

# АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ NZEB В УКРАЇНІ: економічні, технічні та фінансові аспекти



## АНОТАЦІЯ

Узагальнюючий звіт присвячений аналізу поточного стану та перспектив розвитку будівель з близьким до нульового енергоспоживання (NZEB) в Україні. Документ містить порівняння чинних нормативів енергоефективності в Україні з вимогами NZEB у країнах Європи, а також детальний аналіз витрат за життєвий цикл будівель, збудованих за стандартами NZEB, і будівель, що відповідають чинним українським нормам. Звіт також охоплює технічні, економічні та регуляторні аспекти впровадження будівель NZEB, акцентуючи на необхідності зменшення залежності від традиційних енергоносіїв у контексті енергетичної кризи.

Документ містить рекомендації щодо впровадження технологій NZEB як під час нового будівництва, так і реконструкції існуючих будівель, зокрема технологій для керування мікрокліматом, використання відновлюваних джерел енергії, систем утеплення та моніторингу енергоспоживання. Особлива увага приділяється створенню пілотних проєктів та розробці навчальних програм для спеціалістів, що працюють у галузі енергоефективного будівництва.

Звіт буде корисним для фахівців у сфері будівництва, енергоефективності, екології та управління проєктами, а також для представників державних органів, місцевих органів влади, науковців та інвесторів, які зацікавлені у впровадженні енергоефективних рішень в Україні.

Даний аналітичний звіт об'єднує ключові результати індивідуальних досліджень експертів Проєкту (В. Литвин, П. Шамілов, М. Ніколаєнко та Д. Прокопенко) та пропонує комплексний аналіз впровадження стандартів NZEB в Україні

---

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

## ВСТУП

5

## **1. ОГЛЯД ВИМОГ NZEB У ЄВРОПІ З УРАХУВАННЯМ ТОГО, ЩО ЦІ СТАНДАРТИ ЩЕ НЕ ПРИЙНЯТІ В УКРАЇНІ**

1.1 Стратегія Єврокомісії та регуляторна політика національних урядів ЄС щодо імплементації EPBD та вимог до nZEB	7
1.2 Поточний стан справ та політика щодо імплементації EPBD в Україні	39
1.3 Аналіз ключових вузлових рішень ДСТУ 9191 та їх оптимізація для використання в оболонці НСЕБ	49

## **2. ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ СТАНДАРТАМ NZEB**

2.1 Опис основних технологій, що дозволяють досягнути показників стандарту будівлі з близьким до нульового енергоспоживання	62
2.2 Рекомендації щодо впровадження технологій NZEB під час нового будівництва та реконструкції	70
2.3 Висновки	73

## **3. АНАЛІЗ СОБІВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА ТА РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ЖИТЛА ПОРІВНЯНО З ПОТОЧНОЮ РИНКОВОЮ ВАРТІСТЮ**

3.1 Аналіз поточного стану будівельного фонду України, порівняно з діючими вимогами та вимогами до будівель з близьким до нульового споживання	75
3.2 Детальний опис покращених технологічних рішень. Переваги і недоліки їх використання	83
3.3 Порівняння вартості нового будівництва/реконструкції відповідно до діючих та підвищених стандартів з енергоефективності	88
3.4 Рекомендації щодо зниження собівартості будівництва за стандартами NZEB	95

## **4. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ЕКОНОМІЇ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ NZEB**

4.1 Порівняння поточних затрат на експлуатацію типових бюджетних та житлових будівель, збудованих за стандартами NZEB та відповідно до існуючих стандартів	101
4.2 Визначення затрат бюджетних коштів на покриття різниці в тарифах для житлових будівель з врахуванням наявного дефіциту бюджету та вартості державних запозичень	103
4.3 Пропозиції щодо алгоритму розрахунку економії бюджетних коштів за умови будівництва (реконструкції) будівель за стандартами будівель з близьким до нульового споживання	108
4.4 Висновки	112

## ЗМІСТ

### **5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЕКОНОМІЧНО ВИГІДНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

5.1 Порівняння впровадження енергоефективних заходів відповідно до вимог діючих нормативів та виконання енергоефективних заходів для NZEB 114

5.2. Визначення ефективності додаткових капітальних інвестицій для досягнення NZEB, порівняно з діючою практикою впровадження для забезпечення нормативних вимог 123

5.3 Огляд існуючих програм стимулювання впровадження заходів з підвищення енергоефективності, використання відновлюваних джерел та умов участі в них 130

5.4 Висновки та рекомендації 135

### **6. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ У ВИМОГАХ ДО БУДІВЕЛЬ NZEB**

6.1 Житлові будинки 137

6.2 Громадські будівлі 138

6.2.1 Окремі типи громадських будівель 139

6.3 Висновки 142

## ВСТУП

Даний звіт підготовлений як узагальнення результатів досліджень, що виконувались в рамках проекту КМО ВГО Громадянської мережі ОПОРА «Економічні та технічні можливості для впровадження NZEB стандарту в Україні» за підтримки Європейської Кліматичної Фундації. У процесі дослідження було розглянуто технічні та економічні аспекти впровадження будівель з близьким до нульового енергоспоживанням в Україні.

Питання підвищення енергетичної ефективності будівель для нашої держави є одним з найбільш критичних, зважаючи на дефіцит енергоносіїв, який суттєво збільшився через руйнування енергетичних об'єктів в Україні з початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації.

Запровадження нових технологічних рішень, що мінімізуватимуть залежність житлових та громадських будівель в умовах обмеженого ресурсу енергоносіїв, стає однією з основних засад стійкості країни.

**Метою** дослідження було висвітлити існуючий стан нормативних вимог до енергоефективності будівель в Україні, також - порівняти традиційні підходи до будівництва нових та реконструкції існуючих будівель з вимогами та підходами до будівництва будівель NZEB в Європі. Першочерговим завданням є запропонувати шлях до поступового збільшення таких будівель в Україні, що передбачено, зокрема, законодавством та стратегічними документами в сфері енергоефективності.

# **1. ОГЛЯД ВИМОГ NZEV У ЄВРОПІ З УРАХУВАННЯМ ТОГО, ЩО ЦІ СТАНДАРТИ ЩЕ НЕ ПРИЙНЯТІ В УКРАЇНІ**

**Автор: П. Шамілов**

## 1.1 СТРАТЕГІЯ ЄВРОКОМІСІЇ ТА РЕГУЛЯТОРНА ПОЛІТИКА НАЦІОНАЛЬНИХ УРЯДІВ ЄС ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЄРВД ТА ВИМОГ ДО NZEB

### 1.1.1 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).

### **1.1.2 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 Данське 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 .

### 1.1.3 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/м<sup>2</sup>.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 CO<sub>2</sub>, споживання електроенергії та літній перегрів.

## Показник первинної енергії в кВт-год/м<sup>2</sup>.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/м<sup>2</sup>.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/м<sup>2</sup>.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.

#### **1.1.4 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. Нещодавня 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 <sub>Ref,max</sub> [kWh/m <sup>2</sup> . year]	EEB <sub>max</sub> [kWh/m <sup>2</sup> .year]	f <sub>GEE,max</sub> [-]	PEB <sub>max</sub> [kWh/m <sup>2</sup> .year]
valid now	$14 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$	using HTEB <sub>Ref</sub>		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 <sub>Ref</sub>		
		or		
	$16 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$		0.80	
1.1.2021 (NZEB)	$10 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$	using HTEB <sub>Ref</sub>		
		or		
	$16 \times (1 + 3.0 / \ell_c)$		0.75	

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

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

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

HWB: Space (useful) heating demand	EEB: Final energy demand	f <sub>GEE</sub> : Total energy efficiency factor	PEB: Primary energy demand	CO <sub>2</sub> : CO <sub>2</sub> emission
HTEB: Heating system - Auxiliary energy demand for the heating system		ℓ <sub>c</sub> : 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 <sup>2</sup> 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 (HeizAnlV3), 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 водopостачання 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 <b>solar radiation</b> (collectors)	15 %
	or default collector size for residential buildings (m <sup>2</sup> collector aperture area per m <sup>2</sup> living space)	≤ 2 dwellings 0.04 [m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] > 2 dwellings 0.03 [m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
	<b>Geothermic energy</b> or <b>ambient heat</b> by heat-pumps (performance requirements given for heat-pumps)	50 %
	<b>Biomass</b> from sustainable sources (proof by bills required )	
Renewable Energies	• <b>Gaseous</b> (mostly restricted to use in CHP-appliances only)	30 %
	• <b>Fluid</b> (best affordable boiler technology)	50 %
	• <b>Solid</b> (minimum efficiency values given for boilers)	50 %
Substitute measures	Heat from <b>waste combustion</b>	50 %
	CHP plants	50 %
	<b>District heat</b> with substantial share of RES / waste / CHP	100 %
	<b>Measures to save energy</b> in buildings	EnEV-req. -15 %
	<b>Combinations</b> 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. EPCs;
4. протоколи перевірок систем опалення або систем кондиціонування повітря;
5. будівлі з площею понад 250 м<sup>2</sup>, 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 EPCs 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/(м<sup>2</sup>·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.

**$EP = E_{RH+W} + \Delta E_{PC} + \Delta E_{PL}$ ; [кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік)], [§ 329 с.1]**

**$EP = \sum_i (E_{Pi} \cdot A_{f,i}) / \sum_i A_{f,i}$ ; [кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік)], [§ 329 с.3]**

де:

- **$E_{RH+W}$**  - максимальні значення для частин індексу енергоефективності для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- **$\Delta E_{PC}$**  - максимальні значення для деталей індексу енергоефективності для охолодження;
- **$\Delta E_{PL}$**  - максимальні значення для частин індексу енергоефективності для вбудованого освітлення
- **$A_{f,i}$**  - 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 <sub>H+W</sub> 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 1<sup>st</sup> January 2019

Table 1. Maximum permissible values of primary energy for heating, ventilation and domestic hot water (EP<sub>H+W</sub>) [kWh/(m<sup>2</sup>·year)].

Building category	ΔEP <sub>C</sub> max	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Residential building:	ΔEP <sub>C</sub> = 10 · A <sub>t,C</sub> /A <sub>t</sub>	ΔEP <sub>C</sub> = 5 · A <sub>t,C</sub> /A <sub>t</sub>
- single-family house		
- multi-family house		
Hotels and dormitories	ΔEP <sub>C</sub> = 25 · A <sub>t,C</sub> /A <sub>t</sub>	ΔEP <sub>C</sub> = 25 · A <sub>t,C</sub> /A <sub>t</sub>
Non-residential building:		
- health care building		
- other		
Industrial, heated storage and livestock buildings		
Where:	A <sub>t</sub> – area of heated rooms in a building [m <sup>2</sup> ]; A <sub>t,C</sub> – area of cooled rooms in a building [m <sup>2</sup> ]. * 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<sub>C</sub>) [kWh/(m<sup>2</sup>·year)].

Building category	ΔEP <sub>L</sub> max	
	Obligatory from 1 January 2017	Obligatory from 1 January 2021* (NZEB level)
Residential building:	ΔEP <sub>L</sub> = 0	ΔEP <sub>L</sub> = 0
- single-family house		
- multi-family house		
Hotels and dormitories	for t <sub>0</sub> < 2,500 ΔEP <sub>C</sub> = 50 for t <sub>0</sub> ≥ 2,500 ΔEP <sub>C</sub> = 100	for t <sub>0</sub> < 2,500 ΔEP <sub>C</sub> = 25 for t <sub>0</sub> ≥ 2,500 ΔEP <sub>C</sub> = 50
Non-residential building:		
- health care building		
- other		
Industrial, heated storage and livestock buildings		
Where: t <sub>0</sub> – 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<sub>L</sub>) [kWh/(m<sup>2</sup>·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 виток повітря вікон і балконних дверей;
- максимальна площа прозорих частин огорожувальних конструкцій будівлі з коефіцієнтом теплопередачі  $\geq 0,9$  Вт/м<sup>2</sup>. К;

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

<sup>†</sup>  $t_i$  – 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

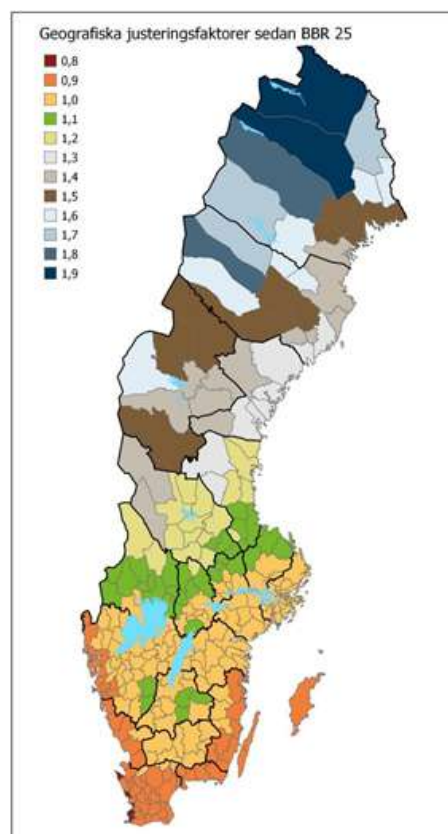
Table 5. Permissible values of thermal insulation for transparent building elements.

