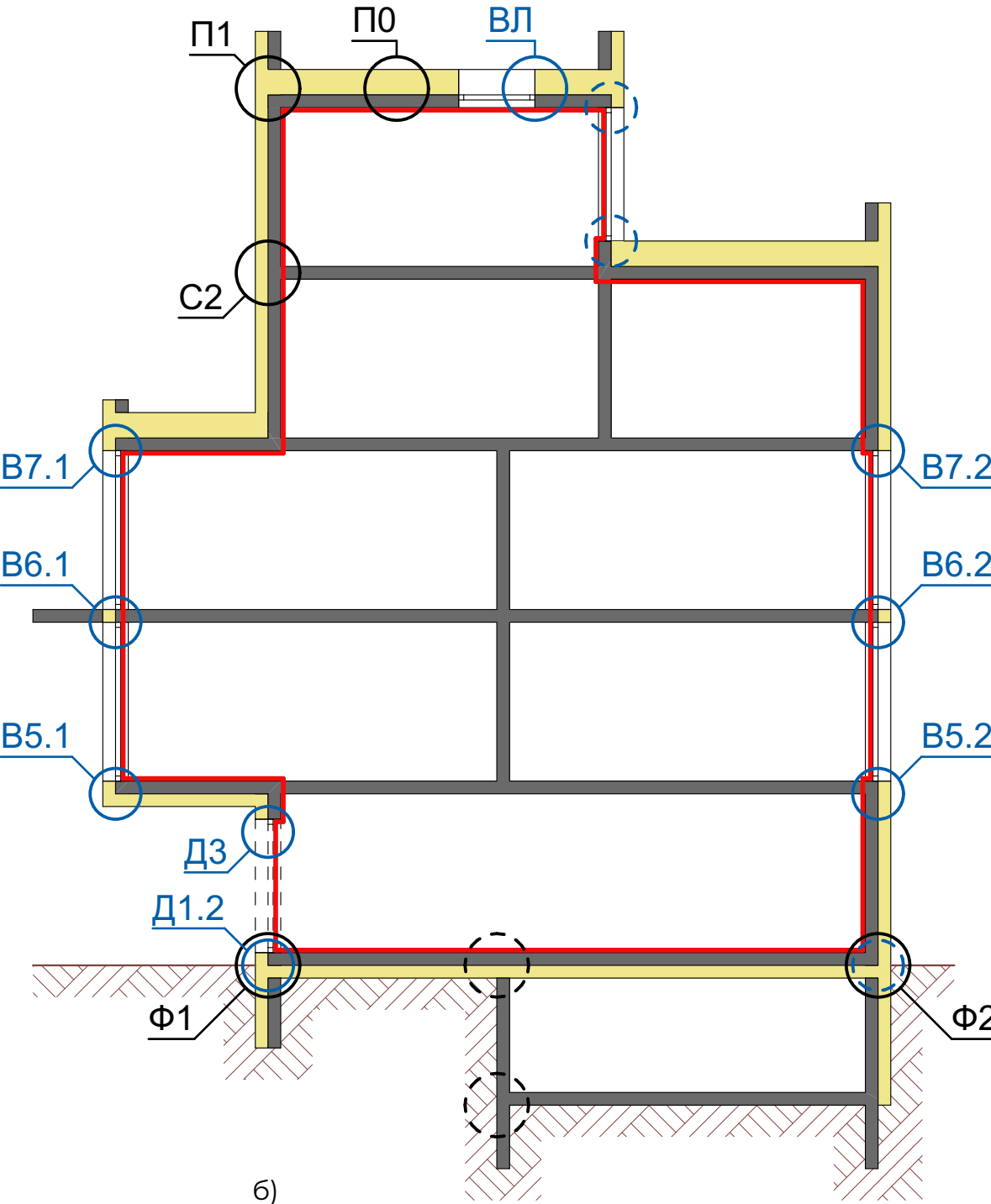
**Д1.2** - вузол примикання зовнішніх дверей до стрічкового фундаменту в зоні порогу

**Д2.1** - вузол примикання зовнішніх дверей до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення

**Д2.2** - вузол примикання зовнішніх дверей до зовнішніх стін в зоні кутового рядового сполучення

Рис.5 Локатор вузлових рішень ОК  
 а) – план будівлі; б) - вертикальний розріз будівлі із пласким дахом; в) – вертикальний розріз будівлі із скатною покрівлею;

- замкнений контур герметичності будівлі (правило червоного олівця)
- ядро (несуча частина) огорожувальної конструкції
- замкнений контур теплової ізоляції будівлі (правило жовтого олівця)



## 3.2 Класифікатор вузлових рішень НОК та СПОК

### Непрозорі огорожувальні конструкції (НОК)

#### А. ЦПТ25 - У15λ35 - Ф1 - приклад кодування вузла НОК

Тип (буква) і підтип (цифра)

локації вузлового рішення (рис.1а,б,в):

**П** - суміщене покриття плоского даху, що межує із зовнішнім повітрям;

**М** - суміщене покриття мансардного поверху (скатна покрівля), що межує із зовнішнім повітрям;

**С** - стіна, НОК;

**В** - віконні/вітражні конструкції, СПОК;

**Д** - зовнішні двері;

**Ф** - фундаменти;

Товщина шару утеплювача в см та

його теплопровідність  $\lambda$ , Вт/(м·К) x 1000, згідно Додатку А [3]:

У(15, 20, 25, 30)  $\lambda$ (35, 40, 45)

Матеріал шару ядра (несучої частини) непрозорої огорожувальної конструкції (номер згідно Додатку А [3]) та його товщина у см:

**ЦПТ(25, 38)** – мурування з цегли повнотілої на ц/п розчині (#74);

**ЦПР(25, 38)** – мурування з цегли порожнистої на ц/п розчині (#60);

**ЦСЛ(51)** – мурування з цегли силікатної на ц/п розчині (#77);

**НБТ(30, 40)** – бетони ніздрюваті ( $\rho_0=400\text{кг/м}^3$ ), мурування (#38);

**КБТ(32)** – керамзитобетон ( $\rho_0=1200\text{кг/м}^3$ ) (#40);

**ЗБТ(20)** – залізобетон (#64).

Конструктивне рішення стін [2]:

**А.** конструктивні схеми збірних систем з опорядженням штукатурками

**Б.** конструктивні схеми збірних систем з опорядженням індустриальними елементами та вентильованим повітряним прошарком

### Світлопрозорі огорожувальні конструкції (СПОК)

#### + ПВХ - ВМ - приклад кодування вузла НОК

Спосіб монтажу віконної конструкції

**БВ** - Без Виносу (зовнішні площини ядра НОК і рами СПК суміщено);

**РР** - Розширена Рама СПК;

**ТК** - монтаж вікна в Теплий Контур;

**ВМ** - Виносний Монтаж;

Матеріал рами СПК

**ПВХ** - полівінілхлорид

**АЛМ** - алюміній

## 4. МАТРИЦЯ НОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВУЗЛІВ ПРИМИКАННЯ СПОК

Світлопрозорі огорожувальні конструкції (СПОК), як відомо, нерозривно пов'язані із конструктивною схемою будівлі та в переважній частині випадків є спряженими із непрозорими огорожувальними конструкціями, в сукупності з якими утворюють зовнішню оболонку термічних блоків та будівлі в цілому.

Є нагально необхідним мати однозначне уявлення про те, які саме непрозорі огорожувальні конструкції (НОК) допустимо використовувати для будівель nZEB, згідно Вимог [13], щоб, в свою чергу, виключно з них та відповідних вимогам Додатку 4 [13] до СПОК, конструювати вузли примикання та оптимізувати їх за показниками п.2.3 до відповідного Вимогам [13] рівня як рекомендовані для nZEB.

### 4.1 Обґрунтування вимог до огорожувальних конструкцій nZEB;

1 грудня 2022р., Мінрегіон, як орган відповідальний за політику імплементації EPBD в Україні, у партнерстві із інжиніринговою консалтинговою компанією iC consultants Україна, за фінансування Finland Ukraine Trust Fund, яким керує Північна екологічна фінансова корпорація (NEFCO) презентував проєкт "Технічні рекомендації для проєктів нового будівництва будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії в Україні" [10]. Головний виконавець робіт із розроблення технічних рекомендацій для будівель NZEB – VTT Technical Research Centre of Finland.

#### Про проєкт

Технічні рекомендації лягли в основу розроблення мінімальних вимог енергоефективності будівель із близьким до нульового рівнем споживання енергії (NZEB) в Україні.

В рамках цього проєкту було здійснено аналіз та симуляції (енергетичне моделювання) багатоквартирної житлової будівлі (як приклад житлового будинку) та школи (громадської будівлі) для двох температурних зон України та техніко-економічне обґрунтування підвищення рівня енергетичної ефективності понад нормативні вимоги, що діють в Україні. У фокусі уваги було покращення теплофізичних властивостей оболонки будівлі, впровадження енергоефективних систем вентиляції та відновлюваних джерел енергії на прикладі дахових фотовольтаїчних систем.

#### Рекомендації NZEB на основі дослідження симуляцій

Після симуляції загалом 576 сценаріїв, 288 для багатоквартирного будинку та 288 для будівлі школи, було обрано по 3 сценарії для кожної школи та багатоквартирного будинку, який буде розташований у Києві та Одеській області.

Ці сценарії поліпшення були обрані та вивчені на основі:

- найменшого попиту на енергію;
- найменших витрат;
- найменшого споживання енергії без вент. системи рекуперації тепла.

Коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій для поліпшень, відповідний попит на енергію і вартість узагальнені і зведені в табл. 54-57.

Table 54: Selected scenarios of apartment building improvements, Kyiv.

| Case                                           | U-value [W/m <sup>2</sup> K] |               |       |      | VentHR efficiency [%] | Total Energy Demand [kWh/m <sup>2</sup> ] | Lifetime cost, NPV [k€] |
|------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------|------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
|                                                | Window                       | External wall | Floor | Roof |                       |                                           |                         |
| Default                                        | 1.11                         | 0.25          | 0.2   | 0.17 | 0                     | 126.2                                     | 854                     |
| Least energy without ventilation heat recovery | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1  | 0                     | 117.7                                     | 935                     |
| Least energy                                   | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1  | 80                    | 94.9                                      | 899                     |
| Least cost                                     | 1.11                         | 0.25          | 0.2   | 0.17 | 80                    | 100.3                                     | 780                     |

Table 55: Selected scenarios of apartment building improvements, Odesa

| Case                                           | U-value [W/m <sup>2</sup> K] |               |       |      | VentHR efficiency [%] | Total Energy Demand [kWh/m <sup>2</sup> ] | Lifetime cost, NPV [k€] |
|------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------|------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
|                                                | Window                       | External wall | Floor | Roof |                       |                                           |                         |
| Default (Odesa)                                | 1.43                         | 0.29          | 0.25  | 0.18 | 0                     | 121.8                                     | 812                     |
| Least energy without ventilation heat recovery | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1  | 0                     | 109.6                                     | 933                     |
| Least energy                                   | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1  | 80                    | 91.0                                      | 932                     |
| Least cost                                     | 1.43                         | 0.29          | 0.25  | 0.18 | 80                    | 98.0                                      | 759                     |

Table 56: Selected scenarios of school building improvements, Kyiv.

| Case                                           | U-value [W/m <sup>2</sup> K] |               |       |       | VentHR efficiency [%] | Total Energy Demand [kWh/m <sup>2</sup> ] | Lifetime cost, NPV [k€] |
|------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------|-------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
|                                                | Window                       | External wall | Floor | Roof  |                       |                                           |                         |
| Default (Kyiv)                                 | 1.11                         | 0.25          | 0.2   | 0.143 | 1.11                  | 183.3                                     | 3411                    |
| Least energy without ventilation heat recovery | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1   | 0.6                   | 175.8                                     | 3462                    |
| Least energy                                   | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1   | 0.6                   | 100.1                                     | 2909                    |
| Least Cost                                     | 1.11                         | 0.25          | 0.2   | 0.143 | 1.11                  | 103.1                                     | 2766                    |

Table 57: Selected scenarios of school building improvements, Odesa

| Case                                           | U-value [W/m <sup>2</sup> K] |               |       |      | Ventilation Heat Recovery efficiency [%] | Total Energy Demand [kWh/m <sup>2</sup> ] | Lifetime cost, NPV [€] |
|------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------|------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
|                                                | Window                       | External wall | Floor | Roof |                                          |                                           |                        |
| Default (Odesa)                                | 1.43                         | 0.29          | 0.25  | 0.17 | 1.43                                     | 169.1                                     | 3832                   |
| Least energy without ventilation heat recovery | 0.6                          | 0.18          | 0.12  | 0.1  | 0.6                                      | 159.1                                     | 3906                   |
| Least energy                                   | 0.6                          | 0.18          | 0.25  | 0.1  | 0.6                                      | 97.0                                      | 3748                   |
| Least cost                                     | 1.43                         | 0.29          | 0.25  | 0.17 | 1.43                                     | 100.4                                     | 3552                   |

На підставі цих досліджень [10], а також аналізу вимог nZEB країн-учасниць ЄС із подібною до України кліматологією [14], було прийнято, як рекомендовані, наступні значення коефіцієнтів теплопередачі  $U$  ( $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ ) для термічнооднорідних частин огорожувальних конструкцій nZEB в Україні, табл.1.

Таблиця 1

**Граничні значення опору теплопередачі ( $R_{\Sigma\min}$ ) та коефіцієнту теплопередачі ( $U_{\max}$ ) термічно однорідних частин огорожувальної конструкції будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії**

| Вид огорожувальної конструкції                                                                 | Мінімальне значення $R_{\Sigma\min}$ , $(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$ , для температурної зони |      | Максимальне значення $U_{\max}$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ , для температурної зони |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                                | I                                                                                                     | II   | I                                                                                                | II   |
| Зовнішні стінові огорожувальні конструкції                                                     | 5,6                                                                                                   | 5,0  | 0,18                                                                                             | 0,2  |
| Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям                                            | 10,0                                                                                                  | 10,0 | 0,10                                                                                             | 0,10 |
| Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ | 8,3                                                                                                   | 8,3  | 0,12                                                                                             | 0,12 |
| Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами                   | 6,7                                                                                                   | 5,6  | 0,15                                                                                             | 0,18 |

## 4.2 Статистична вибірка НОК для конструювання вузлів примикання СПОК

Діючі вимоги до огорожувальних конструкцій, регламентують мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель  $R_{q\min}$ , табл.1 [1]. Для того, щоб виокремити вибірку НОК для nZEB з тих, що відповідають вимогам табл.1 ДБН В.2.6-31 [1], маємо привести рекомендовані значення  $R_{\Sigma\min} / U_{\max}$  для термічно однорідних частин ОК nZEB до відповідних значень  $R_{\Sigma\text{пр}}$  (згідно формули (1), [3]) - тобто, врахувати вплив певної категорії теплопровідних включень (п.5.5, ДСТУ 9191 [3]). Простіше кажучи, застосувати співвідношення  $\{R_{\Sigma\text{пр}} / R_{\Sigma}\}$  до значень  $R_{\Sigma} / U$  термічно однорідних частин ОК табл.1, п.4.1.

Щоб знайти співвідношення  $\{R_{\Sigma\text{пр}} / R_{\Sigma}\}$ , було проаналізовано вибірку Енергетичних Сертифікатів еталонних будівель різних видів (додаток до [15]). Як відомо, при визначенні теплопередачі трансмісією будівлі (п.8, [16]) розраховуються обидва значення. Варто сказати, що діапазон значень доволі широкий: 0,91...0,67 - більші значення більш характерні для малоповерхових будівель, менші - для високої поверховості.

Вибір конкретного значення співвідношення  $\{R_{\Sigma\text{пр}}/R_{\Sigma}\}$  може означати належність або ні тієї чи іншої НОК до рекомендованих для nZEB.

Для цілей даного видання, колегіальним рішенням фахової спільноти, було прийнято значення  $\{R_{\Sigma\text{пр}}/R_{\Sigma}\} = 0,75$ . Що лежить в межах альтернативного способу розрахунку впливу теплопровідних включень на значення  $R_{\Sigma} / U$  термічно однорідного поля ОК (згідно п.8.2.2.5.6 ДСТУ 9191 [3] ).

Таким чином, стало можливим ранжувати НОК за показником  $R_{\Sigma\text{пр}}$  на три категорії, які відображено в табл.2.

- $R_{\Sigma\text{пр}} < 4,0^{(I)} / 3,5^{(II)}$  - не відповідає ДБН-31
- $4,0^{(I)} / 3,5^{(II)} < R_{\Sigma\text{пр}} < 4,5^{(I)} / 4,0^{(II)}$  - відповідає ДБН-31
- $R_{\Sigma\text{пр}} > 4,5^{(I)} / 4,0^{(II)}$  - nZEB

індекси <sup>(I)</sup> та <sup>(II)</sup> над пороговими значеннями, розділеними знаком "/", відповідають значенням  $R_{q\text{min}}$  для 1ї та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

До вибірки огорожуваних конструкцій було включено найуживаніші в будівельній практиці компоненти:

#### Матеріал шару ядра та його товщина

- ЦПТ(250, 380)** - мурування з цегли повнотілої на ц/п розчині (#74);
- ЦПР(250, 380)** - мурування з цегли порожнистої на ц/п розчині (#60);
- ЦСЛ(510)** - мурування з цегли силікатної на ц/п розчині (#77);
- НБТ(300, 400)** - бетони ніздрюваті ( $\rho_0=400\text{кг/м}^3$ ), мурування (#38);
- КБТ(320)** - керамзитобетон ( $\rho_0=1200\text{кг/м}^3$ ) (#40);
- ЗБТ(200)** - залізобетон (#64)

(#XX) - номер рядка згідно Додатку А, ДСТУ 9191, [3]

#### Товщина шару утеплювача

- 150мм** товщина, яка практично не уворює НОК для nZEB нового будівництва; залишено для можливості розрахунків термомодернізації будівель, де застосовуються понижувальні коефіцієнти;
- 200мм** мінімально рекомендована товщина утеплювача для nZEB (розд.6, НАКАЗ МР №168 [13]);
- 250мм** значення товщини взято на перспективу (імплементация вимог до будівель Zero Emission Building (ZEB));

#### Теплопровідність матеріалу утеплювача

Для цілей даного видання, фаховою спільнотою було прийнято підхід щодо використання у симуляціях умовного утеплювача "noname" (позбавленого природи походження сировини та технологій його виробництва), з фіксацією трьох значень теплопровідності  $\lambda$ , Вт/(м·К):

- 0,035
- 0,040
- 0,045

Таблиця 2  
Матриця непрозорих огорожуючих конструкцій та їх ранжування на відповідність ДБН В.2.6-31 та вимогам nZEB за показником R<sub>Σпр</sub>

КЛАС А.

Конструктивні схеми збірних систем з опорядженням тинькуванням  
(згідно ДБН В.2.6-33)

| R <sub>Σпр</sub> , (м <sup>2</sup> ·К)/Вт                                  |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                                               |                            |         |         |         |                    |          |         |         |                    |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|--------------------|----------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
| НОК. Температурна зона І. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)                 |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                                               |                            |         |         |         |                    |          |         |         |                    |         |         |         |
| матеріал ядра ОК<br>порядковий номер (#)<br>згідно ДСТУ 9191,<br>Додаток А | товщина<br>шару ядра<br>ОК, м | λ шару ядра ОК,<br>Вт/(м·К)<br>згідно ДСТУ 9191,<br>Додаток А, умови<br>експлуатації "Б" | R <sub>Σпр</sub> /R <sub>Σ</sub><br>(0,91...0,67) | R <sub>si</sub> +R <sub>#66</sub> ,<br>(м <sup>2</sup> ·К)/Вт | R <sub>#68</sub> +R <sub>se</sub> ,<br>(м <sup>2</sup> ·К)/Вт | товщина шару утеплювача, м |         |         |         |                    |          |         |         |                    |         |         |         |
|                                                                            |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                                               | λ = 0,035 Вт/(м·К)         |         |         |         | λ = 0,040 Вт/(м·К) |          |         |         | λ = 0,045 Вт/(м·К) |         |         |         |
|                                                                            |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                                               | 0,150                      | 0,200   | 0,250   | 0,300   | 0,150              | 0,200    | 0,250   | 0,300   | 0,150              | 0,200   | 0,250   | 0,300   |
| ЦПР #59<br>(цегла порожниста)                                              | 0,250                         | 0,580                                                                                    | 0,78                                              | 0,155                                                         | 0,051                                                         | ● 3,839                    | ● 4,954 | ● 6,068 | ● 7,182 | ● 3,421            | ● 4,396  | ● 5,371 | ● 6,346 | ● 3,096            | ● 3,963 | ● 4,830 | ● 5,696 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,580                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 4,014                    | ● 5,128 | ● 6,243 | ● 7,357 | ● 3,596            | ● 4,571  | ● 5,546 | ● 6,521 | ● 3,271            | ● 4,138 | ● 5,005 | ● 5,871 |
| ЦСЛ #77<br>(цегла силікатна)                                               | 0,510                         | 0,870                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,960                    | ● 5,075 | ● 6,189 | ● 7,303 | ● 3,542            | ● 4,517  | ● 5,492 | ● 6,467 | ● 3,217            | ● 4,084 | ● 4,951 | ● 5,817 |
| ЦПТ #74<br>(цегла повнотіла)                                               | 0,250                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,744                    | ● 4,858 | ● 5,972 | ● 7,087 | ● 3,326            | ● 4,301  | ● 5,276 | ● 6,251 | ● 3,001            | ● 3,868 | ● 4,734 | ● 5,601 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,869                    | ● 4,983 | ● 6,098 | ● 7,212 | ● 3,451            | ● 4,426  | ● 5,401 | ● 6,376 | ● 3,126            | ● 3,993 | ● 4,860 | ● 5,726 |
| НБТ #38<br>(ніздрюватий бетон)                                             | 0,300                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 5,303                    | ● 6,417 | ● 7,532 | ● 8,646 | ● 4,885            | ● 5,860  | ● 6,835 | ● 7,810 | ● 4,560            | ● 5,427 | ● 6,294 | ● 7,160 |
|                                                                            | 0,400                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 5,903                    | ● 7,017 | ● 8,132 | ● 9,246 | ● 5,485            | ● 6,460  | ● 7,435 | ● 8,410 | ● 5,160            | ● 6,027 | ● 6,894 | ● 7,760 |
| КБТ #40<br>(збірний керамзитобетон)                                        | 0,320                         | 0,520                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,983                    | ● 5,097 | ● 6,212 | ● 7,326 | ● 3,565            | ● 4,5402 | ● 5,515 | ● 6,490 | ● 3,240            | ● 4,107 | ● 4,974 | ● 5,840 |
| ЗБТ #64                                                                    | 0,200                         | 2,040                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,580                    | ● 4,694 | ● 5,808 | ● 6,922 | ● 3,162            | ● 4,137  | ● 5,112 | ● 6,087 | ● 2,837            | ● 3,703 | ● 4,570 | ● 5,437 |
| НОК. Температурна зона ІІ. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)                |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                                               |                            |         |         |         |                    |          |         |         |                    |         |         |         |
| ЦПР #59<br>(цегла порожниста)                                              | 0,250                         | 0,580                                                                                    | 0,78                                              | 0,155                                                         | 0,051                                                         | ● 3,839                    | ● 4,954 | ● 6,068 | ● 7,182 | ● 3,421            | ● 4,396  | ● 5,371 | ● 6,346 | ● 3,096            | ● 3,963 | ● 4,830 | ● 5,696 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,580                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 4,014                    | ● 5,128 | ● 6,243 | ● 7,357 | ● 3,596            | ● 4,571  | ● 5,546 | ● 6,521 | ● 3,271            | ● 4,138 | ● 5,005 | ● 5,871 |
| ЦСЛ #77<br>(цегла силікатна)                                               | 0,510                         | 0,870                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,960                    | ● 5,075 | ● 6,189 | ● 7,303 | ● 3,542            | ● 4,517  | ● 5,492 | ● 6,467 | ● 3,217            | ● 4,084 | ● 4,951 | ● 5,817 |
| ЦПТ #74<br>(цегла повнотіла)                                               | 0,250                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,744                    | ● 4,858 | ● 5,972 | ● 7,087 | ● 3,326            | ● 4,301  | ● 5,276 | ● 6,251 | ● 3,001            | ● 3,868 | ● 4,734 | ● 5,601 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,869                    | ● 4,983 | ● 6,098 | ● 7,212 | ● 3,451            | ● 4,426  | ● 5,401 | ● 6,376 | ● 3,126            | ● 3,993 | ● 4,860 | ● 5,726 |
| НБТ #38<br>(ніздрюватий бетон)                                             | 0,300                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 5,303                    | ● 6,417 | ● 7,532 | ● 8,646 | ● 4,885            | ● 5,860  | ● 6,835 | ● 7,810 | ● 4,560            | ● 5,427 | ● 6,294 | ● 7,160 |
|                                                                            | 0,400                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 5,903                    | ● 7,017 | ● 8,132 | ● 9,246 | ● 5,485            | ● 6,460  | ● 7,435 | ● 8,410 | ● 5,160            | ● 6,027 | ● 6,894 | ● 7,760 |
| КБТ #40<br>(збірний керамзитобетон)                                        | 0,320                         | 0,520                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,983                    | ● 5,097 | ● 6,212 | ● 7,326 | ● 3,565            | ● 4,540  | ● 5,515 | ● 6,490 | ● 3,240            | ● 4,107 | ● 4,974 | ● 5,840 |
| ЗБТ #64                                                                    | 0,200                         | 2,040                                                                                    |                                                   |                                                               |                                                               | ● 3,580                    | ● 4,694 | ● 5,808 | ● 6,922 | ● 3,162            | ● 4,137  | ● 5,112 | ● 6,087 | ● 2,837            | ● 3,703 | ● 4,570 | ● 5,437 |

Ранжування НОК за показником R<sub>Σпр</sub>

- R<sub>Σпр</sub> < 4,0<sup>(І)</sup> / 3,5<sup>(ІІІ)</sup> - не відповідає ДБН-31
- 4,0<sup>(І)</sup> / 3,5<sup>(ІІІ)</sup> < R<sub>Σпр</sub> < 4,5<sup>(І)</sup> / 4,0<sup>(ІІІ)</sup> - відповідає ДБН-31
- R<sub>Σпр</sub> > 4,5<sup>(І)</sup> / 4,0<sup>(ІІІ)</sup> - nZEB

індекси <sup>(І)</sup> та <sup>(ІІІ)</sup> над пороговими значеннями, розділеними знаком "/", відповідають значенням R<sub>qmin</sub> для Ії та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

Таблиця 2 (продовження)  
Матриця непрозорих огорожуючих конструкцій та їх ранжування на відповідність ДБН В.2.6-31 та вимогам nZEB за показником R<sub>Σпр</sub>

КЛАС Б.

