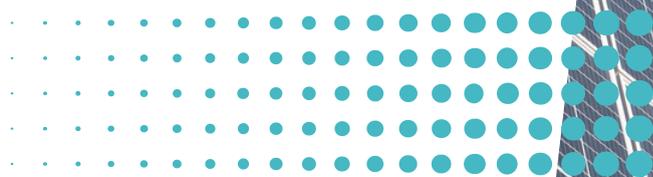


ОГЛЯД ВИМОГ nZEB В ЄВРОПІ

беручи до уваги, що
ці стандарти ще не
прийняті в Україні



Автор П. Шамілов

АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ
Київ-2024



АНОТАЦІЯ

Даний аналітичний звіт є комплексним оглядом вимог до будівництва з майже нульовим енергоспоживанням (nZEB) в країнах Європейського Союзу та аналізує останні зміни в законодавстві, спрямовані на перехід до будівництва з нульовим рівнем викидів, а також охоплює ключові положення директиви ЄС про енергетичну ефективність будівель (EPBD), зокрема, вимоги до нових будівель, які відповідають стандартам nZEB з кінця 2020 року, а також нові ініціативи, які передбачають впровадження ZEB до 2030 року.

У матеріалі наведено порівняльний аналіз національних вимог до енергоефективності будівель у різних країнах Європи, включаючи кращі практики та стратегії реконструкції існуючих будівель. Особливу увагу приділено розрахункам потенціалу глобального теплопостачання (GWP) на всіх етапах життєвого циклу будівлі та вимогам щодо їх включення в сертифікати енергоефективності.

В документі приділяється увага проекту національних технічних рекомендацій для України, що реалізується за підтримки Finland Ukraine Trust Fund та включає енергетичне моделювання житлових і громадських будівель у різних кліматичних зонах України, а також розробку економічно обґрунтованих сценаріїв підвищення ефективності.

Ця публікація буде корисною для політиків, урядовців, архітекторів, інженерів і всіх інших зацікавлених сторін, які працюють над підвищенням енергоефективності та зниженням викидів парникових газів у будівельному секторі. Звіт також сприяє розширенню знань про інноваційні рішення та підходи до проектування та реконструкції будівель, що мають найвищі стандарти енергоефективності та сталого розвитку.

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

ЗМІСТ

1. Стратегія Єврокомісії та регуляторна політика національних урядів ЄС щодо імплементації EPBD та вимог до nZEB	5
1.1 Загальний огляд та хронологія еволюції Директиви 2018/844 від пакету «Clean energy for all Europeans» до «European Green Deal» (включаючи стратегії «Renovation Wave», «REPowerEU»), і також новітні зміни Директиви, які очікуються на початку 2024р.	5
Ключові факти про енергетику та будівлі ЄС	5
Поточні правила покращення будівельного фонду ЄС	6
Законодавчий графік	6
Хронологія	7
Переглянута Директива щодо енергоефективності будівель	8
Будинки з майже нульовим споживанням енергії	9
Будівлі з нульовим рівнем викидів	10
Впровадження, моніторинг та звітність	10
1.2 Регуляторна політика та Узгоджені Дії національних урядів ЄС щодо імплементації EPBD та вимог до nZEB	11
1.3 Основні положення визначення NZEB	12
Дуже висока енергоефективність будівлі	13
Майже нульова або дуже низька кількість енергії, необхідної будівлі	13
Показник первинної енергії в кВт·год/м ² ·рік	13
Дуже значна частка відновлюваної енергетики	14
1.4 Національне застосування визначення NZEB урядами Польщі, Німеччини, Австрії, Швеції та Данії	14
АВСТРІЯ. Статус 2020р	15
НІМЕЧЧИНА. Статус 2020р	18
ПОЛЬЩА. Статус 2020р	20
ШВЕЦІЯ. Статус 2021р	24
ДАНІЯ. Статус 2020р	27
1.5 Висновки	32
2. Поточний стан справ та політика щодо імплементації EPBD в Україні	37
2.1 ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель». Основні засади формування національної політики щодо імплементації EPBD в Україні	37
2.2 НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЛАН збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії	38
Мета і строки реалізації Концепції та виконання національного плану	38
Виконання національного плану	39
Проблема, яка потребує розв'язання	
2.3 Поточний стан виконання національного плану в напрямку визначення вимог до будівель, з близьким до нульового рівнем споживання енергії	40

ЗМІСТ

Наказ Мінрегіон № 260 «Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель» – як передумова визначення вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії	40
Проект "Технічні рекомендації для проектів нового будівництва будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії в Україні"	41
Проект Наказу Мінрегіон «Вимоги до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії»	45
3. Аналіз ключових вузлових рішень ДСТУ 9191 та їх оптимізація для використання в оболонці НСЕБ	47
3.1 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №1 Вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття	48
3.2 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №11 Вузол кутового сполучення зовнішніх стін	49
3.3 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №14 Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні перемички	51
3.4 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №15 Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні підвіконня	52
3.5 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №16 Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення	53
3.6 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.1-№32 / Г.2-№6 Вузол примикання конструкції підлоги над неопалюваним підвалом до стіни цоколя	54
Традиційне рішення під час термо-модернізації (стіна – утеплення 150мм, цоколь – утеплення надземної частини 50мм, плита/п – утеплення 0мм)	54
Варіант оптимізації №1(стіна – утеплення 200мм, цоколь – утеплення надземної частини 150мм, плита/п – утеплення 0мм)	54
Варіант оптимізації №2(стіна – утеплення 200мм, цоколь – утеплення надземної частини 150мм, плита/п – утеплення 200мм)	55
Варіант оптимізації №3 (стіна – утеплення 200мм, цоколь – утеплення до подушки фундаменту 150мм, плита/п – утеплення 0мм)	55
Варіант оптимізації №4(стіна – утеплення 200мм, цоколь – утеплення до подушки фундаменту 150мм, плита/п – утеплення 200мм)	56
Висновки	56
3.7 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.2, №9 Вузол примикання плити перекриття плоского даху до стіни та парапету	57
3.8 Питомі річні тепловтрати теплопровідних включень у вузлових рішеннях за традиційної та nZEB-технології будівництва	58
Нормативні посилання	59

1. СТРАТЕГІЯ ЄВРОКОМІСІЇ ТА РЕГУЛЯТОРНА ПОЛІТИКА НАЦІОНАЛЬНИХ УРЯДІВ ЄС ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЄРВД ТА ВИМОГ ДО NZEB

1.1 Загальний огляд та хронологія еволюції Директиви 2018/844 від пакету «Clean energy for all Europeans» до «European Green Deal» (включаючи стратегії «Renovation Wave», «REPowerEU»), і також новітні зміни Директиви, які очікуються на початку 2024р.

Прагнучи повністю декарбонізувати будівельний фонд до 2050 року, Директива про енергетичну ефективність будівель робить прямий внесок у досягнення енергетичних і кліматичних цілей ЄС.

Будинки є найбільшим споживачем енергії в Європі. Тому будівельний сектор має вирішальне значення для досягнення енергетичних і кліматичних цілей ЄС.

Щоб підвищити енергетичну ефективність будівель, ЄС створив законодавчу базу, яка включає Директиву про енергетичну ефективність будівель EU/2010/31 та Директиву про енергоефективність EU/2023/1791, обидві переглянуті в 2023 році.

Разом директиви просувають політику, яка допоможе

- досягти високоенергоефективного та декарбонізованого будівельного фонду до 2050 року
- створити стабільне середовище для прийняття інвестиційних рішень
- дозволяють споживачам і підприємствам робити більш обґрунтований вибір для економії енергії та грошей

Ключові факти про енергетику та будівлі ЄС

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 та досягнення будівельного фонду з нульовими викидами та повної декарбонізації до 2050 року. Ці та наведені нижче факти взяті з енергетичних балансів Євростату та Інвентаризації парникових газів ЄЕА за 2023 рік.

близько 40%
енергії, споживаної в ЄС, використовується в будівлях

понад 1/3
викидів парникових газів ЄС, пов'язаних з енергетикою, припадає на будівлі

~ 80%
енергії, яка використовується в домогосподарствах ЄС, припадає на опалення, охолодження та гарячу воду

Поточні правила покращення будівельного фонду ЄС

Чинна директива (2018/844/ЄС) охоплює широкий спектр політик і заходів підтримки, які допомагають країнам ЄС підвищити енергетичну ефективність своїх будівель:

Довгострокові стратегії ремонту

Країни ЄС повинні розробити довгострокові стратегії реконструкції, спрямовані на декарбонізацію національних будівель до 2050 року.

Мінімальні вимоги до енергоефективності

Директива також вимагає, щоб країни ЄС встановлювали оптимальний з точки зору витрат мінімальні вимоги до енергоефективності для нових будівель, існуючих будівель, які проходять капітальний ремонт, а також для заміни або модернізації будівельних елементів, таких як системи опалення та охолодження, дахи та стіни.

З 2021 року всі нові будівлі мають бути будівлями з майже нульовим енергоспоживанням (NZEB).

Коли будівлю продають або здають в оренду, необхідно видати сертифікати енергоефективності та встановити схеми перевірки систем опалення та кондиціонування.

Інтелектуальні технології

Директива запроваджує вимоги до встановлення систем автоматизації та контролю будівель, а також до пристроїв, які регулюють температуру на рівні приміщення.

Здоров'я і благополуччя

Директива стосується здоров'я та благополуччя користувачів будівлі, наприклад, через питання якості повітря та вентиляції.

Національні фінансові заходи

Країни ЄС також зобов'язані скласти перелік національних фінансових заходів для підвищення енергоефективності будівель.

Законодавчий графік

Початкова Директива про енергоефективність будівель (EU/2010/31) була змінена в 2018 році в рамках пакету «Чиста енергія для всіх європейців». Директива про внесення змін ввела нові елементи та надіслала сильний політичний сигнал щодо зобов'язань ЄС покращити та модернізувати будівельний сектор.

У жовтні 2020 року Комісія представила свою стратегію Renovation Wave в рамках Європейської зеленої угоди. Вона містить план дій із конкретними регуляторними, фінансовими та стимулюючими заходами для стимулювання реконструкції будівель. Стратегія має на меті принаймні подвоїти річну швидкість енергетичної реновації будівель до 2030 року та сприяти глибокому ремонту – ще один перегляд і посилення EPBD є однією із ключових складових.

Пакет «Європейська Зелена Угода» (або «Fit for 55»), представлений у липні 2021 року, ще більше підкреслив важливість реконструкції будівель, а також запропонував Соціальний Кліматичний Фонд (Social Climate Fund) для підтримки вразливих громадян і малого бізнесу в процесі переходу до «зеленого» середовища, зокрема через реконструкція будівель, чисте опалення та охолодження та інтеграцію більшої кількості відновлюваної енергії.

Комісія опублікувала свою пропозицію щодо перегляду EPBD у грудні 2021 року. Вона прагнула оновити існуючу нормативну базу, щоб відобразити більші амбіції та гострішу потребу в кліматичних і соціальних діях.

У плані REPowerEU, ухваленому в травні 2022 року, додатково підкреслюється необхідність звернення до будівельного фонду ЄС, щоб зменшити залежність Європи від іноземних джерел енергії.

У відповідь на труднощі та збої на світовому енергетичному ринку, спричинені вторгненням Росії в Україну, Європейська комісія впроваджує свій план REPowerEU. REPowerEU, запущений у травні 2022 року, допомагає ЄС

- економити енергію
- виробляти чисту енергію
- диверсифікувати постачання енергії

«Завдяки REPowerEU ми захистили громадян і бізнес ЄС від нестачі енергії, підтримали Україну, послабивши військовий потенціал Росії, і прискорили перехід до чистої енергії. Наші спільні зусилля тривають, і Європа зараз краще підготовлена та об'єднана, ніж будь-коли... Спроба Путіна шантажувати Європу енергетикою провалилася» (Ursula von der Leyen)

7 грудня 2023 року співзаконодавці досягли попередньої угоди щодо перегляду, який пройде офіційний процес ухвалення на початку 2024 року.

Хронологія

травень 2019р.	Директива про енергетичну ефективність будівель (2010/31/ЄС)
жовтень 2020р.	Стратегія хвилі оновлення ЄС (EU Renovation Wave strategy)
липень 2021р.	Запровадження Європейської зеленої угоди (пакет European Green Deal або «Fit for 55»)
грудень 2021р.	Пропозиція Комісії щодо переглянутої директиви
травень 2022р.	План REPowerEU, включаючи Комунікацію ЄС «Збережіть енергію» (EU «Save Energy» Communication)

жовтень 2022р.	Загальний підхід Ради щодо перегляду EPBD
березень 2023р.	Позиція Європейського парламенту щодо перегляду EPBD
грудень 2023р.	Попередня угода між співзаконодавцями щодо перегляду EPBD
грудень 2021р.	Пропозиція Комісії щодо переглянутої директиви
12 квітня 2024р.	Офіційне прийняття нової редакції EPBD

Переглянута Директива щодо енергоефективності будівель

- Переглянута директива збільшить темпи реконструкції, особливо для найгірших будівель у кожній країні.
- Це сприятиме покращенню якості повітря, цифровізації енергетичних систем для будівель і розгортанню інфраструктури для мобільності сталих процесів.
- Визнаючи відмінності між країнами ЄС у таких факторах, як існуючий будівельний фонд, географія та клімат, директива дозволяє національним урядам вирішувати заходи щодо реконструкції, які найкраще відповідають їхнім конкретним національним умовам. Країни також можуть звільнити різні категорії будівель від правил, включаючи історичні будівлі та будинки для відпочинку.

Важливо те, що переглянута директива сприятиме більш цілеспрямованому фінансуванню інвестицій у будівельний сектор, доповнюючи інші інструменти ЄС і борючись із енергетичною бідністю шляхом підтримки вразливих споживачів. Країни ЄС також повинні забезпечити наявність гарантій для орендарів, наприклад, через підтримку орендної плати або обмеження підвищення орендної плати.

Щоб переконатися, що будівлі відповідають розширеним кліматичним амбіціям ЄС згідно з Європейською зеленою угодою, переглянута директива сприятиме досягненню цілі скорочення викидів щонайменше на 60% у будівельному секторі до 2030 року порівняно з 2015 роком і досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

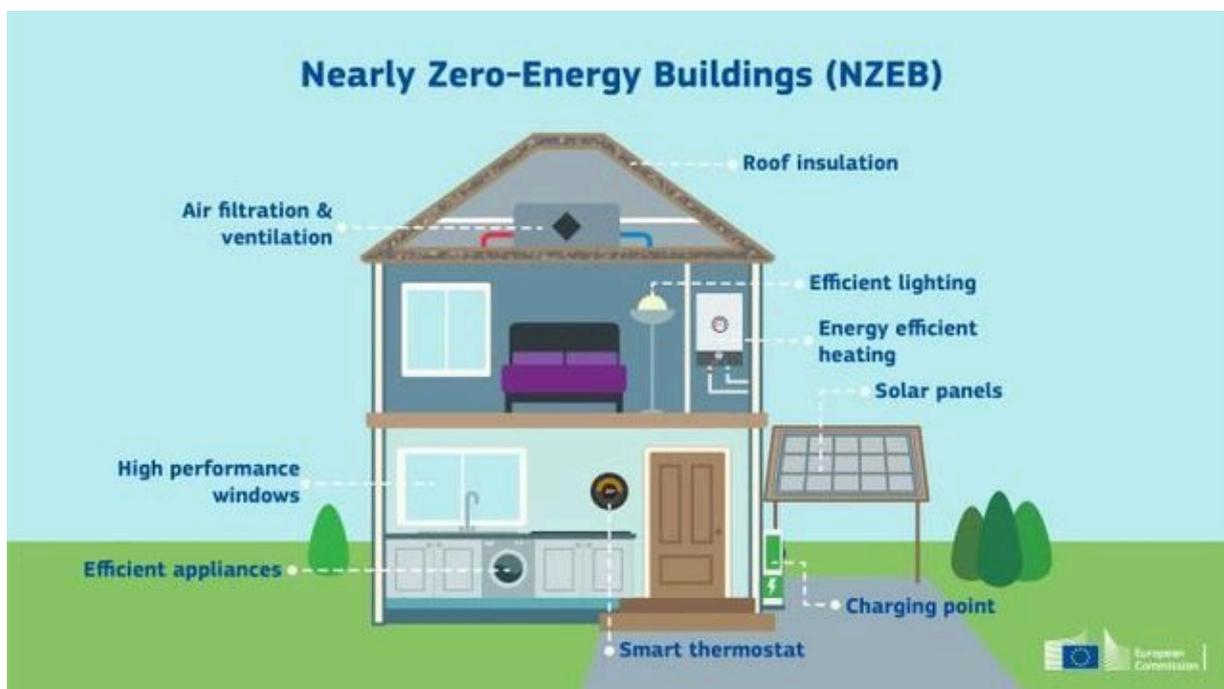
Вона працюватиме пліч-о-пліч з іншими політиками пакету «Зеленої угоди», зокрема із системою торгівлі викидами для палива, що використовується в будівлях, переглянутою Директивою про енергоефективність (EU/2023/1791), переглянутою Директивою про відновлювані джерела енергії (EU/2023/2413), а також Регламент інфраструктури альтернативних видів палива.