## 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 енергії 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 <sub>pet</sub> ) [kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> per year]	Installed electric input for heating (kW)	Average heat transfer coefficient (U <sub>m</sub> ) [W/m <sup>2</sup> K]	Climate envelope's average air leakage rate at 50 Pa pressure difference (l/s m <sup>2</sup> )
<b>Residential buildings</b>				
Single-family houses > 130 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	90	4.5 + 1.7 x (F <sub>geo</sub> - 1) <sup>1)</sup>	0.3	In accordance with the BBR 9:26
Single-family houses > 90 - 130 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	95			
Single-family houses > 50 - 90 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	100			
Single-family houses ≤ 50 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	No requirement	No requirement	0,33	0,6
Residential apartment buildings	75 <sup>4)</sup>	4.5 + 1.7 x (F <sub>geo</sub> - 1) <sup>1)</sup> <sub>5)</sub>	0.4	In accordance with 9:26
<b>Non-residential buildings</b>				
Non-residential buildings	70 <sup>2)</sup>	4.5 + 1.7 x (F <sub>geo</sub> - 1) <sup>1)</sup> <sub>3)</sub>		In accordance with 9:26
Non-residential buildings ≤ 50 m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	No requirement	No requirement	0.33	0.6

1) An addition may be made by  $(0.025 + 0.02(F_{geo} - 1)) \times (A_{temp} - 130)$  when  $A_{temp}$  is greater than 130 m<sup>2</sup>. If the geographical adjustment factor  $F_{geo}$  is less than 1.0, it is set at 1.0 when calculating the installed electric power.

2) An addition may be made by  $40 \times (q_{medel} - 0.35)$  when the outdoor air flow in temperature-regulated spaces, for reasons of increased hygiene, is greater, than 0.35 l/s per m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>.

3) An addition may be made by  $(0.022 + 0.02(F_{geo} - 1)) \times (q - 0.35)A_{temp}$  when the outdoor air flow, for reasons of continuous hygiene, is greater, than 0.35 l/s per m<sup>2</sup> 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.

4) An addition may be made by  $40(q_{medel} - 0.35)$  in multi-dwelling blocks where  $A_{temp}$  is 50 m<sup>2</sup> or greater and that predominantly (>50%  $A_{temp}$ ) contain apartments with a living area of no more than 35 m<sup>2</sup> each and  $q_{medel}$  the outdoor air flow in temperature-regulated spaces exceeds 0.35 l/s per m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup>.

5) An addition may be made by  $(0.022 + 0.02(F_{geo} - 1)) \times (q - 0.35)A_{temp}$  in multi-dwelling blocks where  $A_{temp}$  if 50 m<sup>2</sup> or greater and that predominantly (>50%  $A_{temp}$ ) contain apartments with a living area of no more than 35 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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.

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<sub>pet</sub>) (енергетична ефективність);
- встановлену максимальну електричну потужність для опалювальних приладів (часткова вимога EPV);
- середній рівень витоку повітря з оболонки будівлі (часткова вимога EPV, застосовується лише для будівель площею менше 50 м<sup>2</sup>);
- середній коефіцієнт теплопередачі (U<sub>m</sub>) огорожувальних конструкцій будівлі (A<sub>om</sub>) (часткова вимога EPV) 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 м<sup>2</sup> вимога щодо витоку 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<sub>pet</sub>) розраховується за рівнянням, наведеним нижче:

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

Потреба в енергії для опалення (E<sub>urrv</sub>), поділена на географічний коефіцієнт коригування на муніципальному рівні, додається до потреби в енергії для охолодження (E<sub>kyl</sub>), гарячої води (E<sub>tvv</sub>) та допоміжної енергії (E<sub>f</sub>), 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<sub>temp</sub>).

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<sub>geo</sub> 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 (VF <sub>ei</sub> ) – Electricity	1.8
Fjärrvärme (VF <sub>fjv</sub> ) – District heating	0.7
Fjärrkyla (VF <sub>fjk</sub> ) – District cooling	0.6
Fasta, flytande och gasformiga biobränslen (VF <sub>bio</sub> ) – Biofuel (oil, gas, solid)	0.6
Fossil olja (VF <sub>olja</sub> ) – Fossil oil	1.8
Fossil gas (VF <sub>gas</sub> ) – 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 ( $EP_{pnet}$ ), 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 м<sup>2</sup> 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 імплементовані 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/м<sup>2</sup> 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.м<sup>2</sup> при різниці тисків 50 Па (для «будівлі з низьким енергоспоживанням» це має бути краще, ніж 0,7 л/с.м<sup>2</sup>). 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.м<sup>2</sup> при різниці тисків 50 Па).

The minimum energy performance per m<sup>2</sup> heated gross floor area for the BR2018 requirements (NZEB - A2015) is:

30 + 1,000 / A [kWh/m<sup>2</sup>.year] for residential buildings, and

41 + 1,000 / A [kWh/m<sup>2</sup>.year] for non-residential buildings.

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

27 [kWh/m<sup>2</sup>.year] for residential buildings, and

33 [kWh/m<sup>2</sup>.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 закслених зовнішніх стін не повинен бути менше  $-17$  кВт-год/м<sup>2</sup>/рік (дорівнює вікну з маркуванням В у добровільній датській схемі маркування вікон). Енергетичний баланс через ліхтарі на даху та закслені дахи не повинен бути менше  $0,0$  кВт-год/м<sup>2</sup> 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 м<sup>2</sup> 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 Е означає кількість поверхів, а А – 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 <sup>2</sup> 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/м<sup>2</sup> 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 м<sup>2</sup> 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 м<sup>2</sup> 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
<b>ЖИТЛОВІ БУДІВЛІ, енергоспоживання невідновлюваної первинної енергії, [кВт•год/м2.рік]</b> односімейний будинок багатосімейний буд.готелі та гуртожитки	$HWB_{Ref,max} = 10 \times (1 + 3,0/l_c) EE$ $B_{max} = \text{using HTEB}_{Ref}$ ----- або ----- $HWB_{Ref,max} = 16 \times (1 + 3,0/l_c) fG$ $EE_{max} = 0,75$  <b>-PEB<sub>max</sub> = 41</b>		<b>EPH+W max:</b> 1.70 2.65 3.75	EP <sub>pet</sub> : 1.одн/сім: >130м2 90 90-130 95 50-90 100 < 50 м2 - 2.75	30+1000/A
			<b>ΔEPC max :</b> 1, 2 5·Af,C/Af 3 25·Af,C/Af		
			<b>ΔEPL max :</b> 1, 2 0 3: t0<2,5 =25 t0<2,5 =50		
<b>НЕЖИТЛОВІ БУДІВЛІ, енергоспоживання невідновлюваної первинної енергії, [кВт•год/м2.рік]</b> будівл.охорони здоров'я інші нежитлові промислові, опал.складські та тваринницькі приміщення	$HWB_{Ref,max} = 10 \times (1 + 3,0/l_c) EE$ $B_{max} = \text{using HTEB}_{Ref}$ ----- або ----- $HWB_{Ref,max} = 16 \times (1 + 3,0/l_c) fG$ $EE_{max} = 0,75$  <b>-PEB<sub>max</sub> = 84</b>		<b>EPH+W max:</b> 1.190 2.45 3.70	>50м2 70 <50м2 -	41+1000/A
			<b>ΔEPC max :</b> 4-6 25·Af,C/Af		
			<b>ΔEPL max :</b> t0<2,5 =25 t0<2,5 =50		

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

l<sub>c</sub>: 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

A<sub>f,C</sub> : area of cooled rooms in a building [m<sup>2</sup>]

A<sub>f</sub> : area of heated rooms in a building [m<sup>2</sup>]

t<sub>0</sub> : operating time of built-in lighting installation [h/a]

EP<sub>pet</sub> : Energy performance expressed as a primary energy number

КРИТЕРІЙ	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
<p><b>ЧАСТКА ВДЕ на опалення, охолодження та ГВП:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сонячні колектори, або: до 2 приміщень понад 2 приміщень</li> <li>• теплонасоси геотермальні/ambient</li> <li>• біомаса               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.газоподібні</li> <li>2.рідкі</li> <li>3.тверді</li> </ol> </li> </ul> <p><b>Заміщуючі заходи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теплота від спалювання відходів</li> <li>• ТЕЦ</li> <li>• центральне тепlopостачання</li> </ul>		<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/м<sup>2</sup> на рік у рамках енергоефективності (первинна енергія).</p>

## Порівняння вимог до енергоефективності новобудов

U-фактор, [Вт/м <sup>2</sup> ·К]	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ
зовнішні стіни/стіни, суміщені із неопалюваними об'ємами	0,35	0,28	0,20	<b>Um(average heat transfer coefficient)</b>  1-сім >50м <sup>2</sup> 0,30 1-сім <50м <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> .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 оснащені 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: <math>4,5 + 1,7 \times (\text{Fgeo} - 1)</math></p> <p>середній рівень витoku повітря в ОК будівлі (лише для будівель площею &lt; 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 <math>1,0 \text{ л/с.м}^2</math> при різниці тисків 50 Па (для NZEB це має бути краще, ніж <math>0,7 \text{ л/с.м}^2</math>)</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 <math>0,3 \text{ л/с.м}^2</math></p> <p>Температура в житл. примі: макс. 100 годин при температурі не вище <math>27^\circ\text{C}</math> і 25 годин при температурі не вище <math>28^\circ\text{C}</math></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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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

## 1.2 ПОТОЧНИЙ СТАН СПРАВ ТА ПОЛІТИКА ЩОДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЕРВД В УКРАЇНІ

### 1.2.1 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.

## **1.2.2 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:
  - a. 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;
  - b. 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 їхніми 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.

### **1.2.3 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.

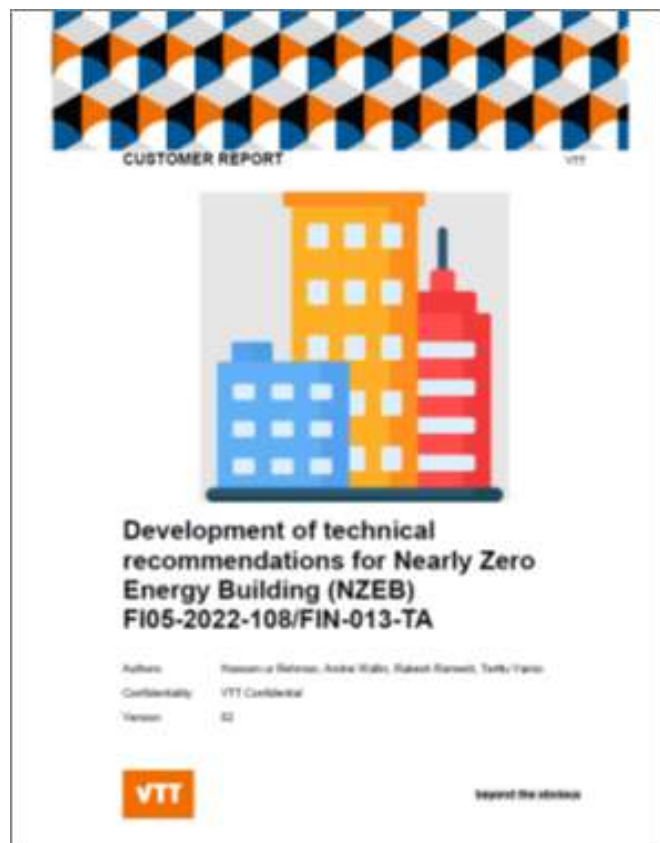


Table 54: Selected scenarios of apartment building improvements, Kyiv.