Конструктивні схеми збірних систем з опорядженням індустріальними елементами та вентильованим повітряним прошарком  
(згідно ДБН В.2.6-33)

| R <sub>Σпр</sub> , (м <sup>2</sup> ·К)/Вт                                  |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                             |                            |         |         |         |                    |         |         |         |                    |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
| НОК. Температурна зона І. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)                 |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                             |                            |         |         |         |                    |         |         |         |                    |         |         |         |
| матеріал ядра ОК<br>порядковий номер (#)<br>згідно ДСТУ 9191,<br>Додаток А | товщина<br>шару ядра<br>ОК, м | λ шару ядра ОК,<br>Вт/(м·К)<br>згідно ДСТУ 9191,<br>Додаток А, умови<br>експлуатації "Б" | R <sub>Σпр</sub> /R <sub>Σ</sub><br>(0,91...0,67) | R <sub>si</sub> +R <sub>#66</sub> ,<br>(м <sup>2</sup> ·К)/Вт | R <sub>se</sub> ,<br>(м <sup>2</sup> ·К)/Вт | товщина шару утеплювача, м |         |         |         |                    |         |         |         |                    |         |         |         |
|                                                                            |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                             | λ = 0,035 Вт/(м·К)         |         |         |         | λ = 0,040 Вт/(м·К) |         |         |         | λ = 0,045 Вт/(м·К) |         |         |         |
|                                                                            |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                             | 0,150                      | 0,200   | 0,250   | 0,300   | 0,150              | 0,200   | 0,250   | 0,300   | 0,150              | 0,200   | 0,250   | 0,300   |
| ЦПР #59<br>(цегла порожниста)                                              | 0,250                         | 0,580                                                                                    | 0,78                                              | 0,155                                                         | 0,130                                       | 🔴 3,901                    | 🟢 5,015 | 🟢 6,130 | 🟢 7,244 | 🔴 3,483            | 🟡 4,458 | 🟢 5,433 | 🟢 6,408 | 🔴 3,158            | 🟡 4,025 | 🟢 4,892 | 🟢 5,758 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,580                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 4,076                    | 🟢 5,190 | 🟢 6,305 | 🟢 7,419 | 🔴 3,658            | 🟢 4,633 | 🟢 5,608 | 🟢 6,583 | 🔴 3,333            | 🟡 4,200 | 🟢 5,066 | 🟢 5,933 |
| ЦСЛ #77<br>(цегла силікатна)                                               | 0,510                         | 0,870                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 4,022                    | 🟢 5,136 | 🟢 6,251 | 🟢 7,365 | 🔴 3,604            | 🟢 4,579 | 🟢 5,554 | 🟢 6,529 | 🔴 3,279            | 🟡 4,146 | 🟢 5,013 | 🟢 5,879 |
| ЦПТ #74<br>(цегла повнотіла)                                               | 0,250                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🔴 3,806                    | 🟢 4,920 | 🟢 6,034 | 🟢 7,149 | 🔴 3,388            | 🟡 4,363 | 🟢 5,338 | 🟢 6,313 | 🔴 3,063            | 🔴 3,929 | 🟢 4,796 | 🟢 5,663 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🔴 3,931                    | 🟢 5,045 | 🟢 6,159 | 🟢 7,274 | 🔴 3,513            | 🟡 4,488 | 🟢 5,463 | 🟢 6,438 | 🔴 3,188            | 🟡 4,055 | 🟢 4,921 | 🟢 5,788 |
| НБТ #38<br>(ніздрюватий бетон)                                             | 0,300                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 5,365                    | 🟢 6,479 | 🟢 7,593 | 🟢 8,708 | 🟢 4,947            | 🟢 5,922 | 🟢 6,897 | 🟢 7,872 | 🟢 4,622            | 🟢 5,489 | 🟢 6,355 | 🟢 7,222 |
|                                                                            | 0,400                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 5,965                    | 🟢 7,079 | 🟢 8,193 | 🟢 9,308 | 🟢 5,547            | 🟢 6,522 | 🟢 7,497 | 🟢 8,472 | 🟢 5,222            | 🟢 6,089 | 🟢 6,955 | 🟢 7,822 |
| КБТ #40<br>(збірний керамзитобетон)                                        | 0,320                         | 0,520                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 4,045                    | 🟢 5,159 | 🟢 6,273 | 🟢 7,388 | 🔴 3,627            | 🟢 4,602 | 🟢 5,577 | 🟢 6,552 | 🔴 3,302            | 🟡 4,169 | 🟢 5,035 | 🟢 5,902 |
| ЗБТ #64                                                                    | 0,200                         | 2,040                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🔴 3,641                    | 🟢 4,756 | 🟢 5,870 | 🟢 6,984 | 🔴 3,224            | 🟡 4,199 | 🟢 5,174 | 🟢 6,149 | 🔴 2,899            | 🔴 3,765 | 🟢 4,632 | 🟢 5,499 |
| НОК. Температурна зона ІІ. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)                |                               |                                                                                          |                                                   |                                                               |                                             |                            |         |         |         |                    |         |         |         |                    |         |         |         |
| ЦПР #59<br>(цегла порожниста)                                              | 0,250                         | 0,580                                                                                    | 0,78                                              | 0,130                                                         | 0,130                                       | 🟡 3,901                    | 🟢 5,015 | 🟢 6,130 | 🟢 7,244 | 🔴 3,483            | 🟡 4,458 | 🟢 5,433 | 🟢 6,408 | 🔴 3,158            | 🟢 4,025 | 🟢 4,892 | 🟢 5,758 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,580                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 4,076                    | 🟢 5,190 | 🟢 6,305 | 🟢 7,419 | 🟡 3,658            | 🟢 4,633 | 🟢 5,608 | 🟢 6,583 | 🔴 3,333            | 🟢 4,200 | 🟢 5,066 | 🟢 5,933 |
| ЦСЛ #77<br>(цегла силікатна)                                               | 0,510                         | 0,870                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 4,022                    | 🟢 5,136 | 🟢 6,251 | 🟢 7,365 | 🟡 3,604            | 🟢 4,579 | 🟢 5,554 | 🟢 6,529 | 🔴 3,279            | 🟢 4,146 | 🟢 5,013 | 🟢 5,879 |
| ЦПТ #74<br>(цегла повнотіла)                                               | 0,250                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 3,806                    | 🟢 4,920 | 🟢 6,034 | 🟢 7,149 | 🔴 3,388            | 🟢 4,363 | 🟢 5,338 | 🟢 6,313 | 🔴 3,063            | 🟡 3,929 | 🟢 4,796 | 🟢 5,663 |
|                                                                            | 0,380                         | 0,810                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 3,931                    | 🟢 5,045 | 🟢 6,159 | 🟢 7,274 | 🟡 3,513            | 🟢 4,488 | 🟢 5,463 | 🟢 6,438 | 🔴 3,188            | 🟢 4,055 | 🟢 4,921 | 🟢 5,788 |
| НБТ #38<br>(ніздрюватий бетон)                                             | 0,300                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 5,365                    | 🟢 6,479 | 🟢 7,593 | 🟢 8,708 | 🟢 4,947            | 🟢 5,922 | 🟢 6,897 | 🟢 7,872 | 🟢 4,622            | 🟢 5,489 | 🟢 6,355 | 🟢 7,222 |
|                                                                            | 0,400                         | 0,130                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 5,965                    | 🟢 7,079 | 🟢 8,193 | 🟢 9,308 | 🟢 5,547            | 🟢 6,522 | 🟢 7,497 | 🟢 8,472 | 🟢 5,222            | 🟢 6,089 | 🟢 6,955 | 🟢 7,822 |
| КБТ #40<br>(збірний керамзитобетон)                                        | 0,320                         | 0,520                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟢 4,045                    | 🟢 5,159 | 🟢 6,273 | 🟢 7,388 | 🟡 3,627            | 🟢 4,602 | 🟢 5,577 | 🟢 6,552 | 🔴 3,302            | 🟢 4,169 | 🟢 5,035 | 🟢 5,902 |
| ЗБТ #64                                                                    | 0,200                         | 2,040                                                                                    |                                                   |                                                               |                                             | 🟡 3,641                    | 🟢 4,756 | 🟢 5,870 | 🟢 6,984 | 🔴 3,224            | 🟢 4,199 | 🟢 5,174 | 🟢 6,149 | 🔴 2,899            | 🟡 3,765 | 🟢 4,632 | 🟢 5,499 |

Ранжування НОК за показником R<sub>Σпр</sub>

- R<sub>Σпр</sub> < 4,0<sup>(І)</sup> / 3,5<sup>(ІІІ)</sup> - не відповідає ДБН-31
- 4,0<sup>(І)</sup> / 3,5<sup>(ІІІ)</sup> < R<sub>Σпр</sub> < 4,5<sup>(ІІ)</sup> / 4,0<sup>(ІІІ)</sup> - відповідає ДБН-31
- R<sub>Σпр</sub> > 4,5<sup>(І)</sup> / 4,0<sup>(ІІІ)</sup> - nZEB

індекси <sup>(І)</sup> та <sup>(ІІІ)</sup> над пороговими значеннями, розділеними знаком "/", відповідають значенням R<sub>qmin</sub> для Ії та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

## 5. РОЗРАХУНОК ЛІНІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ $\psi$

1 квітня 2025р. вступив в дію НАКАЗ №168 МінРозвитку від 06 лютого 2025р. "Деякі питання запровадження вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії" [13]; який регламентує, окрім іншого, максимальні значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі в зонах теплопровідних включень Додаток 4 [13]. Для оболонки nZEB є надважливим повне виключення термомостів та мінімізація тепловтрат в зонах теплопровідних включень.

Варто сказати, що такий підхід є сталою європейською практикою і в першу чергу, означає відсіювання таких конструктивних рішень та технологій (переважно застарілих), які не забезпечують ключову вимогу nZEB щодо дуже високої енергетичної ефективності будівлі (Ст.1, п.2, 3У про енергетичну ефективність будівель [11] / Article 2, p.(3), DIRECTIVE (EU) 2024/1275 [17]).

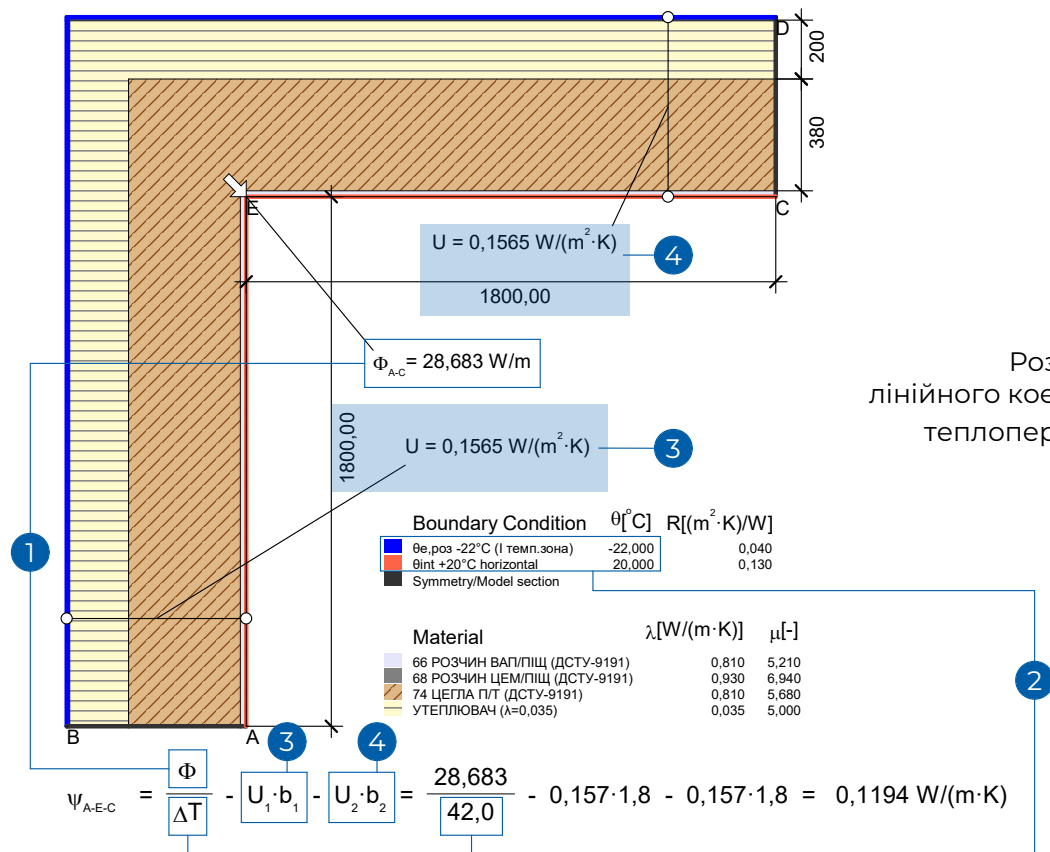


Рис.6  
Розрахунок  
лінійного коефіцієнту  
теплопередачі  $\psi$ .

Зазвичай, розрахунок лінійного коефіцієнту теплопередачі  $\psi$  НОК (п.3.10 [3]) виконують за формулою:

$$\psi = [\Phi_{\text{сим}}/\Delta T] - \sum U_i b_i \quad (1)$$

де  $\Phi_{\text{сим}}$  - повний тепловий потік через переріз, отриманий внаслідок симуляції моделі методом кінцевих елементів (поз.1, рис.6), розрахований на  $1^{\circ}\text{K}$  (частка від ділення на перепад температур  $\Delta T$  (поз.2, рис.6),  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ ;

$\sum U_i b_i$  - тепловий потік на  $1^{\circ}\text{K}$  через термічно однорідні частини НОК, розрахований як сума добутків значень теплопередачі  $U$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$  термічно однорідних частин НОК (формули (2)[3], (24)[16]) і відповідних лінійних показників геометричних характеристик будівлі, виміряних за внутрішньою поверхнею (п.3[16]), (поз.3, 4, рис.6),  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ ;

## 5.1 Особливості розрахунку лінійного коефіцієнту теплопередачі $\psi$ для вузлів С2, С3 (вузли примикання зовнішніх стін до міжповерхового / балконного перекриття)

В практиці енергетичного аудиту будівель однаково часто зустрічаються обидва нижче описані стилі розрахунку теплопередачі трансмісією фасадної частини оболонки будівлі (рис.7). Виходячи з формул (12, 22) [16] та (1) [3], в кожному з випадків потрібно використати відповідний лінійний коефіцієнт теплопередачі  $\psi_1$  (рис.7а) або  $\psi_2$  (рис.7б).

Простіше кажучи,  $\psi_2$  включає в себе окрім впливу теплопровідного включення, теплопередачу через термічно однорідне поле (рис.7.3) в межах висоти міжповерхового перекриття + конструкції підлоги (рис.7.4), яке враховано в першому випадку (для  $\psi_1$ ) як теплопередача термічно однорідного поля від підлоги 1го поверху до стелі останнього (п.3.8 [16]).

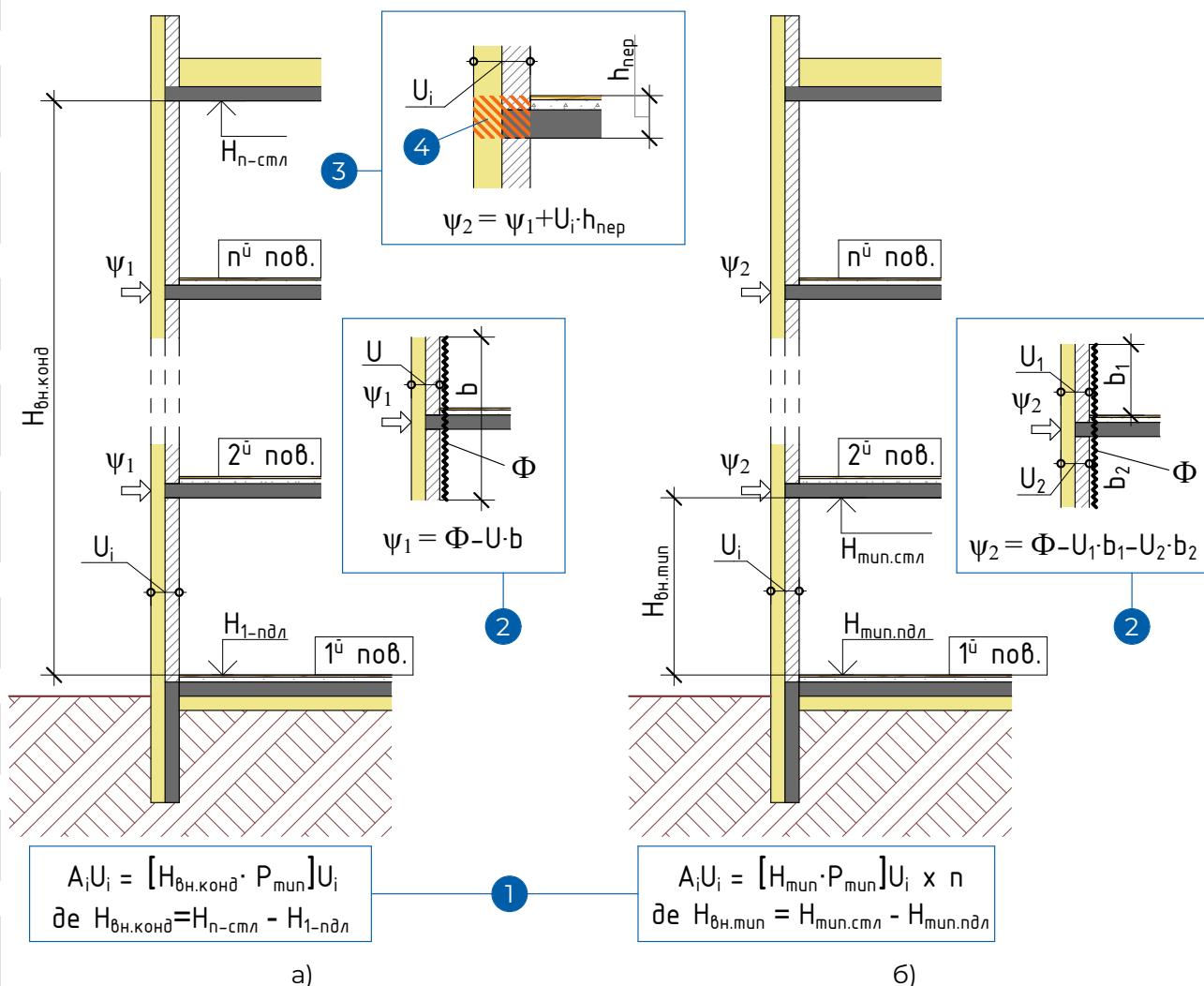


Рис.7 Два стилі розрахунку теплопередачі трансмісією фасаду багатоповерхової будівлі (поз.1) та відповідні їм схеми та формули розрахунку лінійних коефіцієнтів теплопередачі  $\psi_1$ ,  $\psi_2$  (поз.2). (а) - добуток внутрішньої висоти кондиціонованого об'єму ( $H_{\text{вн.конд}}$ ), периметру підлоги типового поверху ( $P_{\text{мун}}$ ) і  $U_i$  терм.однорідного поля; (б) - добуток внутрішньої висоти типового поверху ( $H_{\text{вн.мун}}$ ), периметру підлоги типового поверху ( $P_{\text{мун}}$ ) і  $U_i$  термічно однорідного поля, помножений на кількість поверхів ( $n$ ).

## 6. ВУЗЛОВІ РІШЕННЯ НОК

Технічні креслення, симуляції, термополя, внутрішні поверхневі температури ( $\theta_{si}$ , °C), лінійні коефіцієнти теплопередачі ( $\psi$ , Вт/(м·K))

Розділ складається із послідовної серії розгортки (рис.8) - креслень вузлів НОК - ліва полоса (поз.1), та відповідних їм прорахованих термополів, характерних ізотерм, критичних температур внутрішньої поверхні ( $\theta_{si}$ , °C) і розрахунків значень лінійного коефіцієнта теплопередачі ( $\psi$ , Вт/(м·K)) - права полоса (поз.2) - що є мірою оцінки якості проектування вузлового рішення за кількісним критерієм та його відповідності Вимогам [13].

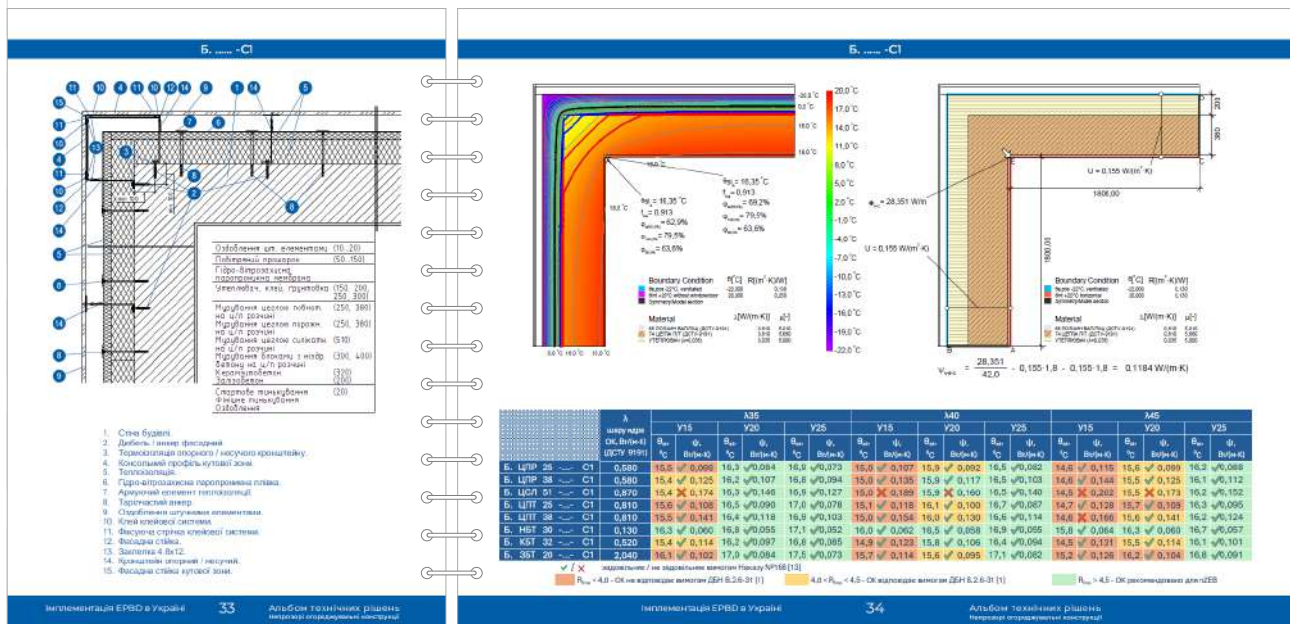


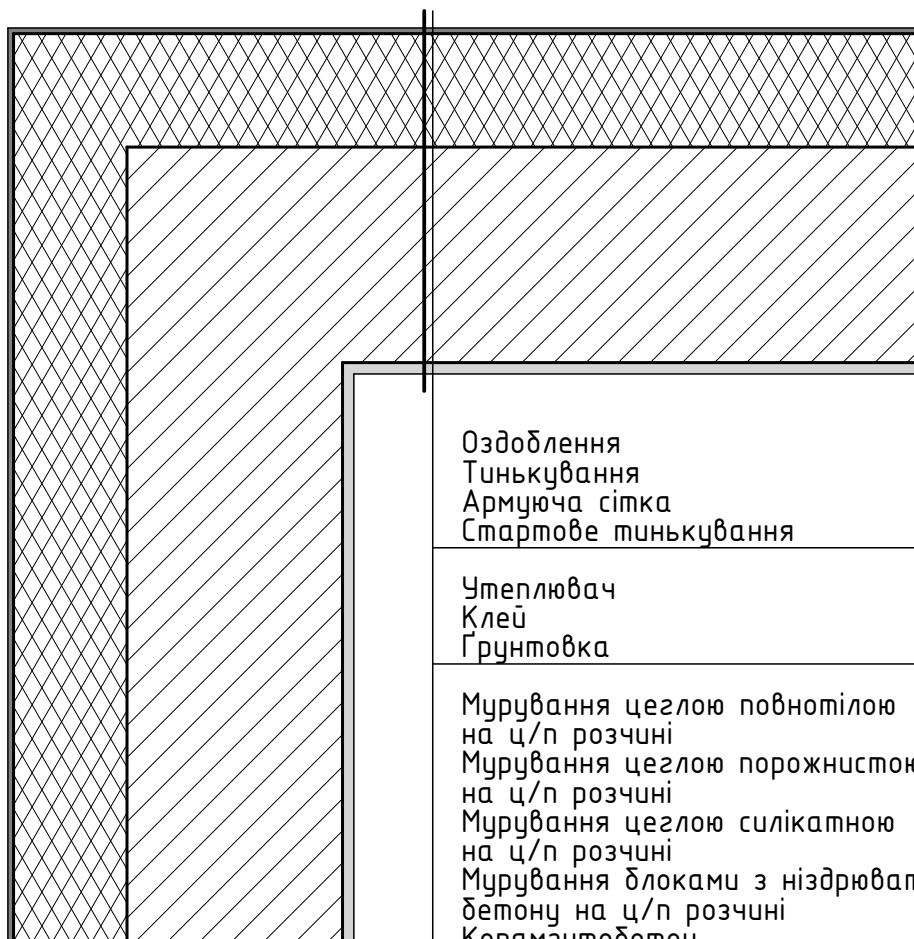
Рис.8 Приклад зовнішнього вигляду розгорток технічного тозділу.

1 - технічне креслення вузлогового рішення; 2 - відповідні розрахунки термополів, характерних ізотерм, критичних температур внутрішньої поверхні ( $\theta_{si}$ , °C) і значень лінійного коефіцієнта теплопередачі ( $\psi$ , Вт/(м·K)).

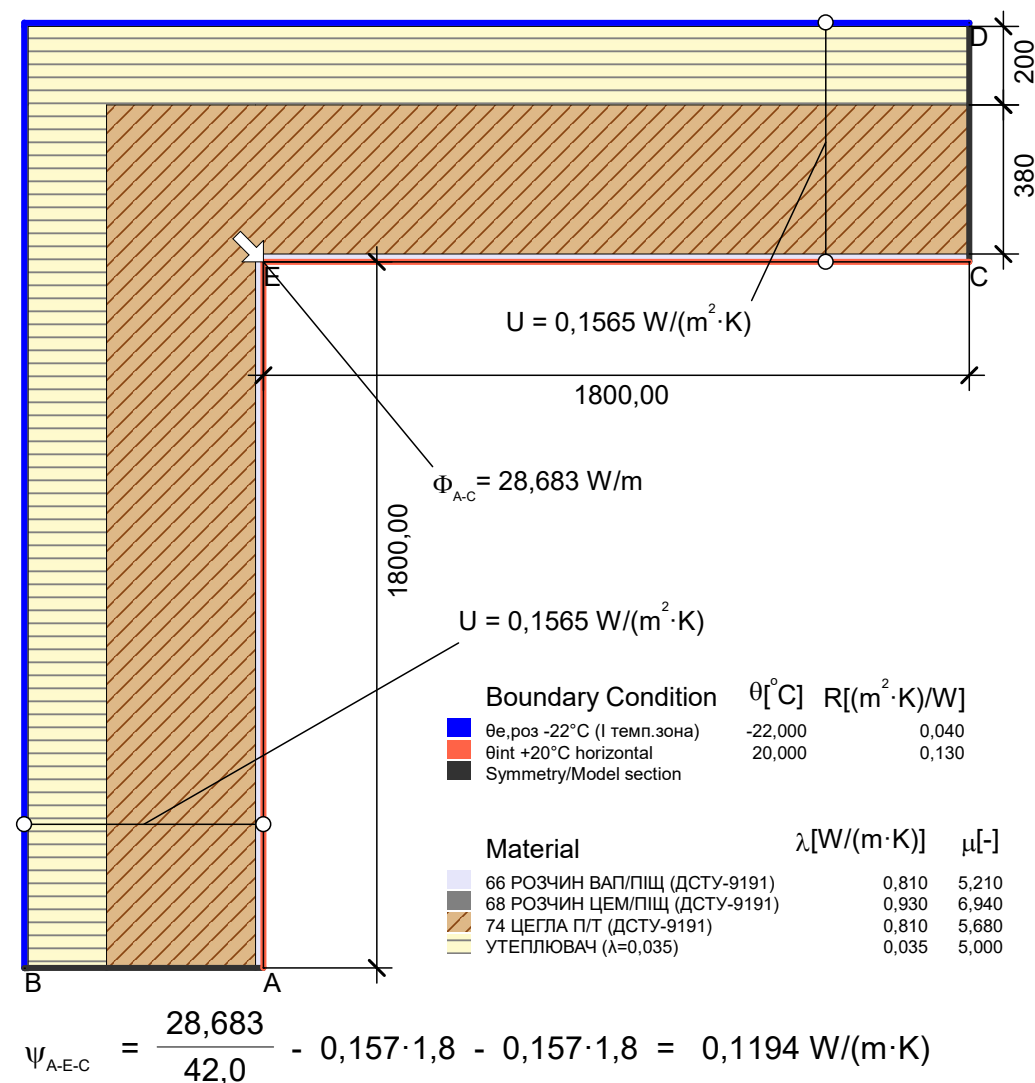
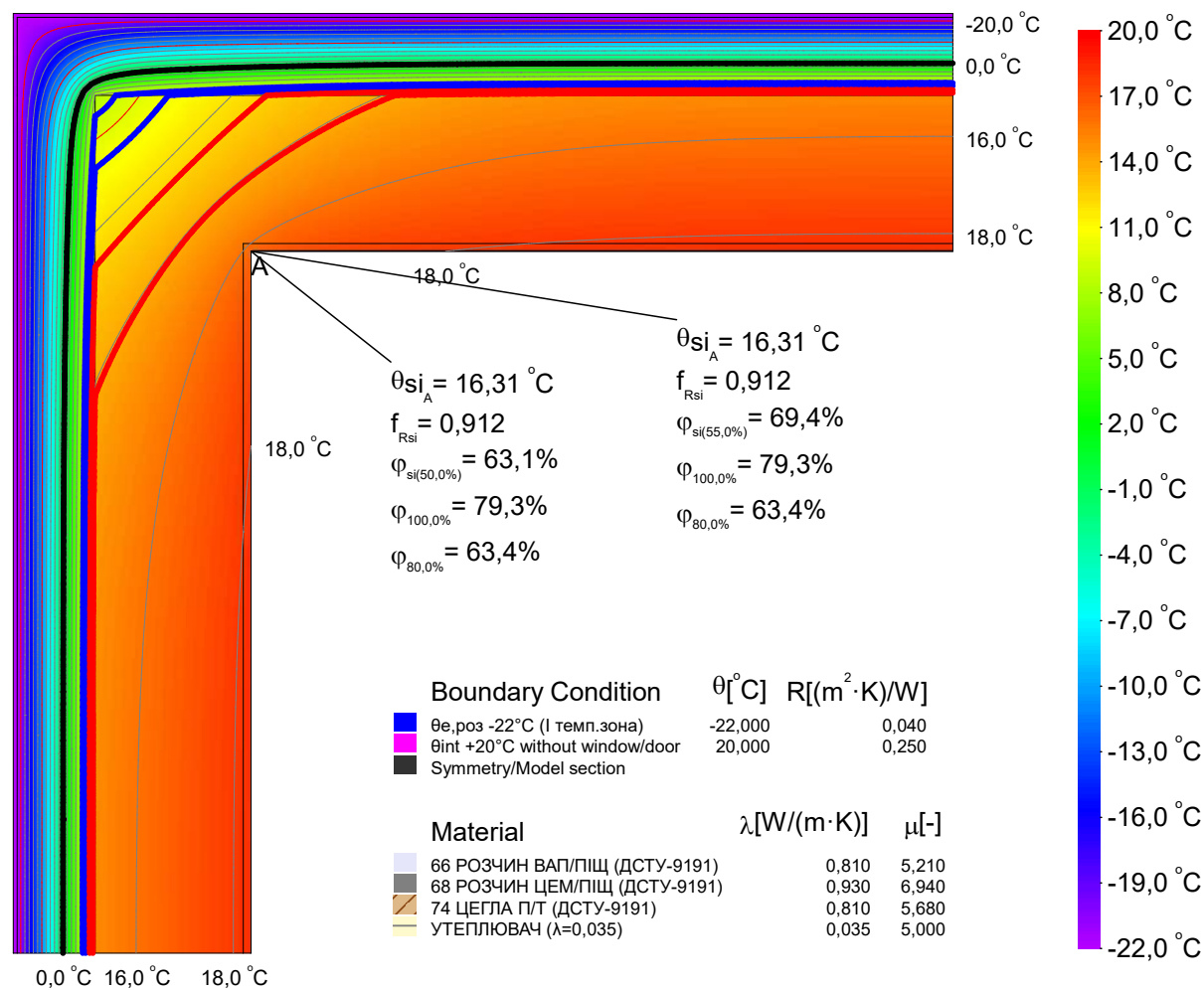
Внизу правої полоси (поз.2, рис.8) розміщено звідну таблицю, в якій знаходиться масив всіх значень критичних температур внутрішньої поверхні ( $\theta_{si}$ , °C) і розрахунків значень лінійного коефіцієнта теплопередачі ( $\psi$ , Вт/(м·K)) (для деяких вузлових рішень  $\psi_1$  і  $\psi_2$ , (Вт/(м·K), див. п. 5) вузлів, зконструйованих з вибірки (матриці) НОК (п.4.2).

Комірки таблиці затоновані у відповідності до кольору ранжування НОК (Табл.1, 2, п.4.2) - для швидкої навігації рекомендованих ОК для nZEB. Значення в червоних та жовтих комірках (не відповідають / відповідають ДБН В.2.6-31 [1], відповідно) навмисно залишені для цілей Енергетичного Аудиту існуючих будівель та їх Термомодернізації.

