

Імплементація EPBD в Україні

Статус 2025

АЛЬБОМ

технічних рішень

НЕПРОЗОРИ
ОГОРОДЖУВАЛЬНІ
КОНСТРУКЦІЇ

ключові вузли

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 МІНРОЗВИТКУ №168, від 06 лютого 2025р.

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

Видання розроблене за підтримки:



Міністерство розвитку
громад та територій
України



European
Climate
Foundation



опорс ГРОМАДЯНСЬКА
МЕРЕЖА

РОБОЧА ГРУПА

АРТУР ОБІДНИК, керівник Відділу методологічного забезпечення та регулювання енергетичної ефективності, Управління енергоефективності, Міністерство розвитку громад та територій України

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

ВОЛОДИМИР СКОЧКО, ОЛЕКСАНДР ПОГОСОВ, NZEB HUB, кафедра Архітектурних конструкцій, Київський Національний Університет Будівництва та Архітектури (КНУБА)

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

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

ВОЛОДИМИР ІВАНЕЙКО, енергоаудитор, ведучий інженер-конструктор, провідний експерт з забезпечення МОС (ТОВ «Лоджистракт»), автор національного калькулятора енергетичної ефективності CadEE.pro

ІВАН ДАЛІБОЖАК, експерт з енергоефективності, iC consulents Ukraine

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

СЕРГІЙ ХМЕЛЕНКО, ТМ "VSThermo"

WALTER SCHMIDLI, FABIAN BEYELER, HEINRICH KOPP, FLIXO team, info^{mind}) gmbh, Zürich, Switzerland

STANISLAVS GENDELIS, Dr. Phys., Senior Researcher, Institute of Numerical Modelling, Faculty of Science and Technology, University of Latvia, Riga

РУСЛАН ШЕВЧУК, фахівець з проєктування та монтажу НВФ

ОЛЕКСІЙ БРУСНІЦИН, архітектор, енергоаудитор, сертифікований проєктант PassiveHouse, Національна Спілка Архітекторів України

ПІТ ШАМІЛОВ, енергоаудитор, архітектор-урбаніст, проєкт [nZEB.pro]

РЕЦЕНЗУВАННЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ

ANDRIS JAKOVIČS, Dr. Phys., Chair of the Scientific Council, Head of the Laboratory of Multiphysical Processes, Institute of Numerical Modelling, Faculty of Science and Technology, University of Latvia, Riga

ВАДИМ ЛИТВИН, к.т.н., енергоаудитор, голова правління "Асоціація Енергоаудиторів України"



General overview

Review and verification of methodologies and calculations included in the albums

The two submitted publications — **Album of Technical Solutions for Opaque Envelope Constructions** (HOK) and **Album of Technical Solutions for Transparent Envelope Constructions** (СПОК) — constitute a comprehensive technical and methodological resource supporting the implementation of the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) in Ukraine. The Albums provide design-ready construction details for nearly zero-energy buildings (nZEB), including thermal simulations using state-of-the-art numerical calculation software *Flixo*, linear thermal transmittance calculations and surface temperature analysis.

Verification of the calculation methods confirms that all simulations, analytical procedures and tabulated outputs are compliant with applicable European standards (EN) and recognised practices in building physics. The documents correctly apply:

- EN ISO 10211 — thermal bridge modelling rules for 2D calculations, including placement of cut-off planes, boundary conditions and mesh refinement criteria;
- EN ISO 10077 — thermal performance of window and frame systems;
- EN ISO 6946 — calculation of the thermal resistance of opaque elements;
- EN ISO 13370 — heat transfer to the ground as referenced for boundary condition definition where relevant;
- EN ISO 13788 — assessment of internal surface temperature and risk of surface condensation/mould (θ_{si} , f_{Rsi});
- EN ISO 14683 — determination of linear thermal transmittance (ψ -values) for junctions.

The Albums demonstrate precise observance of required inputs: internal/external design temperatures, surface resistances, symmetry boundaries and simulation margins. Each junction is supported by:

- 2D thermal simulations,
- ψ -value calculations,
- verification of internal surface temperatures for condensation and mould risk,
- drawings in DWG/DXF format and documentation ready for direct inclusion in project design.

From a methodological standpoint, the Albums are exemplary. They combine accurate engineering content with outstanding graphical presentation — thermal fields, isotherms, ψ -value tables and θ_{si} visualisations make results intuitive and easy to interpret. The structure is clear and logical: regulatory framework → methodology → coding/classification → technical solutions. This markedly reduces the time required for designers and energy auditors to select and integrate verified junction details into project documentation.

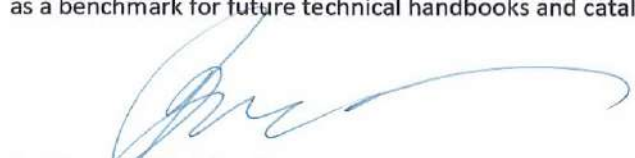
The quality of graphic design, consistency of notation and precision of explanations make these Albums among the most user-friendly technical handbooks available. Beyond compliance guidance, they offer ready-to-use engineering solutions and can serve as a benchmark for similar catalogues across Europe.

Conclusion:

The calculations presented in the Albums are verified and executed in full compliance with European standards (EN ISO 10211, 10077, 6946, 13370, 13788, 14683). The publications stand out for their high technical quality, clear structure, strong theoretical underpinning and excellent visualisation — forming an exceptionally convenient methodological tool for designers and energy auditors working on nearly zero-energy buildings, both in Ukraine and within the European Union.

Short summary

The Albums' calculations are verified and fully compliant with EU standards (EN ISO 10211, 10077, 6946, 13370, 13788, 14683) and align with established best practices in building physics. The publications are of very high quality, with an excellent structure, solid theoretical justification and first-class visualisation of 2D simulation results that make the findings easy to interpret and apply. They provide ready-to-use, design-grade details and ψ/θ_{si} evidence that can be integrated directly into project workflows and energy audits. Overall, this is a practical, well-designed methodological tool for designers and energy auditors, suitable for nZEB projects in Ukraine and across the EU, and it can serve as a benchmark for future technical handbooks and catalogues.



Dr. Phys. Andris Jakovičs

Head of Laboratory of Multiphysical Processes
Institute of Numerical Modelling
University of Latvia

Riga, 10. November 2025

ЗМІСТ

1. Вступ	1
1.1 Законодавче підґрунтя видання "АЛЬБОМ технічних рішень"	1
1.2 Цільова аудиторія, сфера використання та доступність до видання	2
1.3 Терміни та визначення	3
2. Граничні умови та досліджувані параметри	4
2.1 Правила моделювання	4
2.2 Граничні умови:	7
розрахункова температура	
поверхневий опір теплопередачі	
2.3 Досліджувані параметри:	10
внутрішні поверхневі температури конденсації та цвілі θ_{si} , °C;	
лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ , Вт/(м·K);	
3. Кодування вузлових рішень	12
3.1 Локатор вузлових рішень	12
3.2 Класифікатор вузлових рішень НОК та СПОК	14
4. Масив НОК для формування вузлів СПОК	15
4.1 Обґрунтування вимог до огорожувальних конструкцій nZEB	15
4.2 Вибірка НОК для конструювання вузлових рішень	17
5. Лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ	21
5.1 Визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі ψ з 2D розрахунків	21
5.2 Особливості розрахунку лінійного коефіцієнту теплопередачі ψ для вузлів C2, C3 (вузли примикання зовнішніх стін до міжповерхового / балконного перекриття)	23
6. Технічний розділ	24
технічні креслення, симуляції, термополя, внутрішні поверхневі температури (θ_{si} , °C), лінійні коефіцієнти теплопередачі (ψ , Вт/(м·K))	
Вузол C1	25
Вузол C2	29
Вузол C3	33
Вузол C4	37
Вузол П1	41
Вузол М1	45
Вузол М2	47
Вузол Ф1	49
Вузол Ф2	53
Вузол Ф3	57
Вузол Ф4	61
Вузол Ф5	69
7. Посилання	71

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 технічних рішень"

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 Міністерства "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 TP 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 (способом 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 EN ISO 10211:2022 [4]

тепловий міст, лінійний тепловий міст, двовимірна геометрична модель, 2D геометрична модель, площина конструкції, площина відсікання, допоміжна площина, температурний фактор на внутрішній поверхні, зовнішня гранична температура, внутрішня гранична температура, коефіцієнт теплового зв'язку, лінійний коефіцієнт теплопередачі

ДСТУ 9191:2022 [3]

приведений опір теплопередачі, лінійний коефіцієнт теплопередачі

ДБН В.2.6-31 [1]

неопалюваний підвал, непрозорі огорожувальні конструкції, опалюваний підвал, розрахункові умови експлуатації, світлопрозорі огорожувальні конструкції, теплоізоляційна оболонка будівлі, техпідпілля, показник компактності 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

Скорочення та аббревіатури

ОК	Огороджувальна конструкція
НОК	Непрозора Огороджувальна Конструкція
СПОК	СвітлоПрозора Огороджувальна Конструкція
ψ або ψ-фактор	Лінійний коефіцієнт теплопередачі (згідно п.3.9 ДСТУ 9191 [3])

2. ГРАНИЧНІ УМОВИ ТА ДОСЛІДЖУВАНІ ПАРАМЕТРИ

2.1 Правила моделювання

Зазвичай неможливо змоделювати 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].

У виданні дослідженню лінійний коефіцієнт теплопередачі вузлів (ψ або ψ -фактор), який розраховується за допомогою симуляції двовимірної геометричної моделі, то ж нижче розглянуто її формування.

Площини відсікання для двовимірної геометричної моделі

Геометрична модель включає центральний(і) елемент(и), фланкові елементи та, де це необхідно, основи (ґрунт). Геометрична модель обмежена площинами відсікання.

Площини відсікання повинні бути розташовані таким чином:

на площині симетрії, якщо вона знаходиться на відстані менше ніж $d_{\min}$ від центрального елемента (Рис. 1, 4);

принаймні на відстані $d_{\min}$ від центрального елемента, якщо немає ближчої площини симетрії (Рис. 2, 3);

у ґрунті, відповідно до 7.2.4 [4],

де $d_{\min}$ — це більше з 1 м та трикратної товщини відповідного фланкового елемента.

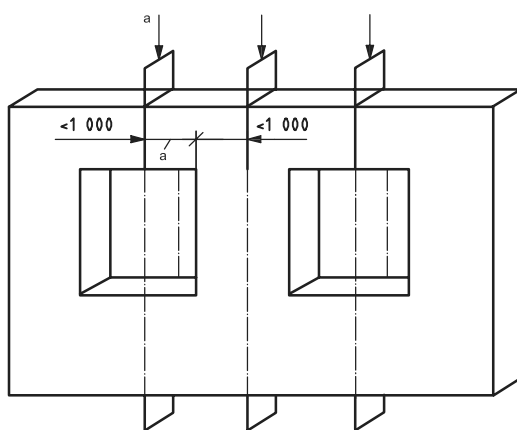


Рис. 1 Площини симетрії (показано стрілками), які можна використовувати як площини відсікання.

Геометрична модель може містити більше одного теплового містка. У таких випадках площини відсікання повинні бути розташовані на відстані принаймні $d_{\min}$ від кожного теплового містка або на площині симетрії (Рис.2).

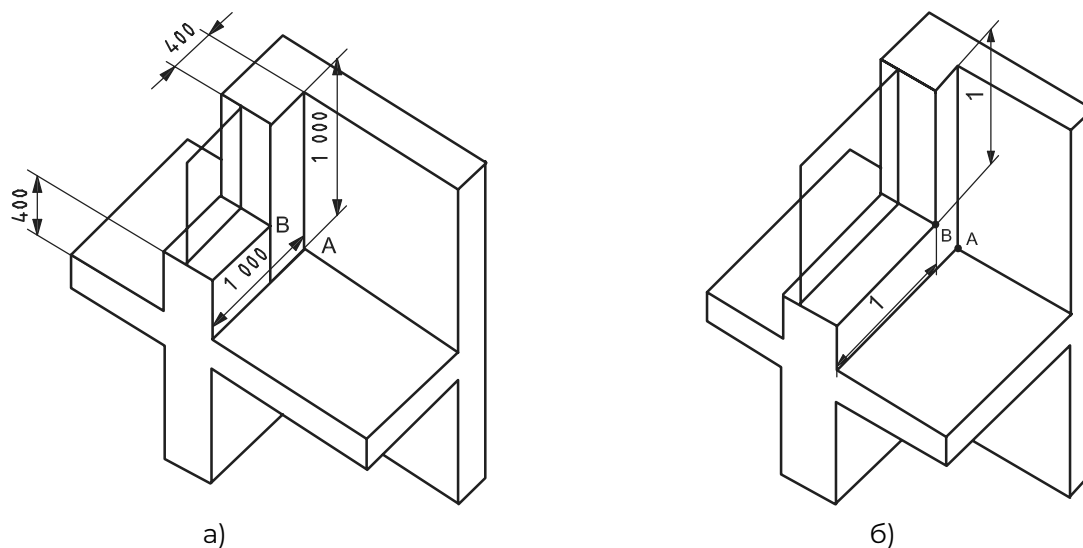


Рис.2 Геометрична модель, що містить два теплові містки

1 - 1000 мм або на площині симетрії; А - Тепловий міст на розі внутрішнього приміщення; В - Тепловий міст навколо вікна у зовнішній стіні; ПРИМІТКА Тепловий міст В не відповідає умові знаходження на відстані щонайменше $d_{\min} = 1$ м від площини відсікання (а). Це виправляється шляхом розширення моделі у двох напрямках (б)

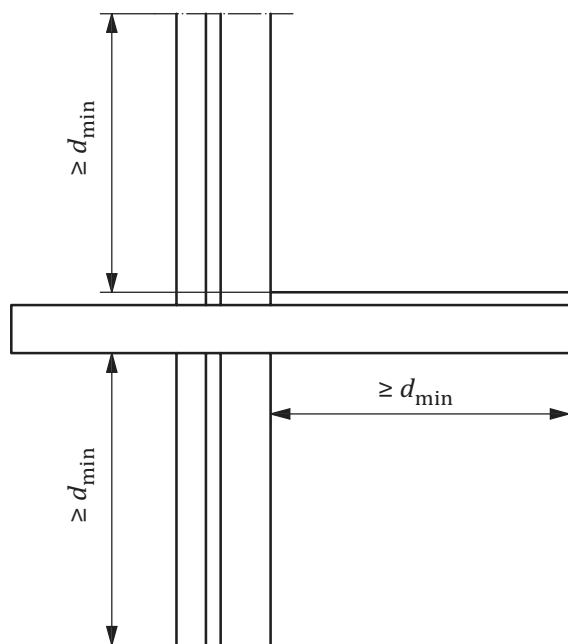


Рис.3 Розташування площин відсікання на відстані щонайменше $d_{\min}$ від центрального елемента у двовимірній геометричній моделі.

$d_{\min}$ мінімальна товщина

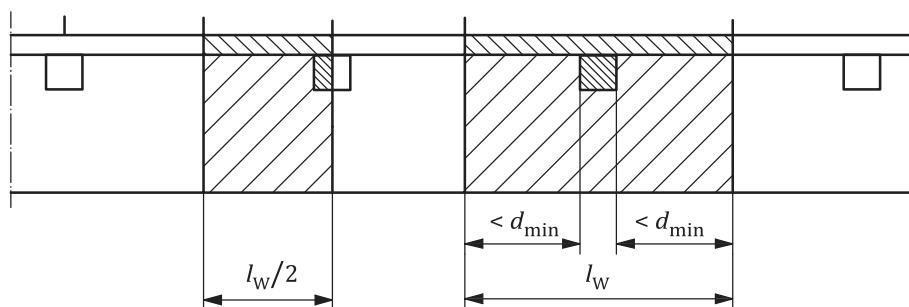


Рис.4 Приклад конструкції з лінійними тепловими містками на фіксованих відстанях l_w , що показує площини симетрії, які можна використовувати як площини відсікання.

$d_{\min}$ - мінімальна товщина; l_w - фіксована відстань;

Площини відсікання ґрунту (землі)

Якщо розрахунок включає теплопередачу через землю (фундаменти, перші поверхи, підвали, рис.5), площини відсікання в землі повинні бути розташовані, як зазначено в таблиці 5 [4]. Це включає землю під внутрішніми стінами, що контактують з землею.

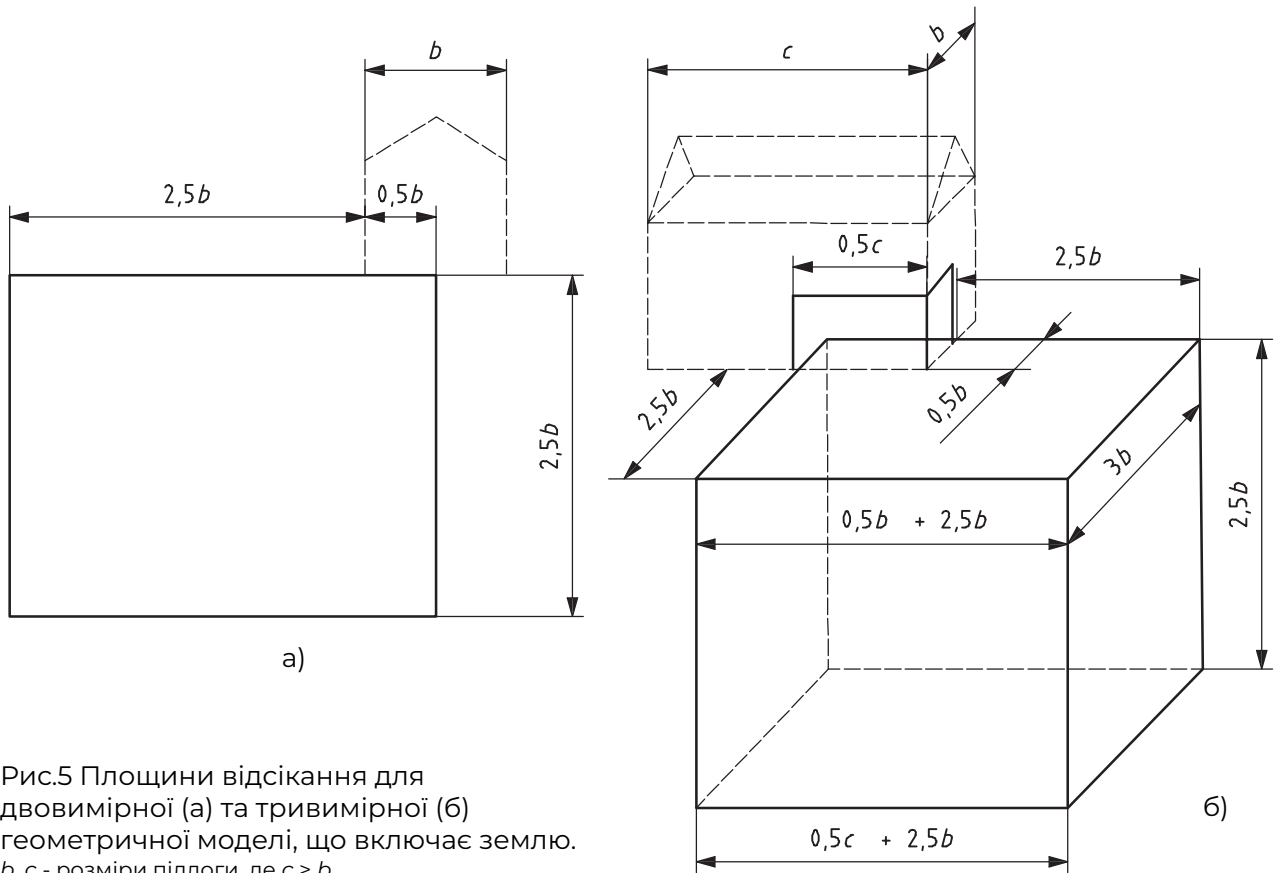


Рис.5 Площини відсікання для двовимірної (а) та тривимірної (б) геометричної моделі, що включає землю. b, c - розміри підлоги, де $c > b$.

Для двовимірних розрахунків вертикальна площина симетрії розташована посередині підлоги (таким чином моделюється одна половина будівлі).

Для тривимірних розрахунків прямокутної будівлі вертикальні адіабатичні межі беруться на землі посередині підлоги в кожному напрямку (таким чином моделюється одна чверть будівлі).

Для непрямокутних будівель необхідно або моделювати всю будівлю (разом із землею з усіх боків), або перетворити задачу на двовимірну, використовуючи будівлю нескінченної довжини та ширини, що дорівнює характерному розміру підлоги B , формула (2), пп.6.7, ДСТУ EN ISO 13370:2022 [18].

ПРИКЛАД

Для підлоги, зображеної на рисунку 5б, $B = b \cdot c / (b + c)$.

Усі площини відсікання повинні бути адіабатичними межами.

2.2 Граничні умови

Розрахункова температура

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

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

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

В даному АЛЬБОМі, при розрахунку термічних полів показано положення характерних ізотерм для двох значень внутрішньої вологості ϕ_{int} : 50% і 55% (Рис.6) та винесено розрахунки f_{Rsi} (згідно п.3.1.2 [6]) і порогових значень вологості на окремі термометри для цих значень внутрішньої вологості. Оскільки, при проєктуванні будівель різного призначення, в одному випадку поверхневі температури можуть відповідати зоні конденсації води або зоні утворення грибків, в іншому - ні, за однієї і тієї самої температури внутрішнього повітря.

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].

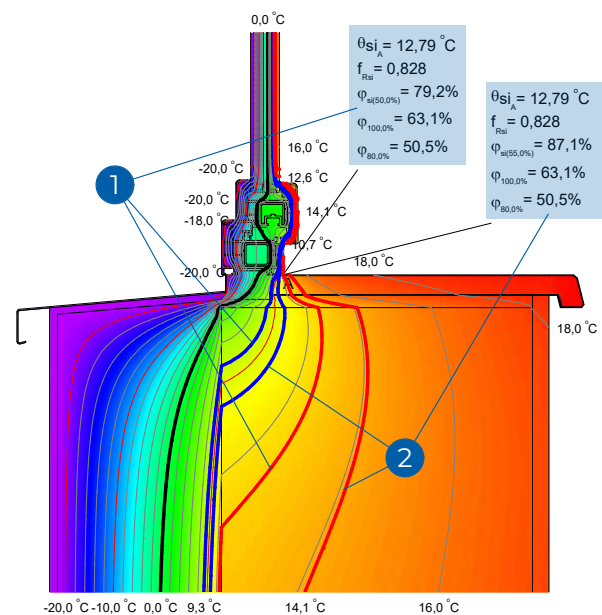


Рис.6 Характерні ізотерми та розрахункові термометри для різних значень вологості внутрішнього повітря:
1- $\phi_{int}=50\%$, 2- $\phi_{int}=55\%$.

На Рис.7 наведено значення можливих випадків опорів теплопередачі для внутрішніх і зовнішніх поверхонь та розрахункових температур.

Вітровий режим та Rse

Наведені в Таблиці 7 [5] та винесені на Рис.7 значення R_{se} розраховані за $\varepsilon = 0,9$, оцінка h_{r0} за 10°C , для швидкості переміщення повітряних мас, дотичних з зовнішньою поверхнею огорожувальної конструкції $v = 4 \text{ м/с}$ (згідно пп.6.8, ДСТУ EN ISO 6946:2022 [5]).

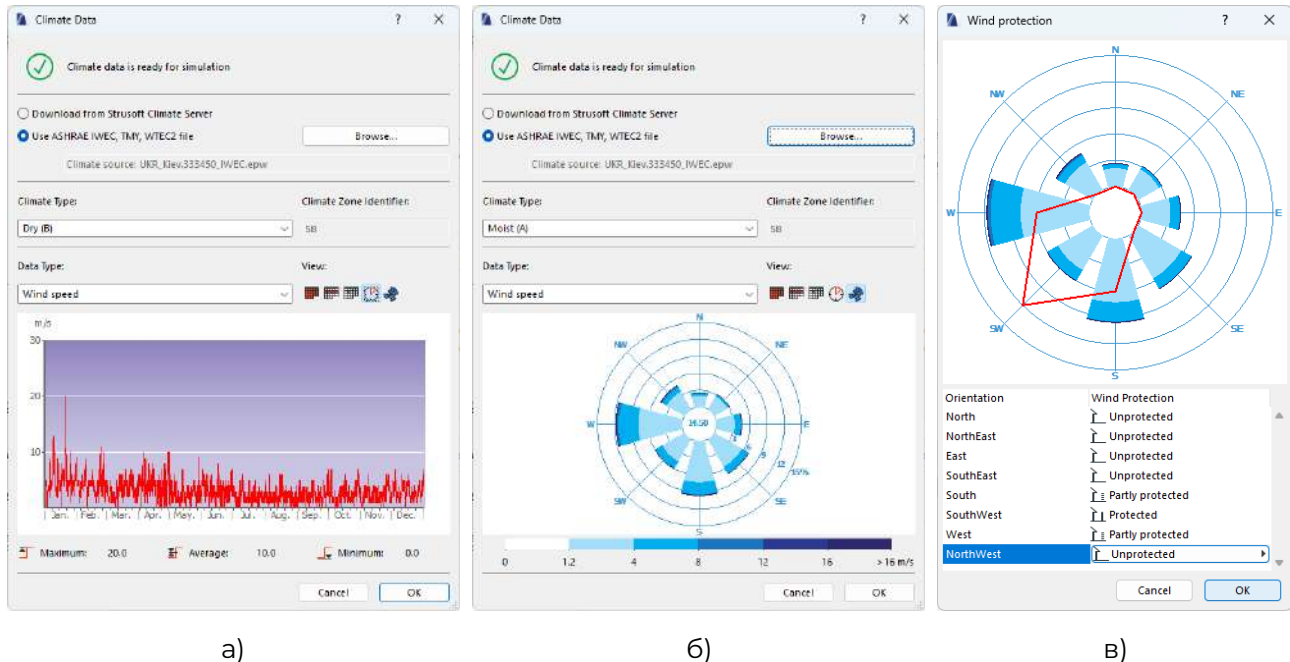


Рис.8 Кліматологічні дані погодинної швидкості вітру (а), роза вітрів (б) та опис містобудівного контексту з нанесеним на розу вітрів радаром вітрового "затінення" - червона лінія (в). Локація об'єкта м.Київ.

У випадку суттєвої різниці швидкості домінуючих вітрів конкретної локації об'єкта (за кліматологічними даними, розою вітрів) та відомим містобудівним контекстом, умовами вітрового "затінення" (рис.8), можливе коригування значення R_{se} відповідно з Дод. С, ДСТУ EN ISO 6946:2022 [5].

Таким чином, можливо призначити для кожної орієнтації частин ОК розраховане індивідуальне значення опору теплопередачі зовнішньої поверхні, що точно описуватиме роботу оболонки будівлі в конкретному містобудівному контексті.

2.3 Досліджувані параметри

Характерні температури

На I-D діаграмі Рамзіна-Мольє (рис.9), згідно до граничних умов (Додаток Б, ДБН В.2.6-31, [1]), позначено розрахункову температуру $\theta_{int}=+20^{\circ}\text{C}$, якій відповідає показник d (г/кг) - вміст води в сухому повітрі - точки 1 і 2 на кривих відносної вологості внутрішнього повітря ϕ_{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):
 $\theta_{int} (\phi_{int}=50\%)=+9,3^{\circ}\text{C}$
 $\theta_{int} (\phi_{int}=55\%)=+10,7^{\circ}\text{C}$
- температура утворення цвілі (колоній грибків):
 $\theta_{int} (\phi_{int}=50\%)=+12,6^{\circ}\text{C}$
 $\theta_{int} (\phi_{int}=55\%)=+14,1^{\circ}\text{C}$

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°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.

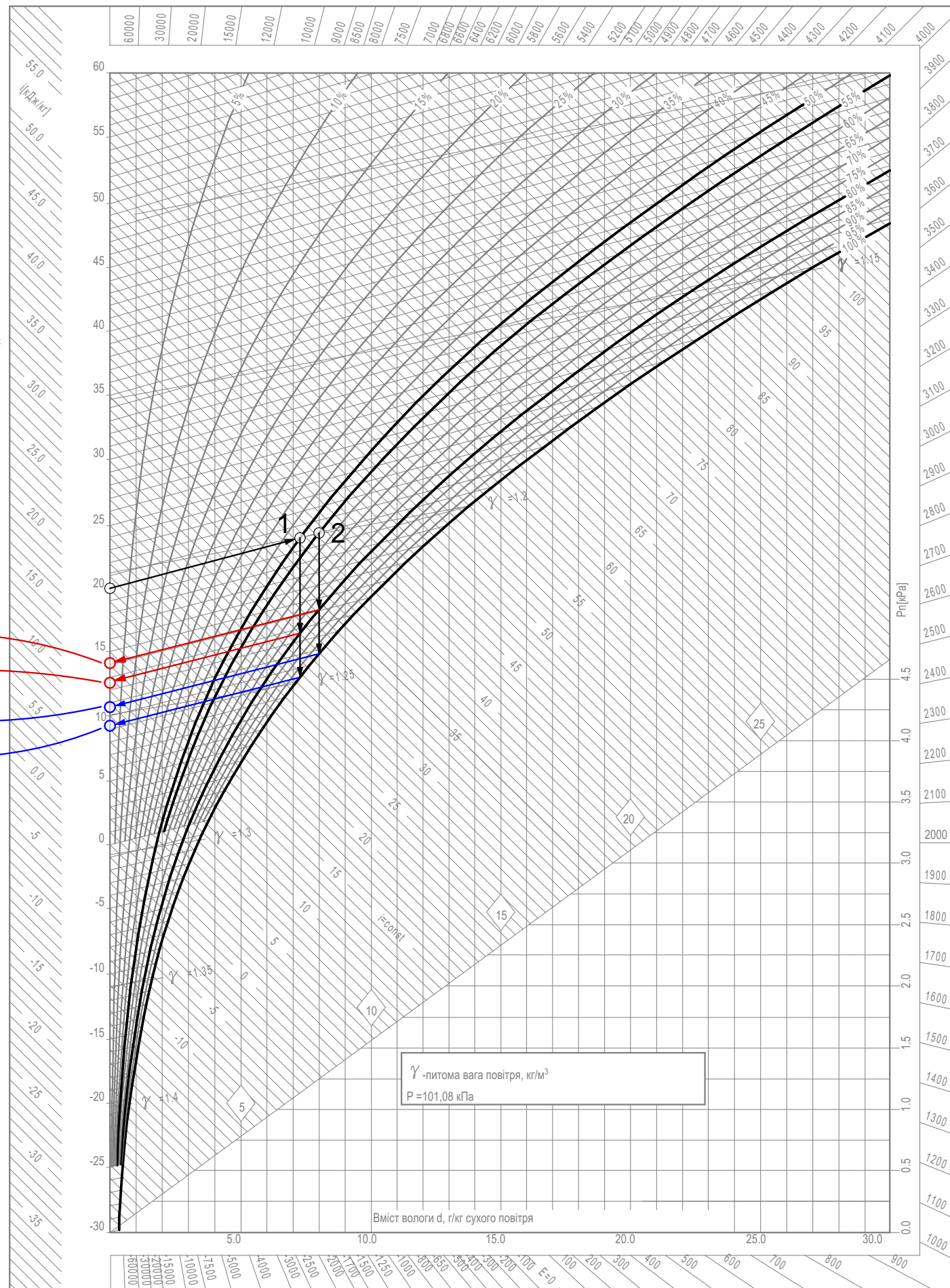
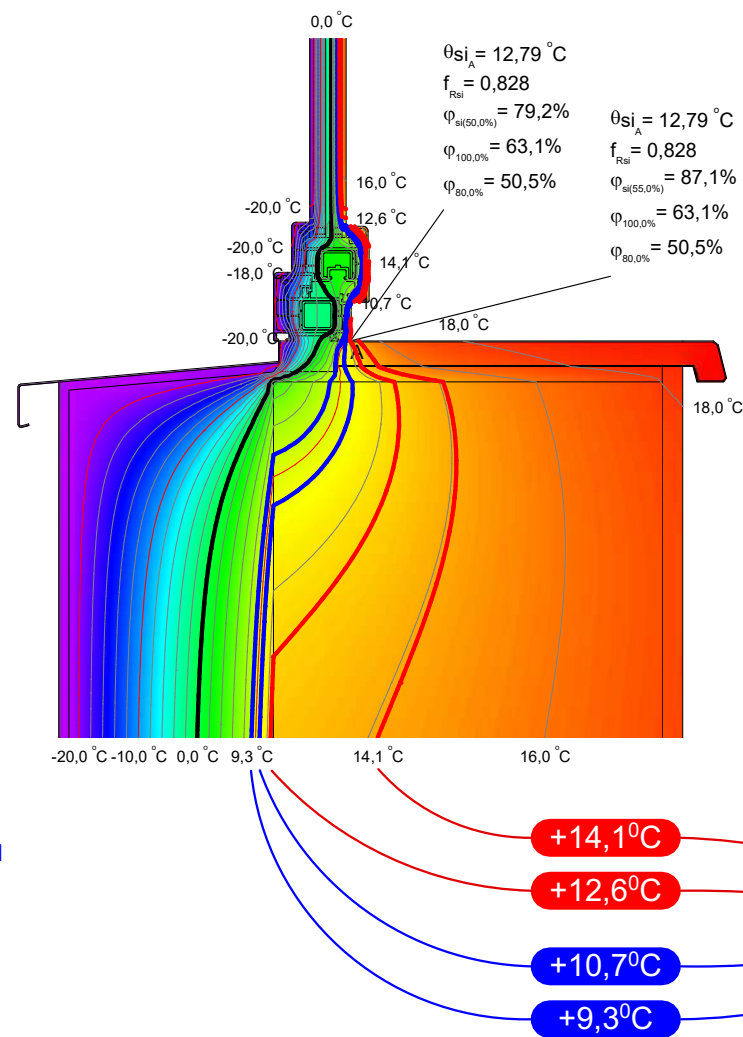


Рис.9 I-D діаграма вологого повітря Рамзіна-Мольє

Лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ , (Вт/(м·К))

Важливим критерієм оцінки якості архітектурно-конструкторських рішень вузлів з точки зору енергетичної ефективності оболонки будівлі - є їх тепловтрати. Лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ (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.10), обов'язкові поля даних, які присутні на симуляціях в АЛЬБОМі, формула розрахунку значення ψ вузла.

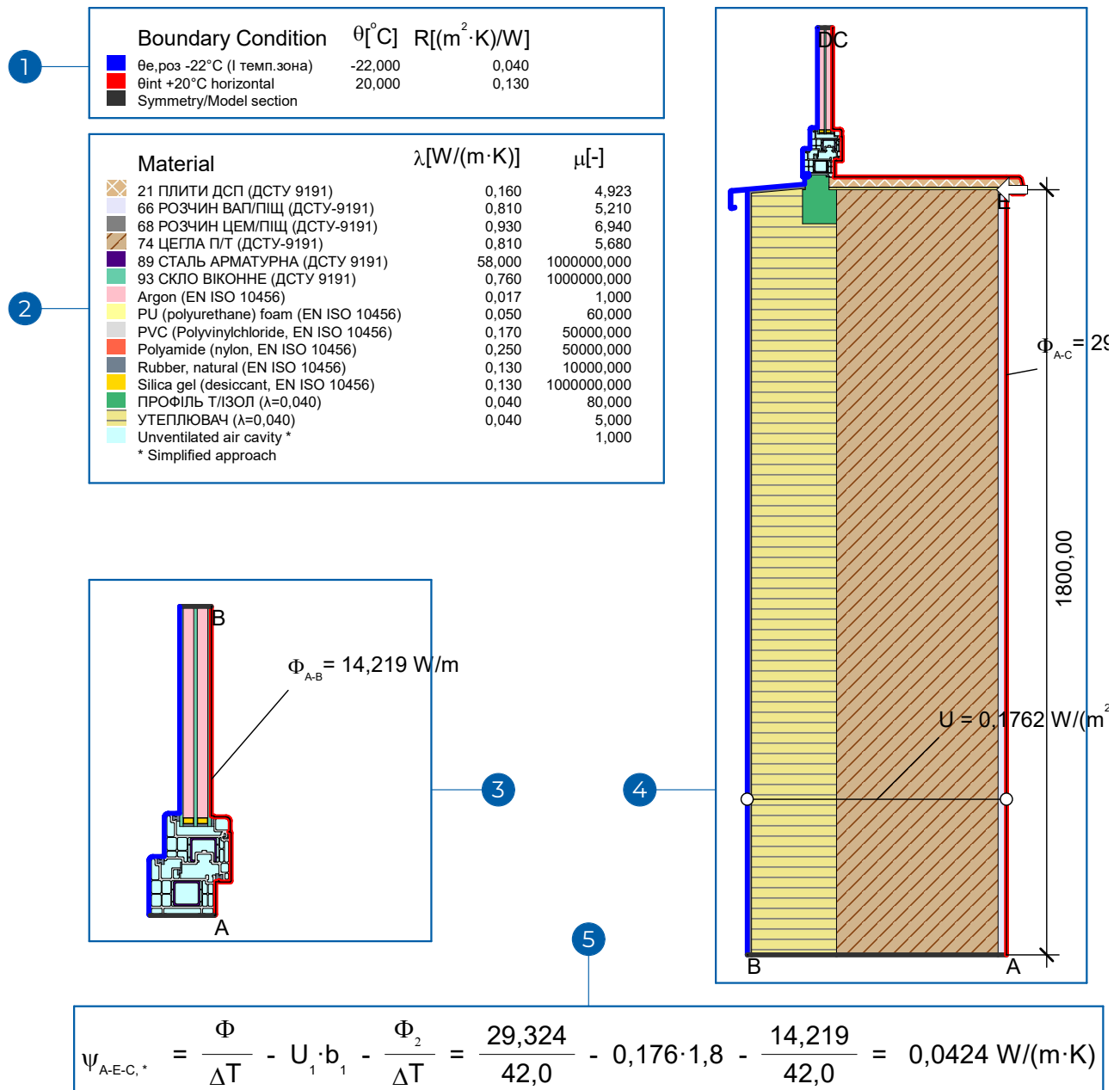


Рис.10 Приклад розрахунку лінійного коефіцієнту теплопередачі ψ .
1-граничні умови; 2-матеріали конструкції вузла та їх теплофізичні властивості; 3-розрахункова схема СПОК; 4-розрахункова схема вузла; 5-формула розрахунку значення ψ вузла.

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.11).

3.1 Локатор вузлових рішень

Непрозорі огорожувальні конструкції (НОК)

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

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

М2 - вузол примикання зовнішніх стін до утепленого горищного перекриття неопалюваного горища скатної покрівлі

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 та підлоги по ґрунту

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 стін цоколя до підлоги по ґрунту опалюваного підвалу

Ф5 - вузол примикання зовнішніх стін до плитного / плитно-кесонного фундаменту

Світлопрозорі огорожувальні конструкції (СПОК)

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

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

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

В4/Д4 - вузол примикання вітражної конструкції або зовнішніх дверей згори та зовнішньої стіни знизу до міжповерхового перекриття або перекриття над опалюваним підвалом

В5/Д5 - вузол примикання вітражної конструкції або зовнішніх дверей до перекриття над неопалюваним підвалом

В6/Д6 - вузол примикання вітражної конструкції або зовнішніх дверей до плитного (плитно-кесонного) фундаменту в зоні порогу

В7 - вузол примикання вітражної конструкції згори до перекриття, що межує із зовнішнім повітрям

В8 - вузол примикання вітражної конструкції знизу до суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям

В9 - вузол примикання вітражної конструкції або балконної двері згори та знизу до балконного перекриття

В10 - вузол примикання вітражної конструкції або балконної двері згори та зовнішньої стіни знизу до балконного перекриття

В11/Д1 - вузол примикання зовнішніх дверей або вітражної конструкції до стрічкового фундаменту в зоні порогу

В12 - вузол примикання вітражної конструкції згори та знизу до міжповерхового перекриття

В13 - вузол примикання вітражної конструкції знизу та зовнішньої стіни згори до міжповерхового перекриття

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

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

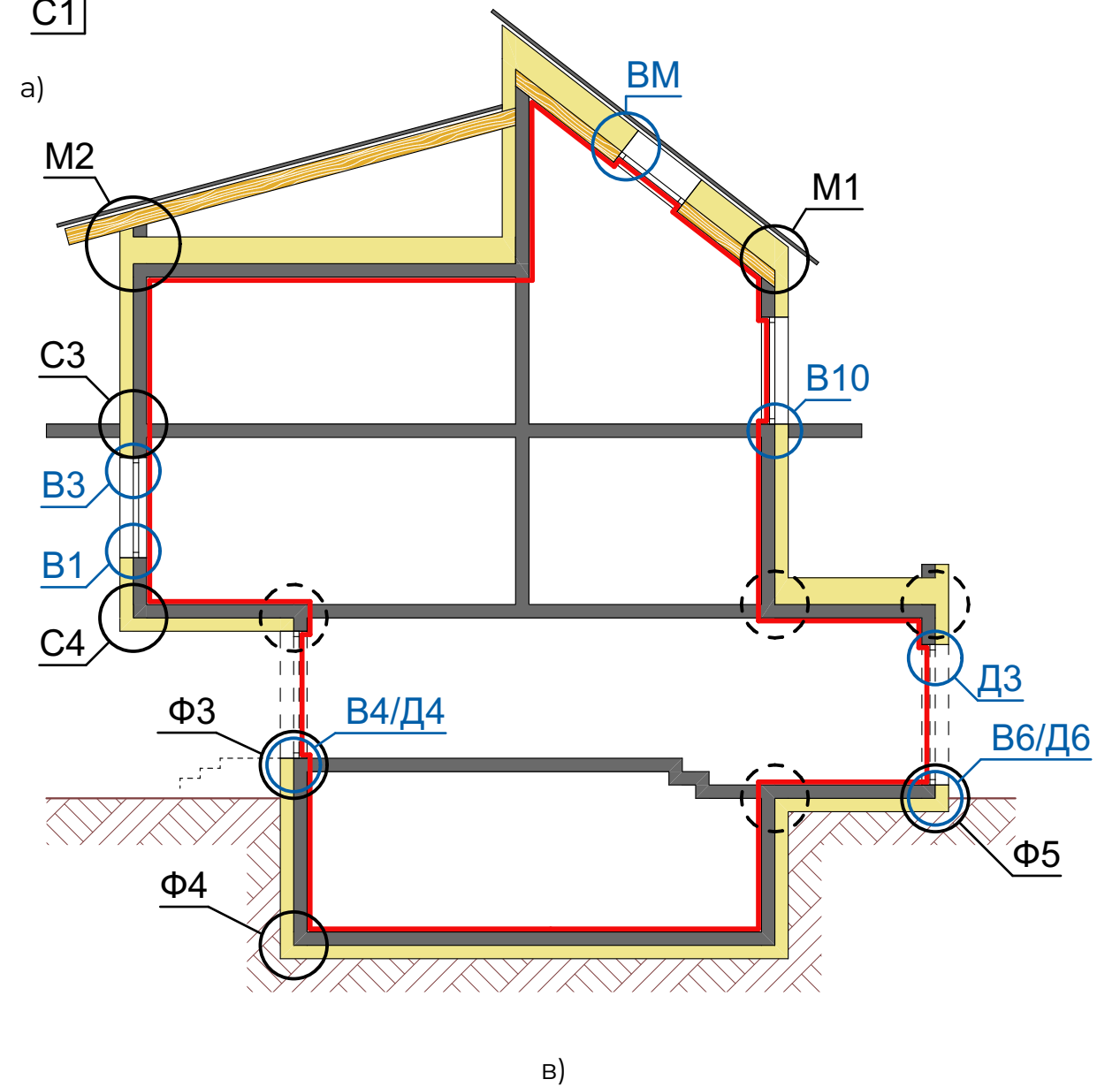
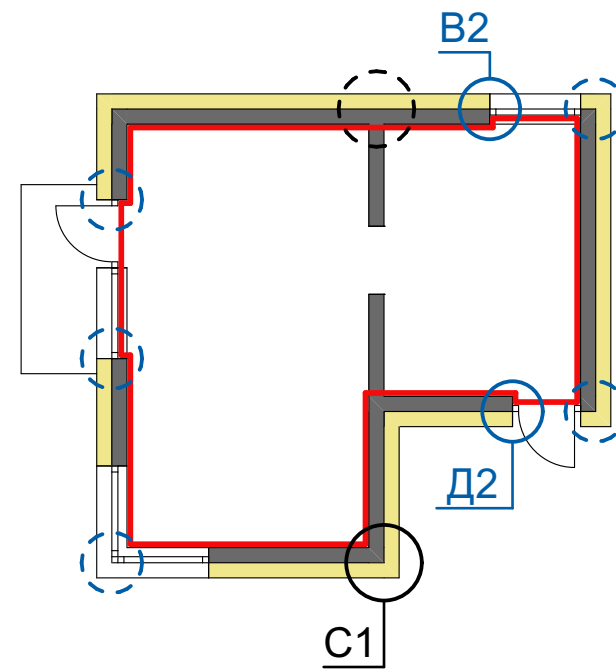
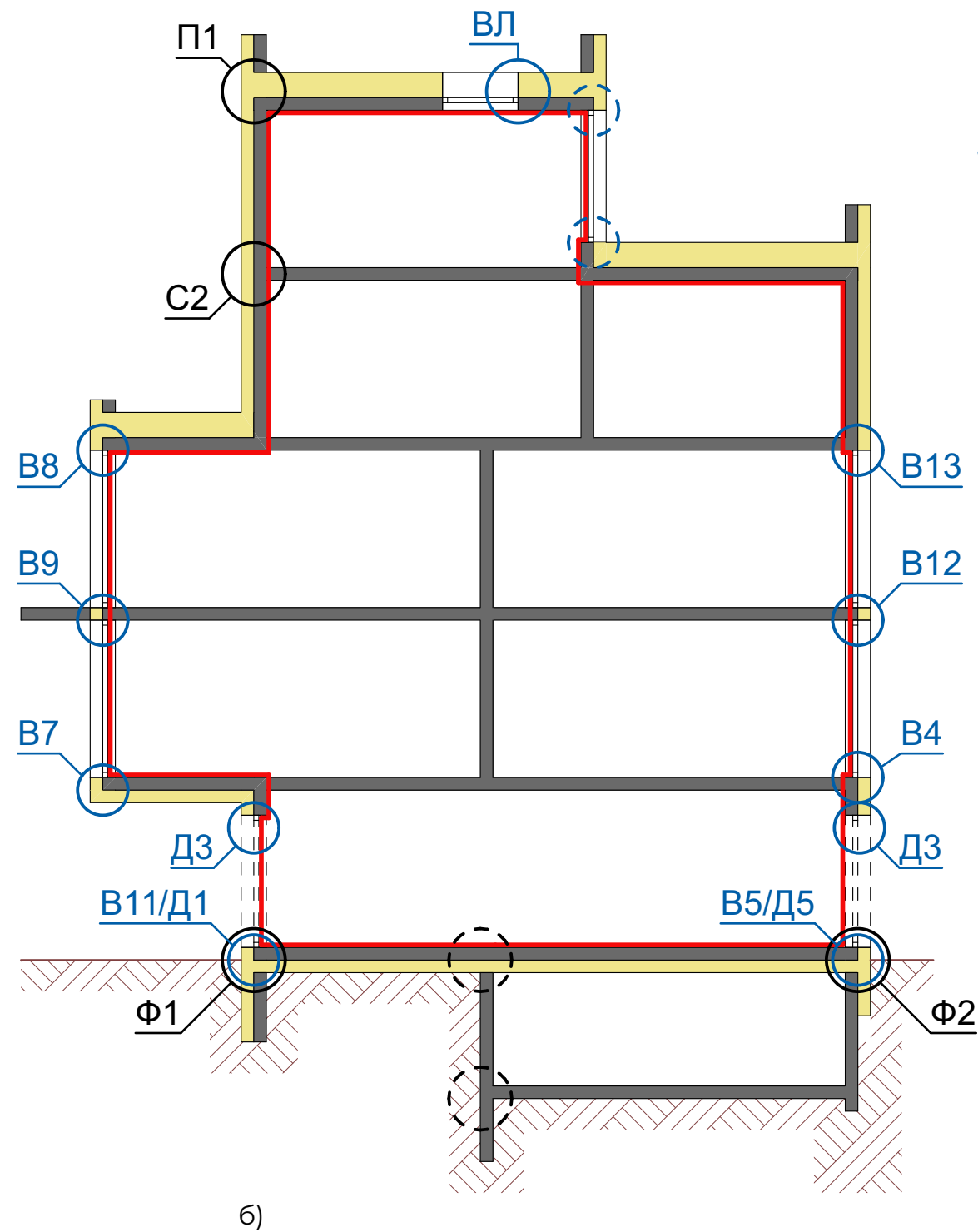
Д2 - вузол примикання зовнішніх дверей до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення

Д3 - вузол примикання зовнішніх дверей до зовнішніх стін в зоні перемички

Рис.11 Локатор вузлових рішень ОК

а) – план будівлі; б) - вертикальний розріз будівлі із плоским 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 λ, Вт/(м·К) x 1000, згідно Додатку А [3]: У(15, 20, 25, 30) λ(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) – 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 вентиляльованим 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. МАСИВ НОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВУЗЛІВ

Світлопрозорі огорожувальні конструкції (СПОК), як відомо, нерозривно пов'язані із конструктивною схемою будівлі та в переважній частині випадків є спряженими із непрозорими огорожувальними конструкціями (НОК), 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 такі, що 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 [10].