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

Table 55: Selected scenarios of apartment building improvements, Odesa

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

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

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

Table 57: Selected scenarios of school building improvements, Odesa

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

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 схиляється фіксувати в даному документі, є:

- максимальне значення індексу енергоефективності [кВт·год/(м<sup>2</sup>·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 MCO<sub>2</sub> [кг/м<sup>2</sup>·рік].

Також Вимоги висувають вимоги до інженерних систем будівлі (відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 та ДСТУ Б EN 15251:2011) та класу Автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями (відповідно до ДСТУ EN 15232-1:2017).

Форма Енергетичного Сертифіката (зафіксована в Наказі Мінрегіону № 172 від 11.07.2018 Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката) має бути доповнена додатковими полями, які відображають відповідність будівлі вимогам НСЕБ та фіксують деякі її кількісні параметри.

### Альбом технічних рішень

Є збірником вузлових рішень оболонки НСЕБ-будівлі, із прорахованими термополями та ПСІ-факторами коефіцієнтів лінійної теплопередачі. До нього мають ввійти як рішення, зафіксовані наразі в Додатку Г ДСТУ 9191, так і рекомендовані напрацювання із новітнього досвіду проектування НСЕБ будівельного сектору країн-учасниць ЄС.



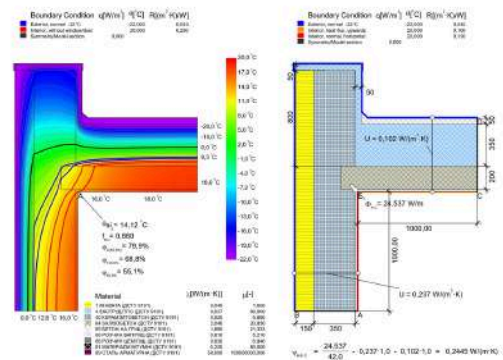
Імплементація EPBD в Україні  
Статус 2023



КИЇВ-2023

[A] конструктивна схема "А" збірної системи з опорядженням штукатурками

- [B] утеплення мінеральною ватою [150, 180, 200, 250]
- [Г] парпети та консольні пласкі покрівлі
- [а] примикання до парпету без терморозриву
- [КБ] керамзитобетон [350, 400]



Вариант, °С	Ψ, Вт/м·К	Товщина ядра стіни D <sub>12</sub> , мм		Відхилення, °С	Ψ, Вт/м·К	U <sub>12</sub> , Вт/м²·К	U <sub>12</sub> , Вт/м²·К
		350	400				
A.B150-1a-КБ	14,12	0,2445	0,237	14,08	0,2524	0,232	-
A.B180-1a-КБ	-	-	-	-	-	-	-
A.B200-1a-КБ	-	-	-	-	-	-	-
A.B250-1a-КБ	-	-	-	-	-	-	-



## 1.3 АНАЛІЗ КЛЮЧОВИХ ВУЗЛОВИХ РІШЕНЬ ДСТУ 9191 ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ОБОЛОНЦІ НСЕБ

На сьогоднішній день, відправним документом, який рекомендує вузлові рішення огорожуюче контрукції 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 огорожуючій 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).

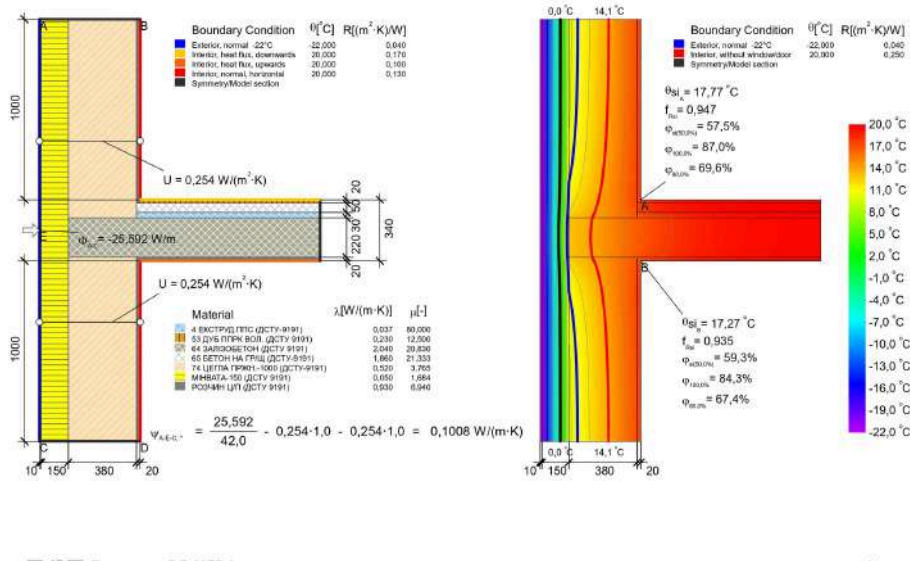
В поточному Звіті проаналізовано та надано пропозиції щодо їх оптимізації декілька ключових вузлових рішень, що є типовими для переважної більшості огорожуючих конструкцій будівель та покривають 75...85% енерговтрат оболонки за трансмісією через зони теплопровідних включень (нумерація вузлів згідно Додатку 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 плаского даху до стіни та парапету.

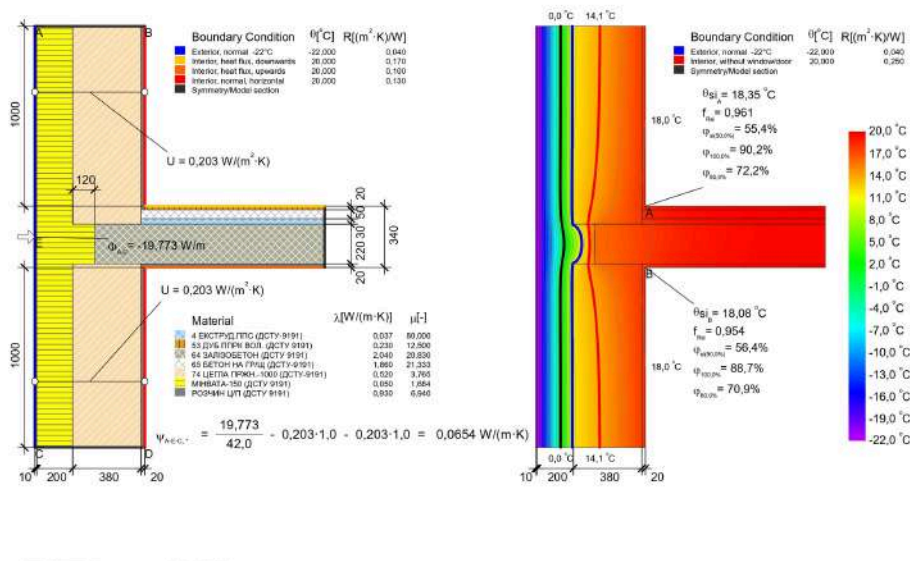
### 1.3.1 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №1

### Вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття

#### Аналіз поточного стану



#### Оптимізація вузла для оболонки НСЕБ

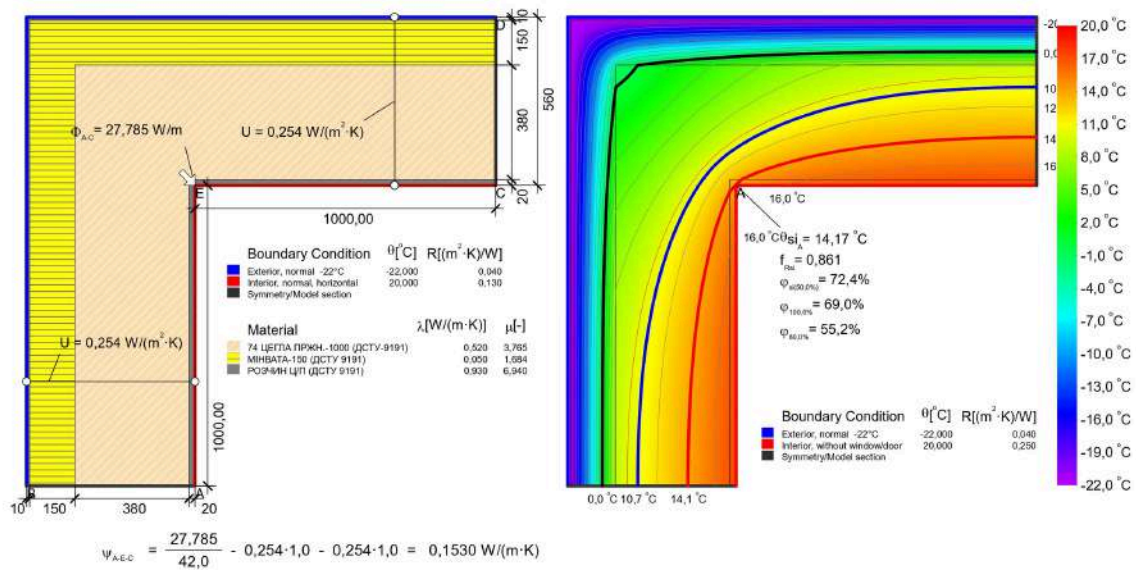


#### Висновок

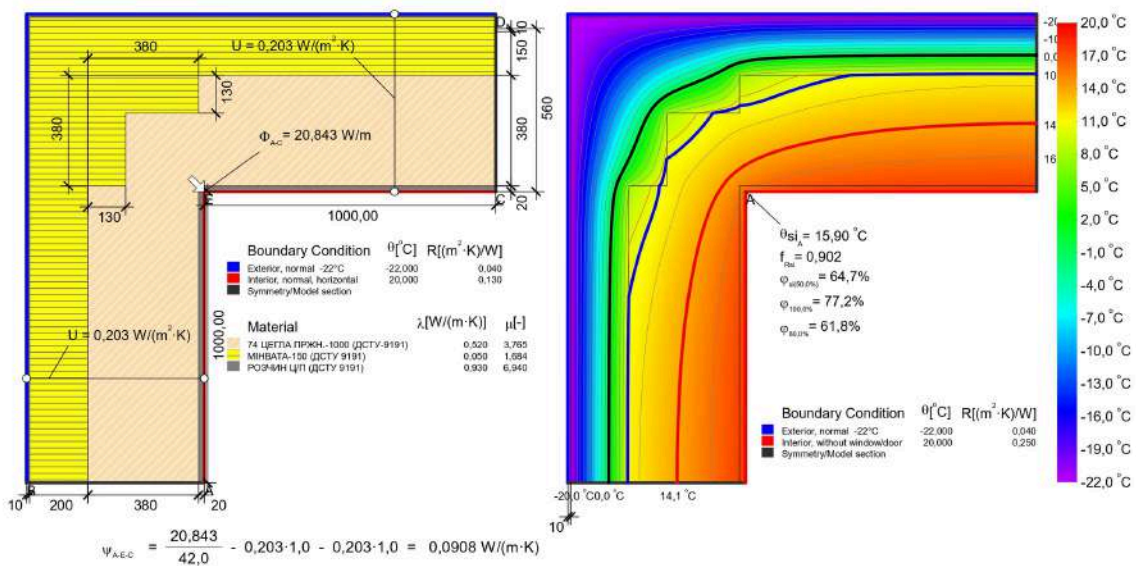
ПСІ-фактор змінено нижче показника U-фактору однорідного поля НОК. Температури в зоні теплопровідних включень вище температур конденсації та зон утворення колоній грибків.