Деякі звітні таблиці окрім тонування комірок мають відмітки  /  , що є індикаторами відповідності / не відповідності вимогам до  $\psi$ -фактору для оболонки nZEB, висунуті в Додатку 4, [13].



|                                                                    |                         |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Оздоблення<br>Тинькування<br>Армуюча сітка<br>Стартове тинькування | (10)                    |
| Утеплювач<br>Клей<br>Грунтовка                                     | (150, 200,<br>250, 300) |
| Мурування цеглою повнотілою<br>на ц/п розчині                      | (250, 380)              |
| Мурування цеглою порожнистою<br>на ц/п розчині                     | (250, 380)              |
| Мурування цеглою силікатною<br>на ц/п розчині                      | (510)                   |
| Мурування блоками з ніздрюватого<br>бетону на ц/п розчині          | (300, 400)              |
| Керамзитобетон                                                     | (320)                   |
| Залізобетон                                                        | (200)                   |
| Стартове тинькування<br>Фінішне тинькування<br>Оздоблення          | (20)                    |



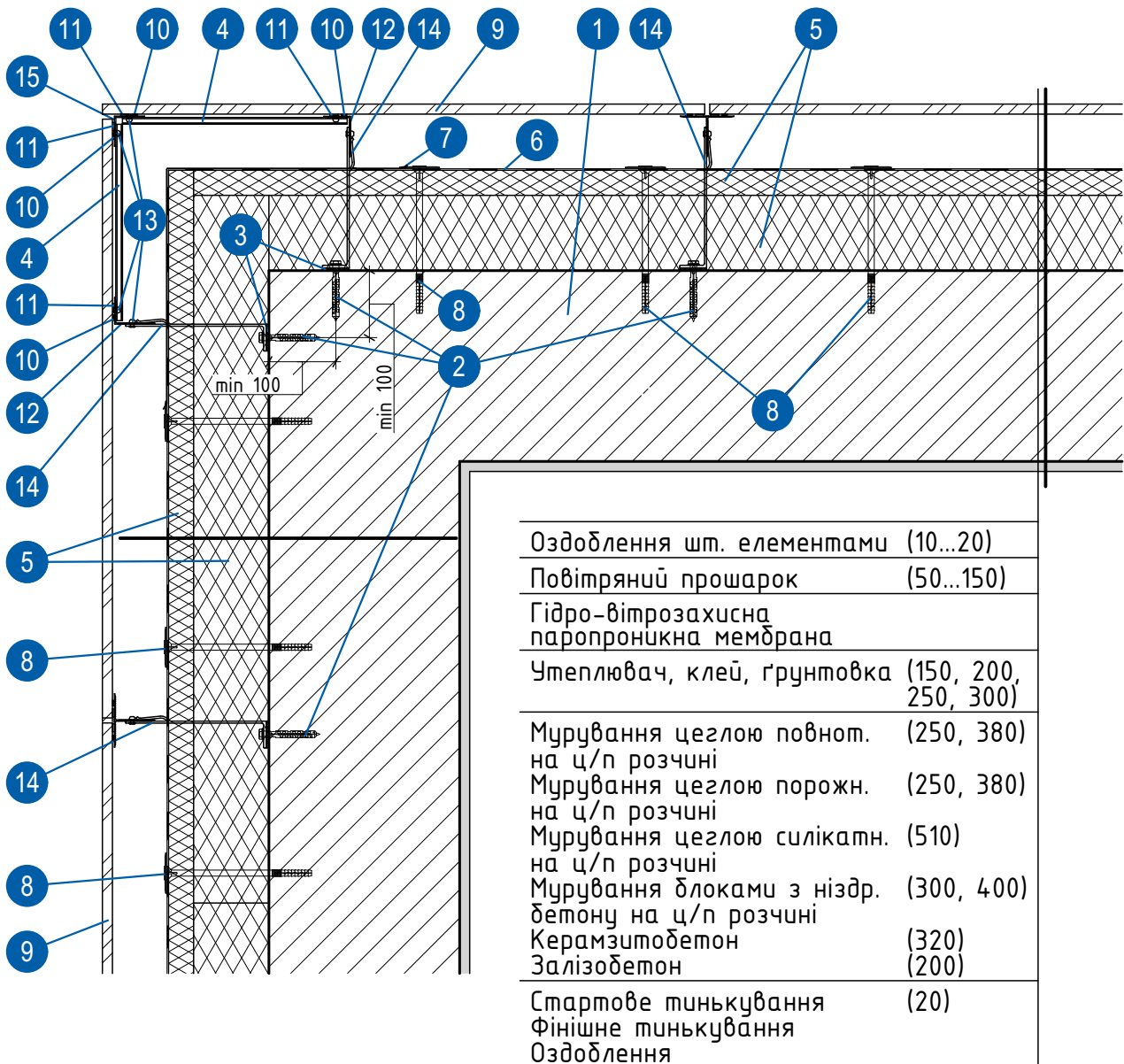
|                   | λ<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35                     |                |                         |                |                         |                | λ40                     |                |                         |                |                         |                | λ45                     |                |                         |                |                         |                |
|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                   |                                               | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                |
|                   |                                               | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 ---- C1 | 0,580                                         | 15,4                    | ✓ 0,099        | 16,3                    | ✓ 0,084        | 16,9                    | ✓ 0,074        | 15,0                    | ✓ 0,108        | 15,9                    | ✓ 0,093        | 16,5                    | ✓ 0,082        | 14,5                    | ✓ 0,116        | 15,5                    | ✓ 0,100        | 16,2                    | ✓ 0,089        |
| A. ЦПР 38 ---- C1 | 0,580                                         | 15,4                    | ✓ 0,126        | 16,2                    | ✓ 0,108        | 16,8                    | ✓ 0,095        | 14,9                    | ✓ 0,136        | 15,8                    | ✓ 0,118        | 16,4                    | ✓ 0,104        | 14,5                    | ✓ 0,145        | 15,4                    | ✓ 0,126        | 16,1                    | ✓ 0,112        |
| A. ЦСЛ 51 ---- C1 | 0,870                                         | 15,4                    | ✗ 0,176        | 16,2                    | ✓ 0,147        | 16,8                    | ✓ 0,128        | 14,9                    | ✗ 0,191        | 15,8                    | ✗ 0,162        | 16,5                    | ✓ 0,141        | 14,5                    | ✗ 0,205        | 15,5                    | ✗ 0,175        | 16,1                    | ✓ 0,153        |
| A. ЦПТ 25 ---- C1 | 0,810                                         | 15,6                    | ✓ 0,109        | 16,4                    | ✓ 0,091        | 17,0                    | ✓ 0,079        | 15,1                    | ✓ 0,120        | 16,0                    | ✓ 0,101        | 16,7                    | ✓ 0,088        | 14,6                    | ✓ 0,130        | 15,6                    | ✓ 0,110        | 16,3                    | ✓ 0,096        |
| A. ЦПТ 38 ---- C1 | 0,810                                         | 15,4                    | ✓ 0,143        | 16,3                    | ✓ 0,119        | 16,9                    | ✓ 0,103        | 14,9                    | ✗ 0,156        | 15,9                    | ✓ 0,132        | 16,5                    | ✓ 0,115        | 14,5                    | ✗ 0,168        | 15,5                    | ✓ 0,143        | 16,2                    | ✓ 0,125        |
| A. НБТ 30 ---- C1 | 0,130                                         | 16,2                    | ✓ 0,060        | 16,7                    | ✓ 0,056        | 17,1                    | ✓ 0,052        | 16,0                    | ✓ 0,062        | 16,5                    | ✓ 0,058        | 16,9                    | ✓ 0,055        | 15,8                    | ✓ 0,064        | 16,3                    | ✓ 0,061        | 16,7                    | ✓ 0,057        |
| A. КБТ 32 ---- C1 | 0,520                                         | 15,4                    | ✓ 0,115        | 16,2                    | ✓ 0,098        | 16,8                    | ✓ 0,086        | 14,9                    | ✓ 0,124        | 15,8                    | ✓ 0,107        | 16,4                    | ✓ 0,094        | 14,5                    | ✓ 0,133        | 15,5                    | ✓ 0,115        | 16,1                    | ✓ 0,102        |
| A. ЗБТ 20 ---- C1 | 2,040                                         | 16,1                    | ✓ 0,104        | 17,0                    | ✓ 0,085        | 17,5                    | ✓ 0,073        | 15,7                    | ✓ 0,116        | 15,6                    | ✓ 0,095        | 17,1                    | ✓ 0,082        | 15,2                    | ✓ 0,127        | 16,2                    | ✓ 0,106        | 16,8                    | ✓ 0,091        |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

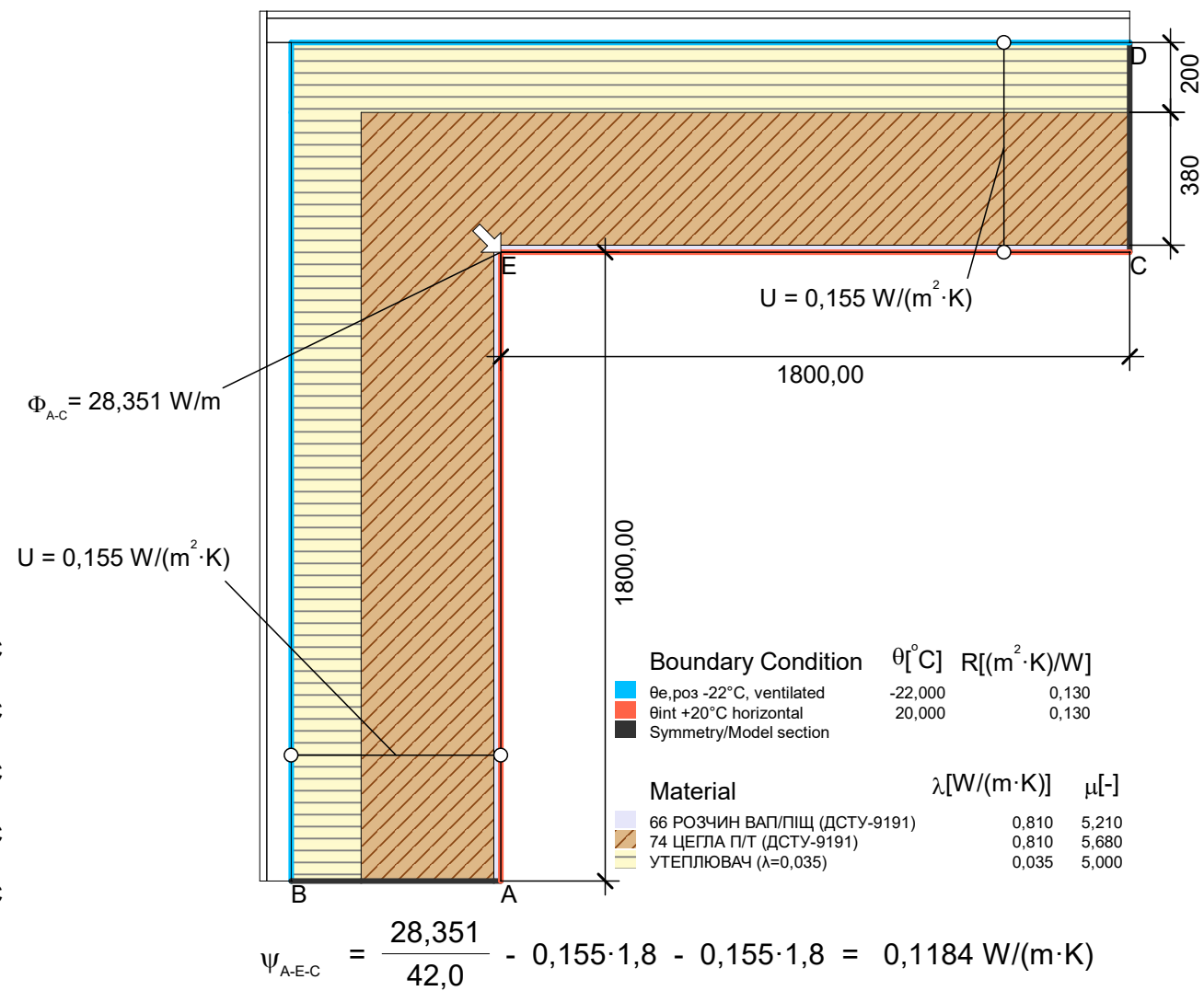
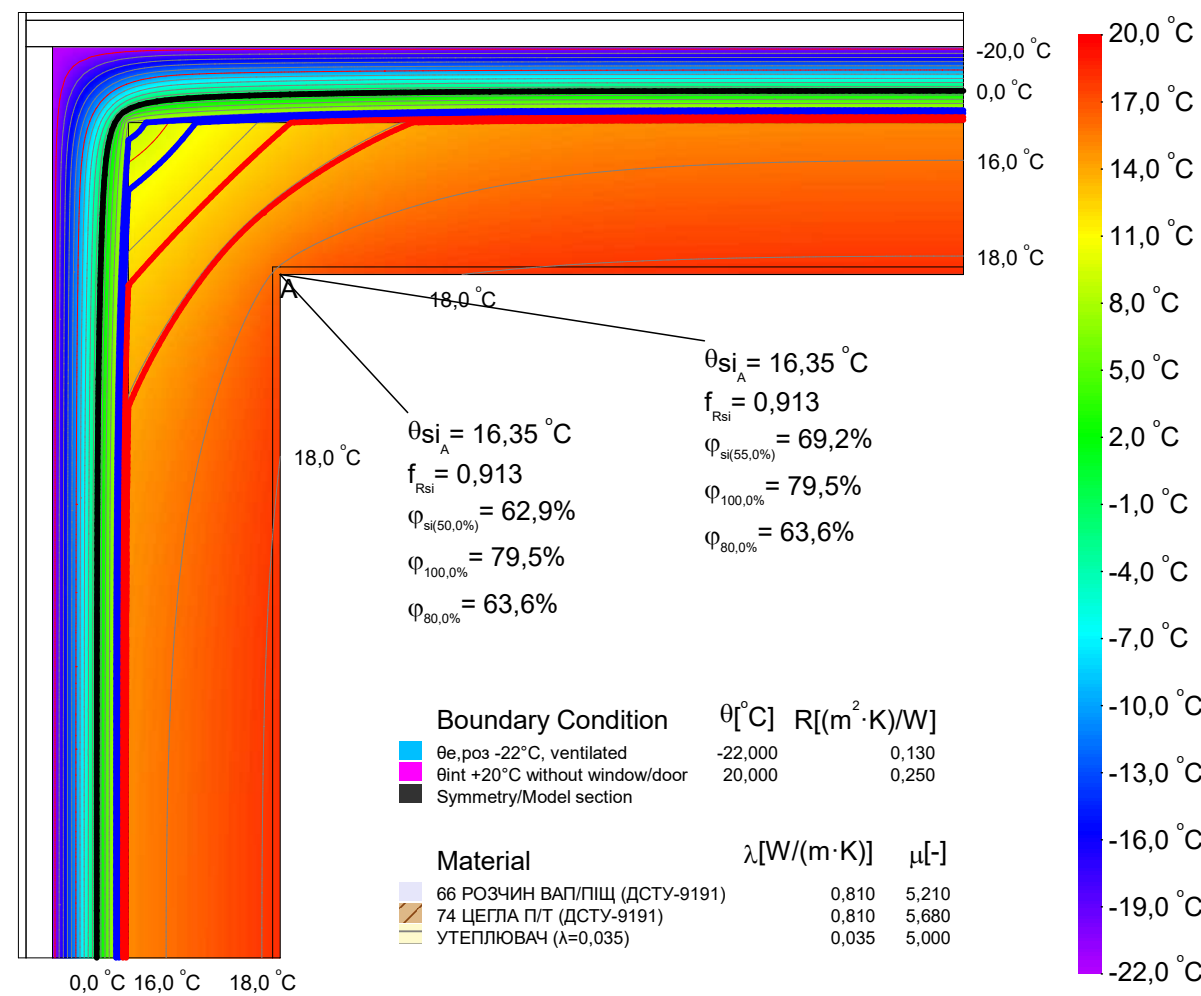
✗ R<sub>Σnp</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

✓ 4,0 < R<sub>Σnp</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

✓ R<sub>Σnp</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB

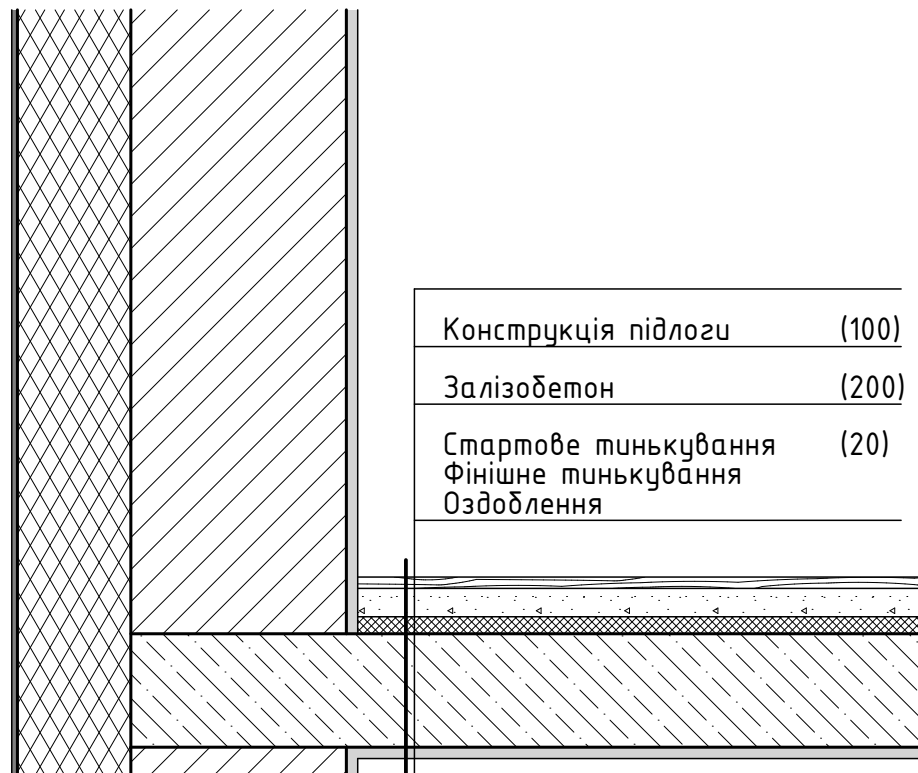


1. Стіна будівлі.
2. Дюбель / анкер фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
4. Консольний профіль кутової зони.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозахисна паропроникна плівка.
7. Армуючий елемент теплоізоляції.
8. Тарілчастий анкер.
9. Оздоблення штучними елементами.
10. Клей клейової системи.
11. Фіксуюча стрічка клейової системи.
12. Фасадна стійка.
13. Заклепка 4.8x12.
14. Кронштейн опорний / несучий.
15. Фасадна стійка кутової зони.



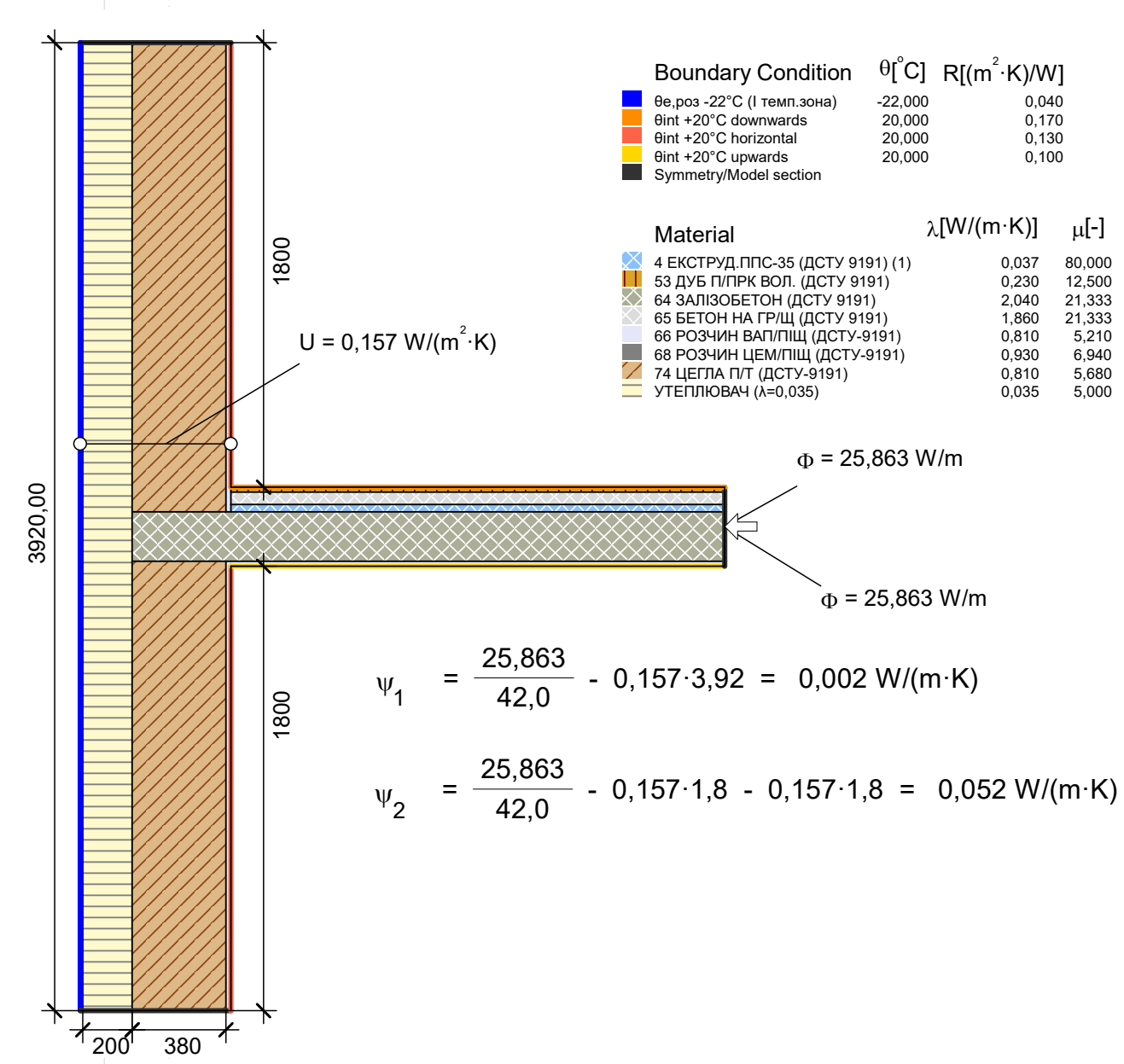
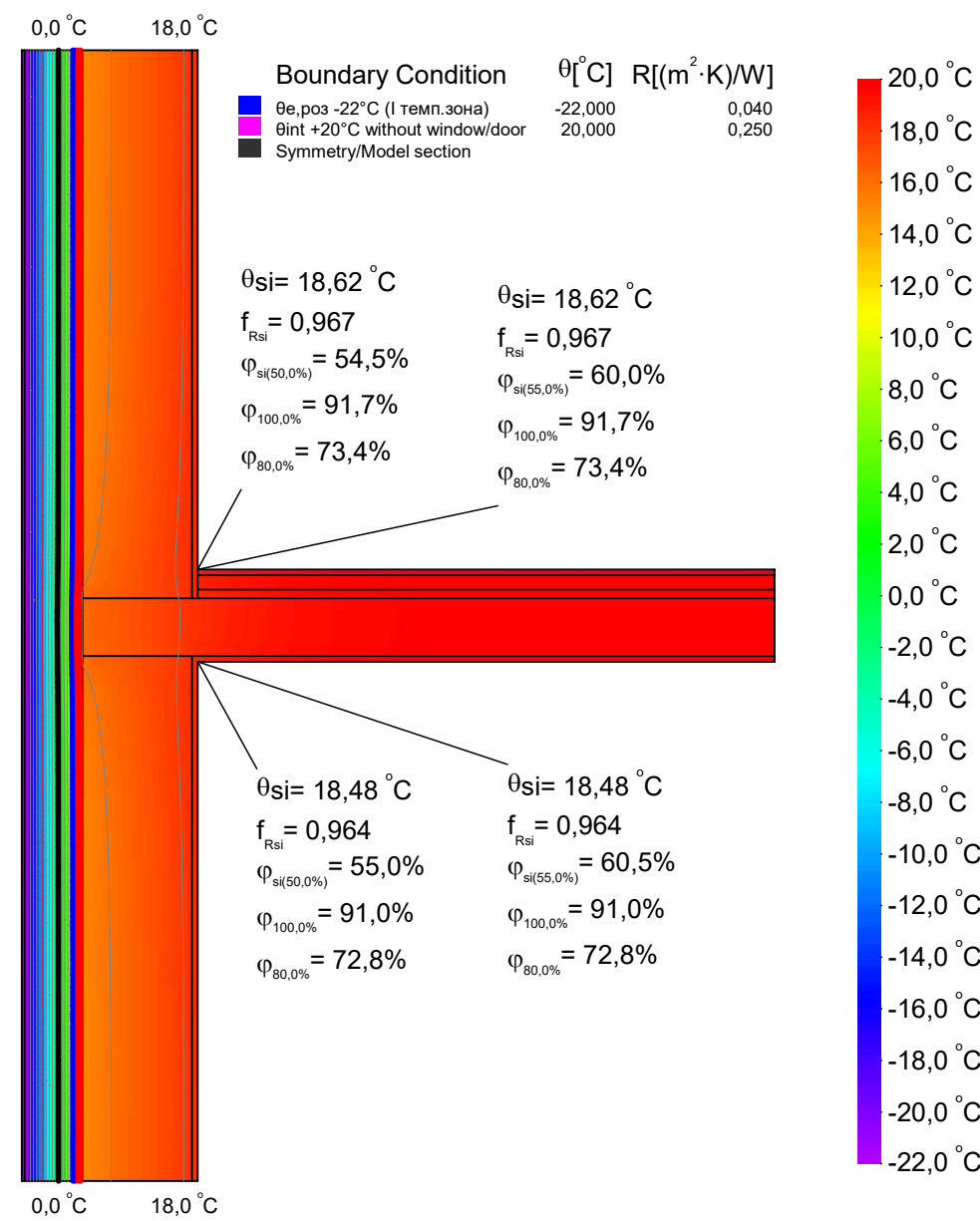
|                    | λ<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35                     |                |                         |                |                         |                | λ40                     |                |                         |                |                         |                | λ45                     |                |                         |                |                         |                |
|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                    |                                               | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                |
|                    |                                               | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 -...- C1 | 0,580                                         | 15,5                    | ✓ 0,098        | 16,3                    | ✓ 0,084        | 16,9                    | ✓ 0,073        | 15,0                    | ✓ 0,107        | 15,9                    | ✓ 0,092        | 16,5                    | ✓ 0,082        | 14,6                    | ✓ 0,115        | 15,6                    | ✓ 0,099        | 16,2                    | ✓ 0,088        |
| Б. ЦПР 38 -...- C1 | 0,580                                         | 15,4                    | ✓ 0,125        | 16,2                    | ✓ 0,107        | 16,8                    | ✓ 0,094        | 15,0                    | ✓ 0,135        | 15,9                    | ✓ 0,117        | 16,5                    | ✓ 0,103        | 14,6                    | ✓ 0,144        | 15,5                    | ✓ 0,125        | 16,1                    | ✓ 0,112        |
| Б. ЦСЛ 51 -...- C1 | 0,870                                         | 15,4                    | ✗ 0,174        | 16,3                    | ✓ 0,146        | 16,9                    | ✓ 0,127        | 15,0                    | ✗ 0,189        | 15,9                    | ✗ 0,160        | 16,5                    | ✓ 0,140        | 14,5                    | ✗ 0,202        | 15,5                    | ✗ 0,173        | 16,2                    | ✓ 0,152        |
| Б. ЦПТ 25 -...- C1 | 0,810                                         | 15,6                    | ✓ 0,108        | 16,5                    | ✓ 0,090        | 17,0                    | ✓ 0,078        | 15,1                    | ✓ 0,118        | 16,1                    | ✓ 0,100        | 16,7                    | ✓ 0,087        | 14,7                    | ✓ 0,128        | 15,7                    | ✓ 0,109        | 16,3                    | ✓ 0,095        |
| Б. ЦПТ 38 -...- C1 | 0,810                                         | 15,5                    | ✓ 0,141        | 16,4                    | ✓ 0,118        | 16,9                    | ✓ 0,103        | 15,0                    | ✓ 0,154        | 16,0                    | ✓ 0,130        | 16,6                    | ✓ 0,114        | 14,6                    | ✗ 0,166        | 15,6                    | ✓ 0,141        | 16,2                    | ✓ 0,124        |
| Б. НБТ 30 -...- C1 | 0,130                                         | 16,3                    | ✓ 0,060        | 16,8                    | ✓ 0,055        | 17,1                    | ✓ 0,052        | 16,0                    | ✓ 0,062        | 16,5                    | ✓ 0,058        | 16,9                    | ✓ 0,055        | 15,8                    | ✓ 0,064        | 16,3                    | ✓ 0,060        | 16,7                    | ✓ 0,057        |
| Б. КБТ 32 -...- C1 | 0,520                                         | 15,4                    | ✓ 0,114        | 16,2                    | ✓ 0,097        | 16,8                    | ✓ 0,085        | 14,9                    | ✓ 0,123        | 15,8                    | ✓ 0,106        | 16,4                    | ✓ 0,094        | 14,5                    | ✓ 0,131        | 15,5                    | ✓ 0,114        | 16,1                    | ✓ 0,101        |
| Б. ЗБТ 20 -...- C1 | 2,040                                         | 16,1                    | ✓ 0,102        | 17,0                    | ✓ 0,084        | 17,5                    | ✓ 0,073        | 15,7                    | ✓ 0,114        | 15,6                    | ✓ 0,095        | 17,1                    | ✓ 0,082        | 15,2                    | ✓ 0,126        | 16,2                    | ✓ 0,104        | 16,8                    | ✓ 0,091        |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]  
R<sub>Σnp</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      4,0 < R<sub>Σnp</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      R<sub>Σnp</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB



|                      |       |
|----------------------|-------|
| Конструкція підлоги  | (100) |
| Залізобетон          | (200) |
| Стартове тинькування | (20)  |
| Фінішне тинькування  |       |
| Оздоблення           |       |

|                                                        |            |
|--------------------------------------------------------|------------|
| Оздоблення                                             | (10)       |
| Тинькування                                            |            |
| Армуюча сітка                                          |            |
| Стартове тинькування                                   |            |
| Утеплювач                                              | (150, 200, |
| Клей                                                   | 250, 300)  |
| Грунтовка                                              |            |
| Мурування цеглою повнотілою на ц/п розчині             | (250, 380) |
| Мурування цеглою порожнистою на ц/п розчині            | (250, 380) |
| Мурування цеглою силікатною на ц/п розчині             | (510)      |
| Мурування блоками з ніздрюватого бетону на ц/п розчині | (300, 400) |
| Керамзитобетон                                         | (320)      |
| Залізобетон                                            | (200)      |
| Стартове тинькування                                   | (20)       |
| Фінішне тинькування                                    |            |
| Оздоблення                                             |            |