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

Case	U-value [W/m ² K]				VentHR efficiency [%]	Total Energy Demand [kWh/m ²]	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 ² K]				VentHR efficiency [%]	Total Energy Demand [kWh/m ²]	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 ² K]				VentHR efficiency [%]	Total Energy Demand [kWh/m ²]	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 ² K]				Ventilation Heat Recovery efficiency [%]	Total Energy Demand [kWh/m ²]	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], для розрахунків цього Альбому 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 $R_{\Sigma\min}$, ($\text{м}^2\cdot\text{К}$)/Вт, для температурної зони		Максимальне значення $U_{\max}$, 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 Вибірка найвживаніших НОК та їх ранжування для використання у nZEB

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 $R_{\Sigma\min} / U_{\max}$ (Табл.1) 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]). Для цього застосуємо коефіцієнт термічної однорідності, розрахований згідно Додатку Ж, ДСТУ 9191:2022 [3]:

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

до значень R_{Σ} / U термічно однорідних частин ОК із рекомендованої нижче вибірки, Табл.2 "Масив вибірки непрозорих огорожувальних конструкцій та їх ранжування на відповідність ДБН В.2.6-31 та вимогам nZEB".

Для отримання коефіцієнту термічної однорідності r , було проаналізовано вибірку Енергетичних Сертифікатів будівель різних видів, що надало діапазон значень $r \in [0,67 ; 0,91]$ - більші значення характерні для малоповерхових будівель, менші - для високої поверховості. Для цілей даного видання, було зафіксовано $r = 0,78$. Що, власне, лежить в межах альтернативного способу розрахунку впливу теплопровідних включень на значення R_{Σ} термічно однорідного поля ОК (згідно п.8.2.2.5.6, ДСТУ 9190 [16]).

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

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

індекси ^(I) та ^(II) над пороговими значеннями, відповідають значенням R_{qmin} для 1ї та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

Вибірку огорожувальних конструкцій було складено з наступних, найуживаніших в будівельній практиці, компонентів/шарів:

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)** - 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, було застосовано підхід щодо використання у симуляціях умовного утеплювача "noname" (позбавленого природи походження сировини та технологій його виробництва), з фіксацією лише трьох значень теплопровідності λ , Вт/(м·К):

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

Таблиця 2
Масив вибірки непрозорих огороджуючих конструкцій
та їх ранжування на відповідність ДБН В.2.6-31 та вимогам nZEB

КЛАС А.

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

R _{Σпр} , (м ² ·К)/Вт																	
НОК. Температурна зона І. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)																	
матеріал ядра ОК порядковий номер (#) згідно ДСТУ 9191, Додаток А	товщина шару ядра ОК, м	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) згідно ДСТУ 9191, Додаток А, умови експлуатації "Б"	r (R _{Σпр} /R _Σ) (0,91...0,67)	R _{si} +R _{#66} , (м ² ·К)/Вт	R _{#68} +R _{se} , (м ² ·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 (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 (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 (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 (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 (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 (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 (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 (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 (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 (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_{Σпр}

- R_{Σпр} < 4,0^(І) / 3,5^(ІІІ) - не відповідає ДБН-31
- 4,0^(І) / 3,5^(ІІІ) < R_{Σпр} < 4,5^(І) / 4,0^(ІІІ) - відповідає ДБН-31
- R_{Σпр} > 4,5^(І) / 4,0^(ІІІ) - nZEB

індекси ^(І) та ^(ІІІ) над пороговими значеннями, розділеними знаком "/", відповідають значенням R_{qmin} для Ії та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

Таблиця 2 (продовження)
Масив вибірки непрозорих огорожуючих конструкцій
та їх ранжування на відповідність ДБН В.2.6-31 та вимогам nZEB

КЛАС Б.

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

R _{Σпр} , (м²·К)/Вт																	
НОК. Температурна зона І. (згідно ДБН В.2.6-31, Додаток А)																	
матеріал ядра ОК порядковий номер (#) згідно ДСТУ 9191, Додаток А	товщина шару ядра ОК, м	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) згідно ДСТУ 9191, Додаток А, умови експлуатації "Б"	r (R _{Σпр} /R _Σ) (0,91...0,67)	R _{si} +R _{#66} , (м²·К)/Вт	R _{se} , (м²·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 (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 (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 (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 (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 (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 (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
ЦСЛ #77 (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 (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 (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 (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_{Σпр}

- R_{Σпр} < 4,0^(І) / 3,5^(ІІІ) - не відповідає ДБН-31
- 4,0^(І) / 3,5^(ІІІ) < R_{Σпр} < 4,5^(ІІ) / 4,0^(ІІІ) - відповідає ДБН-31
- R_{Σпр} > 4,5^(І) / 4,0^(ІІІ) - nZEB

індекси ^(І) та ^(ІІІ) над пороговими значеннями, розділеними знаком "/", відповідають значенням R_{qmin} для Ії та 2ї температурних зон України (табл.1 ДБН В.2.6-31 [1]) відповідно

5. ЛІНІЙНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ψ

01 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, ЗУ про енергетичну ефективність будівель [11] / Article 2, p. (3), DIRECTIVE (EU) 2024/1275 [17]).

5.1 Визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі ψ з 2-D розрахунків

Дві граничні температури

Швидкість теплового потоку на метр довжини, Φ_l , лінійного термічного мосту з внутрішнього середовища, позначеного нижнім індексом «int», до зовнішнього середовища, позначеного нижнім індексом «e», визначається формулою (1) (згідно пп.12.1, ДСТУ EN ISO 10211:2022 [4]):

$$\Phi_l = L_{2D} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (1)$$

де L_{2D} коефіцієнт теплового зв'язку, отриманий з двовимірною розрахунку компонента, що розділяє два середовища, які розглядаються.

Визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі

Лінійний коефіцієнт теплопередачі, що розглядається для лінійного теплового містка, що розділяє два середовища, Ψ , визначається формулою (2), (згідно пп.12.3, ДСТУ EN ISO 10211:2022 [4]):

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^{N_j} U_j \cdot l_j \quad (2)$$

де U_j коефіцієнт теплопередачі одновимірною компонента j , що розділяє два середовища, які розглядаються;

l_j довжина в межах двовимірної геометричної моделі, на якій застосовується значення U_j ;

N_j кількість одновимірних компонентів.

або, беручи до уваги формулу (1):

$$\Psi = \left[\underbrace{\Phi_l}_{1} / (\underbrace{\theta_{\text{int}} - \theta_e}_{2}) \right] - \sum_{j=1}^{N_j} \underbrace{U_j \cdot l_j}_{3,4} \quad (3)$$

що, власне, і проілюстровано на розрахунковій схемі симулятора FLIXO by info^{mind}), рис.12.

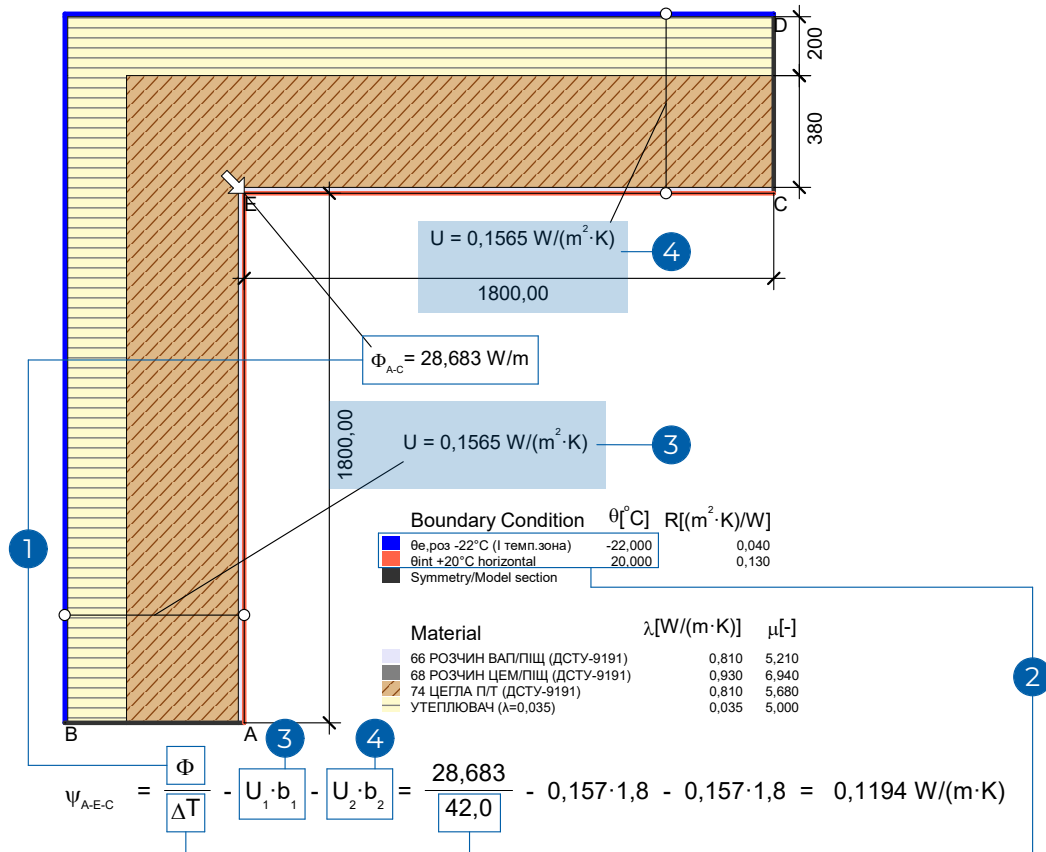


Рис.12 Розрахункова схема лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ за допомогою ПЗ FLIXO by info^{mind}). Позиції складових розрахункової формули Ψ відповідають позначенням у формулі (3).

Під час визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі необхідно чітко розуміти, яка система вимірювань геометричних характеристик будівлі використовується (згідно пп.5.3.3, ДСТУ EN ISO 14683:2022 [20]). Оскільки, для одного й того самого теплового містку, розрахованого за різними системами вимірювань, значення лінійного коефіцієнта теплопередачі будуть відрізнятися.

Згідно пп.5.3.3, ДСТУ EN ISO 14683:2022 [20], зазвичай використовуються три системи вимірювань:

внутрішні розміри, виміряні між оздобленими внутрішніми площинами кожної кімнати в будівлі (таким чином, виключаючи товщину внутрішніх перегородок);

загальні внутрішні розміри, виміряні між оздобленими внутрішніми площинами зовнішніх (огороджувальних) елементів будівлі (таким чином, включаючи товщину внутрішніх перегородок);

зовнішні розміри, виміряні між оздобленими зовнішніми площинами зовнішніх (огороджувальних) елементів будівлі.

5.2 Особливості розрахунку лінійного коефіцієнту теплопередачі ψ 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.13). Виходячи з формул (12, 22) [16] та (1) [3], в кожному з випадків потрібно використати відповідний лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ_1 (рис.13а) або ψ_2 (рис.13б).

Простіше кажучи, ψ_2 включає в себе окрім впливу теплопровідного включення, теплопередачу через термічно однорідне поле (рис.13.3) в межах висоти міжповерхового перекриття + конструкції підлоги (рис.13.4), яке враховано в першому випадку (для ψ_1) як теплопередача термічно однорідного поля від підлоги 1го поверху до стелі останнього (п.3.8 [16]).

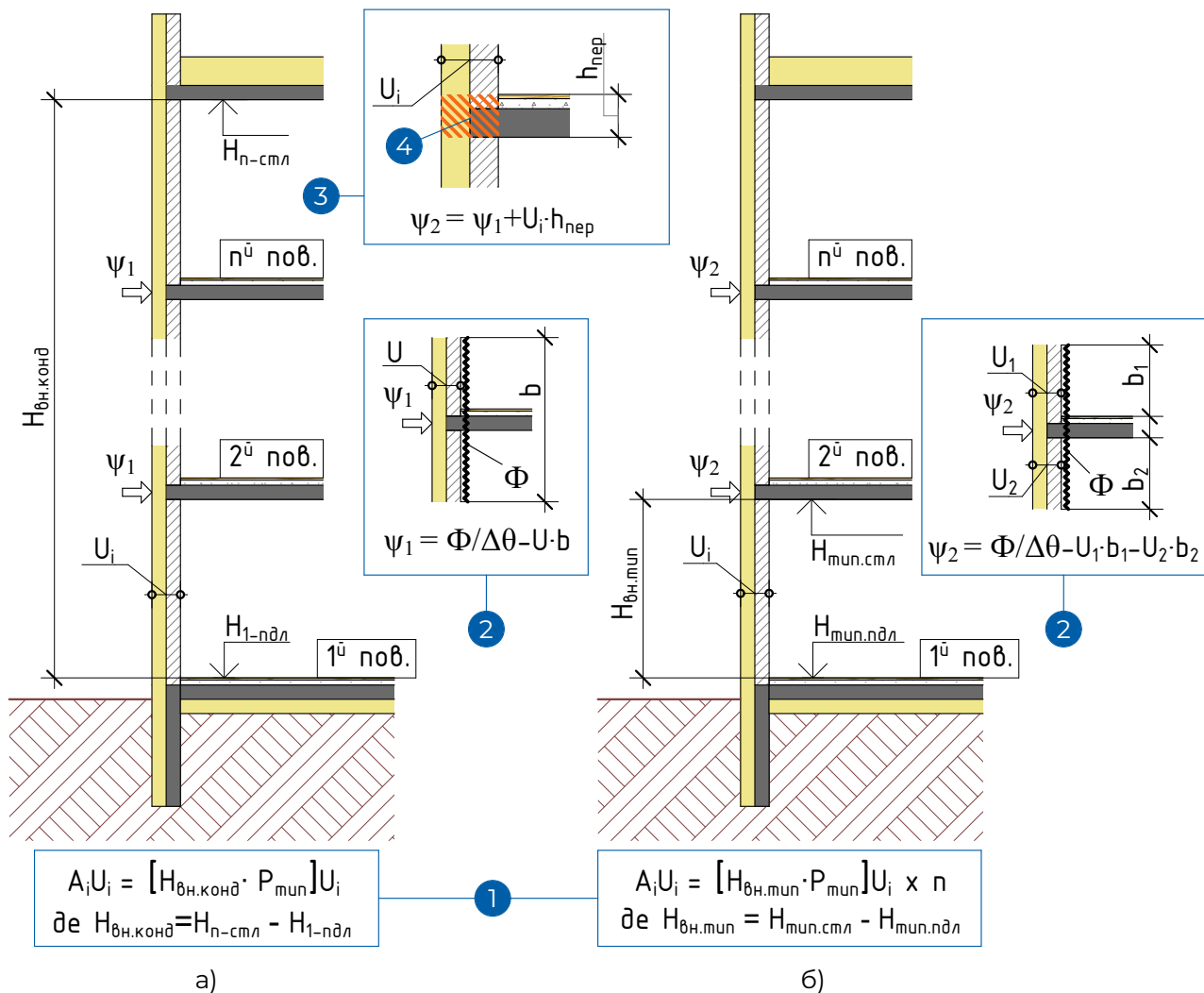


Рис.13 Два стилі розрахунку теплопередачі трансмісією фасаду багатоповерхової будівлі (поз.1) та відповідні їм схеми та формули розрахунку лінійних коефіцієнтів теплопередачі ψ_1 , ψ_2 (поз.2). (а) - добуток внутрішньої висоти кондиціонованого об'єму ($H_{\text{вн.конт}}$), периметру підлоги типового 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. ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

Технічні креслення, симуляції, термополя, внутрішні поверхневі температури (θ_{si} , °C), лінійні коефіцієнти теплопередачі (ψ , Вт/(м·K))

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

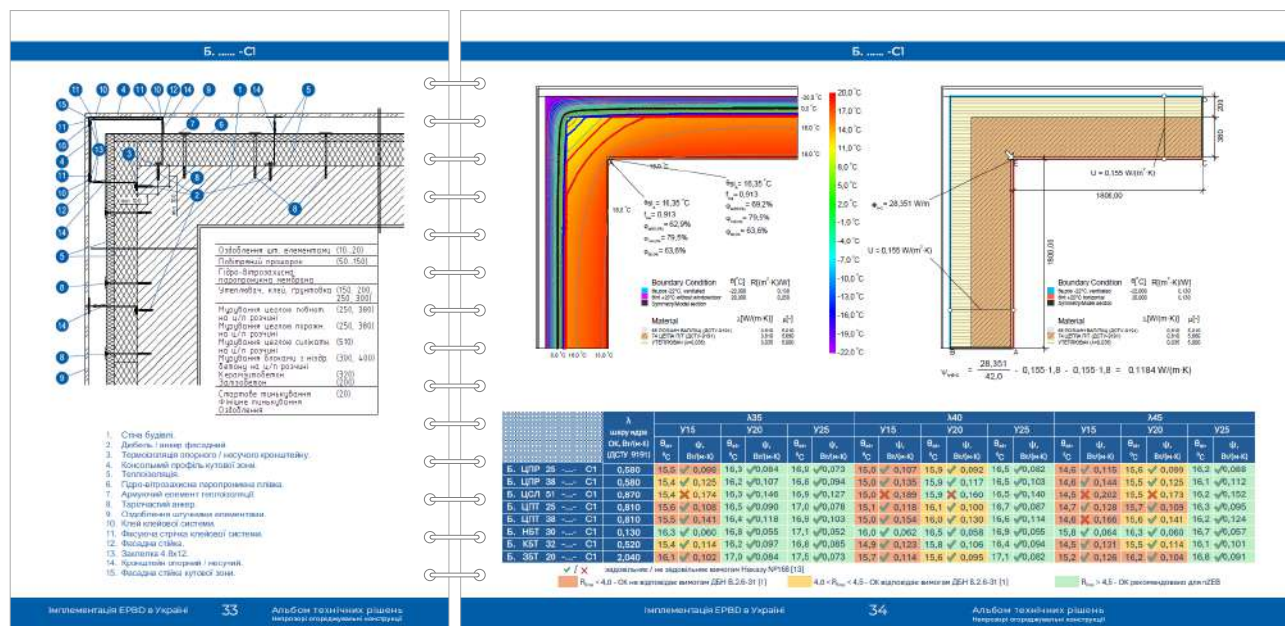


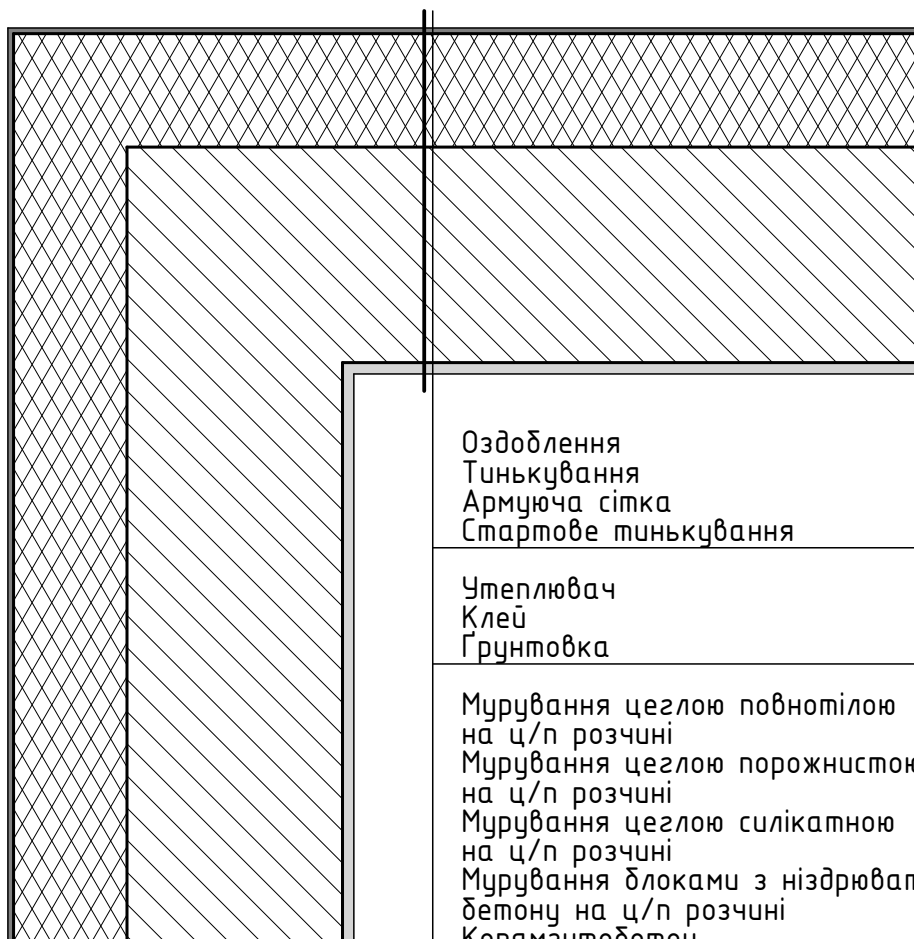
Рис.13 Приклад зовнішнього вигляду розгорток технічного тозділу.

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

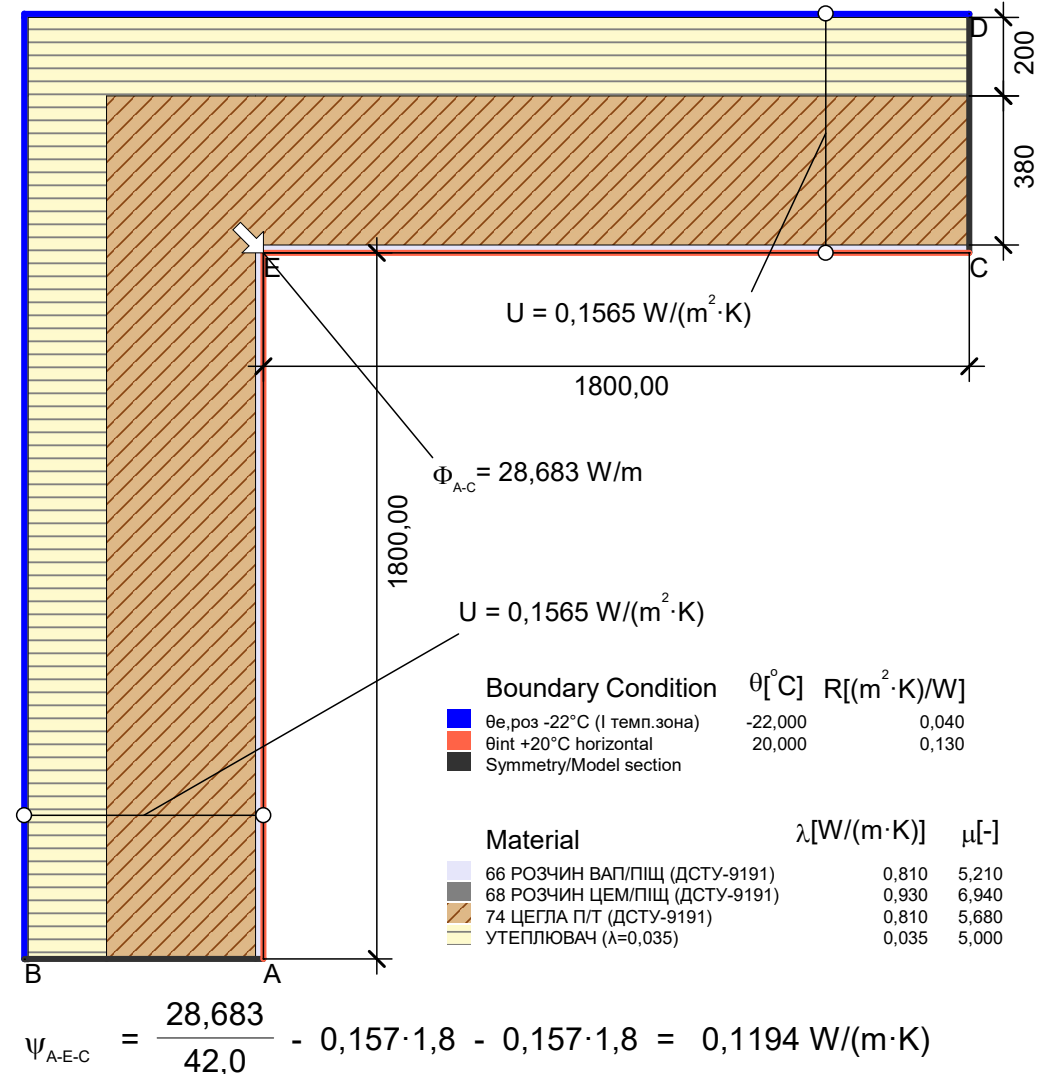
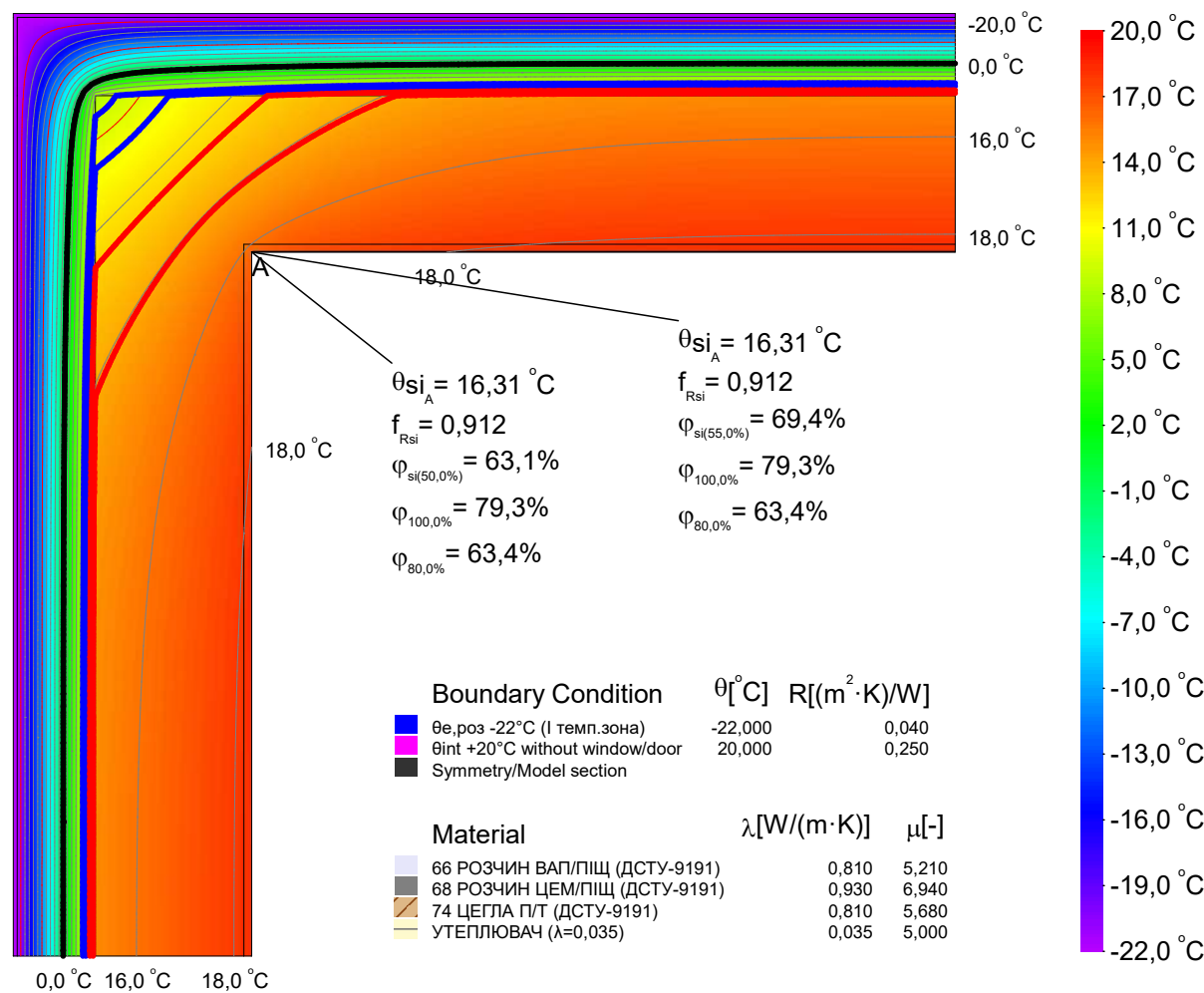
Внизу правої полоси (поз.2, рис.13) розміщено звідну таблицю, в якій знаходиться масив всіх значень критичних температур внутрішньої поверхні ($\theta_{\text{сi}}$, °C) і розрахунків значень лінійного коефіцієнта теплопередачі (ψ , Вт/(м·K)) (для деяких вузлових рішень ψ_1 і ψ_2 , (Вт/(м·K), див. п. 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 звідні таблиці окрім тонування комірок мають відмітки  /  , що є індикаторами відповідності / не відповідності вимогам до Ψ -фактору для оболонки nZEB, висунуті в Додатку 4, [13].



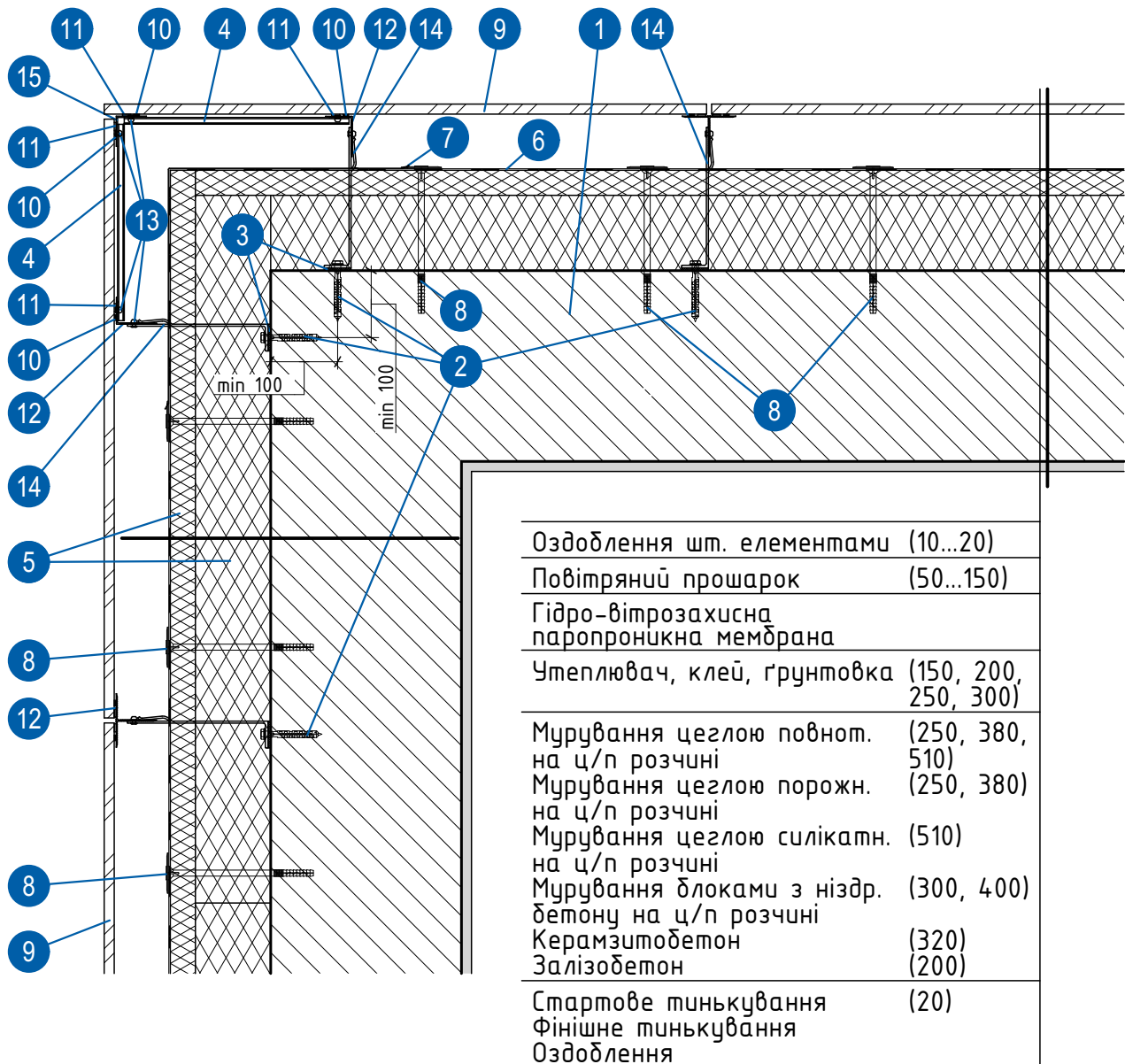
Оздоблення Тинькування Армуюча сітка Стартове тинькування	(10)
Утеплювач Клей Грунтовка	(150, 200, 250, 300)
Мурування цеглою повнотілою на ц/п розчині	(250, 380, 510)
Мурування цеглою порожнистою на ц/п розчині	(250, 380)
Мурування цеглою силікатною на ц/п розчині	(510)
Мурування блоками з ніздрюватого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



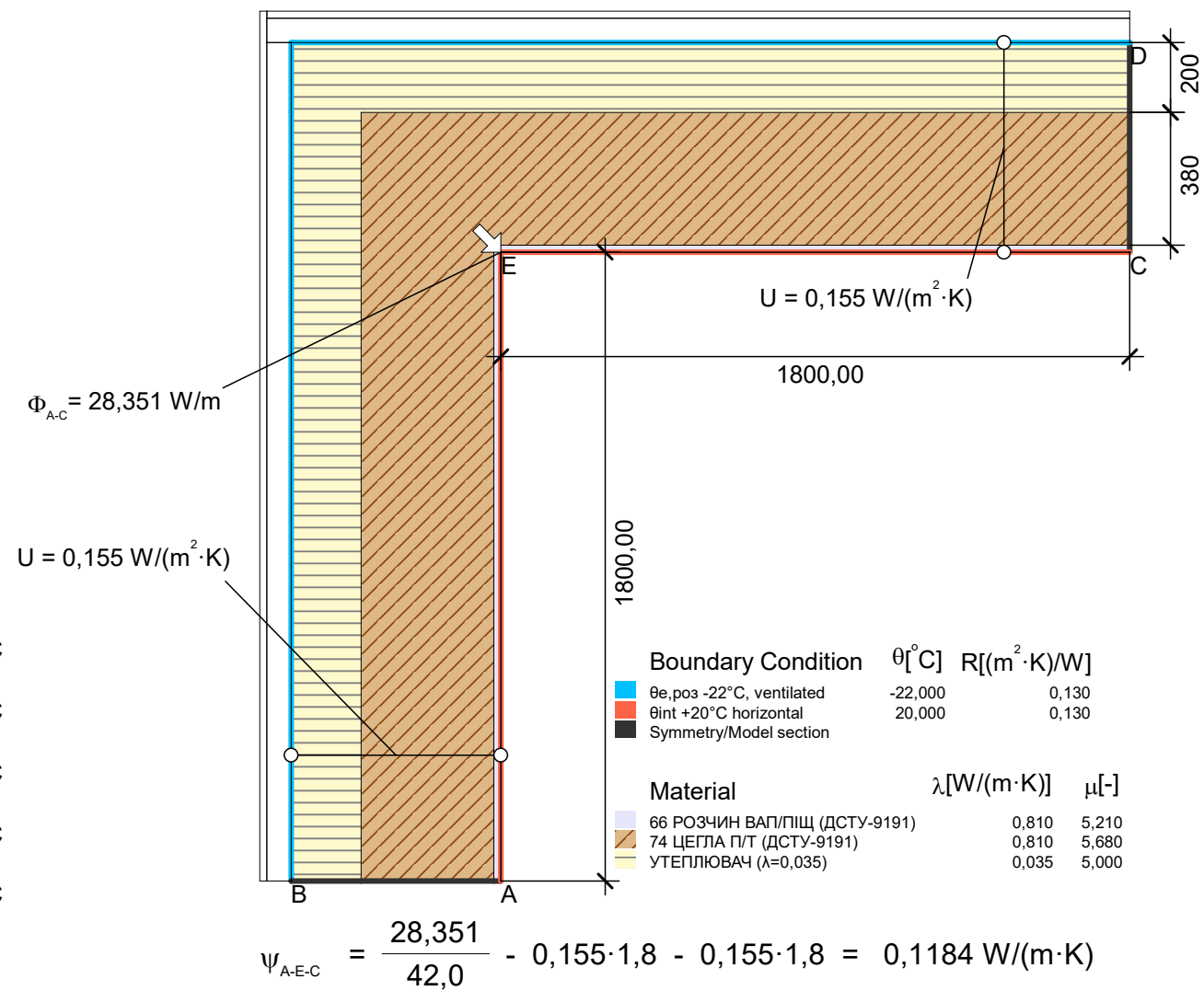
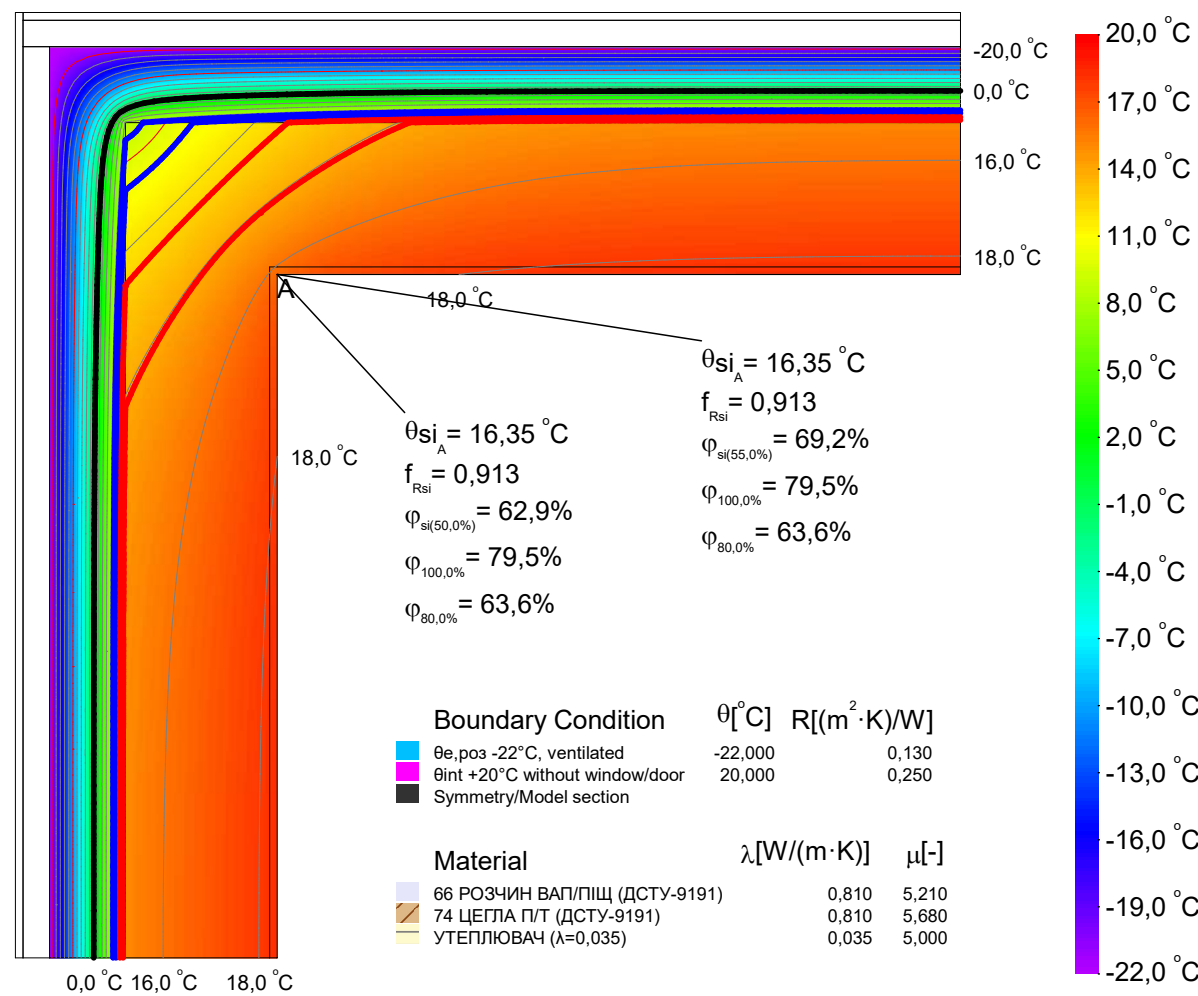
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ 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] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,15 \text{ Вт}/(m \cdot K)$