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

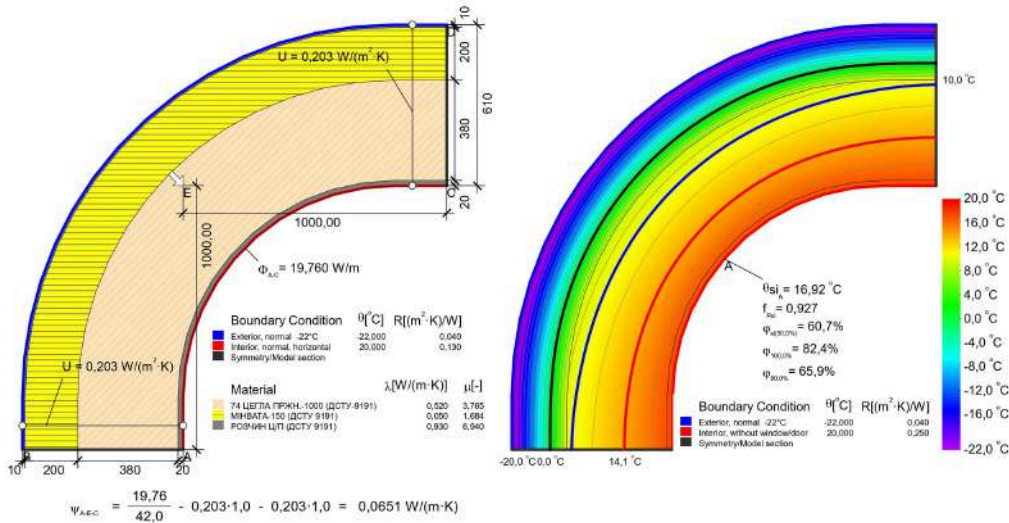
#### Аналіз поточного стану



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



## Оптимізація вузла за допомогою скруглення зовнішнього кута



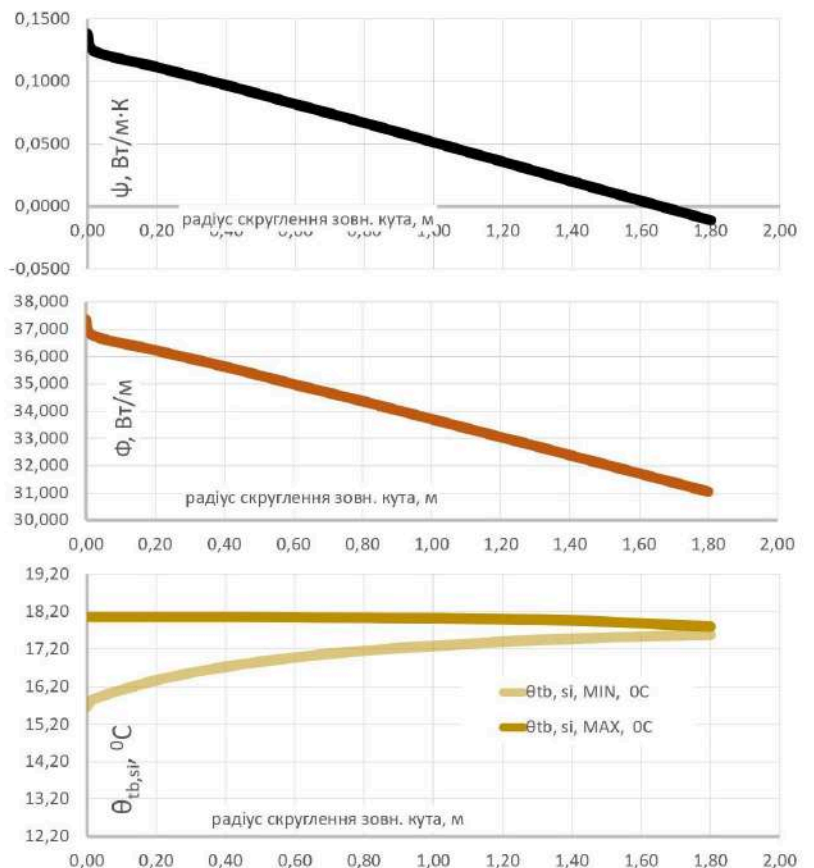
### Висновок

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).

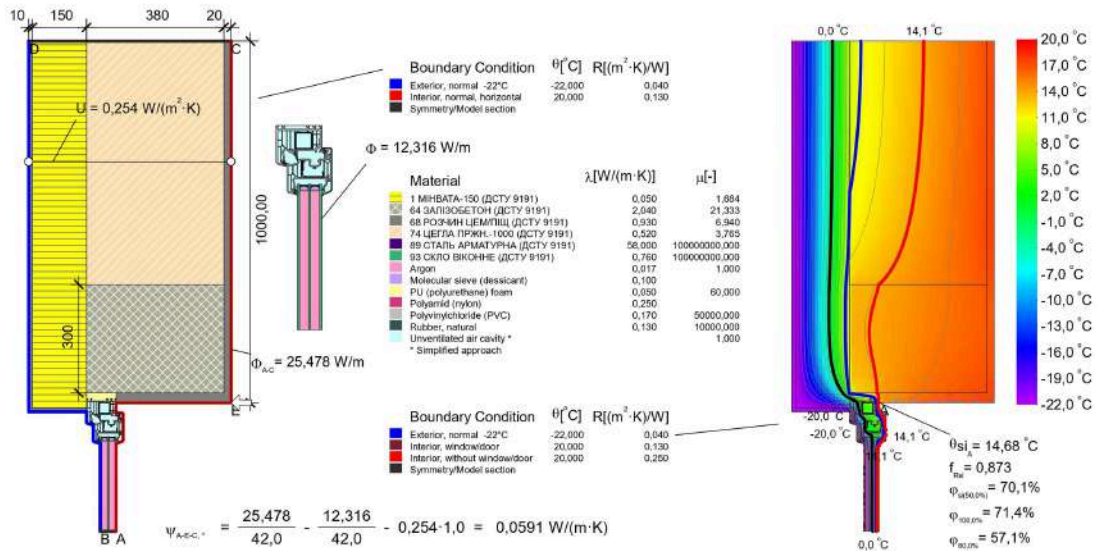
Це є суттєвим зниженням тепловтрат оболонки за transmisією, з огляду на середньозважену кількість і протяжність таких вузлів особливо в багатопверховому будівництві.



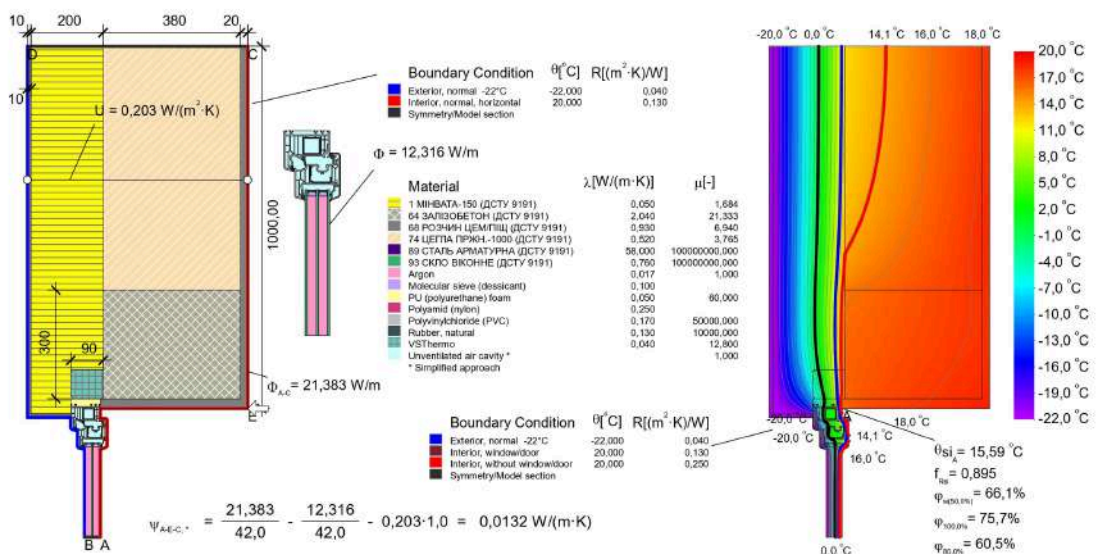
### 1.3.3 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №14

### Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні перемички

#### Аналіз поточного стану



#### Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача



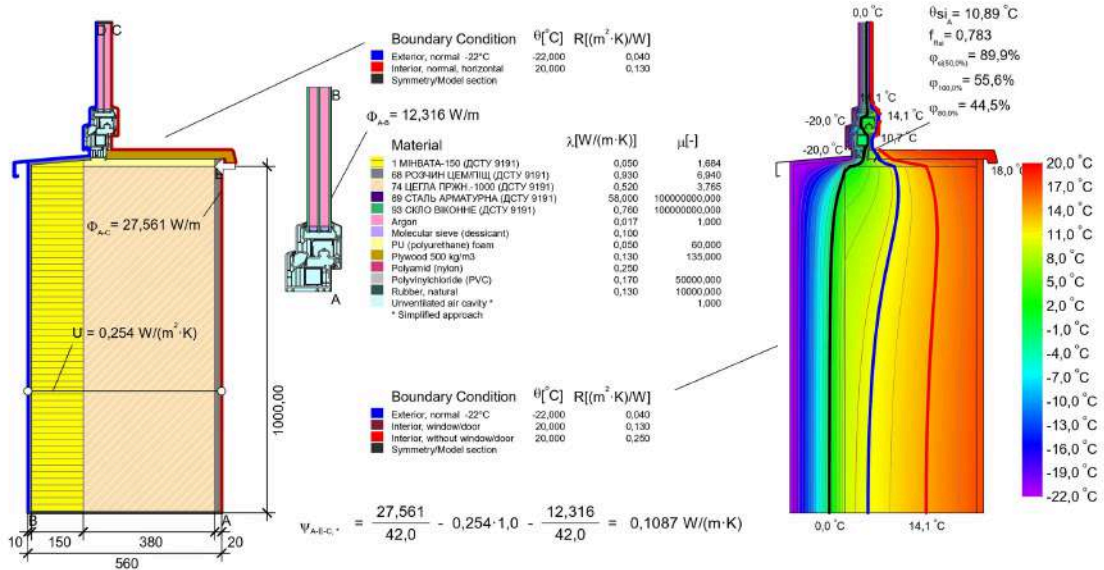
#### Висновок

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

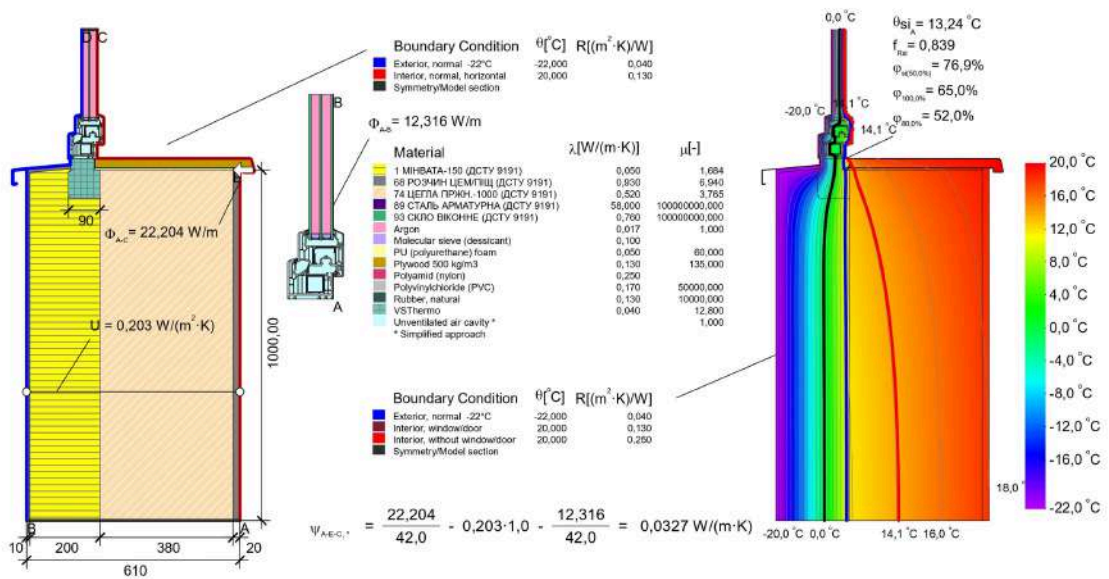
### 1.3.4 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №15

### Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні підвіконня

#### Аналіз поточного стану



#### Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача



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

A.MB200-ЦР380+Г1#15 <sup>2</sup>

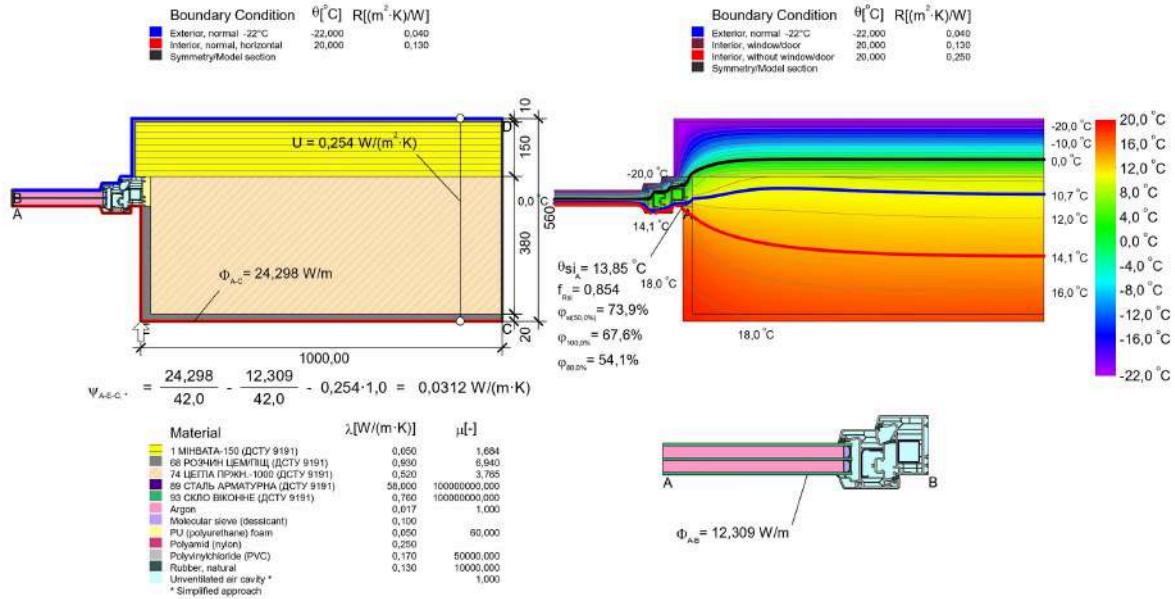
#### Висновок

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.