Інші заходи в переглянутому EPBD включають

- поступове запровадження мінімальних стандартів енергоефективності для нежитлових будівель для підтримки реконструкції будівель з найнижчою енергоефективністю
- національні траєкторії зменшення середнього споживання первинної енергії житловими будинками
- покращений стандарт для нових будівель, включаючи більш амбітне бачення для будівель з нульовим рівнем викидів
- розширені довгострокові стратегії реконструкції, які будуть перейменовані в національні плани реконструкції будівель
- підвищення надійності, якості та оцифрування сертифікатів енергоефективності з класами енергоефективності на основі загальних критеріїв
- визначення глибокого ремонту та запровадження паспортів реконструкції будівель
- забезпечення готовності нових будівель до сонячних батарей (придатних для розміщення сонячних установок), де це технічно та економічно можливо
- поступова відмова від автономних котлів, що працюють на викопному паливі, починаючи з припинення субсидій для таких котлів з 1 січня 2025 року
- «єдине вікно» для енергетичної реновації будівель для домовласників, малих і середніх підприємств та інших зацікавлених сторін
- модернізація будівель та їх систем і краща інтеграція енергетичних систем (для опалення, охолодження, вентиляції, зарядки електромобілів та відновлюваної енергії)

Будинки з майже нульовим споживанням енергії

Будівля з майже нульовим енергоспоживанням (NZEB) означає будівлю, яка має дуже високу енергетичну ефективність, тоді як майже нульова або дуже низька необхідна кількість енергії повинна покриватися в дуже значній мірі за рахунок енергії з відновлюваних джерел, включаючи енергію з відновлюваних джерел, вироблену на місці або поблизу.



Директива про енергетичну ефективність будівель вимагає, щоб країни ЄС мали забезпечити майже нульове споживання енергії в усіх нових будівлях до кінця 2020 року, а після 31 грудня 2018 року всі нові громадські будівлі мали мати майже нульове споживання енергії.

Будівлі з нульовим рівнем викидів

ЄС запропонував до 2030 року перейти від будівель з майже нульовим енергоспоживанням до будівель з нульовим рівнем викидів.

Пропозиція Комісії щодо перегляду директиви (грудень 2021 року) робить крок вперед від поточного NZEB до нульових викидів будівель (ZEB), узгоджуючи вимоги щодо енергоефективності нових будівель до довгострокової цілі кліматичної нейтральності та принципу «енергоефективність передусім».

Згідно з пропозицією директиви, будівля з нульовим рівнем викидів визначається як будівля з дуже високою енергетичною ефективністю, де необхідна дуже низька кількість енергії повністю покривається енергією з відновлюваних джерел і без викидів вуглецю на місці від викопного палива.

Вимога ZEB повинна застосовуватися з 1 січня 2030 року до всіх нових будівель, а з 1 січня 2027 року до всіх нових будівель, які займають або володіють державні органи влади.

У той час як у центрі уваги пропозиції – скорочення експлуатаційних викидів парникових газів, визначення ZEB додатково включає розрахунок потенціалу глобального потепління (GWP) життєвого циклу та його розкриття в сертифікаті енергоефективності будівлі. Ця вимога має застосовуватися з 1 січня 2027 року для всіх нових будівель з корисною площею понад 2000 квадратних метрів і з 1 січня 2030 року для всіх нових будівель.

Впровадження, моніторинг та звітність

Країни ЄС діляться з Комісією своїми національними планами будівництва з майже нульовим енергоспоживанням і описують, як вони мають намір збільшити кількість будівель з майже нульовим енергоспоживанням у відповідних країнах.

Директива щодо енергоефективності будівель вимагає від країн ЄС розробити довгострокові стратегії реконструкції, спрямовані на сприяння економічно ефективній трансформації існуючих будівель у будівлі з майже нульовим енергоспоживанням. Пропозиція щодо перегляду Директиви про енергетичну ефективність будівель спрямована на посилення довгострокових стратегій реконструкції в національних планах реконструкції будівель, які мають на меті перетворити будівельний фонд на будівлі з нульовим рівнем викидів до 2050 року.

Комісія відстежує прогрес, досягнутий країнами ЄС у збільшенні кількості будівель з майже нульовим енергоспоживанням (NZEBs).

1.2 Регуляторна політика та Узгоджені Дії національних урядів ЄС щодо імплементації EPBD та вимог до nZEB.

Concerted Action EPBD (CA EPBD) є спільною ініціативою держав-членів ЄС та Європейської комісії. У ньому беруть участь представники національних міністерств або їхніх афілійованих установ, які відповідають за підготовку технічної, правової та адміністративної бази для Директиви про енергоефективність будівель у кожній державі-члені ЄС, а також у Норвегії.

CA EPBD очолює Датське енергетичне агентство як загальний координатор. Далі робота організована навколо центральних команд (СТ) і допоміжних функцій. Кожну команду очолює центральний менеджер команди. Координатор, менеджери центральної групи та менеджер із комунікацій та розповсюдження разом із CINEA утворюють команду управління, відповідальну за організацію роботи над темами під час пленарних засідань у CA EPBD.

Узгоджені Дії EPBD (Concerted Action EPBD, CA EPBD) спрямовані на підтримку імплементації Директиви про енергетичну ефективність будівель шляхом обміну інформацією та досвідом між державами-членами та іншими країнами-учасницями (Норвегія) щодо імплементації спеціального законодавства та політики Європейського Союзу щодо енергетичної ефективності будинків, і зокрема щодо транспонування та імплементації EPBD, Директиви 2018/844/ЄС, що вносить зміни до Директиви 2010/31/ЄС.

Конкретними цілями є:

- Покращення та структурування обміну інформацією та досвідом національного впровадження та сприяння належній практиці діяльності, яка вимагається від держав-членів для імплементації Директиви про енергетичну ефективність будівель (EPBD).
- Створення сприятливих умов для швидшого зближення національних процедур з питань, пов'язаних з EPBD.
- Розробка прямого зв'язку з двома іншими узгодженими діями, пов'язаними з будівлями, створеними в рамках програми IEE: CA-RES, зосереджуючись на транспонуванні та впровадженні Директиви щодо систем відновлюваної енергії (ДИРЕКТИВА 2009/28/ЄС); і CA-EED, зосереджуючись на транспонуванні та впровадженні Директиви з енергоефективності (ДИРЕКТИВА 2012/27/ЄС) та її майбутніх переглядах, де національні енергетичні плани включають ініціативи щодо підвищення енергоефективності.
- Доповнення роботи Комітету зі Статті 26 та можливих спеціальних груп щодо стандартів EPB CEN (Європейського комітету стандартизації) та сертифікації.
- Встановлення діалогу з CEN щодо впровадження стандартів 2-го покоління для підтримки впровадження EPBD.
- Підтримка європейських держав-членів і Норвегії у використанні національних енергетичних планів для звітування про прогрес у впровадженні EPBD.

EPBD є наріжним каменем законодавства ЄС і була розроблений для реалізації потенціалу економії в будівлях, оскільки на них припадає майже 40% споживання енергії в ЄС. Таким чином, повна та ефективна транспозиція цієї директиви має центральне значення для досягнення цілей ЄС щодо енергозбереження та викидів вуглецю. EPBD вважається важливим законодавчим компонентом у політиці енергоефективності ЄС і була прийнятий для виконання зобов'язань Кіотського протоколу, забезпечення енергопостачання та конкурентоспроможності.

Перша фаза СА EPBD була запущена в 2005 році та завершилася в червні 2007 року. Друга фаза послідувала відразу після першої СА EPBD, третя фаза тривала з 2011 по 2015 рік, четверта з жовтня 2015 року по березень 2018 року і п'ята етап з 1 травня 2018 р. по 31 жовтня 2022 р. Поточний шостий етап офіційно розпочався в листопаді 2022 р. і триватиме до 31 жовтня 2027 р. з метою транспонування та імплементації зміненої Директиви 2018/844/ЄС щодо EPBD та переглянутого EPBD, який наразі обговорюється.

Вони організовані навколо зустрічей між національними командами, регулярно збираючи понад 120 учасників із 29 країн та супроводжуються іншими заходами для посилення комунікації, включаючи веб-платформу та національні звіти.

СА EPBD отримали фінансування від програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій Horizon 2020 (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme). Поточна шоста фаза проекту частково фінансується Європейським виконавчим агентством з клімату, інфраструктури та навколишнього середовища (European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, CINEA) через програму Life .

1.3 Основні положення визначення NZEB

Директива про енергетичну ефективність будівель (EPBD) включає загальне визначення будівлі з майже нульовим споживанням енергії (NZEB) та передбачає, що всі нові громадські будівлі повинні бути NZEB з кінця 2018 року, а всі інші нові будівлі повинні бути NZEB з кінця 2020 року.

Основні вимоги статей 2 і 9 EPBD щодо національного застосування визначення NZEB для нових будівель можна узагальнити таким чином:

- дуже висока енергетична ефективність будівлі;
- дуже низька кількість енергії, необхідної будівлі;
- числовий показник первинної енергії в кВт-год/м².рік;
- дуже значна частка відновлюваних джерел енергії для покриття решти споживання енергії.

Дуже висока енергоефективність будівлі

Дуже високі енергоефективності в основному виражаються в більш жорстких вимогах в порівнянні з поточними вимогами до енергоефективності для нових будівель або в вищих класах будівель в сертифікаті енергоефективності. Більш жорсткі вимоги встановлюються за різними характеристиками, але включають в основному більш жорсткі вимоги до первинної енергії.

Майже нульова або дуже низька кількість енергії, необхідної будівлі

Обмеження для майже нульової або дуже низької кількості необхідної енергії встановлюються для первинної енергії майже у всіх країнах (22,5 країни) і, крім того, для компонентних коефіцієнтів теплопередачі в декількох країнах (9 країн), середнього коефіцієнта теплопередачі огорожувальної конструкції будівлі (6 країн), чистого попиту на тепло (4,5 країни), кінцевої енергії (4 країни) та ефективності системи (4 країни). Застосовуються інші види обмежень, такі як потреба в енергії для опалення та охолодження, викиди CO₂, споживання електроенергії та літній перегрів.

Показник первинної енергії в кВт-год/м².рік

Європейський комітет зі стандартизації (CEN) представив шаблон звітності про Фактори Первинної Енергії (Primary Energy Factors, PEFs) для відновлюваних та невідновлюваних джерел. Опитування 25 держав-членів ЄС показало, що PEFs не оновлюються регулярно. Зазвичай вони переглядаються лише для того, щоб побачити, чи потрібні оновлення. PEFs суттєво відрізняються в різних державах-членах.

Причин може бути кілька:

- Для традиційних носіїв, таких як викопне паливо, PEFs не сильно варіюються (від 1 до 1,2), тоді як для менш відомих та централізованих носіїв, таких як біомаса та біопаливо, спостерігаються набагато більші коливання (між 0,0-1,3).
- Електроенергія матиме значні коливання PEFs (від 0,0 до 3,0), оскільки відновлювані джерела енергії стають все більш поширеними.
- PEFs централізованого тепlopостачання значно різняться (0,0-1,6) у різних державах-членах, оскільки на них впливають такі параметри, як когенерація, тип джерела (відновлюване чи ні) та відпрацьоване опалення.
- 18 з 24 держав-членів не використовують різні PEFs для деяких секторів або технологій, наприклад, для фотоелектричних систем.
- 21 з 24 держав-членів базують свої PEFs на національних стандартах.
- 14 з 24 держав-членів використовують різні первинні енергетичні коефіцієнти або вагові коефіцієнти для окремих районних систем.

Існують аспекти розрахунків PEFs, які потребують подальшого обговорення, наприклад, покращення управління щодо політики та прозорості розрахунків ЕСП. Наявний показник первинної енергії в кВт-год/м².рік включений в 21,5 країни. Дві країни використовують коефіцієнт первинної енергоефективності як основний показник, але мають первинний енергетичний показник як додатковий або проміжний результат.

Відновлювана енергетична складова електроенергії з мережі впливає на необхідність встановлення на місці або поблизу ВДЕ для будівель. NZEB може бути визначений з використанням первинної енергії або комбінації первинної енергії та інших факторів, включаючи мінімальну кількість відновлюваної енергії на місці. Фактори, що застосовуються до імпорту та експорту енергії з будівель, є важливими елементами вимоги NZEB до ВДЕ.

Дуже значна частка відновлюваної енергетики

Переглянута стаття 9 EPBD вимагає від держав-членів забезпечити, щоб нові будівлі споживали майже нульову кількість енергії, а дуже невелика кількість необхідної енергії повинна надходити в основному з відновлюваних джерел, у тому числі з відновлюваних джерел, вироблених на місці або поблизу.

Оскільки вимога NZEB спочатку застосовувалася до нових громадських будівель, з 2018 року багато з ранніх прикладів NZEB є громадськими будівлями. Громадські будівлі, наприклад лікарні та інші складні громадські будівлі, мають специфічні профілі користувачів і потреби, які зазвичай призводять до високого споживання енергії. Вимога NZEB щодо будь-якої енергії, яка має бути отримана з відновлюваних джерел, може бути складною в цих громадських будівлях з технічних, економічних та практичних причин, таких як обмеження простору.

Більшість країн (16) з доступним детальним визначенням NZEB визначили прямі вимоги до ВДЕ для NZEB. Як правило, вони включаються як обов'язкова мінімальна частка (відсоток) від споживання енергії, а також мінімальні внески в кВт-год/м².рік, і застосовується вибір визначених зразкових заходів ВДЕ. У 8.5 національних визначеннях NZEB немає таких прямих вимог щодо ВДЕ, однак у більшості випадків використання ВДЕ необхідне для задоволення інших мінімальних вимог до енергоефективності. Це можна розглядати як непрямі вимоги до ВДЕ.

При визначенні впливу на енергетичні характеристики будівлі держави-члени можуть розрізняти імпортовану та експортовану електроенергію, вироблену за допомогою ВДЕ на місці. Наприклад, держави-члени можуть вирішити створити стимули для експорту ВДЕ в мережу, застосовуючи вищий коефіцієнт первинної енергії для експортованої електроенергії.

1.4 Національне застосування визначення NZEB урядами Польщі, Німеччини, Австрії, Швеції та Данії

СА EPBD поступово звітує про колективний загальноєвропейський досвід розвитку політики EPBD по всій Європі через окремі тематичні звіти. Тематичні звіти, які підсумовують дискусії, що відбулися між експертами СА EPBD під час пленарних сесій СА EPBD.

Зазвичай, національні звіти щодо прогресу імплементації EPBD включають обов'язкові розділи, що висвітлюють загальні принципи національної стратегії, вимоги до нових будівель, вимоги до існуючих будівель, вимоги до енергетичної сертифікації, опис рішень в царині інтелектуальних та автоматизованих систем моніторингу і управління будівлями, практичні кейси реалізації.

Даний документ охоплює вибірку із звітів країн-учасниць із подібною до України кліматологією: Австрія, Німеччина, Польща, Швеція та Данія в частині ВИМОГИ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ: НОВІ БУДІВЛІ.

(за матеріалами пленарних сесій CA EPBD V, публічні звіти за 2020 рік)

АВСТРІЯ. Статус 2020р

Сучасний стан імплементації EPBD

EPBD (Директива 2010/31/EU) зі змінами, внесеними Директивою 2018/844, була імplementована в Австрії дев'ятьма (9) провінціями (Länder). Це дало можливість для розробки та гармонізації єдиної методології розрахунків, а також для застосування нових норм для технічних будівельних систем. Видача EPC вже була фактом у кількох провінціях ще до впровадження EPBD. Результатом впровадження EPBD стали будівельні норми.

У квітні 2012 року EPC став важливим інструментом після впровадження EPBD, а також підписання закону про обов'язкове положення EPC (Energy Performance Certificate Provedence Act), яке застосовується до купівлі та оренди квартир або будівель, а також його посилення шляхом накладення штрафів за недотримання вимог пізніше того ж року.

Австрійський національний план збільшення кількості житлових і нежитлових NZEB до 2020 року був вперше опублікований у 2014 році та переглянутий у 2018 році. Директива про національні будівельні норми (OIB Guideline 6) щодо енергоефективності посилюється протягом двох років, щоб досягти цих вимог до 2020 року. Оновлена редакція OIB Guideline 6 була опублікована навесні 2019 року. Крім того, Австрія вже почала визначати національні цілі на 2030 рік і далі – на основі угоди про кліматичну конференцію в Парижі, яка набула чинності у 2016 році.

В Австрії виконання будівельних норм знаходиться в компетенції провінцій. У 2006 році Австрійському інституту будівельної інженерії (OIB) було доручено керувати процесом гармонізації впровадження EPBD у провінціях. Результатом є OIB Guideline 6, зміст якої імplementовано в будівельні норми кожної відповідної провінції. Нещодавно OIB Guideline 61 була опублікована у квітні 2019 року. Ця директива визначає формат EPC та вимоги до теплових характеристик огорожувальних конструкцій будівлі, гарячого водопостачання та частин технічних систем опалення та охолодження, а також мінімального споживання відновлюваної енергії.

Вимоги до енергоефективності: НОВІ БУДІВЛІ

Перший проект австрійського національного плану щодо збільшення кількості NZEB до 2020 року був опублікований у 2012 році для житлових будинків та у 2014 році для нежитлових будівель, згідно з OIB3. Перегляд національного плану відбувся у 2018 році. Цей документ був погоджений усіма дев'ятьма (9) федеральними провінціями, і їхні вимоги будуть імplementовані в регіональні будівельні норми послідовно до січня 2021 року.

NZEB визначається як енергоефективна будівля з добре тепло-ізолюваною огорожувальною конструкцією та ефективною системою опалення.

Мінімальні вимоги до енергоефективності NZEB наведені в таблицях 6-7.

Дотримання вимог Настанови 6 ОІВ може бути досягнуто двома методами:

- За рахунок забезпечення максимально допустимої потреби в опаленні приміщення та кінцевої потреби будівлі в енергії. У цьому випадку основна увага приділяється страхуванню щільної огорожувальної конструкції з метою зниження потреби в опаленні приміщень (HWB) (без урахування фактора fGEE).
- Завдяки встановленню дуже ефективної або відновлюваної системи опалення. У цьому випадку необхідно враховувати сумарний коефіцієнт енергоефективності (fGEE), який відображає тип використання та виробництва енергії. У цьому методі прийнятна дещо вища потреба будівлі в опаленні приміщення.

В обох випадках визначаються максимальні значення попиту на невідновлювану первинну енергію.