✗ $R_{\Sigma \text{пр}} < 4,0$ - 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

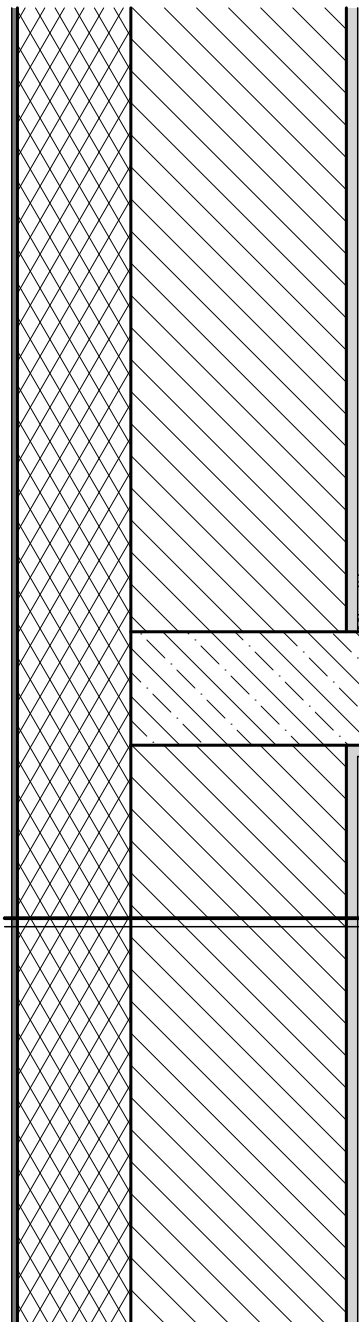
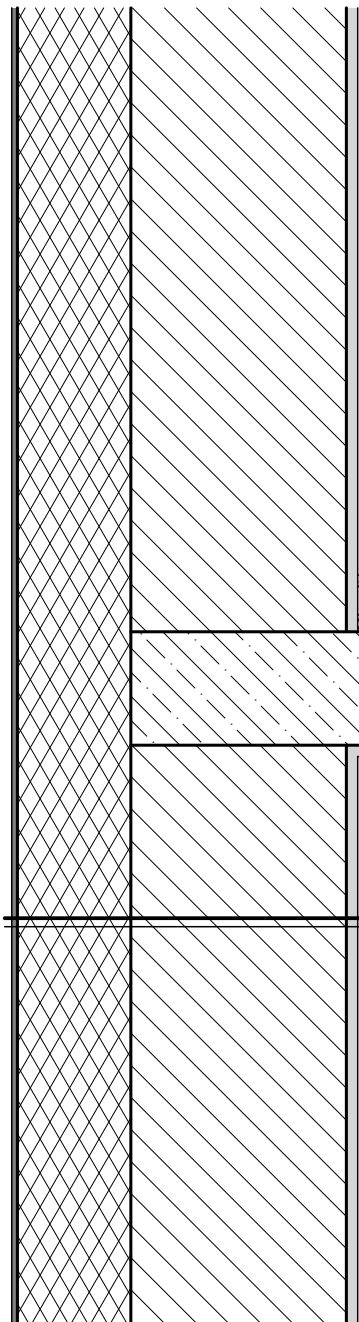
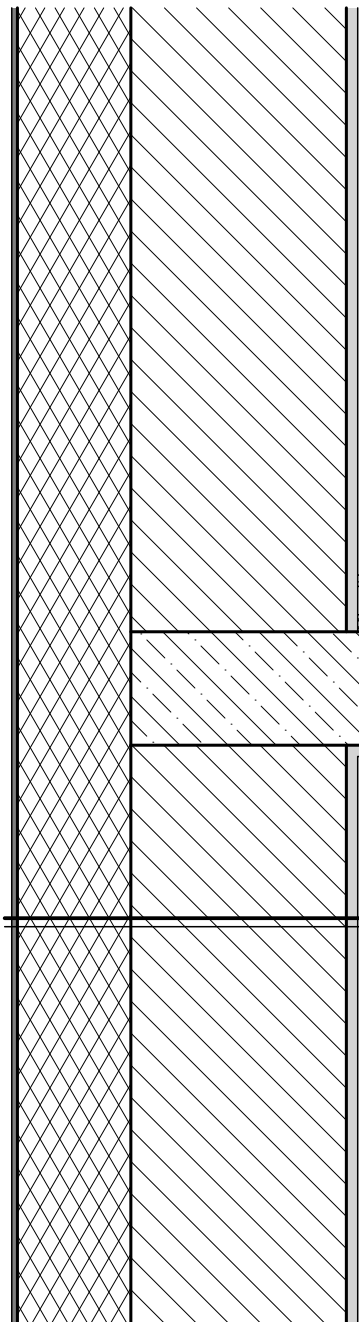
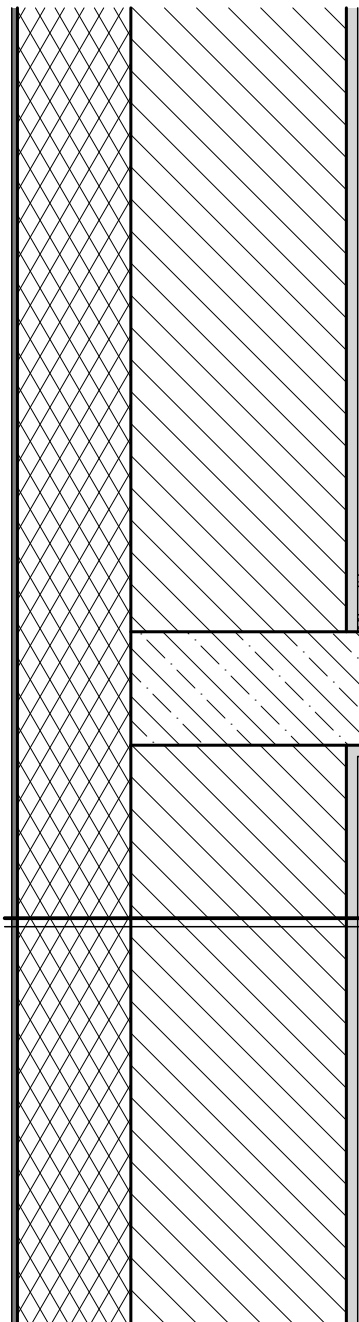
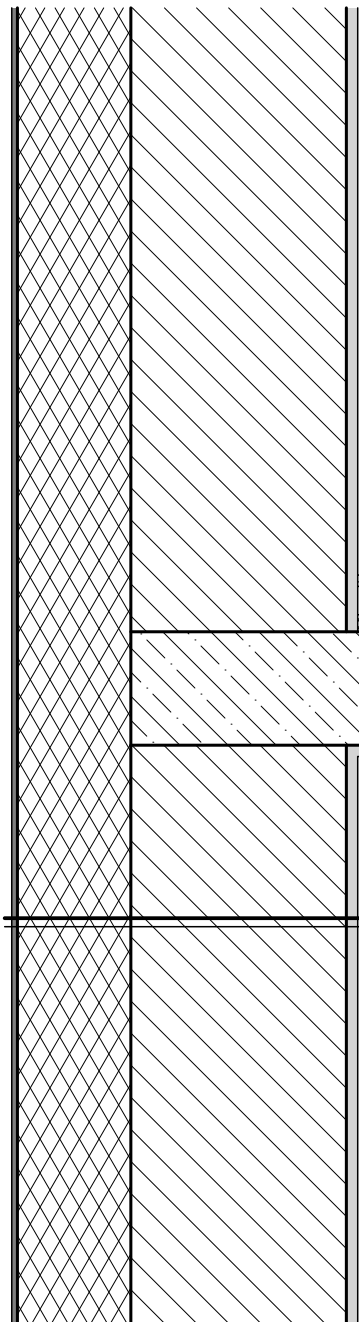
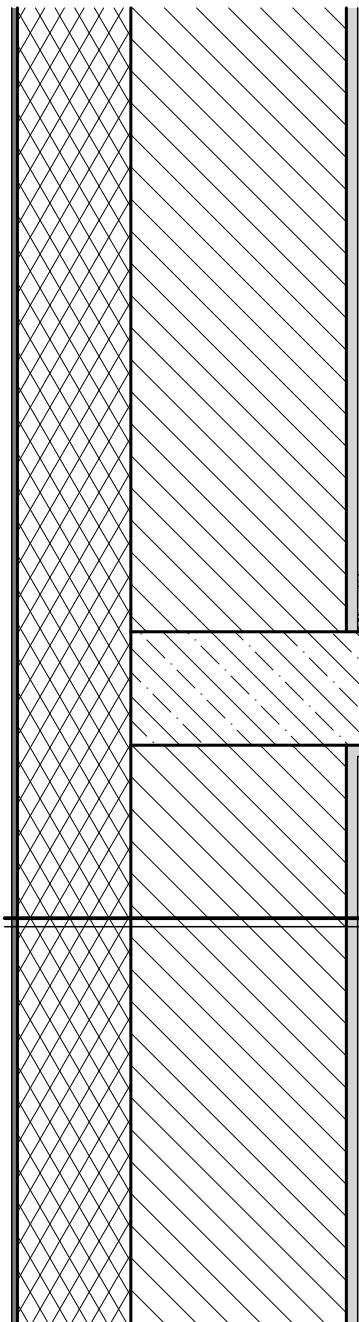
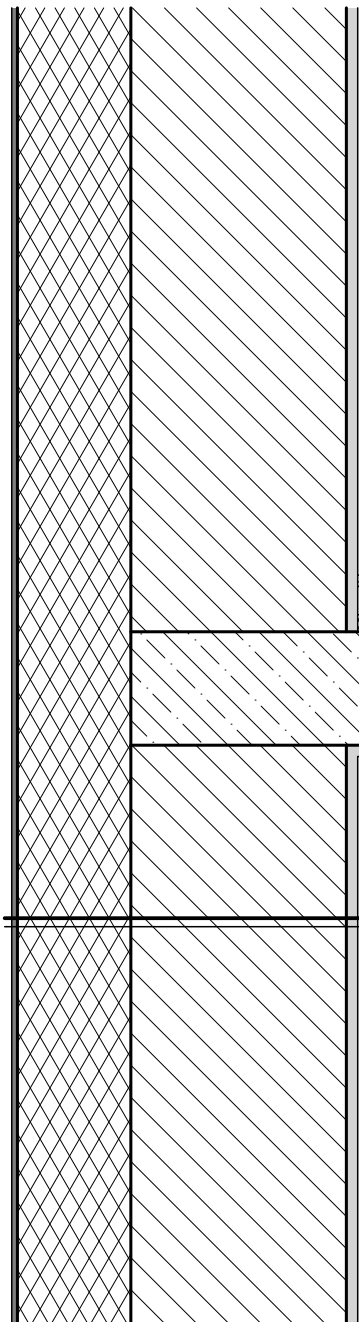
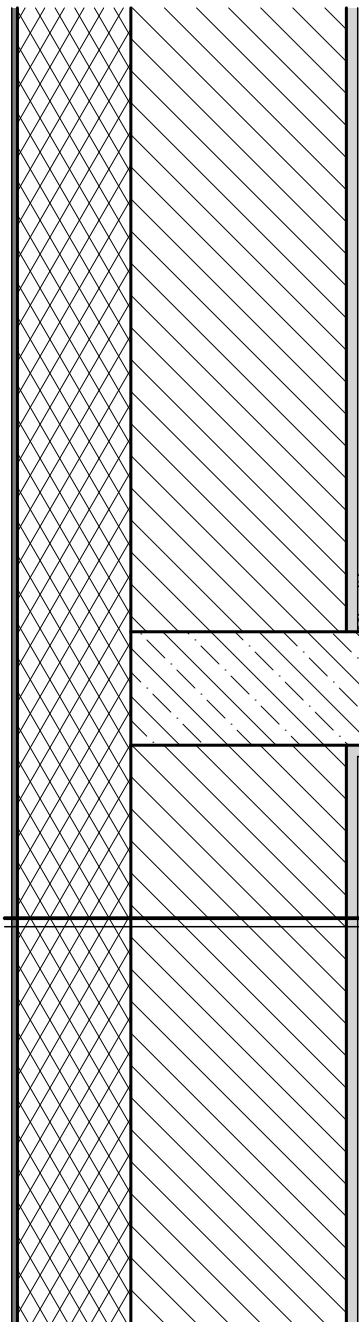
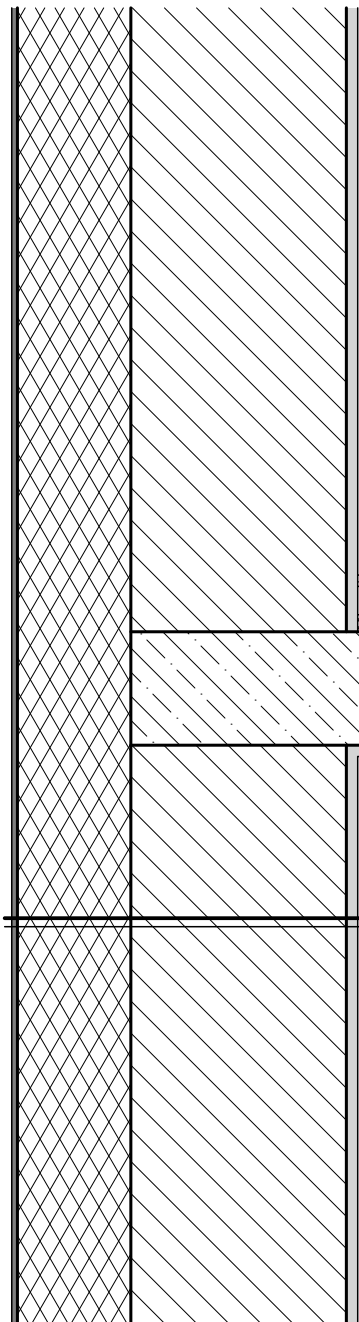
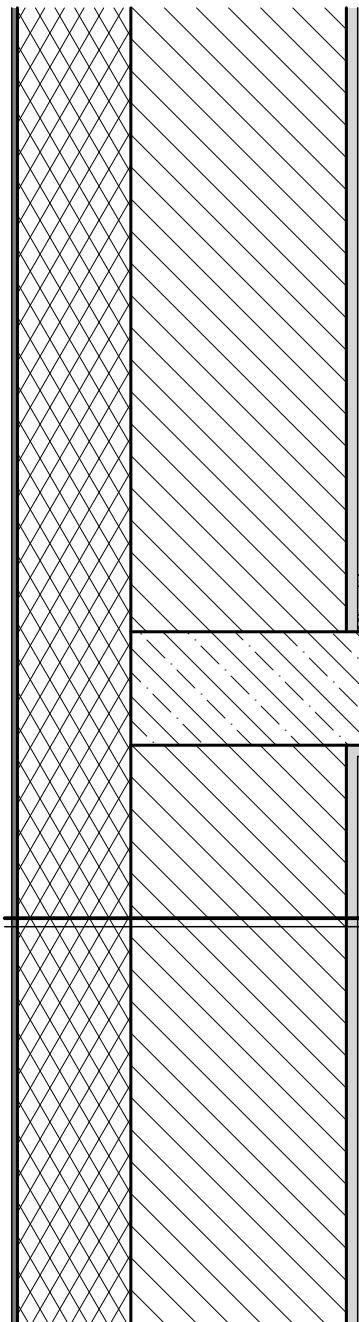
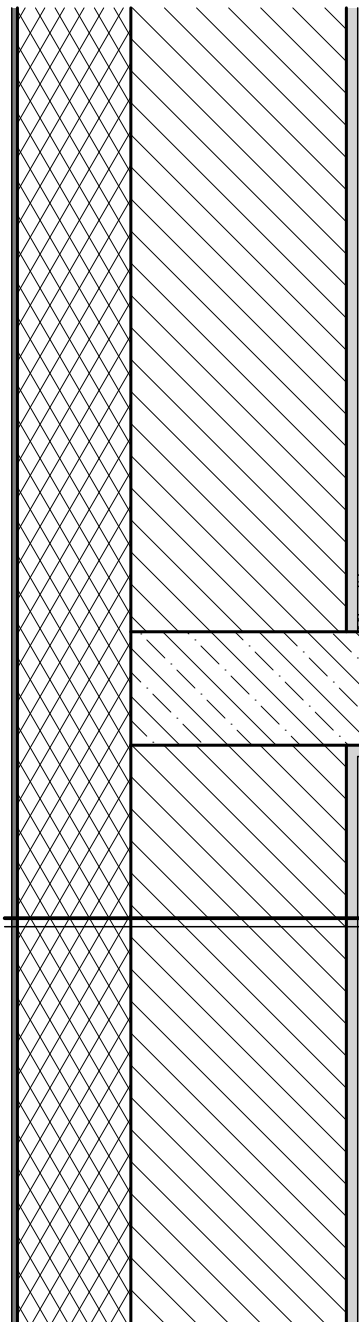
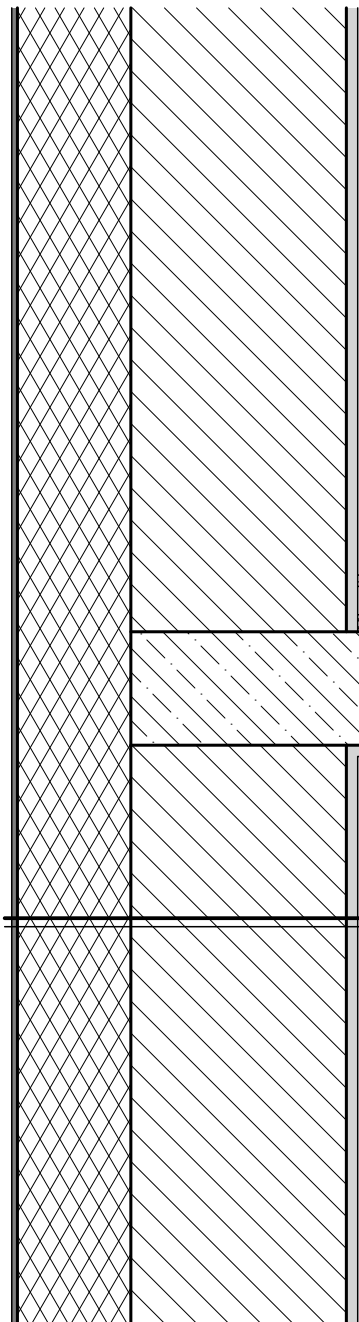


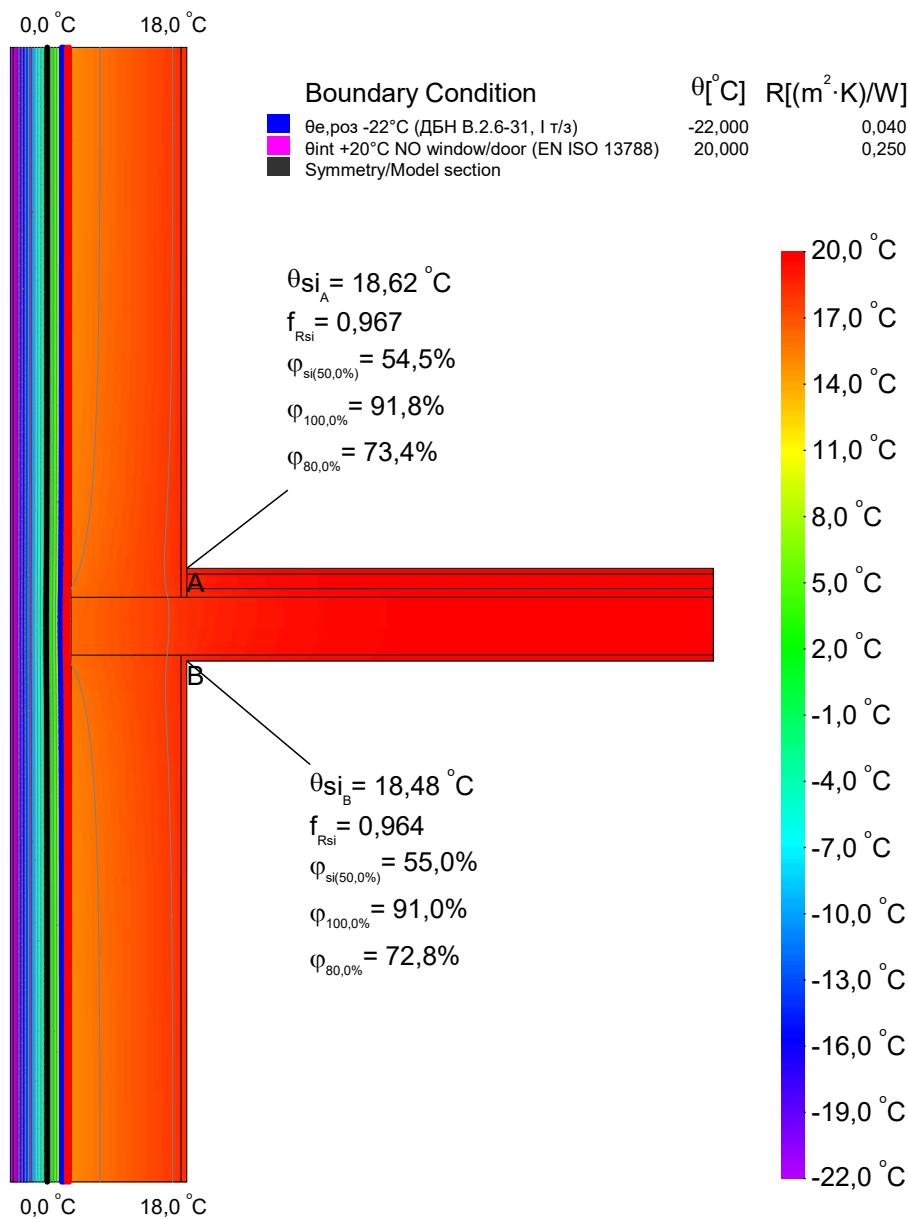
1. Стіна будівлі.
2. Дюбель / анкер фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
4. Консольний профіль кутової зони.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозахисна паропроникна плівка.
7. Армуючий елемент теплоізоляції.
8. Тарілчастий анкер.
9. Оздоблення штучними елементами.
10. Клей клейової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



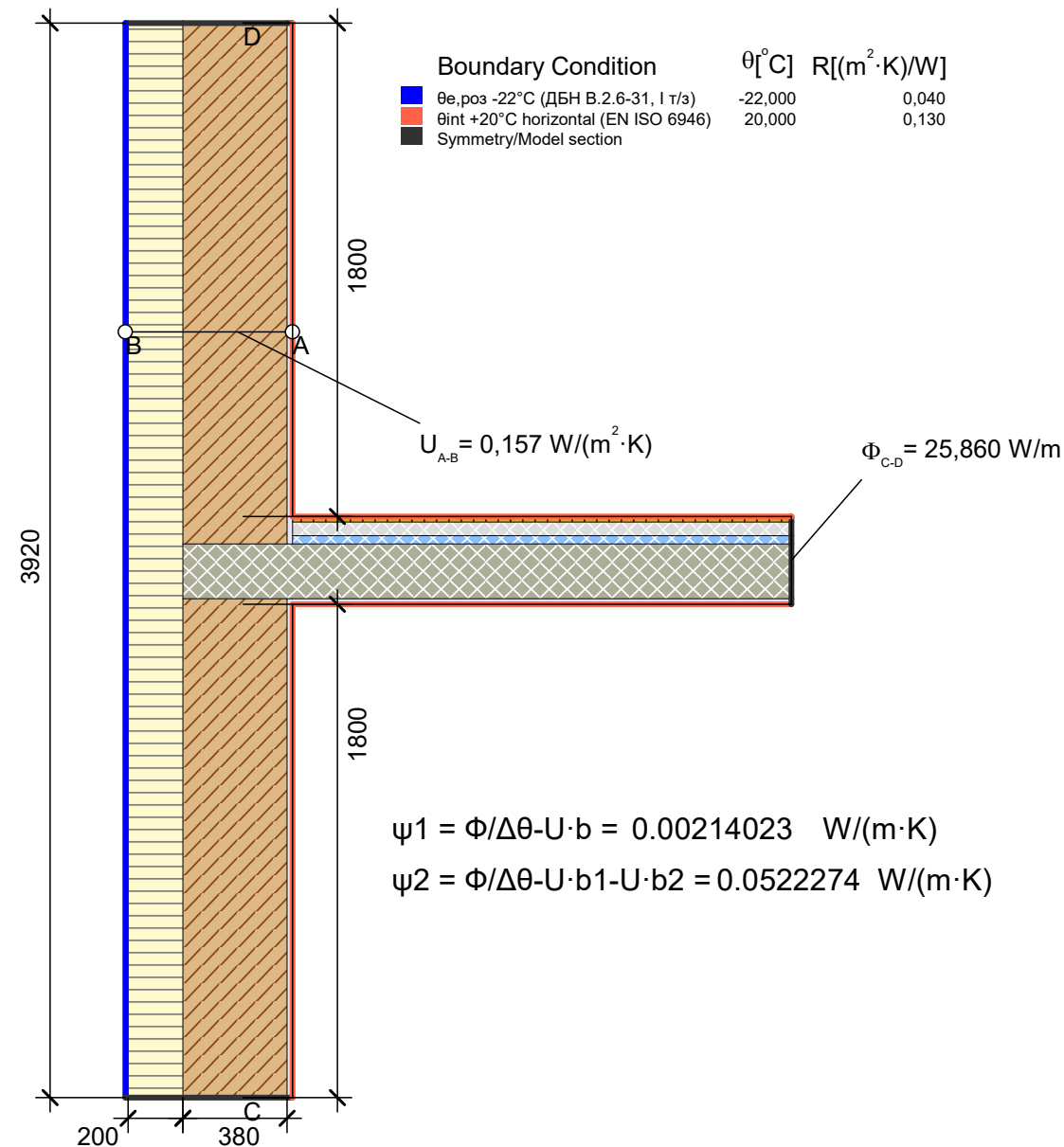
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		У15		У20		У25		У15		У20		У25		У15		У20		У25	
		θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)
Б. ЦПР 25 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	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 -...- С1	2,040	16,2	✓ 0,102	17,0	✓ 0,084	17,5	✓ 0,073	15,7	✓ 0,114	16,6	✓ 0,095	17,2	✓ 0,082	15,3	✓ 0,126	16,2	✓ 0,104	16,9	✓ 0,091

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψ_{max}]=0,15 Вт/(м·К)
R_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < R_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] R_{Σnp} > 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, 510)
	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	



Material	$\lambda[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	$\mu[-]$
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 ($\lambda=0,035$)	0,035	5,000
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037	80,000

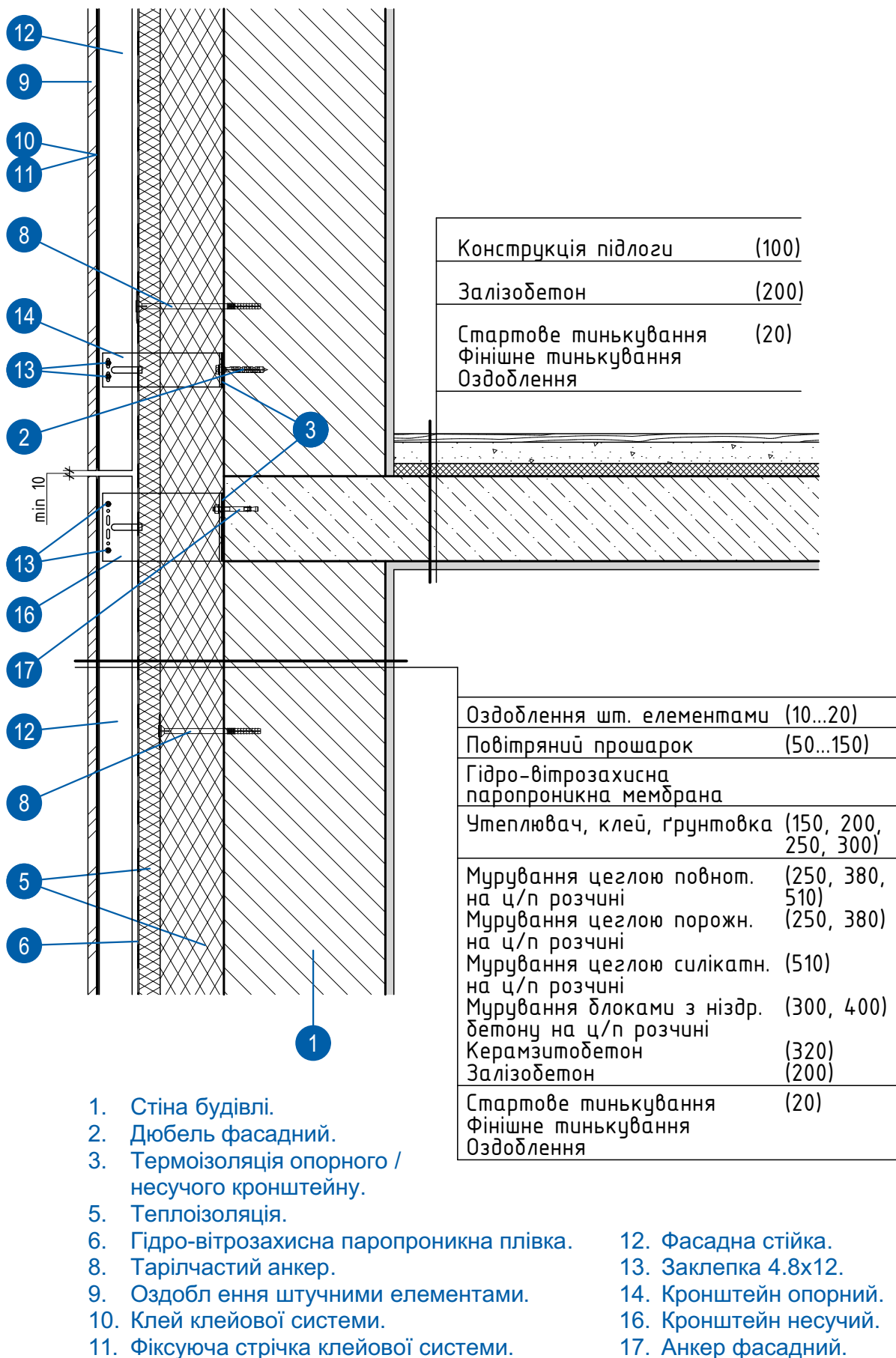


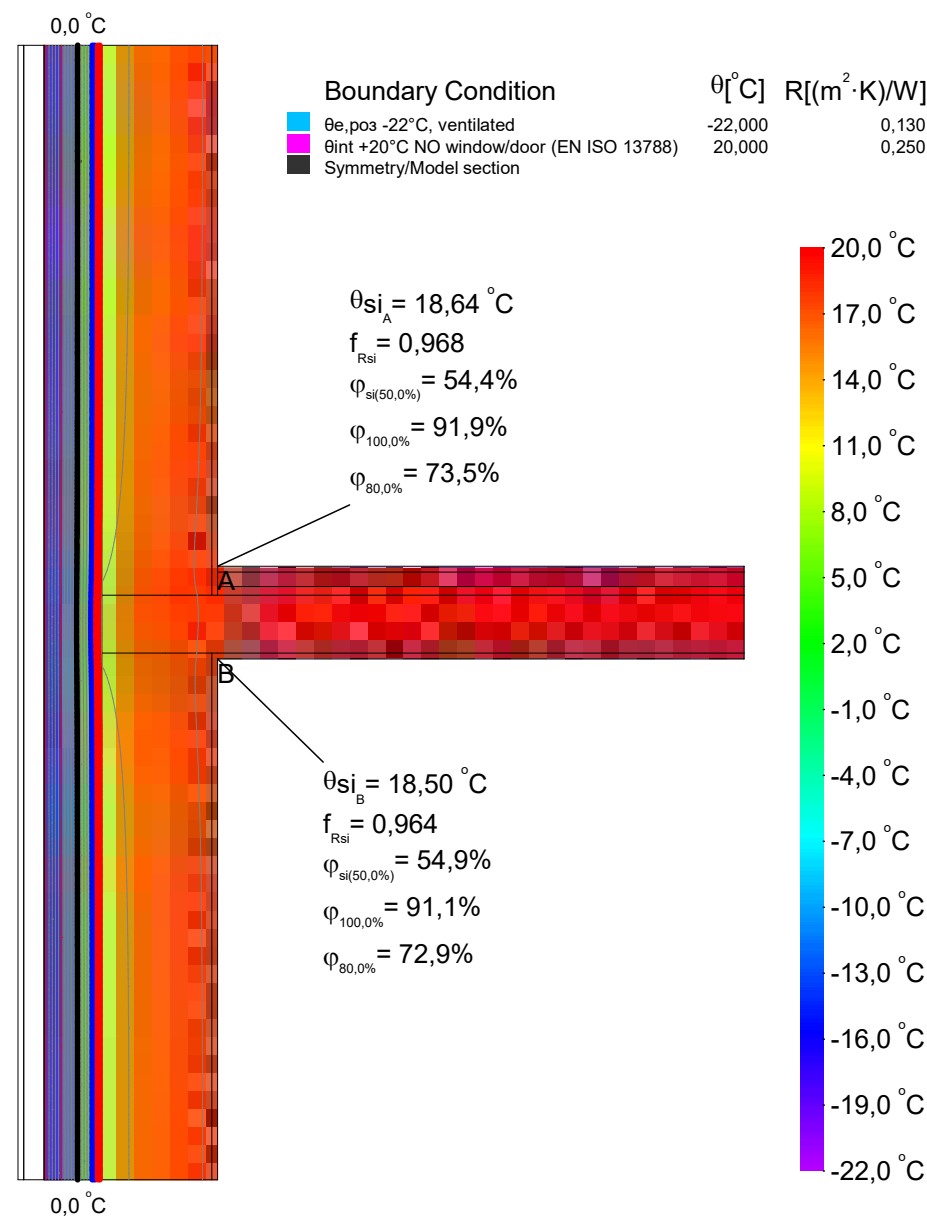
	λ шару ядра OK, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$									$\lambda 40$									$\lambda 45$								
		Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25		
		$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ 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	18,7	0,000	0,049	17,6	0,000	0,088	18,1	0,000	0,067	18,5	0,000	0,055

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

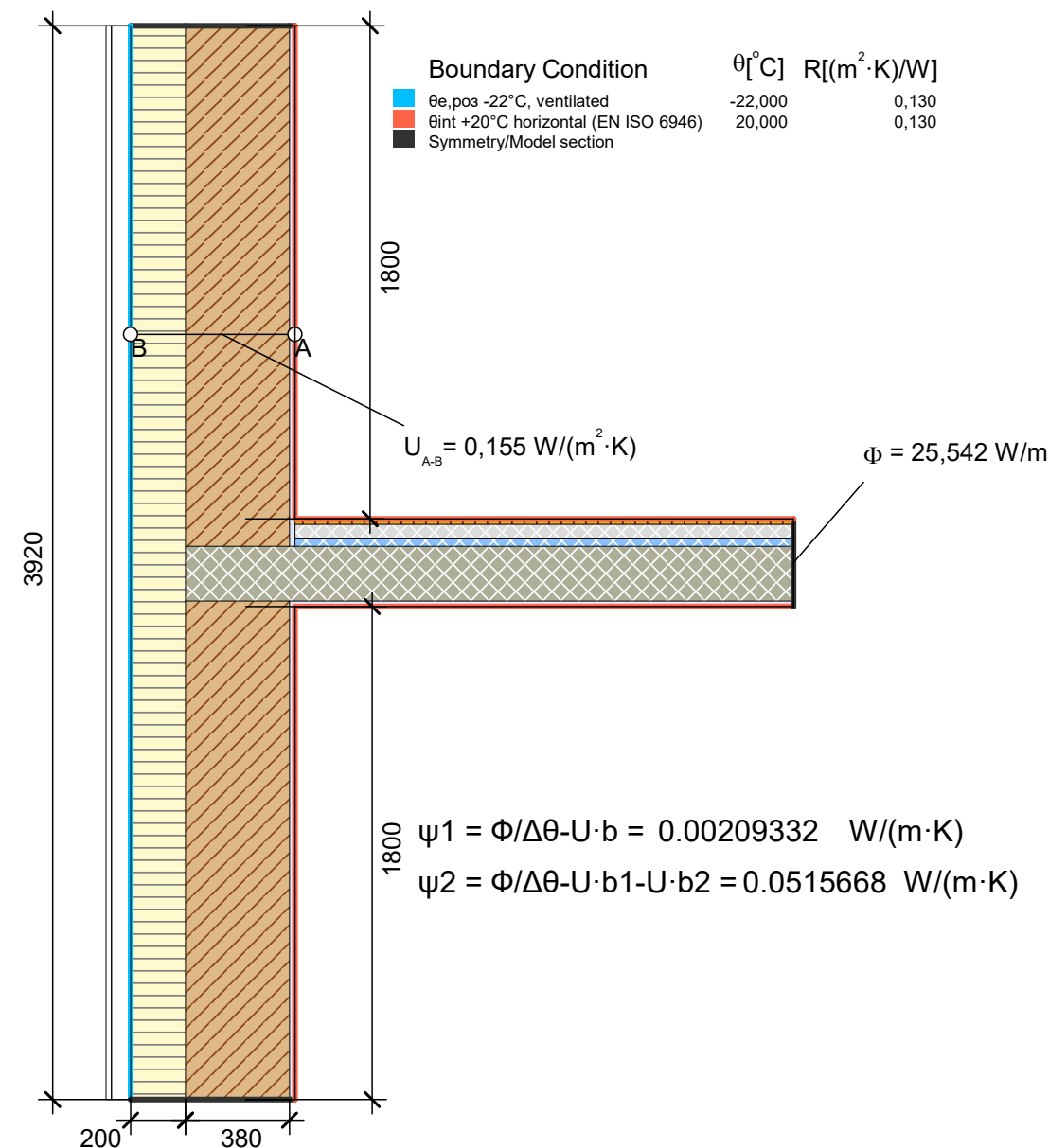
$4,0 < R_{\Sigma \text{пр}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

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





Material	$\lambda [W/(m \cdot K)]$	$\mu [-]$
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
74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)	0,810	5,680
УТЕПЛЮВАЧ ($\lambda=0,035$)	0,035	5,000
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037	80,000