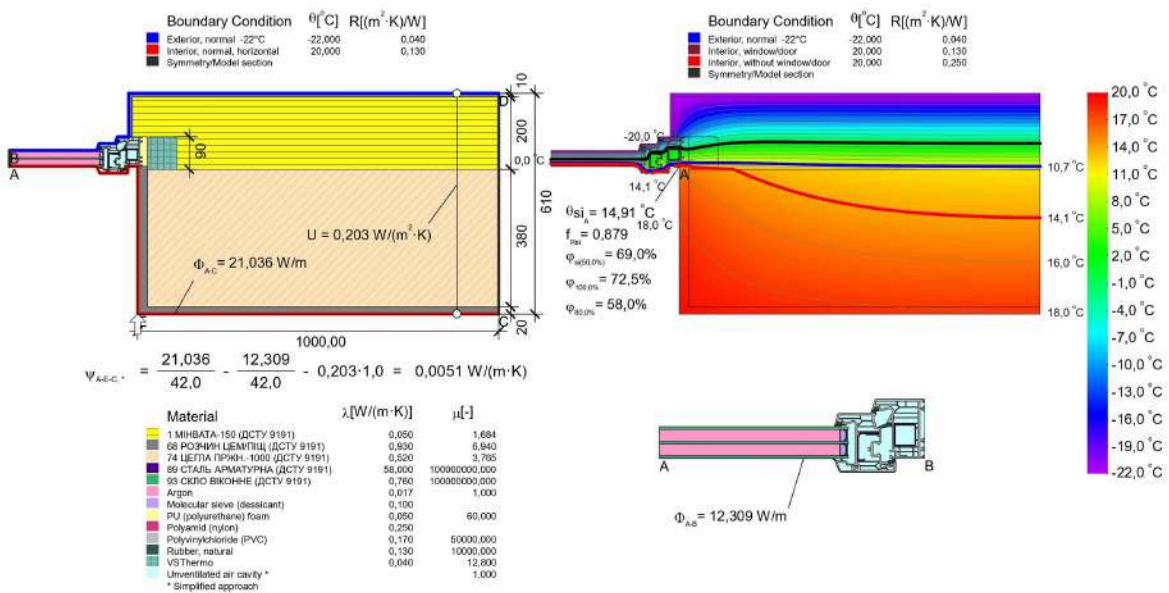
### 1.3.5 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №16

## Вузол примикання СПК до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення

### Аналіз поточного стану



### Оптимізація вузла методом виносного монтажу СПК в зону утеплювача



### Висновок

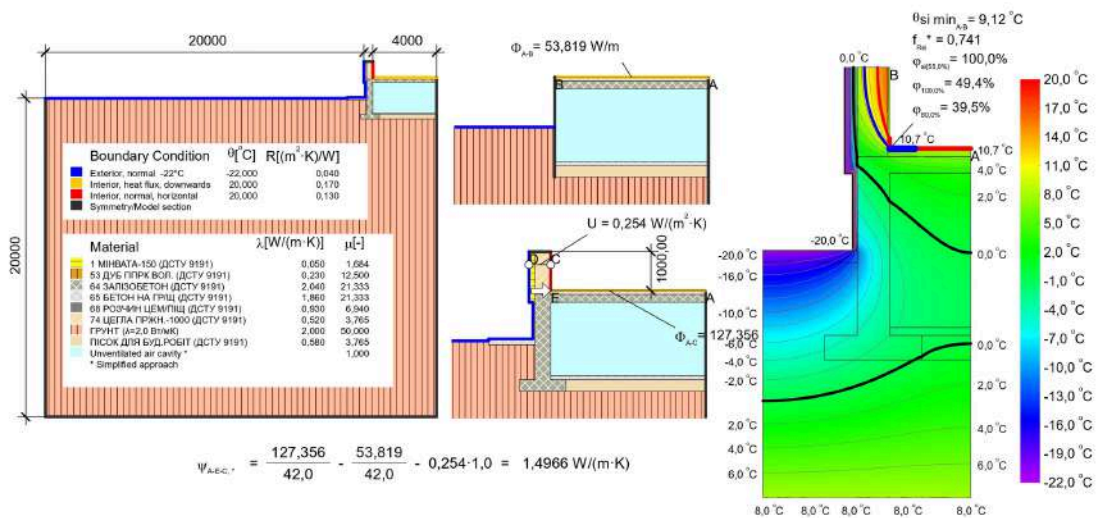
Вплив ПСІ-фактору знижено на порядок! і практично нівельовано. Температура в зоні теплопровідних включень має задовільні показники і є вищою за температури конденсації та зон утворення колоній грибків.

### 1.3.6 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.1-N°32 / Г.2-N°6

## Вузол примикання конструкції підлоги над неопалюваним підвалом до стіни цоколя;

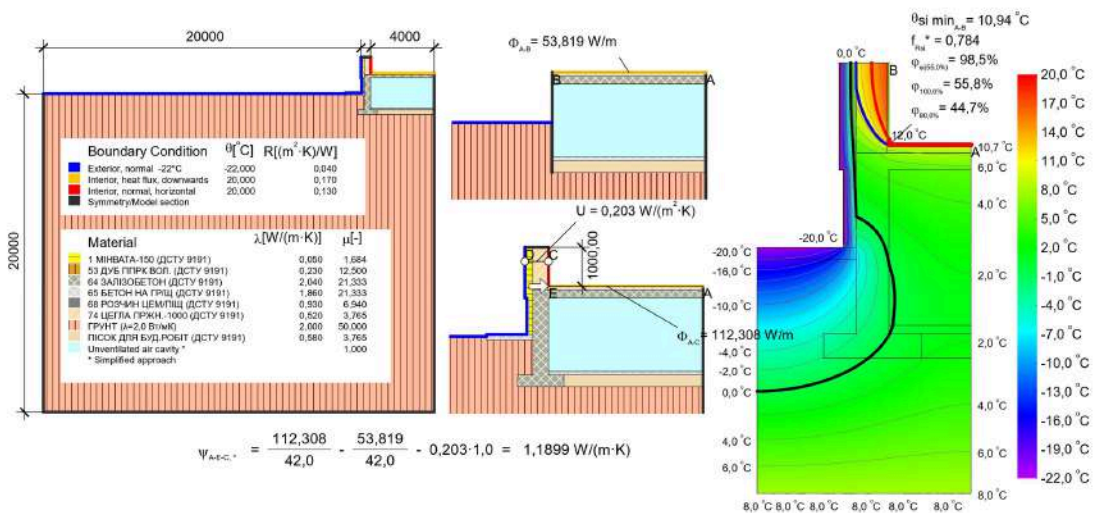
### Традиційне рішення під час термо-модернізації:

- стіна – утеплення 150мм
- цоколь – утеплення надземної частини 50мм
- плита/п – утеплення 0мм



### Варіант оптимізації №1:

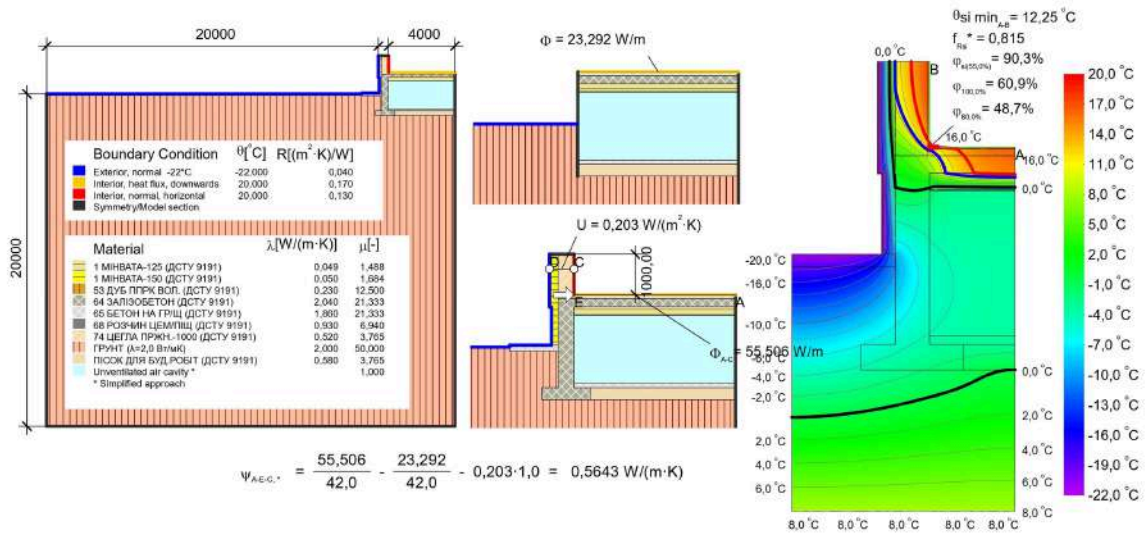
- стіна – утеплення 200мм
- цоколь – утеплення надземної частини 150мм
- плита/п – утеплення 0мм





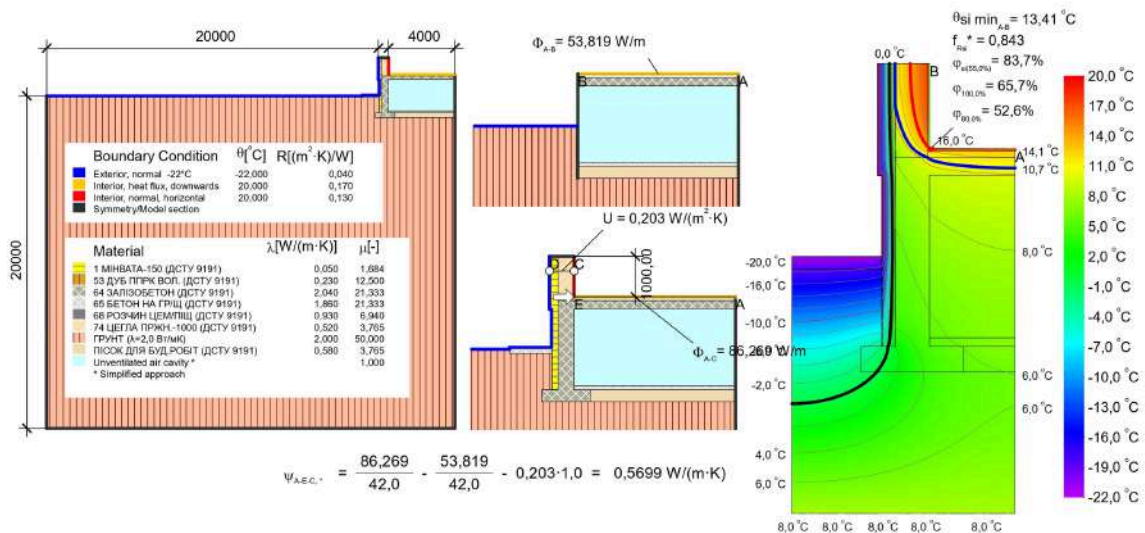
### Варіант оптимізації №2:

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



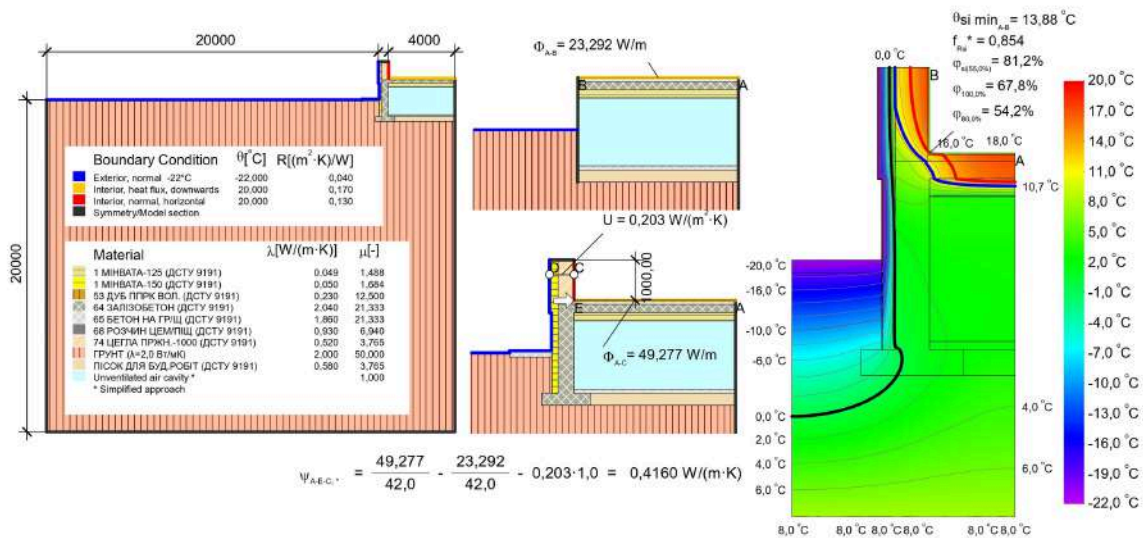
### Варіант оптимізації №3:

- 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.