За останні 20 років було докладено значних зусиль для зниження енергоспоживання в будівельному секторі. Впровадження нових будівельних норм для задоволення енергетичного попиту будівель та надання субсидій на заходи з енергоефективності в нових будівлях та реконструкціях вважаються двигуном впровадження енергоефективності. Це сприяло збільшенню кількості будівель з низьким енергоспоживанням.

	HWB _{Ref,max} [kWh/m ² .year]	EEB _{max} [kWh/m ² .year]	f _{GEE,max} [-]	PEB _{max} [kWh/m ² .year]
valid now	$14 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$	using HTEB _{Ref}		41
		or		
	$16 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$		0.85	
based on OIB Guideline 6:2019	$12 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$	using HTEB _{Ref}		
		or		
	$16 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$		0.80	
1.1.2021 (NZEB)	$10 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$	using HTEB _{Ref}		
		or		
	$16 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$		0.75	

Table 6. Minimum energy performance requirements for new residential NZEB.

	HWB _{Ref,max}	EEB _{max}	f _{GEE,max}	PEB _{max}
valid now	[kWh/m ² . year]	[kWh/m ² .year]	[-]	[kWh/m ² . year]
	14 × (1 + 3.0 / ℓ _c)	using HTEB _{Ref}	0.85	84
	or			
	16 × (1 + 3.0 / ℓ _c)		0.80	
	or			
based on OIB Guideline 6:2019	12 × (1 + 3.0 / ℓ _c)	using HTEB _{Ref}	0.75	
	or			
1.1.2021 (NZEB)	10 × (1 + 3.0 / ℓ _c)	using HTEB _{Ref}	0.75	
	or			
	16 × (1 + 3.0 / ℓ _c)			

Table 7. Minimum energy performance requirements for new non-residential NZEB.

HWB: Space (useful) heating demand	EEB: Final energy demand	f _{GEE} : Total energy efficiency factor	PEB: Primary energy demand	CO ₂ : CO ₂ emission
HTEB: Heating system - Auxiliary energy demand for the heating system		ℓ _c : characteristic length of the building or building shape factor (V/A) [m]		

Вимоги до будівельних компонентів для новобудов

Максимальні значення теплопередачі для компонентів будівлі встановлюються OIB Guideline 6. Вони поширюються на нові житлові та нежитлові будівлі (табл. 8).

Building elements	U-value [W/m ² K]
Exterior wall/wall adjoining unheated attic	0.35
Wall adjoining frost free rooms like garage	0.60
Floor on the ground or over basement	0.40
Ceiling between building units (apartments)	1.30
Wall between neighbouring buildings	0.50
Windows and exterior glass doors in residential buildings	1.40
Windows and exterior glass doors in non-residential buildings	1.70
External doors	1.70
Ceiling/roof	0.20
Floor over garage	0.30

Table 8. A selection of U-values of the OIB Guideline 6.

Крім того, OIB Guideline 6 вимагає, щоб енергетичні системи будівель враховували та демонстрували технологічну, екологічну та економічну доцільність високоефективних систем. У зв'язку з цим, нові багатоквартирні будинки з більш ніж трьома (3) одиницями повинні мати системи центрального опалення (допускаються окремі винятки), а вентиляційні системи повинні бути обладнані системою рекуперації тепла.

НІМЕЧЧИНА. Статус 2020р

Сучасний стан імплементації EPBD

Цілісний підхід до енергоефективності будівель був вперше запроваджений у Німеччині у 2002 році в Регламент про енергозбереження (EnEV1). EnEV замінив законодавство про теплоізоляцію будівель (WschV2) і про системні вимоги до центрального опалення (HeizAnIV3), які діяли протягом 25 років.

Стандарти Закону про Енергозбереження (Energieeinsparungsgesetz - EnEG), Регламент Енергозбереження (Energieeinsparverordnung - EnEV) та Закон про Опалення з Відновлюваних Джерел (Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz - EEWärmeG) об'єднані в так званий Німецький Енергетичний Закон про Будівлі (Gebäudeenergiegesetz 2020 GEG)⁹, яка об'єднує енергоефективність та відновлювані джерела енергії.

Німецький енергетичний закон про будівлі сприяє досягненню національних цілей з енергоефективності та клімату. Більше того, цей подальший розвиток у напрямку скоординованої системи сприяє досягненню майже кліматично нейтрального будівельного фонду. Ця структурно нова концепція спрощує та охоплює норми для кращої інтеграції ВДЕ в тепlopостачання будівель та запроваджує районний підхід.

Вимоги до енергоефективності: НОВІ БУДІВЛІ

Основні вимоги до енергоефективності для нових будівель визначені в Регламенті про енергозбереження (EnEV) 2013⁹, що включає:

- максимальне невідновлюване споживання первинної енергії, яке визначається індивідуально для кожної будівлі з використанням еталонної будівлі з однаковою геометрією, орієнтацією та використанням будівлі, але з певною якістю всіх енергознаючих систем та компонентів;
- мінімальні вимоги до енергетичної ефективності теплової оболонки будівлі, яка визначається:
 - для житлових будинків, використовуючи також еталонний будівельний підхід;
 - для нежитлових будівель - певним набором максимальних середніх коефіцієнтів теплопередачі для непрозорих і прозорих елементів, що відповідають розрахунковій температурі в приміщеннях зон будівлі;
- мінімальний відсоток ВДЕ, що використовується для опалення (табл. 1), гарячого водопостачання та охолодження; відсоток різний для різних технологій.

Крім того, набір вимог стосується технічних систем будівлі або системних компонентів. До нових громадських будівель ставляться так само, як і до будь-якої іншої нової нежитлової будівлі.

Першим кроком на шляху до NZEB стало посилення вимог до новобудов у січні 2016 року (табл. 2). Максимальне споживання первинної енергії зараз становить 75% від показника 2014 року, тоді як вимоги до теплової оболонки були посилені на 20%. Німецький звіт, як того вимагає параграф 2 статті 5 EPBD, довів, що вимоги 2016 року є економічно оптимальними.

Option according to annex		Minimum share
Renewable Energies	Energy from solar radiation (collectors)	15 %
	or default collector size for residential buildings (m ² collector aperture area per m ² living space)	≤ 2 dwellings 0.04 [m ² /m ²] > 2 dwellings 0.03 [m ² /m ²]
	Geothermic energy or ambient heat by heat-pumps (performance requirements given for heat-pumps)	50 %
	Biomass from sustainable sources (proof by bills required)	
	• Gaseous (mostly restricted to use in CHP-appliances only) • Fluid (best affordable boiler technology) • Solid (minimum efficiency values given for boilers)	30 % 50 % 50 %
Substitute measures	Heat from waste combustion	50 %
	CHP plants	50 %
	District heat with substantial share of RES / waste / CHP	100 %
	Measures to save energy in buildings	EnEV-req. -15 %
	Combinations of several measures	$\sum_i \frac{\text{share}_i}{\text{share}_{\text{min},j}} \geq 1$

Table 1. Options to comply with the Renewable Energies Heat Act.

Вимоги до будівельних компонентів для новобудов

У зв'язку з посиленням нових будівельних вимог, що діють з 1 січня 2016 року, Німеччина прийняла рішення на рівні NZEB. У порівнянні з колишніми показниками ефективності, максимальне споживання первинної енергії було знижено на 25%, як і вимоги щодо обмеження теплопередачі, які були знижені в середньому на 20%. Цей рівень був визначений як економічно оптимальний.

Загальна вимога до ефективності (потреба у невідновлюваній первинній енергії) супроводжується вимогою, яка обмежує загальний питомий коефіцієнт теплопередачі U-value. Ця вимога може виявитися основною вимогою до ККД в будівлях, де енергія забезпечується в основному за рахунок ВДЕ.

Питомий коефіцієнт теплопередачі (середнє значення теплопередачі на кельвін і квадратний метр площі будівлі) нового житлового будинку з січня 2016 року не може перевищувати коефіцієнт теплопередачі еталонної будівлі (коефіцієнт теплопередачі див. таблицю 2).

Потреба в опаленні та охолодженні нових будівель та громадських будівель, що зазнають капітального ремонту, повинна бути принаймні частково покрита системами, що використовують ВДЕ. Існують певні відсотки, наведені для різних систем на основі ВДЕ, які можна комбінувати між собою. Використання ВДЕ може бути замінене використанням скидного тепла (за певних умов), централізованого тепlopостачання або охолодження (за певних умов), встановленням комбінованої системи тепlopостачання або охолодження (за певних умов) або з енергоефективністю не менше ніж на 15% кращою за необхідну продуктивність (заходи заміщення).

Component	Reference design / value	2nd requirement
Strengthening factor January 2016	$Q_{p,max,2016} = 0.75 \cdot Q_{p,ref,2009}$	$H'_{T,max,2016} = 1.0 \cdot H'_{T,ref,2009}$
Reference 2009		
External walls, Floors	$U = 0.28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$H'_{T,max,2009} \cong 1.25 \cdot H'_{T,ref,2009}$ [requirement 2009 is legally defined by tabled values according to situation and size of the building]
Floor, basement structural element	$U = 0.35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Roof, upper ceiling	$U = 0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Windows incl. French windows	$U = 1.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (Skylight $U = 1.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	
Entrance doors	$U = 1.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
Boilers	Condensing boilers	Requirements for pipe insulation and controls
Hot water	Central, with solar system	
Cooling	None	Thermal protection in summer
Ventilation	Central exhaust fan, demand-controlled	large systems: SFP_{max} heat recovery

Table 2. Requirements for new residential buildings: reference construction to determine the maximum primary energy demand and additional requirements to building envelope and system performance.

ПОЛЬЩА. Статус 2020р Сучасний стан імплементації EPBD

9 березня 2015 року набув чинності Закон «Про енергетичну ефективність будівель» (опублікований 8 вересня 2014 року), встановивши правову основу для подальшого законодавства щодо:

- форматі перевірок протоколів систем опалення та систем кондиціонування повітря (17 лютого 2015 року);
- обсяг та методологія перевірки EPCs та актів обстеження систем опалення та кондиціонування повітря (17 лютого 2015 р.);
- методологію енергетичної оцінки будівель та їх частин, а також EPCs (27 лютого 2015 р.);
- обов'язкове страхування цивільно-правової відповідальності осіб, які видають EPCs (21 квітня 2015 року);
- національний план дій щодо збільшення чисельності NZEB (22 червня 2015 року).

Крім того, законом було створено «Центральний реєстр енергетичної ефективності будівель», який включає бази даних:

1. особи, уповноважені на виробництво ЕПК;
2. особи, які мають право на перевірку систем опалення або кондиціонування повітря;
3. ЕРС;
4. протоколи перевірок систем опалення або систем кондиціонування повітря;
5. будівлі з площею понад 250 м², зайняті органами судової влади, прокуратурою та органами державної влади, які безпосередньо обслуговують громадськість.

Бази даних, зазначені в пунктах 1, 2 та 5, оприлюднюються через веб-сайт, що забезпечує легкий доступ до даних експертів, які складають ЕРС та виконують перевірки систем опалення та кондиціонування повітря.

Вимоги до енергоефективності: НОВІ БУДІВЛІ

Згідно з положенням, що стосується технічних умов, яким повинні відповідати будівлі, вимоги до енергоефективності нових будівель поширюються як на саму оболонку будівлі, так і на її системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря та гарячого водопостачання, а також, у випадку громадських, колективних (будівлі для тимчасового проживання, наприклад, готель, гуртожиток, тюрма і т.д.), виробничих, складських і тваринницьких приміщень, до їх вбудованих систем освітлення. Будівлі повинні бути спроектовані та побудовані таким чином, щоб відповідати наступним мінімальним вимогам:

1. Максимальне значення індексу енергоефективності [кВт·год/(м²·рік)], яке визначає річну потребу в невідновлюваній енергії для опалення, вентиляції, охолодження та гарячого водопостачання приміщень, а для колективних, промислових, складських та тваринницьких будівель – також для вбудованого освітлення. Цей індекс енергетичної ефективності розраховується відповідно до регламенту, який застосовується до методології розрахунку енергетичної ефективності будівель, і повинен бути нижчим за значення, розраховане для будівлі за формулою в §329 п.1 або 3 регламенту. Використання максимальних значень для частин індексу енергоефективності зазначено в §329 п.2 для опалення приміщень, вентиляції, гарячого водопостачання та охолодження приміщень, а також вбудованого освітлення.

$EP = EPH+W + \Delta EPC + \Delta EPL$; [кВт·год/(м²·рік)], [§ 329 с.1]

$EP = \sum_i (EPI \cdot Af,i) / \sum_i Af,i$; [кВт·год/(м²·рік)], [§ 329 с.3]

де:

- **$EPH+W$** - максимальні значення для частин індексу енергоефективності для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- **ΔEPC** - максимальні значення для деталей індексу енергоефективності для охолодження;
- **ΔEPL** - максимальні значення для частин індексу енергоефективності для вбудованого освітлення
- **Af,i** - площа підлоги, що обігрівається або охолоджується і-тої частини єдиної корисної функції будівлі

2. Окремі елементи огорожувальних конструкцій будівлі та технічних систем будівлі повинні, як мінімум, відповідати вимогам теплоізоляції, зазначеним у додатку 2, а площа вікон відповідає вимогам, зазначеним у §2.1. Додаток 2.

Будівлі повинні бути додатково спроектовані і побудовані таким чином, щоб уникнути перегріву в літній період.

Детальний опис регламенту (станом на березень 2015 року) наведено в таблицях 1 – 5.

Building category	EP _{H+W} max	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Residential building:	95	70
- single-family house	85	65
- multi-family house		
Hotels and dormitory	85	75
Non-residential building:	290	190
- health care building	60	45
- other		
Industrial, heated storage and livestock buildings	90	70

* In case of buildings occupied and owned by public authorities, obligatory from 1st January 2019

Table 1. Maximum permissible values of primary energy for heating, ventilation and domestic hot water (EP_{H+W}) [kWh/(m²·year)].

Building category	ΔEP _C max	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Residential building:		
- single-family house	ΔEP _C = 10 · A _{t,c} /A _t	ΔEP _C = 5 · A _{t,c} /A _t
- multi-family house		
Hotels and dormitories	ΔEP _C = 25 · A _{t,c} /A _t	ΔEP _C = 25 · A _{t,c} /A _t
Non-residential building:		
- health care building		
- other		
Industrial, heated storage and livestock buildings		
Where:	A _t – area of heated rooms in a building [m ²], A _{t,c} – area of cooled rooms in a building [m ²]. * In case of buildings occupied and owned by public authorities, obligatory from 1 January 2019	

Table 2. Maximum permissible values of Δprimary energy for cooling (EP_C) [kWh/(m²·year)].

Building category	ΔEP _L max	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Residential building:		
- single-family house	ΔEP _L = 0	ΔEP _L = 0
- multi-family house		
Hotels and dormitories	for t ₀ < 2,500 ΔEP _C = 50 for t ₀ ≥ 2,500 ΔEP _C = 100	for t ₀ < 2,500 ΔEP _C = 25 for t ₀ ≥ 2,500 ΔEP _C = 50
Non-residential building:		
- health care building		
- other		
Industrial, heated storage and livestock buildings		
Where: t ₀ – operating time of built-in lighting installation [h/a].		
	* In case of buildings occupied and owned by public authorities obligatory from 1 January 2019	

Table 3. Maximum permissible values of Δprimary energy for lighting (EP_L) [kWh/(m²·year)].

Вимоги до будівельних компонентів для новобудов

Згідно з положенням про технічні умови, яким повинні відповідати новобудови, до основних вимог відносяться:

- максимальні значення коефіцієнта теплопередачі окремих елементів огорожувальних конструкцій будівлі: стін, даху, підлоги, вікон, дверей та інших видів перегородок;
- рекомендовані значення герметичності огорожувальних і порогових значень витоку повітря вікон і балконних дверей;
- максимальна площа прозорих частин огорожувальних конструкцій будівлі з коефіцієнтом теплопередачі $\geq 0,9$ Вт/м². К;

Fabric element and internal temperature in the room		Maximum U-value [W/(m ² ·K)]	
		Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
External walls	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) $t_i < 8^\circ\text{C}$	0.23 0.45 0.90	0.20 0.45 0.90
Internal walls	a) in case of $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ and separating heating rooms of corridors and staircases b) in case of $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) separating heated and unheated rooms	1.00 no requirements 0.30	
Walls adjacent to dilatation joints width	a) up to 5 cm b) more than 5 cm	1.00 0.70	
Walls of unheated underground rooms		no requirements	
Roofs, flat roofs and floors in contact with outdoor air	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) $t_i < 8^\circ\text{C}$	0.18 0.30 0.70	0.15 0.30 0.70
Roofs on the ground	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) $t_i < 8^\circ\text{C}$	0.30 1.20 1.50	
Floors over unheated and closed spaces	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) $t_i < 8^\circ\text{C}$	0.25 0.30 1.00	
Floors over heated rooms	a) in case of $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) in case of $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) separating heated rooms from unheated	1.00 no requirements 0.25	

t_i – Room temperature heated in accordance with § 134 sec. 2 of the regulation
* In case of buildings occupied and owned by public authorities, obligatory from 1 January 2019

Table 4. Permissible values of thermal insulation for opaque building elements.