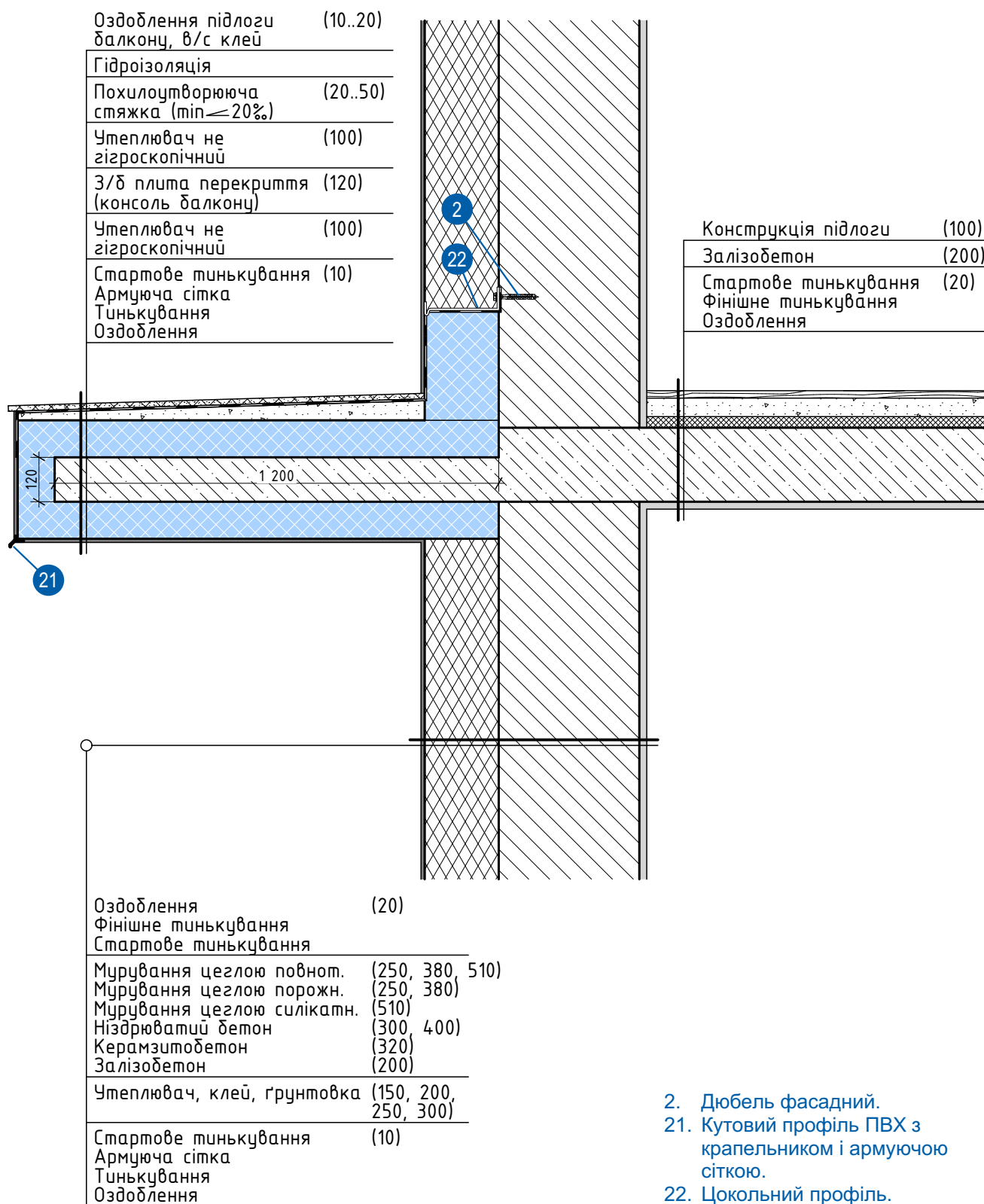


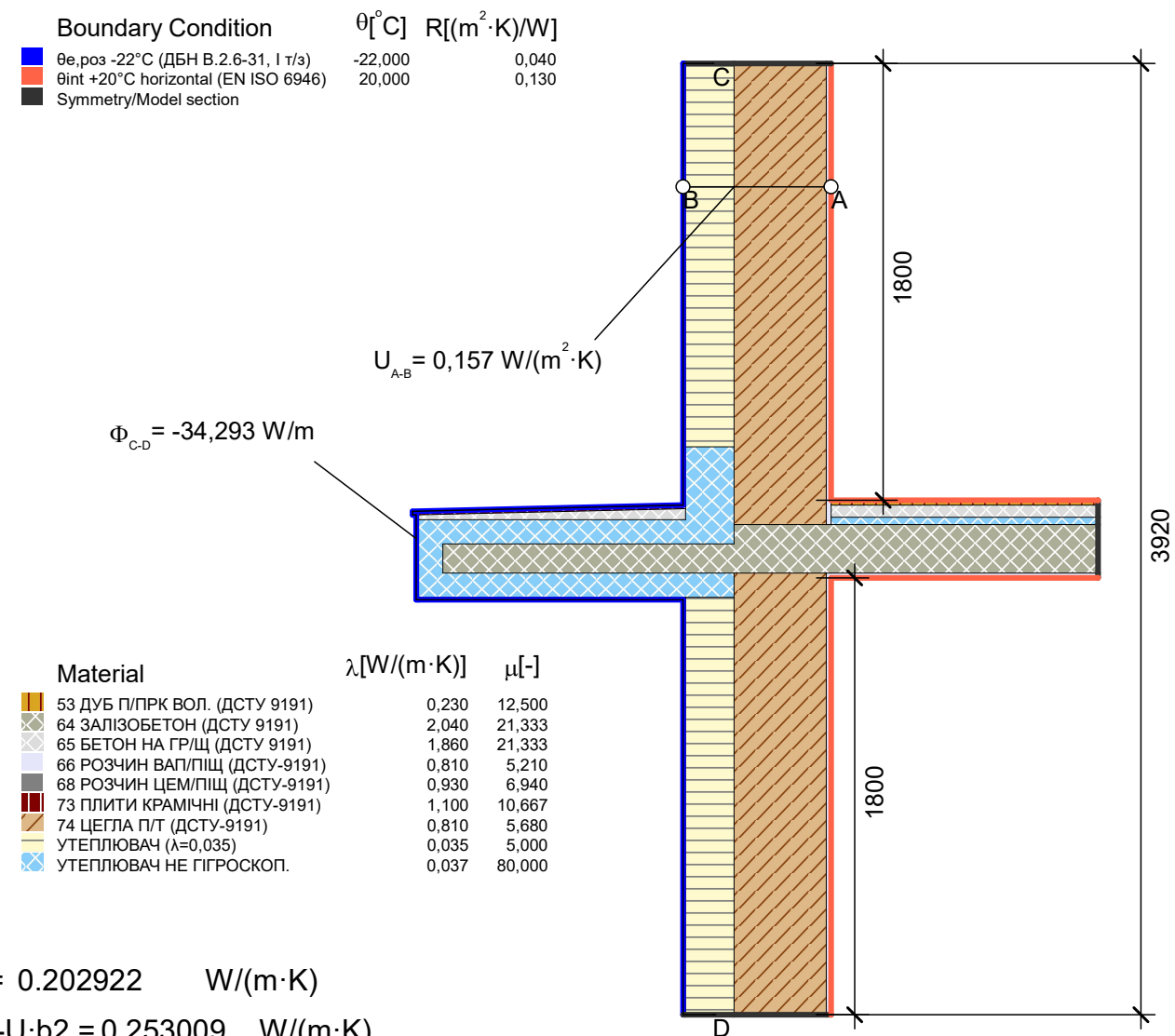
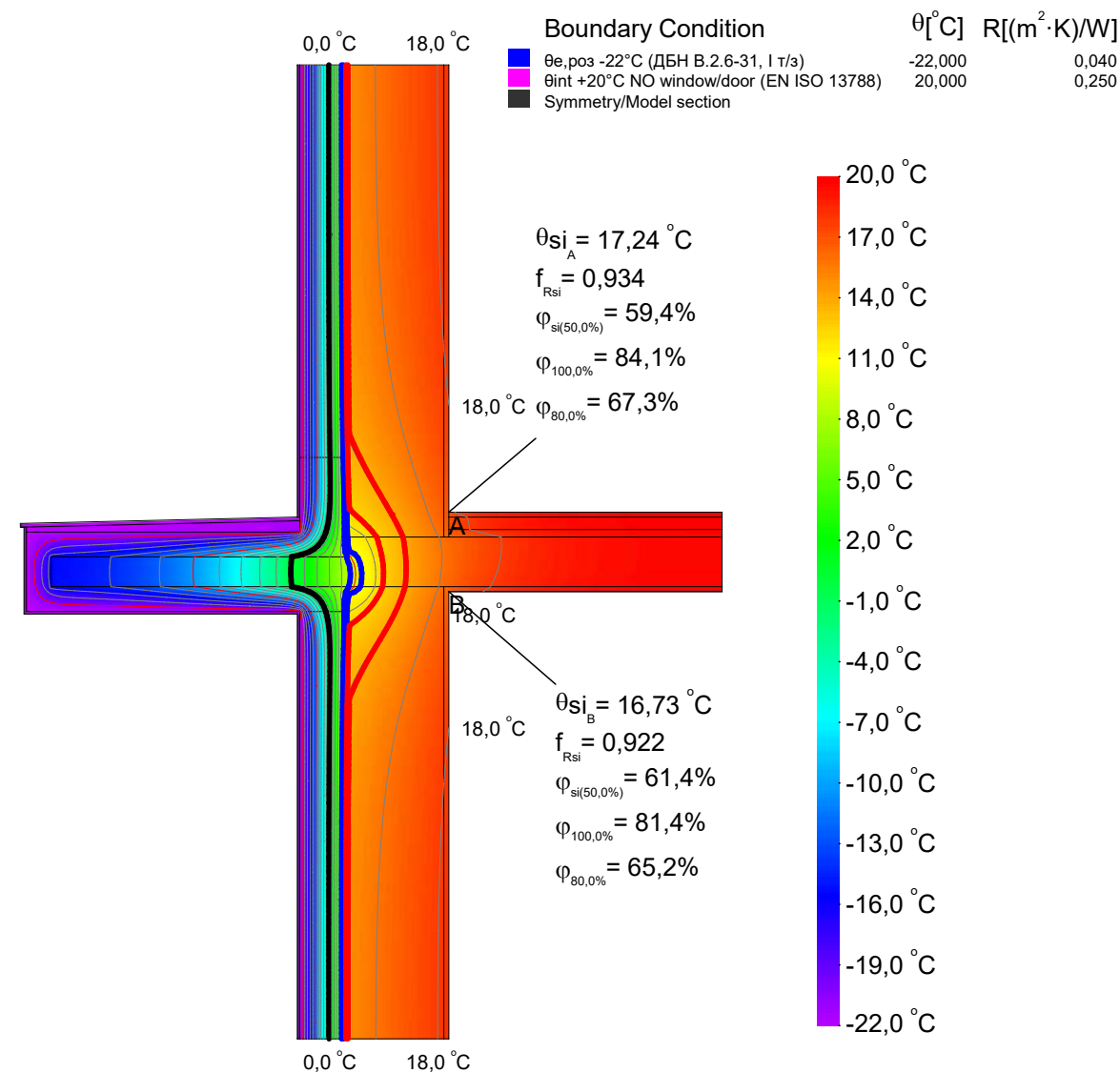
	λ шару ядра OK, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$									$\lambda 40$									$\lambda 45$								
		Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25		
		θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ_1 , Вт/(м·К)	ψ_2 , 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

$R_{\Sigma \text{нр}} < 4,0$ - 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

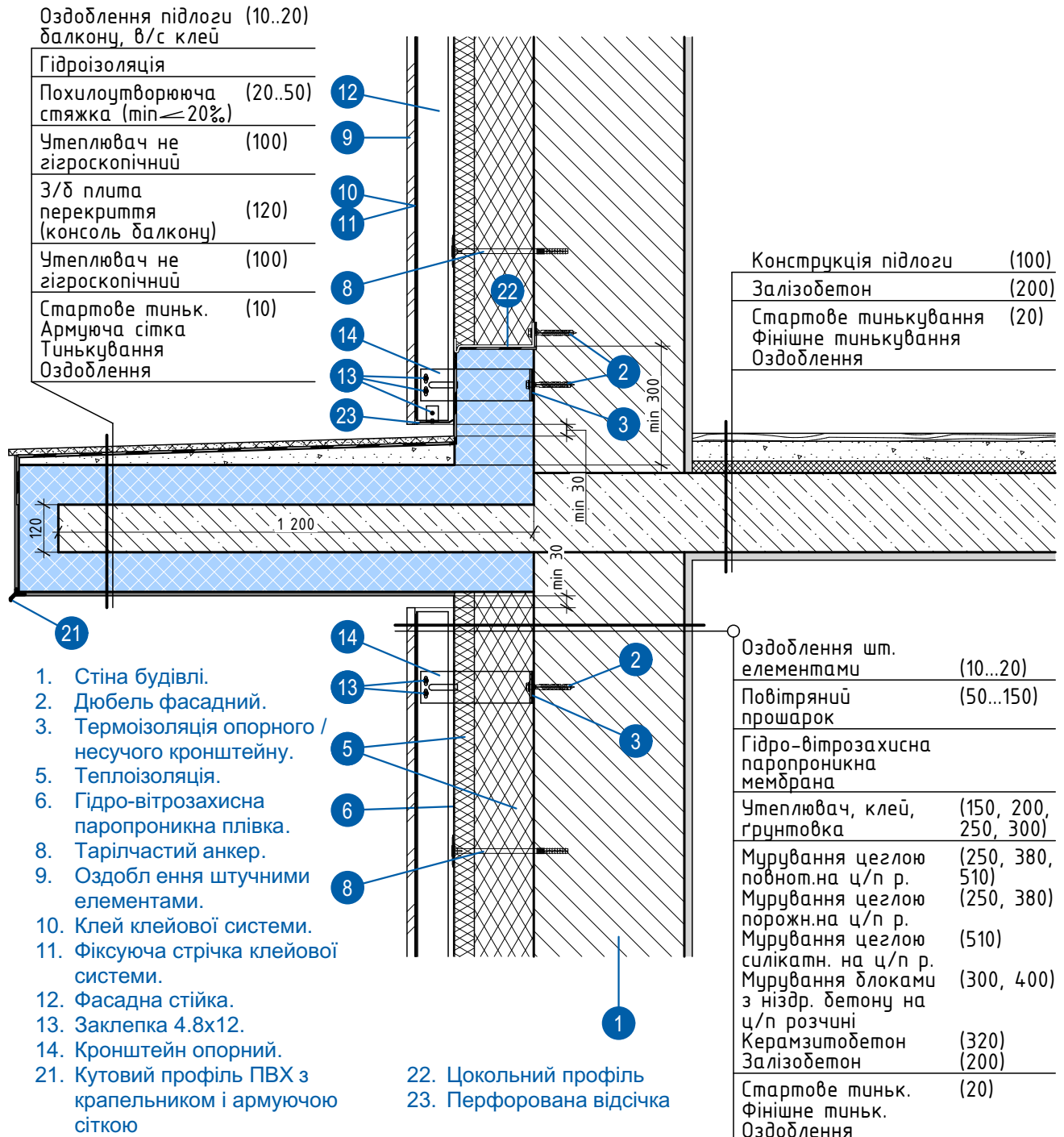


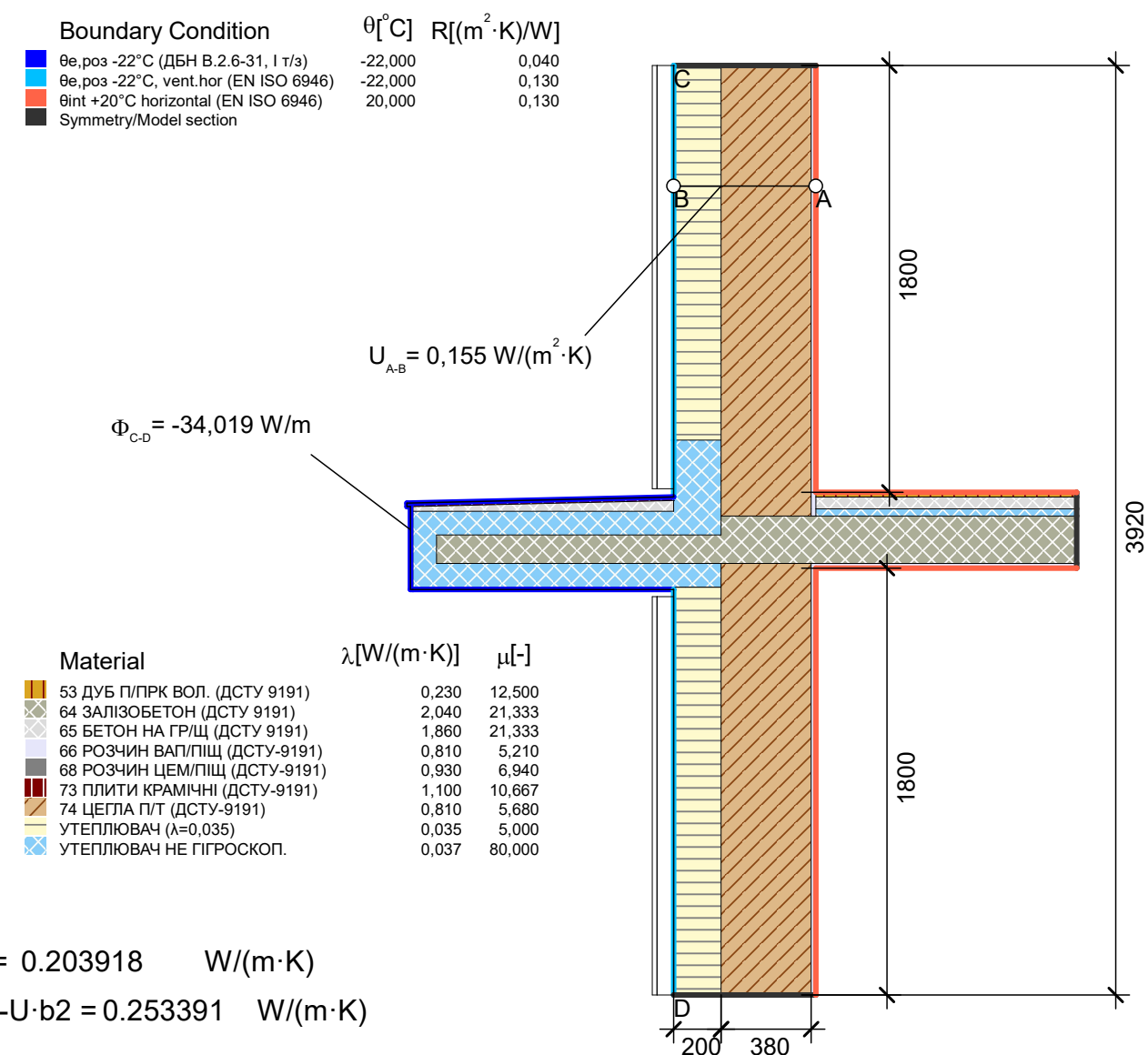
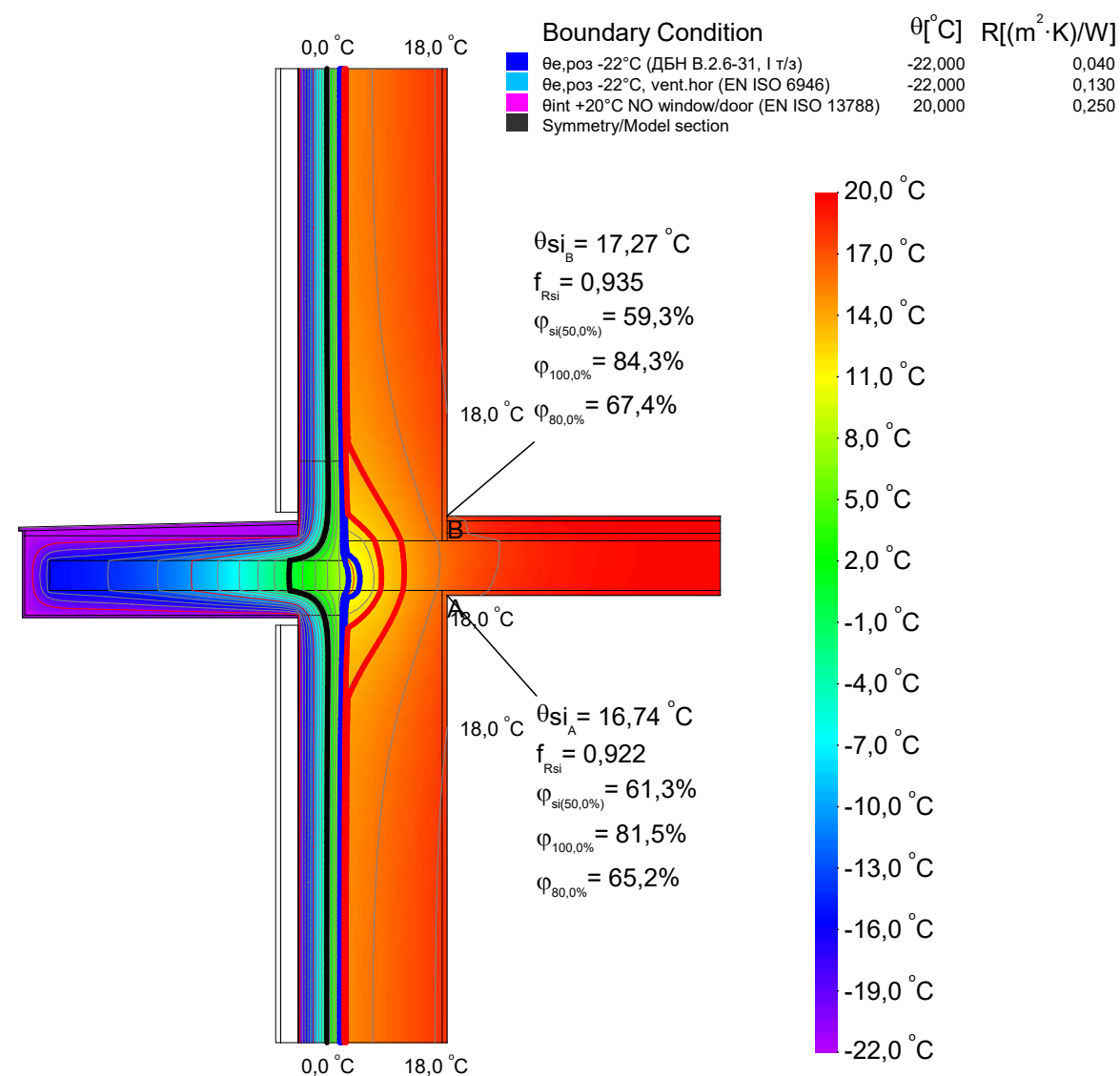


$\psi_1 = \Phi/\Delta\theta \cdot U \cdot b = 0.202922 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
 $\psi_2 = \Phi/\Delta\theta \cdot U \cdot b_1 - U \cdot b_2 = 0.253009 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$									$\lambda 40$									$\lambda 45$								
		Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25		
		$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)
A. ЦПР 25 -...- C3	0,580	15,7	✓0,206	✓0,270	16,0	✓0,208	✓0,258	16,3	✓0,206	✓0,247	15,6	✓0,190	✓0,262	16,0	✓0,195	✓0,252	16,3	✓0,195	✓0,241	15,5	✓0,175	✓0,255	15,9	✓0,183	✓0,246	16,2	✓0,185	✓0,236
A. ЦПР 38 -...- C3	0,580	16,1	✓0,192	✓0,254	16,5	✓0,196	✓0,244	16,8	✓0,195	✓0,234	16,0	✓0,178	✓0,246	16,4	✓0,184	✓0,238	16,7	✓0,184	✓0,229	15,9	✓0,164	✓0,239	16,3	✓0,172	✓0,232	16,6	✓0,175	✓0,224
A. ЦСЛ 51 -...- C3	0,870	16,7	✓0,189	✓0,252	17,1	✓0,195	✓0,244	17,4	✓0,195	✓0,235	16,6	✓0,173	✓0,243	17,0	✓0,181	✓0,237	17,3	✓0,184	✓0,229	16,5	✓0,157	✓0,235	16,9	✓0,169	✓0,230	17,2	✓0,173	✓0,223
A. ЦПТ 25 -...- C3	0,810	15,9	✓0,211	✓0,277	16,3	✓0,213	✓0,265	16,6	✓0,211	✓0,253	15,8	✓0,193	✓0,268	16,2	✓0,200	✓0,258	16,5	✓0,200	✓0,247	15,7	✓0,177	✓0,260	16,1	✓0,187	✓0,251	16,4	✓0,189	✓0,241
A. ЦПТ 38 -...- C3	0,810	16,3	✓0,199	✓0,263	16,7	✓0,203	✓0,253	17,0	✓0,202	✓0,243	16,2	✓0,182	✓0,254	16,7	✓0,190	✓0,246	16,9	✓0,191	✓0,237	16,1	✓0,166	✓0,246	16,6	✓0,177	✓0,239	16,9	✓0,180	✓0,231
A. НБТ 30 -...- C3	0,130	15,3	✓0,204	✓0,251	15,6	✓0,200	✓0,239	15,9	✓0,195	✓0,228	15,2	✓0,196	✓0,247	15,6	✓0,193	✓0,236	15,8	✓0,189	✓0,225	15,2	✓0,190	✓0,244	15,5	✓0,187	✓0,233	15,8	✓0,183	✓0,222
A. КБТ 32 -...- C3	0,520	15,9	✓0,198	✓0,261	16,3	✓0,201	✓0,250	16,6	✓0,200	✓0,240	15,8	✓0,183	✓0,253	16,2	✓0,189	✓0,244	16,5	✓0,189	✓0,235	15,8	✓0,169	✓0,246	16,2	✓0,177	✓0,238	16,5	✓0,179	✓0,229
A. ЗБТ 20 -...- C3	2,040	15,6	✓0,286	✗0,356	16,0	✓0,292	✓0,345	16,3	✓0,290	✓0,332	15,5	✓0,265	✓0,344	16,0	✓0,275	✓0,335	16,3	✓0,276	✓0,325	15,4	✓0,244	✓0,332	15,9	✓0,259	✓0,327	16,2	✓0,263	✓0,318

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψ_{max}]=0,3 Вт/(м·К)
R_{зп} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < R_{зп} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] R_{зп} > 4,5 - ОК рекомендовано для пЗЕВ





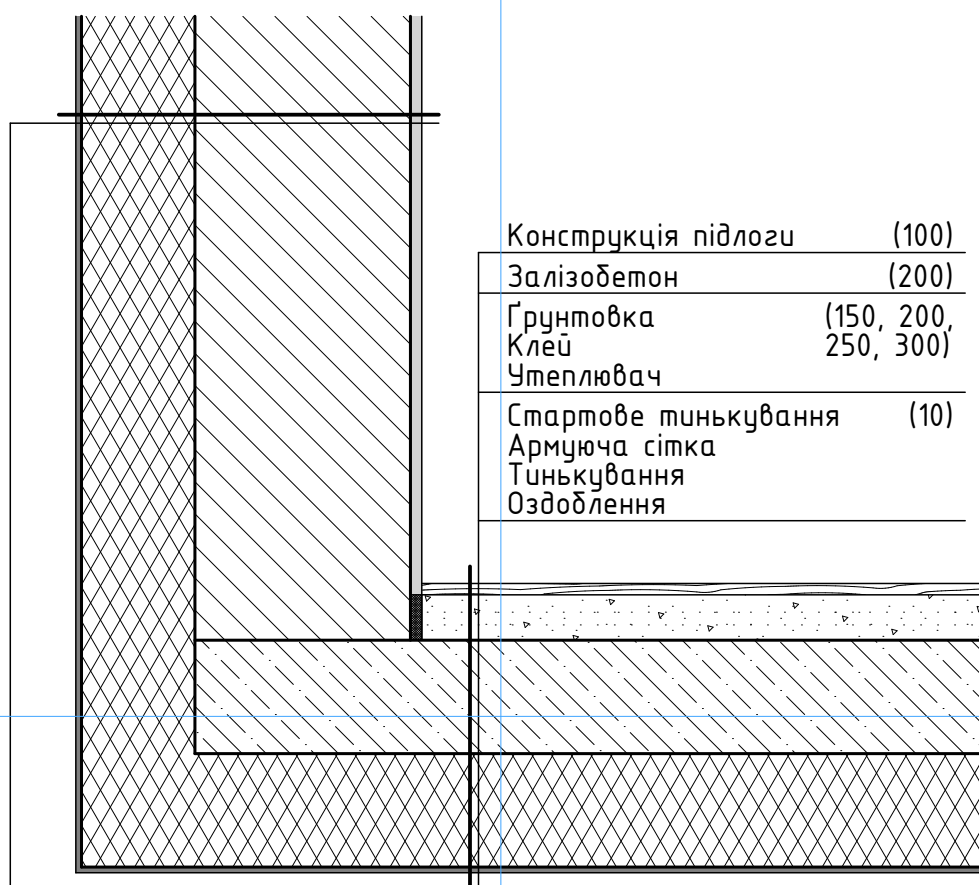
	λ шару ядра OK, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$									$\lambda 40$									$\lambda 45$								
		Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25			Y15			Y20			Y25		
		$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi_1,$ Вт/(м·К)	$\psi_2,$ Вт/(м·К)
Б. ЦПР 25 -...- C3	0,580	15,7	✓ 0,207	✓ 0,271	16,1	✓ 0,209	✓ 0,259	16,3	✓ 0,206	✓ 0,247	15,6	✓ 0,192	✓ 0,263	16,0	✓ 0,197	✓ 0,252	16,3	✓ 0,196	✓ 0,242	15,5	✓ 0,178	✓ 0,256	15,9	✓ 0,185	✓ 0,246	16,2	✓ 0,186	✓ 0,236
Б. ЦПР 38 -...- C3	0,580	16,1	✓ 0,194	✓ 0,254	16,5	✓ 0,197	✓ 0,244	16,8	✓ 0,195	✓ 0,235	16,0	✓ 0,180	✓ 0,247	16,4	✓ 0,185	✓ 0,238	16,7	✓ 0,185	✓ 0,229	16,0	✓ 0,166	✓ 0,240	16,3	✓ 0,174	✓ 0,232	16,6	✓ 0,176	✓ 0,224
Б. ЦСЛ 51 -...- C3	0,870	16,7	✓ 0,191	✓ 0,253	17,1	✓ 0,196	✓ 0,244	17,4	✓ 0,195	✓ 0,235	16,6	✓ 0,175	✓ 0,244	17,0	✓ 0,183	✓ 0,237	17,3	✓ 0,184	✓ 0,229	16,5	✓ 0,160	✓ 0,236	16,9	✓ 0,170	✓ 0,231	17,2	✓ 0,174	✓ 0,224
Б. ЦПТ 25 -...- C3	0,810	15,9	✓ 0,212	✓ 0,278	16,3	✓ 0,214	✓ 0,265	16,6	✓ 0,212	✓ 0,253	15,8	✓ 0,196	✓ 0,269	16,2	✓ 0,201	✓ 0,258	16,5	✓ 0,201	✓ 0,247	15,7	✓ 0,180	✓ 0,261	16,1	✓ 0,188	✓ 0,252	16,5	✓ 0,190	✓ 0,242
Б. ЦПТ 38 -...- C3	0,810	16,4	✓ 0,200	✓ 0,264	16,7	✓ 0,204	✓ 0,253	17,0	✓ 0,202	✓ 0,243	16,3	✓ 0,184	✓ 0,255	16,7	✓ 0,191	✓ 0,246	17,0	✓ 0,192	✓ 0,237	16,2	✓ 0,169	✓ 0,247	16,6	✓ 0,178	✓ 0,240	16,9	✓ 0,181	✓ 0,232
Б. НБТ 30 -...- C3	0,130	15,3	✓ 0,205	✓ 0,251	15,6	✓ 0,201	✓ 0,239	15,9	✓ 0,196	✓ 0,228	15,2	✓ 0,197	✓ 0,248	15,6	✓ 0,194	✓ 0,236	15,8	✓ 0,189	✓ 0,225	15,2	✓ 0,191	✓ 0,245	15,5	✓ 0,188	✓ 0,233	15,8	✓ 0,183	✓ 0,223
Б. КБТ 32 -...- C3	0,520	15,9	✓ 0,200	✓ 0,262	16,3	✓ 0,202	✓ 0,251	16,6	✓ 0,200	✓ 0,240	15,9	✓ 0,185	✓ 0,254	16,2	✓ 0,190	✓ 0,244	16,5	✓ 0,190	✓ 0,235	15,8	✓ 0,171	✓ 0,247	16,2	✓ 0,179	✓ 0,239	16,5	✓ 0,180	✓ 0,230
Б. ЗБТ 20 -...- C3	2,040	16,0	✓ 0,228	✓ 0,297	16,5	✓ 0,230	✓ 0,282	16,8	✓ 0,226	✓ 0,268	15,9	✓ 0,210	✓ 0,287	16,4	✓ 0,215	✓ 0,275	16,7	✓ 0,214	✓ 0,262	15,8	✓ 0,192	✓ 0,278	16,3	✓ 0,20132	✓ 0,268	16,6	✓ 0,202	✓ 0,256

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,3 \text{ Вт}/(m \cdot K)$

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

$4,0 < R_{\Sigma \text{нд}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

$R_{\Sigma \text{нд}} > 4,5$ - ОК рекомендовано для пЗЕВ



Конструкція підлоги (100)

Залізобетон (200)

Грунтовка (150, 200, 250, 300)

Клей

Утеплювач

Стартове тинькування (10)

Армуюча сітка

Тинькування

Оздоблення

Оздоблення (20)

Фінішне тинькування

Стартове тинькування

Мурування цеглою повнот. (250, 380, 510)

Мурування цеглою порожн. (250, 380)

Мурування цеглою силікатн. (510)

Ніздрюватий бетон (300, 400)

Керамзитобетон (320)

Залізобетон (200)

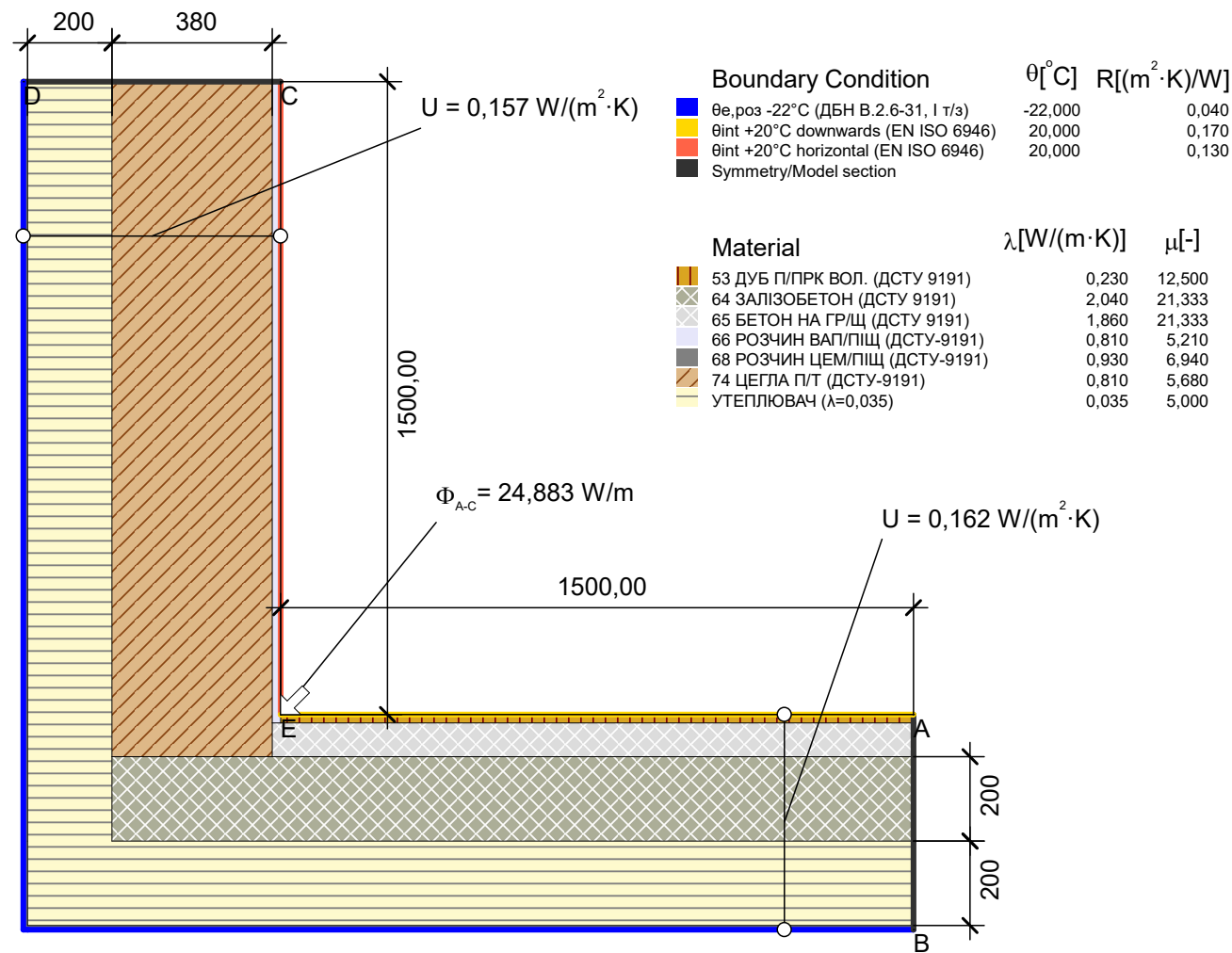
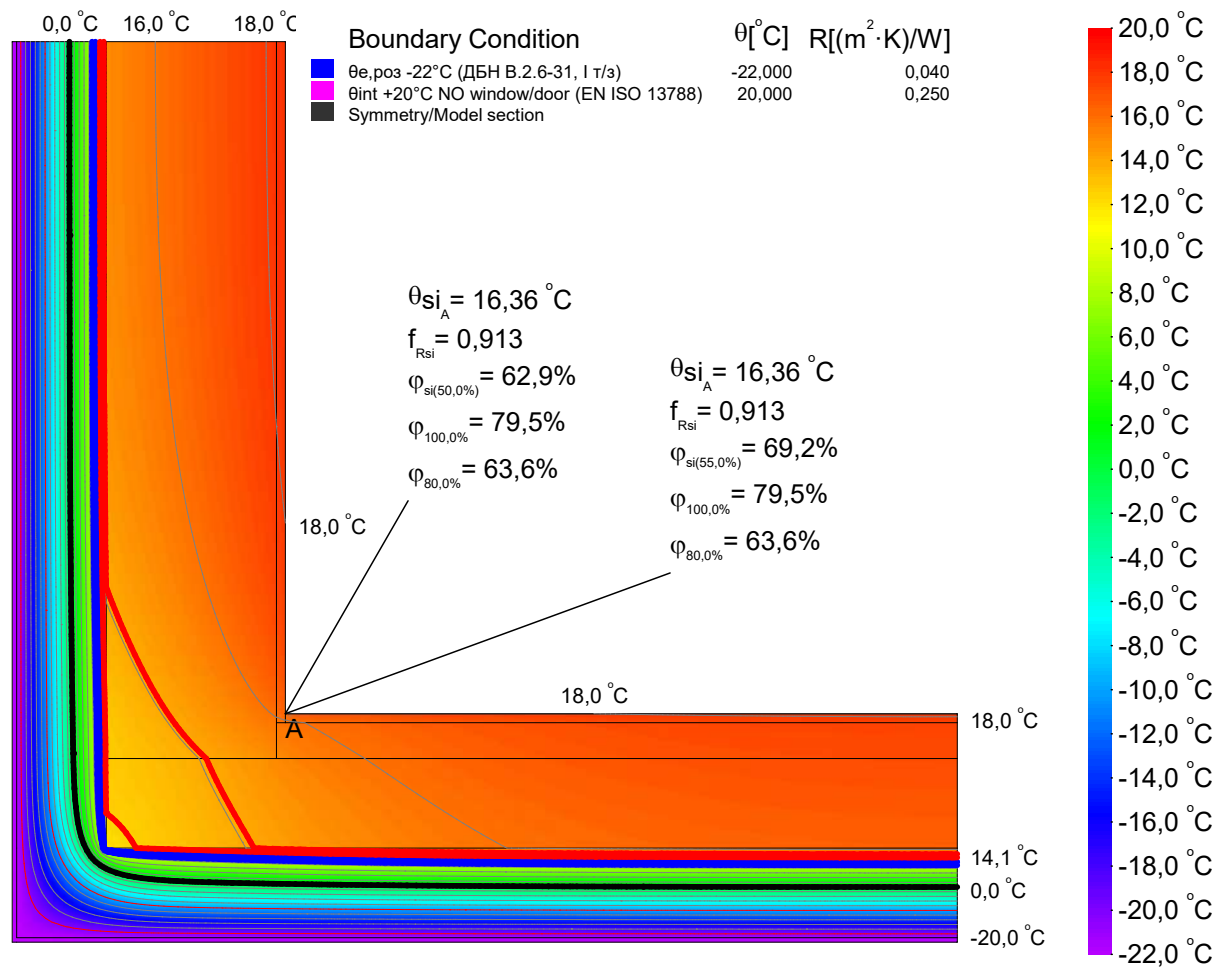
Утеплювач, клей, грунтовка (150, 200, 250, 300)

Стартове тинькування (10)

Армуюча сітка

Тинькування

Оздоблення



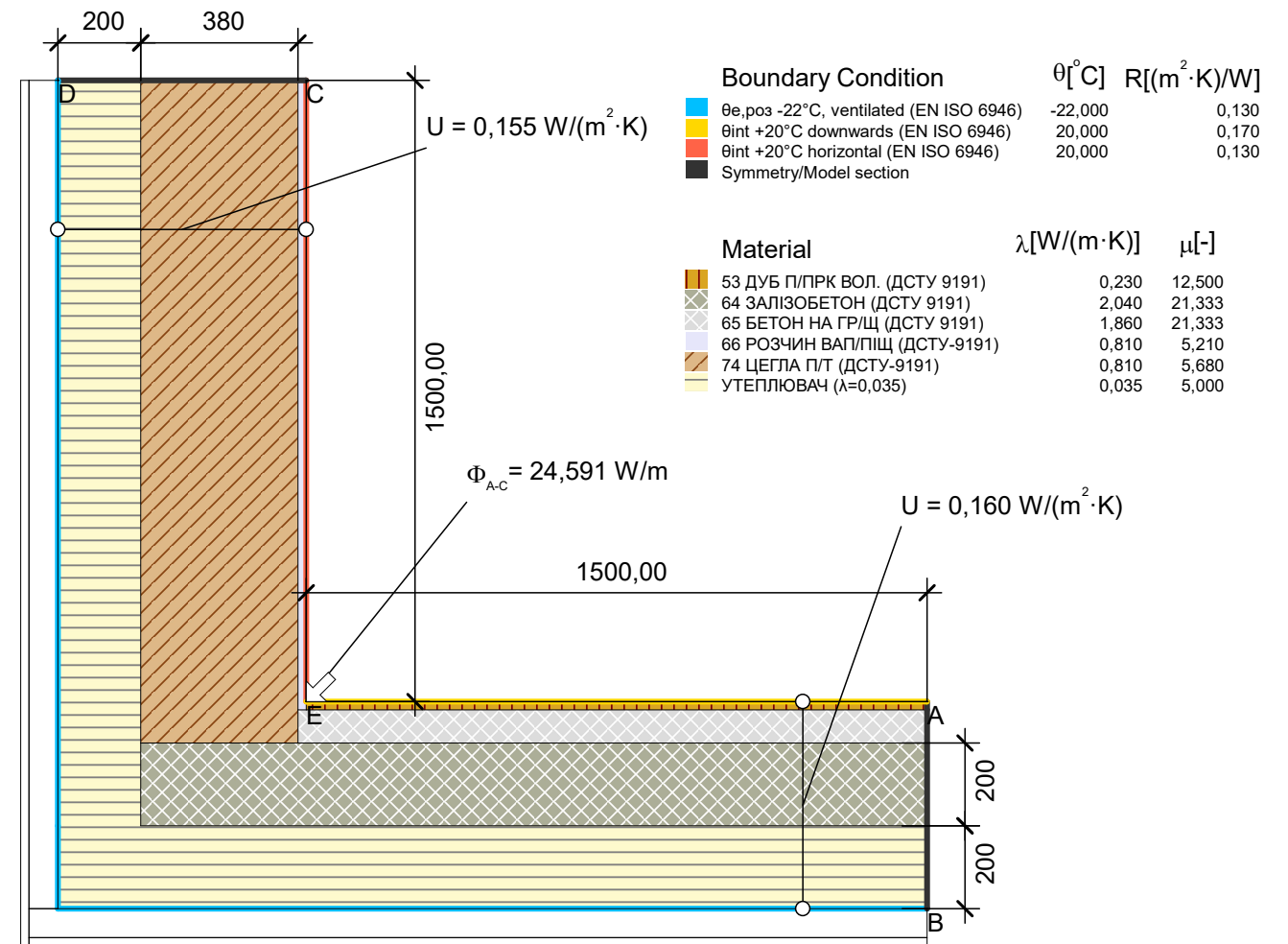
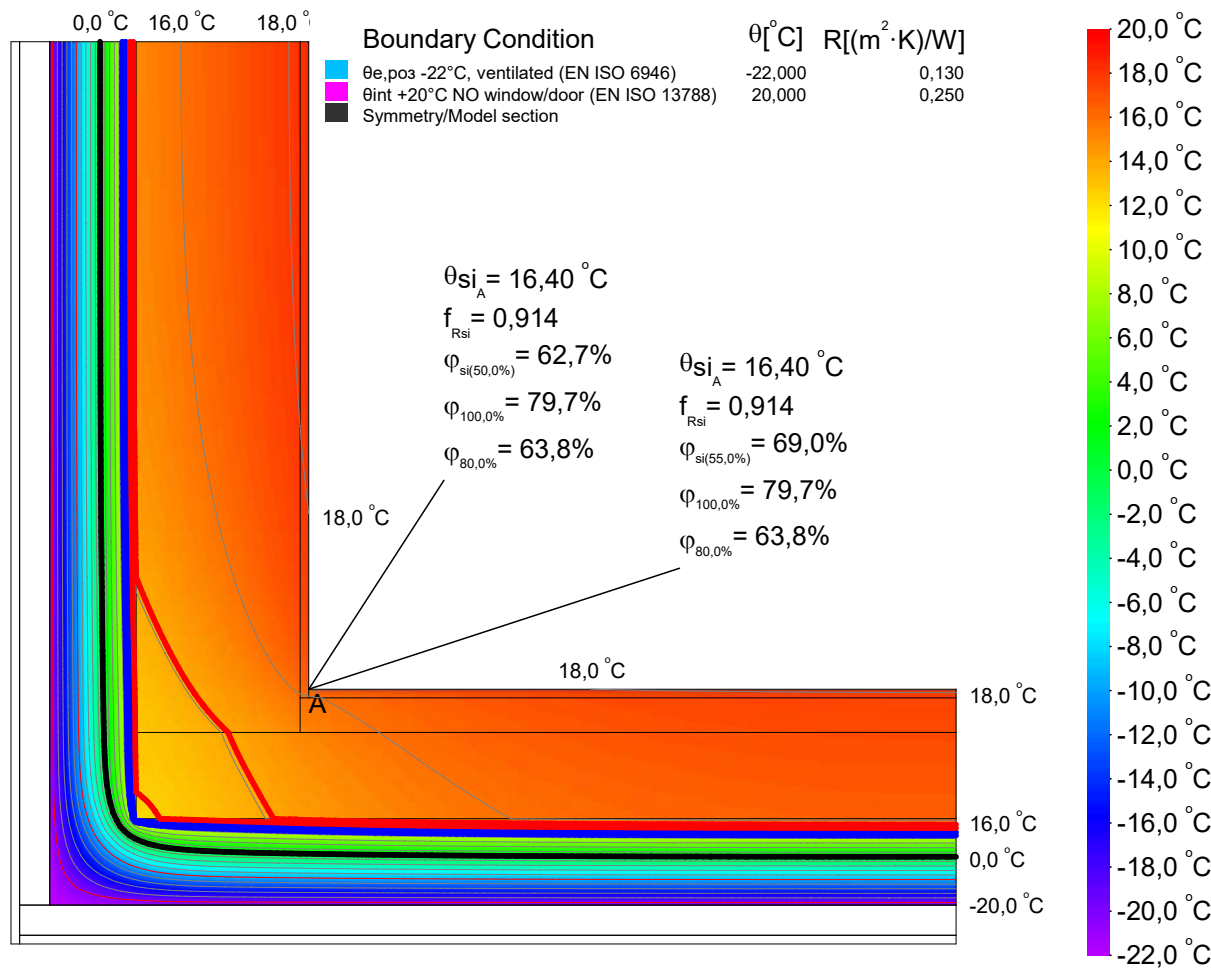
$$\Psi_{A-E-C} = \frac{24,883}{42,0} - 0,162 \cdot 1,5 - 0,157 \cdot 1,5 = 0,114 W/(m \cdot K)$$