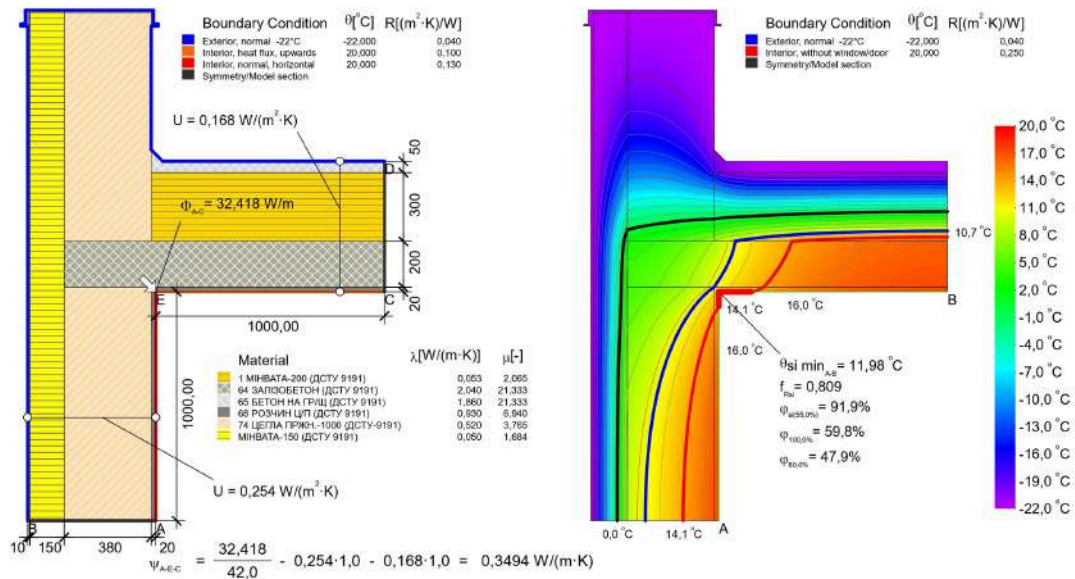
Варіант №3

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

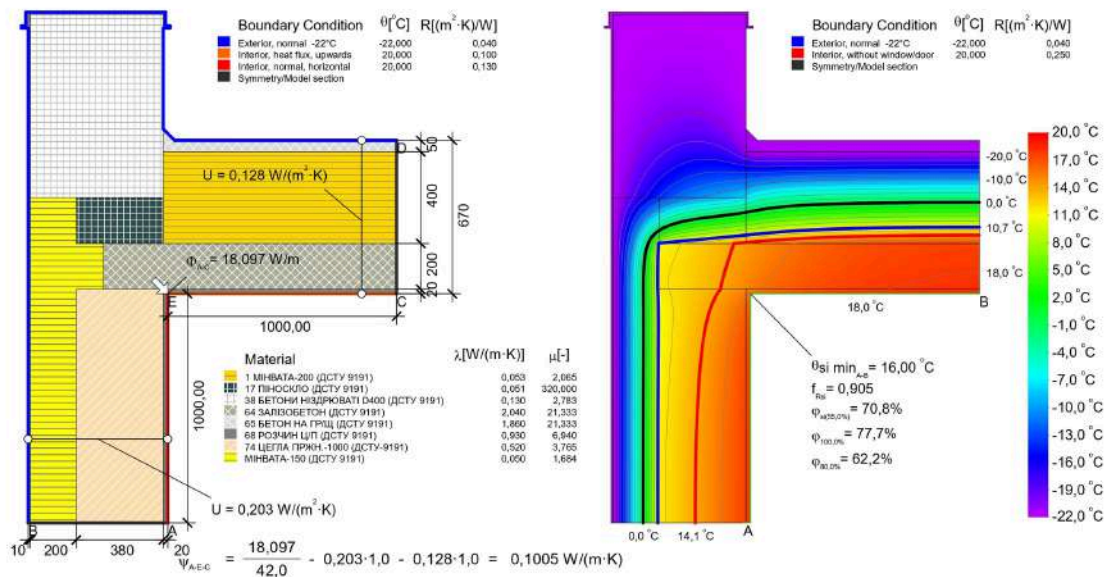
### 1.3.7 ДСТУ 9191. Дод. Г, Вузол п.т. Г.2, №9

## Вузол примикання плити перекриття плоского даху до стіни та парапету

### Аналіз поточного стану



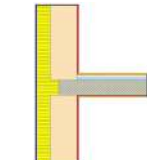
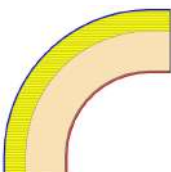
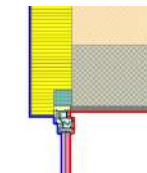
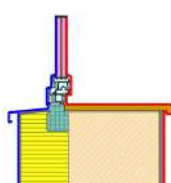
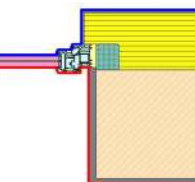
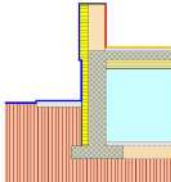
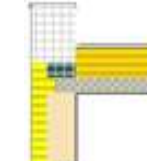
### Оптимізація вузла за допомогою використання терморозриву (піноскло)



### Висновок

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

### 1.3.8 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](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](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](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF)
9. ЗУ 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](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](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energyperformance-buildings-directive_en).

## **2. ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ СТАНДАРТАМ NZEB**

**Автор: В. Литвин**

## 2.1 ОПИС ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЩО ДОЗВОЛЯЮТЬ ДОСТЯГНУТИ ПОКАЗНИКІВ СТАНДАРТУ БУДІВЛІ З БЛИЗЬКИМ ДО НУЛЬОВОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.

Слід зазначити, що вимоги до будівель NZEB в різних країнах Європи суттєво різняться, але можна виділити наступні спільні риси, що напевне в найближчий час будуть імплементовані в Україні:

- нормуються параметри споживання первинної енергії, що може бути забезпечено, як правило за рахунок вискоефективних інженерних систем або використанням відновлювальних джерел енергії;
- наявні вимоги до теплого опору оболонки будівлі (при цьому зазначені показники цілком співрозмірні з вже діючими нормативами для України).

Тож розглянемо основні заходи та технології, що ми можемо починати впроваджувати вже під час нового будівництва та реконструкції чи капітальних ремонтів вже існуючих будівель.

### 2.1.1 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНА ОБОЛОНКА

З огляду на вимоги діючого ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» ми вже маємо досить високий норматив щодо опору теплопередачі для всіх конструкцій, тому основна увага має бути приділена якісному виконанню робіт (особливо в частині примикань конструкцій між собою), а також мінімізації так званих «містків холоду» та забезпечення герметичності оболонки.

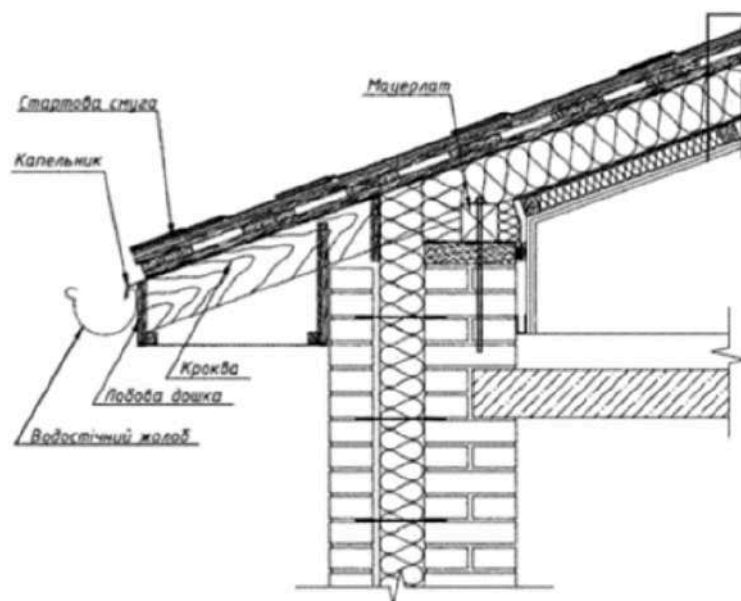
В загальній вартості робіт з реконструкції ці елементи не підвищуватимуть суттєво вартість і здебільшого вимагатимуть навчання виконавців «кращим практикам».

Серед основних речей, що повинні відпрацьовуватися слід відзначити:

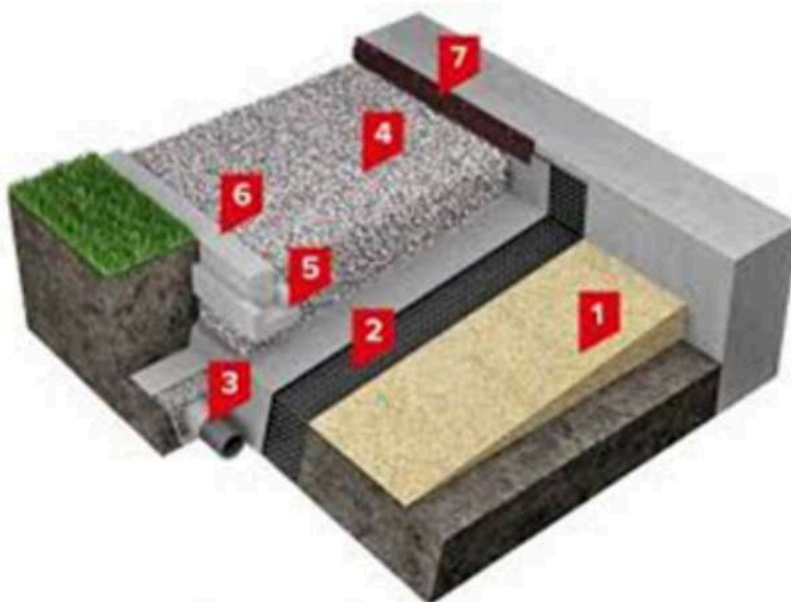
- Облаштуванню відкосів навколо вікон та дверей, зокрема облаштування так званого виносного монтаж;



- Забезпечення якісних примикань між даховими конструкціями та стінами;



- Виконання «теплых» відмосток та примикань між цоколем та стінами;



- Облаштування терморозривів для конструкцій, що виступають за межі основної теплоізоляційної оболонки (балкони, ганки тощо).

Загалом можна відзначити, що в більшості випадків важливо дотримуватися вже наявних вимог до виконання таких робіт, що зможе суттєво наблизити нас до досягненню вимог з енергоефективності.