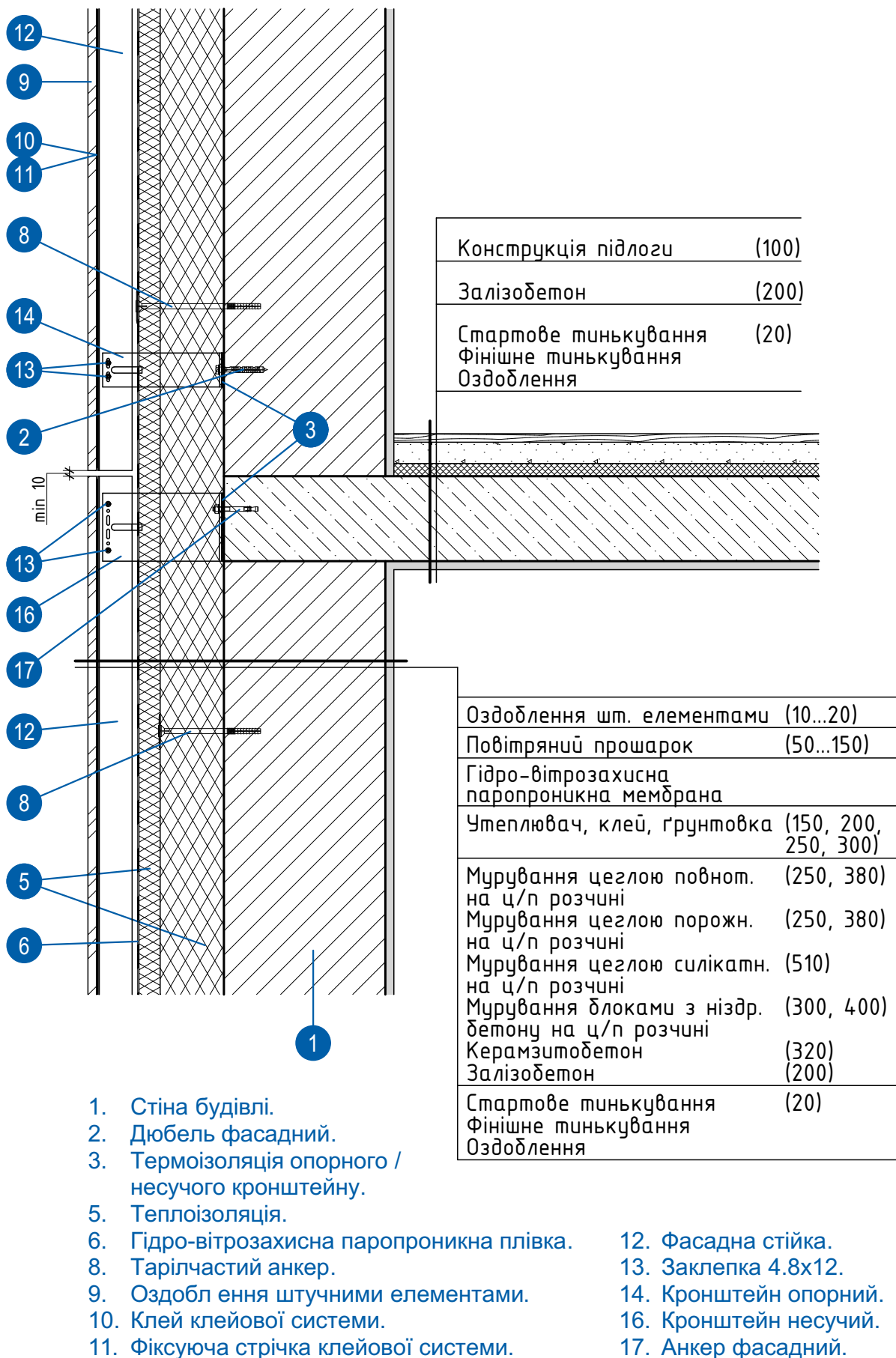
|                   | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       | $\lambda 40$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       | $\lambda 45$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                                                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       |
|                   |                                                       | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -... C2 | 0,580                                                 | 18,1                        | 0,005                 | 0,069                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,053                 | 18,8                        | 0,002                 | 0,043                 | 17,8                        | 0,006                 | 0,078                 | 18,3                        | 0,004                 | 0,060                 | 18,6                        | 0,002                 | 0,049                 | 17,6                        | 0,008                 | 0,087                 | 18,1                        | 0,005                 | 0,067                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,054                 |
| A. ЦПР 38 -... C2 | 0,580                                                 | 18,0                        | 0,008                 | 0,069                 | 18,4                        | 0,005                 | 0,053                 | 18,4                        | 0,003                 | 0,043                 | 17,8                        | 0,010                 | 0,078                 | 18,2                        | 0,006                 | 0,060                 | 18,3                        | 0,004                 | 0,049                 | 17,5                        | 0,012                 | 0,087                 | 18,1                        | 0,007                 | 0,067                 | 18,1                        | 0,005                 | 0,054                 |
| A. ЦСЛ 51 -... C2 | 0,870                                                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,067                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,052                 | 18,8                        | 0,002                 | 0,042                 | 17,8                        | 0,005                 | 0,076                 | 18,3                        | 0,003                 | 0,059                 | 18,6                        | 0,002                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,007                 | 0,053                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,065                 | 18,4                        | 0,003                 | 0,053                 |
| A. ЦПТ 25 -... C2 | 0,810                                                 | 18,1                        | 0,002                 | 0,069                 | 18,5                        | 0,001                 | 0,053                 | 18,8                        | 0,001                 | 0,043                 | 17,8                        | 0,003                 | 0,078                 | 18,3                        | 0,002                 | 0,060                 | 18,6                        | 0,001                 | 0,049                 | 17,6                        | 0,004                 | 0,087                 | 18,1                        | 0,002                 | 0,066                 | 18,5                        | 0,001                 | 0,054                 |
| A. ЦПТ 38 -... C2 | 0,810                                                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,068                 | 18,5                        | 0,002                 | 0,052                 | 18,5                        | 0,001                 | 0,042                 | 17,8                        | 0,005                 | 0,077                 | 18,3                        | 0,003                 | 0,059                 | 18,3                        | 0,002                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,006                 | 0,086                 | 18,1                        | 0,003                 | 0,066                 | 18,1                        | 0,002                 | 0,054                 |
| A. НБТ 30 -... C2 | 0,130                                                 | 18,0                        | 0,027                 | 0,074                 | 18,4                        | 0,018                 | 0,057                 | 18,6                        | 0,013                 | 0,046                 | 17,8                        | 0,033                 | 0,084                 | 18,2                        | 0,022                 | 0,064                 | 18,5                        | 0,016                 | 0,052                 | 17,6                        | 0,039                 | 0,093                 | 18,0                        | 0,026                 | 0,072                 | 18,3                        | 0,019                 | 0,058                 |
| A. КБТ 32 -... C2 | 0,520                                                 | 18,0                        | 0,006                 | 0,069                 | 18,5                        | 0,004                 | 0,053                 | 18,7                        | 0,003                 | 0,043                 | 17,8                        | 0,008                 | 0,078                 | 18,3                        | 0,005                 | 0,060                 | 18,6                        | 0,003                 | 0,049                 | 17,6                        | 0,010                 | 0,087                 | 18,1                        | 0,006                 | 0,066                 | 18,4                        | 0,004                 | 0,054                 |
| A. ЗБТ 20 -... C2 | 2,040                                                 | 18,1                        | 0,000                 | 0,070                 | 18,5                        | 0,000                 | 0,053                 | 18,8                        | 0,000                 | 0,043                 | 17,8                        | 0,000                 | 0,079                 | 18,3                        | 0,000                 | 0,060                 | 18,6                        | 0,000                 | 0,049                 | 17,6                        | 0,000                 | 0,088                 | 18,1                        | 0,000                 | 0,067                 | 18,5                        | 0,000                 | 0,055                 |

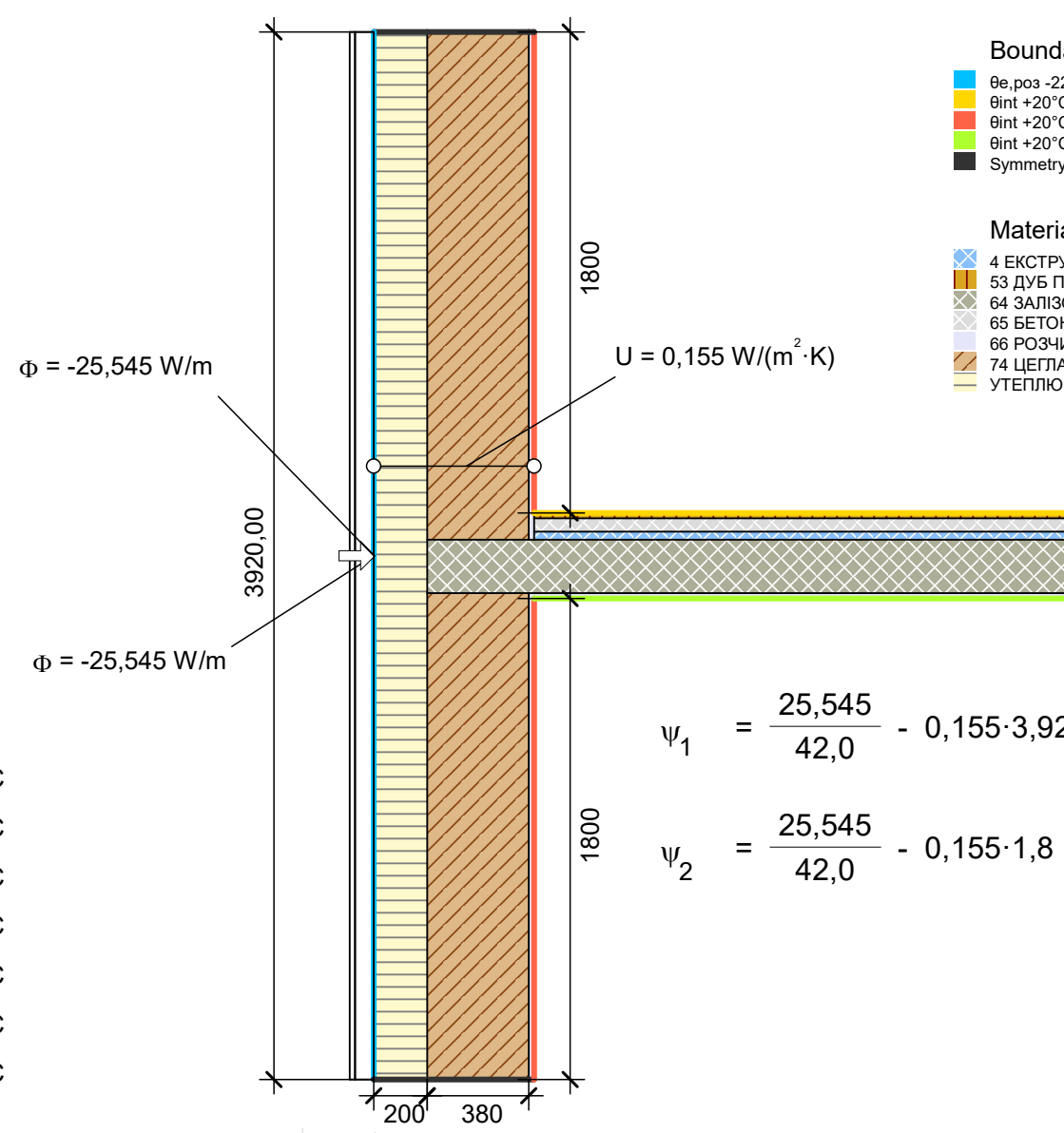
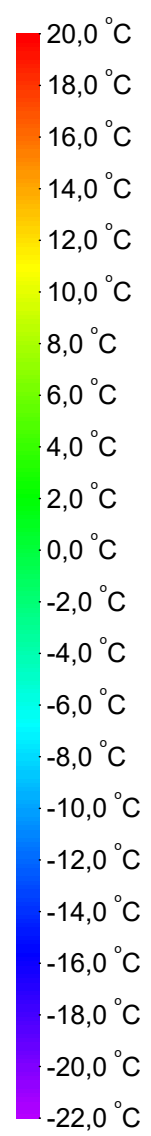
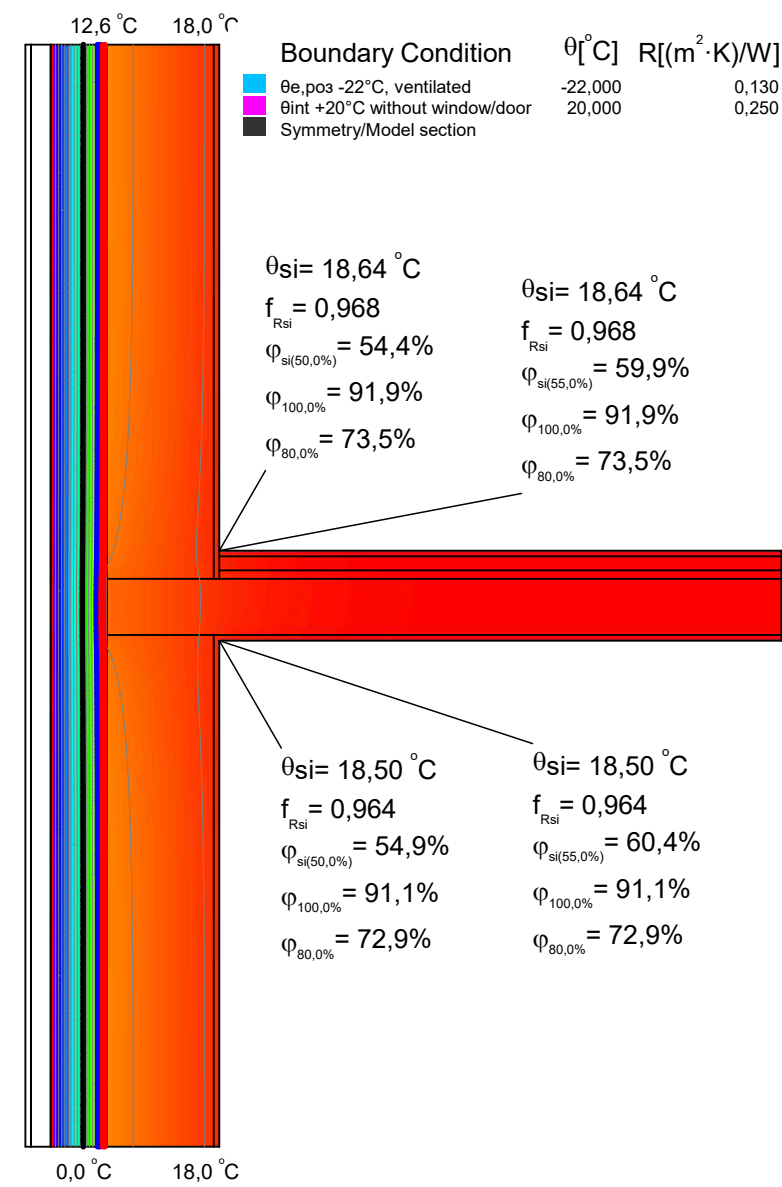
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

Р<sub>Σнд</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

4,0 < Р<sub>Σнд</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

Р<sub>Σнд</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB





Boundary Condition  $\theta [^{\circ}\text{C}]$   $R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$

|                                                                                                       |         |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| <span style="color:blue">■</span> $\theta_{\text{e,poz}} -22^{\circ}\text{C}$ , ventilated            | -22,000 | 0,130 |
| <span style="color:yellow">■</span> $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ downwards (EN ISO 6946) | 20,000  | 0,170 |
| <span style="color:red">■</span> $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ horizontal (EN ISO 6946)   | 20,000  | 0,130 |
| <span style="color:green">■</span> $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ upwards (EN ISO 6946)    | 20,000  | 0,100 |
| <span style="color:black">■</span> Symmetry/Model section                                             |         |       |

Material  $\lambda[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$   $\mu[-]$

|                                                                      |       |        |
|----------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| <span style="color:blue">■</span> 4 ЕКСТРУД.ППС-35 (ДСТУ 9191)       | 0,037 | 80,000 |
| <span style="color:orange">■</span> 53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)    | 0,230 | 12,500 |
| <span style="color:grey">■</span> 64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)         | 2,040 | 21,333 |
| <span style="color:lightgrey">■</span> 65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)  | 1,860 | 21,333 |
| <span style="color:lightblue">■</span> 66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191) | 0,810 | 5,210  |
| <span style="color:brown">■</span> 74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)          | 0,810 | 5,680  |
| <span style="color:yellow">■</span> УТЕПЛЮВАЧ ( $\lambda=0,035$ )    | 0,035 | 5,000  |

$$\psi_1 = \frac{25,545}{42,0} - 0,155 \cdot 3,92 = 0,002 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$
$$\psi_2 = \frac{25,545}{42,0} - 0,155 \cdot 1,8 - 0,155 \cdot 1,8 = 0,052 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

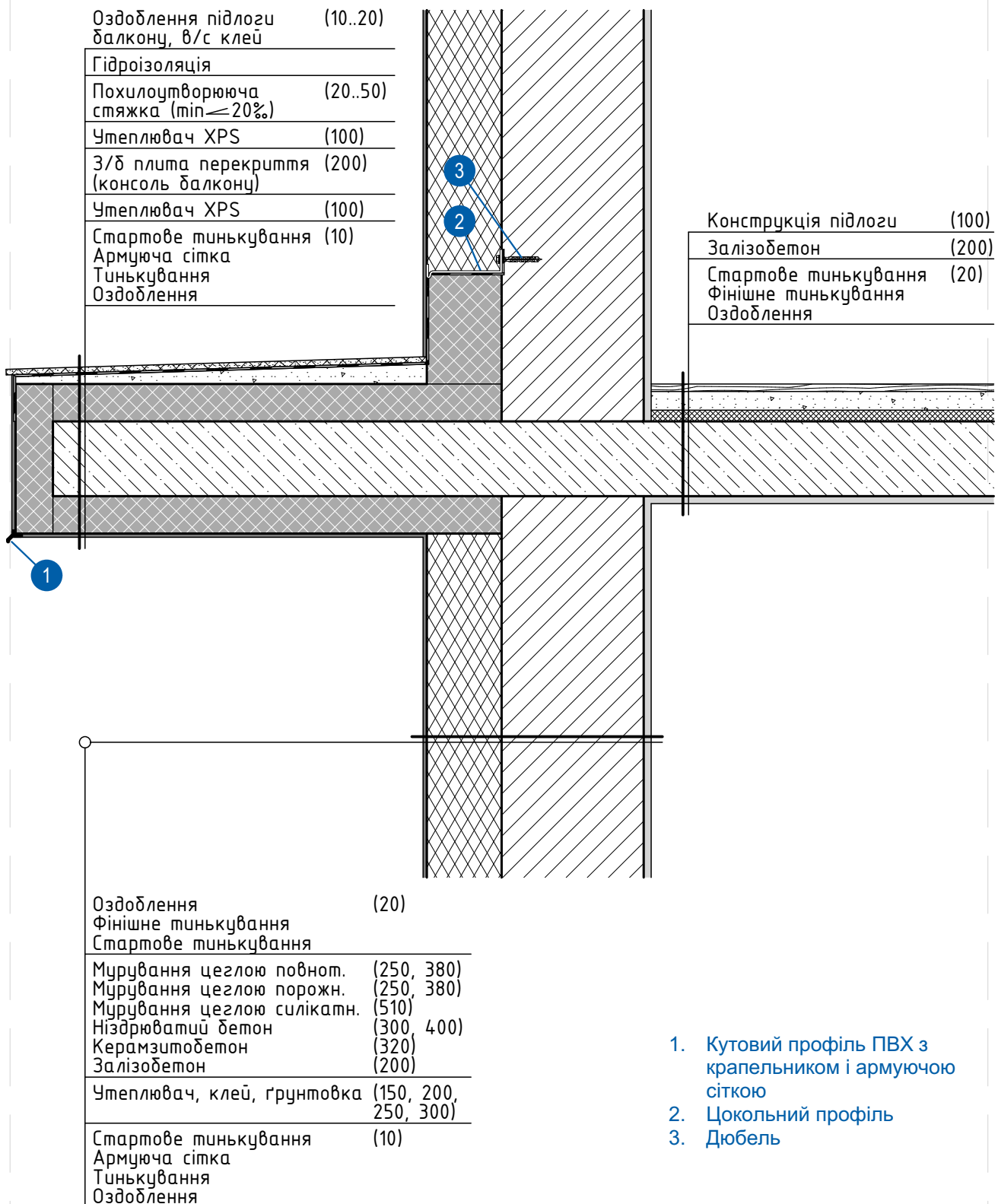
|                   | $\lambda$<br>шару ядра<br>OK, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       | $\lambda 40$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       | $\lambda 45$                |                       |                       |                             |                       |                       |                             |                       |                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                                                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       | Y15                         |                       |                       | Y20                         |                       |                       | Y25                         |                       |                       |
|                   |                                                       | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi_1,$<br>Вт/(м·К) | $\psi_2,$<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 ---- C2 | 0,580                                                 | 18,1                        | 0,005                 | 0,068                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,052                 | 18,8                        | 0,002                 | 0,042                 | 17,9                        | 0,006                 | 0,077                 | 18,3                        | 0,004                 | 0,059                 | 18,6                        | 0,002                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,007                 | 0,085                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,066                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,054                 |
| Б. ЦПР 38 ---- C2 | 0,580                                                 | 18,0                        | 0,007                 | 0,068                 | 18,4                        | 0,005                 | 0,052                 | 18,7                        | 0,003                 | 0,042                 | 17,8                        | 0,009                 | 0,076                 | 18,3                        | 0,006                 | 0,059                 | 18,6                        | 0,004                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,011                 | 0,085                 | 18,1                        | 0,007                 | 0,066                 | 18,4                        | 0,005                 | 0,054                 |
| Б. ЦСЛ 51 ---- C2 | 0,870                                                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,066                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,051                 | 18,8                        | 0,002                 | 0,042                 | 17,9                        | 0,005                 | 0,074                 | 18,3                        | 0,003                 | 0,058                 | 18,6                        | 0,002                 | 0,047                 | 17,7                        | 0,006                 | 0,082                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,064                 | 18,5                        | 0,003                 | 0,052                 |
| Б. ЦПТ 25 ---- C2 | 0,810                                                 | 18,1                        | 0,002                 | 0,068                 | 18,5                        | 0,001                 | 0,052                 | 18,8                        | 0,001                 | 0,042                 | 17,9                        | 0,003                 | 0,077                 | 18,4                        | 0,002                 | 0,059                 | 18,7                        | 0,001                 | 0,048                 | 18,1                        | 0,002                 | 0,068                 | 18,5                        | 0,001                 | 0,052                 | 18,8                        | 0,001                 | 0,042                 |
| Б. ЦПТ 38 ---- C2 | 0,810                                                 | 18,1                        | 0,004                 | 0,067                 | 18,5                        | 0,002                 | 0,052                 | 18,8                        | 0,001                 | 0,042                 | 17,9                        | 0,004                 | 0,076                 | 18,3                        | 0,003                 | 0,058                 | 18,6                        | 0,002                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,005                 | 0,084                 | 18,1                        | 0,003                 | 0,065                 | 18,5                        | 0,002                 | 0,053                 |
| Б. НБТ 30 ---- C2 | 0,130                                                 | 18,0                        | 0,026                 | 0,073                 | 18,4                        | 0,017                 | 0,056                 | 18,7                        | 0,012                 | 0,045                 | 17,8                        | 0,032                 | 0,082                 | 18,2                        | 0,021                 | 0,064                 | 18,5                        | 0,015                 | 0,052                 | 17,6                        | 0,037                 | 0,091                 | 18,0                        | 0,025                 | 0,071                 | 18,3                        | 0,018                 | 0,058                 |
| Б. КБТ 32 ---- C2 | 0,520                                                 | 18,0                        | 0,006                 | 0,068                 | 18,5                        | 0,004                 | 0,052                 | 18,7                        | 0,003                 | 0,042                 | 17,8                        | 0,008                 | 0,077                 | 18,3                        | 0,005                 | 0,059                 | 18,6                        | 0,003                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,009                 | 0,085                 | 18,2                        | 0,006                 | 0,066                 | 18,4                        | 0,004                 | 0,054                 |
| Б. ЗБТ 20 ---- C2 | 2,040                                                 | 18,1                        | 0,000                 | 0,069                 | 18,6                        | 0,000                 | 0,053                 | 18,8                        | 0,000                 | 0,043                 | 17,9                        | 0,000                 | 0,078                 | 18,4                        | 0,000                 | 0,059                 | 18,7                        | 0,000                 | 0,048                 | 17,6                        | 0,000                 | 0,086                 | 18,2                        | 0,000                 | 0,066                 | 18,5                        | 0,000                 | 0,054                 |

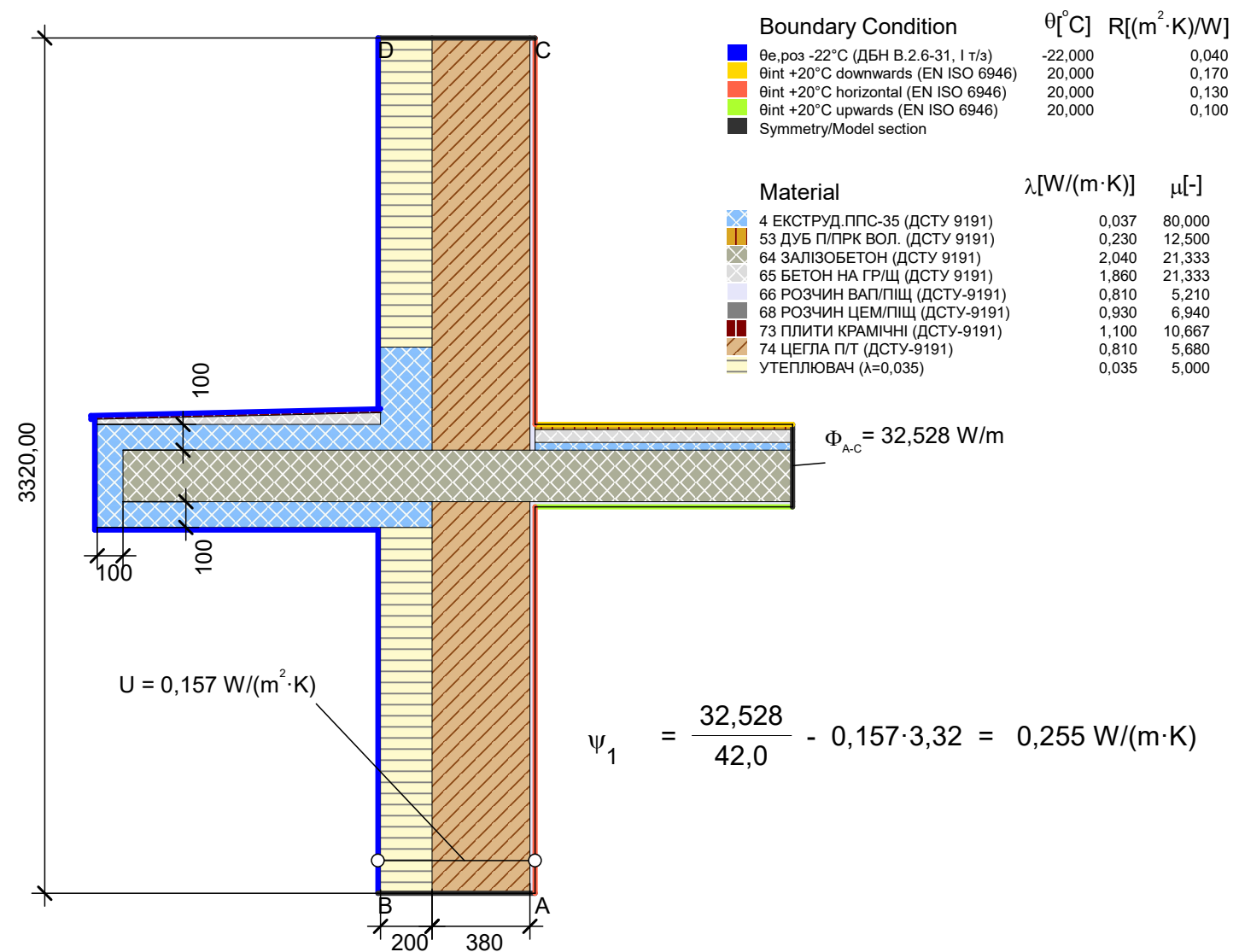
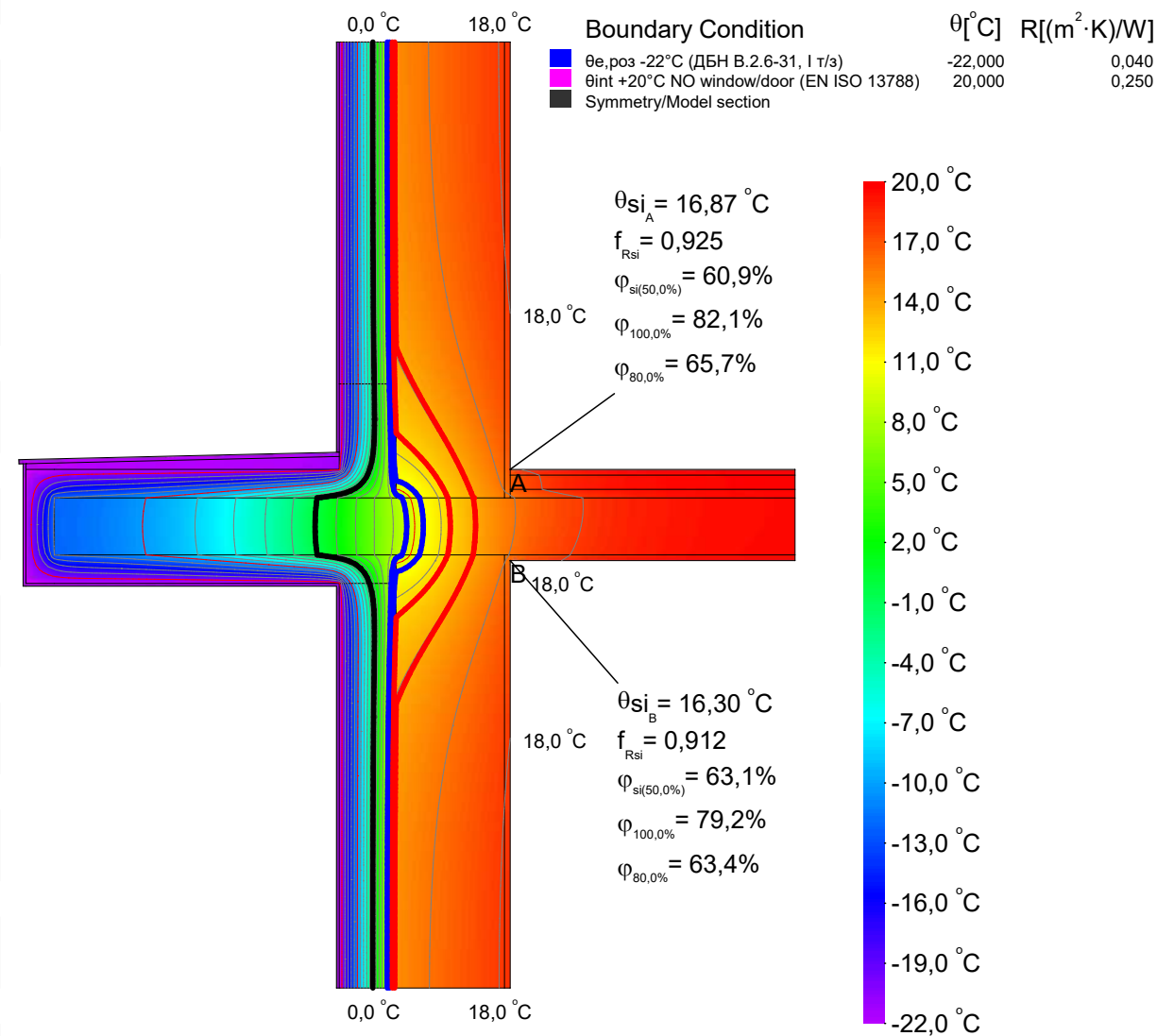
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