	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Psi,$ 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] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,15 \text{ Вт/(м·К)}$

✗ $R_{\Sigma \text{нр}} < 4,0$ - 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

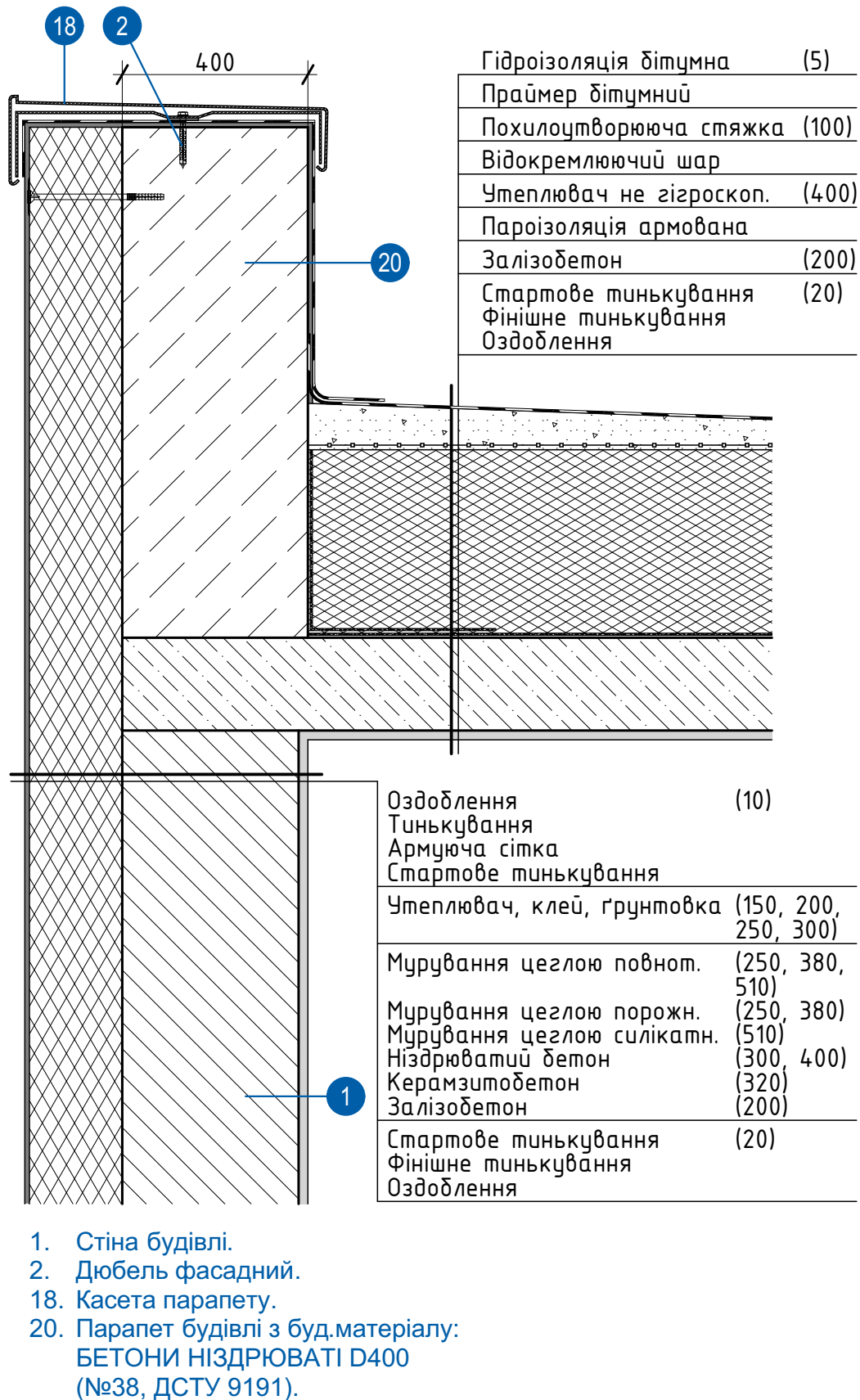


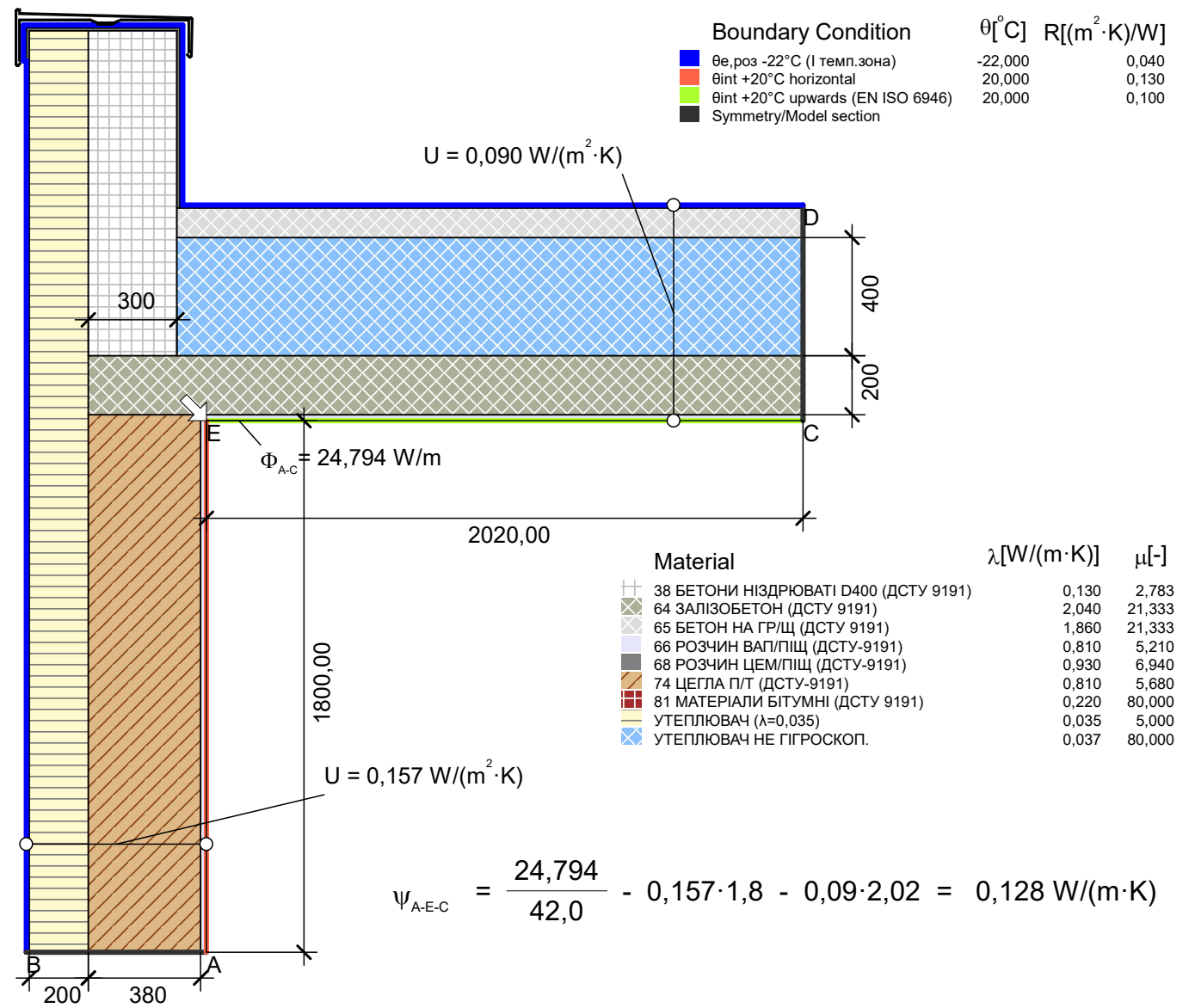
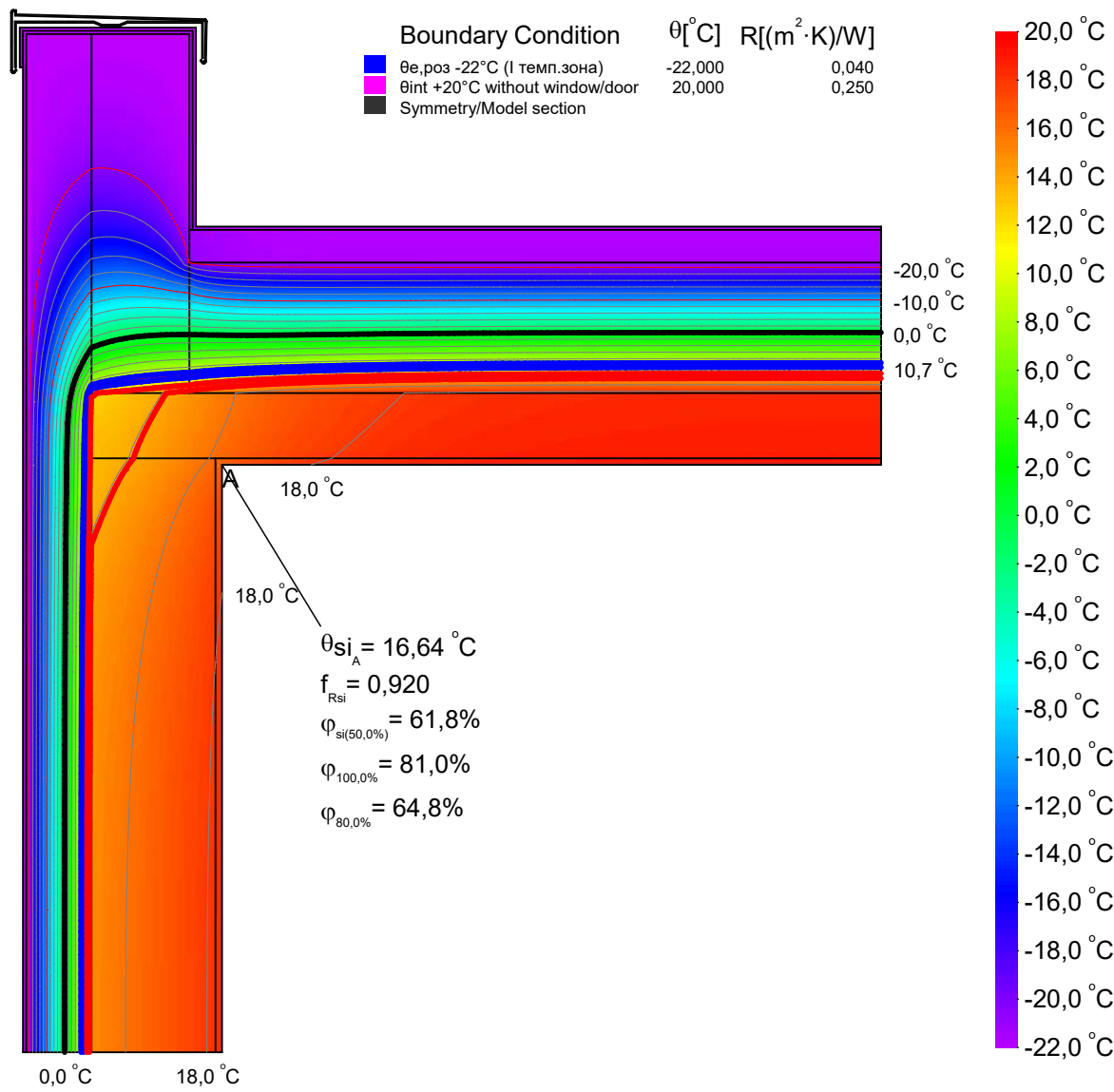


$$\Psi_{A-E-C} = \frac{24,591}{42,0} - 0,16 \cdot 1,5 - 0,155 \cdot 1,5 = 0,113 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		У15		У20		У25		У15		У20		У25		У15		У20		У25	
		θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, Вт/(м·К)	θsi, °C	ψ, 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

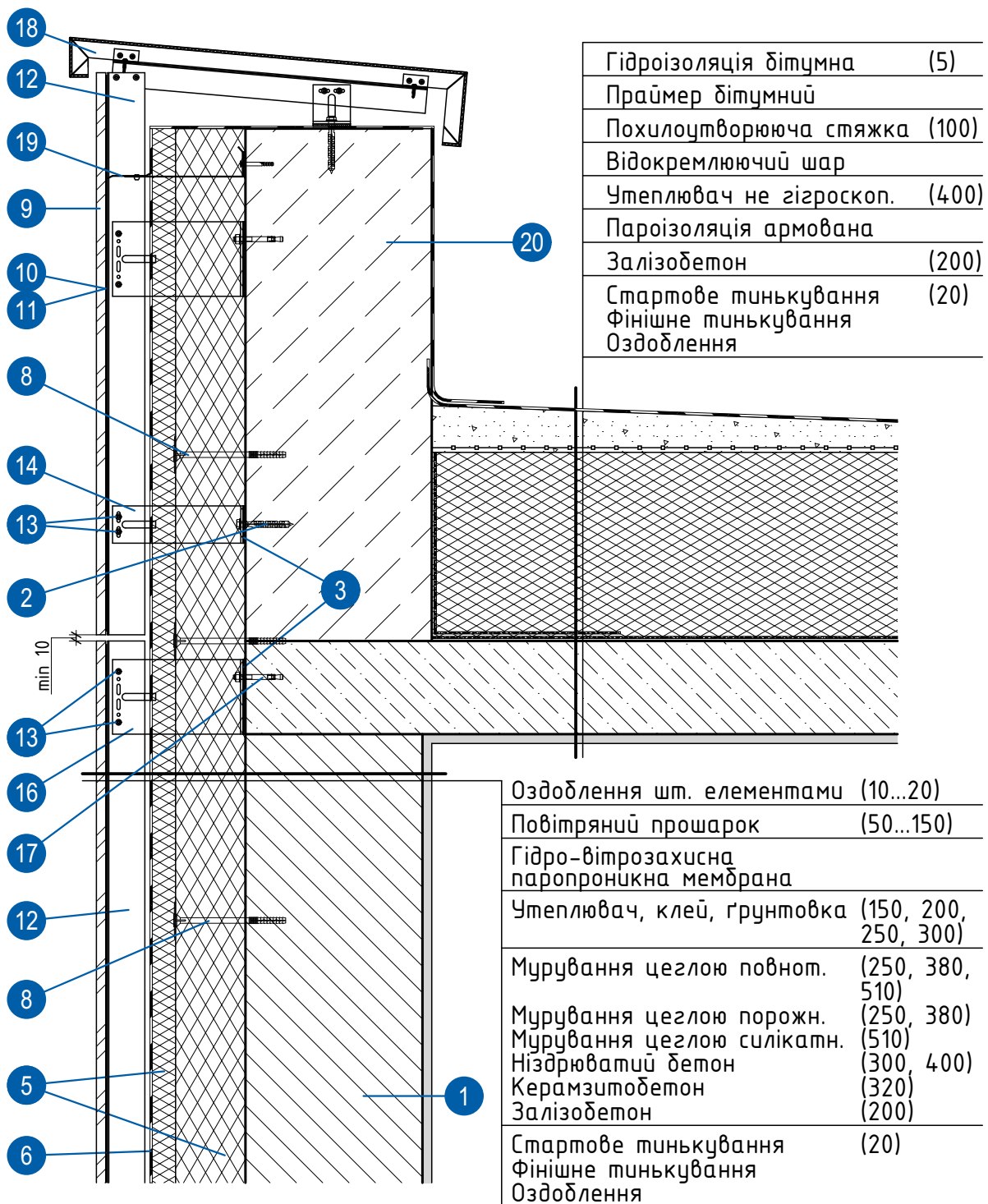
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψmax]=0,15 Вт/(м·К)
R_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < R_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] R_{Σnp} > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB





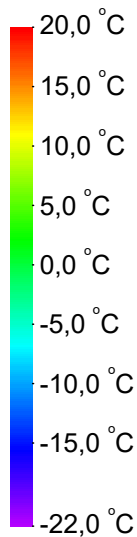
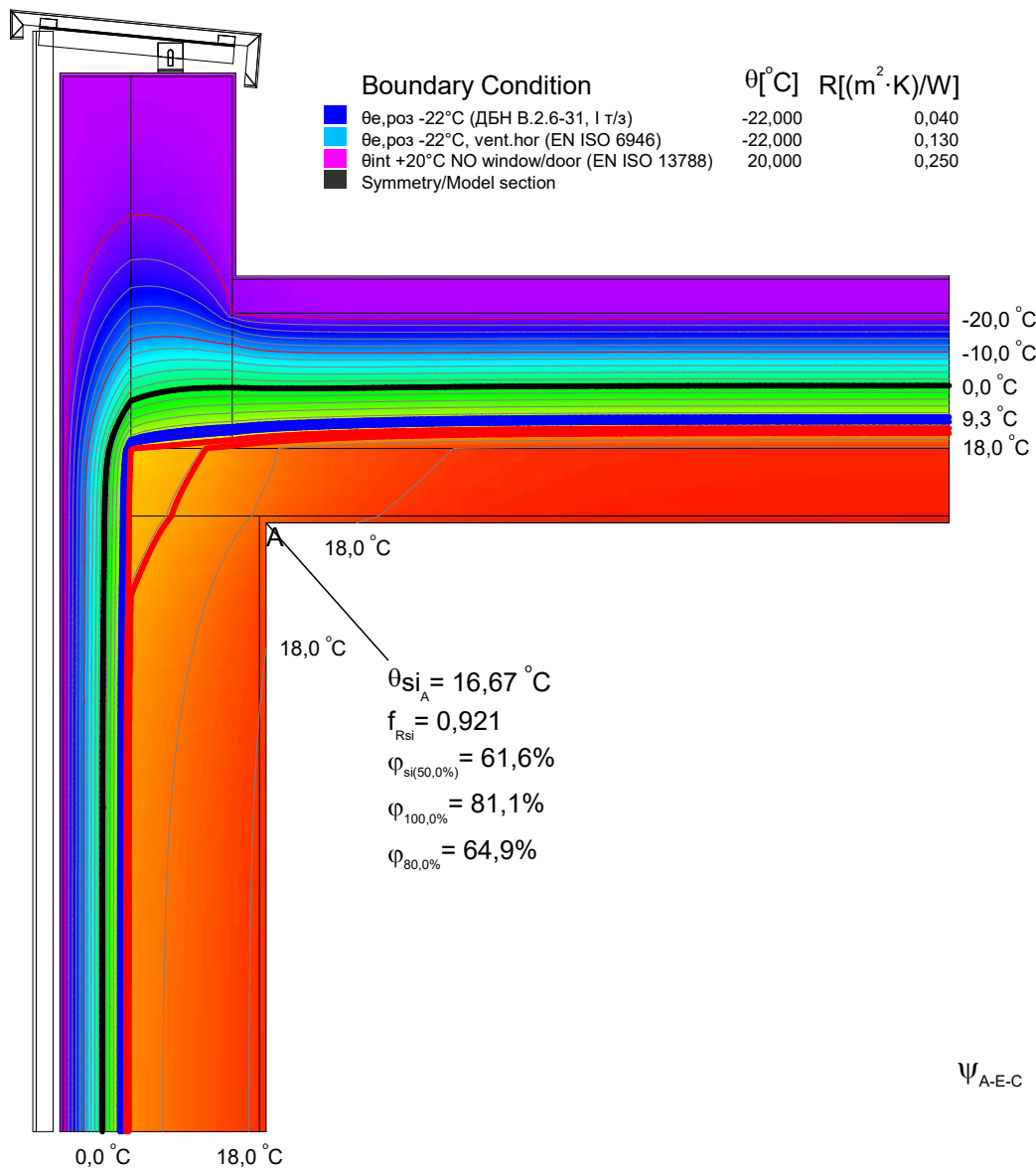
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{\text{si}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ 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	✓ 0,138	16,8	✓ 0,124	17,1	✓ 0,115	16,1	✓ 0,147	16,6	✓ 0,131	16,9	✓ 0,121	15,9	✗ 0,155	16,5	✓ 0,138	16,9	✓ 0,127

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
 $R_{\text{згп}} < 4,0$ - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $4,0 < R_{\text{згп}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $R_{\text{згп}} > 4,5$ - ОК рекомендовано для nZEB



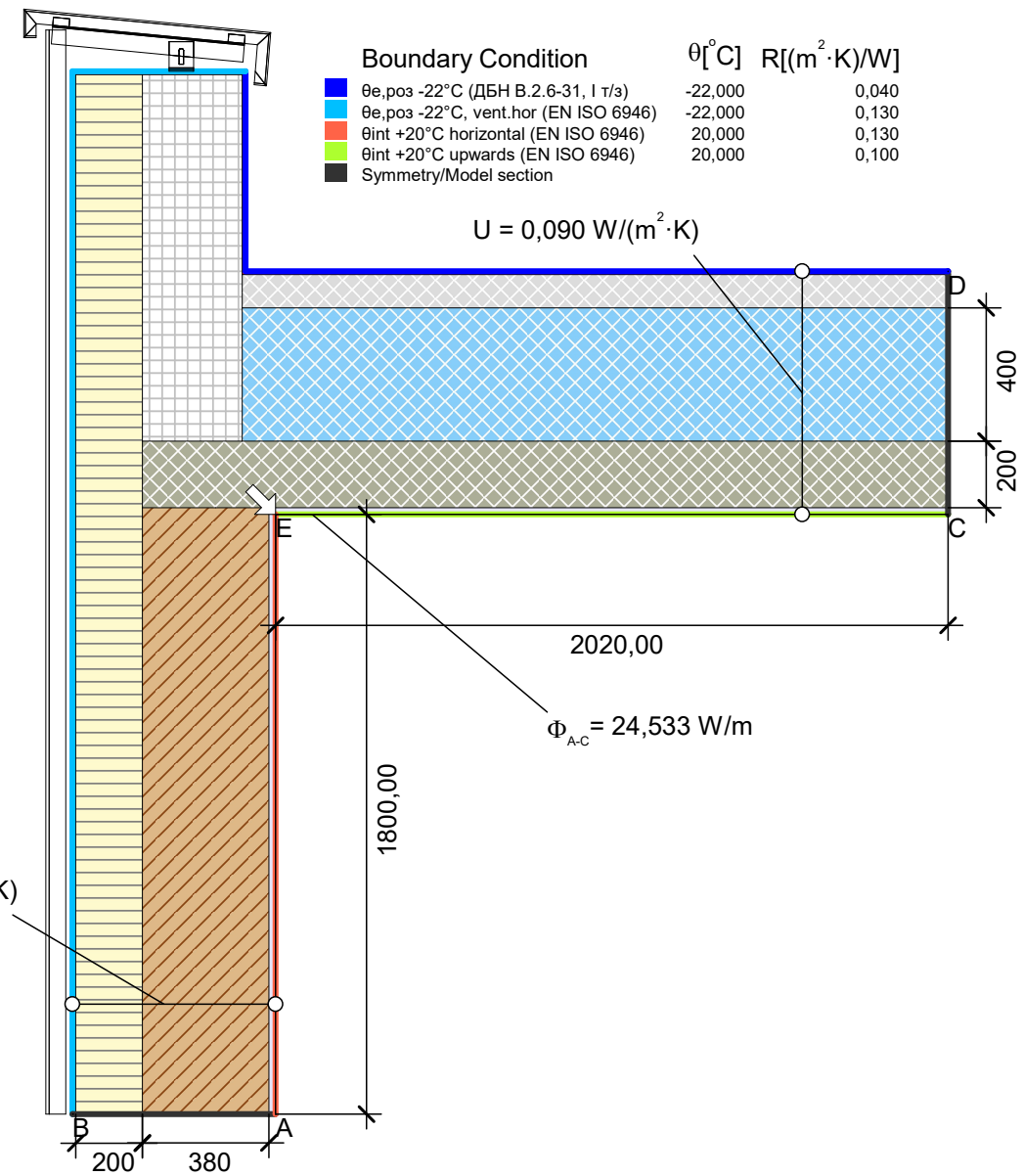
1. Стіна будівлі.
2. Дюбель фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозах. паропроникна плівка.
8. Тарілчастий анкер.
9. Оздобл ення штучними елементами.
10. Клей клейової системи.
11. Фіксуєча стрічка клейова система

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.



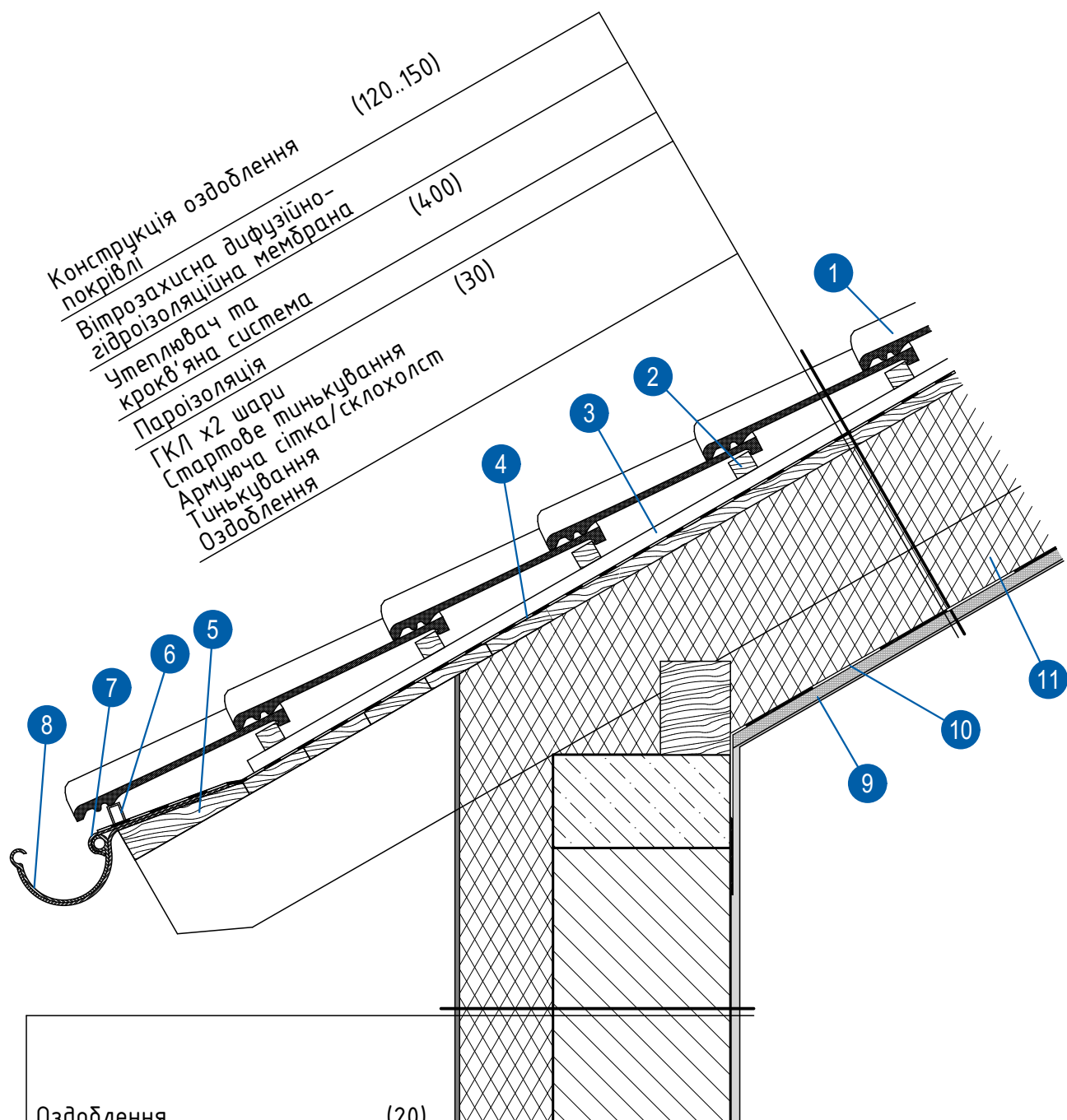
Material	$\lambda [W/(m \cdot K)]$	$\mu [-]$
38 БЕТОНІ НІЗДРЮВАТІ D400 (ДСТУ 9191)	0,130	2,783
64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040	21,333
65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860	21,333
66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810	5,210
74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)	0,810	5,680
81 МАТЕРІАЛИ БІТУМНІ (ДСТУ 9191) (1)	0,220	80,000
УТЕПЛЮВАЧ ($\lambda=0,035$)	0,035	5,000
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037	80,000

$$\psi_{A-E-C} = \frac{24,533}{42,0} - 0,154 \cdot 1,8 - 0,09 \cdot 2,02 = 0,127 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$



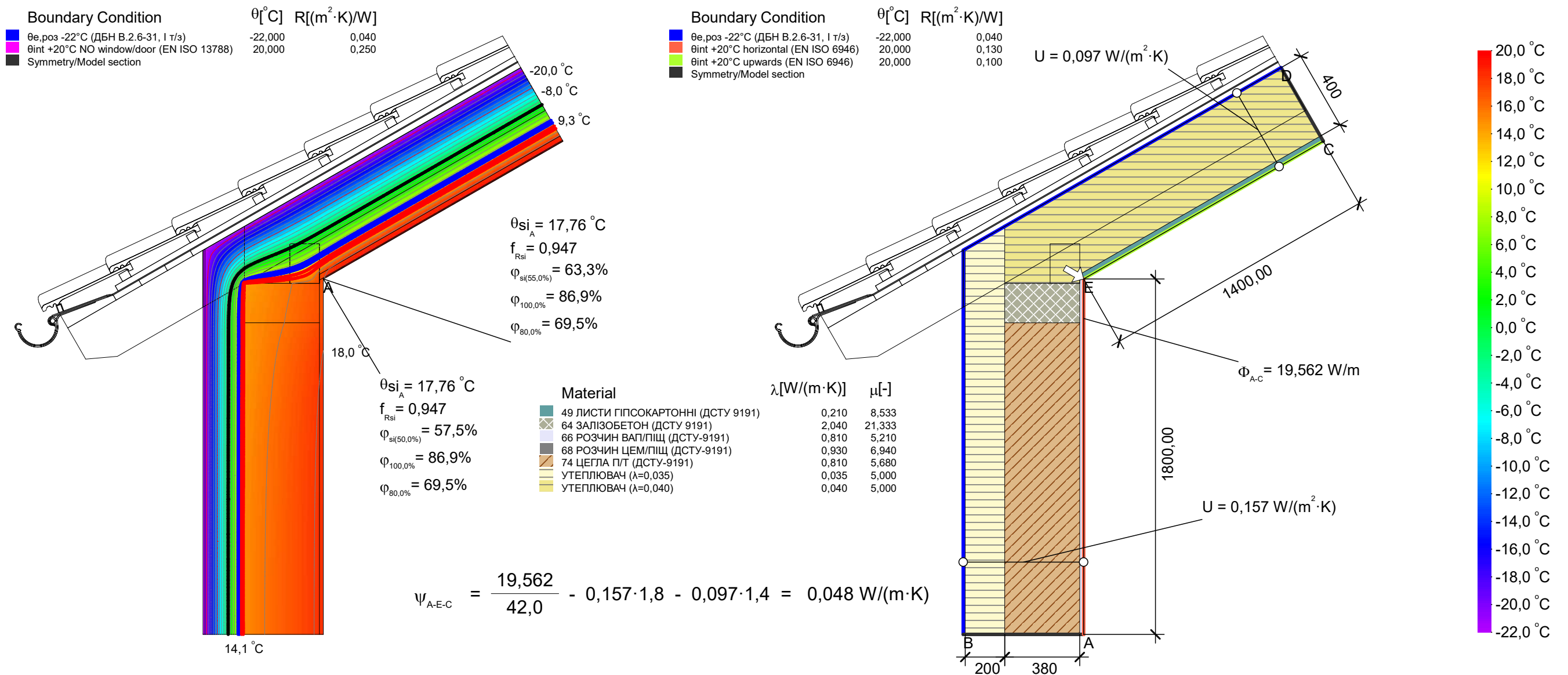
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ °C	$\psi,$ 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	✓ 0,138	16,4	✓ 0,126	16,7	✓ 0,118	15,8	✓ 0,145	16,2	✓ 0,132	16,5	✓ 0,123	15,5	✓ 0,152	16,0	✓ 0,138	16,4	✓ 0,128
Б. ЦСЛ 51 ---- П1	0,870	16,2	✓ 0,144	16,7	✓ 0,133	16,9	✓ 0,126	16,0	✓ 0,151	16,5	✓ 0,139	16,8	✓ 0,131	15,8	✗ 0,157	16,3	✓ 0,144	16,6	✓ 0,136
Б. ЦПТ 25 ---- П1	0,810	16,2	✓ 0,134	16,6	✓ 0,120	16,9	✓ 0,112	15,9	✓ 0,142	16,4	✓ 0,127	16,7	✓ 0,118	15,7	✓ 0,149	16,2	✓ 0,134	16,5	✓ 0,123
Б. ЦПТ 38 ---- П1	0,810	16,2	✓ 0,139	16,6	✓ 0,127	16,9	✓ 0,119	15,9	✓ 0,146	16,4	✓ 0,133	16,7	✓ 0,124	15,7	✓ 0,153	16,2	✓ 0,139	16,5	✓ 0,130
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	16,5	✓ 0,133	16,9	✓ 0,118	17,2	✓ 0,109	16,3	✓ 0,141	16,7	✓ 0,125	17,1	✓ 0,115	16,0	✓ 0,149	16,5	✓ 0,132	16,9	✓ 0,121

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,15 \text{ Вт/(м} \cdot \text{K)}$
 $R_{\Sigma \text{пр}} < 4,0$ - 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



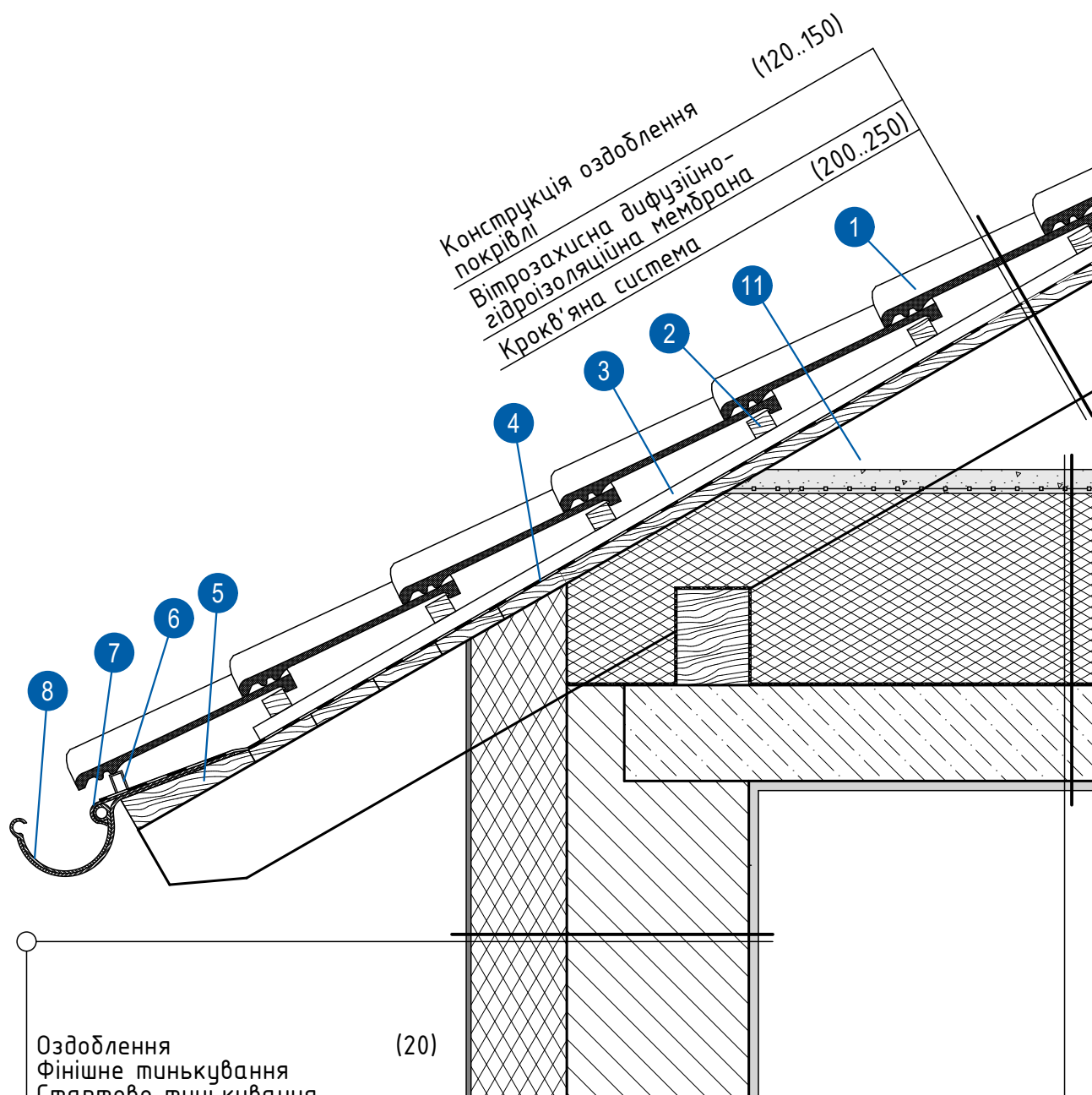
Оздоблення	(20)
Фінішне тинькування	
Стартове тинькування	
Мурування цеглою повнот.	(250, 380, 510)
Мурування цеглою порожн.	(250, 380)
Мурування цеглою силікатн.	(510)
Ніздрюватий бетон	(300, 400)
Керамзитобетон	(320)
Залізобетон	(200)
Утеплювач, клей, ґрунтовка	(150, 200, 250, 300)
Стартове тинькування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

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



	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		У15		У20		У25		У15		У20		У25		У15		У20		У25	
		θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, Вт/(м·К)	θ _{си} , °С	ψ, 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. 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. 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] : $[\Psi_{\max}] = 0,15 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$
■ $R_{\Sigma \text{нр}} < 4,0$ - 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. (380, 510)
Мурування цеглою силікатн. (380, 510)

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

Стартове тинькування (10)
Армуюча сітка
Тинькування
Оздоблення

Бетонна стяжка (50..100)

Відокремлюючий шар

Утеплювач не гігроскоп. (400)

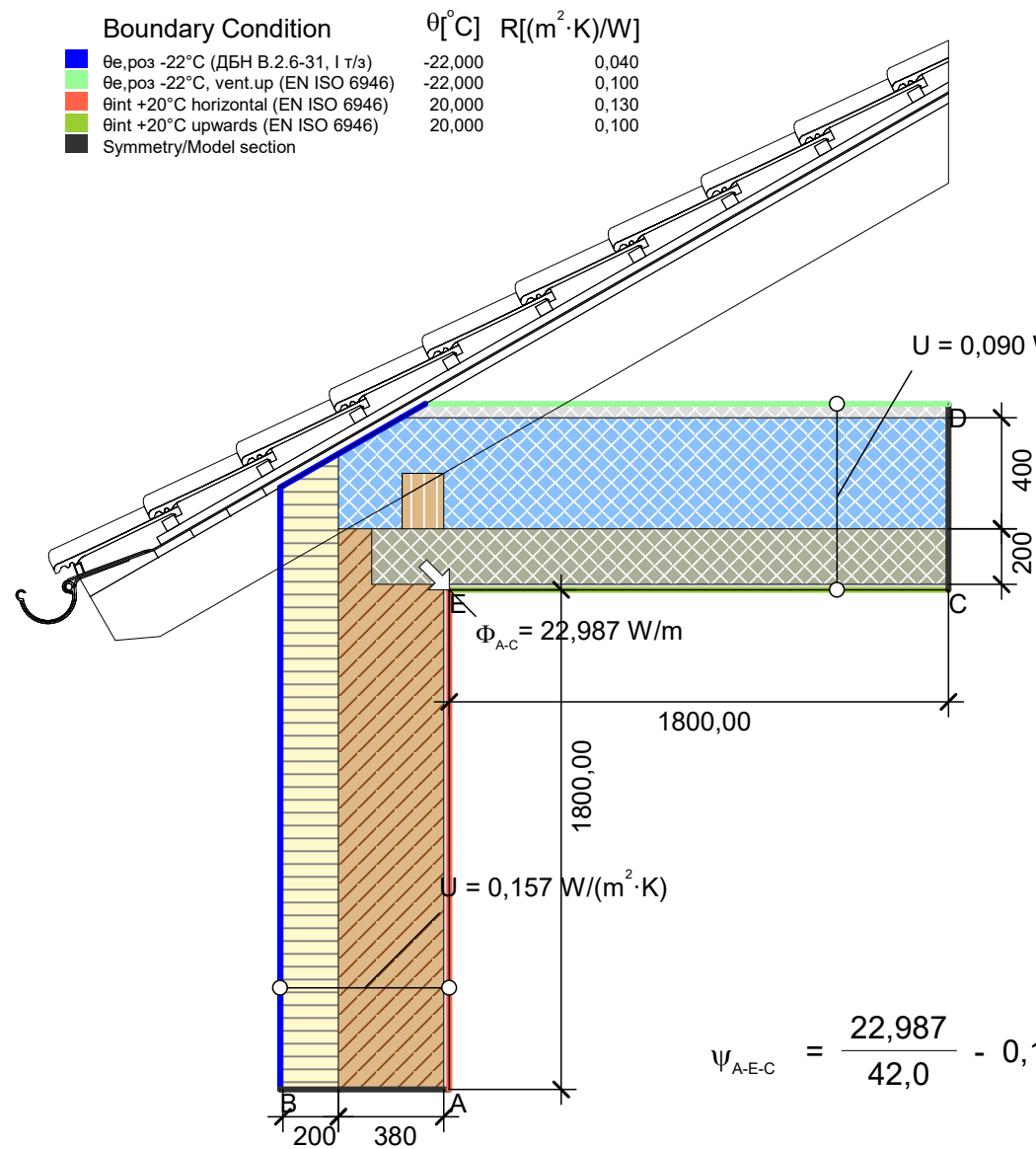
Пароізоляція армована

Плита перекриття з/δ (200)