## 2.1.2 ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ

За умови якісного виконання оболонки будівлі – першочерговою умовою для досягнення ефективного енерговикористання є робота інженерних мереж. Для наших кліматичних умов – це в першу чергу системи опалення та вентиляції. При цьому ефективність визначається не тільки і не стільки застосуванням новітніх технологій, як ефективним контролем за їх роботою та якісним обслуговуванням.

З огляду на те, що значна кількість технологій вже наразі реалізована в багатьох новобудовах – основним завданням має стати навчання персоналу та спеціалістів з налагоджування.

### 2.1.2.1 Системи опалення

Найбільш інвестиційно-привабливим заходом в будівлях наразі є система погодного та погодинного регулювання теплоспоживання. Це може бути індивідуальний тепловий пункт для будівель, підключених до централізованих теплових мереж, або система керування котельним обладнанням для будівель з автономним джерелом теплопостачання. Освоєння ефективного керування таким обладнанням є першим і важливим кроком до ефективної системи опалення будівлі, що навіть без додаткових заходів може знизити потреби в тепловій енергії на опалення на 10-30% залежно від типу будівлі та існуючого стану.



Наступним етапом впровадження технологій на рівні будівлі – є системи регулювання мікроклімату по окремим приміщенням, що традиційно виконуються за рахунок регуляторів прямої дії, але можуть бути замінені на електронні системи, що мають значно більші можливості, щодо підтримки оптимального мікроклімату, а також можуть інтегруватися в системи «розумного будинку».

Ще однією технологією, що може наблизити будинок до стандарту «близького до нульового енергоспоживання» є використання низькотемпературних систем опалення, що можуть працювати з такими джерелами тепла як теплові насоси. Це можуть бути як системи «теплі підлоги» чи «теплі стіни» так і звичайні опалювальні прилади (конвектори та радіатори) збільшеної площі. При цьому другі можуть часто мати переваги через меншу інерційність та можливість їх ефективно регулювати.



З огляду на те, що значна кількість технологій вже наразі реалізована в багатьох новобудовах – основним завданням має стати навчання персоналу та спеціалістів з налагоджування.

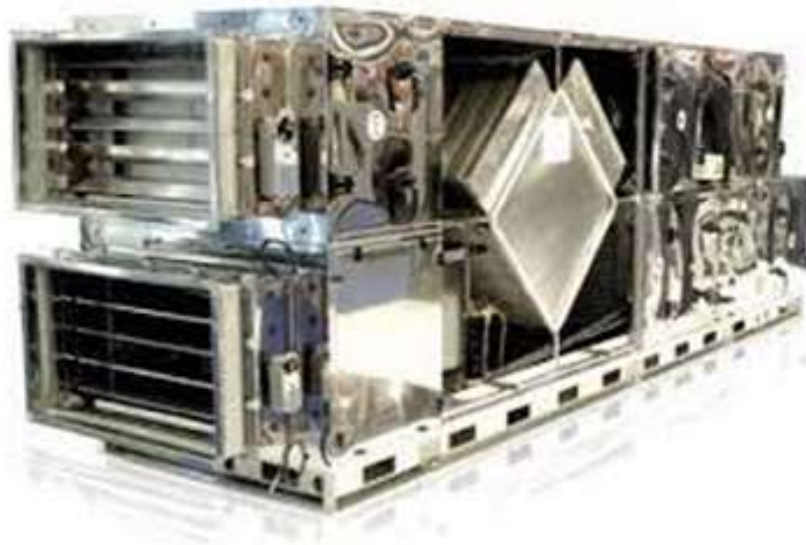
### 2.1.2.2 Системи вентиляції

В гарно утеплених будівлях в загальному балансі енергоспоживання вентиляція (а саме підігрів повітря) становитиме одну з найбільших часток. Відповідно суттєво зменшити енергоспоживання можливо лише за умови використання систем рекуперації тепла витяжного повітря.

Серед основних технологій, які можуть для цього використовуватися слід виділити:

**1) Використання централізованих систем вентиляції з пластинчастими або роторними рекуператорами, що безпосередньо підігрівають припливне повітря.**

Такі системи ефективні при новому будівництві з огляду на можливість прокладання вентиляційних каналів, але не дуже підходять для реконструкції існуючих будівель.



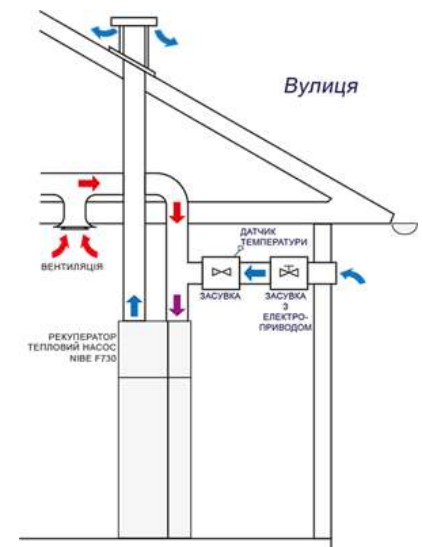
## 2) Помірно децентралізовані системи вентиляції на одне-або декілька приміщень з пластинчатими рекуператорами.

Такі системи дозволяють гнучко керувати потребами в свіжому повітрі і в більшості випадків можуть бути вбудовані в існуючі будівлі.



## 3) Системи з утилізацією теплової енергії на базі теплових насосів.

Такі системи найбільше підходять для будівель медичних закладів, де створюються передумови для утилізації тепла витяжного повітря навіть з так званих «брудних зон», а також для багатоповерхових будинків, де можна ефективно утилізувати тепло витяжного повітря практично без перекладання комунікацій та направляти його для потреб опалення та гарячого водопостачання.



### 2.1.2.3 Системи гарячого водопостачання

Попри те, що в даний час споживання енергії на потреби гарячого водопостачання (відповідно до українських нормативних документів) не приймає участі в розрахунку класу енергоефективності будівель – для будівель NZEB доцільно ввести цей показник. Для житлових та медичних закладів, а також для дитячих навчальних закладів споживання енергії на потреби гарячого водопостачання є досить суттєвим показником, більше того таке споживання практично не залежить від сезону. Тобто використання більшості відновлювальних джерел енергії може бути найбільш ефективним.

Серед можливих технологій слід відзначити системи на базі сонячної енергії (з перевагою застосування сонячних панелей перед сонячними колекторами) та використання теплових насосів, а також їх поєднання.



Окремо слід відзначити системи, що дозволятимуть утилізувати скидне тепло з систем кондиціонування для потреб гарячого водопостачання.

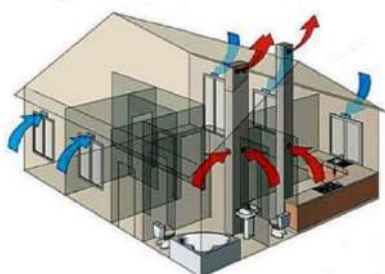


#### 2.1.2.4 Системи кондиціонування

Основним напрямком для систем кондиціонування в будівлях з близьким до нульового енергоспоживання мають бути:

**1) Системи затінення, що мінімізували б потреби в кондиціонуванні.**

Такі системи можуть бути як стаціонарними (архітектурні елементи на фасадах зі значною інсоляцією) так і рухомі (ролети, маркізи).



**2) Системи пасивного охолодження, що забезпечуватимуть охолодження приміщень за рахунок нічного провітрювання, в періоди, коли зовнішня температура нижча за температуру приміщень.**

**3) Системи з утилізацією скидної теплоти для інших потреб будівлі, в першу чергу – систем гарячого водопостачання.**

### **2.1.3 ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**

Серед доступних відновлювальних джерел енергії, що можуть досить масово застосовуватися для будівель по великому рахунку маємо лише сонячну енергію (сонячні колектори та сонячні панелі) та низькопотенціальну енергію навколишнього середовища, що може бути використана за допомогою теплових насосів.

Вітровий потенціал для більшості регіонів України, а особливо в містах з щільною забудовою дуже незначний, а використання біомаси для опалення по великому рахунку не зменшує споживання енергії самими будівлями і не може бути використано для забезпечення низьких показників використання первинної енергії.

#### **2.1.3.1 Сонячна енергія**

Сонячна енергія для будівель доступна в вигляді двох технологій: сонячні колектори для підігріву води та сонячні батареї для вирівнювання електричної енергії з подальшим використанням на інші потреби.

Серед переваг сонячних панелей є їх універсальність, зокрема можливість використовувати енергію на потреби як гарячого водопостачання так і кондиціонування, освітлення та інших потреб.

В той же час сонячні колектори можуть дати більше енергії з одного квадратного метру, що може бути важливим для будівель зі значними споживанням гарячої води в літній період.

Загалом можна визначити наступний підхід для вибору між зазначеними технологіями: якщо площі будівлі (дахи, стіни) дозволяють розмістити сонячні батареї, що забезпечуватимуть потребу будівлі в гарячому водопостачанні – то необхідно віддавати перевагу таким системам з огляду на їх універсальність. І лише за умови, що площ недостатньо і необхідно збільшити віддачу енергії – застосовувати сонячні колектори.

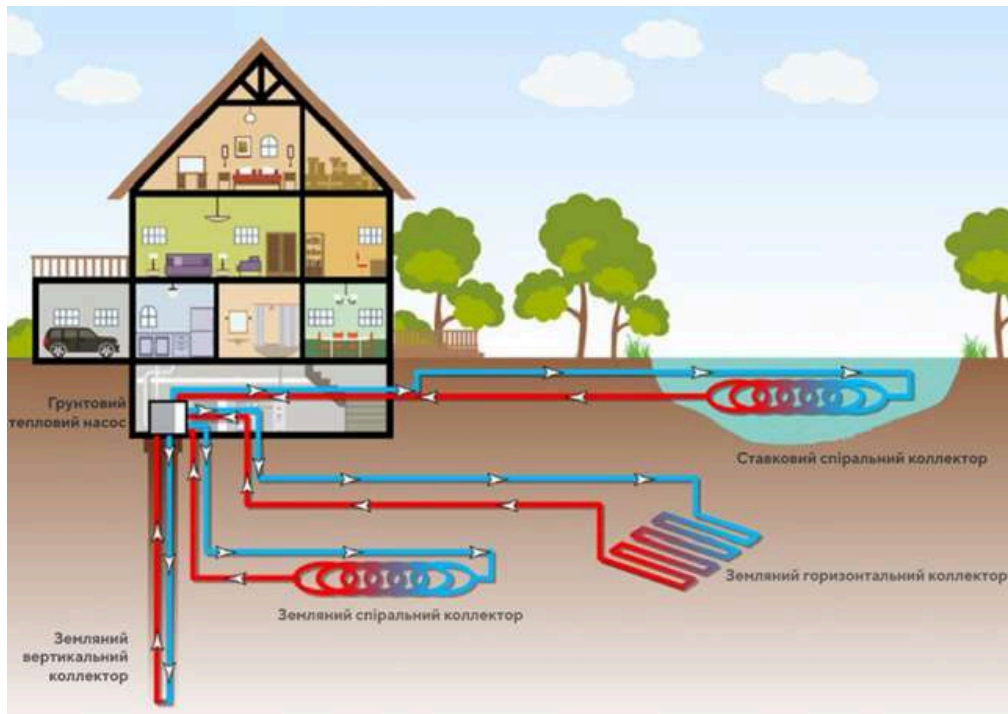
Наступним обмеженням використання таких систем може бути низьке споживання енергії будівлею в літній період, що зокрема характерно для шкіл та будівель вищих навчальних закладів.

Загальна рекомендацією є підбір обладнання таким чином, щоб в літній період закрити максимум потреб в енергії для будівлі.

#### **2.1.3.2 Теплові насоси**

Беручи до уваги діючі коефіцієнт перерахунку електроенергії в первинну енергію, що складає 2,3 – сезонний коефіцієнт перетворення для теплового насосу (SCOP) повинен складати не менше 3. Це забезпечуватиме зниження споживання первинної енергії будівлею. Виходячи з цього можна виділити наступні передумови щодо застосування теплових насосів:

- Необхідно використовувати переважно теплові насоси ґрунт-вода чи вода-вода, які мають кращий коефіцієнт перетворення;
- Системи опалення повинні проектуватися з можливістю використання низькотемпературних джерел;
- Перевагу необхідно віддавати реверсивним моделям, що можуть працювати як на опалення так і на охолодження, при цьому під час охолодження повинна забезпечуватися утилізація скидної теплоти.