R<sub>Σnp</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

4,0 < R<sub>Σnp</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

R<sub>Σnp</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB





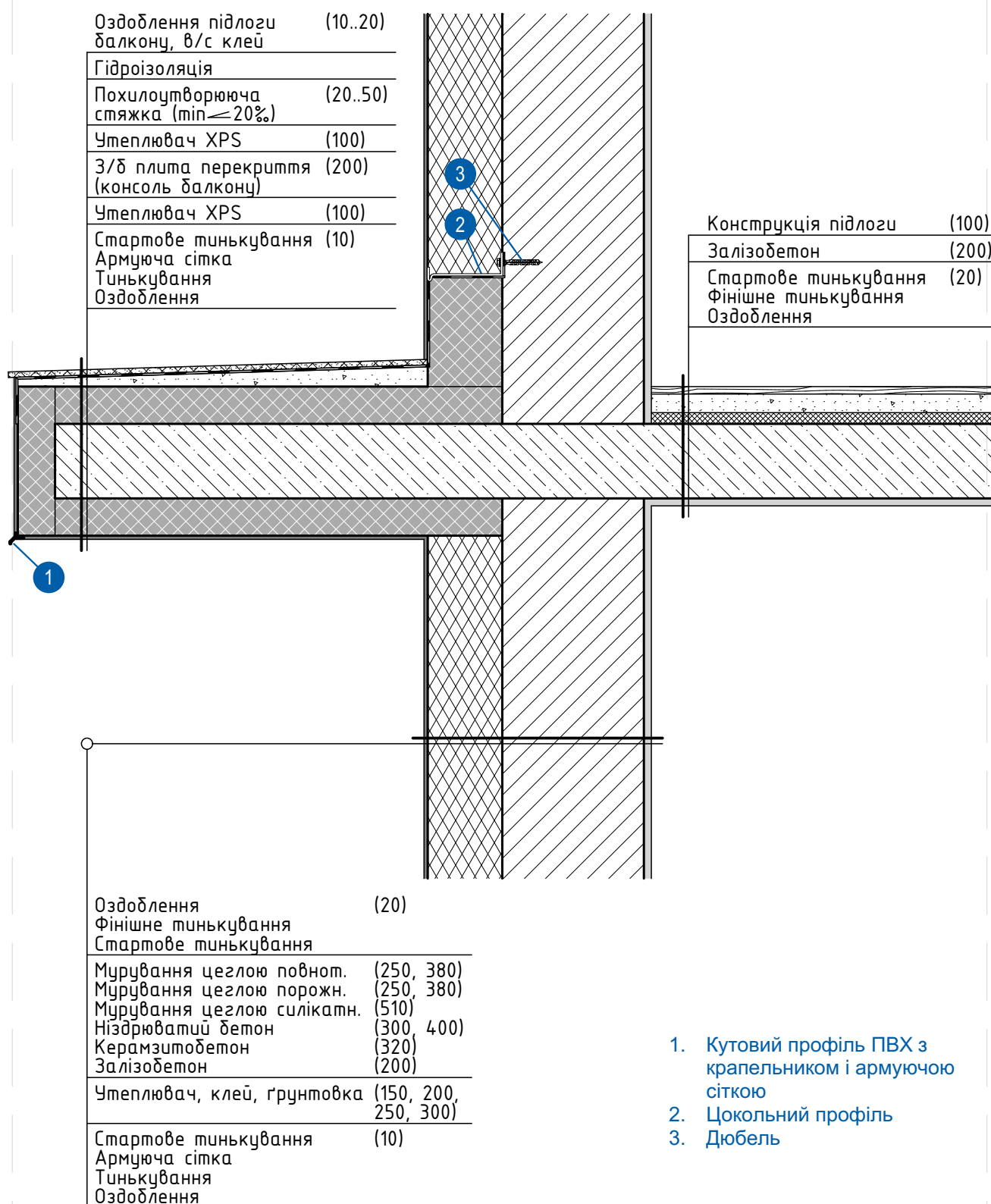
|                    | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                |                     |                             |                     |                             |                     | $\lambda 40$                |                     |                             |                     |                             |                     | $\lambda 45$                |                     |                             |                     |                             |                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|                    |                                                       | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     |
|                    |                                                       | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -...- C3 | 0,580                                                 | 16,3                        | ✓ 0,256             | 16,6                        | ✓ 0,261             | 16,9                        | ✓ 0,261             | 16,3                        | ✓ 0,238             | 16,6                        | ✓ 0,247             | 16,8                        | ✓ 0,249             | 16,2                        | ✓ 0,221             | 16,5                        | ✓ 0,233             | 16,8                        | ✓ 0,237             |
| A. ЦПР 38 -...- C3 | 0,580                                                 | 16,6                        | ✓ 0,237             | 16,9                        | ✓ 0,244             | 17,2                        | ✓ 0,245             | 16,6                        | ✓ 0,220             | 16,9                        | ✓ 0,230             | 17,1                        | ✓ 0,233             | 16,5                        | ✓ 0,205             | 16,8                        | ✓ 0,217             | 17,1                        | ✓ 0,222             |
| A. ЦСЛ 51 -...- C3 | 0,870                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| A. ЦПТ 25 -...- C3 | 0,810                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| A. ЦПТ 38 -...- C3 | 0,810                                                 | 16,5                        | ✓ 0,247             | 16,9                        | ✓ 0,255             | 17,1                        | ✓ 0,256             | 16,5                        | ✓ 0,228             | 16,8                        | ✓ 0,240             | 17,1                        | ✓ 0,243             | 16,4                        | ✓ 0,210             | 16,7                        | ✓ 0,225             | 17,0                        | ✓ 0,231             |
| A. НБТ 30 -...- C3 | 0,130                                                 | 17,1                        | ✓ 0,245             | 17,2                        | ✓ 0,244             | 17,4                        | ✓ 0,241             | 17,0                        | ✓ 0,237             | 17,2                        | ✓ 0,236             | 17,4                        | ✓ 0,234             | 17,0                        | ✓ 0,229             | 17,2                        | ✓ 0,229             | 17,4                        | ✓ 0,227             |
| A. КБТ 32 -...- C3 | 0,520                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| A. ЗБТ 20 -...- C3 | 2,040                                                 | 16,0                        | ✓ 0,286             | 16,4                        | ✓ 0,292             | 16,7                        | ✓ 0,290             | 15,9                        | ✓ 0,265             | 16,3                        | ✓ 0,275             | 16,6                        | ✓ 0,276             | 15,8                        | ✓ 0,244             | 16,2                        | ✓ 0,259             | 16,6                        | ✓ 0,263             |

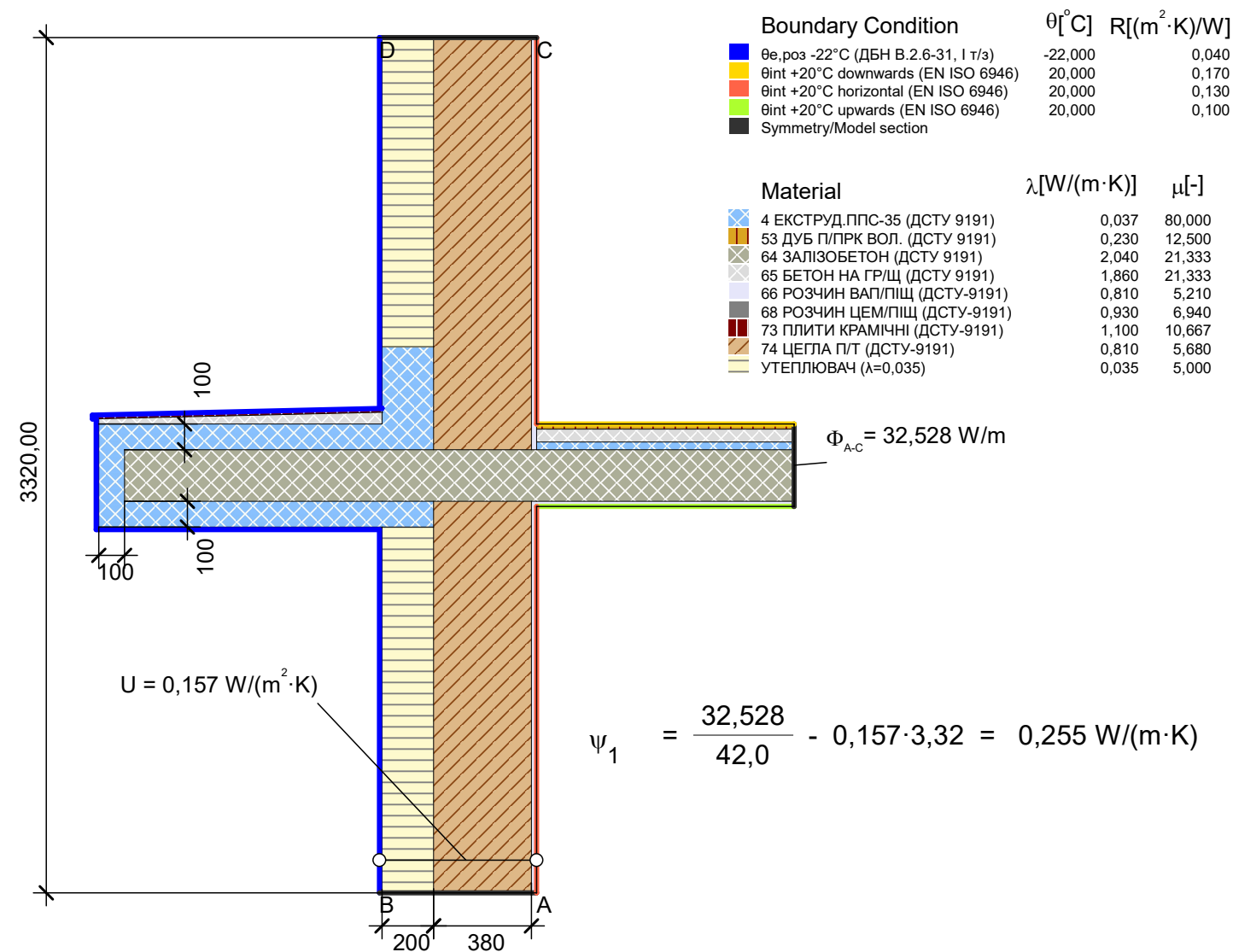
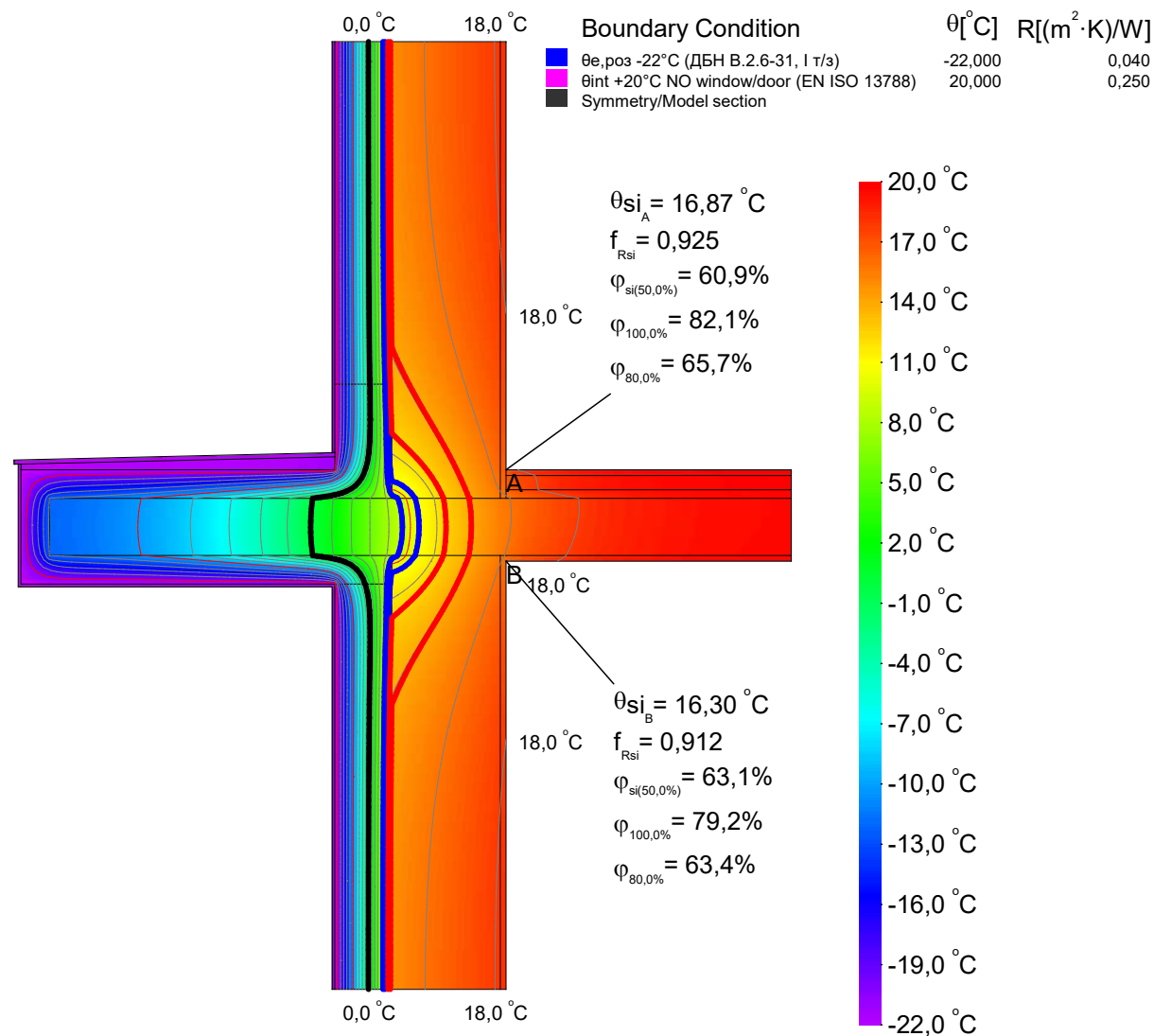
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

Р<sub>Σпр</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

4,0 < Р<sub>Σпр</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

Р<sub>Σпр</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB

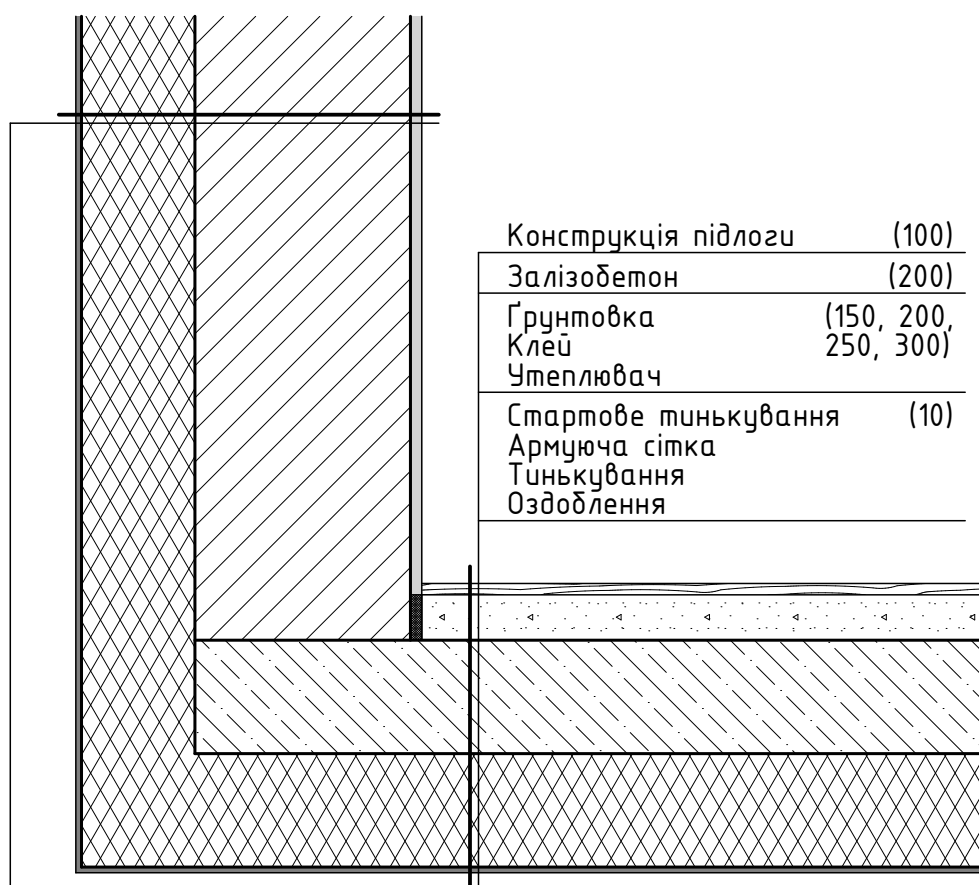




|                    | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                |                     |                             |                     |                             |                     | $\lambda 40$                |                     |                             |                     |                             |                     | $\lambda 45$                |                     |                             |                     |                             |                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|                    |                                                       | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     | Y15                         |                     | Y20                         |                     | Y25                         |                     |
|                    |                                                       | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>°C | $\psi,$<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 -...- C3 | 0,580                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. ЦПР 38 -...- C3 | 0,580                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. ЦСЛ 51 -...- C3 | 0,870                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. ЦПТ 25 -...- C3 | 0,810                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. ЦПТ 38 -...- C3 | 0,810                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. НБТ 30 -...- C3 | 0,130                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. КБТ 32 -...- C3 | 0,520                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |
| Б. ЗБТ 20 -...- C3 | 2,040                                                 |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |                             |                     |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

OK  $R_{\Sigma \text{np}} < 4,0$  - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] OK  $4,0 < R_{\Sigma \text{np}} < 4,5$  - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] OK  $R_{\Sigma \text{np}} > 4,5$  - ОК рекомендовано для nZEB



Конструкція підлоги (100)

Залізобетон (200)

Грунтовка (150, 200, 250, 300)

Клей (150, 200, 250, 300)

Утеплювач (10)

Стартове тинькування (10)

Армуюча сітка

Тинькування

Оздоблення

Оздоблення (20)

Фінішне тинькування

Стартове тинькування

Мурування цеглою повнот. (250, 380)

Мурування цеглою порожн. (250, 380)

Мурування цеглою силікатн. (510)

Ніздрюватий бетон (300, 400)

Керамзитобетон (320)

Залізобетон (200)

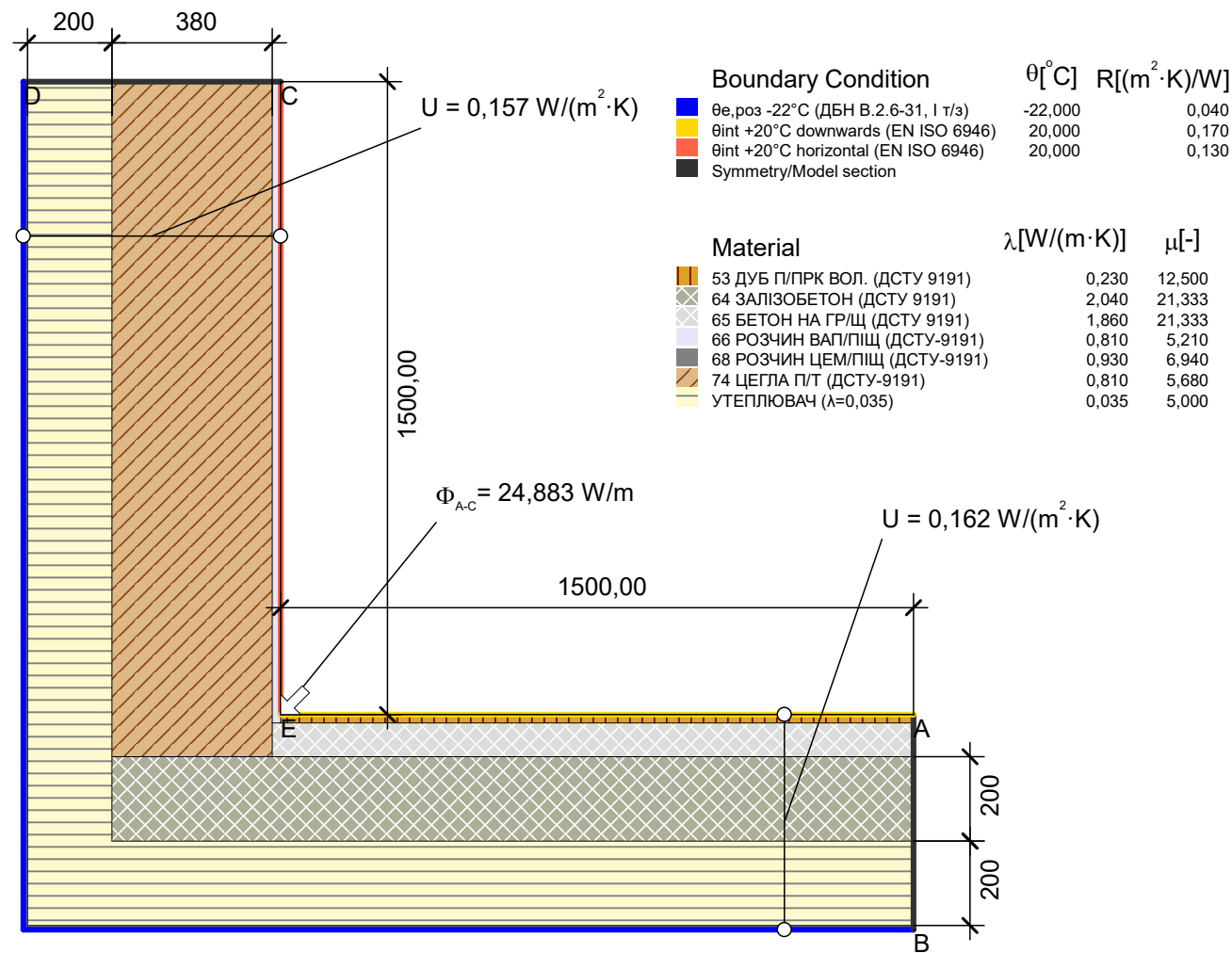
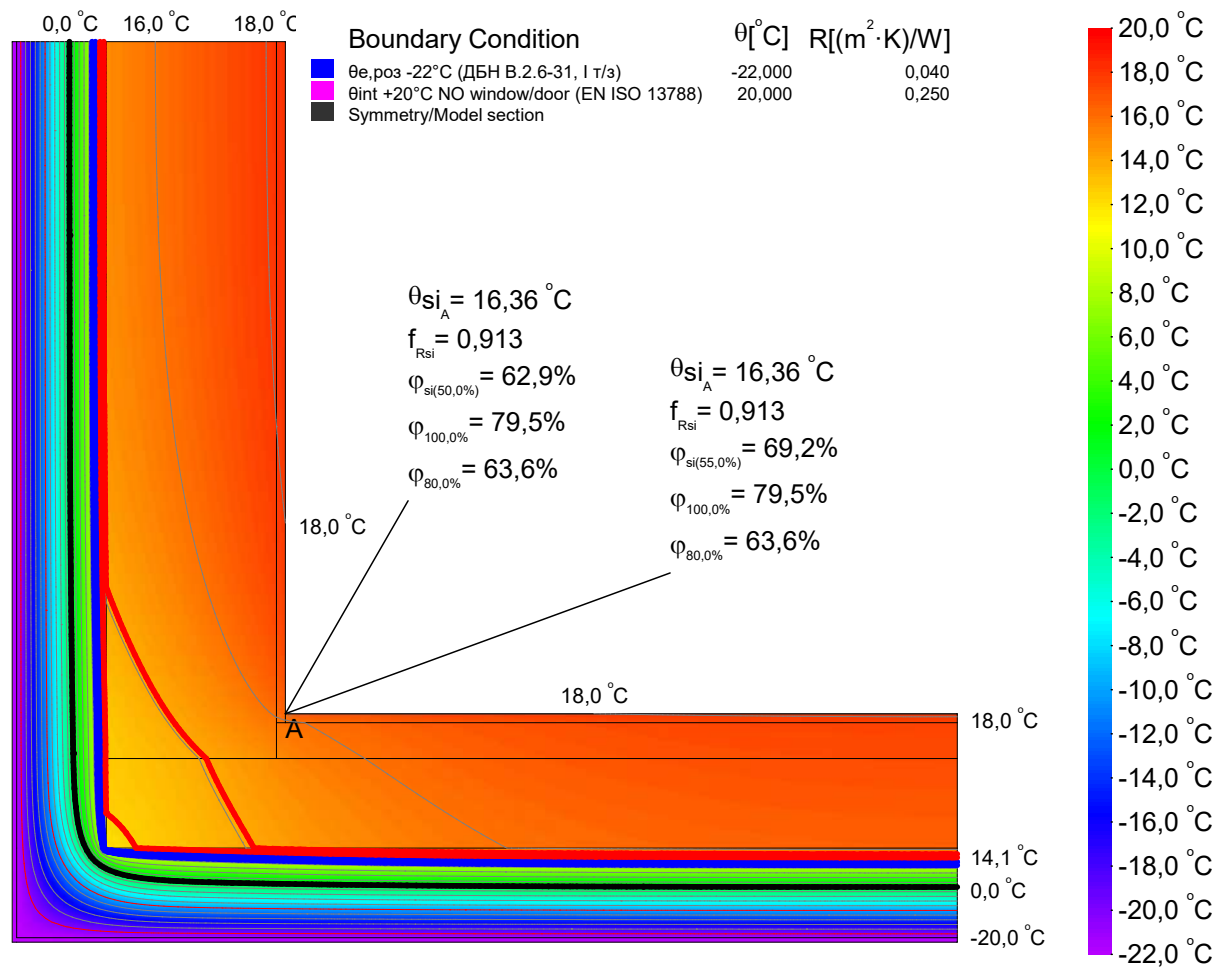
Утеплювач, клей, грунтовка (150, 200, 250, 300)

Стартове тинькування (10)

Армуюча сітка

Тинькування

Оздоблення



| Boundary Condition                  |  | θ[°C]   | R[(m²·K)/W] |
|-------------------------------------|--|---------|-------------|
| θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, I т/з)  |  | -22,000 | 0,040       |
| θint +20°C downwards (EN ISO 6946)  |  | 20,000  | 0,170       |
| θint +20°C horizontal (EN ISO 6946) |  | 20,000  | 0,130       |
| Symmetry/Model section              |  |         |             |

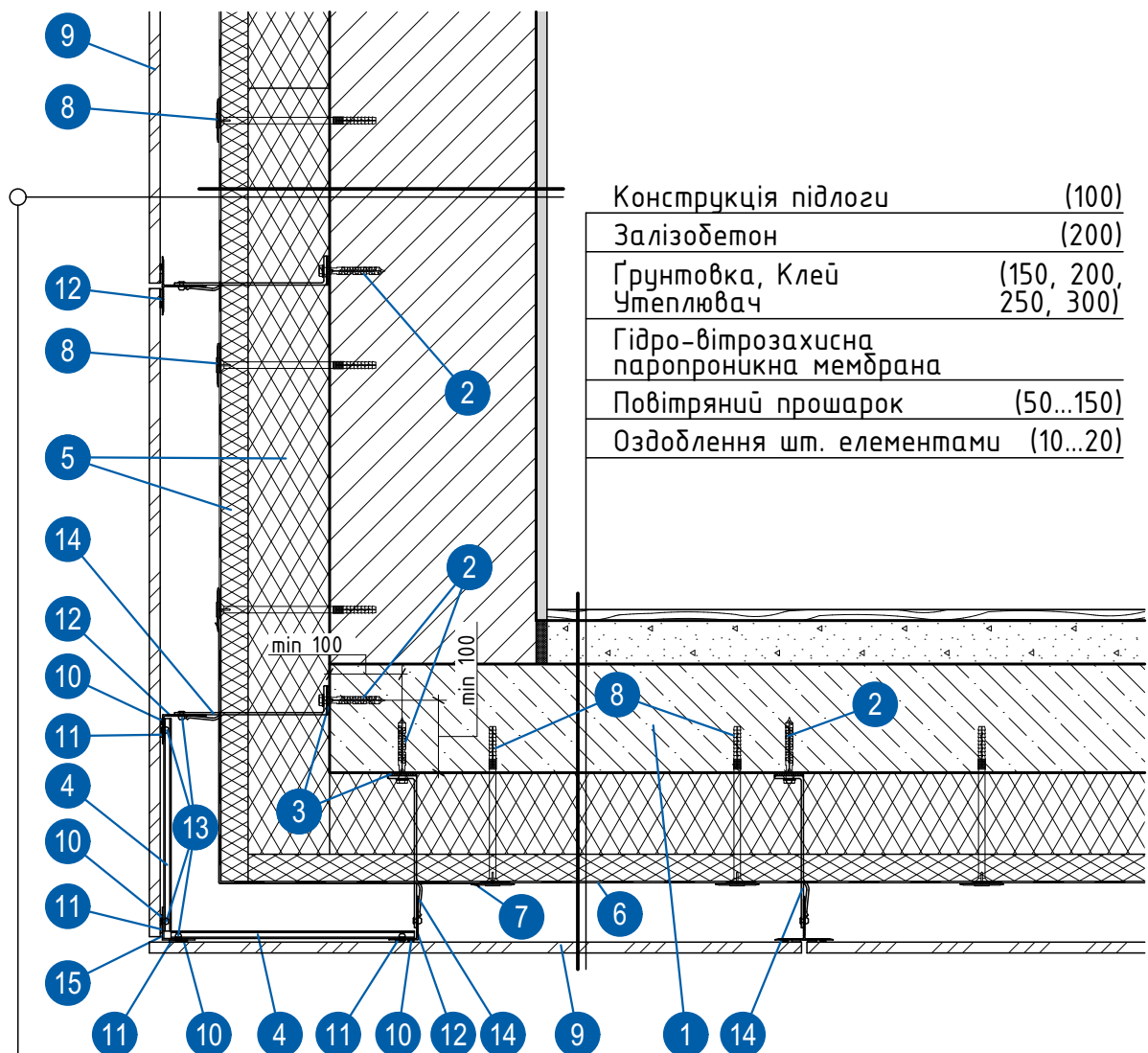
  

| Material                      |  | λ[W/(m·K)] | μ[-]   |
|-------------------------------|--|------------|--------|
| 53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191) |  | 0,230      | 12,500 |
| 64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)    |  | 2,040      | 21,333 |
| 65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)  |  | 1,860      | 21,333 |
| 66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191) |  | 0,810      | 5,210  |
| 68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191) |  | 0,930      | 6,940  |
| 74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)      |  | 0,810      | 5,680  |
| УТЕПЛЮВАЧ (λ=0,035)           |  | 0,035      | 5,000  |

$$\psi_{A-E-C} = \frac{24,883}{42,0} - 0,162 \cdot 1,5 - 0,157 \cdot 1,5 = 0,114 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

|                    | λ<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35                     |                |                         |                |                         |                | λ40                     |                |                         |                |                         |                | λ45                     |                |                         |                |                         |                |
|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                    |                                               | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                |
|                    |                                               | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -...- C4 | 0,580                                         | 15,5                    | ✓ 0,117        | 16,4                    | ✓ 0,097        | 17,0                    | ✓ 0,084        | 15,0                    | ✓ 0,129        | 16,0                    | ✓ 0,108        | 16,7                    | ✓ 0,093        | 14,5                    | ✓ 0,140        | 15,6                    | ✓ 0,118        | 16,3                    | ✓ 0,103        |
| A. ЦПР 38 -...- C4 | 0,580                                         | 15,4                    | ✓ 0,135        | 16,3                    | ✓ 0,112        | 16,9                    | ✓ 0,097        | 14,9                    | ✓ 0,148        | 15,9                    | ✓ 0,124        | 16,5                    | ✓ 0,107        | 14,4                    | ✗ 0,160        | 15,4                    | ✓ 0,135        | 16,2                    | ✓ 0,118        |
| A. ЦСЛ 51 -...- C4 | 0,870                                         | 15,3                    | ✗ 0,157        | 16,3                    | ✓ 0,130        | 16,9                    | ✓ 0,112        | 14,8                    | ✗ 0,173        | 15,8                    | ✓ 0,144        | 16,5                    | ✓ 0,124        | 14,3                    | ✗ 0,187        | 15,4                    | ✗ 0,157        | 16,1                    | ✓ 0,136        |
| A. ЦПТ 25 -...- C4 | 0,810                                         | 15,6                    | ✓ 0,119        | 16,5                    | ✓ 0,098        | 17,1                    | ✓ 0,085        | 15,1                    | ✓ 0,132        | 16,1                    | ✓ 0,109        | 16,7                    | ✓ 0,095        | 14,6                    | ✓ 0,143        | 15,6                    | ✓ 0,120        | 16,3                    | ✓ 0,104        |
| A. ЦПТ 38 -...- C4 | 0,810                                         | 15,4                    | ✓ 0,138        | 16,4                    | ✓ 0,114        | 17,0                    | ✓ 0,098        | 14,9                    | ✓ 0,152        | 15,9                    | ✓ 0,127        | 16,6                    | ✓ 0,110        | 14,4                    | ✗ 0,166        | 15,5                    | ✓ 0,139        | 16,2                    | ✓ 0,120        |
| A. НБТ 30 -...- C4 | 0,130                                         | 15,6                    | ✓ 0,119        | 16,4                    | ✓ 0,100        | 17,0                    | ✓ 0,087        | 15,1                    | ✓ 0,131        | 16,0                    | ✓ 0,110        | 16,6                    | ✓ 0,096        | 14,7                    | ✓ 0,142        | 15,6                    | ✓ 0,120        | 16,3                    | ✓ 0,105        |
| A. КБТ 32 -...- C4 | 0,520                                         | 15,4                    | ✓ 0,127        | 16,4                    | ✓ 0,105        |                         | ✓ 0,091        | 14,9                    | ✓ 0,139        | 15,9                    | ✓ 0,117        |                         | ✓ 0,101        | 14,4                    | ✓ 0,151        | 15,5                    | ✓ 0,127        |                         | ✓ 0,111        |
| A. ЗБТ 20 -...- C4 | 2,040                                         | 15,8                    | ✓ 0,115        | 16,7                    | ✓ 0,095        | 17,2                    | ✓ 0,081        | 15,3                    | ✓ 0,128        | 16,3                    | ✓ 0,106        | 16,9                    | ✓ 0,091        | 14,8                    | ✓ 0,140        | 15,9                    | ✓ 0,117        | 16,6                    | ✓ 0,101        |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]  
R<sub>Σnp</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      4,0 < R<sub>Σnp</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      R<sub>Σnp</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB



|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Конструкція підлоги                      | (100)      |
| Залізобетон                              | (200)      |
| Грунтовка, Клей                          | (150, 200, |
| Утеплювач                                | 250, 300)  |
| Гідро-вітрозахисна паропроникна мембрана |            |
| Повітряний прошарок                      | (50...150) |
| Оздоблення шт. елементами                | (10...20)  |