Type of window or door	Maximum U-value [W/(m ² K)]	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Vertical windows, balcony doors and transparent walls: 1. $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 2. $t_i < 16^\circ\text{C}$	1.1 1.6	0.9 1.4
Roof windows: 1. $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 2. $t_i < 16^\circ\text{C}$	1.3 1.6	1.1 1.4
Windows in internal walls: 1. in case of $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ 2. in case of $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ 3. separating heated rooms from unheated	1.3 no requirements 1.3	1.1 no requirements 1.1

t_i – Room temperature heated in accordance with § 134 sec. 2 of the regulation
* In case of buildings occupied and owned by public authorities, obligatory from 1 January 2019

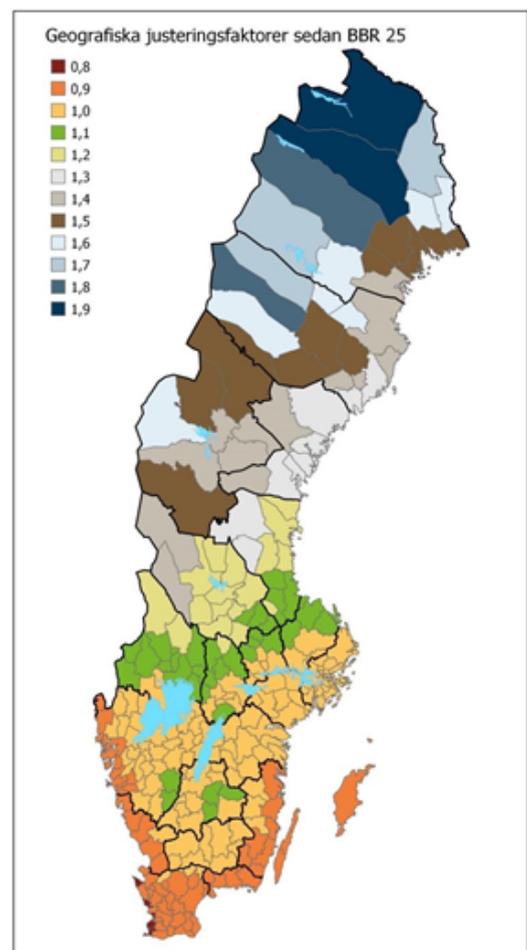
Table 5. Permissible values of thermal insulation for transparent building elements.

ШВЕЦІЯ. Статус 2021р Сучасний стан імплементації EPBD

У 2014 році у Швеції вже існувала більшість елементів EPBD. З того часу Швеція наполегливо працює над удосконаленням правил Nearly Zero Energy, тобто встановленням рівнів NZEB та числового показника енергоефективності. Перегляд EPBD 2018 року призвів до наступних переглянутих актів та нормативно-правових актів.

У грудні 2016 року Швеція запровадила норми NZEB у Постанові про планування та будівництво, (Planning and Building Ordinance, PBF (2011:338), далі PBF), а у 2017 році – у Будівельних нормах (Boverket's Building regulations, BBR (BFS 2011:6), далі BBR) у 2017 році, з новою концепцією, числом первинної енергії, як показником енергетичної ефективності будівлі. У 2018 році NZEB та первинна енергія були введені в Положення про сертифікати енергоефективності будівель (Boverket's Regulations on energy performance certificates for buildings, BED (BFS 2007:4), далі BED).

У липні та вересні 2020 року PBF та BBR були переглянуті, та було запроваджено вагові коефіцієнти замість факторів первинної енергії. Цей перегляд також означав, що вимоги до енергоефективності будівель були посилені. У березні 2021 року було оновлено Закон (2006:985) про сертифікати енергоефективності будівель, а також BED щодо перевірок.



У 2017 році будівельний фонд (у національній статистиці його називають сектором житлово-комунального господарства) становив 39% кінцевого споживання енергії у Швеції. Статистика з поправкою на температуру, розділена за площею будівель у період 1995-2017 років, показує тенденцію, коли споживання енергії зменшилося на 33% для одноквартирних будинків, на 22% для житлових багатоквартирних будинків та на 21% для нежитлових будівель.

З вересня 2020 року в BBR діють нові вимоги до енергоефективності, які тепер також включають норми щодо доступності, пожежної безпеки, гігієни, здоров'я та навколишнього середовища (включаючи вентиляцію та тепловий комфорт), акустики та безпеки у використанні, а також енергоефективності.

Вимоги до енергоефективності: НОВІ БУДІВЛІ

Вимоги диференційовані за такими типами будівель: одноквартирні будинки, житлові багатоквартирні будинки та нежитлові будівлі. Для односімейних будинків вимоги залежать від розміру будівлі, де найменшим односімейним будинкам дозволено трохи більше первинного енергетичного номера.

Згідно з будівельними нормами (BFS 2011: 6), нові будівлі повинні бути спроектовані таким чином, щоб використання енергії було обмежене низькими втратами тепла, низькими потребами в охолодженні, ефективним використанням опалення та охолодження, а також ефективним використанням електроенергії.

	Energy performance expressed as a primary energy number (EP _{per}) [kWh/m ² A _{temp} per year]	Installed electric input for heating (kW)	Average heat transfer coefficient (U _m) [W/m ² K]	Climate envelope's average air leakage rate at 50 Pa pressure difference (l/s m ²)
Residential buildings				
Single-family houses > 130 m ² A _{temp}	90	4.5 + 1.7 x (F _{geo} - 1) ¹⁾	0.3	In accordance with the BBR 9:26
Single-family houses > 90 - 130 m ² A _{temp}	95			
Single-family houses > 50 - 90 m ² A _{temp}	100			
Single-family houses ≤ 50 m ² A _{temp}	No requirement	No requirement	0,33	0,6
Residential apartment buildings	75 ⁴⁾	4.5 + 1.7 x (F _{geo} - 1) ¹⁾ ₅₎	0.4	In accordance with 9:26
Non-residential buildings				
Non-residential buildings	70 ²⁾	4.5 + 1.7 x (F _{geo} - 1) ¹⁾ ₃₎		In accordance with 9:26
Non-residential buildings ≤ 50 m ² A _{temp}	No requirement	No requirement	0.33	0.6
<p>1) An addition may be made by (0.025 + 0.02(F_{geo} - 1)) x (A_{temp} - 130) when A_{temp} is greater than 130 m². If the geographical adjustment factor F_{geo} is less than 1.0, it is set at 1.0 when calculating the installed electric power.</p> <p>2) An addition may be made by 40 x (q_{medel} - 0.35) when the outdoor air flow in temperature-regulated spaces, for reasons of increased hygiene, is greater, than 0.35 l/s per m², where q_{medel} is the average specific outdoor air flow during the heating season and may as a maximum be included up to 1.00 l/s per m².</p> <p>3) An addition may be made by (0.022 + 0.02(F_{geo} - 1)) x (q - 0.35)A_{temp} when the outdoor air flow, for reasons of continuous hygiene, is greater, than 0.35 l/s per m² in temperature regulated spaces, where q is the maximum specific outdoor air flow at DVUT. If the geographical adjustment factor F_{geo} is less than 1.0, it is set at 1.0 in the calculation of installed electric input.</p> <p>4) An addition may be made by 40(q_{medel} - 0.35) in multi-dwelling blocks where A_{temp} is 50 m² or greater and that predominantly (>50% A_{temp}) contain apartments with a living area of no more than 35 m² each and q_{medel} the outdoor air flow in temperature-regulated spaces exceeds 0.35 l/s per m². The addition can only be used due to requirements for ventilation in special spaces, such as bathrooms, toilets and kitchens and may as maximum be included up to 0.6 l/s per m².</p> <p>5) An addition may be made by (0.022 + 0.02(F_{geo} - 1)) x (q - 0.35)A_{temp} in multi-dwelling blocks where A_{temp} if 50 m² or greater and that predominantly (>50% A_{temp}) contain apartments with a living area of no more than 35 m² each. The addition can only be used when the maximum outdoor air flow at DVUT in temperature regulated spaces q exceeds 0.35 l/s per m² due to requirements for ventilation in special spaces, such as bathrooms, toilets and kitchens. If the geographical adjustment factor F_{geo} is less than 1.0, it is set at 1.0 in the calculation of installed electric input.</p>				

Table 2: Maximum accepted primary energy number, installed electrical input for heating, average heat transfer coefficient and average air leakage, for single-family houses, apartment buildings and non-residential buildings (Table 9:2a, BBR 29).

Будівлі повинні бути спроектовані таким чином, щоб можна було надати наступну інформацію:

- число первинної енергії (EP_{pet}) (енергетична ефективність);
- встановлену максимальну електричну потужність для опалювальних приладів (часткова вимога EPB);
- середній рівень витoku повітря з оболонки будівлі (часткова вимога EPB, застосовується лише для будівель площею менше 50 м²);
- середній коефіцієнт теплопередачі (U_m) огорожувальних конструкцій будівлі (A_{om}) (часткова вимога EPB) становить, як максимум, значення, зазначені в таблиці 2.

Вимоги, викладені в розділі 9:2, не повинні виконуватися для будівель, де тепlopостачання від промислових процесів у будівлі покриває більшу частину потреб в опаленні приміщень. Це має бути доведено спеціальним розслідуванням. Для будівель площею понад 50 м² вимога щодо витoku повітря полягає в тому, що кліматична оболонка будівлі повинна бути настільки герметичною, щоб відповідати вимогам щодо первинного енергетичного номера будівлі та встановленого електричного введення для обігріву приміщень (BBR 9:26). Число первинної енергії (EP_{pet}) розраховується за рівнянням, наведеним нижче:

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{uppv,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,i} + E_{tvv,i} + E_{f,i} \right) \times VF_i}{A_{temp}}$$

Потреба в енергії для опалення (E_{uppv}), поділена на географічний коефіцієнт коригування на муніципальному рівні, додається до потреби в енергії для охолодження (E_{kyl}), гарячої води (E_{tvv}) та допоміжної енергії (E_f), усі з яких помножуються на відповідний ваговий коефіцієнт (VF). Загальна зважена потреба в енергії в кінцевому підсумку ділиться на площу, призначену для нагрівання більш ніж до 10 °C (A_{temp}).

Розрахунок кількості первинної енергії ґрунтується на поставленій енергії та має бути нормального використання. Значення для нормального використання, наприклад, температура в приміщенні та споживання гарячої води для побутових потреб, встановлюються в регламенті (BEN), а також способи коригування вимірних значень, якщо використання відрізняється від нормальних значень. Коефіцієнт географічного коригування F_{geo} коригує потребу в опаленні таким чином, щоб будівлі в різних частинах Швеції можна було порівнювати з урахуванням різниці клімату. Коефіцієнт виводиться як частка потреби в опаленні в типі будівлі в фактичному місці розташування до потреби в теплі для будівлі того ж типу в еталонному місці.

Energy carrier	Weighting factors (VFi)
EI (VFel) – Electricity	1.8
Fjärrvärme (VFfjv) – District heating	0.7
Fjärrkyla (VFfjk) – District cooling	0.6
Fasta, flytande och gasformiga biobränslen (VFbio) – Biofuel (oil, gas, solid)	0.6
Fossil olja (Vfolja) – Fossil oil	1.8
Fossil gas (VFgas) – Fossil gas	1.8

Table 3. Weighting factors (Table 9:2b, BBR 29)

Фактор враховує, наприклад, температуру, вітер та ізоляцію. Значення коефіцієнта становить від 0,8 до 1,9. Для Стокгольма коефіцієнт дорівнює 1,0. Заміна попередніх кліматичних зон географічним коригувальним коефіцієнтом, що застосовується до теплової енергії приміщень, дозволила мати єдину національну вимогу до енергоефективності.

Вимоги до будівельних компонентів для новобудов

Швеція використовує функціональні, а не деталізовані вимоги. Це означає, що розробники вільні вибирати, на яких напрямках вони будуть зосереджувати свої зусилля. Як наслідок, відсутні якісні цифри щодо конкретних компонентів будівлі. Вимоги, однак, включають критерії, які зосереджені на компонентах будівлі: середній коефіцієнт теплопередачі (U_m) огорожувальних конструкцій будівлі (A_{om}). До тих пір, поки перевірене первинне енергетичне число (EP_{pet}), а також значення U_m (і встановлена електрична потужність для опалення) є нижчими за вимоги, див. таблицю 2, будівля вважається відповідною вимогам.

Невеликі автономні будівлі < 50 м² звільняються від вимог щодо енергоефективності. Таким чином, для невеликих будівель пред'являються тільки вимоги до середніх коефіцієнтів теплопередачі і герметичності.

ДАНІЯ. Статус 2020р Сучасний стан імплементації EPBD

Данія вже багато років зосереджується на зниженні споживання енергії в новобудовах. Споживання енергії в нових будівлях неухильно знижується з моменту введення перших вимог до енергії в будівельних нормах у 1961 році. З 2006 року встановлюються вимоги до загального енергоспоживання будівлі відповідно до EPBD. У 2008 році уряд Данії уклав енергетичну угоду про скорочення енергетичних потреб будівель на 25% у 2010 році, на 25% у 2015 році та ще на 25% у 2020 році – загальне скорочення на 75% порівняно з вимогами 2006 року, яке підтримала переважна більшість політичних партій у парламенті Данії. У 2010 році були зроблені перші кроки, запровадивши Будівельні норми 2010 (BR2010), в яких вимоги до енергії були посилені приблизно на 25%, а добровільний клас енергоспоживання був переглянутий і перейменований на «Клас низького енергоспоживання 2015 (Lavenergiklasse 2015)». Вже у 2011 році було запроваджено новий «Будівельний клас 2020» – також як добровільний будівельний клас – через прохання данської будівельної галузі мати достатньо часу для розробки нових продуктів на майбутнє. У липні 2016 року раніше добровільний «Клас з низьким енергоспоживанням 2015» став остаточним і обов'язковим і був перейменований на «Данський будівельний регламент 2015 (BR2015)». BR2015 встановлює мінімальні вимоги до енергоефективності для всіх типів нових будівель. На додаток до мінімальних вимог, BR2015 також встановлює вимоги до добровільного класу з низьким енергоспоживанням, «Building Class 2020» (еквівалент рівня NZEB на той час). У 2018 році вимоги до енергоефективності були дещо змінені, в першу чергу у зв'язку з модернізацією основних енергетичних факторів та процедурою розрахунку, і були імplementовані в Будівельні норми 2018 року (BR2018).

Добровільний клас 2020 року був оцінений як такий, що виходить за межі економічно оптимального рівня і залишиться добровільним низьким класом енергоспоживання з невеликою зміною вимог у зв'язку з оновленням первинних енергетичних факторів.

Вимоги до енергоефективності: НОВІ БУДІВЛІ

BR2018 встановлює мінімальні вимоги до енергоефективності для всіх типів новобудов.

Мінімальні вимоги до енергоефективності встановлюють граничну допустиму потребу в первинній енергії для будівлі, включаючи, наприклад, теплові мости, сонячні притоки, затінення, інфільтрацію, вентиляцію, рекуперацію тепла, охолодження, освітлення (лише для нежитлових будівель), ефективність котлів та теплових насосів, електроенергію для експлуатації будівлі, а також санкції за перегрів.

У розрахунок включається відновлювана енергетика. Однак для всіх будівель максимальне виробництво електроенергії, яке має бути враховане з ВДЕ, наприклад, сонячні батареї та вітрові турбіни, відповідає зменшенню потреби в постачаній енергії на 25 кВт-год/м² на рік у рамках енергоефективності (первинна енергія).

Для того, щоб будівлі відповідали стандарту BR2018 і добровільному класу низького енергоспоживання, необхідно довести, що вони мають хороший тепловий мікроклімат у приміщенні в періоди з більш високими температурами. Температура в житлових приміщеннях не повинна перевищувати 27 ° C більше 100 годин на рік і 28 ° C - більше 25 годин на рік. Це можна зробити або за допомогою «Ve18», або за допомогою інструменту динамічного моделювання. У нежитлових будівлях власник будівлі визначає температурні межі, а літній комфорт необхідно доводити за допомогою інструменту динамічного моделювання.

Будівлі, які відповідають вимогам BR2018, повинні мати герметичність, кращу за 1,0 л/с.м² при різниці тисків 50 Па (для «будівлі з низьким енергоспоживанням» це має бути краще, ніж 0,7 л/с.м²). Крім того, герметичність усіх будівель повинна бути задокументована, наприклад, за допомогою випробування на тиск. Якщо випробування на тиск не проводиться, у розрахунках слід використовувати мінімальну швидкість потоку повітря (1,5 л/с.м² при різниці тисків 50 Па).

The minimum energy performance per m² heated gross floor area for the BR2018 requirements (NZEB - A2015) is:

30 + 1,000 / A [kWh/m².year] for residential buildings, and

41 + 1,000 / A [kWh/m².year] for non-residential buildings.

The minimum energy performance for the voluntary Low-energy Class (A2020) is:

27 [kWh/m².year] for residential buildings, and

33 [kWh/m².year] for non-residential buildings.

Таким чином, усі нові будівлі, які подають заявки на отримання дозволу на будівництво після 1 липня 2016 року, відповідають вимогам NZEB1.

Вимоги до будівельних компонентів для новобудов

Окремі елементи будівлі повинні бути ізольовані до рівня, що гарантує, що втрати тепла через них не перевищують значень, наведених у таблиці 1:

Крім того, енергетичний баланс вікон і зашкленних зовнішніх стін не повинен бути менше -17 кВт-год/м²/рік (дорівнює вікну з маркуванням В у добровільній датській схемі маркування вікон). Енергетичний баланс через ліхтарі на даху та зашклені дахи не повинен бути менше $0,0$ кВт-год/м² на рік. Енергетичний баланс розраховується для вікна стандартного розміру зі стандартизованими зовнішніми умовами.

Крім того, нові будівлі повинні бути спроектовані та побудовані таким чином, щоб проектні втрати пропускання на м² загальної площі опалювальної підлоги не перевищували $12,0 + 6,0/E + 300/A$ (добровільний клас низького енергоспоживання: $11,0 + 6,0/E + 300/A$), де E означає кількість поверхів, а A – площа опалювальної підлоги. Кількість поверхів – це десяткове число, яке розраховується як площа опалювальної підлоги, поділена на площу забудови (вертикальна проекція будівлі на землю у разі розбивки).