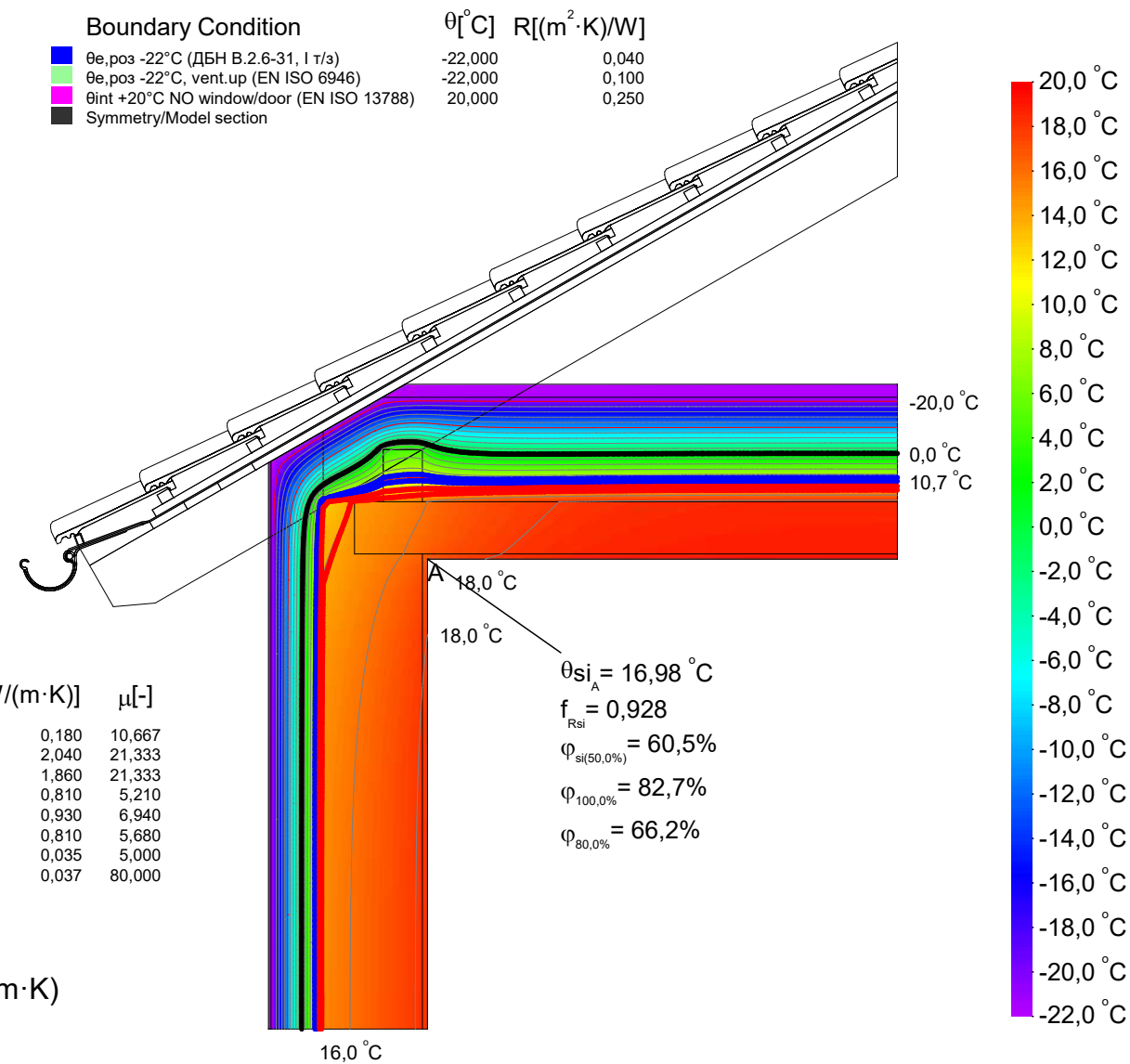
Стартове тинькування (20)
Фінішне тинькування
Оздоблення

1. Черепиця
2. Обрешітка
3. Контробрешітка
4. Вітрозахисна дифузійно-гідроізоляційна мембрана
5. Клиноподібний брус

6. Аероелемент звісу
7. Фартух звісу
8. Водостічний жолоб
11. Крокв'яна система



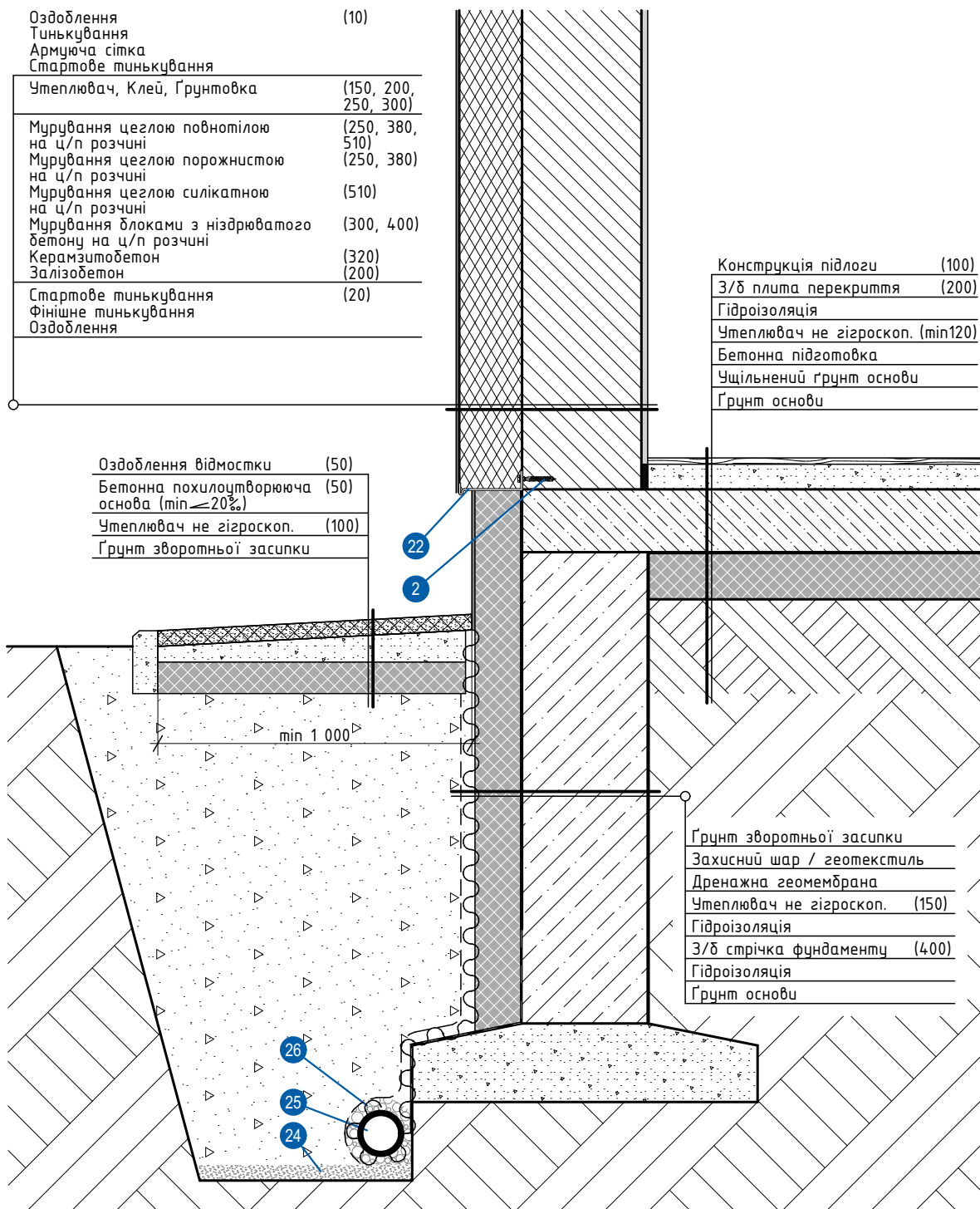
Material	$\lambda[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	$\mu[-]$
51 СОСНА ПОПЕРЕК ВОЛ. (ДСТУ 9191) (1)	0,180	10,667
64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040	21,333
65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860	21,333
66 РОЗЧИН ВАГ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810	5,210
68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,930	6,940
74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)	0,810	5,680
УТЕПЛЮВАЧ ($\lambda=0,035$)	0,035	5,000
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037	80,000

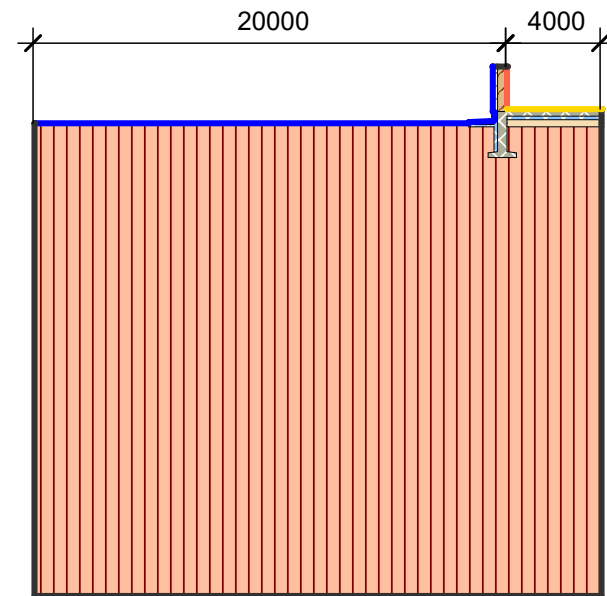


	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)	$\theta_{si},$ $^{\circ}\text{C}$	$\psi,$ Вт/(м·К)
A. ЦСЛ 51 -...- M2	0,870	16,6	✓ 0,120	17,0	✓ 0,112	17,2	✓ 0,107	16,4	✓ 0,127	16,8	✓ 0,117	17,1	✓ 0,112	16,2	✓ 0,132	16,6	✓ 0,122	16,9	✓ 0,117
A. ЦПТ 38 -...- M2	0,810	16,6	✓ 0,114	17,0	✓ 0,104	17,2	✓ 0,099	16,4	✓ 0,120	16,8	✓ 0,110	17,1	✓ 0,104	16,1	✓ 0,127	16,6	✓ 0,115	16,9	✓ 0,109

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$

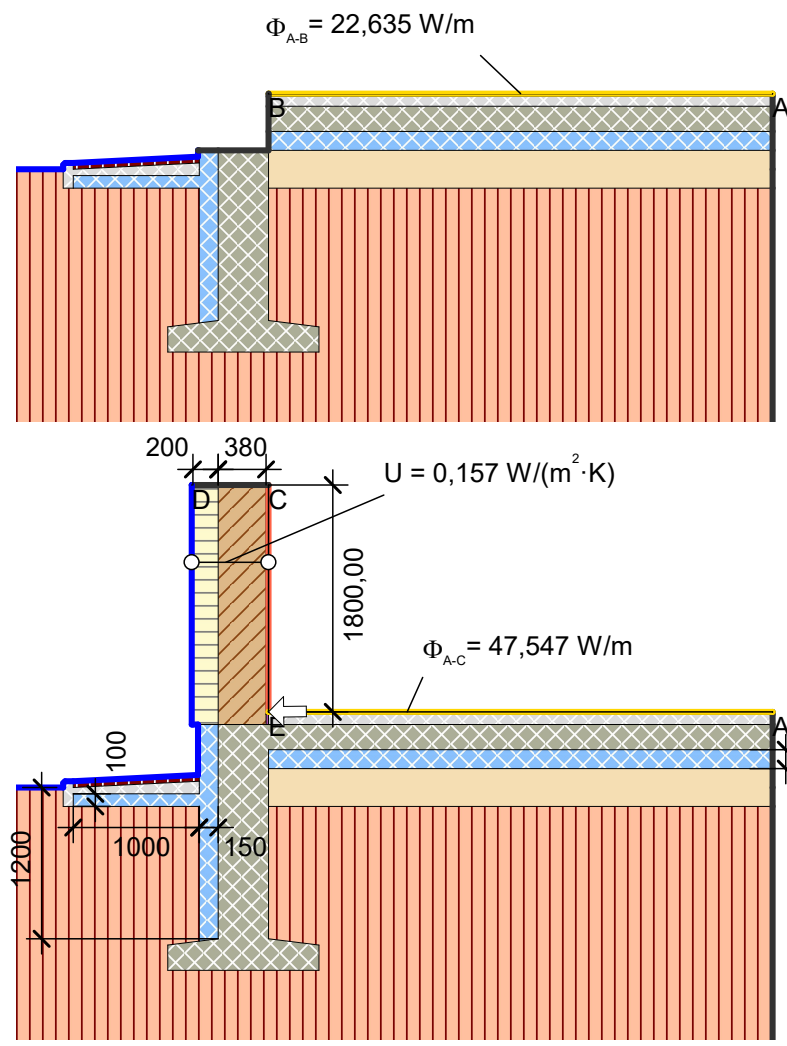
$R_{\Sigma \text{np}} < 4,0$ - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $4,0 < R_{\Sigma \text{np}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $R_{\Sigma \text{np}} > 4,5$ - ОК рекомендовано для nZEB





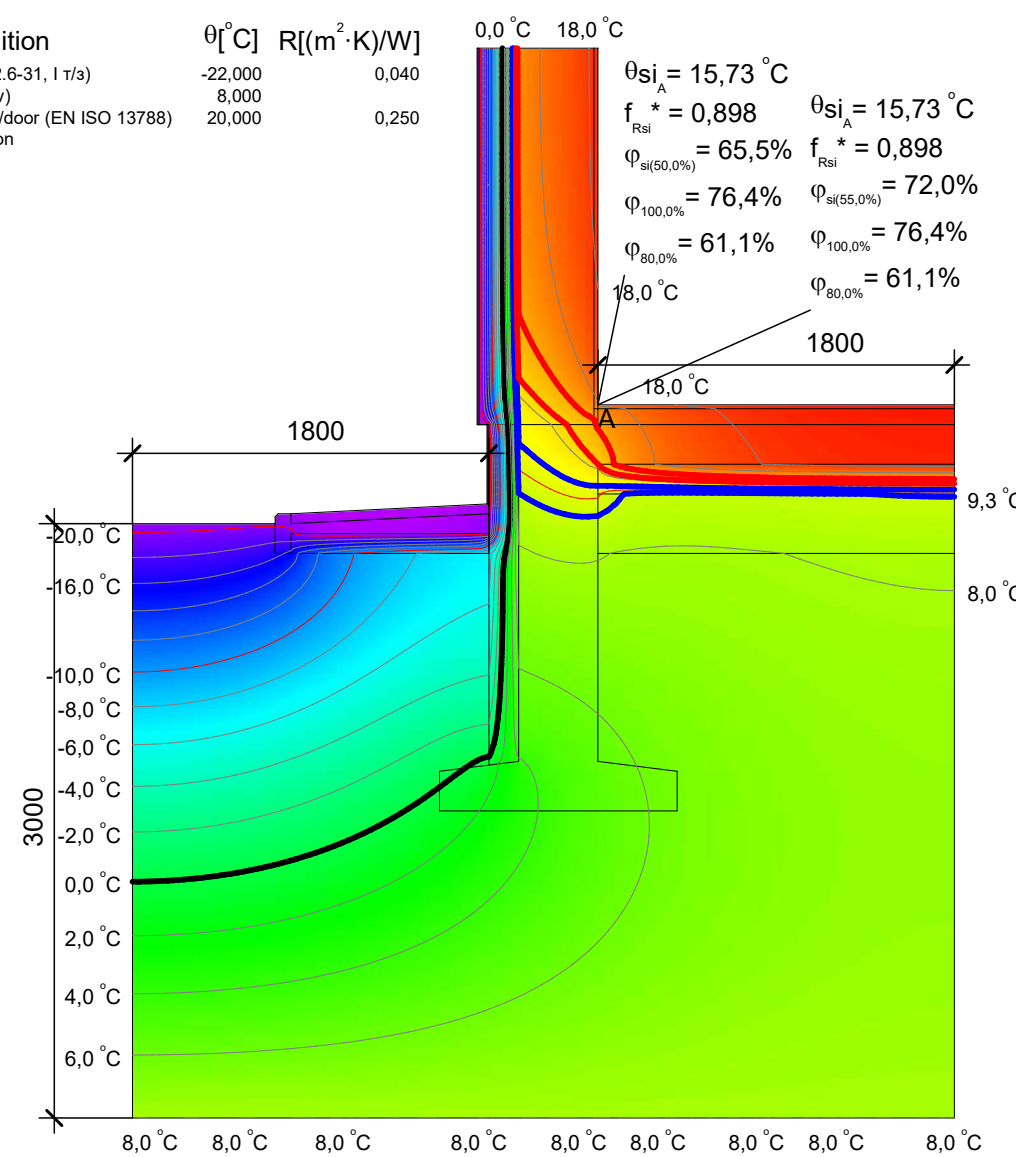
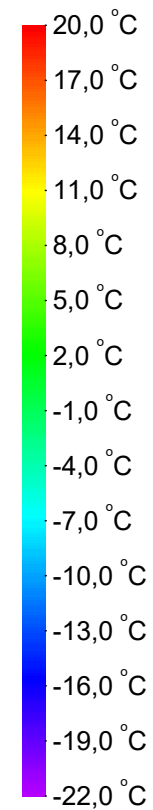
Boundary Condition		θ[°C]	R[(m²·K)/W]
■	θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, І т/з)	-22,000	0,040
	θint +20°C downwards (EN ISO 6946)	20,000	0,170
	θint +20°C horizontal (EN ISO 6946)	20,000	0,130
■		Symmetry/Model section	

Material	λ[W/(m·K)]	μ[-]
31 ПІСОК ДЛЯ БУД/Р (ДСТУ 9191)	0,580	3,765
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
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037	80,000



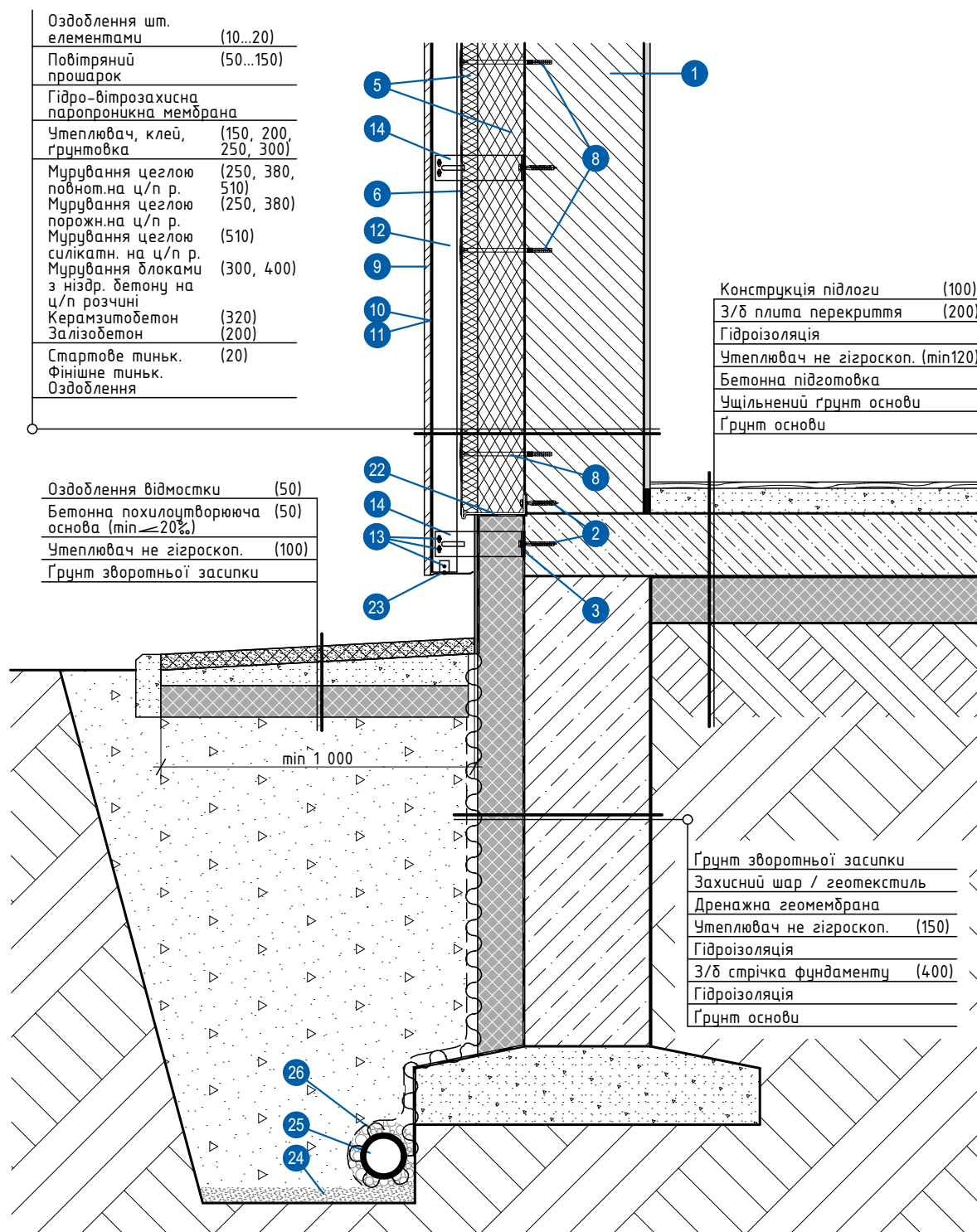
$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{47,547}{42,0} - \frac{22,635}{42,0} - 0,157 \cdot 1,8 = 0,311 \text{ W/(m·K)}$$

Boundary Condition		θ[°C]	R[(m²·K)/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	

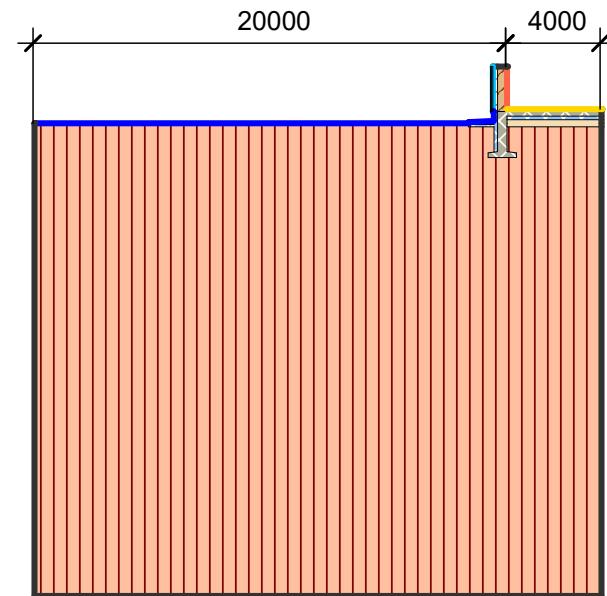


	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, 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	15,8	✓ 0,297	16,0	✓ 0,304	16,1	✓ 0,308	15,7	✓ 0,295	15,9	✓ 0,302	16,1	✓ 0,307	15,6	✓ 0,294	15,8	✓ 0,301	16,0	✓ 0,306
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	15,5	✓ 0,299	15,7	✓ 0,303	15,8	✓ 0,306	15,4	✓ 0,299	15,6	✓ 0,303	15,7	✓ 0,306	15,3	✓ 0,299	15,5	✓ 0,303	15,6	✓ 0,306
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] : [Ψmax]=0,3 Вт/(м·К)
R_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < R_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] R_{Σnp} > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB

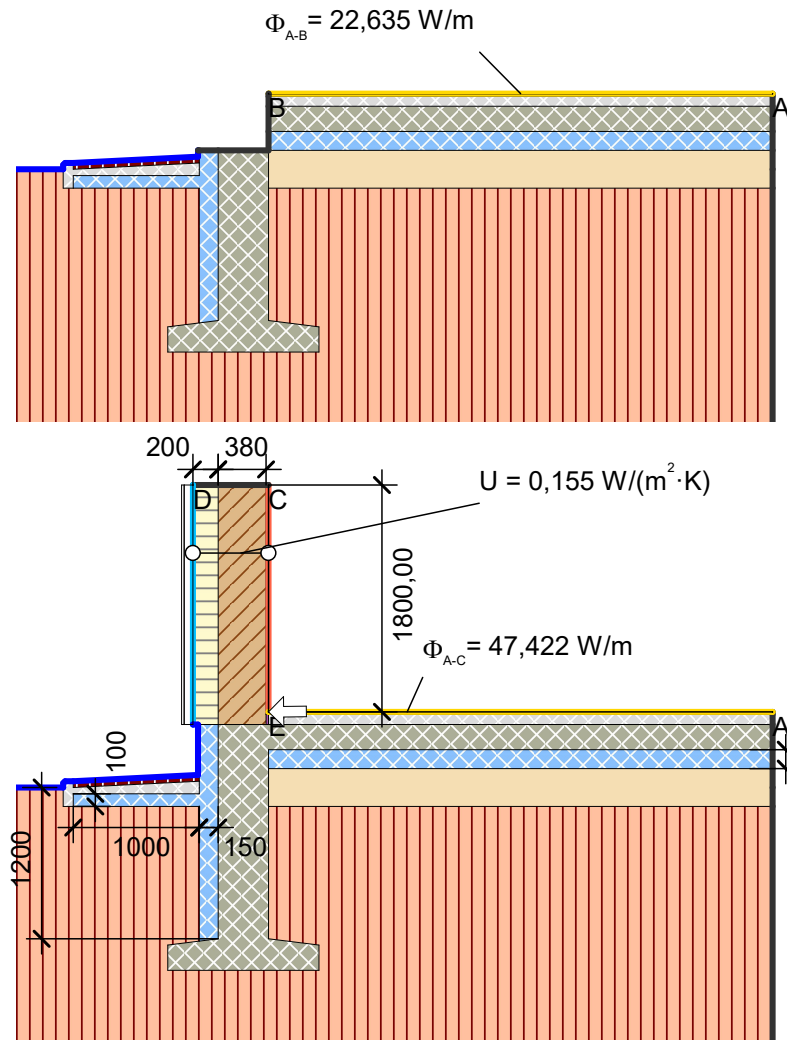


1. Стіна будівлі.
2. Дюбель фасадний.
3. Термоізоляція опорного / несучого кронштейну.
5. Теплоізоляція.
6. Гідро-вітрозахисна паропроникна плівка.
8. Тарічастий анкер.
9. Оздоблення штучними елементами.
10. Клей клейової системи.
11. Фіксуюча стрічка клейової системи.
12. Фасадна стійка.
13. Заклепка 4.8x12.
14. Кронштейн опорний.
22. Цокольний профіль.
23. Перфорована відсічка.
24. Піщана подушка.
25. Дренажна труба.
26. Щебінь.



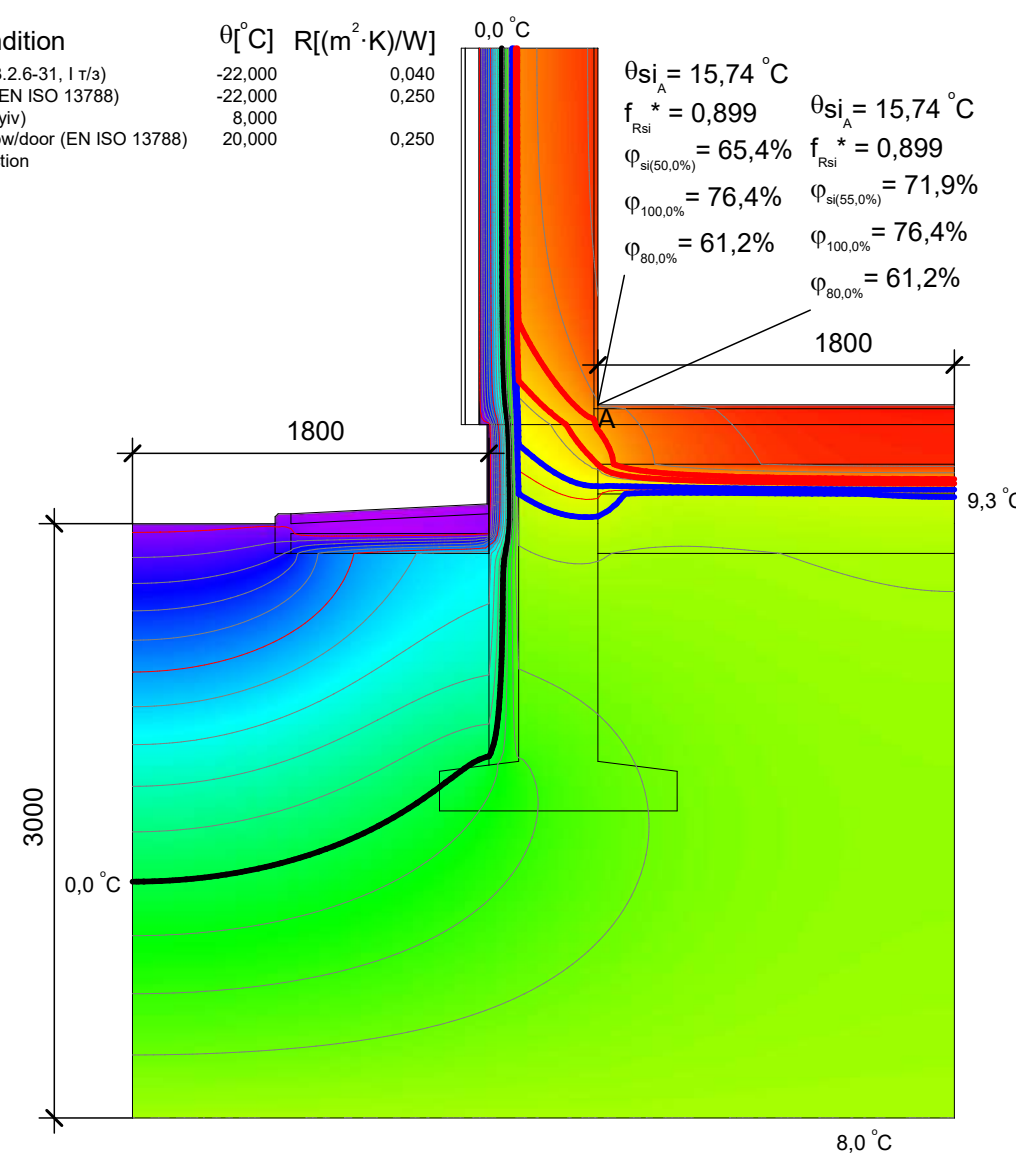
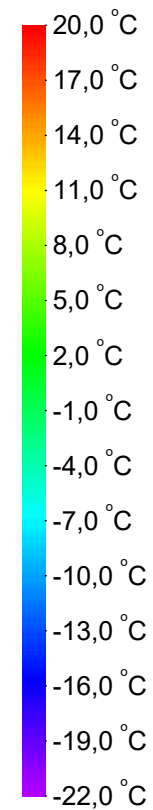
Boundary Condition		θ[°C]	R[(m²·K)/W]
Blue		θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, 1 п/з)	-22,000
Light Blue		θe,poz -22°C, vent.hor (EN ISO 6946)	-22,000
Yellow		θint +20°C downwards (EN ISO 6946)	20,000
Orange		θint +20°C horizontal (EN ISO 6946)	20,000
Black		Symmetry/Model section	

Material		λ[W/(m·K)]	μ[-]
Light Brown		31 ПІСОК ДЛЯ БУД/Р (ДСТУ 9191)	0,580
Dark Brown		53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)	0,230
Grey		64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040
Light Grey		65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860
Dark Grey		66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810
Light Grey		68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,930
Dark Grey		73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)	1,100
Light Brown		74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)	0,810
Pink		Polyethylene foam	0,050
Light Brown		ГРУНТ (λ=2,0 Вт/мК)	2,000
Light Green		УТЕПЛЮВАЧ (λ=0,035)	0,035
Dark Green		УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОП.	0,037



$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{47,422}{42,0} - \frac{22,635}{42,0} - 0,155 \cdot 1,8 = 0,312 \text{ W/(m·K)}$$

Boundary Condition		θ[°C]	R[(m²·K)/W]
Blue		θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, 1 п/з)	-22,000
Light Blue		θe,poz -22°C, vent. (EN ISO 13788)	-22,000
Orange		θgr +8°C (Ground, Kyiv)	8,000
Pink		θint +20°C NO window/door (EN ISO 13788)	20,000
Black		Symmetry/Model section	



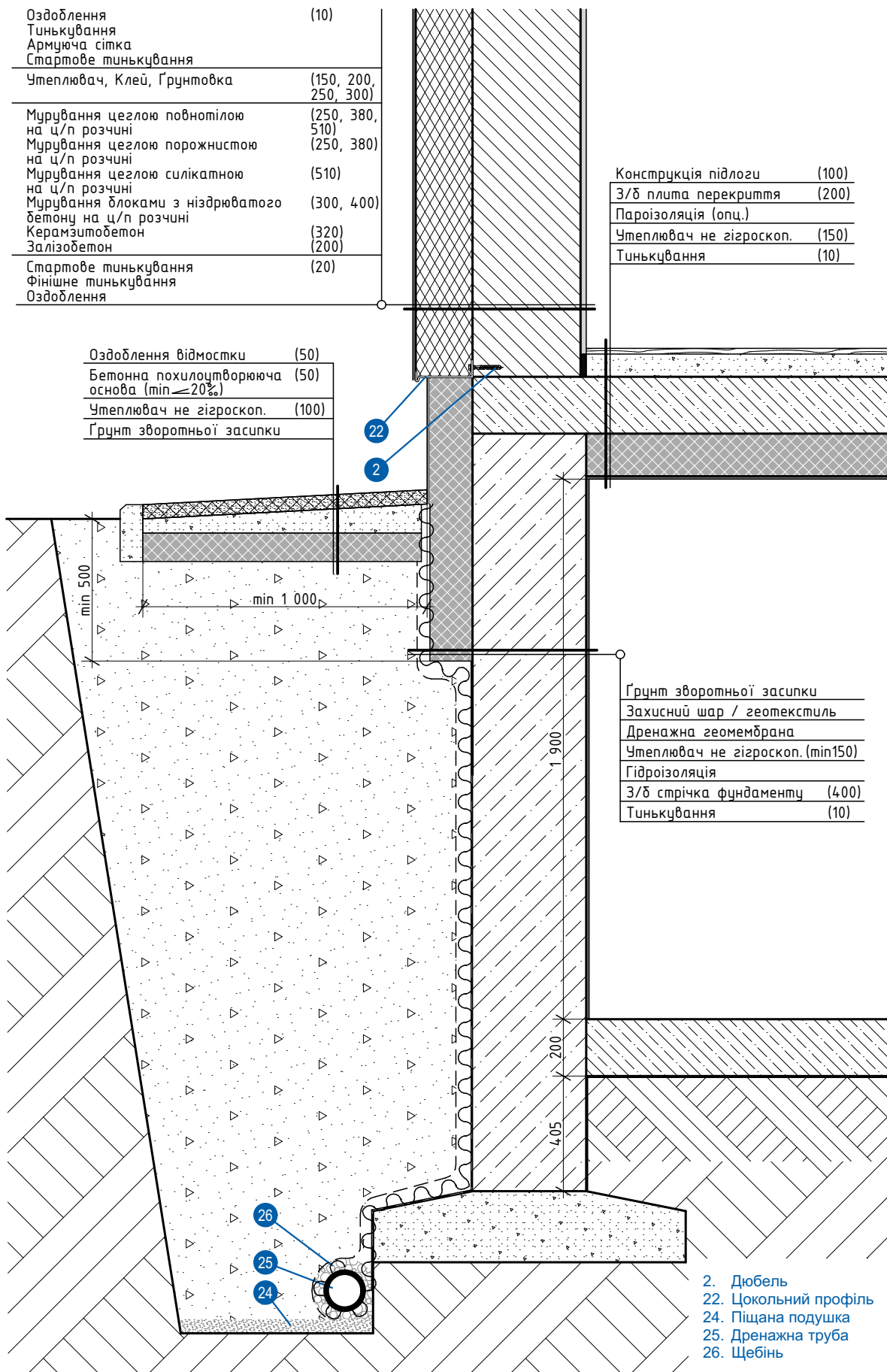
	λ шару ядра OK, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)
Б. ЦПР 25 --- Φ1	0,580	15,4	✓ 0,309	15,6	✓ 0,310	15,7	✓ 0,312	15,3	✓ 0,309	15,5	✓ 0,310	15,6	✓ 0,312	15,2	✓ 0,310	15,4	✓ 0,310	15,5	✓ 0,313
Б. ЦПР 38 --- Φ1	0,580	15,6	✓ 0,296	15,8	✓ 0,297	15,9	✓ 0,300	15,5	✓ 0,295	15,7	✓ 0,297	15,8	✓ 0,300	15,4	✓ 0,295	15,6	✓ 0,296	15,7	✓ 0,300
Б. ЦСЛ 51 --- Φ1	0,870	15,8	✓ 0,298	16,0	✓ 0,304	16,1	✓ 0,309	15,7	✓ 0,296	15,9	✓ 0,303	16,1	✓ 0,307	15,6	✓ 0,295	15,8	✓ 0,301	16,0	✓ 0,306
Б. ЦПТ 25 --- Φ1	0,810	15,4	✓ 0,319	15,6	✓ 0,320	15,7	✓ 0,322	15,3	✓ 0,319	15,5	✓ 0,320	15,6	✓ 0,323	15,1	✓ 0,319	15,4	✓ 0,320	15,5	✓ 0,323
Б. ЦПТ 38 --- Φ1	0,810	15,6	✓ 0,310	15,7	✓ 0,312	15,9	✓ 0,316	15,4	✓ 0,309	15,7	✓ 0,311	15,8	✓ 0,315	15,3	✓ 0,309	15,6	✓ 0,311	15,7	✓ 0,315
Б. НБТ 30 --- Φ1	0,130	15,9	✓ 0,283	16,0	✓ 0,283	16,0	✓ 0,284	15,8	✓ 0,284	15,9	✓ 0,283	16,0	✓ 0,284	15,8	✓ 0,285	15,9	✓ 0,284	15,9	✓ 0,285
Б. КБТ 32 --- Φ1	0,520	15,5	✓ 0,300	15,7	✓ 0,304	15,8	✓ 0,306	15,4	✓ 0,300	15,6	✓ 0,303	15,7	✓ 0,306	15,3	✓ 0,300	15,5	✓ 0,303	15,6	✓ 0,307
Б. ЗБТ 20 --- Φ1	2,040	15,4	✓ 0,341	15,7	✓ 0,342	15,8	✓ 0,345	15,3	✓ 0,341	15,5	✓ 0,343	15,7	✓ 0,346	15,1	✓ 0,341	15,4	✓ 0,343	15,6	✓ 0,346

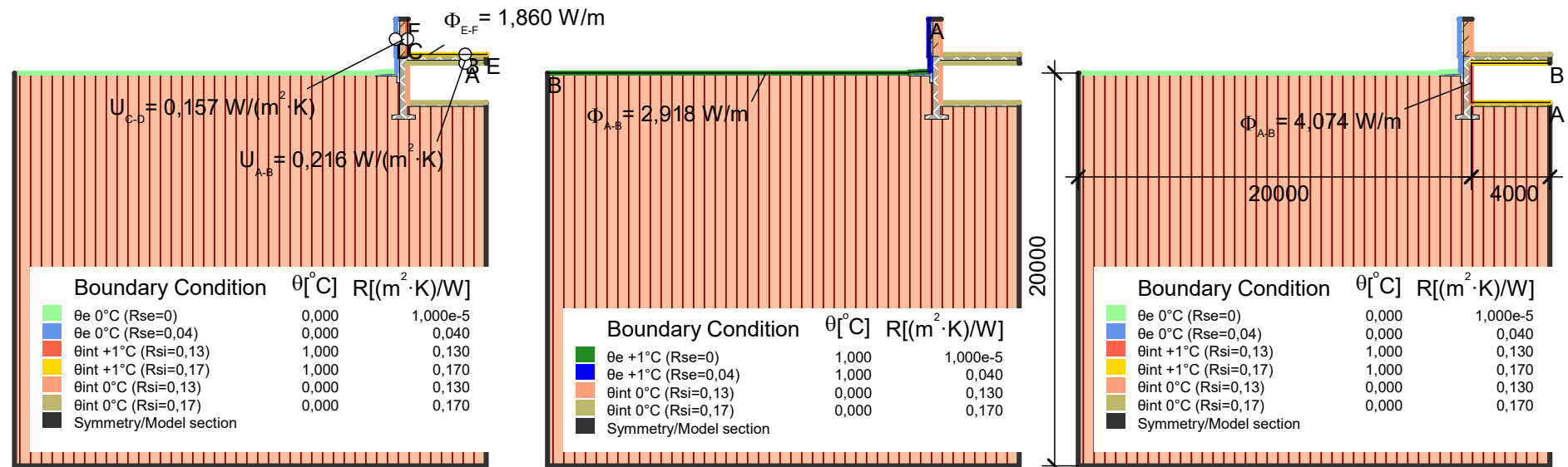
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψ_{max}]=0,3 Вт/(м·К)

Orange box: R_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

Yellow box: 4,0 < R_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

Green box: R_{Σnp} > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB



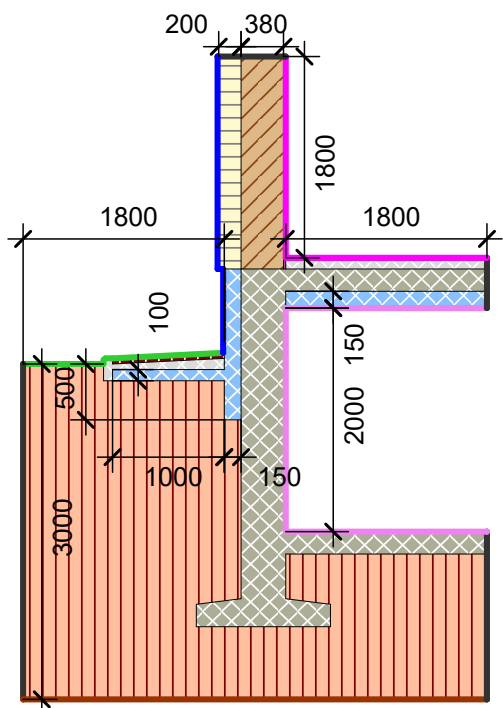


Calc. number	θ_{int} °C	θ_e °C	θ_u °C	Result of calculation (modelling calculations do not take account of air exchange), Bт/(м·К)	U_w Bт/(м²·К)	h_w м	U Bт/(м²·К)	B м
1	1	0	0	$L_1=L_{ie}+L_{iu}$ 1,860	0,157	1,800	0,216	4,000
2	0	1	0	$L_2=L_{ie}+L_{ue}$ 2,918				
3	0	0	1	$L_3=L_{iu}+L_{ue}$ 4,074				

$L_{iu} = 0,5 \times (L_1 - L_2 + L_3) = 1,508 \text{ Bт/(м·К)}$
 $L_{ie} = 0,5 \times (L_1 + L_2 - L_3) = 0,352 \text{ Bт/(м·К)}$
 $L_{ue} = 0,5 \times (L_2 + L_3 - L_1) = 2,566 \text{ Bт/(м·К)}$

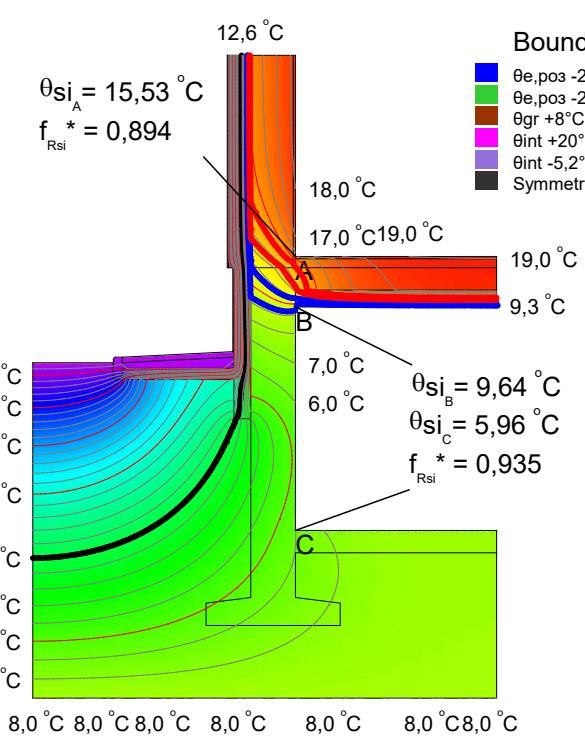
$L_{2D} = \left(\frac{L_{iu} L_{ue}}{L_{iu} + L_{ue}} + L_{ie} \right) = 1,302 \text{ Bт/(м·К)}$