Оздоблення (20)  
Фінішне тинькування  
Стартове тинькування

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Мурування цеглою повнот.   | (250, 380) |
| Мурування цеглою порожн.   | (250, 380) |
| Мурування цеглою силікатн. | (510)      |
| Ніздрюватий бетон          | (300, 400) |
| Керамзитобетон             | (320)      |
| Залізобетон                | (200)      |

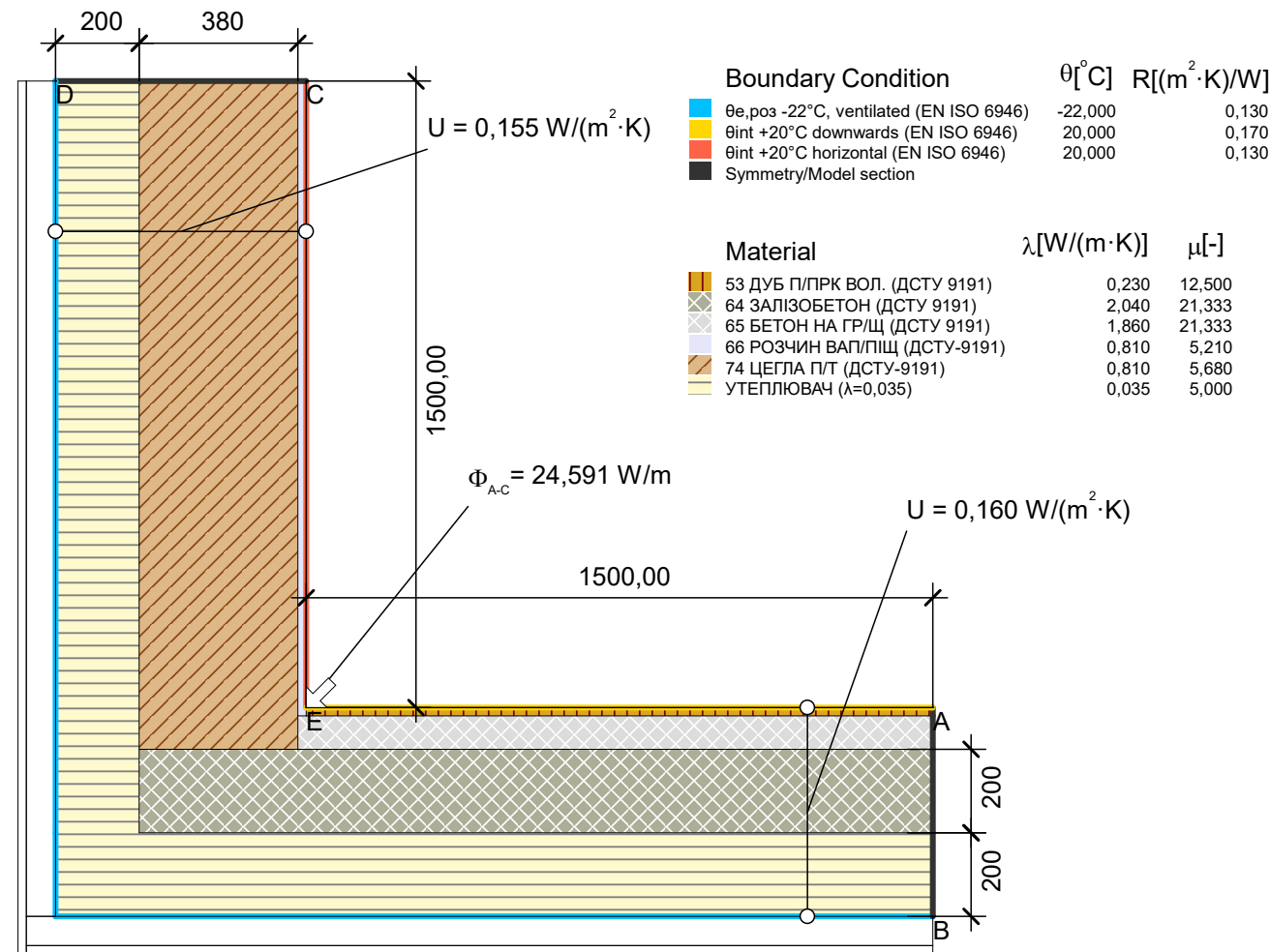
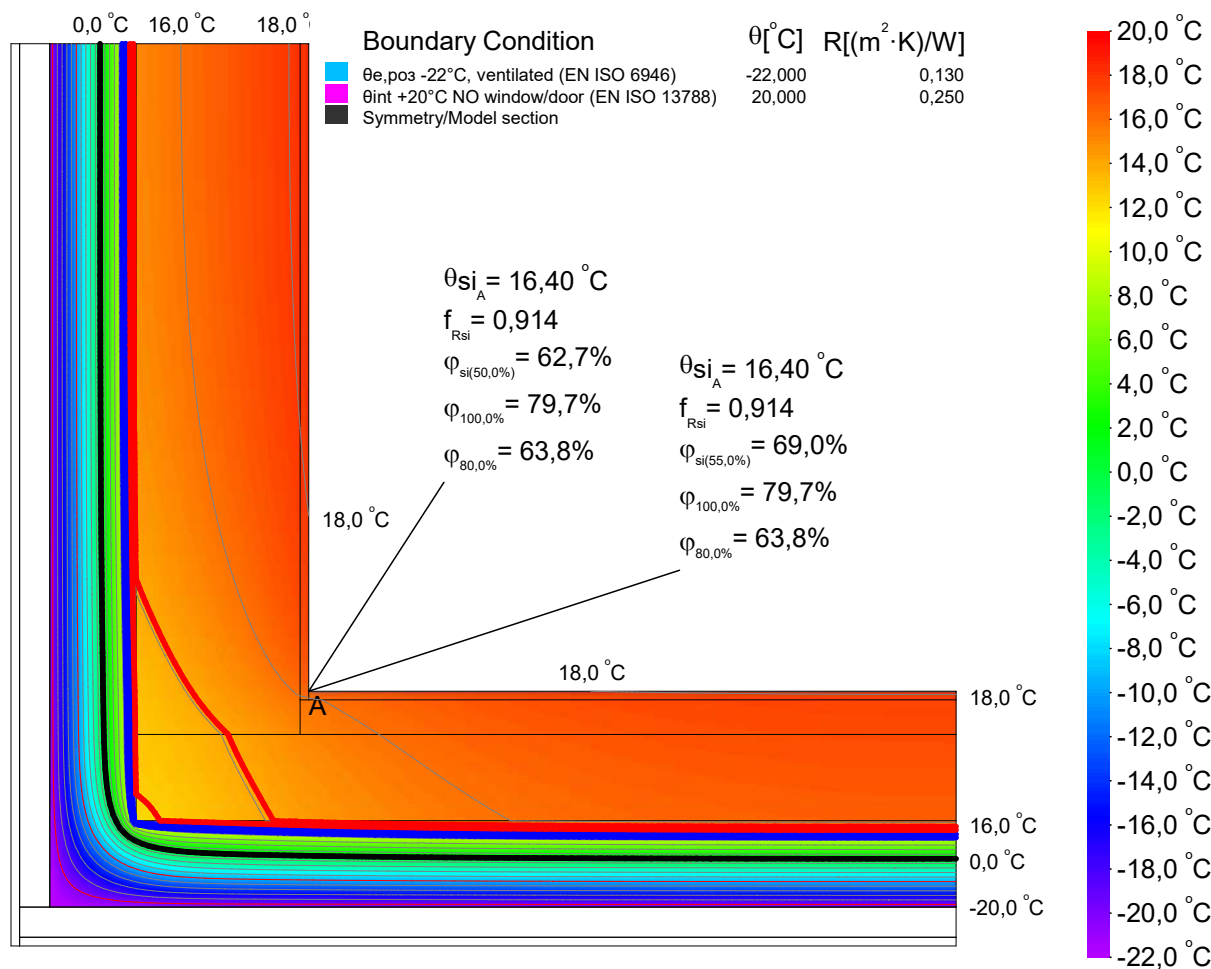
Утеплювач, клей, ґрунтовка (150, 200, 250, 300)

Гідро-вітрозахисна паропроникна мембрана

Повітряний прошарок (50...150)

Оздоблення шт. елементами (10...20)

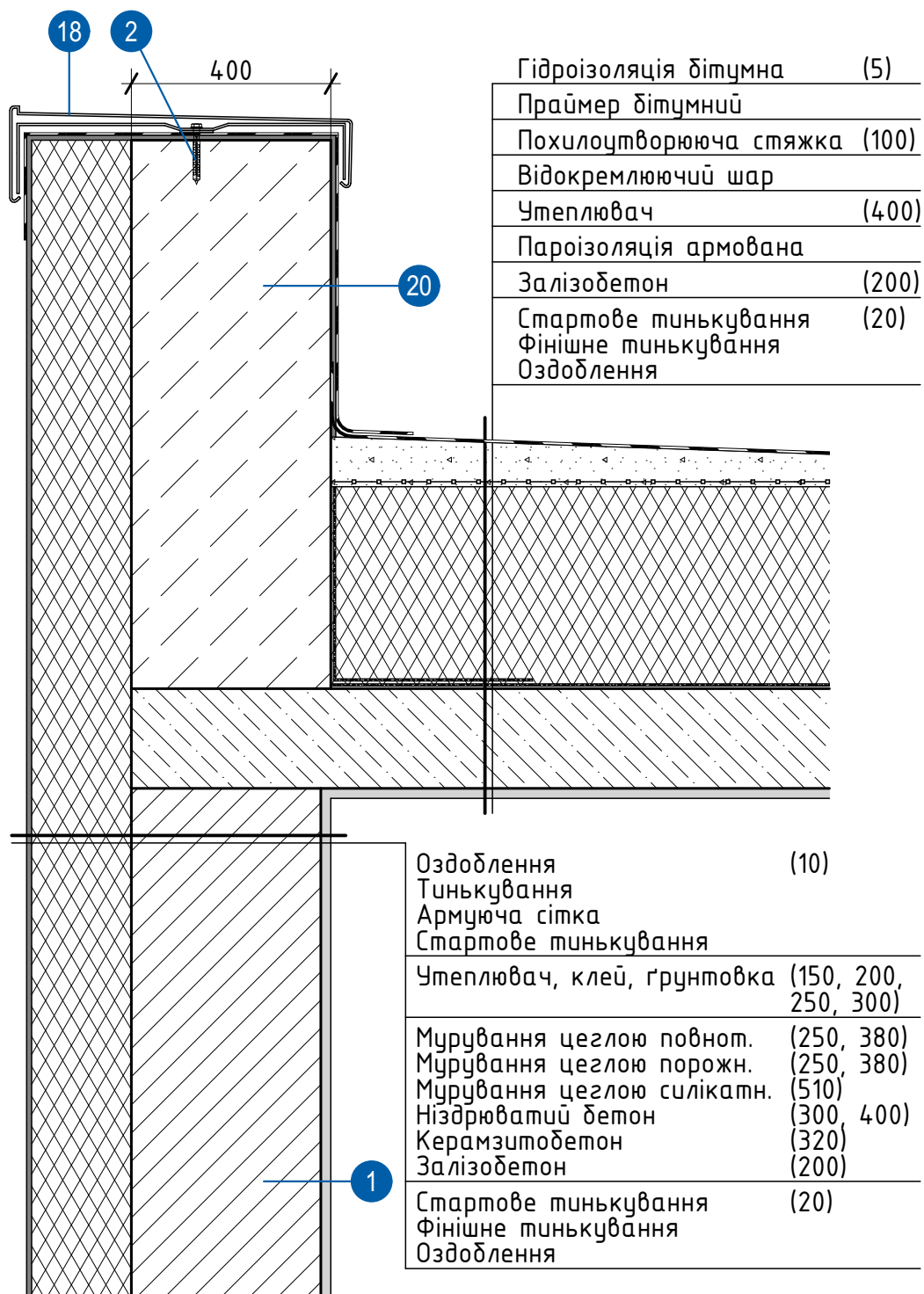
1. Стіна будівлі.
2. Дюбель / анкер фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
4. Консольний профіль кутової зони.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозахисна паропроникна плівка.
7. Армуючий елемент теплоізоляції.
8. Тарілчастий анкер.
9. Оздоблення штучними елементами.
10. Клей клейової системи.
11. Фіксуюча стрічка клейової системи.
12. Фасадна стійка.
13. Заклепка 4.8x12.
14. Кронштейн опорний / несучий.
15. Фасадна стійка кутової зони.



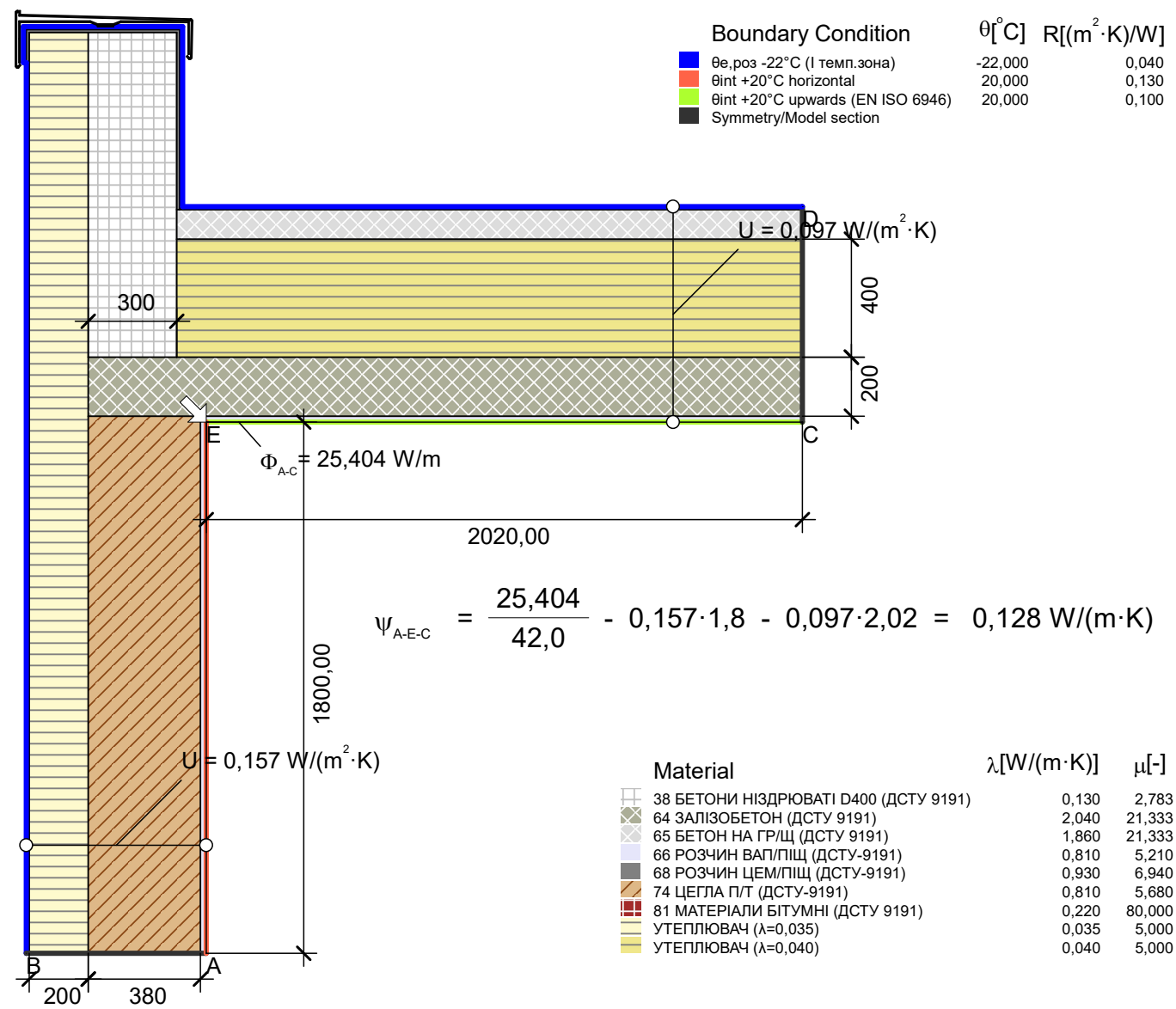
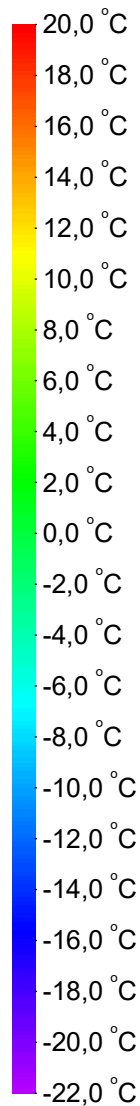
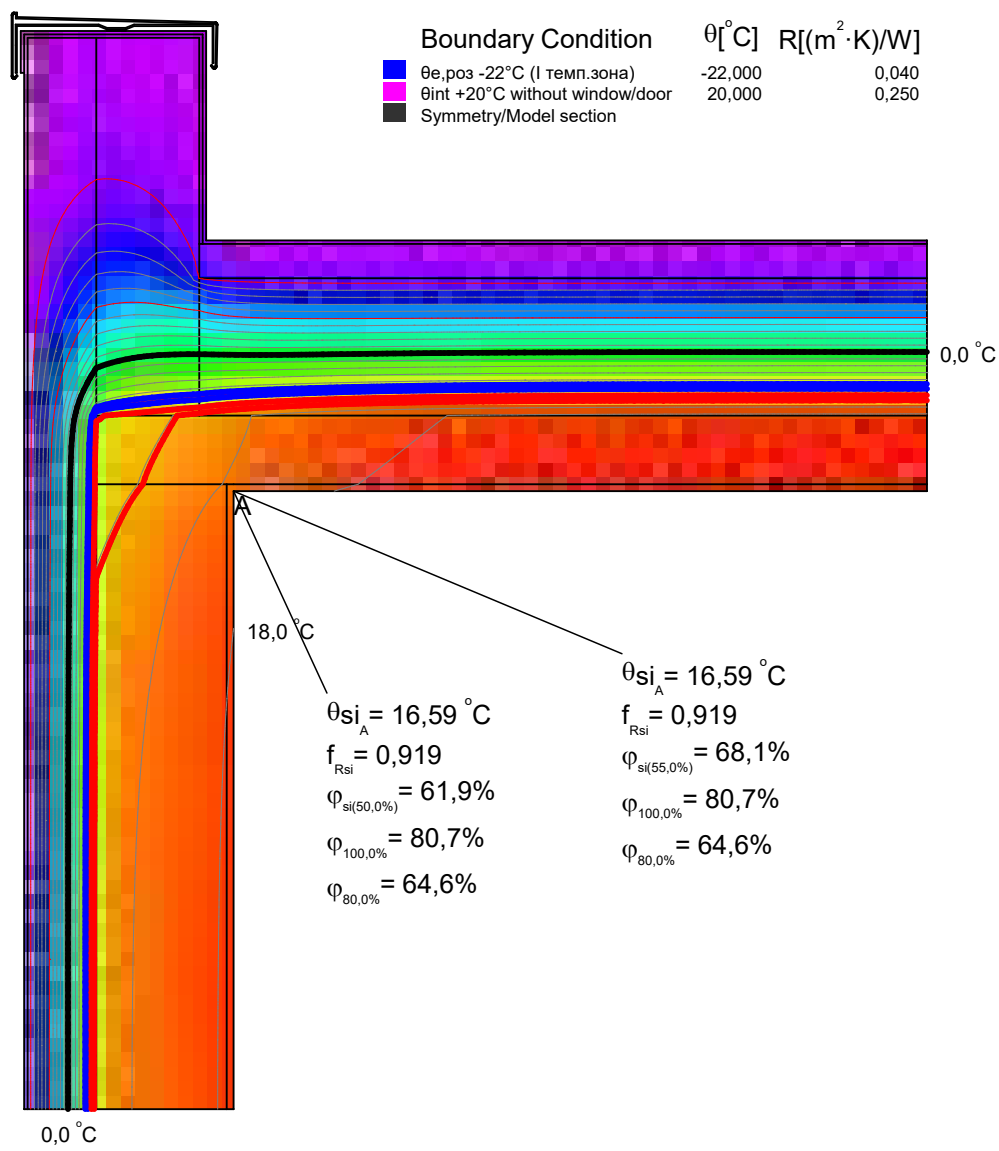
$$\Psi_{A-E-C} = \frac{24,591}{42,0} - 0,16 \cdot 1,5 - 0,155 \cdot 1,5 = 0,113 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

|                    | λ<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35        |                |            |                |            |                | λ40        |                |            |                |            |                | λ45        |                |            |                |            |                |
|--------------------|-----------------------------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
|                    |                                               | У15        |                | У20        |                | У25        |                | У15        |                | У20        |                | У25        |                | У15        |                | У20        |                | У25        |                |
|                    |                                               | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θsi,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 -...- C4 | 0,580                                         | 15,6       | ✓ 0,115        | 16,5       | ✓ 0,096        | 17,1       | ✓ 0,083        | 15,6       | ✓ 0,127        | 16,1       | ✓ 0,107        | 16,7       | ✓ 0,093        | 15,6       | ✓ 0,138        | 15,7       | ✓ 0,117        | 16,3       | ✓ 0,102        |
| Б. ЦПР 38 -...- C4 | 0,580                                         | 15,4       | ✓ 0,133        | 16,3       | ✓ 0,111        | 16,9       | ✓ 0,096        | 14,9       | ✓ 0,146        | 15,9       | ✓ 0,123        | 16,6       | ✓ 0,107        | 14,5       | ✗ 0,158        | 15,5       | ✓ 0,134        | 16,2       | ✓ 0,117        |
| Б. ЦСЛ 51 -...- C4 | 0,870                                         | 15,4       | ✗ 0,156        | 16,3       | ✓ 0,129        | 16,9       | ✓ 0,111        | 14,9       | ✗ 0,171        | 15,9       | ✓ 0,142        | 16,5       | ✓ 0,123        | 14,4       | ✗ 0,185        | 15,5       | ✗ 0,155        | 16,2       | ✓ 0,135        |
| Б. ЦПТ 25 -...- C4 | 0,810                                         | 15,6       | ✓ 0,118        | 16,5       | ✓ 0,097        | 17,1       | ✓ 0,084        | 15,1       | ✓ 0,130        | 16,1       | ✓ 0,108        | 16,7       | ✓ 0,094        | 14,7       | ✓ 0,141        | 15,7       | ✓ 0,119        | 16,4       | ✓ 0,103        |
| Б. ЦПТ 38 -...- C4 | 0,810                                         | 15,5       | ✓ 0,133        | 16,4       | ✓ 0,113        | 17,0       | ✓ 0,098        | 15,0       | ✓ 0,151        | 16,0       | ✓ 0,126        | 16,6       | ✓ 0,109        | 14,5       | ✗ 0,163        | 15,6       | ✓ 0,137        | 16,3       | ✓ 0,119        |
| Б. НБТ 30 -...- C4 | 0,130                                         | 15,6       | ✓ 0,118        | 16,4       | ✓ 0,099        | 17,0       | ✓ 0,086        | 15,2       | ✓ 0,130        | 16,1       | ✓ 0,109        | 16,6       | ✓ 0,095        | 14,7       | ✓ 0,140        | 15,7       | ✓ 0,119        | 16,3       | ✓ 0,104        |
| Б. КБТ 32 -...- C4 | 0,520                                         | 15,5       | ✓ 0,125        | 16,4       | ✓ 0,104        | 17,0       | ✓ 0,090        | 15,0       | ✓ 0,138        | 16,0       | ✓ 0,115        | 16,6       | ✓ 0,100        | 14,6       | ✓ 0,149        | 15,6       | ✓ 0,126        | 16,3       | ✓ 0,110        |
| Б. ЗБТ 20 -...- C4 | 2,040                                         | 15,9       | ✓ 0,114        | 16,7       | ✓ 0,094        | 17,3       | ✓ 0,081        | 15,4       | ✓ 0,126        | 16,3       | ✓ 0,105        | 16,9       | ✓ 0,091        | 14,9       | ✓ 0,138        | 15,9       | ✓ 0,115        | 16,6       | ✓ 0,100        |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]  
R<sub>Σnp</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      4,0 < R<sub>Σnp</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]      R<sub>Σnp</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB



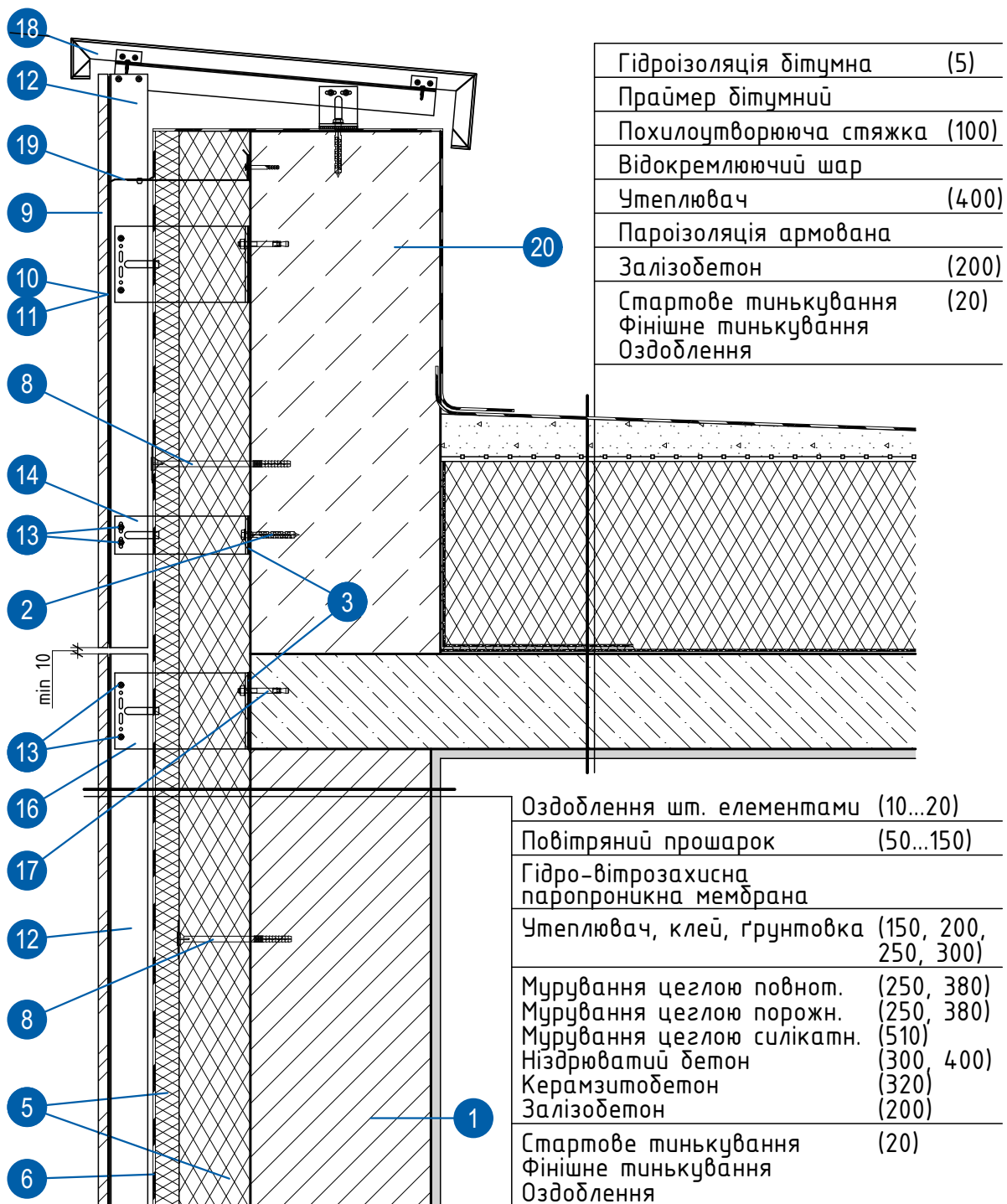
1. Стіна будівлі.
2. Дюбель фасадний.
18. Касета парпету.
20. Парпет будівлі з буд.матеріалу:  
БЕТОНИ НІЗДРЮВАТІ D400  
(№38, ДСТУ 9191).