Building element	U-value [W/m ² K]
External walls and basement walls in contact with the soil.	0.30
Suspended upper floors and partition walls adjoining rooms/spaces that are unheated or heated to a temperature which is 5°C or more below the temperature in the room concerned.	0.40
Ground slabs, basement floors in contact with the soil and suspended upper floors above open air or a ventilated crawl space.	0.20
Suspended floors below floors with underfloor heating adjoining heated rooms/spaces.	0.50
Ceiling and roof structures, including jamb walls, flat roofs and sloping walls directly adjoining the roof.	0.20
External doors without glazing.	1.40
External doors with glazing.	1.50
Doors and hatches to the outside or to rooms/spaces that are unheated as well as glass walls and windows to rooms that are heated to a temperature which is 5°C or more below the temperature in the room concerned.	1.80
Skylight domes.	1.40
Insulated sections in glazed external walls and windows.	0.60
Suspended upper floors and walls against freezer rooms.	0.15
Suspended upper floors and walls against cold stores.	0.25
Sliding and folding doors. Reference size is 2.50 m x 2.18 m in 2 and 3 sections, respectively.	1.50
Light-tunnels or similar	2.0
Building element	Linear losses
Foundations around spaces that are heated to a minimum of 5°C.	0.40
Joint between external wall and windows or external doors and hatches.	0.06
Joint between roof structure and roof lights or skylight domes.	0.20

Table 1: Maximum U-values and linear losses.

Розрахункові температури визначені в данському стандарті DS 418:2011. Будинки із середньою висотою кімнат понад 4,0 метра отримують доплату в розмірі 1,0 Вт/м² на метр. Опалювальний підвал, який не входить в площу підлоги, включається в розрахунок лише частково.

Нежитлові будівлі можуть отримати доповнення в енергетичній структурі через особливі умови використання в будівлі. Спеціальні умови та стандартні значення наведені нижче. Розширення обчислюється як різниця між стандартним розрахунком і розрахунком з використанням фактичних значень.

- загальний рівень освітлення вище 300 лк;
- швидкість вентиляції вище 1,2 л/сек на м² площі опалювальної підлоги;
- години використання під час опалювального сезону для задоволення атмосферного мікроклімату в приміщеннях;
- споживання гарячої води для побутових потреб понад 100 л на м² опалювальної загальної площі підлоги на рік;
- щотижневі години використання понад 45 годин на тиждень;
- висота стель вище 4,0 м.

Висновки

Порівняння вимог до енергоефективності новобудов

КРИТЕРІЙ	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
ЖИТЛОВІ БУДІВЛІ, енергоспоживання невідновлюваної первинної енергії, [кВт•год/м2.рік] односімейний будинок багатосімейний буд.готелі та гуртожитки	$HWB_{Ref,max} = 10 \times (1 + 3,0/l_c) EE$ $B_{max} = \text{using HTEBRef}$ ----- або ----- $HWB_{Ref,max} = 16 \times (1 + 3,0/l_c) fG$ $EE_{max} = 0,75$ -PEB_{max} = 41		EPH+W max: 1.70 2.65 3.75 ΔEPC max : 1, 2 5·Af,C/Af 3 25·Af,C/Af ΔEPL max : 1, 2 0 3: t0<2,5 =25 t0<2,5 =50	EPpet : 1.одн/сім: >130м2 90 90-130 95 50-90 100 < 50 м2 – 2.75	30+1000/A
НЕЖИТЛОВІ БУДІВЛІ, енергоспоживання невідновлюваної первинної енергії, [кВт•год/м2.рік] будівл.охорони здоров'я інші нежитлові промислові, опал.складські та тваринницькі приміщення	$HWB_{Ref,max} = 10 \times (1 + 3,0/l_c) EE$ $B_{max} = \text{using HTEBRef}$ ----- або ----- $HWB_{Ref,max} = 16 \times (1 + 3,0/l_c) fG$ $EE_{max} = 0,75$ -PEB_{max} = 84		EPH+W max: 1.190 2.45 3.70 ΔEPC max : 4-6 25·Af,C/Af ΔEPL max : t0<2,5 =25 t0<2,5 =50	>50м2 70 <50м2 –	41+1000/A

HWB: Space (useful) heating demand

EEB: Final energy demand

HTEB: Heating system - Auxiliary energy demand for the heating system

fGEE: Total energy efficiency factor

PEB: Primary energy demand

Ref: Reference space heating demand for reference climate

lc: characteristic length of the building or building shape factor (V/A) [m]

EPH+W max: Maximum permissible values of primary energy for heating, ventilation and domestic hot water

EPC max : Maximum permissible values of Δ primary energy for cooling

EPL max : Maximum permissible values of Δ primary energy for lighting

Af,C : area of cooled rooms in a building [m2]

Af : area of heated rooms in a building [m2]

t0 : operating time of built-in lighting installation [h/a]

EPpet : Energy performance expressed as a primary energy number

КРИТЕРІЙ	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
<p>ЧАСТКА ВДЕ на опалення, охолодження та ГВП:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сонячні колектори, або: до 2 приміщень понад 2 приміщень • теплонасоси геотермальні/ambient • біомаса <ol style="list-style-type: none"> 1.газоподібні 2.рідкі 3.тверді <p>Заміщуючі заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теплота від спалювання відходів • ТЕЦ • центральне тепlopостачання 		<p>15%</p> <p>0,04 м2/м2</p> <p>0,03 м2/м2</p> <p>50%</p> <p>30%</p> <p>50%</p> <p>50%</p> <p>50%</p> <p>50%</p> <p>100%</p>			<p>Для всіх будівель максимальне виробництво електроенергії, яке має бути враховане з ВДЕ, наприклад, сонячні батареї та вітрові турбіни, відповідає зменшенню потреби в постачанні енергії на 25 кВт-год/м² на рік у рамках енергоефективності (первинна енергія).</p>

Порівняння вимог до енергоефективності новобудов

U-фактор, [Вт/м ² ·К]	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
зовнішні стіни/стіни, суміщені із неопалюваними об'ємами	0,35	0,28	0,20	Um(average heat transfer coefficient) 1-сім >50м ² 0,30 1-сім <50м ² 0,33 баг/кварт 0,40 не житл. 0,33	0,30/0,40
стіни, суміщені із непромерзаючими кімнатами, як гараж	0,60				
підлога по ґрунту або над підвалом	0,40	0,35	0,25		0,20
перекриття між будівельними блоками (квартирами)	1,30				0,50
стіни між сусідніми будівлями	0,50				
вікна і зовнішні скляні двері в житлових будівлях	1,40	1,30	0,90		енергобаланс: < -17 kWh/m ² .a
вікна мансардні/світлові ліхтарі, мансардні куполи			1,10		1,40
зовнішні двері	1,70	1,80			1,40
суміщені перекриття/покрівля	0,20	0,20	0,15		0,20
підлога над гаражем/парковкою	0,30	0,28	0,15		
внутрішні стіни			1,00		

Якісні критерії та вимоги до інженерних систем і будівельних компонентів для новобудов і існуючого фонду

АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
<p>нові багатоквартирні будинки з більш ніж трьома квартирами повинні мати системи центрального опалення;</p> <p>вентиляційні системи повинні бути обладнані системою рекуперації тепла;</p> <p>95% сіх клієнтів мають бути осначені інтелектуальними лічильниками до кінця 2022 року</p>	<p>потреба в опаленні та охолодженні повинна бути принаймні частково покрита ВДЕ. Використання ВДЕ може бути замінене використанням скидного тепла, централізованого тепlopостачання або охолодження, встановленням комбінованої системи тепlopостачання або охолодження або з енергоефективністю не менше ніж на 15% кращою за необхідну продуктивність; системи опалення старше 30 років більше не допускаються;</p>	<p>уникнення перегріву в літній період</p> <p>регулювання мінімальної теплоізоляції труб і компонентів при опаленні та охолодженні приміщень, а також в системах гарячого водopостачання* (Таблиця *)</p> <p>максимальні значення питомої потужності вентиляторів, що використовуються в системах кондиціонування та механічної вентиляції (Таблиця **),</p> <p>питома потужність вентилятора може бути збільшена при використанні в системі певних елементів (Таблиця ***)</p>	<p>максимальна елек-трична потужність для опалювальних приладів: $4,5 + 1,7 \times (F_{\text{geo}} - 1)$</p> <p>середній рівень витoku повітря в ОК будівлі (лише для будівель площею < 50 м2): 0,6</p> <p>мінімальні вимоги до гігієнічної вентиляційної витрати (0,35 л/с на м2 (пл.підл.)</p> <p>що з 2025 року нежитлові будівлі повинні бути обладнані АСМУБ системою ефективна номінальна потужність системи опалення будівлі, системи кондиціонування повітря або комбінованого опалення приміщень або систем кондиціонування та вентиляції перевищує 290 кВт</p>	<p>Будівлі повинні мати герметичність, кращу за $1,0 \text{ л/с.м}^2$ при різниці тисків 50 Па (для NZEB це має бути краще, ніж $0,7 \text{ л/с.м}^2$)</p> <p>системи опалення повинні бути оснащені регулюванням температури в приміщенні та зовн. температури</p> <p>Котли, що працюють на вугіллі, біопаливі та біомасі, повинні відповідати класу 5EN 303-5.</p> <p>Мінімальна швидкість вентиляції $0,3 \text{ л/с.м}^2$</p> <p>Температура в житл. примі: макс. 100 годин при температурі не вище $27 \text{ }^\circ\text{C}$ і 25 годин при температурі не вище $28 \text{ }^\circ\text{C}$</p>

*** Вимоги до теплоізоляції труб і вузлів в системах опалення, гарячого водопостачання та охолодження.**

№ п/п	Розмір труб	Мінімальні вимоги до товщини утеплювача($\lambda=0,035$ Вт/м·К), [мм]
1	$d_i < 22$ мм	20
2	$22 \leq d_i < 35$ мм	30
3	$35 \leq d_i < 100$ мм	рівний діаметру d_i
4	$100 \leq d_i$	100
5	Труби, що проходять через стіни або перекриття, хрестовини труб	50% від товщини, в рядках 1 - 4
6	Труби в системах опалення в стінах, що розділяють різне призначення	50% від товщини, в рядках 1 - 4
7	Труби, відповідно до рядку 6 закладені в підлогу	6
8	Труби повітряного опалення (всередині опалювальної площі будівлі)	40
9	Труби повітряного опалення (за межами опалювальної площі будівлі)	80
10	Труби охолодженої води з теплообмінника (всередині будівлі)	50% від товщини, в рядках 1 - 4
11	Труби охолодженої води з теплообмінника (всередині будівлі)	як зазначено в рядках 1 - 4

**** Вимоги до продуктивності максимального рівня питомої потужності вентиляторів (SFP) вентиляторів, що використовуються в системах кондиціонування повітря та механічної вентиляції.**

	Тип і застосування вентилятора	Питома потужність вентилятора SFP [кВт/(м ³ /с)]
1	Припливний вентилятор: система кондиціонування повітря або припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла припливно-витяжна вентиляція без рекуперації тепла та припливна вентиляція	1.601.25
2	Витяжний вентилятор: система кондиціонування повітря або припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла припливно-витяжна вентиляція без рекуперації тепла та припливна вентиляція	1.001.00

***** Елементи систем, що дозволяють збільшити питому потужність вентилятора (SFP)**

	Додатковий елемент вентиляції або системи кондиціонування повітря	Додаткова питома потужність вентилятора SFP [кВт/(м ³ /с)]
1	Додатковий рівень фільтрації	0.3
2	Додатковий рівень фільтрації з класом фільтра H10 або вище	0.6
3	Фільтри з газоподібними забруднювачами	0.3
4	Високоєфективний пристрій рекуперації тепла (температурний ККД вище 90%)	0.3

2. ПОТОЧНИЙ СТАН СПРАВ ТА ПОЛІТИКА ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЕРВД В УКРАЇНІ

2.1 ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель». Основні засади формування національної політики щодо імплементації ЕРВД в Україні.

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 1. Визначення термінів

п.1

2) **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;

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.

Стаття 15. Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії

1. З метою поступового підвищення енергетичної ефективності будівель Кабінет Міністрів України затверджує національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, який надається для інформування Секретаріату Енергетичного Співтовариства.

Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії повинен містити, зокрема:

- проміжні цілі щодо підвищення енергетичних показників нових будівель;
- напрями державної політики, фінансові та інші заходи, спрямовані на збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, включно з інформацією про національні вимоги та заходи щодо збільшення використання енергії з відновлюваних джерел у нових будівлях та будівлях, які підлягають термомодернізації.

2. Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та вимоги до таких будівель розробляються з урахуванням вимог актів законодавства Європейського Союзу та Енергетичного Співтовариства. Вимоги до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, у тому числі вимоги щодо частки енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, та числового показника первинної енергії, затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

3. Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та вимоги до таких будівель переглядаються кожні п'ять років. Цільові показники збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії розраховуються згідно з методикою та відстежуються згідно з порядком моніторингу, що затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

4. Складовою частиною національного плану збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії є перелік наявних та, за необхідності, запланованих заходів із збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, включаючи ті, що потребують фінансування.

2.2 НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЛАН

збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії

Мета і строки реалізації Концепції та виконання національного плану

- визначення детального практичного застосування в Україні поняття будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії включно із цифровим індикатором використання первинної енергії, вираженим у кВт·год/кв. метр (кВт·год/куб. метр) на рік;
- визначення та виконання заходів державної та регіональної (місцевої) політики, спрямованих на збільшення використання енергії з відновлюваних джерел в будівлях, зокрема для задоволення власних потреб в енергії;
- встановлення обов'язковості дотримання вимог щодо досягнення близького до нульового рівня споживання енергії будівлею як ключового засобу збільшення кількості таких будівель, до настання якої необхідно встановити ряд технічних, організаційних та фінансових завдань та здійснити відповідні заходи, зокрема:
 1. 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 (крім випадків, передбачених ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель») до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії;
 2. не пізніше 31 грудня 2027 р. енергетична ефективність будівель, що приймаються в експлуатацію, повинна бути не нижчою за чинні вимоги (крім випадків, передбачених ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель») до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії.

Виконання національного плану

Виконання національного плану передбачається протягом 2020-2030 років. Національний план передбачається реалізувати двома етапами.

На першому етапі (2020-2025 роки)

передбачається виконання заходів, спрямованих на подолання технічних, організаційних та фінансових проблем на шляху збільшення кількості енергонезалежних будівель (далі - заходи першого етапу національного плану), з урахуванням наявних заходів із збільшення кількості енергонезалежних будівель з наступним переглядом результатів їх виконання.

На другому етапі (2025-2030 роки)

передбачається виконання заходів, спрямованих на реалізацію переходу до обов'язкового дотримання стандартів енергонезалежних будівель щодо усіх об'єктів будівництва та будівель, у яких здійснюється реконструкція (далі - заходи другого етапу національного плану), що формується шляхом перегляду національного плану з урахуванням:

- стану виконання заходів першого етапу національного плану та визначення необхідності коригування державної політики;
- зобов'язань України в рамках виконання Угоди (Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їїніми державами-членами, з іншої сторони) та в рамках виконання Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, включно з такими, що виникнуть під час реалізації першого етапу національного плану;
- економічної доцільності здійснення заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель, визначених на момент початку розроблення заходів другого етапу національного плану.

Проблема, яка потребує розв'язання

В Україні існує ряд проблем, які потребують комплексного розв'язання на шляху до збільшення кількості енергонезалежних будівель з метою поступового підвищення енергетичної ефективності будівель в Україні.

1. Проблема визначення будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії

Однією із ключових вимог актів законодавства Європейського Союзу та Енергетичного Співтовариства до національних планів збільшення кількості енергонезалежних будівель є визначення детального практичного застосування державами-членами поняття "енергонезалежні будівлі" з відображенням власних національних, регіональних або місцевих умов та із зазначенням граничного числового показника річного використання первинної енергії у таких будівлях, вираженого у кВт·год/кв. метр (кВт·год/куб. метр).

Водночас в Україні на сьогодні відсутнє детальне визначення енергонезалежних будівель та вимог до них, зокрема пов'язане з недостатніми темпами наближення будівельних норм та національних стандартів України до європейських вимог щодо енергетичної ефективності будівель, які постійно підвищуються.

2.3 Поточний стан виконання національного плану в напрямку визначення вимог до будівель, з близьким до нульового рівнем споживання енергії

Наказ Мінрегіон № 260 «Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель» – як передумова визначення вимог до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії

За результатами виконання у 2018-2019 роках наукової роботи “Проведення досліджень та розроблення науково обґрунтованих пропозицій щодо встановлення мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель”, проведеної державним підприємством “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій”, визначено економічну доцільність здійснення заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель, урахування якої за поточних значень макроекономічних показників в Україні не дає змоги розпочати широке впровадження енергонезалежних будівель в Україні.

Водночас було встановлено, що комплекс заходів, виконання яких дасть можливість досягти дотримання обох умов належності будівлі до енергонезалежних будівель, дає результат у вигляді досягнення показника максимального питомого споживання кінцевої енергії на потреби опалення та охолодження на рівні рекомендованого до встановлення як нового показника класу енергоефективності “А”.

Згідно з вимогами пункту “а” частини третьої статті 9 Директиви 2010/31/ЄС у національному плані підлягають зазначенню максимальні показники питомого споживання первинної енергії для енергонезалежних будівель у кВт·год/кв. метр (кВт·год/куб. метр). Проте відповідно до вимог до енергетичної ефективності будівель, визначених Методикою визначення енергетичної ефективності будівель та будівельних норм, що враховуються під час визначення енергетичної ефективності будівель, енергонезалежні будівлі повинні відповідати таким вимогам:

- будівля відповідає класу енергетичної ефективності не нижче класу “А”;
- питомий показник споживання первинної енергії будівлею не перевищує максимальних показників питомого споживання первинної енергії для енергонезалежних будівель згідно з вимогами до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, встановленими Мінінфраструктури;
- для формування належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у будівлі використовується енергія переважно з відновлюваних джерел, частка якої визначається згідно з розділами 14, 15 ДСТУ Б А.2.2-12, розділами 11, 14 та додатком Е до ДСТУ Б EN ISO 13790, додатком G до ДСТУ Б EN 15603.