$\Psi_g = L_{2D} - h_w \cdot U_w - 0,5 \times B U = 0,155 \text{ Bт/(м·К)}$



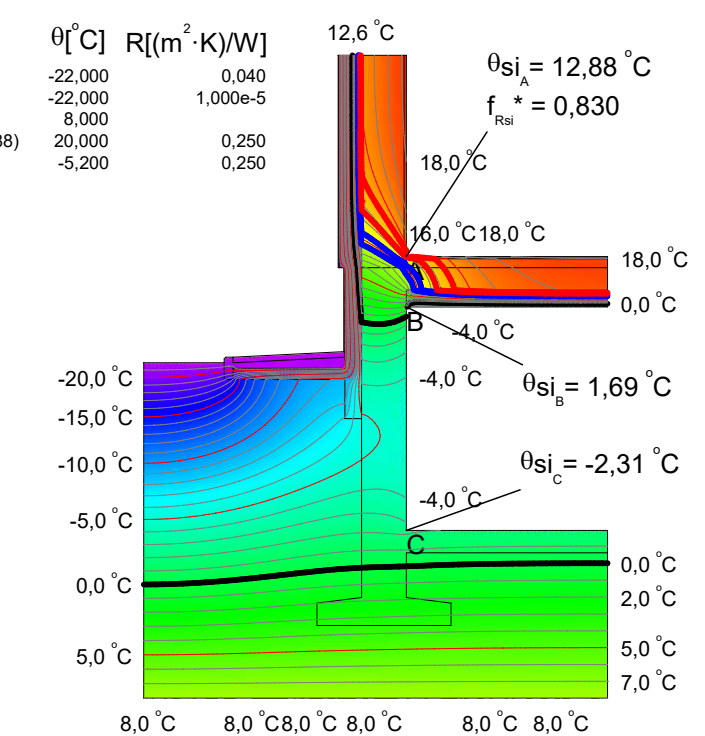
Boundary Condition	$\theta [^{\circ}\text{C}]$	$R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
0e,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, I т/з)	-22,000	0,040
0e,poz -22°C, ground (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
0gr +8°C (Ground, Kyiv)	8,000	0,000
0int +20°C NO window/door (EN ISO 13788)	20,000	0,250
0int +7,9°C (Rsi=0,25)	7,900	0,250
Symmetry/Model section		

Material	$\lambda[\text{W}/(\text{м} \cdot \text{К})]$	$\mu[-]$
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
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОПІЧНИЙ	0,037	80,000



Boundary Condition	$\theta [^{\circ}\text{C}]$	$R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
0e,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, I т/з)	-22,000	0,040
0e,poz -22°C, ground (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
0gr +8°C (Ground, Kyiv)	8,000	0,000
0int +20°C NO window/door (EN ISO 13788)	20,000	0,250
0int -5,2°C (Rsi=0,25)	-5,200	0,250
Symmetry/Model section		

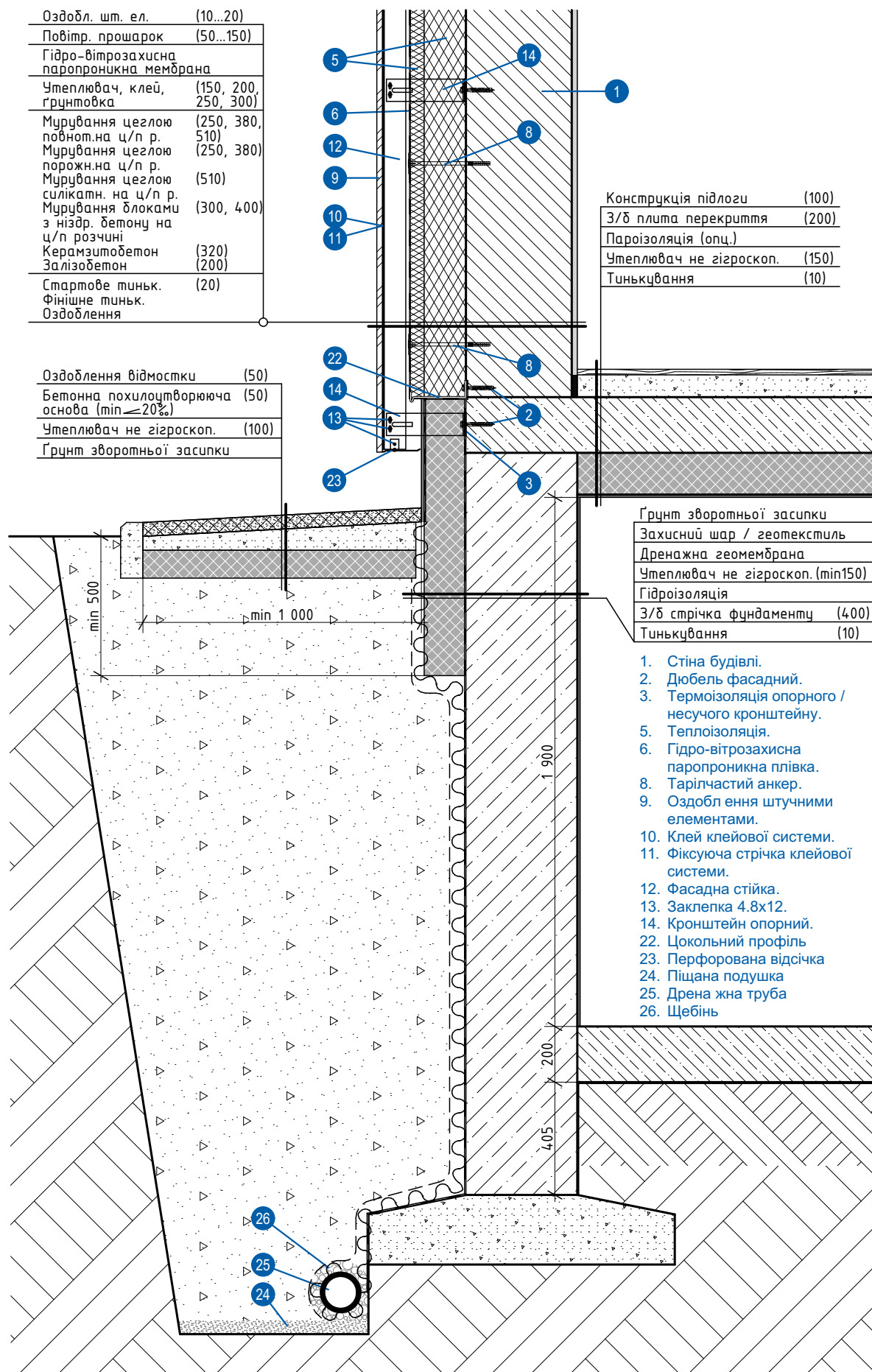
Material	$\lambda[\text{W}/(\text{м} \cdot \text{К})]$	$\mu[-]$
53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)	0,230	12,500
64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040	21,333
65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860	21,333
66 РОЗЧИН ВАП/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810	5,210
68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,930	6,940
73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)	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
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОПІЧНИЙ	0,037	80,000

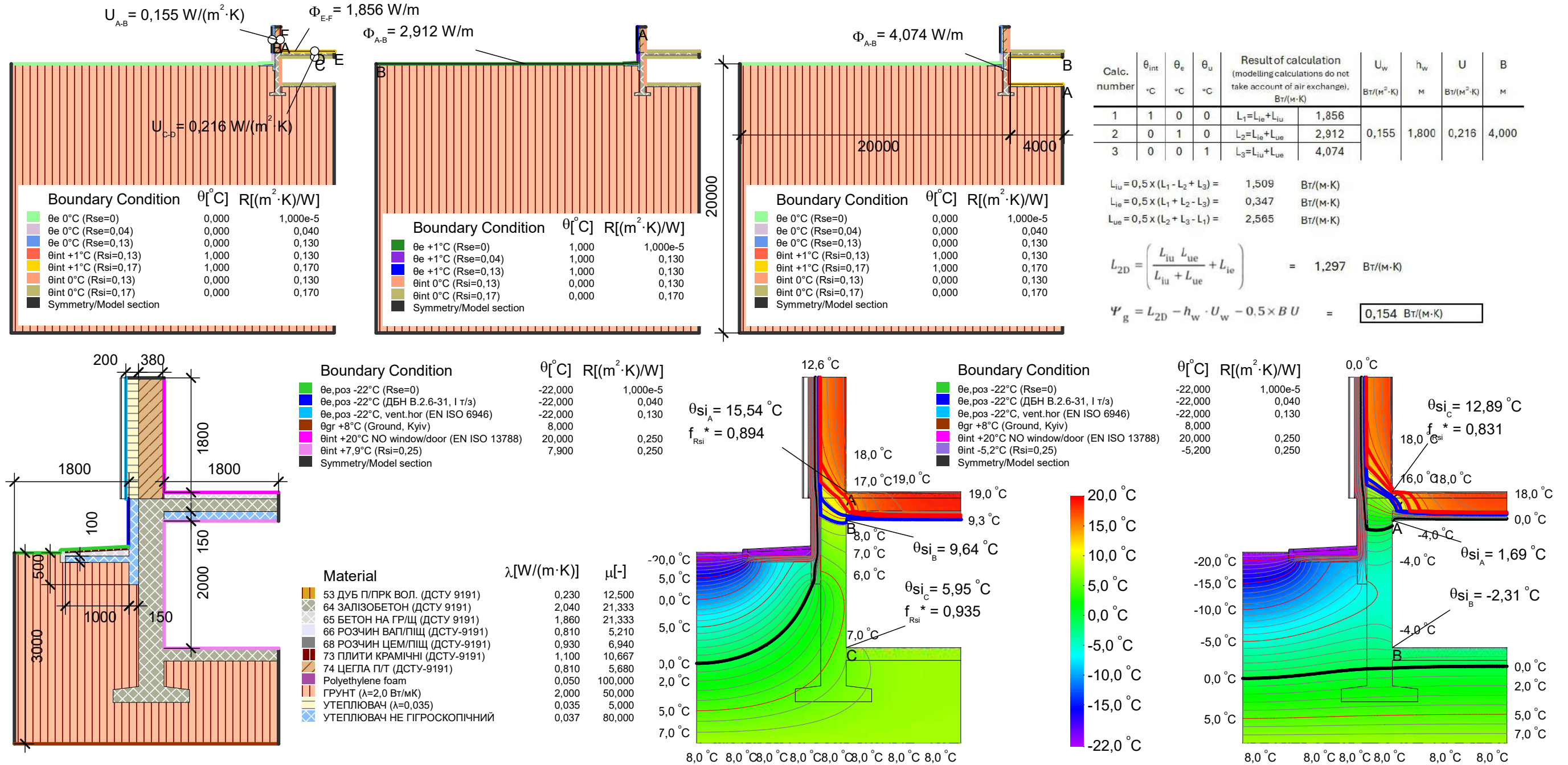


* в таблиці наведено такі типи НОК, які зустрічаються в даному вузловому рішенні в оболонці будівель

	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	Ψ , Вт/(м·К)
A. ЦСЛ 51 --- Φ2	0,870	15,7	0,133	15,9	0,140	16,0	0,146	15,6	0,131	15,8	0,138	15,9	0,144	15,5	0,129	15,7	0,136	15,8	0,142
A. ЦПТ 38 --- Φ2	0,810	15,3	0,149	15,5	0,155	15,6	0,159	15,2	0,148	15,4	0,155	15,6	0,159	15,1	0,146	15,4	0,154	15,5	0,156
A. НБТ 30 --- Φ2	0,130	15,7	0,115	15,8	0,116	15,9	0,118	15,7	0,115	15,8	0,117	15,8	0,119	15,6	0,116	15,7	0,117	15,8	0,119
A. КБТ 32 --- Φ2	0,520	15,3	0,142	15,5	0,146	15,6	0,148	15,2	0,141	15,4	0,145	15,5	0,150	15,1	0,140	15,3	0,145	15,4	0,148

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,3 \text{ Вт/(м·К)}$
 $R_{\Sigma \text{np}} < 4,0$ - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $4,0 < R_{\Sigma \text{np}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] $R_{\Sigma \text{np}} > 4,5$ - ОК рекомендовано для nZEB





* в таблиці наведено такі типи НОК, які зустрічаються в даному вузловому рішенні в оболонці будівель

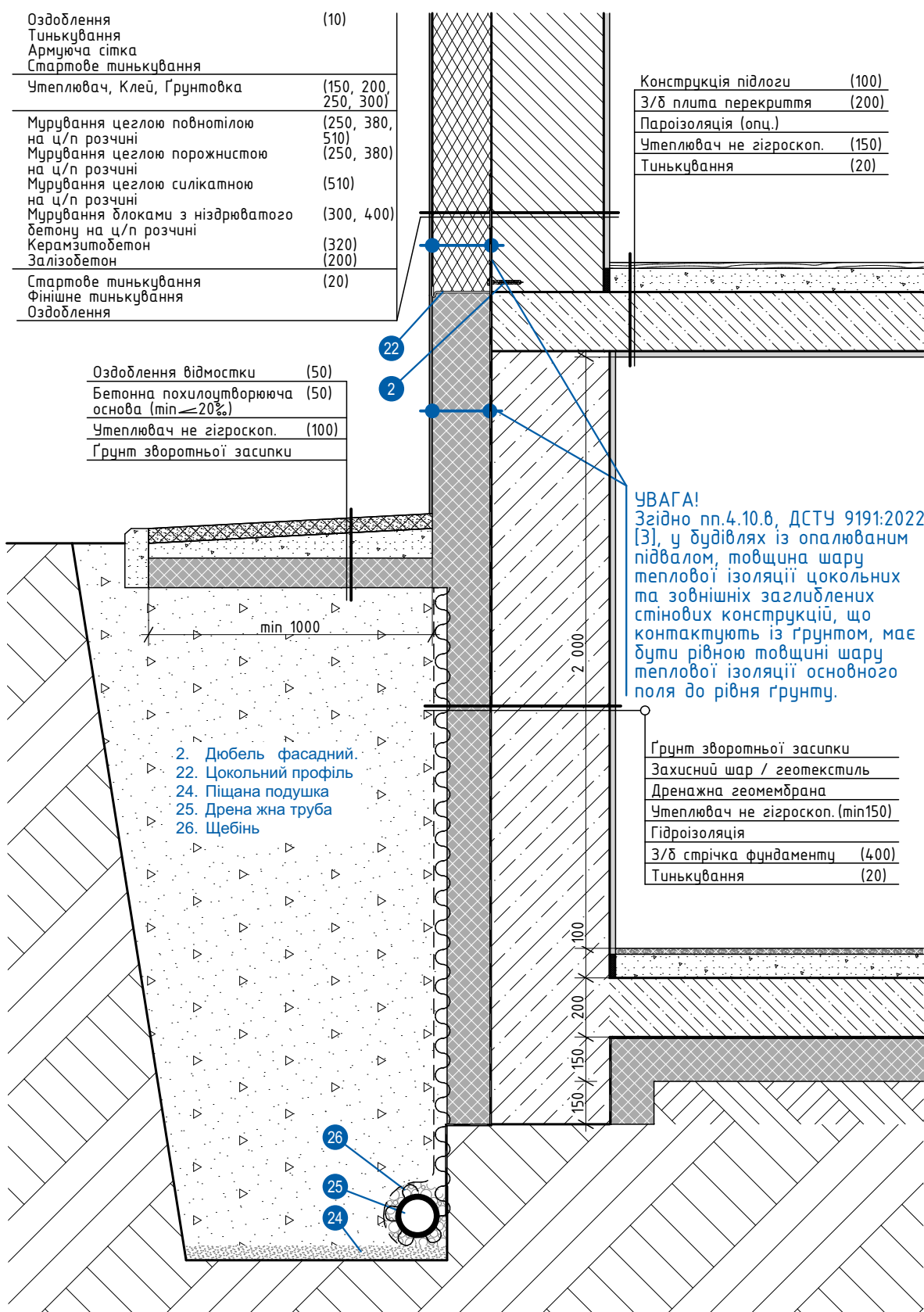
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\theta_{si}, [^\circ\text{C}]$	$\psi, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$
Б. ЦСЛ 51 -...- Φ2	0,870	15,7	✓ 0,133	15,9	✓ 0,140	16,0	✓ 0,145	15,6	✓ 0,131	15,8	✓ 0,137	15,9	✓ 0,145	15,5	✓ 0,127	15,7	✓ 0,136	15,8	✓ 0,141
Б. ЦПТ 38 -...- Φ2	0,810	15,4	✓ 0,150	15,5	✓ 0,154	15,6	✓ 0,158	15,3	✓ 0,148	15,5	✓ 0,153	15,6	✓ 0,157	15,2	✓ 0,146	15,4	✓ 0,152	15,5	✓ 0,158
Б. НБТ 30 -...- Φ2	0,130	15,7	✓ 0,115	15,8	✓ 0,116	15,9	✓ 0,116	15,7	✓ 0,114	15,8	✓ 0,114	15,8	✓ 0,117	15,6	✓ 0,115	15,7	✓ 0,115	15,8	✓ 0,116
Б. КБТ 32 -...- Φ2	0,520	15,3	✓ 0,142	15,5	✓ 0,146	15,6	✓ 0,149	15,2	✓ 0,141	15,4	✓ 0,146	15,5	✓ 0,148	15,1	✓ 0,141	15,3	✓ 0,144	15,4	✓ 0,147

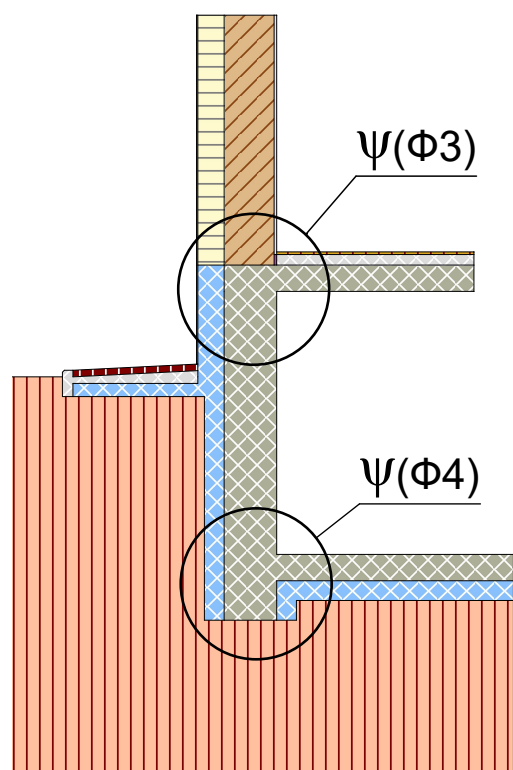
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\max}] = 0,3 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$

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

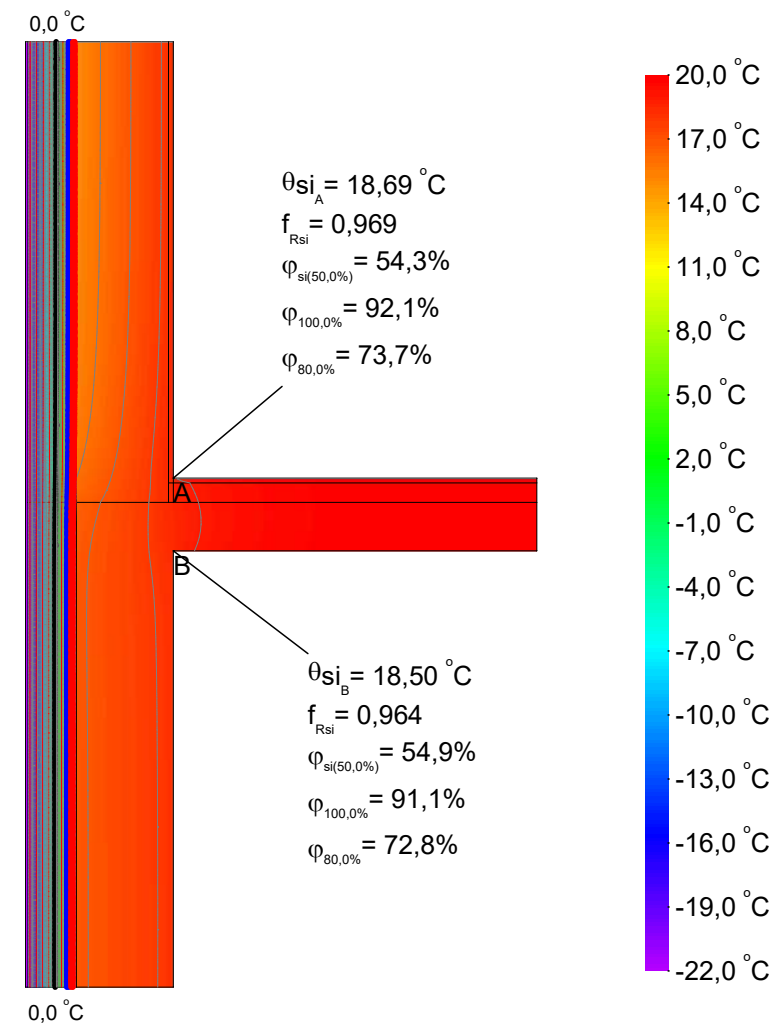
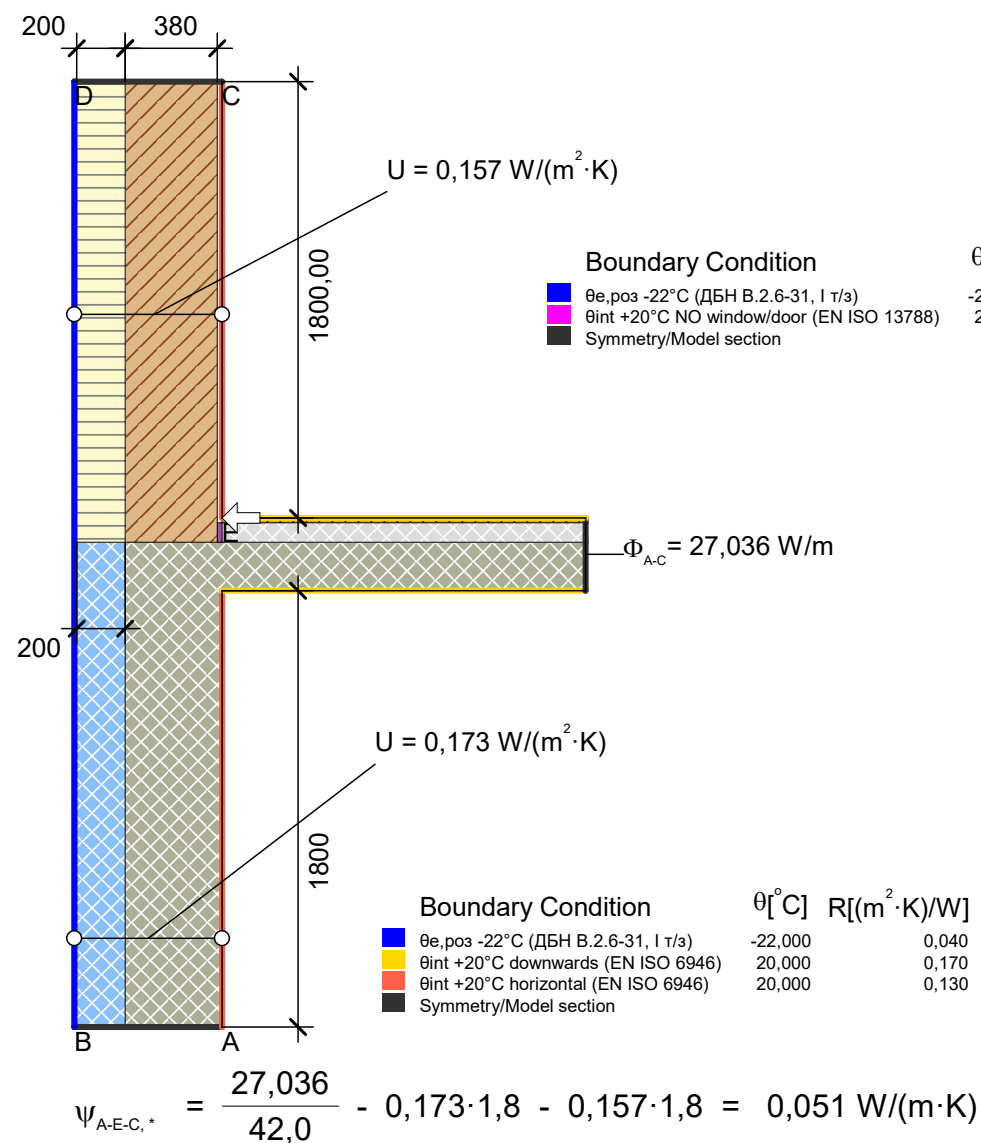
$4,0 < R_{\Sigma \text{нр}} < 4,5$ - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

$R_{\Sigma \text{нр}} > 4,5$ - ОК рекомендовано для пЗЕВ





Material	$\lambda[W/(m \cdot K)]$	$\mu[-]$
53 ДУБ П/ПРК ВОП. (ДСТУ 9191)	0,230	12,500
64 ЗАЛІЗБЕТОН (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 ($\lambda=2,0$ Вт/мК)	2,000	50,000
УТЕПЛЮВАЧ ($\lambda=0,035$)	0,035	5,000
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ПІГРОСКОПІЧНИЙ	0,037	80,000



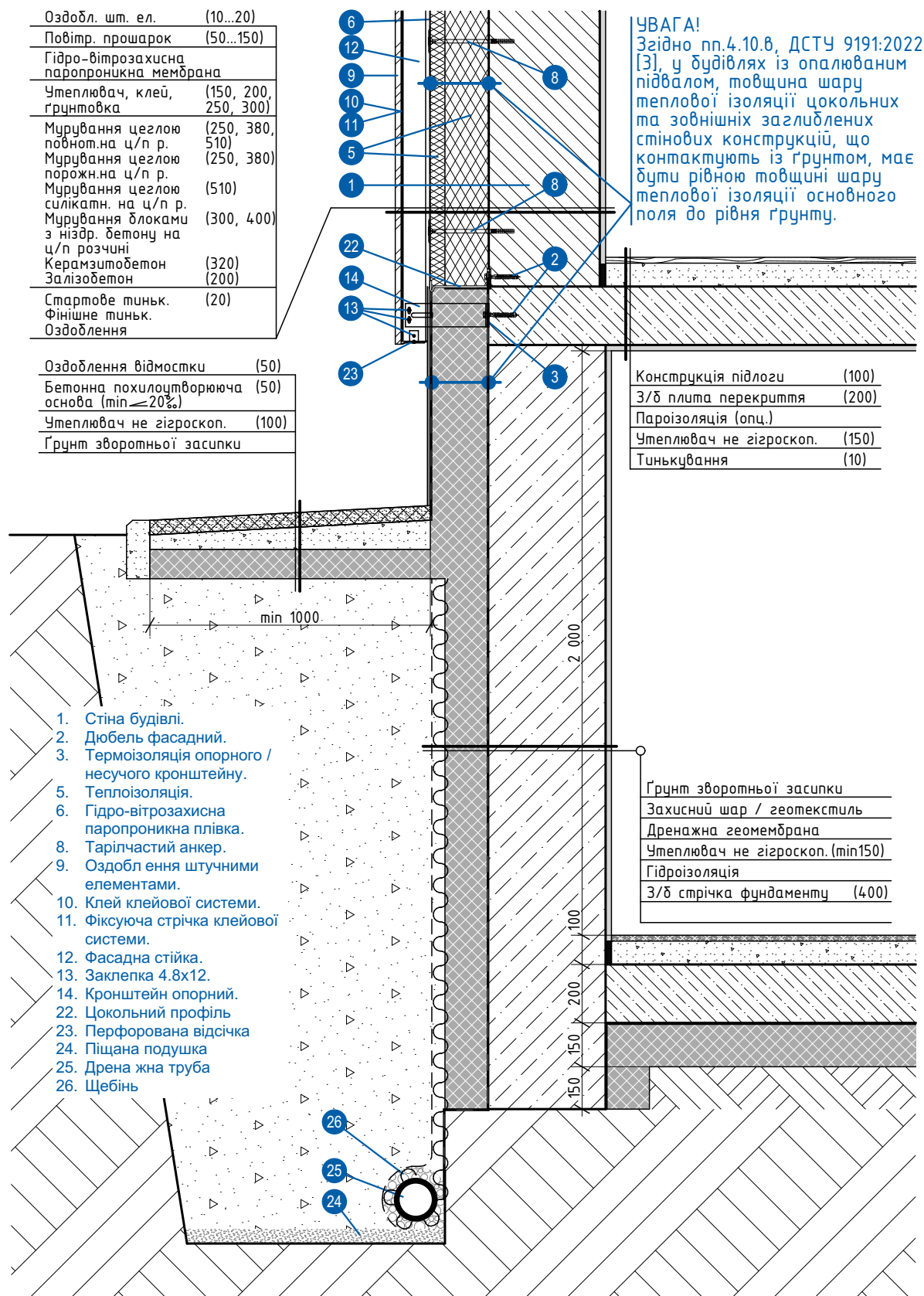
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		У15		У20		У25		У15		У20		У25		У15		У20		У25	
		θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)
A. ЦПР 25 -...- Φ3	0,580	18,1	✔ 0,066	18,6	✔ 0,051	19,3	✔ 0,041	18,0	✔ 0,069	18,5	✔ 0,053	19,2	✔ 0,043	17,9	✔ 0,072	18,4	✔ 0,055	19,2	✔ 0,045
A. ЦПР 38 -...- Φ3	0,580	18,0	✔ 0,066	18,5	✔ 0,051	19,2	✔ 0,041	18,0	✔ 0,069	18,4	✔ 0,053	19,2	✔ 0,043	17,9	✔ 0,073	18,4	✔ 0,056	19,1	✔ 0,045
A. ЦСЛ 51 -...- Φ3	0,870	17,8	✔ 0,066	18,3	✔ 0,051	19,1	✔ 0,041	17,7	✔ 0,070	18,2	✔ 0,053	19,1	✔ 0,043	17,6	✔ 0,073	18,2	✔ 0,056	19,0	✔ 0,045
A. ЦПТ 25 -...- Φ3	0,810	18,3	✔ 0,066	18,7	✔ 0,051	19,3	✔ 0,041	18,2	✔ 0,069	18,6	✔ 0,053	19,2	✔ 0,043	18,2	✔ 0,072	18,6	✔ 0,055	19,2	✔ 0,045
A. ЦПТ 38 -...- Φ3	0,810	18,1	✔ 0,066	18,5	✔ 0,051	19,2	✔ 0,041	18,0	✔ 0,069	18,4	✔ 0,053	19,2	✔ 0,043	17,9	✔ 0,072	18,4	✔ 0,055	19,1	✔ 0,045
A. НБТ 30 -...- Φ3	0,130	18,2	✔ 0,067	18,6	✔ 0,052	19,2	✔ 0,042	18,1	✔ 0,070	18,5	✔ 0,054	19,2	✔ 0,044	18,1	✔ 0,073	18,5	✔ 0,057	19,2	✔ 0,046
A. КБТ 32 -...- Φ3	0,520	18,1	✔ 0,066	18,6	✔ 0,051	19,2	✔ 0,041	18,1	✔ 0,069	18,5	✔ 0,053	19,2	✔ 0,043	18,0	✔ 0,072	18,5	✔ 0,055	19,2	✔ 0,045
A. ЗБТ 20 -...- Φ3	2,040	17,8	✔ 0,067	18,3	✔ 0,051	19,1	✔ 0,042	17,7	✔ 0,070	18,2	✔ 0,054	19,1	✔ 0,043	17,5	✔ 0,073	18,1	✔ 0,056	19,0	✔ 0,045

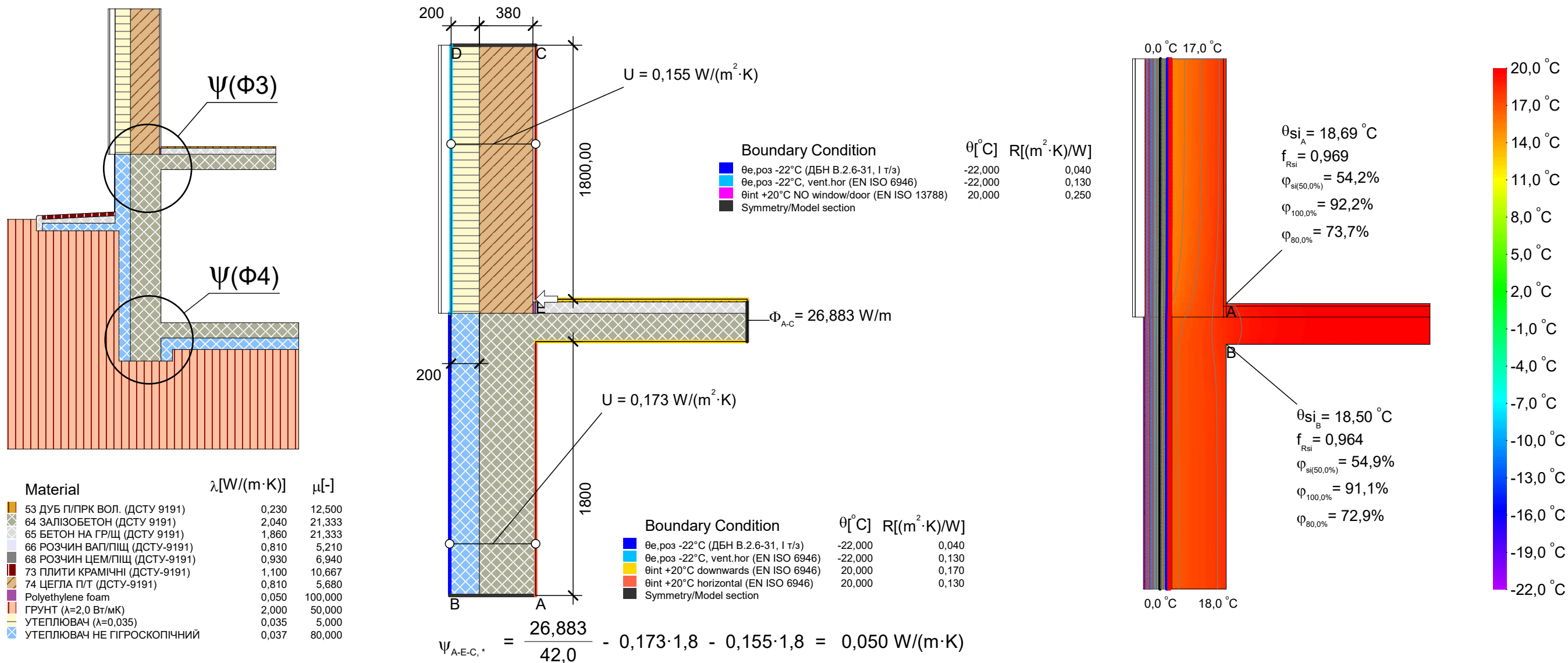
✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13]: $[\Psi_{\max}] = 0,3 \text{ Вт/(м·К)}$

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

4,0 < R_{Σпр} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

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





* значення, для НОК класу Б, які відсутні в таблиці приймати відповідно вузловим рішенням НОК класу А (арк.59)

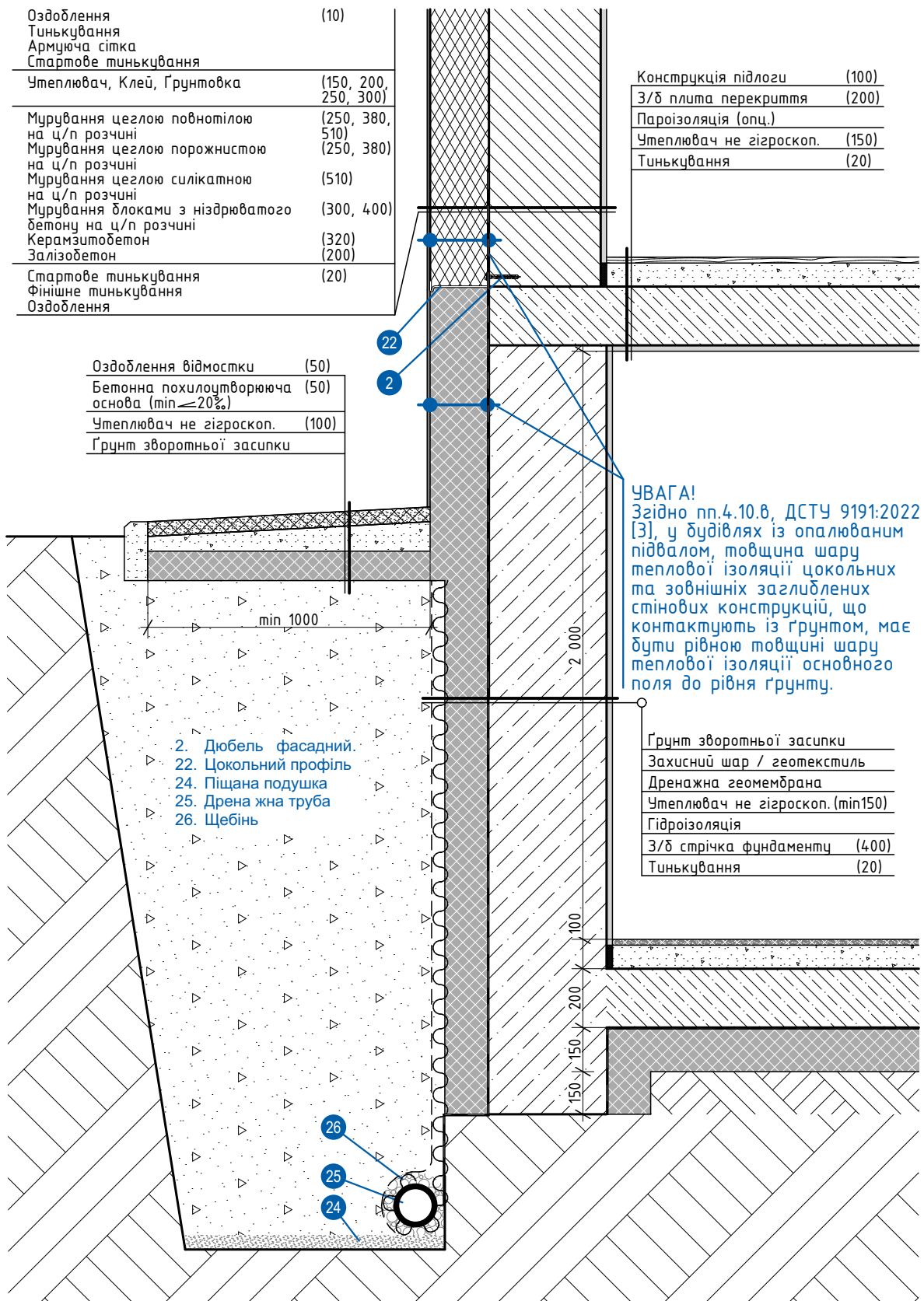
	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	$\lambda 35$						$\lambda 40$						$\lambda 45$					
		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25		Y15		Y20		Y25	
		θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)	θ_{si} , °C	ψ , Вт/(м·К)
Б. ЦПР 38 -...- Ф3	0,580	18,0	✓ 0,066	18,5	✓ 0,051	19,2	✓ 0,041	18,0	✓ 0,069	18,4	✓ 0,053	19,2	✓ 0,043	17,9	✓ 0,072	18,4	✓ 0,055	19,1	✓ 0,045
Б. ЦПТ 38 -...- Ф3	0,810	18,1	✓ 0,066	18,5	✓ 0,050	19,2	✓ 0,041	18,0	✓ 0,069	18,4	✓ 0,053	19,2	✓ 0,043	17,9	✓ 0,071	18,4	✓ 0,055	19,2	✓ 0,045

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{max}] = 0,3 \text{ Вт/(м·К)}$

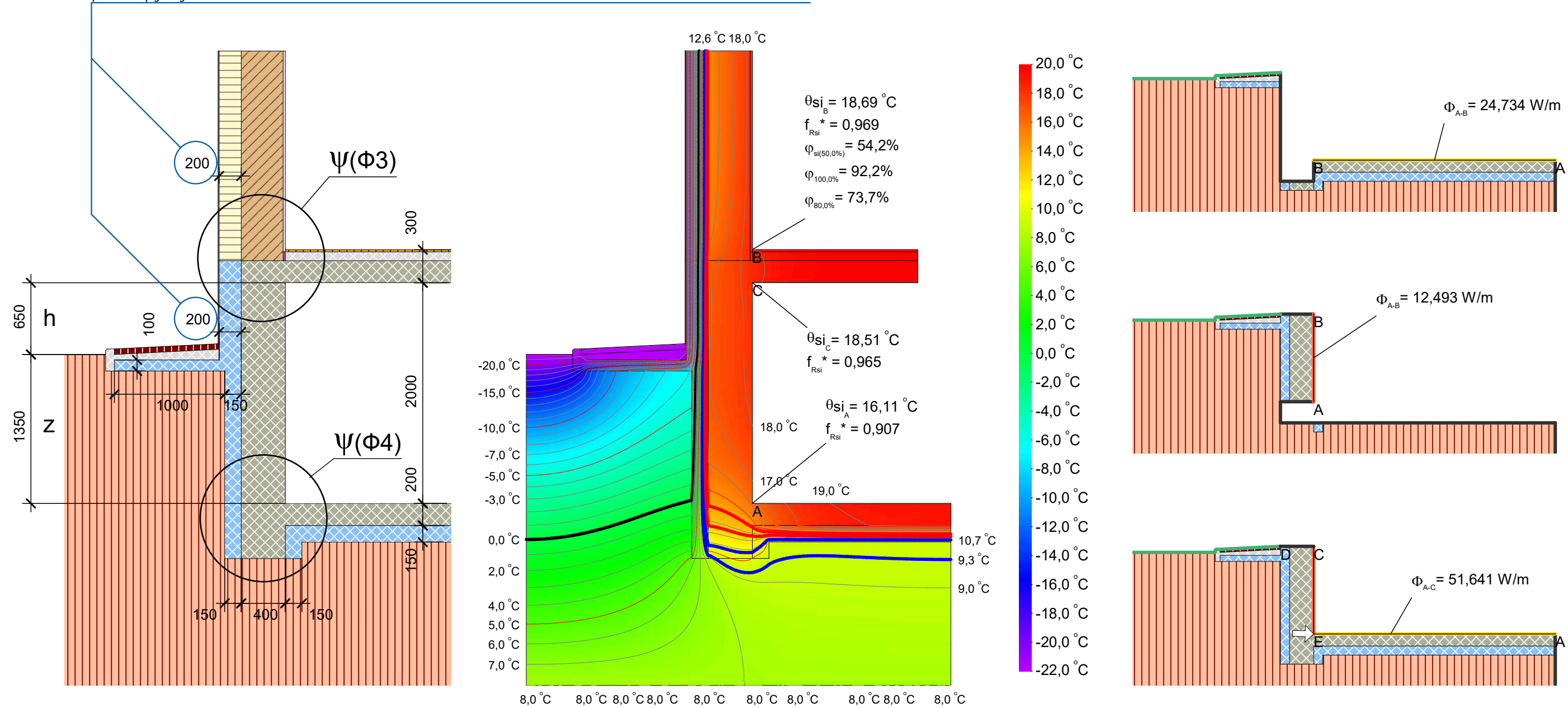
Р_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

4,0 < Р_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1]

Р_{Σnp} > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB



УВАГА!
Згідно пп.4.10.в, ДСТУ 9191:2022 [3], у будівлях із опалюваним підвалом, товщина шару теплової ізоляції цокольних та зовнішніх заглиблених стінових конструкцій, що контактують із ґрунтом, має бути рівною товщині шару теплової ізоляції основного поля до рівня ґрунту.