|                    | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                                |                     |                                             |                     |                                             |                     | $\lambda 40$                                |                     |                                             |                     |                                             |                     | $\lambda 45$                                |                     |                                             |                     |                                             |                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|
|                    |                                                       | Y15                                         |                     | Y20                                         |                     | Y25                                         |                     | Y15                                         |                     | Y20                                         |                     | Y25                                         |                     | Y15                                         |                     | Y20                                         |                     | Y25                                         |                     |
|                    |                                                       | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{\text{si}},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -...- П1 | 0,580                                                 | 16,0                                        | ✓ 0,134             | 16,5                                        | ✓ 0,120             | 16,8                                        | ✓ 0,111             | 15,8                                        | ✓ 0,143             | 16,3                                        | ✓ 0,127             | 16,6                                        | ✓ 0,117             | 15,5                                        | ✓ 0,151             | 16,1                                        | ✓ 0,134             | 16,4                                        | ✓ 0,123             |
| A. ЦПР 38 -...- П1 | 0,580                                                 | 16,0                                        | ✓ 0,140             | 16,4                                        | ✓ 0,127             | 16,7                                        | ✓ 0,119             | 15,8                                        | ✓ 0,147             | 16,2                                        | ✓ 0,133             | 16,5                                        | ✓ 0,124             | 15,5                                        | ✓ 0,154             | 16,0                                        | ✓ 0,139             | 16,4                                        | ✓ 0,129             |
| A. ЦСЛ 51 -...- П1 | 0,870                                                 | 16,2                                        | ✓ 0,147             | 16,7                                        | ✓ 0,135             | 16,9                                        | ✓ 0,128             | 16,0                                        | ✓ 0,153             | 16,5                                        | ✓ 0,141             | 16,8                                        | ✓ 0,133             | 15,8                                        | ✗ 0,160             | 16,3                                        | ✓ 0,146             | 16,6                                        | ✓ 0,138             |
| A. ЦПТ 25 -...- П1 | 0,810                                                 | 16,1                                        | ✓ 0,135             | 16,6                                        | ✓ 0,121             | 16,9                                        | ✓ 0,112             | 15,9                                        | ✓ 0,143             | 16,4                                        | ✓ 0,128             | 16,7                                        | ✓ 0,118             | 15,6                                        | ✓ 0,151             | 16,2                                        | ✓ 0,134             | 16,5                                        | ✓ 0,124             |
| A. ЦПТ 38 -...- П1 | 0,810                                                 | 16,2                                        | ✓ 0,141             | 16,6                                        | ✓ 0,128             | 16,9                                        | ✓ 0,120             | 15,9                                        | ✓ 0,148             | 16,4                                        | ✓ 0,134             | 16,7                                        | ✓ 0,126             | 15,7                                        | ✗ 0,156             | 16,2                                        | ✓ 0,140             | 16,5                                        | ✓ 0,131             |
| A. НБТ 30 -...- П1 | 0,130                                                 | 15,8                                        | ✓ 0,138             | 16,2                                        | ✓ 0,123             | 16,5                                        | ✓ 0,114             | 15,6                                        | ✓ 0,147             | 16,0                                        | ✓ 0,130             | 16,3                                        | ✓ 0,120             | 15,3                                        | ✗ 0,155             | 15,8                                        | ✓ 0,137             | 16,1                                        | ✓ 0,126             |
| A. КБТ 32 -...- П1 | 0,520                                                 | 16,0                                        | ✓ 0,137             | 16,4                                        | ✓ 0,124             | 16,7                                        | ✓ 0,115             | 15,8                                        | ✓ 0,145             | 16,2                                        | ✓ 0,130             | 16,6                                        | ✓ 0,121             | 15,5                                        | ✓ 0,153             | 16,0                                        | ✓ 0,137             | 16,4                                        | ✓ 0,127             |
| A. ЗБТ 20 -...- П1 | 2,040                                                 | 16,3                                        | ✓ 0,139             | 16,8                                        | ✓ 0,124             | 17,1                                        | ✓ 0,115             | 16,1                                        | ✓ 0,143             | 16,7                                        | ✓ 0,127             | 17,0                                        | ✓ 0,116             | 15,9                                        | ✓ 0,148             | 16,5                                        | ✓ 0,130             | 16,9                                        | ✓ 0,119             |

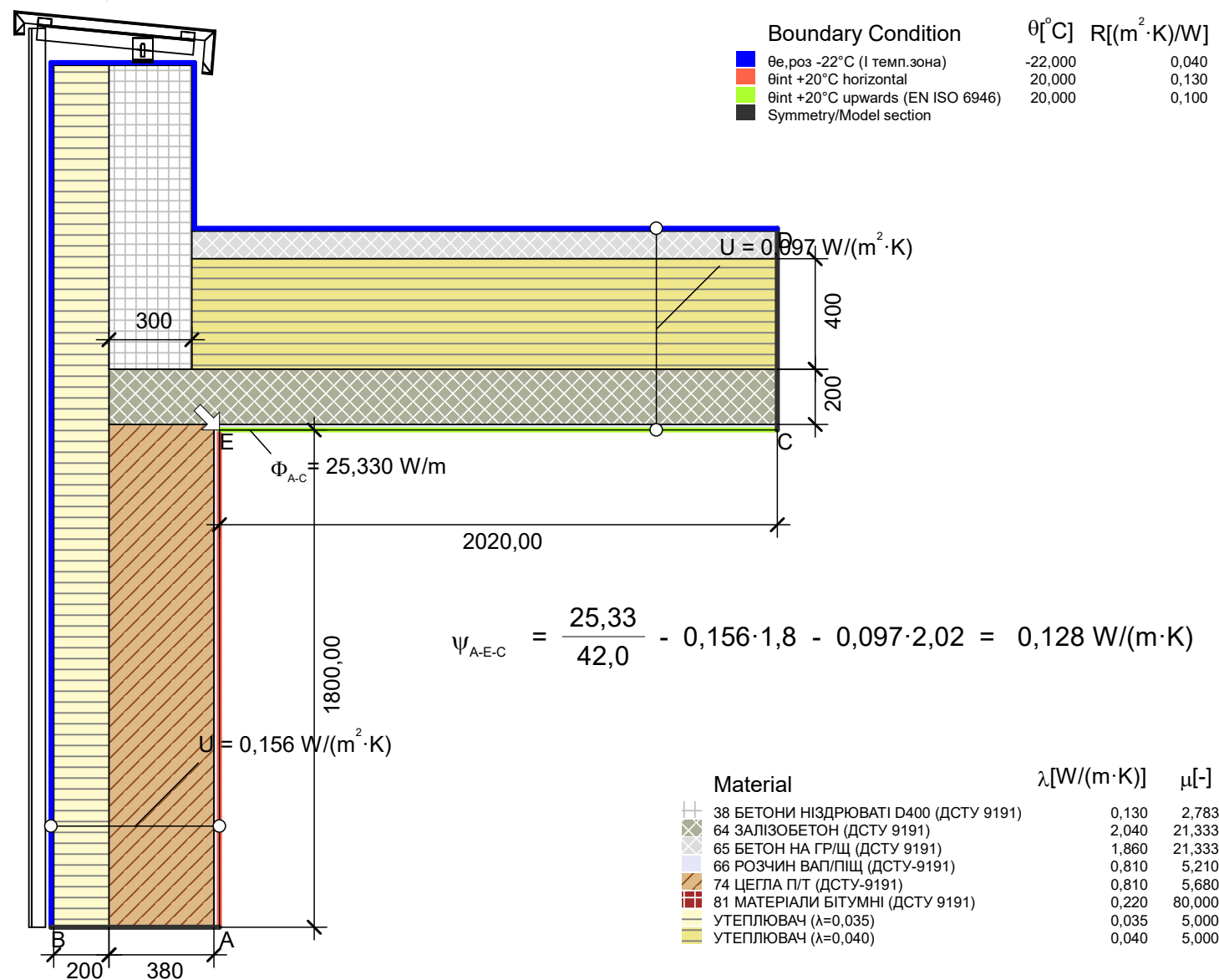
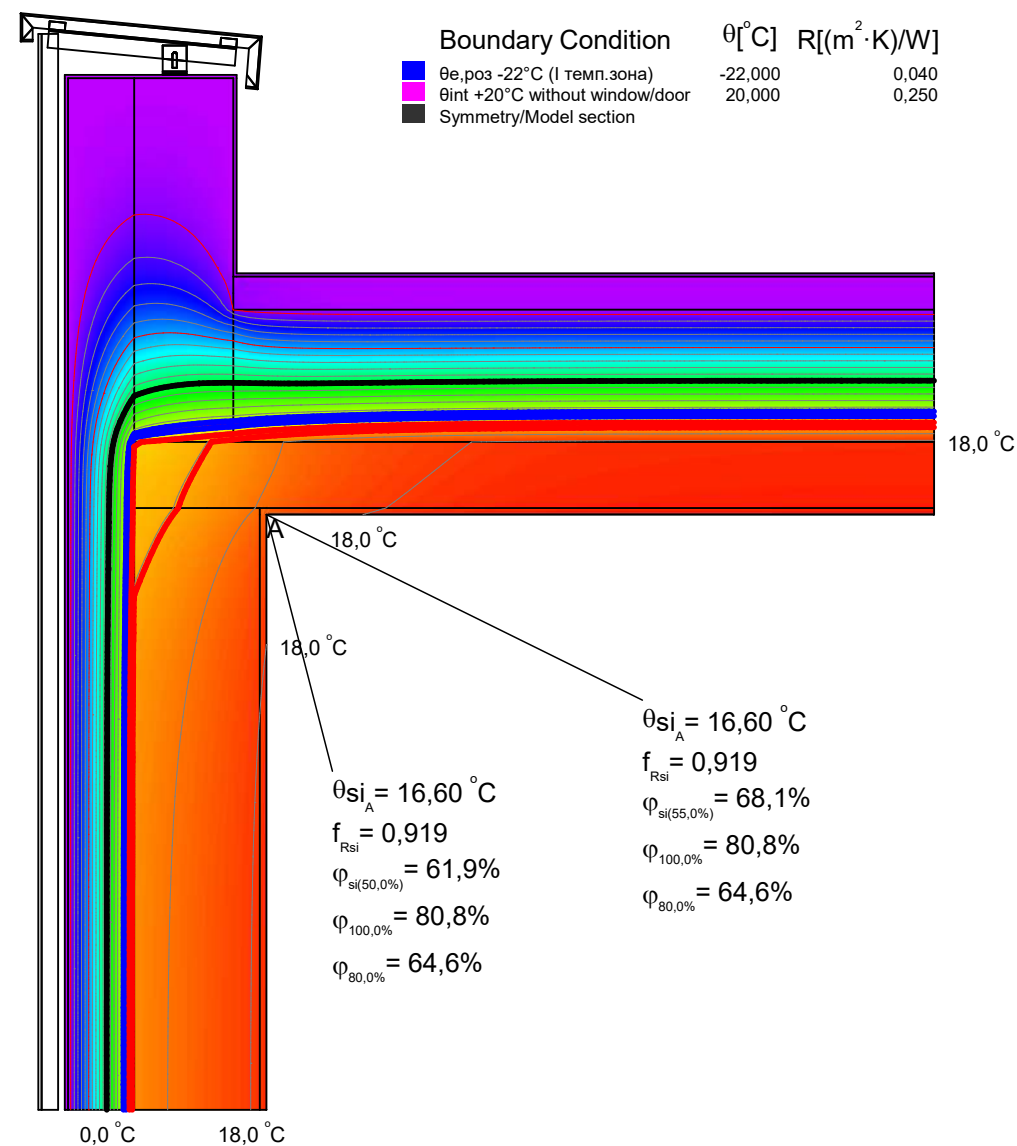
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

$R_{\Sigma \text{пр}} < 4,0$  - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]       $4,0 < R_{\Sigma \text{пр}} < 4,5$  - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]       $R_{\Sigma \text{пр}} > 4,5$  - ОК рекомендовано для nZEB



1. Стіна будівлі.
2. Дюбель фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозах. паропроникна плівка.
8. Тарілчастий анкер.
9. Оздобл ення штучними елементами.
10. Клей клейової системи.
11. Фіксуєча стрічка клейова система

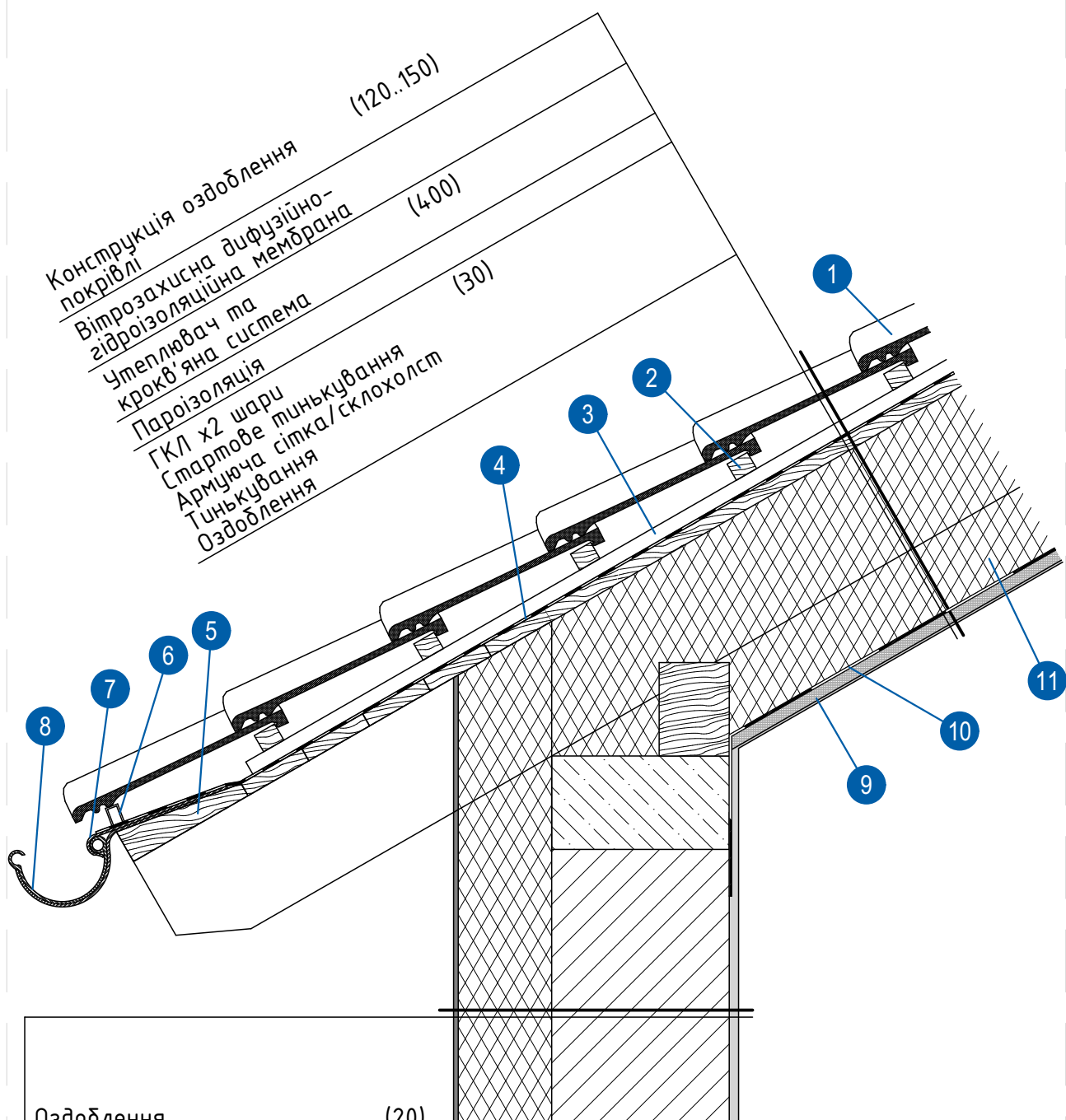
12. Фасадна стійка.
13. Закlepка 4.8x12.
14. Кронштейн опорний.
16. Кронштейн несучий.
17. Анкер фасадний.
18. Касета парапету.
19. Протипожежна відсічка.
20. Парапет будівлі з буд.матеріалу: БЕТОНИ НІЗДРЮВАТІ D400 №38, ДСТУ 9191.



|                    | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     | $\lambda 40$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     | $\lambda 45$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                    |                                                       | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     |
|                    |                                                       | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 -...- П1 | 0,580                                                 | 16,0                                 | ✓ 0,134             | 16,5                                 | ✓ 0,120             | 16,8                                 | ✓ 0,111             | 15,8                                 | ✓ 0,142             | 16,3                                 | ✓ 0,127             | 16,6                                 | ✓ 0,117             | 15,5                                 | ✓ 0,150             | 16,1                                 | ✓ 0,133             | 16,4                                 | ✓ 0,123             |
| Б. ЦПР 38 -...- П1 | 0,580                                                 | 16,0                                 | ✓ 0,139             | 16,4                                 | ✓ 0,127             | 16,7                                 | ✓ 0,119             | 15,8                                 | ✓ 0,147             | 16,2                                 | ✓ 0,133             | 16,5                                 | ✓ 0,124             | 15,5                                 | ✓ 0,154             | 16,0                                 | ✓ 0,139             | 16,4                                 | ✓ 0,129             |
| Б. ЦСЛ 51 -...- П1 | 0,870                                                 | 16,2                                 | ✓ 0,146             | 16,7                                 | ✓ 0,135             | 16,9                                 | ✓ 0,128             | 16,0                                 | ✓ 0,153             | 16,5                                 | ✓ 0,141             | 16,8                                 | ✓ 0,133             | 15,8                                 | ✗ 0,159             | 16,3                                 | ✓ 0,146             | 16,6                                 | ✓ 0,138             |
| Б. ЦПТ 25 -...- П1 | 0,810                                                 | 16,2                                 | ✓ 0,135             | 16,6                                 | ✓ 0,121             | 16,9                                 | ✓ 0,112             | 15,9                                 | ✓ 0,143             | 16,4                                 | ✓ 0,127             | 16,7                                 | ✓ 0,118             | 15,7                                 | ✓ 0,151             | 16,2                                 | ✓ 0,134             | 16,5                                 | ✓ 0,123             |
| Б. ЦПТ 38 -...- П1 | 0,810                                                 | 16,2                                 | ✓ 0,141             | 16,6                                 | ✓ 0,128             | 16,9                                 | ✓ 0,120             | 15,9                                 | ✓ 0,148             | 16,4                                 | ✓ 0,134             | 16,7                                 | ✓ 0,125             | 15,7                                 | ✗ 0,155             | 16,2                                 | ✓ 0,140             | 16,5                                 | ✓ 0,131             |
| Б. НБТ 30 -...- П1 | 0,130                                                 | 15,8                                 | ✓ 0,138             | 16,2                                 | ✓ 0,123             | 16,5                                 | ✓ 0,114             | 15,6                                 | ✓ 0,146             | 16,0                                 | ✓ 0,130             | 16,3                                 | ✓ 0,120             | 15,4                                 | ✓ 0,154             | 15,8                                 | ✓ 0,137             | 16,1                                 | ✓ 0,126             |
| Б. КБТ 32 -...- П1 | 0,520                                                 | 16,0                                 | ✓ 0,137             | 16,5                                 | ✓ 0,124             | 16,7                                 | ✓ 0,115             | 15,8                                 | ✓ 0,145             | 16,3                                 | ✓ 0,130             | 16,6                                 | ✓ 0,121             | 15,5                                 | ✓ 0,152             | 16,1                                 | ✓ 0,136             | 16,4                                 | ✓ 0,126             |
| Б. ЗБТ 20 -...- П1 | 2,040                                                 | 16,4                                 | ✓ 0,134             | 16,9                                 | ✓ 0,119             | 17,2                                 | ✓ 0,110             | 16,2                                 | ✓ 0,142             | 16,7                                 | ✓ 0,126             | 17,0                                 | ✓ 0,116             | 15,9                                 | ✓ 0,151             | 16,5                                 | ✓ 0,133             | 16,8                                 | ✓ 0,122             |

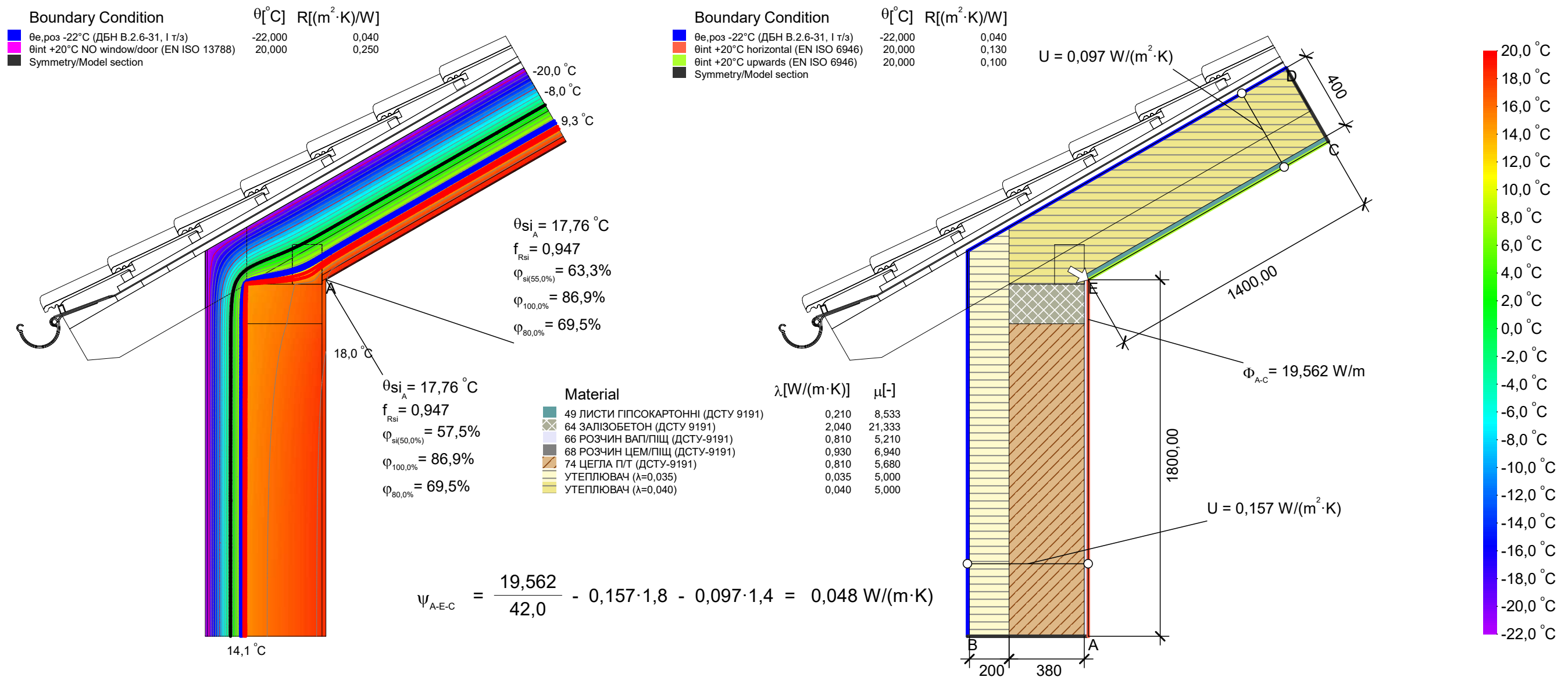
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

$R_{\Sigma \text{нр}} < 4,0$  - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]       $4,0 < R_{\Sigma \text{нр}} < 4,5$  - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]       $R_{\Sigma \text{нр}} > 4,5$  - ОК рекомендовано для nZEB



|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Оздоблення                 | (20)                 |
| Фінішне тинькування        |                      |
| Стартове тинькування       |                      |
| Мурування цеглою повнот.   | (250, 380)           |
| Мурування цеглою порожн.   | (250, 380)           |
| Мурування цеглою силікатн. | (510)                |
| Ніздрюватий бетон          | (300, 400)           |
| Керамзитобетон             | (320)                |
| Залізобетон                | (200)                |
| Утеплювач, клей, ґрунтовка | (150, 200, 250, 300) |
| Стартове тинькування       | (10)                 |
| Армуюча сітка              |                      |
| Тинькування                |                      |
| Оздоблення                 |                      |

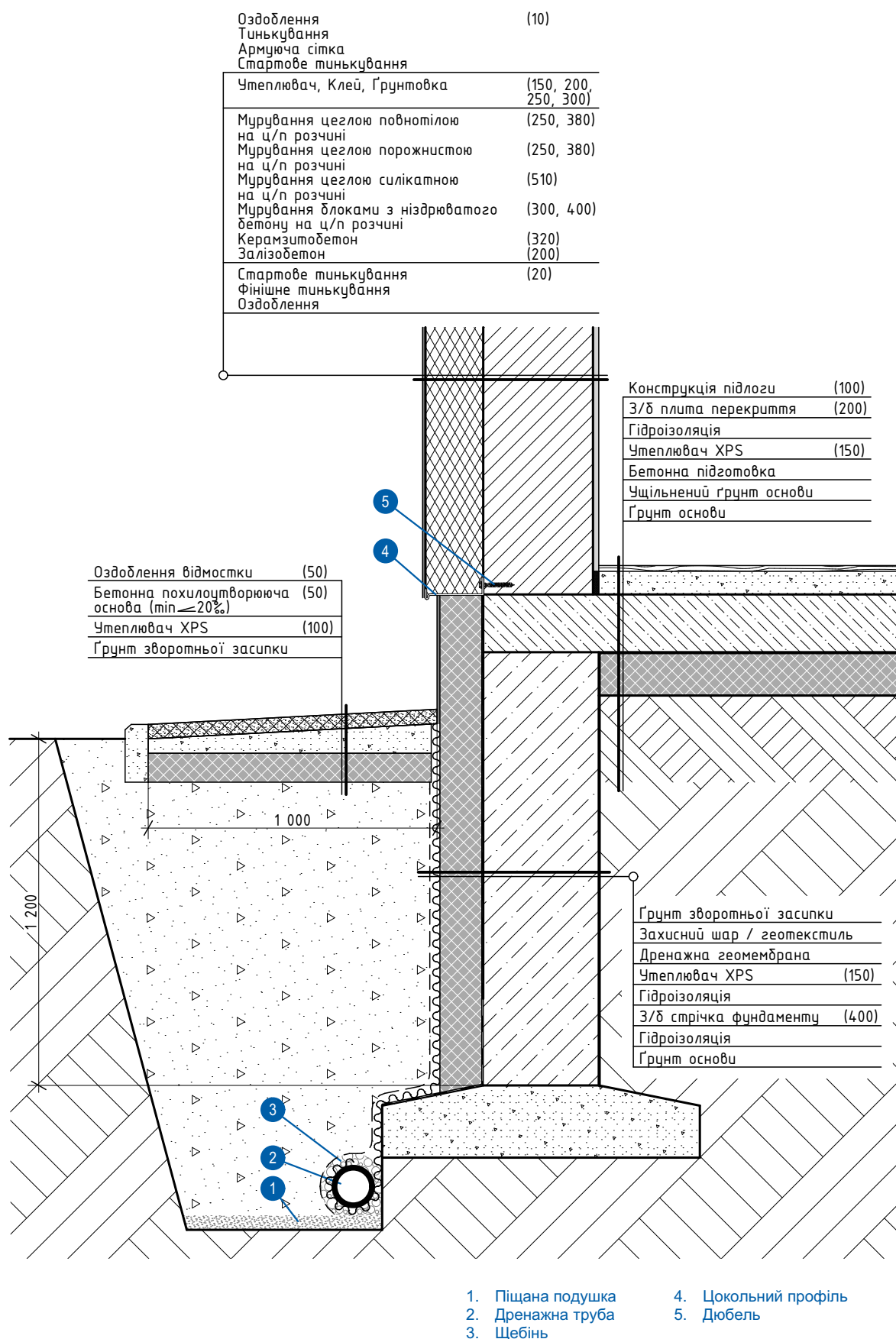
1. Черепиця
2. Обрешітка
3. Контробрешітка
4. Вітрозахисна дифузійно-гідроізоляційна мембрана
5. Клиноподібний брус
6. Аероелемент звісу
7. Фартух звісу
8. Водостічний жолоб
9. Внутрішня обшивка/оздоблення
10. Пароізоляція
11. Утеплення/крокв'яна система



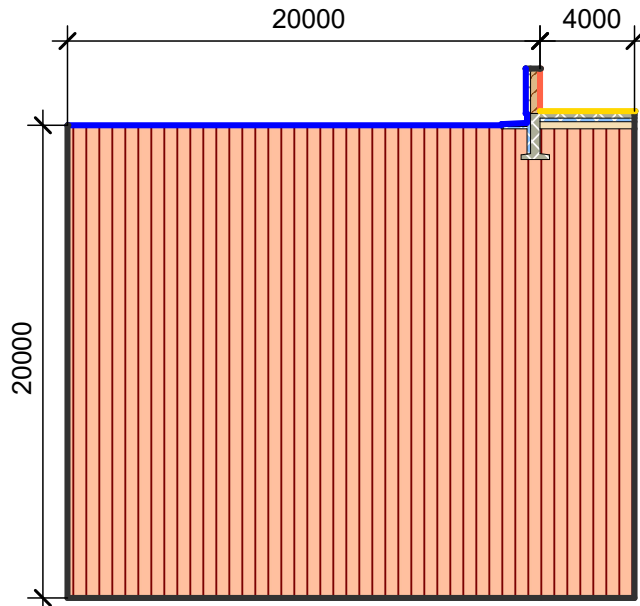
|                    | $\lambda$<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | $\lambda 35$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     | $\lambda 40$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     | $\lambda 45$                         |                     |                                      |                     |                                      |                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                    |                                                       | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     | Y15                                  |                     | Y20                                  |                     | Y25                                  |                     |
|                    |                                                       | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) | $\theta_{si},$<br>$^{\circ}\text{C}$ | $\psi,$<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -...- M1 | 0,580                                                 | 17,1                                 | ✓ 0,041             | 17,6                                 | ✓ 0,038             | 17,8                                 | ✓ 0,037             | 16,9                                 | ✓ 0,044             | 17,3                                 | ✓ 0,040             | 17,6                                 | ✓ 0,039             | 16,7                                 | ✓ 0,046             | 17,1                                 | ✓ 0,043             | 17,5                                 | ✓ 0,042             |
| A. ЦПР 38 -...- M1 | 0,580                                                 | 17,3                                 | ✓ 0,050             | 17,6                                 | ✓ 0,049             | 17,8                                 | ✓ 0,049             | 17,1                                 | ✓ 0,053             | 17,5                                 | ✓ 0,051             | 17,7                                 | ✓ 0,051             | 16,9                                 | ✓ 0,055             | 17,3                                 | ✓ 0,053             | 17,5                                 | ✓ 0,053             |
| A. ЦСЛ 51 -...- M1 | 0,870                                                 |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |
| A. ЦПТ 25 -...- M1 | 0,810                                                 | 17,3                                 | ✓ 0,039             | 17,7                                 | ✓ 0,037             | 17,9                                 | ✓ 0,036             | 17,0                                 | ✓ 0,041             | 17,5                                 | ✓ 0,039             | 17,7                                 | ✓ 0,039             | 16,8                                 | ✓ 0,044             | 17,3                                 | ✓ 0,041             | 17,6                                 | ✓ 0,041             |
| A. ЦПТ 38 -...- M1 | 0,810                                                 | 17,4                                 | ✓ 0,048             | 17,8                                 | ✓ 0,048             | 18,0                                 | ✓ 0,048             | 17,3                                 | ✓ 0,049             | 17,6                                 | ✓ 0,049             | 17,8                                 | ✓ 0,050             | 17,1                                 | ✓ 0,051             | 17,5                                 | ✓ 0,051             | 17,7                                 | ✓ 0,052             |
| A. НБТ 30 -...- M1 | 0,130                                                 | 17,3                                 | ✓ 0,057             | 17,6                                 | ✓ 0,049             | 17,8                                 | ✓ 0,046             | 17,1                                 | ✓ 0,063             | 17,5                                 | ✓ 0,054             | 17,7                                 | ✓ 0,050             | 16,9                                 | ✓ 0,069             | 17,3                                 | ✓ 0,059             | 17,5                                 | ✓ 0,054             |
| A. КБТ 32 -...- M1 | 0,520                                                 |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |                                      |                     |
| A. ЗБТ 20 -...- M1 | 2,040                                                 | 17,5                                 | ✓ 0,034             | 17,9                                 | ✓ 0,032             | 18,1                                 | ✓ 0,031             | 17,3                                 | ✓ 0,036             | 17,7                                 | ✓ 0,034             | 18,0                                 | ✓ 0,033             | 17,1                                 | ✓ 0,038             | 17,5                                 | ✓ 0,036             | 17,8                                 | ✓ 0,036             |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