Проект "Технічні рекомендації для проектів нового будівництва будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії в Україні"

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

Про проєкт

Технічні рекомендації мають лягти 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 симуляціїта (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 моделювання 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 вентиляційної системи рекуперації тепла.

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

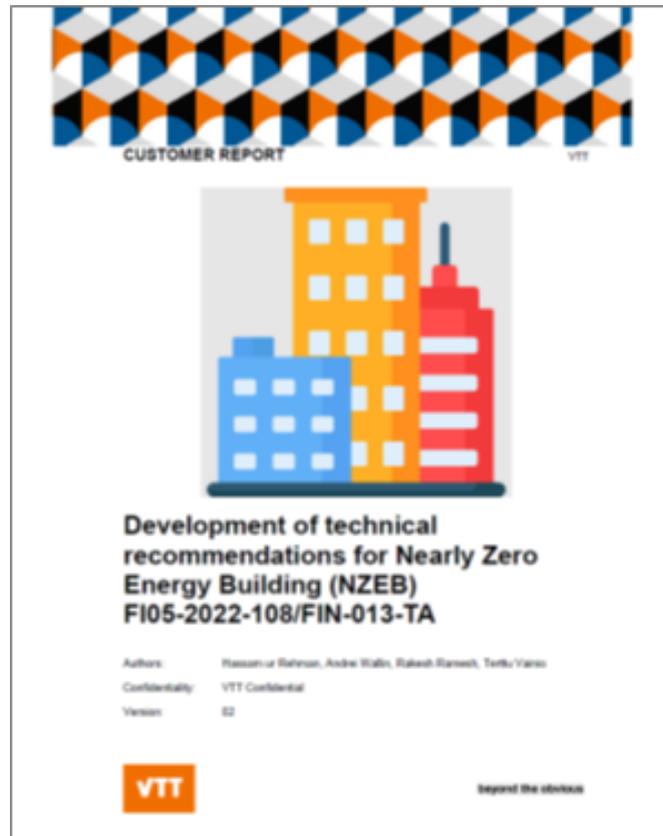


Table 54: Selected scenarios of apartment building improvements, Kyiv.

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

Найбільш значні поліпшення в плані енергозбереження можна спостерігати при впровадженні вентиляційної установки рекуперації тепла. У зв'язку з цим було б рекомендовано впровадити на практиці наявність вентиляційних рекуператорів тепла в житловому фонді України. Подальші вдосконалення вікон, зовнішніх стін, підлоги та даху сприяють економії енергії, як видно з таблиць вище, але за додаткову плату.

Багатоквартирний житловий будинок. Висновки та резюме.

Параметричні дослідження (технічний потенціал)

Для економії теплової енергії вентиляційна рекуперація тепла має на сьогоднішній день найкращий технічний потенціал. Другим найкращим є покращення U-value вікна, а третім – покращення U-value зовнішньої стіни. Було виявлено, що покращення коефіцієнта теплопередачі підлоги та даху мають незначний вплив. Більшість удосконалень коефіцієнта теплопередачі спричинили збільшення навантаження на охолодження, оскільки вища ізоляція означає, що будівля ефективніше зберігатиме тепло влітку. Вентиляційна рекуперація тепла збільшила потребу в охолодженні в Київській області, що пов'язано зі зменшенням використання вільного охолодження. В Одеській області вільне охолодження влітку майже не доступне, тому приріст охолодження менший.

Економічний потенціал

Чиста теперішня вартість була розрахована для комбінацій обраних дискретних поліпшень. В індивідуальному порядку всі поліпшення, крім рекуперації тепла вентиляції, були визнані нерентабельними. Однак рекуперація тепла вентиляції була визнана вигідною, і тому інші вдосконалення все ще можуть бути прибутковими в поєднанні з рекуперацією тепла вентиляції. Результат був однаковим і для Києва, і для Одеси

При аналізі чутливості було виявлено, що при ставці дисконтування 25 % замість 8 % жодне з поліпшень не було прибутковим.

Фотовольтаїка

Техніко-економічний потенціал дахових фотоелектричних установок вивчався окремо за чотирма сценаріями. Для багатоквартирного будинку площа даху відносно невелика в порівнянні із загальною площею будівлі. В результаті, лише 20-25% споживання електроенергії будівлею може бути покрито фотоелектричною установкою на даху. З іншого боку, більша частина фотоелектричної продукції споживається на місці, при цьому OEM становить 83 % - 95 % між досліджуваними випадками. У досліджених СЕС з вентиляцією HR демонструється більш висока OEM, оскільки впровадження механічної вентиляції збільшує споживання електроенергії будівлею. PV була збитковою у всіх досліджуваних сценаріях, хоча з меншим відривом у випадках з механічною вентиляцією легень та вищим OEM.

Будівля школи. Висновки та резюме.

Параметричні дослідження (технічний потенціал)

Технічний потенціал удосконалень в основному такий самий, як і для багатоквартирного будинку, з рекуперацією тепла вентиляції як найбільш значним покращенням, за яким слідує коефіцієнт теплопередачі вікна та коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни. Найбільш значущими змінами є:

1. Вентиляційна рекуперація тепла навіть більш ефективна, ніж для багатоквартирного будинку, за рахунок більш високих витрат
2. Потенціал покращення коефіцієнта теплопередачі даху вищий, ніж для багатоквартирного будинку, оскільки площа даху порівняно із загальною площею будівлі вища

Економічний потенціал

Впровадження вентиляційної установки рекуперації тепла знижує загальну вартість в Києві. Серед двох рівнів удосконалення рекуператора тепла, 40% ККД і 80% ККД, останній призвів до найбільшої економії коштів. Індивідуальне покращення даху та вікон до першого рівня також призвело до менших витрат порівняно з базовим сценарієм за замовчуванням.

Для Одеси, оскільки тариф на електроенергію досить високий (0,21 €/кВт-год), лише вентиляційна рекуператорна установка з ККД 80% призводить до зниження вартості порівняно з дефолтним варіантом. Індивідуальне покращення даху та вікон до першого рівня також призвело до менших витрат порівняно з базовим сценарієм за замовчуванням.

Фотовольтаїка

Будівля школи має більшу площу даху на опалювальну площу, порівняно з багатоквартирним будинком.

В результаті досягається більш висока власна енергетична частка – 30 – 41% в Києві і 34 – 47% в Одесі. Досліджений фотоелектричний випадок з вентиляцією HR був визнаний вигідним через високий тариф на електроенергію (11-21 €/кВт-год для школи порівняно з 6 €/кВт-год для багатоквартирного будинку) та високу швидкість потоку механічної вентиляції, що спричиняє високі витрати на електроенергію в іншому випадку.

Крім того, наявність акумулятора або рішення для зберігання призведе до збільшення коефіцієнта відповідності і, таким чином, зменшить потребу в імпортній електроенергії. Крім того, уряд повинен розглянути можливість для споживачів продавати надлишок фотоелектричної енергії назад в мережу, оскільки це принесе економічну вигоду домогосподарствам, а також стане рішенням для скорочення імпорту з інших країн.

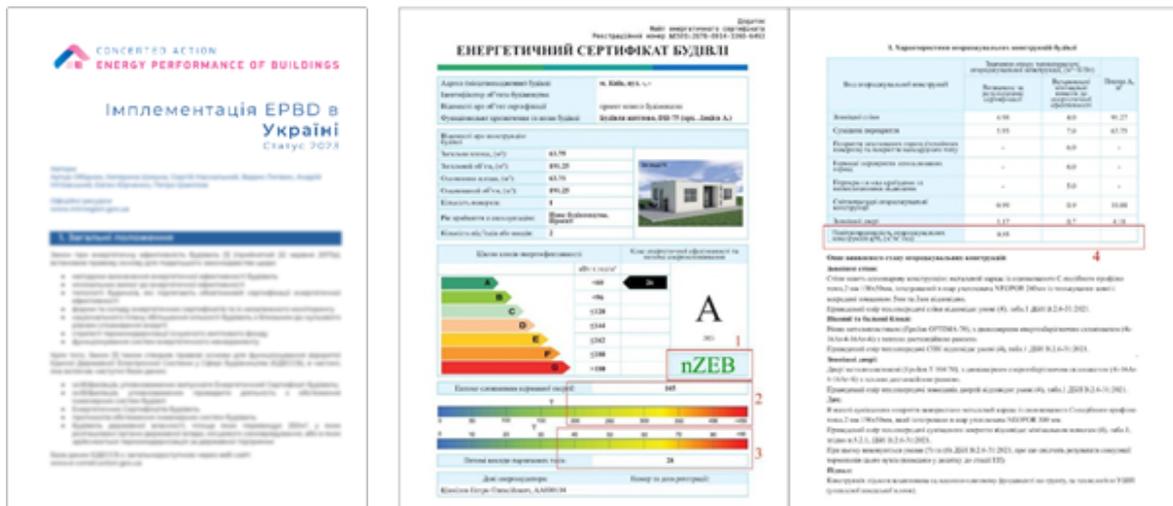
Проект Наказу Мінрегіон «Вимоги до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії»

З 30 грудня 2020 р. по 31 січня 2021р тривало громадське обговорення Проекту Наказу Мінрегіону «Вимоги до будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії». 19 лютого 2021р. за результатами міжвідомчої наради було затверджено драфт документу, який з об'єктивних причин (епідемія КОВІД, повномасштабне вторгнення РФ в Україну) отримав продовження роботи над собою лише в 2023 році.

На кінець 2023р. проєкт Наказу мав свою реалізацію в двох документах:

- вимоги до НСЕБ (власне дефініція будівель з близьким до нульового енергоспоживанням – набір кількісних і якісних критеріїв);
- альбом технічних рішень (збірник вузлових рішень оболонки НСЕБ-будівлі, із прорахованими термополями та ПСІ-факторами лінійних тепловтрат), до якого мають ввійти як рішення, зафіксовані наразі в ДСТУ 9191, так і рекомендовані напрацювання із новітнього досвіду будівельного сектору країн-учасниць.

Вимоги до НСЕБ



Серед кількісних критеріїв, які професійна спільнота схильється фіксувати в даному документі, є:

- максимальне значення індексу енергоефективності [кВт·год/(м²·рік)], яке визначає річну потребу в невідновлюваній енергії для опалення приміщень, вентиляції, охолодження, гарячого водопостачання та внутрішнього освітлення;
- окремі елементи огорожувальних конструкцій не мають перевищувати зафіксовані показники теплопередачі (U-value);
- значення повітропроникності огорожувальних конструкцій, регламентоване за показником q50 (згідно ДСТУ EN ISO 9972:2022);
- мінімальна частка енергії (γ %), вироблена з відновлюваних джерел, що споживається будівлею для задоволення її власних потреб;
- максимальне значення питомого показника викидів парникових газів MCO₂ [кг/м²·рік].

3.АНАЛІЗ КЛЮЧОВИХ ВУЗЛОВИХ РІШЕНЬ ДСТУ 9191 ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ОБОЛОНЦІ НСЕБ

На сьогоднішній день, відправним документом, який рекомендує вузлові рішення огороджуюче конструкції будівлі, прораховані за параметрами тепловтрат в зонах теплопровідних включень, є ДСТУ 9191, Додаток Г.

Варто зазначити, що:

1. ДСТУ 9191 охоплює далеко не всі вузлові рішення, які зустрічаються в оболонці будівель;
2. Крім того, наведені в цьому документі випадки практично не мають можливості бути використані в оболонці nZEB;

Це призводить до необхідності вдаватися до симуляції 2- / 3- вимірних теплових полів для розрахунків параметрів саме тих вузлових рішень, які присутні в огороджуючій конструкції конкретної будівлі

(відповідно до правил та граничних умов, заявлених в ДБН-31, ДСТУ 9191, ДСТУ ISO EN 10211-1/-2, ДСТУ ISO EN 10077-1/-2).

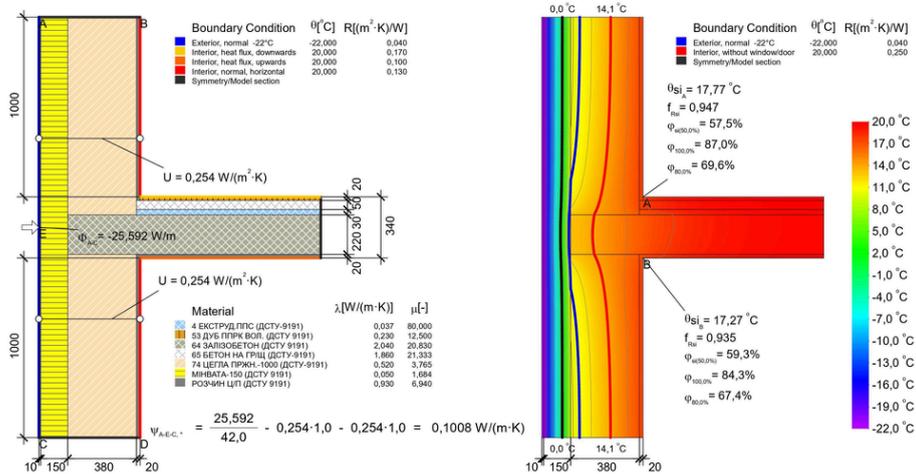
В поточному Звіті проаналізовано та надано пропозиції щодо їх оптимізації декілька ключових вузлових рішень, що є типовими для переважної більшості огороджуючих конструкцій будівель та покривають 75...85% енерговтрат оболонки за трансмісією через зони теплопровідних включень (нумерація вузлів згідно Додатку Г, ДСТУ 9191):

- Г.1, №1 – вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття;
- Г.1, №11 – вузол кутового сполучення зовнішніх стін;
- Г.1, № 36 – вузол кутового сполучення зовнішніх стін з додатковою теплоізоляцією;
- Г.1, №14 – вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні перемички;
- Г.1, №15 – вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні підвіконня;
- Г.1, №16 – вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення;
- п.т. Г.1, № 32 / п.т. Г.2, № 6 – вузол примикання конструкції підлоги над неопалюваним підвалом до стіни цоколя;
- п.т. Г.2, № 9 – вузол примикання плити перекриття плоского даху до стіни та парапету.

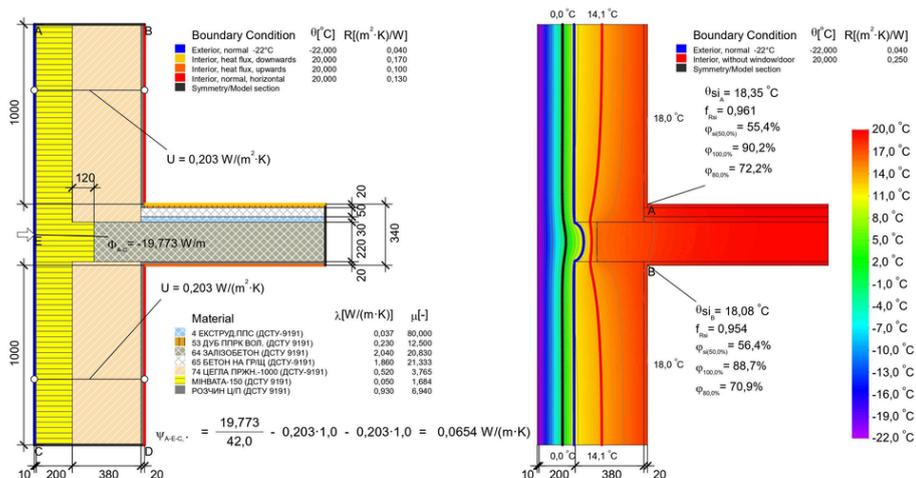
3.1 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №1

Вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття

Аналіз поточного стану



Оптимізація вузла для оболонки НСЕВ

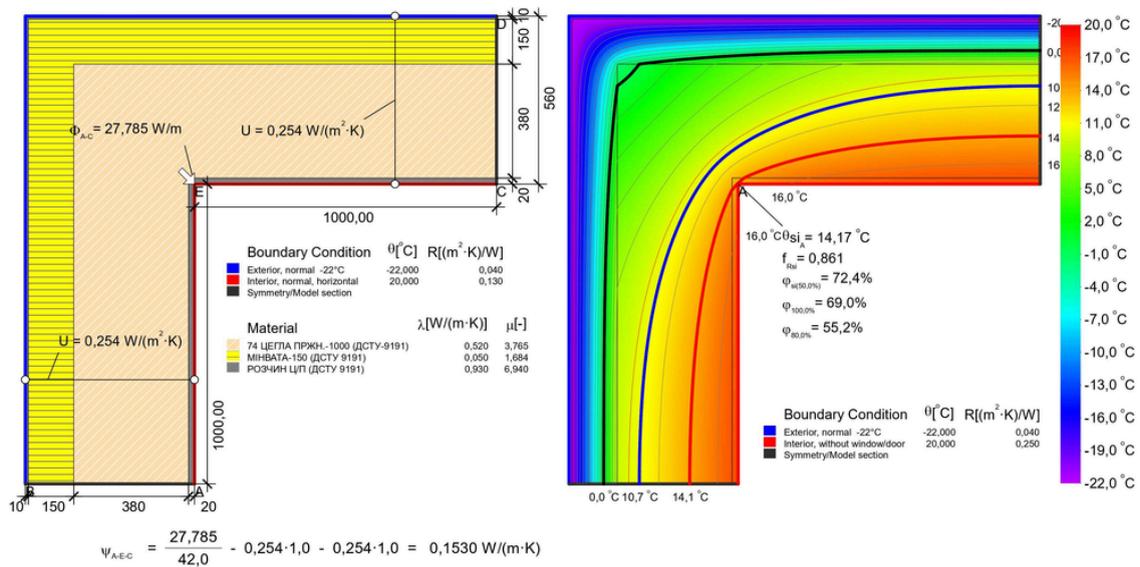


Висновок

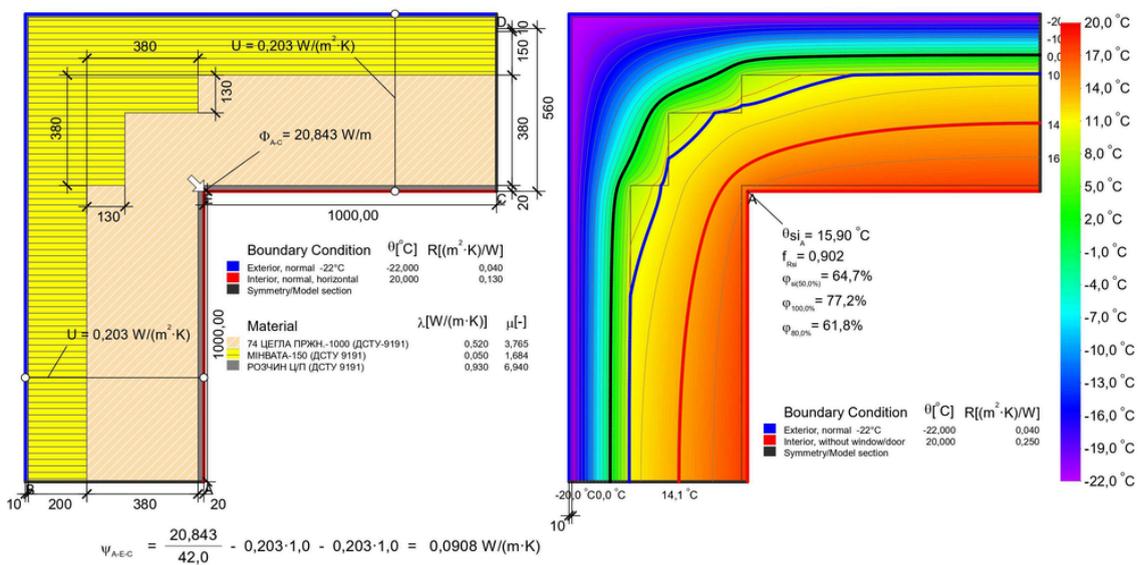
ПСІ-фактор змінено нижче показника U-фактору однорідного поля НОК. Температури в зоні теплопровідних включень вище температур конденсації та зон утворення колоній грибків.