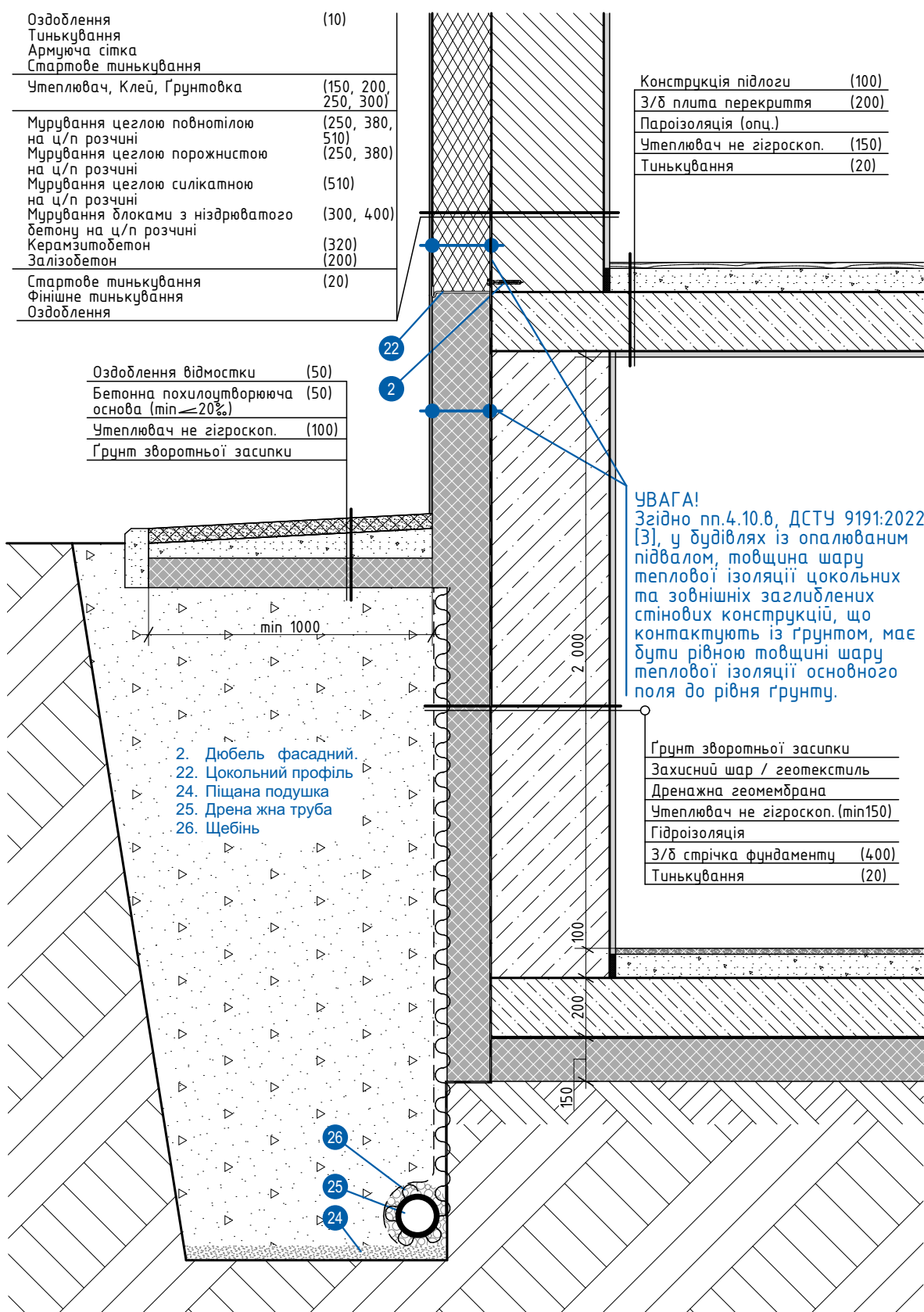
Material	$\lambda[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	$\mu[-]$
53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)	0,230	12,500
64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040	21,333
65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860	21,333
66 РОЗЧИН ВАГ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810	5,210
68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,930	6,940
73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)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

Boundary Condition	$\theta[^\circ\text{C}]$	$R[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$
$\theta_{e,\text{poz}} -22^\circ\text{C}$ (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
$\theta_{e,\text{poz}} -22^\circ\text{C}$ (ДБН В.2.6-31, І т/з)	-22,000	0,040
$\theta_{gr} +8^\circ\text{C}$ (Ground, Kyiv)	8,000	
$\theta_{int} +20^\circ\text{C}$ NO window/door (EN ISO 13788)	20,000	0,250
Symmetry/Model section		

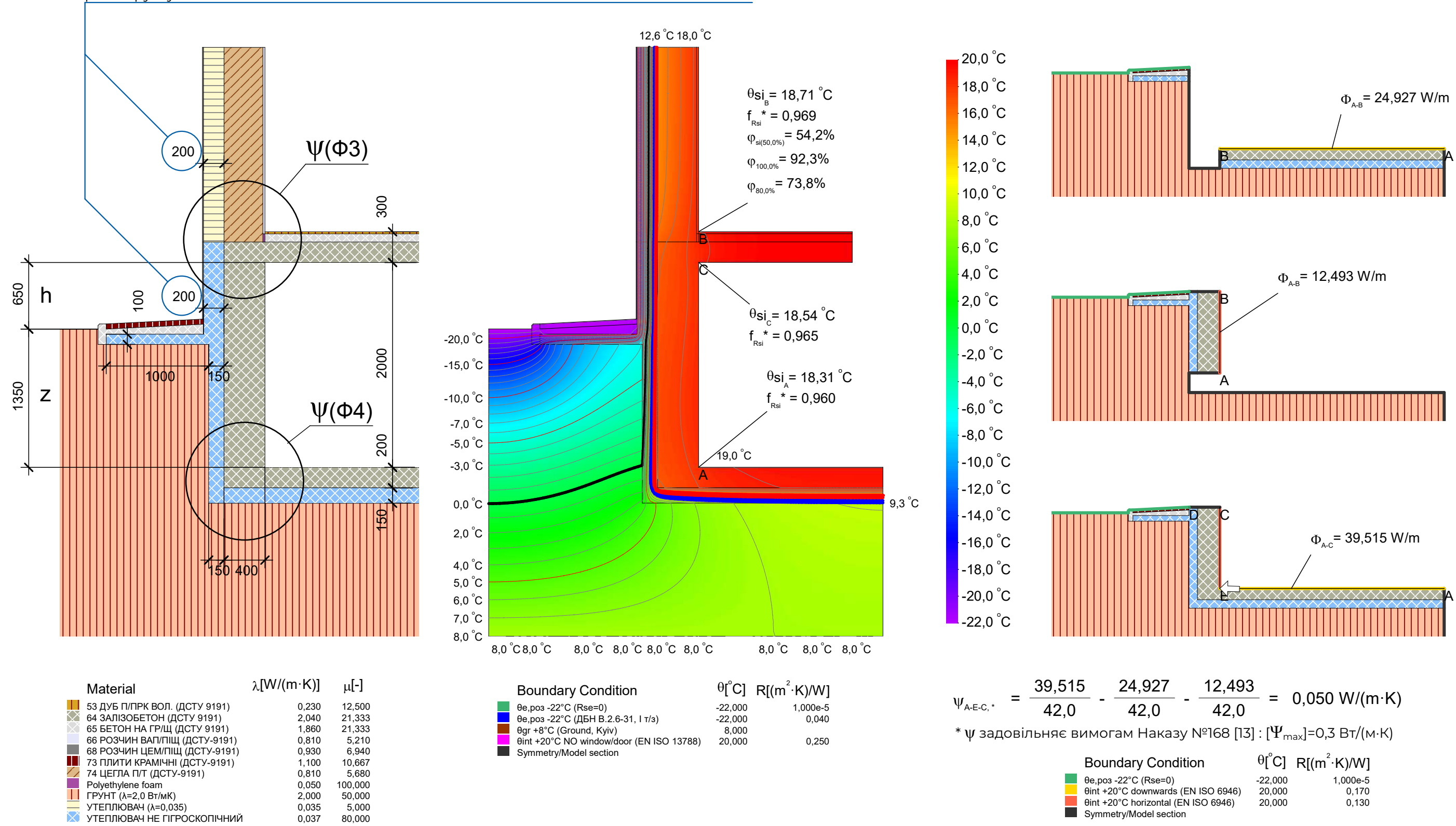
$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{51,641}{42,0} - \frac{24,734}{42,0} - \frac{12,493}{42,0} = 0,343 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

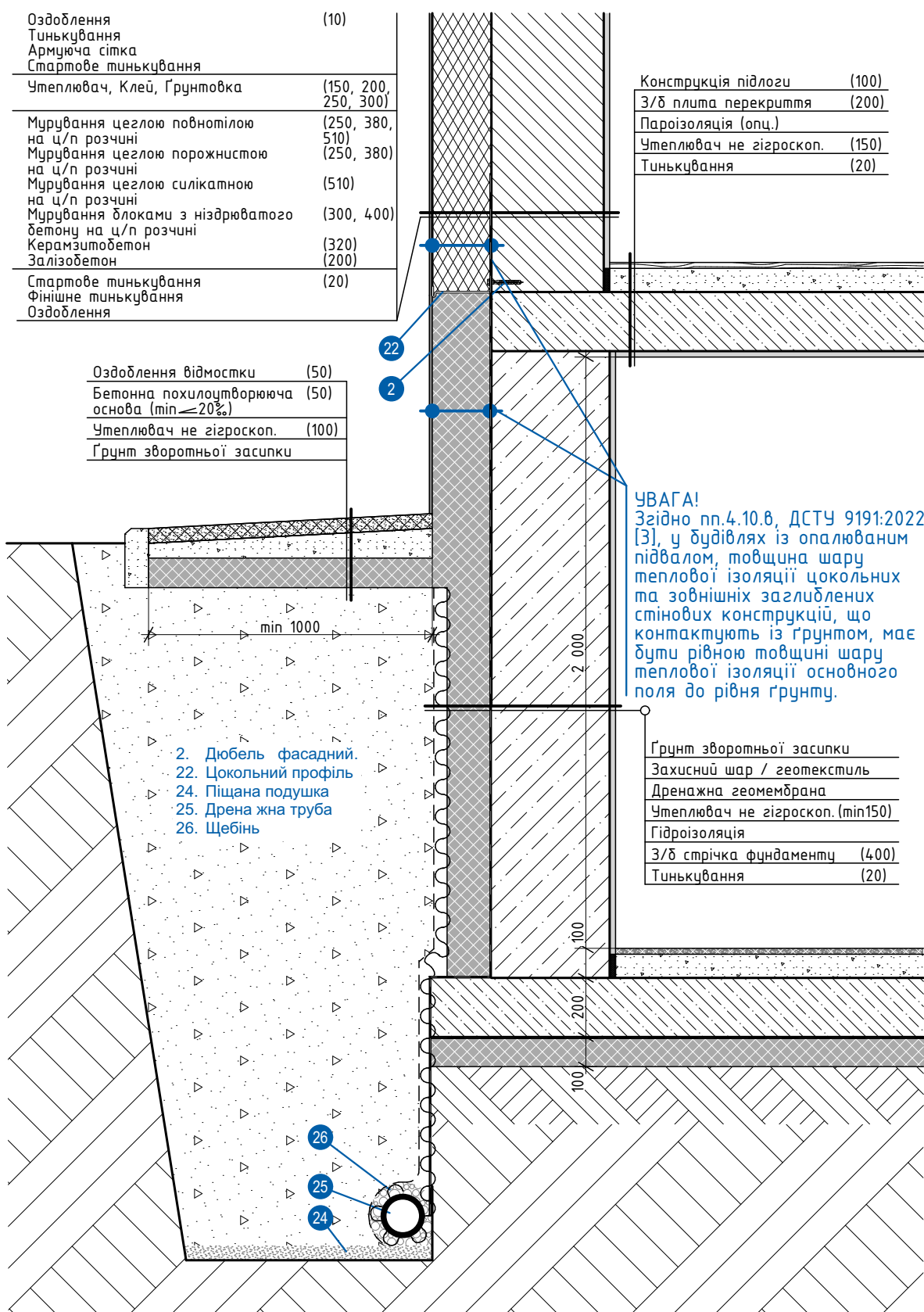
* Ψ задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : $[\Psi_{\text{max}}]=0,3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$

Boundary Condition	$\theta[^\circ\text{C}]$	$R[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$
$\theta_{e,\text{poz}} -22^\circ\text{C}$ (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
$\theta_{int} +20^\circ\text{C}$ downwards (EN ISO 6946)	20,000	0,170
$\theta_{int} +20^\circ\text{C}$ horizontal (EN ISO 6946)	20,000	0,130
Symmetry/Model section		

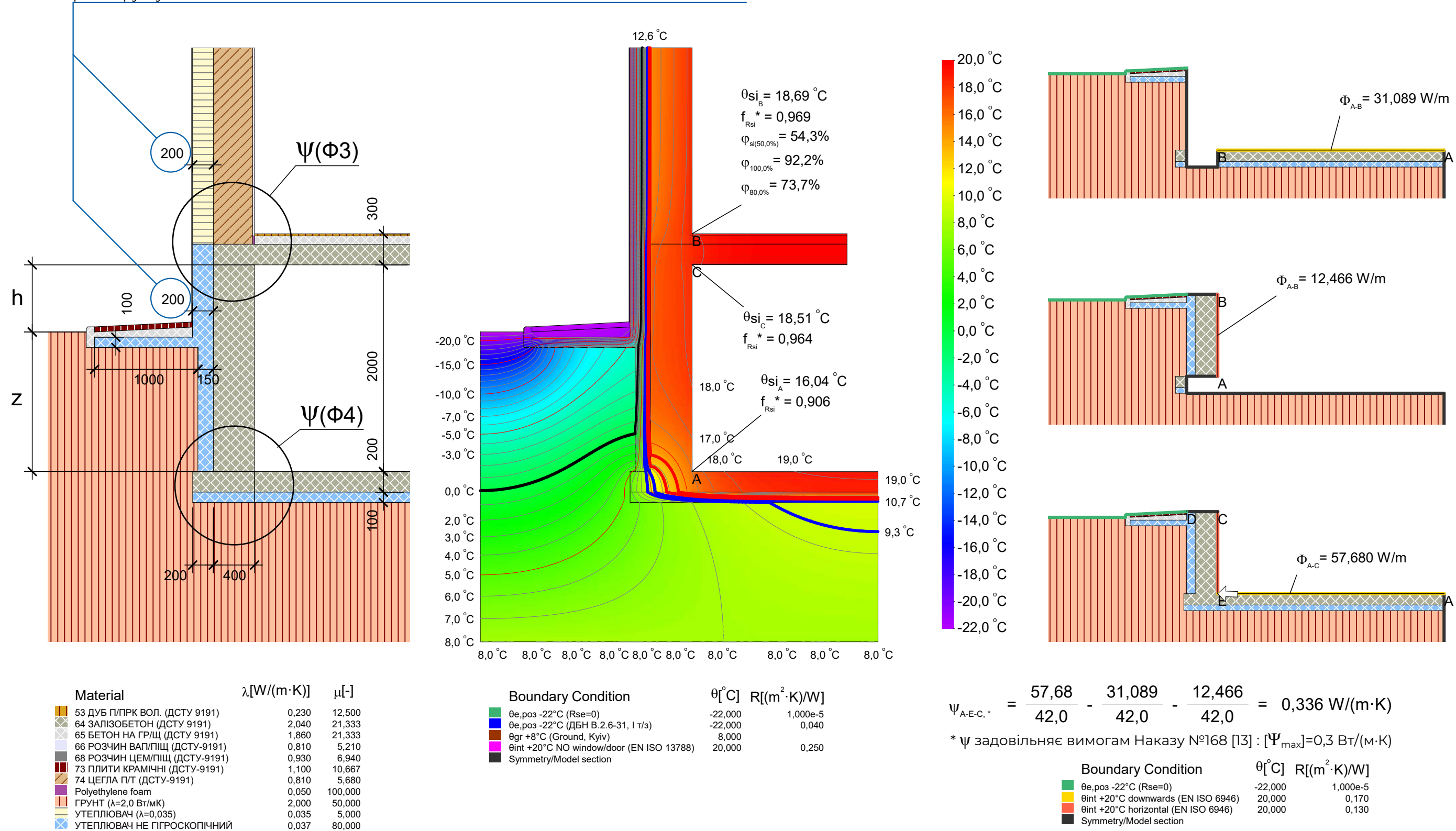


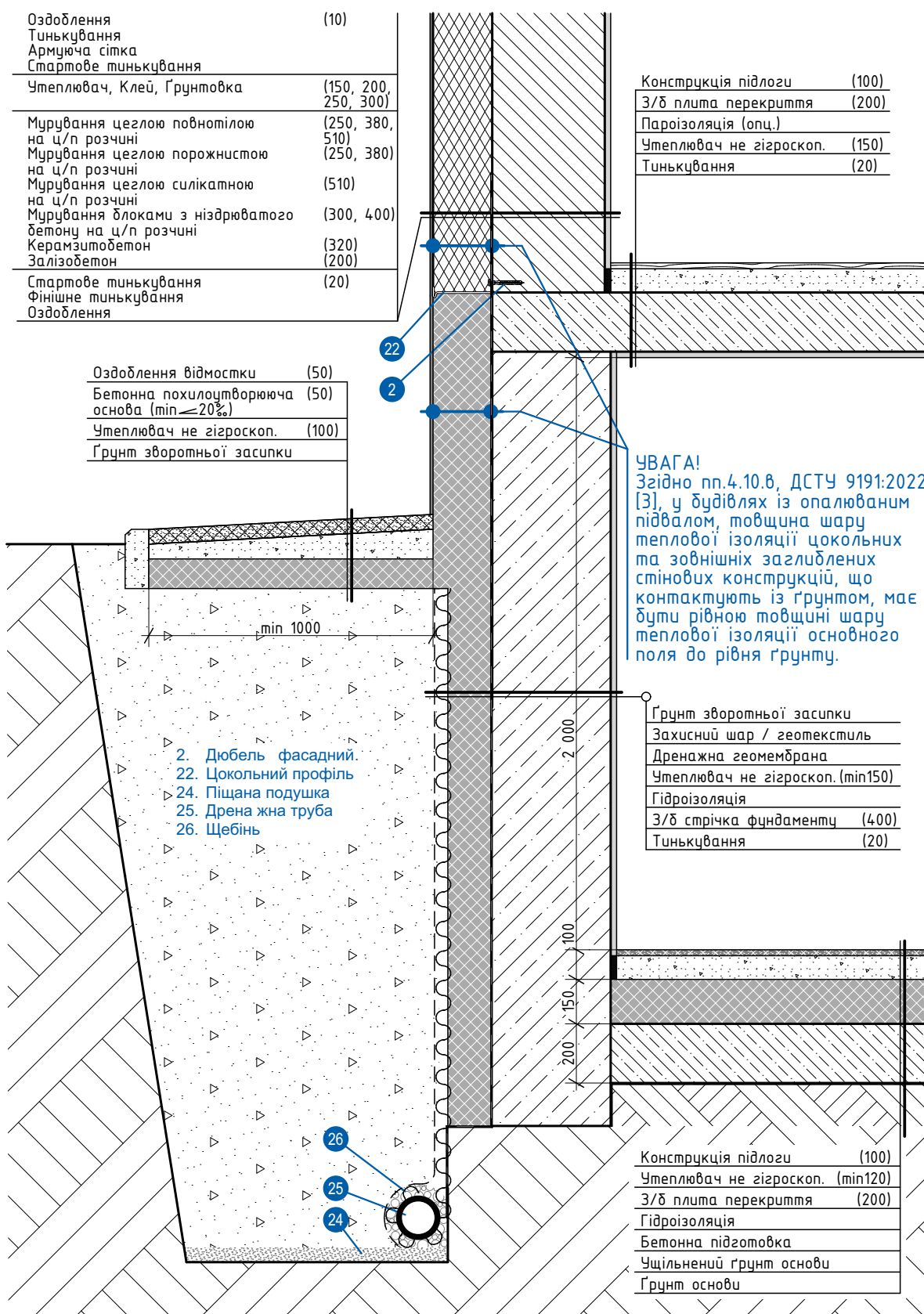
УВАГА!
Згідно пп.4.10.в, ДСТУ 9191:2022 [3], у будівлях із опалюваним підвалом, товщина шару теплової ізоляції цокольних та зовнішніх заглиблених стінових конструкцій, що контактують із ґрунтом, має бути рівною товщині шару теплової ізоляції основного поля до рівня ґрунту.





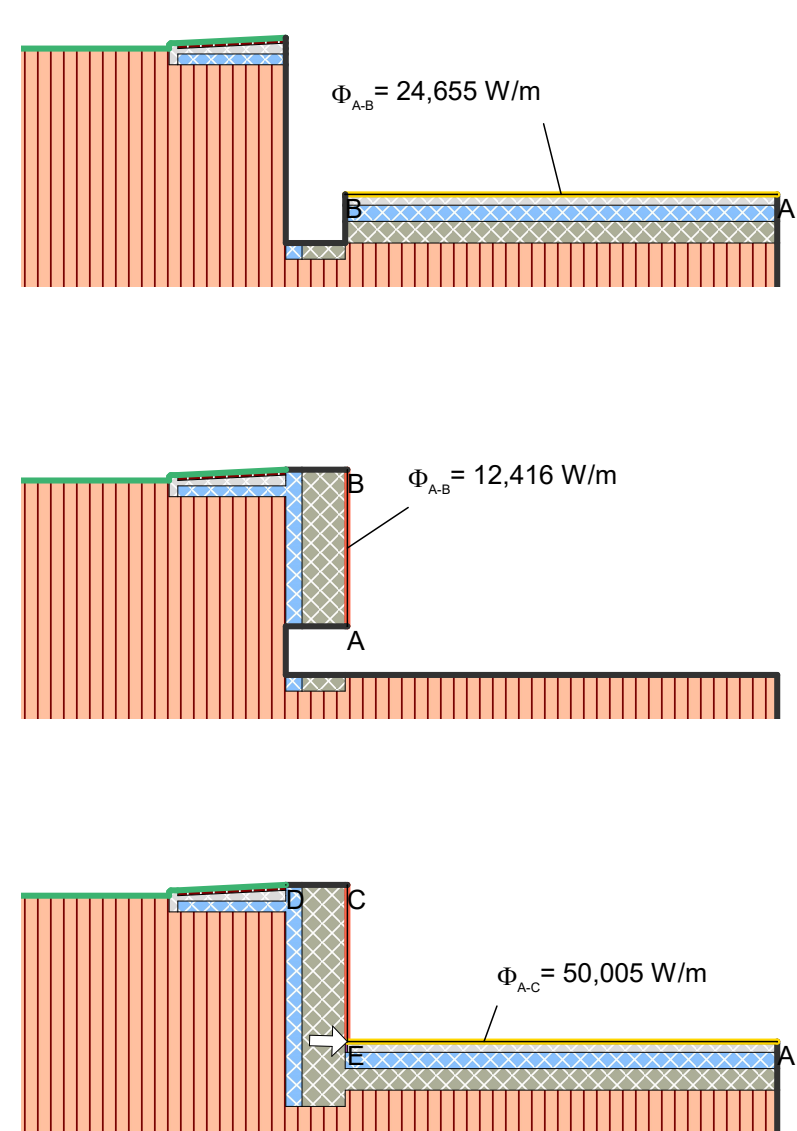
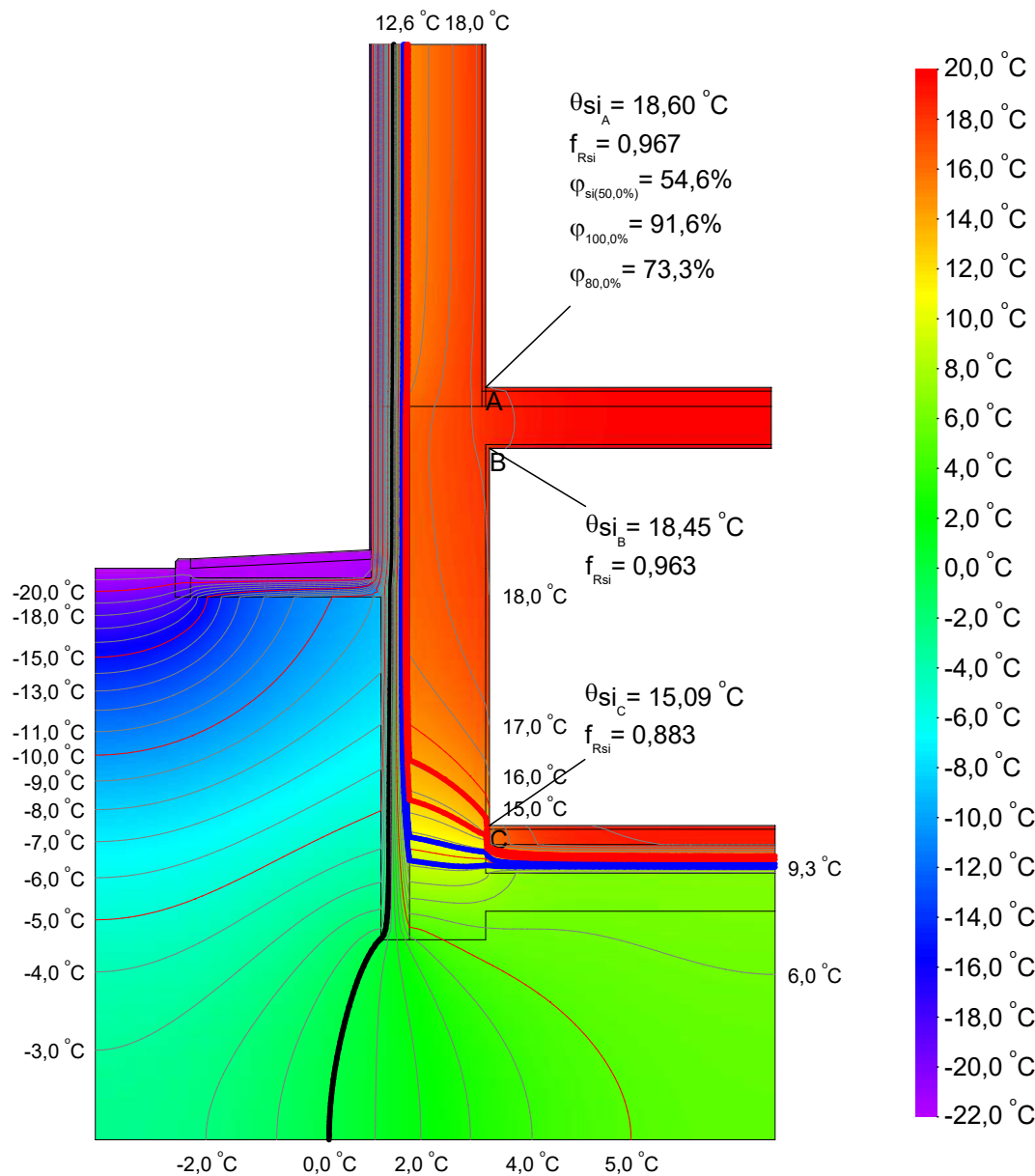
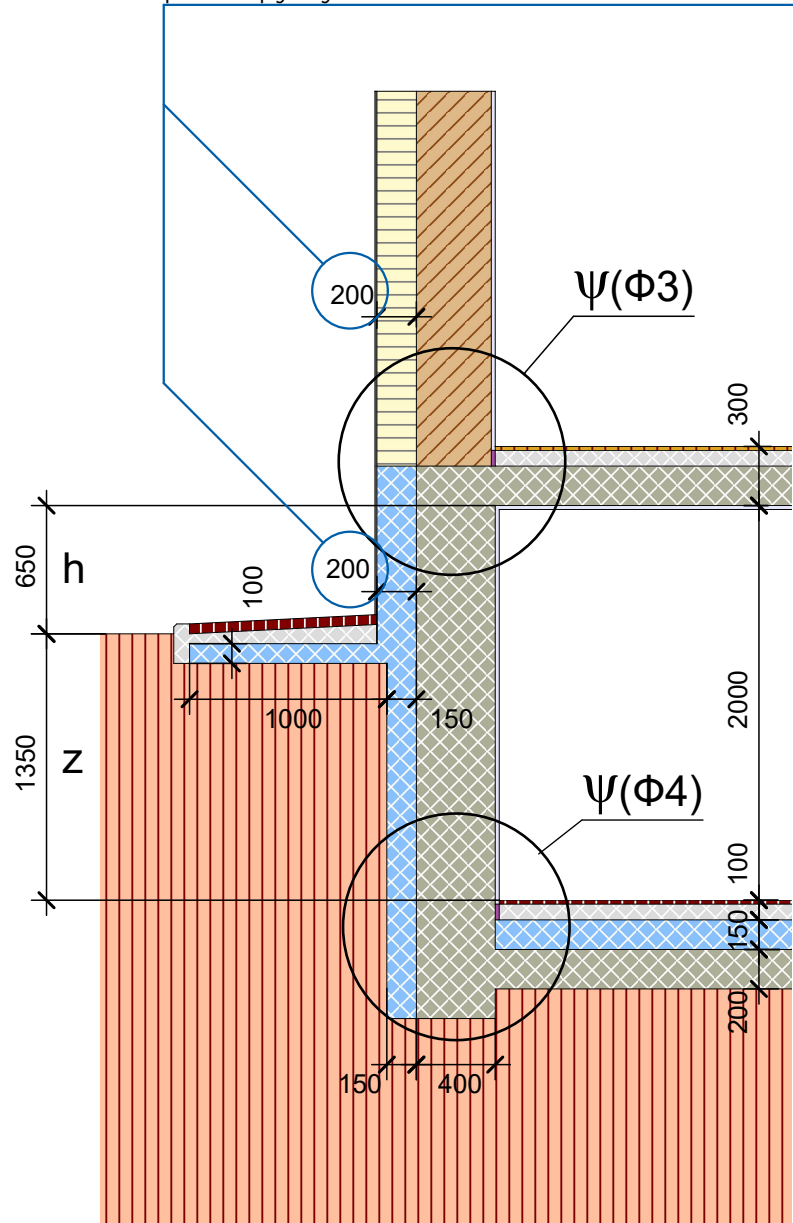
УВАГА!
Згідно пп.4.10.в, ДСТУ 9191:2022 [3], у будівлях із опалюваним підвалом, товщина шару теплової ізоляції цокольних та зовнішніх заглиблених стінових конструкцій, що контактують із ґрунтом, має бути рівною товщині шару теплової ізоляції основного поля до рівня ґрунту.





УВАГА!

Згідно пп.4.10.в, ДСТУ 9191:2022 [3], у будівлях із опалюваним підвалом, товщина шару теплової ізоляції цокольних та зовнішніх заглиблених стінових конструкцій, що контактують із ґрунтом, має бути рівною товщині шару теплової ізоляції основного поля до рівня ґрунту.



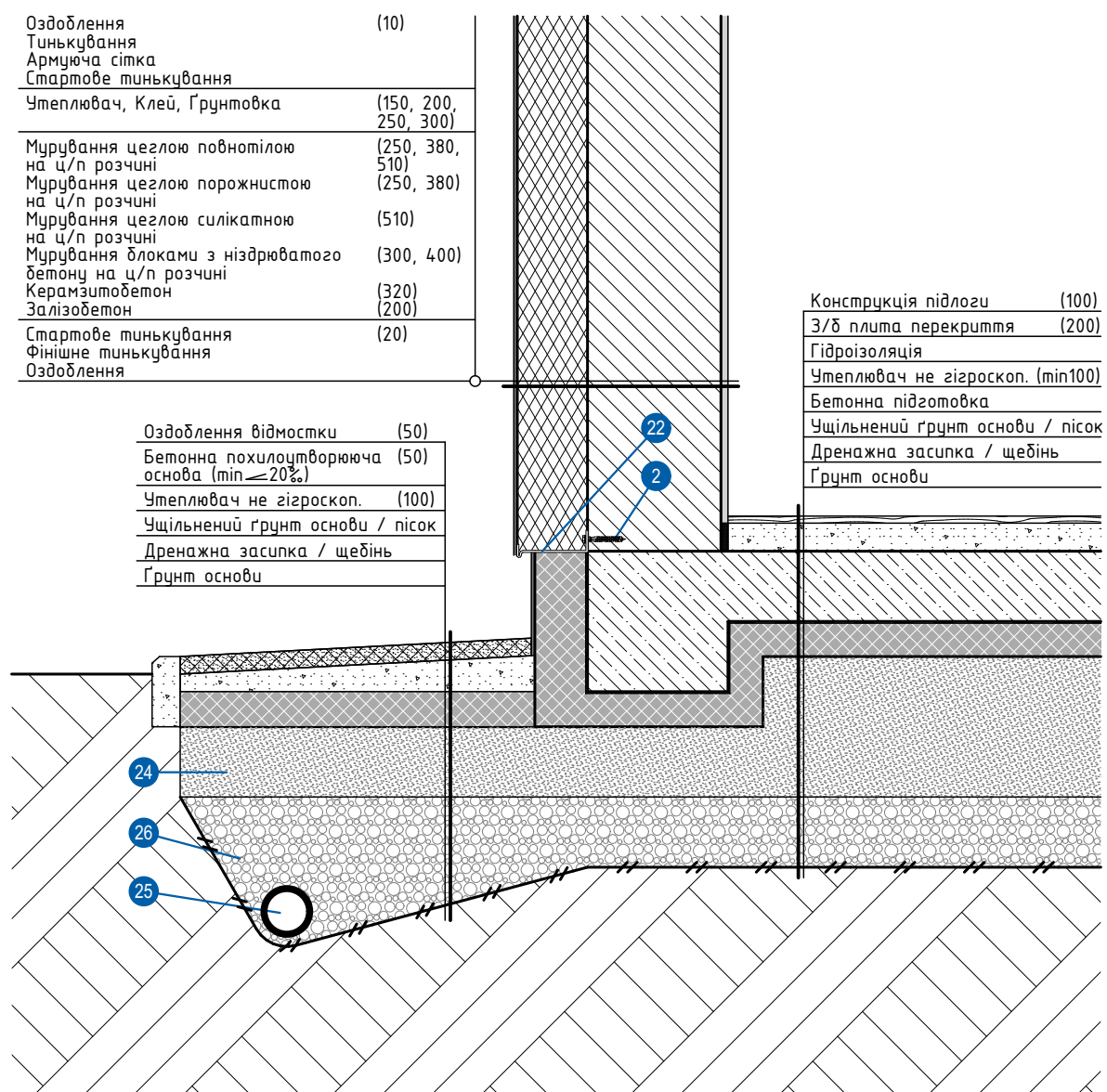
Material	λ[W/(m·K)]	μ[-]
53 ДУБ П/ПРК ВОЛ. (ДСТУ 9191)	0,230	12,500
64 ЗАЛІЗОБЕТОН (ДСТУ 9191)	2,040	21,333
65 БЕТОН НА ГР/Щ (ДСТУ 9191)	1,860	21,333
66 РОЗЧИН ВАГ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,810	5,210
68 РОЗЧИН ЦЕМ/ПІЩ (ДСТУ-9191)	0,930	6,940
73 ПЛИТИ КРАМІЧНІ (ДСТУ-9191)	1,100	10,667
74 ЦЕГЛА П/Т (ДСТУ-9191)	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
УТЕПЛЮВАЧ НЕ ГІГРОСКОПІЧНИЙ	0,037	80,000

Boundary Condition	θ[°C]	R[(m ² ·K)/W]
θe,poz -22°C (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
θe,poz -22°C (ДБН В.2.6-31, 1 т/з)	-22,000	0,040
θint +20°C NO window/door (EN ISO 13788)	20,000	0,250
Symmetry/Model section		

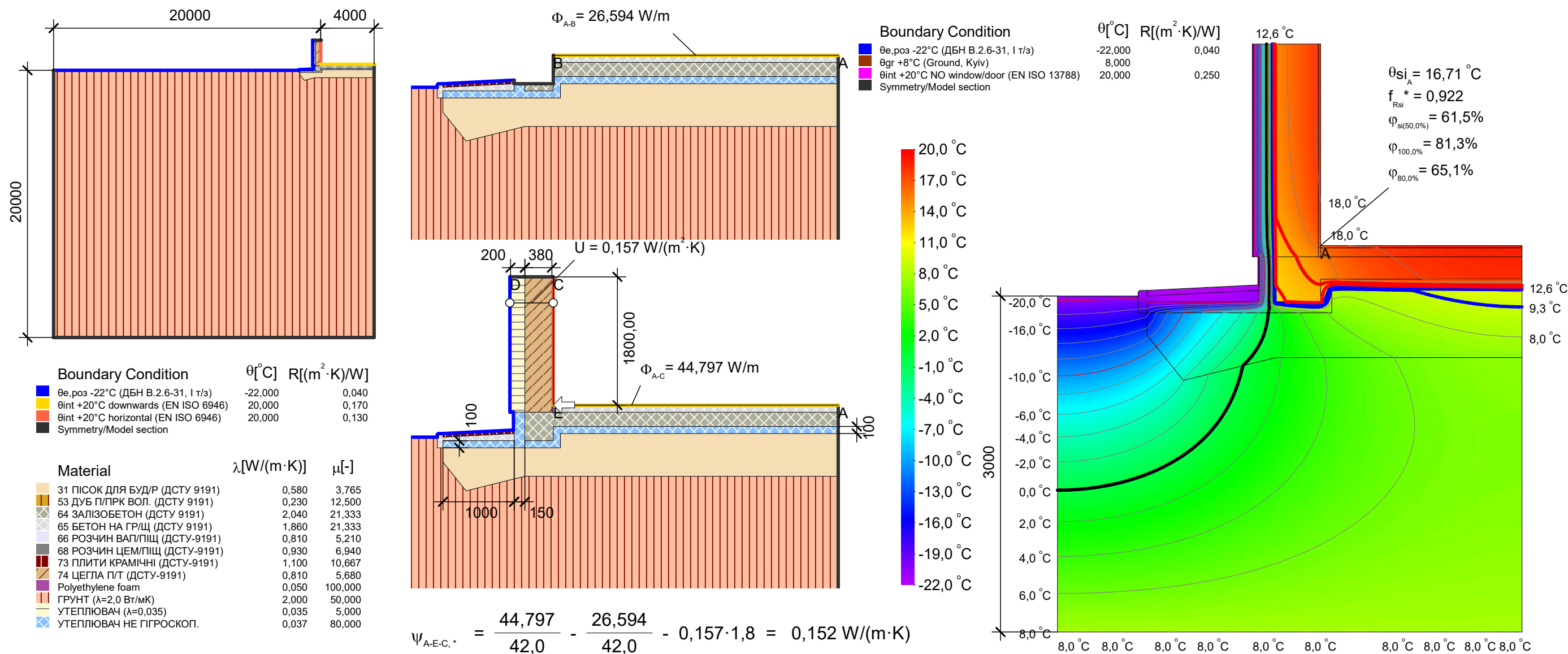
$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{50,005}{42,0} - \frac{24,655}{42,0} - \frac{12,416}{42,0} = 0,308 \text{ W/(m·K)}$$

* Ψ задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψ_{max}]=0,3 Вт/(м·К)

Boundary Condition	θ[°C]	R[(m ² ·K)/W]
θe,poz -22°C (Rse=0)	-22,000	1,000e-5
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		



- 2. Дюбель
- 22. Цокольний профіль
- 24. Піщана подушка
- 25. Дренажна труба
- 26. Щебінь



* в таблиці наведено такі типи НОК, які зустрічаються в даному вузловому рішенні в оболонці будівель

	λ шару ядра ОК, Вт/(м·К) (ДСТУ 9191)	λ35						λ40						λ45					
		У15		У20		У25		У15		У20		У25		У15		У20		У25	
		θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)	θ _{si} , °C	ψ, Вт/(м·К)
A. ЦПР 38 -...- Φ5	0,580	16,5	✓ 0,147	16,7	✓ 0,147	16,8	✓ 0,149	16,4	✓ 0,148	16,6	✓ 0,148	16,8	✓ 0,150	16,2	✓ 0,149	16,5	✓ 0,149	16,7	✓ 0,150
A. ЦПТ 38 -...- Φ5	0,810	16,5	✓ 0,151	16,7	✓ 0,152	16,9	✓ 0,153	16,3	✓ 0,152	16,6	✓ 0,152	16,8	✓ 0,154	16,2	✓ 0,153	16,5	✓ 0,153	16,7	✓ 0,155
A. НБТ 30 -...- Φ5	0,130	16,8	✓ 0,141	16,9	✓ 0,138	17,0	✓ 0,139	16,7	✓ 0,143	16,9	✓ 0,140	16,9	✓ 0,140	16,6	✓ 0,144	16,8	✓ 0,141	16,9	✓ 0,142
A. ЗБТ 20 -...- Φ5	2,040	16,5	✓ 0,150	16,8	✓ 0,149	17,0	✓ 0,151	16,3	✓ 0,151	16,7	✓ 0,151	16,9	✓ 0,152	16,2	✓ 0,153	16,5	✓ 0,152	16,7	✓ 0,154

✓ / ✗ задовільняє / не задовільняє вимогам Наказу №168 [13] : [Ψ_{max}]=0,3 Вт/(м·К)

Р_{Σnp} < 4,0 - ОК не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] 4,0 < Р_{Σnp} < 4,5 - ОК відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 [1] Р_{Σnp} > 4,5 - ОК рекомендовано для nZEB

7. 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 внутрішньої 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 — 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"

7. ПОСИЛАННЯ

- [14] **ОГЛЯД ВИМОГ nZEB В ЄВРОПІ**, Шамілов П., аналітичний звіт, ГМ ОПОРА, Київ-2024, 59с.
- [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**
- [18] **ДСТУ EN ISO 13370:2022**
Теплові характеристики будівель. Теплопровідність через землю. Методи розрахунку (EN ISO 13370:2017 Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods, IDT)
- [19] **ДСТУ EN ISO 13789:2022**
Теплові характеристики будівель. Коефіцієнти теплопровідності та вентиляції. Метод розрахунку (EN ISO 13789:2017 Thermal performance of buildings — Transmission and ventilation heat transfer coefficients — Calculation method , IDT)
- [20] **ДСТУ EN ISO 14683:2022**
Теплові мости в будівництві. Лінійний коефіцієнт теплопровідності. Спрощені методи та значення за замовчуванням (EN ISO 14683:2017 Thermal bridges in building construction — Linear thermal transmittance — Simplified methods and default values, IDT)
- [21] **PASSIPEDIA - Unheated basement. Basic principles**
https://passipedia.org/basics/building_physics_-_basics/thermal_bridges/tbcalculation/examples/unheatedb
- [22] **ELSEVIER/Energy & Buildings - Numerical analysis of heat transfer and surface condensation risk in the plinth zone of basement-included building**
Mateusz Smoczyk, Barbara Ksit, Anna Szymczak-Graczyk - 8 June 2025
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778825007315>
- [23] **ELSEVIER/Energy Procedia - The prebound-effect in detail: real indoor temperatures in basements and measured versus calculated U-values**
Mateusz Smoczyk, Barbara Ksit, Anna Szymczak-Graczyk - 11 September 2017
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217328990>
- [24] **A Comparison between On-Site Measured and Estimated Based Adjustment Factor Values Used to Calculate Heat Losses to Unconditioned Spaces in Dwellings**
by Miguel C. S. Nepomuceno, Ana M. T. Martins, Hugo A. S. Pinto - 31 January 2022
<https://doi.org/10.3390/buildings12020146>
- [25] **ДСТУ EN 14351-1:2020**
Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006+A2:2016 - Windows and doors - Product standard, performance characteristics - Part 1: Windows and external pedestrian doorsets , IDT)