■  $R_{\Sigma \text{пр}} < 4,0$  - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]    ■  $4,0 < R_{\Sigma \text{пр}} < 4,5$  - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]    ■  $R_{\Sigma \text{пр}} > 4,5$  - ОК рекомендовано для nZEB

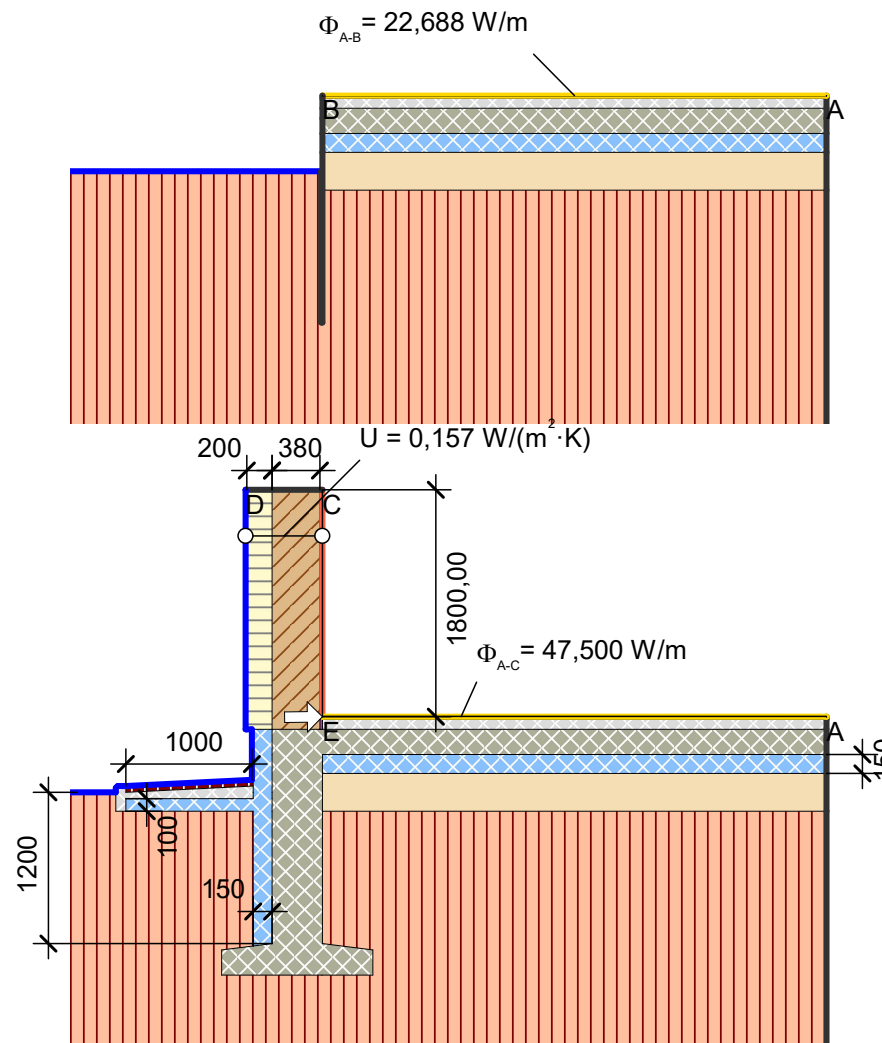


A. .... -Φ1



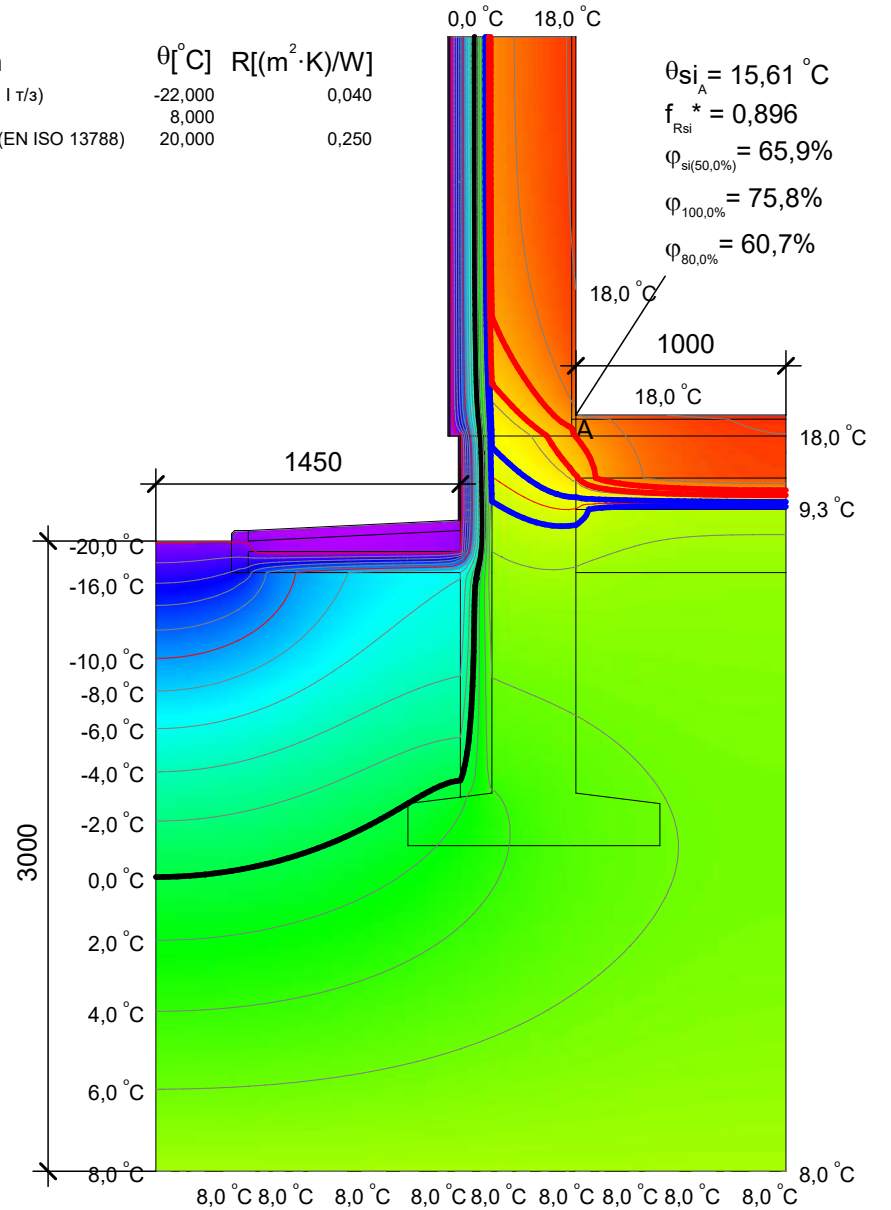
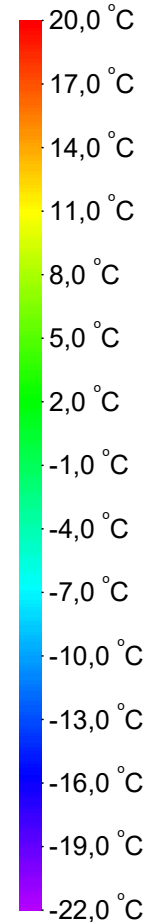
| Boundary Condition                                                 | $\theta [^{\circ}\text{C}]$ | $R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$ |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| $\theta_{\text{e,poz}} -22^{\circ}\text{C}$ (ДБН В.2.6-31, п 7з)   | -22,000                     | 0,040                                     |
| $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ downwards (EN ISO 6946)  | 20,000                      | 0,170                                     |
| $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ horizontal (EN ISO 6946) | 20,000                      | 0,130                                     |
| Symmetry/Model section                                             |                             |                                           |

| Material                       | $\lambda[W/(m \cdot K)]$ | $\mu[-]$ |
|--------------------------------|--------------------------|----------|
| 31 ПІСОК ДЛЯ БУД/Р (ДСТУ 9191) | 0,580                    | 3,765    |
| 4 ЕКСТРУД. ППС-35 (ДСТУ 9191)  | 0,037                    | 80,000   |
| 53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)  | 0,230                    | 12,500   |
| 64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)     | 2,040                    | 21,333   |
| 65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)   | 1,860                    | 21,333   |
| 66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191)  | 0,810                    | 5,210    |
| 68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)  | 0,930                    | 6,940    |
| 73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)  | 1,100                    | 10,687   |
| 74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)       | 0,810                    | 5,680    |
| Polyethylene foam              | 0,050                    | 100,000  |
| ГРУНТ ( $\lambda=2,0$ Вт/мК)   | 2,000                    | 50,000   |
| УТЕПЛЮВАЧ ( $\lambda=0,035$ )  | 0,035                    | 5,000    |



$$\psi_{A-E-C,*} = \frac{47,5}{42,0} - \frac{22,688}{42,0} - 0,157 \cdot 1,8 = 0,309 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

| Boundary Condition                                                                                                                                          | $\theta_{\text{f}} [^{\circ}\text{C}]$ | $R [(m^2 \cdot K)/W]$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
|  $\theta_{\text{e,poz}} -22^{\circ}\text{C}$ (ДБН В.2.6-31, І п/з)       | -22,000                                | 0,040                 |
|  $\theta_{\text{gr}} +8^{\circ}\text{C}$ (Ground, Kyiv)                  | 8,000                                  |                       |
|  $\theta_{\text{int}} +20^{\circ}\text{C}$ No window/door (EN ISO 13788) | 20,000                                 | 0,250                 |
|  Symmetry/Model section                                                  |                                        |                       |



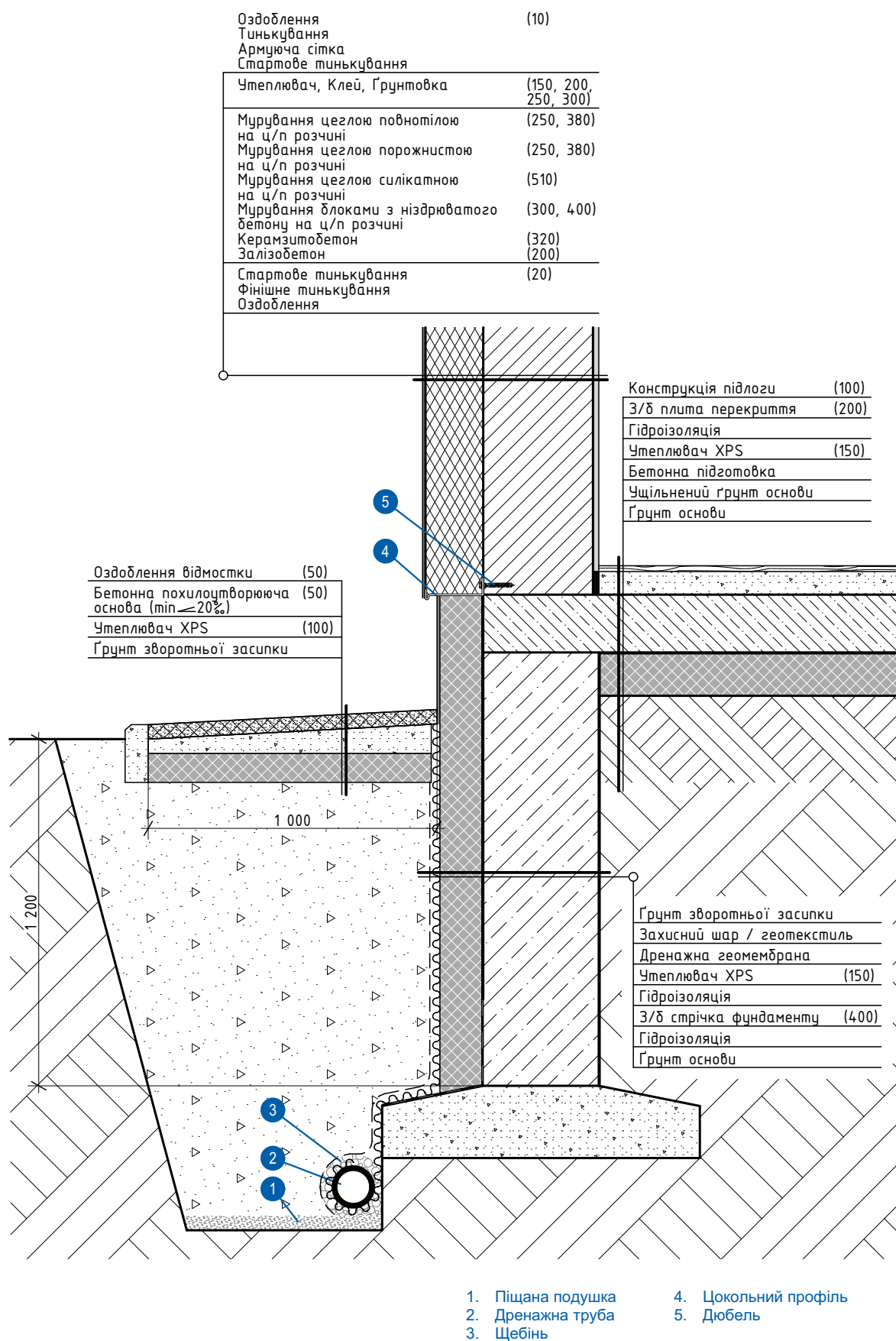
|                    | λ шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35                     |                |                         |                |                         |                | λ40                     |                |                         |                |                         |                | λ45                     |                |                         |                |                         |                |
|--------------------|--------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                    |                                            | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                | У15                     |                | У20                     |                | У25                     |                |
|                    |                                            | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>си</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| A. ЦПР 25 -...- Φ1 | 0,580                                      | 14,8 ✓ 0,349            | 15,5 ✓ 0,310   | 15,6 ✓ 0,313            | 14,6 ✓ 0,349   | 15,4 ✓ 0,311            | 15,5 ✓ 0,313   | 14,5 ✓ 0,349            | 15,3 ✓ 0,313   | 15,4 ✓ 0,313            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. ЦПР 38 -...- Φ1 | 0,580                                      | 15,0 ✓ 0,330            | 15,7 ✓ 0,294   | 15,8 ✓ 0,299            | 14,9 ✓ 0,329   | 15,6 ✓ 0,294            | 15,7 ✓ 0,298   | 14,8 ✓ 0,328            | 15,5 ✓ 0,293   | 15,6 ✓ 0,298            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. ЦСЛ 51 -...- Φ1 | 0,870                                      |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. ЦПТ 25 -...- Φ1 | 0,810                                      | 14,7 ✗ 0,360            | 15,5 ✓ 0,320   | 15,6 ✓ 0,323            | 14,6 ✗ 0,360   | 15,4 ✓ 0,320            | 15,5 ✓ 0,323   | 14,4 ✗ 0,360            | 15,3 ✓ 0,321   | 15,4 ✓ 0,323            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. ЦПТ 38 -...- Φ1 | 0,810                                      | 14,9 ✓ 0,346            | 15,6 ✓ 0,309   | 15,7 ✓ 0,314            | 14,8 ✓ 0,345   | 15,5 ✓ 0,308            | 15,7 ✓ 0,313   | 14,7 ✓ 0,344            | 15,4 ✓ 0,308   | 15,6 ✓ 0,313            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. НБТ 30 -...- Φ1 | 0,130                                      | 15,2 ✓ 0,315            | 15,8 ✓ 0,281   | 15,9 ✓ 0,282            | 15,2 ✓ 0,316   | 15,7 ✓ 0,282            | 15,8 ✓ 0,283   | 15,1 ✓ 0,316            | 15,7 ✓ 0,282   | 15,8 ✓ 0,283            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. КБТ 32 -...- Φ1 | 0,520                                      |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| A. ЗБТ 20 -...- Φ1 | 2,040                                      | 14,7 ✗ 0,387            | 15,5 ✓ 0,342   | 15,7 ✓ 0,345            | 14,5 ✗ 0,388   | 15,4 ✓ 0,343            | 15,6 ✓ 0,346   | 14,4 ✗ 0,388            | 15,3 ✓ 0,343   | 15,5 ✓ 0,346            |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]

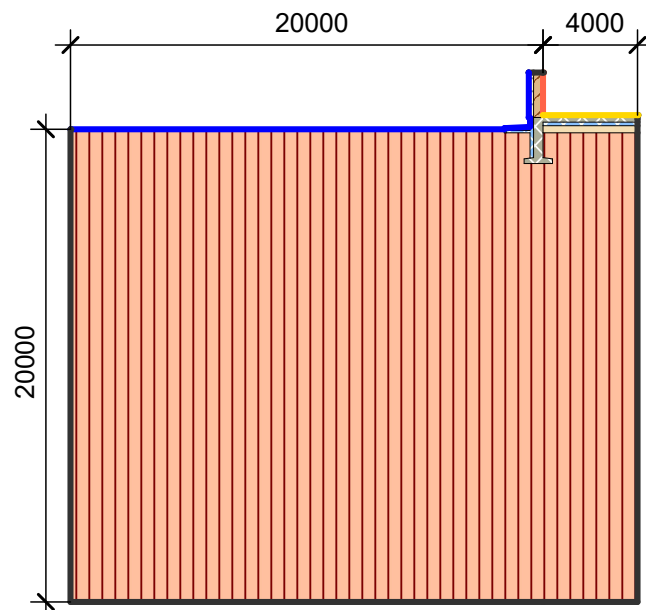
$R_{\Sigma \text{пр}} < 4,0$  - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

4,0 < R<sub>Σпр</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

$R_{\Sigma \text{пр}} > 4,5$  - ОК рекомендовано для nZEB

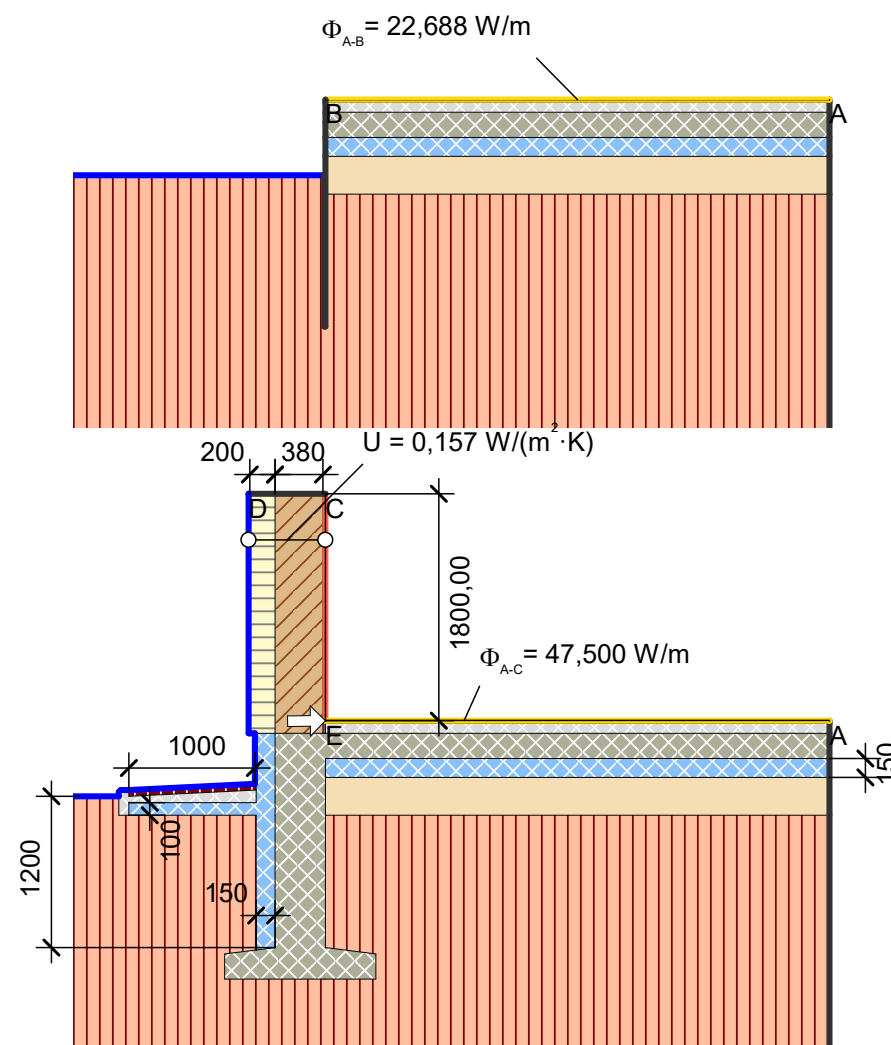


Б. .... -Φ1



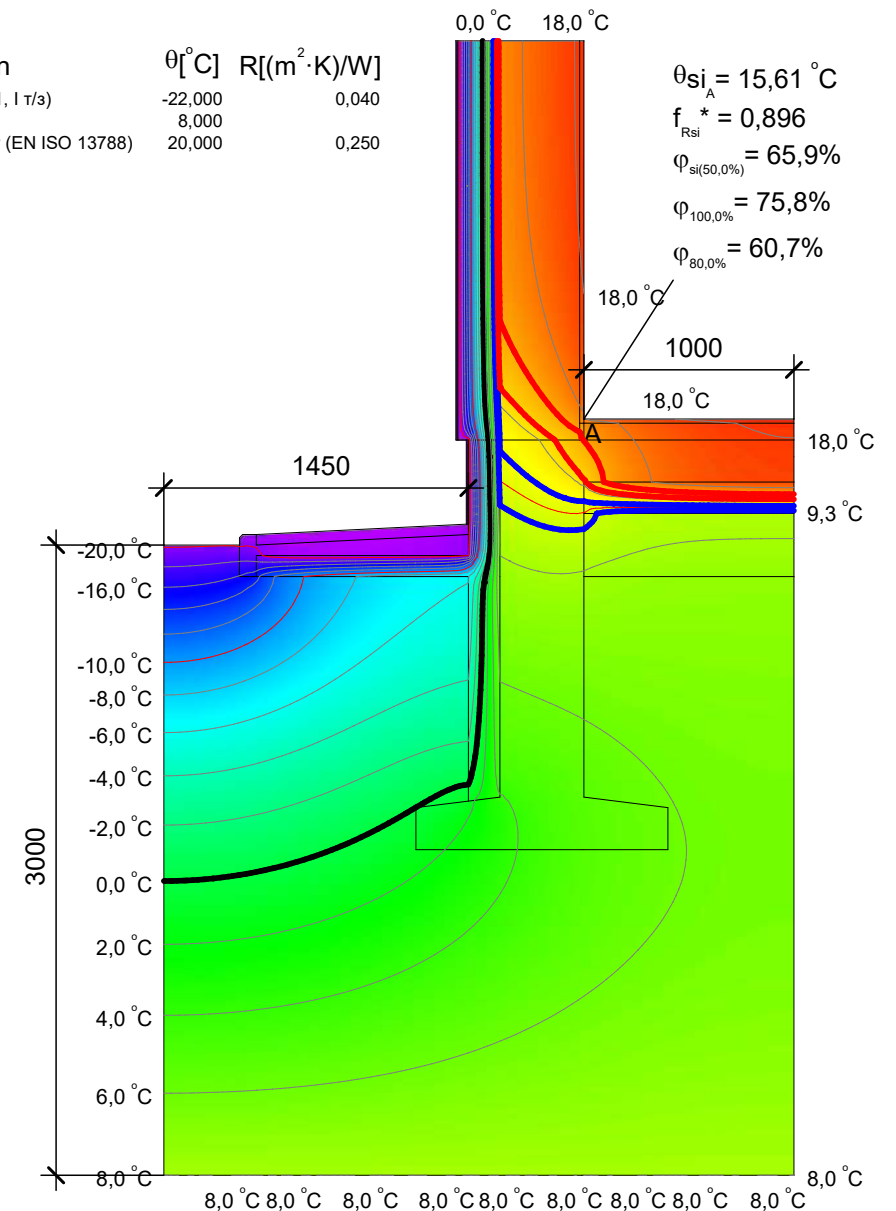
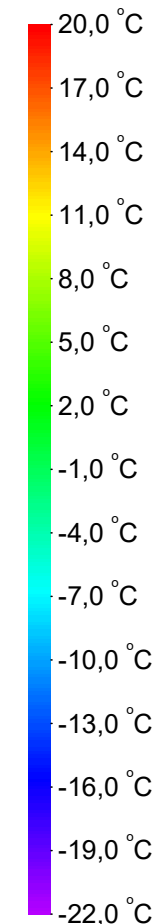
| Boundary Condition                  | $\theta [^{\circ}\text{C}]$ | $R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$ |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, І т/з)  | -22,000                     | 0,040                                     |
| θint +20°C downwards (EN ISO 6946)  | 20,000                      | 0,170                                     |
| θint +20°C horizontal (EN ISO 6946) | 20,000                      | 0,130                                     |
| Symmetry/Model section              |                             |                                           |

| Material                       | $\lambda[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ | $\mu[-]$ |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| 31 ПІСОК ДЛЯ БУД/Р (ДСТУ 9191) | 0,580                                         | 3,765    |
| 4 ЕКСТРУД.ППС-35 (ДСТУ 9191)   | 0,037                                         | 80,000   |
| 53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)  | 0,230                                         | 12,500   |
| 64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)     | 2,040                                         | 21,333   |
| 65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)   | 1,860                                         | 21,333   |
| 66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191)  | 0,810                                         | 5,210    |
| 68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)  | 0,930                                         | 6,940    |
| 73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)  | 1,100                                         | 10,667   |
| 74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)       | 0,810                                         | 5,680    |
| Polyethylene foam              | 0,050                                         | 100,000  |
| ГРУНТ (λ=2,0 Вт/мК)            | 2,000                                         | 50,000   |
| УТЕПЛЮВАЧ (λ=0,035)            | 0,035                                         | 5,000    |



$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{47,5}{42,0} - \frac{22,688}{42,0} - 0,157 \cdot 1,8 = 0,309 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

| Boundary Condition                       | $\theta [^{\circ}\text{C}]$ | $R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$ |
|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, І т/з)       | -22,000                     | 0,040                                     |
| θgr +8°C (Ground, Kyiv)                  | 8,000                       |                                           |
| θint +20°C NO window/door (EN ISO 13788) | 20,000                      | 0,250                                     |
| Symmetry/Model section                   |                             |                                           |



|                    | λ<br>шару ядра<br>ОК, Вт/(м·К)<br>(ДСТУ 9191) | λ35                     |                |                         |                |                         |                | λ40                     |                |                         |                |                         |                | λ45                     |                |                         |                |                         |                |
|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                    |                                               | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                | Y15                     |                | Y20                     |                | Y25                     |                |
|                    |                                               | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) | θ <sub>si</sub> ,<br>°C | ψ,<br>Вт/(м·К) |
| Б. ЦПР 25 -...- Φ1 | 0,580                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. ЦПР 38 -...- Φ1 | 0,580                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. ЦСЛ 51 -...- Φ1 | 0,870                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. ЦПТ 25 -...- Φ1 | 0,810                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. ЦПТ 38 -...- Φ1 | 0,810                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. НБТ 30 -...- Φ1 | 0,130                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. КБТ 32 -...- Φ1 | 0,520                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |
| Б. ЗБТ 20 -...- Φ1 | 2,040                                         |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |                         |                |

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]  
R<sub>Σпр</sub> < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < R<sub>Σпр</sub> < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] R<sub>Σпр</sub> > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB

## 6. ПОСИЛАННЯ

- [1] **ДБН В.2.6-31:2021** Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
- [2] **ДБН В.2.6-33:2018** Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування
- [3] **ДСТУ 9191:2022** Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
- [4] **ДСТУ EN ISO 10211:2022** Теплові мости в будівництві. Теплові потоки та температури поверхні. Детальні розрахунки. (EN ISO 10211:2017 Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations)
- [5] **ДСТУ EN ISO 6946:2022** Будівельні компоненти. Термічний опір і теплопроникність. Методи розрахунку. (EN ISO 6946:2017 Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation methods)
- [6] **ДСТУ EN ISO 13788:2022** Гігротермічні показники будівельних матеріалів і виробів. Температура вну-трішньої поверхні для уникнення критичної поверхневої вологості та проміжної конденсації. Методи розрахунку. (EN ISO 13788:2012 Hygrothermal performance of building components and building elements — Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation — Calculation methods)
- [7] **ДСТУ EN ISO 10456:2022** Матеріали і вироби будівельні. Характеристики гігротермічні. Розрахункові значення в таблицях і процедури визначення заявлених і розрахункових значень термічних характеристик (EN ISO 10456:2007 Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values).
- [8] **ДСТУ EN ISO 10077-1:2022** Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови (EN ISO 10077-1:2017 Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance Part 1: General)
- [9] **ДСТУ EN ISO 10077-2:2022** Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 2. Чисельні методи розрахунку для віконних рам (ISO 10077-2:2017 Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance Part 2: Numerical method for frames)
- [10] **Development of technical recommendations for Nearly Zero Energy Building (NZEB)** - FI05-2022-108/FIN-013-TA. - VTT Technical Research Centre of Finland Ltd; 2022
- [11] **ЗАКОН УКРАЇНИ** "Про енергетичну ефективність будівель"
- [12] **РОЗПОРЯДЖЕННЯ КМУ № 88-р від 29 січня 2020 р.**  
"Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель у частині збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та затвердження Національного плану збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії"
- [13] **НАКАЗ МІНРОЗВИТКУ №168, від 06 лютого 2025р.**  
"Деякі питання запровадження вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії"
- [14] **ОГЛЯД ВИМОГ nZEB В ЄВРОПІ**, Шамілов П., аналітичний звіт, ГМ ОПОРА, Київ-2024, 59
- [15] **НАКАЗ МІНРОЗВИТКУ №260, від 27 жовтня 2020р.**  
"Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель"
- [16] **ДСТУ 9190:2022** ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання
- [17] **DIRECTIVE (EU) 2024/1275 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 24 April 2024 on the energy performance of buildings**