3.2 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №11 Вузол кутового сполучення зовнішніх стін

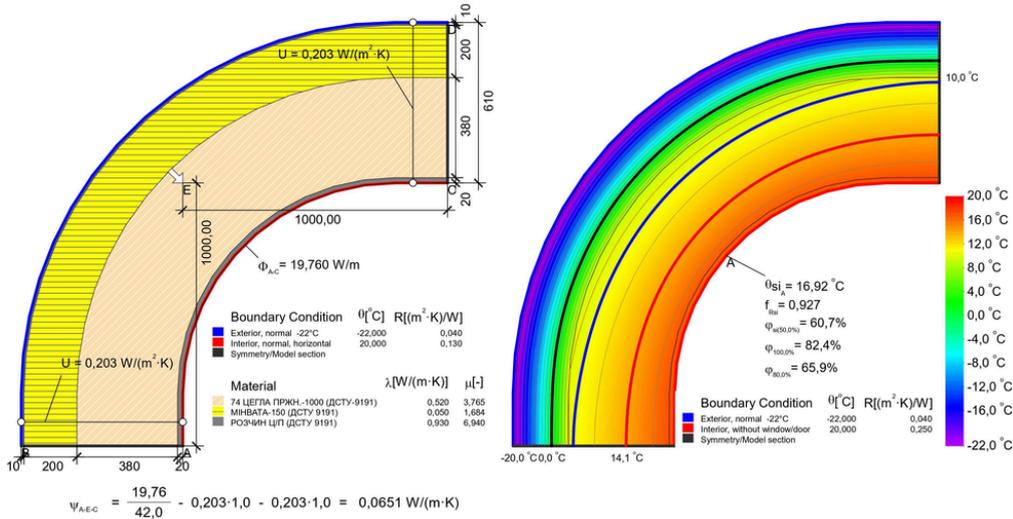
Аналіз поточного стану



Оптимізація вузла по прикладу рішення ДСТУ9191, Додаток Г.1 №36



Оптимізація вузла за допомогою скруглення зовнішнього кута



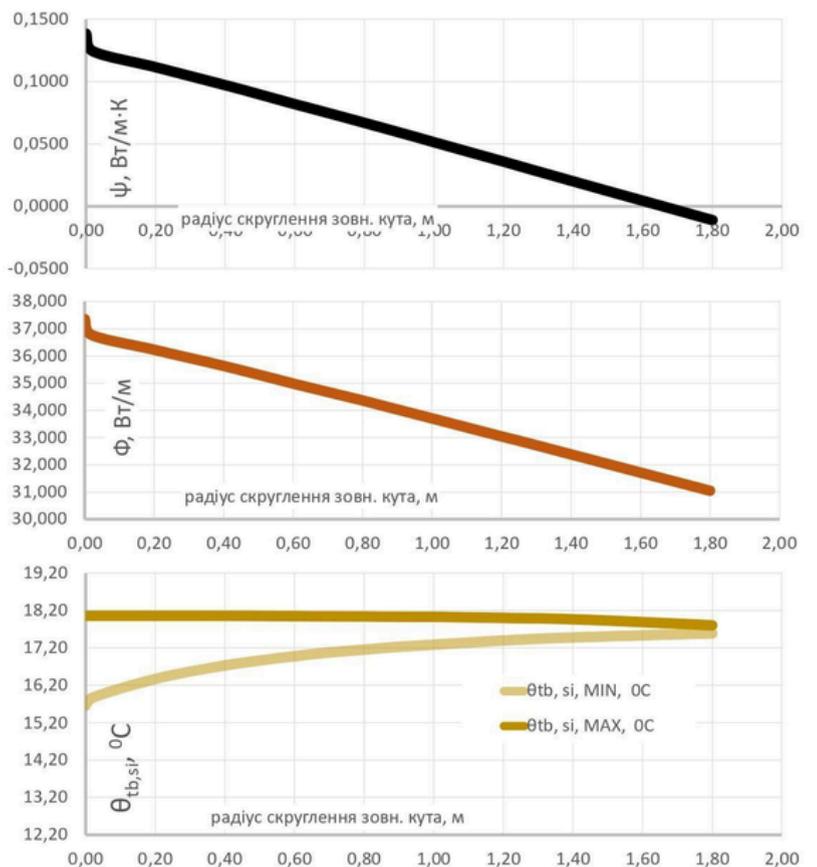
Висновок

Вузлове рішення №36 (Додаток Г.1, ДСТУ 9191) дає не значне зниження ПСІ-фактору – за донної конструкції ОК воно складає близько 40%. Але крім цього – має суттєвий недолік – це призведе до ослаблення «перевязки» для штучного стінового матеріалу, для монолітного – відсутність зони армування, що в обох випадках буде ослаблювати несучу здатність ядра оболонки.

Рішення, яке базується на скругленні зовнішнього кута може бути застосований лише при новому будівництві і також накладає певні обмеження на архітектуру і стилістику будівлі, хоча доволі гарно вкладається в технологію будівництва за допомогою 3D-друку.

Варто зазначити, що для кожної огорожуючої конструкції існує такий радіус скруглення, за якого ПСІ-фактор повністю нівелюється (див. діаграму праворуч).

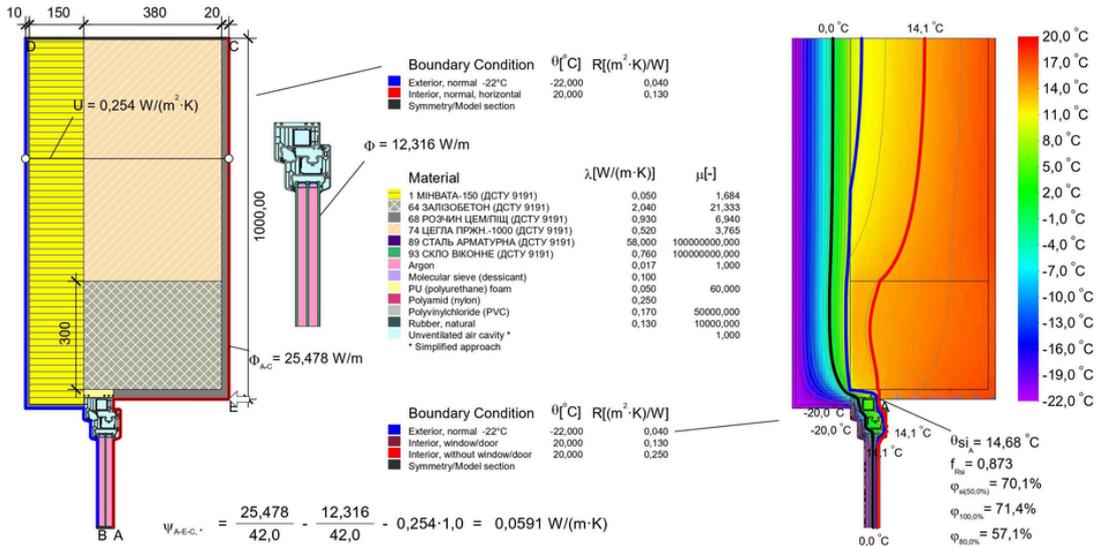
Це є суттєвим зниженням тепловтрат оболонки за transmisією, з огляду на середньозважену кількість і протяжність таких вузлів особливо в багатопверховому будівництві.



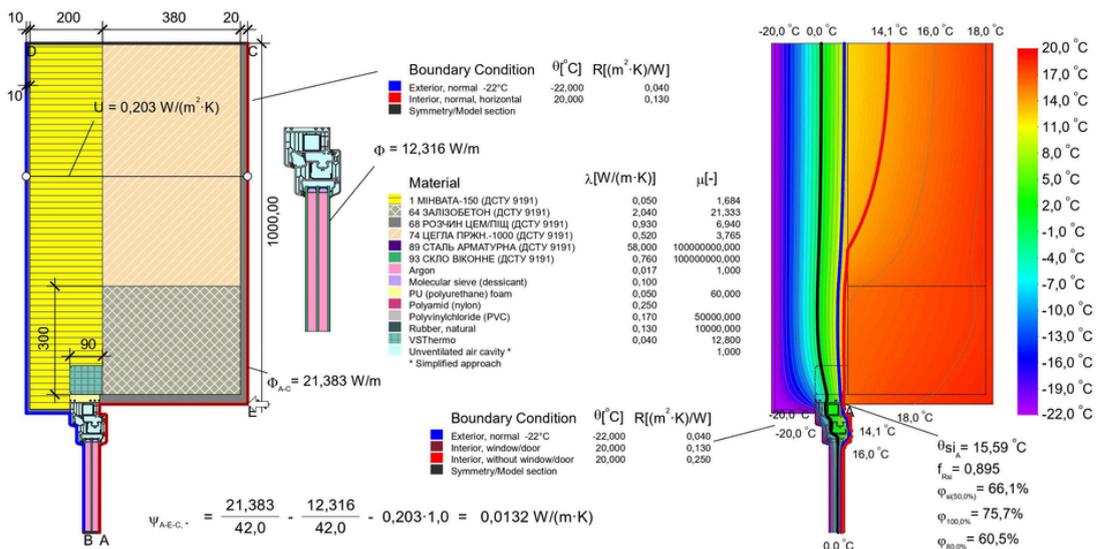
3.3 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №14

Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні перемички

Аналіз поточного стану



Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача

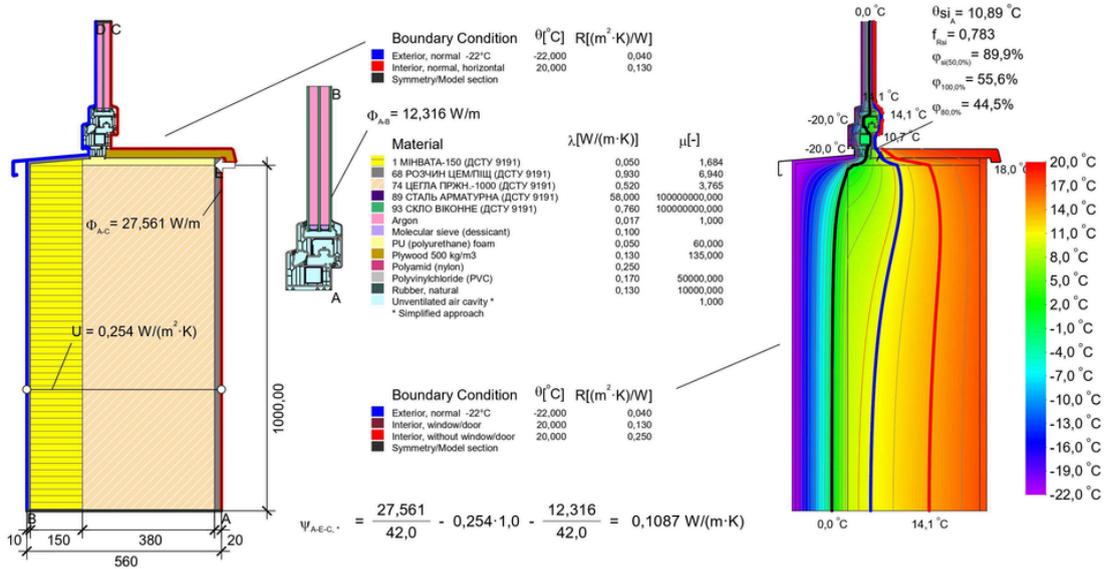


Висновок

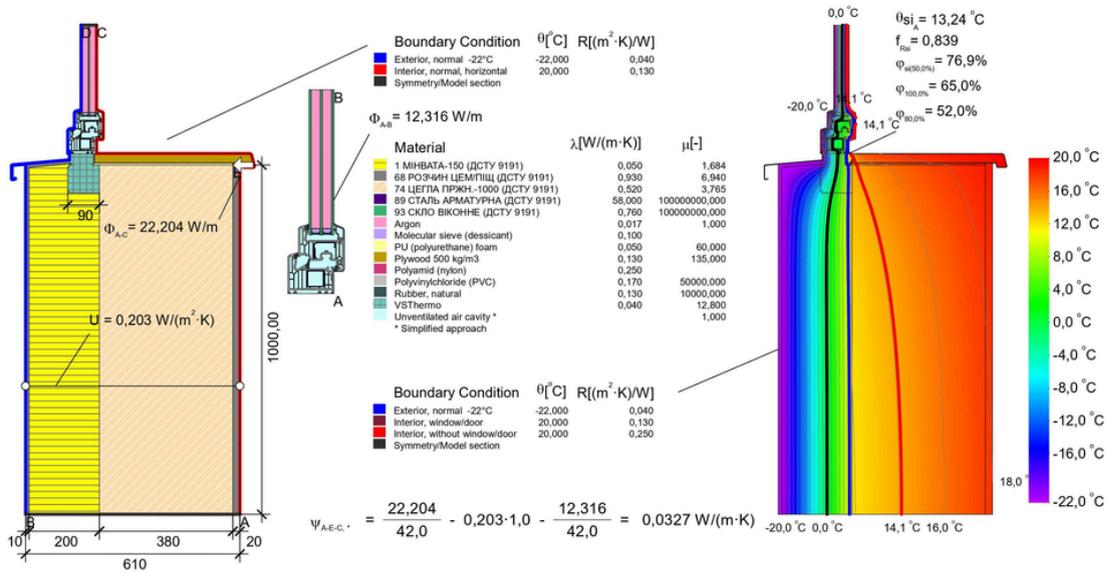
Вплив ПСІ-фактору знижено майже в 5ть разів. Температури в зоні теплопровідних включень вище температур конденсації та зон утворення колоній грибків.

3.4 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №15 Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні підвіконня

Аналіз поточного стану



Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача



flixo energy 8.2.1178.1
 calculated by Pit Shamiloff
 [energy auditor certificate AA000104]
 www.nzeb.pro

A.MB200-ЦР380+Г1#15 ²

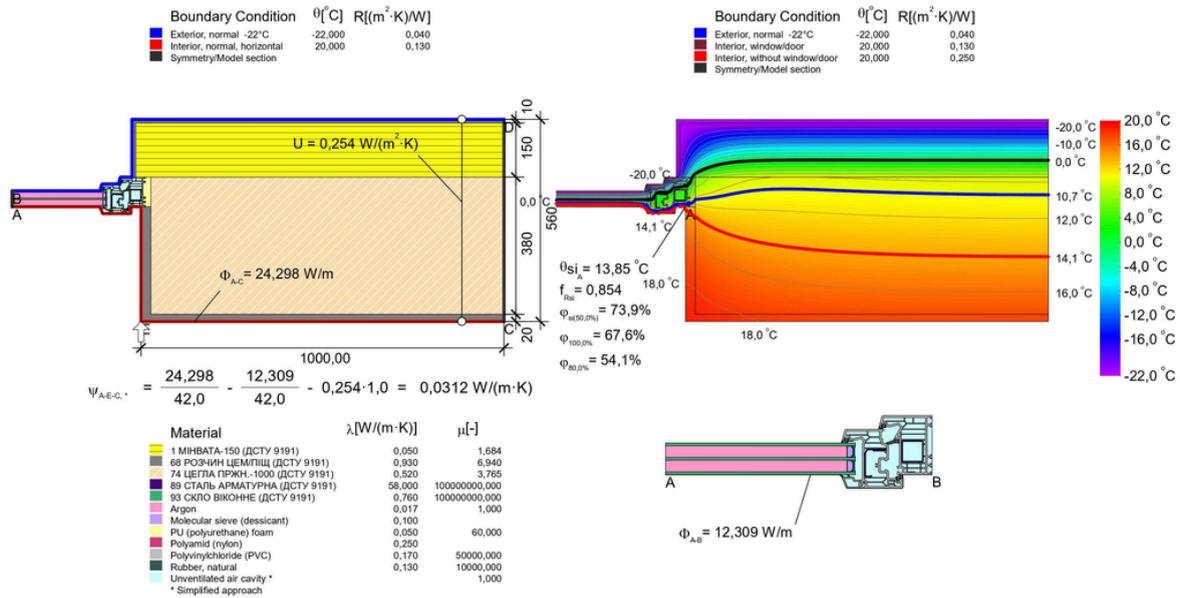
Висновок

Вплив ПСІ-фактору знижено в 3и рази. Температура в зоні теплопровідних включень поточного стану є граничними з температурою утворення конденсату, і не задовольняє вимогам ДБН-31. Оптимізоване рішення має задовільні показники і є вищою за температури конденсації та зон утворення колоній грибків.

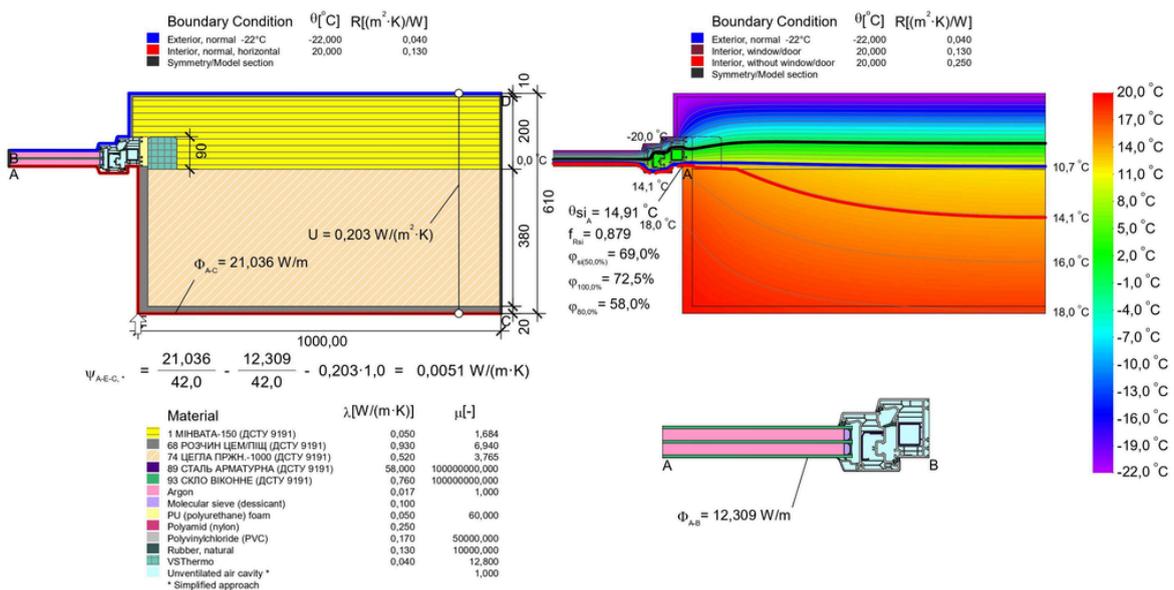
3.5 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №16

Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення

Аналіз поточного стану



Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача

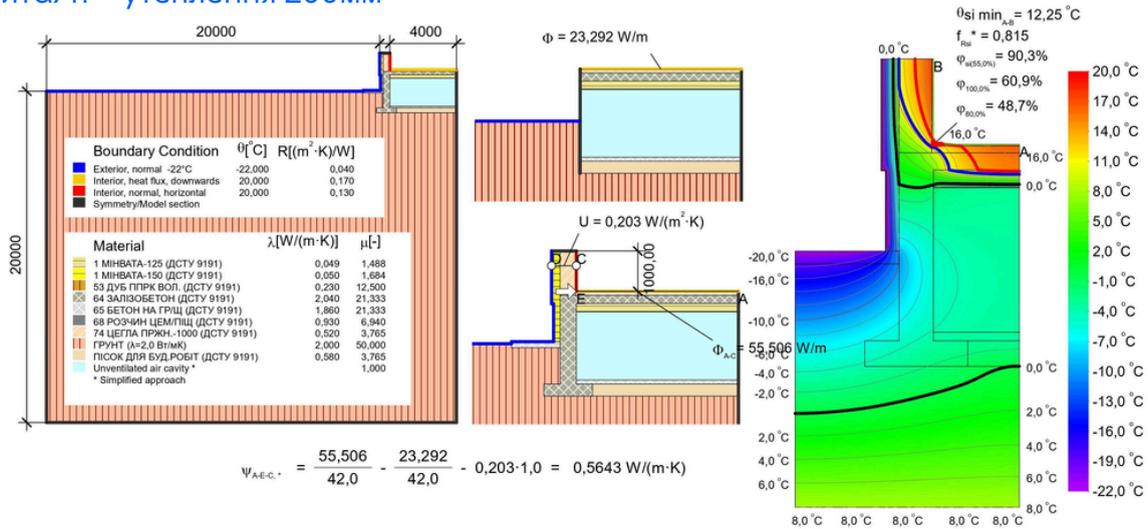


Висновок

Вплив ПСІ-фактору знижено на порядок! і практично нівельовано. Температура в зоні теплопровідних включень має задовільні показники і є вищою за температури конденсації та зон утворення колоній грибків.

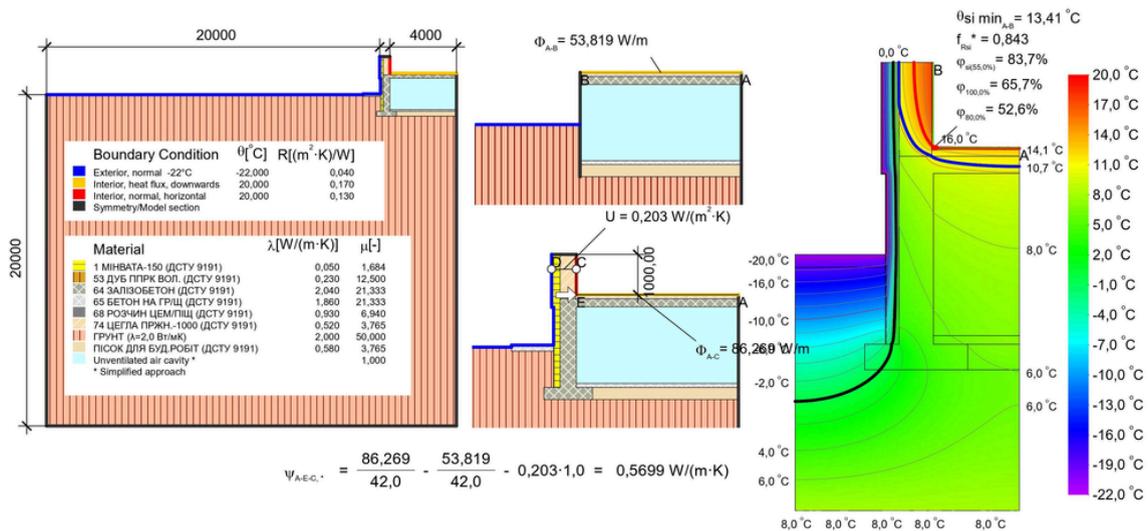
Варіант оптимізації №2:

- стіна – утеплення 200мм
- цоколь – утеплення надземної частини 150мм
- плита/п – утеплення 200мм



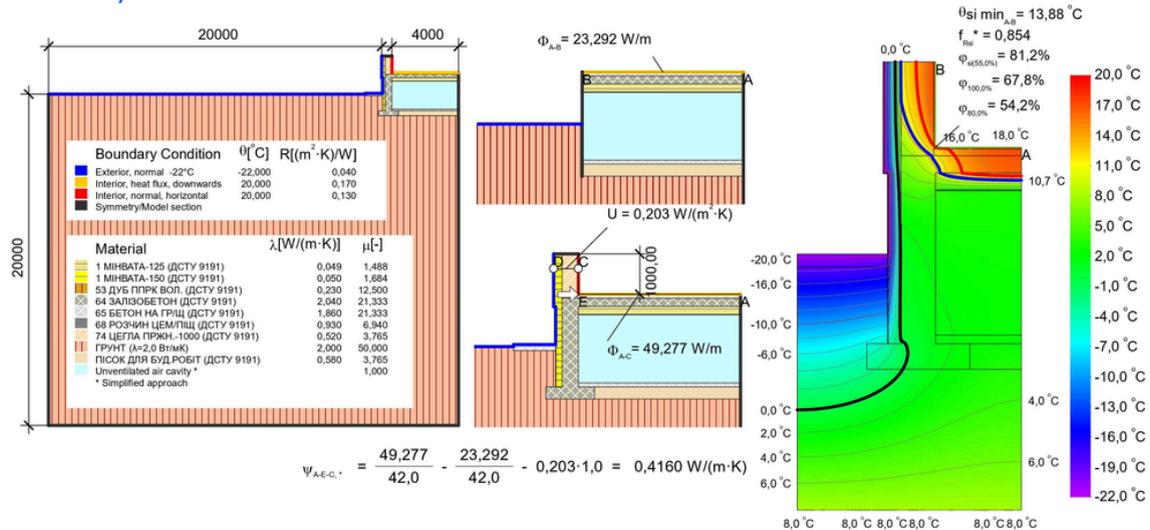
Варіант оптимізації №3:

- стіна – утеплення 200мм
- цоколь – утеплення до подушки фундаменту 150мм
- плита/п – утеплення 0мм



Варіант оптимізації №4:

- стіна – утеплення 200мм
- цоколь – утеплення надземної частини 150мм
- плита/п – утеплення 200мм



Висновок

Традиційне рішення під час термо-модернізації:

Значення ПСІ-фактору є неприпустимо великим.

В зоні поєднання плити перекриття над неопалюваним підвалом та огорожуючої конструкції – є значна зона конденсації та грибків, що суперечить виконанню умови (6) та 5.5.1 ДБН-31 і не є допустимим конструкційним рішенням.

Подушка фундаменту знаходиться майже повністю в зоні морозного пучення основ, що не є допустимим конструкційним рішенням.

Варіанти оптимізації №1 – №4

Найкращими варіантами оптимізації такого вузлового рішення за сумою показників є №3 і №4.

Внутрішні поверхневі температури в зонах теплопровідних включень є задовільними в обох варіантах, хоча варто відмітити наявність точкових зон можливого утворення колоній грибків.

Варіант №4

– має найкраще значення ПСІ-фактору, проте наявна невелика зона морозного пучення основ, що займає 25..30% ширини подушки фундаменту.

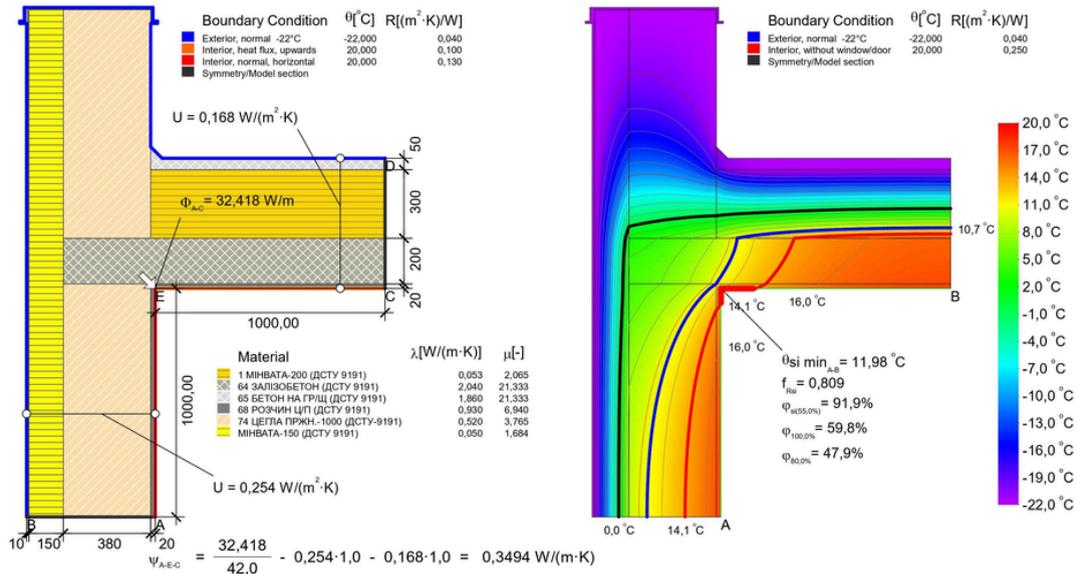
Варіант №3

– має прийнятне значення ПСІ-фактору, наявна незначна зона морозного пучення основ, що займає 10...15% ширини подушки фундаменту.

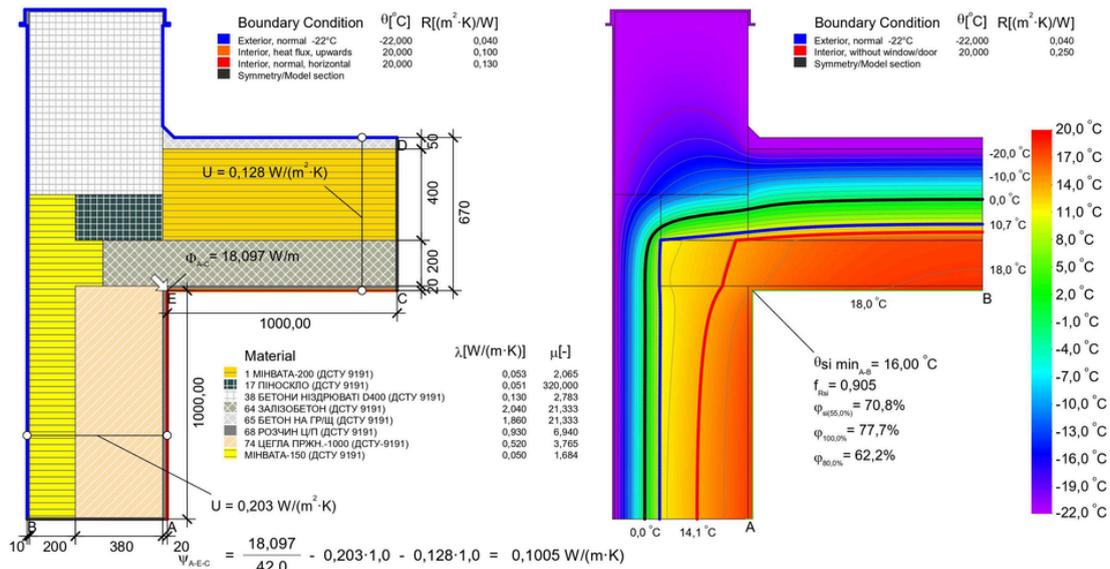
3.7 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.2, №9

Вузол примикання плити перекриття плоского даху до стіни та парапету

Аналіз поточного стану



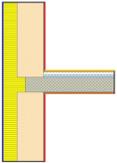
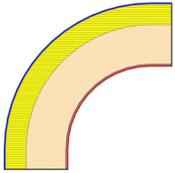
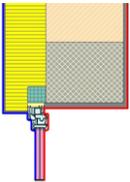
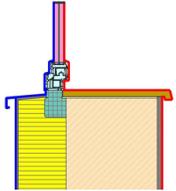
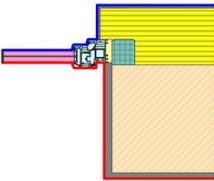
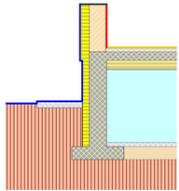
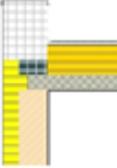
Оптимізація вузла за допомогою використання терморозриву (піноскло)



Висновок

Вплив ПСІ-фактору знижено більше ніж в 3и рази. Температури в зоні теплопровідних включень вище температур конденсації та зон утворення колоній грибків.

3.8 Питомі річні тепловтрати теплопровідних включень у вузлових рішеннях за традиційної та nZEB-технології будівництва

Найменування вузлового рішення		$\psi, \text{Вт/м}\cdot\text{0К}$	Питомі річні тепловтрати, кВт·год/м.рік	
3.1 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №1		традиційне	0,1008	8,7856
		nZEB	0,0654	5,7002
3.2 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №11		традиційне	0,1530	13,3352
		nZEB	0,0651	5,6740
3.3 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №14		традиційне	0,0591	5,1511
		nZEB	0,0132	1,1505
3.4 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №15		традиційне	0,1087	9,4741
		nZEB	0,0327	2,8501
3.5 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №16		традиційне	0,0312	2,7193
		nZEB	0,0051	0,4445
3.6 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.1-№32 / Г.2-№6		традиційне	1,4966	130,4413
		nZEB	0,4160	36,2579
3.7 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.2, №9		традиційне	0,3494	30,4531
		nZEB	0,1005	8,7594

Нормативні посилання

1. DIRECTIVE (EU) 2018/844 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency :
2. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844>
3. Clean energy for all Europeans package :
4. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=null&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search
5. Renovation Wave strategy, as part of the European Green Deal : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/97d6a4ca-5847-11ea-8b81-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-119528141>
6. The Delivering the European Green Deal (or 'Fit for 55') package : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_19_6691/IP_19_6691_EN.pdf
7. The REPowerEU plan:
8. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
9. 3У Про енергетичну ефективність будівель:
10. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
11. РОЗПОРЯДЖЕННЯ № 88-р КМУ 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
12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/88-2020-%D1%80#Text>
13. НАКАЗ № 260 МІНРЕГІОН Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель
14. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text>
15. НАКАЗ № 169 МІНРЕГІОН Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель
16. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>
17. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
18. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання
19. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
20. European Commission 2030 climate & energy framework | Climate Action Available online: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en (accessed on Nov 4, 2019).
21. European Commission Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN> (accessed on Mar 30, 2020).
22. United Nations Framework Convention on Climate Change The Paris Agreement |UNFCCC. European Commission Energy performance of buildings directive Available online: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energyperformance-buildings-directive_en.