## 2.1.4 СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

З огляду на те, що забезпечення низьких показників ефективності енергоспоживання може бути забезпечено лише злагодженою роботою інженерних систем – в будівлях з низьким до нульового енергоспоживання ключовим елементом мають стати автоматизовані системи керування енергоресурсами, а також системи контролю за ефективністю енергоспоживання.

Такі системи повинні забезпечувати:

- постійний контроль за споживанням всіх видів енергоресурсів;
- контроль за параметрами мікроклімату в приміщеннях;
- перерозподіл енергетичних ресурсів відповідно до реальних потреб будівлі для мінімізації первинного споживання (в тому числі з використанням активних та пасивних систем накопичення енергії в будівлі);
- допомогу в прийнятті рішень для служб в експлуатації будівель, що дозволятимуть швидко ідентифікувати проблеми та пропонувати методи їх вирішення.



## 2.2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ NZEB ПІД ЧАС НОВОГО БУДІВНИЦТВА ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

Як видно з проведеного аналізу, більшість технологій, що дозволяють забезпечити низьке енергоспоживання будівлі вже наявні на українському ринку та використовуються під час будівництва. Але, як правило, це відбувається без комплексного підходу і відповідно в кінцевому варіанті не забезпечує необхідні показники енергоспоживання. Іншою перешкодою є низька кваліфікація обслуговуючого персоналу, що навіть за умови наявності ефективного обладнання, не дозволяє використати його переваги.

Виходячи з цього, алгоритм для широкого впровадження будівель з близьким до нульового енергоспоживанням мав би бути наступним:

### 1) Відпрацювання окремих технологій під час проєктів будівництва та реконструкції з забезпеченням моніторингу показників ефективного енергоспоживання.

Серед технологій, що вже показали свою ефективність і можуть бути рекомендовані до широкого застосування необхідно віднести:

- системи керування мікрокліматом (в першу чергу індивідуальні теплові пункти та системи погодного та погодинного регулювання котлами);
- гібридні сонячні системи для будівель зі значним споживанням електроенергії в літній період;
- виконання утеплення стінових конструкцій та конструкцій дахів з дотриманням технологічних карт та мінімізацією містків холоду;
- встановлення віконних конструкцій з підвищеним опором теплопередачі та обов'язково з монтажем, що мінімізує містки холоду та інфільтрацію повітря;
- встановлення систем моніторингу енергоспоживання та контролю за параметрами мікроклімату.

Впровадження цих заходів на всіх об'єктах є першим та обов'язковим кроком для досягнення показників NZEB, а в ряді випадків – достатнім.

## **2) Будівництво пілотних будівель, що включають всі елементи та заходи, рекомендовані для будівель NZEB.**

Такі будівлі будуть використовуватись як навчально-демонстраційні і відповідно дозволять в подальшому підібрати найкращі комбінації заходів з врахуванням показника вартість/ефективність.

Важливо, щоб демонстраційні будівлі були різного призначення та в різних регіонах. Як мінімум повинні бути охоплені наступні типи будівель:

- лікувальний заклад;
- школа;
- дитячий навчальний заклад;
- адміністративна будівля або офісний центр;
- багатоквартирний житловий будинок або гуртожиток;
- односімейний житловий будинок.



З огляду на велику кількість руйнувань, які присутні в багатьох регіонах України – хорошим варіантом була б відбудова чи будівництво принаймні по одному типу будівель за стандартами NZEB.

## **3) Впровадження навчальних програм в професійних та вищих навчальних закладах**

Наразі найслабкішим місцем для будівництва та реконструкції будівель за стандартами NZEB поряд з порівняно високою вартістю є недостатня кількість спеціалістів, що могли б проектувати, будувати та експлуатувати такі будівлі.





Реалізація навчальних програм для:

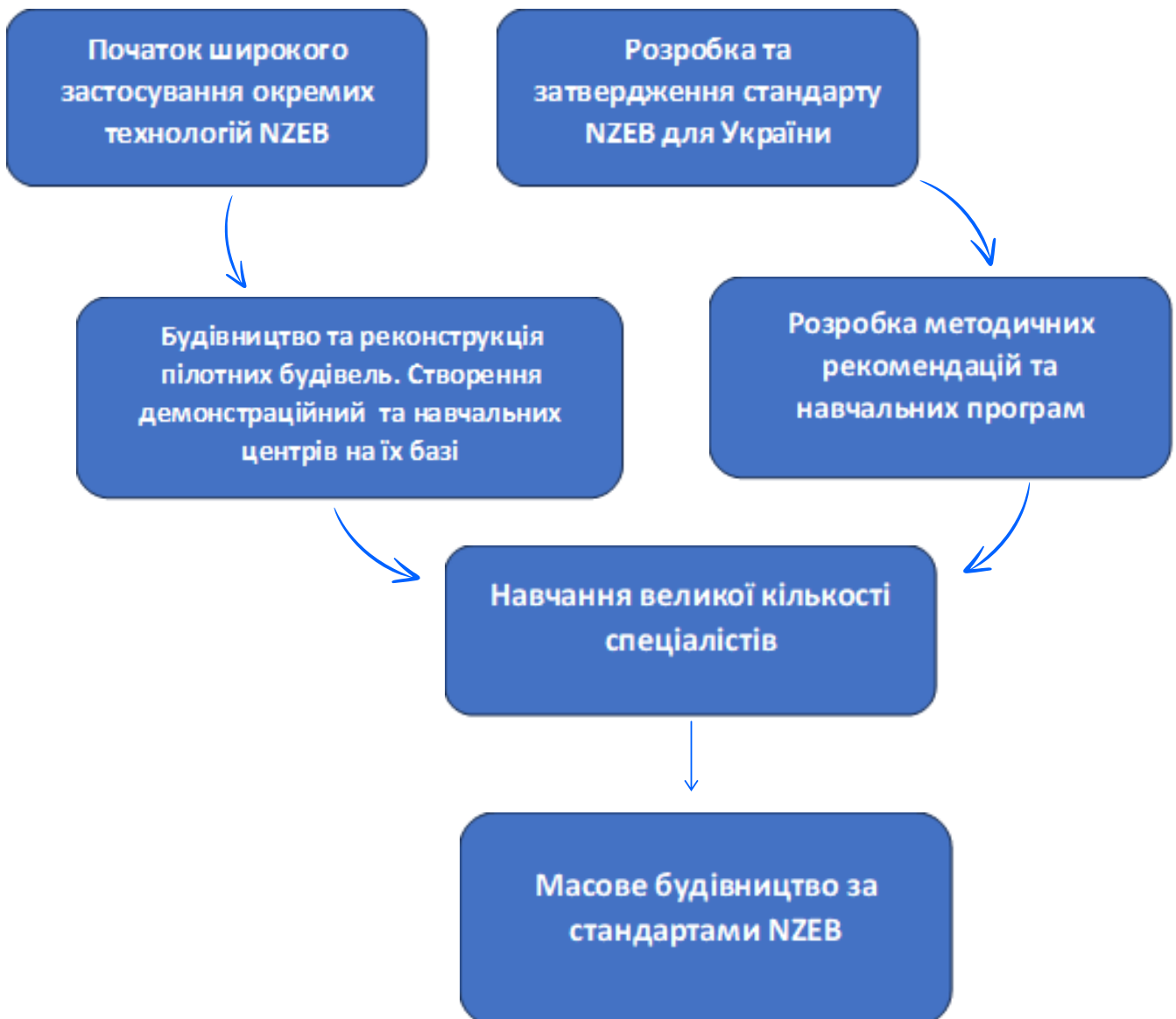
- проєктантів;
- керівників будівельних проєктів;
- виконавців окремих видів будівельних робіт;
- керівників та виконавців служб експлуатації будівель.

#### **4) Розробка каталогів типових проєктних рішень, вузлів та систем для будівель з близьким до нульового енергоспоживання.**

Реалізація пілотних проєктів дозволить відпрацювати найбільш ефективні технічні рішення та систематизувати напрацювання для їх подальшого використання в якості «стандартних практик» під час будівництва та реконструкції.

#### **5) Масове будівництво та реконструкція будівель за стандартами NZEB**

Як показує практика європейських країн лише виконання перших чотирьох пунктів дозволяє досягнути передумов для масового будівництва високоефективних будівель.



**Рисунок 2.1 Кроки до масового будівництва будівель NZEB**

## 2.3 ВИСНОВКИ

1. Більшість технологій, що забезпечують досягнення показників NZEB вже застосовуються в Україні і основною задаче має бути їх комплексне застосування і саме головне – якісне виконання на етапах проектування, будівництва і подальшої експлуатації.
2. Серед технологій, що можуть і повинні застосовуватися під час будівництва і реконструкції і дозволять в подальшому (а в ряді випадків і одразу) досягти показників NZEB слід виділити:
  - ефективні системи регулювання систем опалення;
  - гібридні сонячні електростанції;
  - теплові насоси на потреби гарячого водопостачання;
  - утеплення стін та заміна вікон з мінімізацією містків холоду.
3. Основними кроками для масового впровадження будівель, що відповідатимуть стандартам NZEB є:
  - навчання спеціалістів як інженерних так і робітничих професій;
  - розробка альбому типових проєктних рішень для огорожувальних конструкцій та інженерних систем;
  - будівництво пілотних об'єктів різного призначення в якості демонстраційно-навчальних центрів.

## **3. АНАЛІЗ СОБІВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА ТА РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ЖИТЛА ПОРІВНЯНО З ПОТОЧНОЮ РИНКОВОЮ ВАРТІСТЮ**

**Автор: Д. Прокопенко**

### **3.1 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ, ПОРІВНЯНО З ДІЮЧИМИ ВИМОГАМИ ТА ВИМОГАМИ ДО БУДІВЕЛЬ З БЛИЗЬКИМ ДО НУЛЬОВОГО СПОЖИВАННЯ**

Житлові та громадські будівлі відіграють дуже суттєву роль в енергетичному балансі України. З урахуванням того, що для їх енергозабезпечення використовується переважно викопні джерела енергії (в основному природний газ та електроенергія з відновлювальних джерел), це також призводить до суттєвих викидів вуглекислого газу, а також до необхідності імпорту природного газу.



Виходячи з цього – забезпечення ефективного споживання енергоспоживання на рівні будівель вирішує одразу ряд проблемних питань:

- зменшення затрат на енергозабезпечення;
- зниження рівня викидів парникових газів;
- підвищення енергетичної безпеки як окремих споживачів, так і держави в цілому;
- покращення умов мікроклімату в приміщеннях.

Забезпечення ефективного енерговикористання базується на наступних пунктах:

- нормативне забезпечення в сфері будівництва, що стосується ефективності енергоспоживання (вимоги до оболонки та інженерних систем, нормування витрат енергії - енергосертифікація);
- ефективне планування робіт з термомодернізації (енергетичний аудит) та контроль за якістю виконання та досягнутим ефектом (енергоменеджмент та енергомоніторинг);
- ефективна експлуатація будівель, зокрема інженерних систем для забезпечення мінімально можливого енергоспоживання для забезпечення комфортних умов для мешканців, відвідувачів та персоналу.

Загальна ефективність споживання енергії в секторі будівель залишається на низькому рівні, що пов'язано з наступними причинами:

- дуже низька частка доля будівель, що термомодернізуються через відсутність фінансування на реалізацію заходів (власних або дешевих кредитних);
- дотаційні тарифи для житлового сектору, що робить проєкти комплексної термомодернізації та використання відновлювальних джерел (зокрема, сонячної енергії) неокупними, а також не стимулює до ощадного споживання в нових та модернізованих будівлях. При цьому житловий сектор займає найбільшу частку по використанню як електричної, так і теплової енергії в енергетичному балансі країни;
- практично повна відсутність вимог щодо ефективної експлуатації будівель після реновації і необхідність досягнення фактичної економії енергоресурсів, а не розрахункової;

- відсутній контроль за рівнем енергоспоживання об'єктів після термореновації (крім поодиноких випадків, де це відбувається за кошти самих мешканців) і відповідальність виконавців не лише за якість робіт, а і за фактичне досягнення запланованих показників ефективності;
- невелика кількість спеціалістів, що можуть вести проекти з підвищення енергоефективності на всіх стадіях: від підготовки до будівництва до організації ефективного обслуговування та моніторингу фактичної економії;
- як результат – неефективне витрачання обмежених ресурсів на реновацію без фактичного зниження витрат енергоресурсів.

Відповідно до даних, наведених в Довгострокова стратегія термомодернізації будівель на період до 2050 року, наявний фонд житлових будівель має наступну структуру (Таблиця 1):

**Таблиця 3.1 Основні показники житлового фонду України**

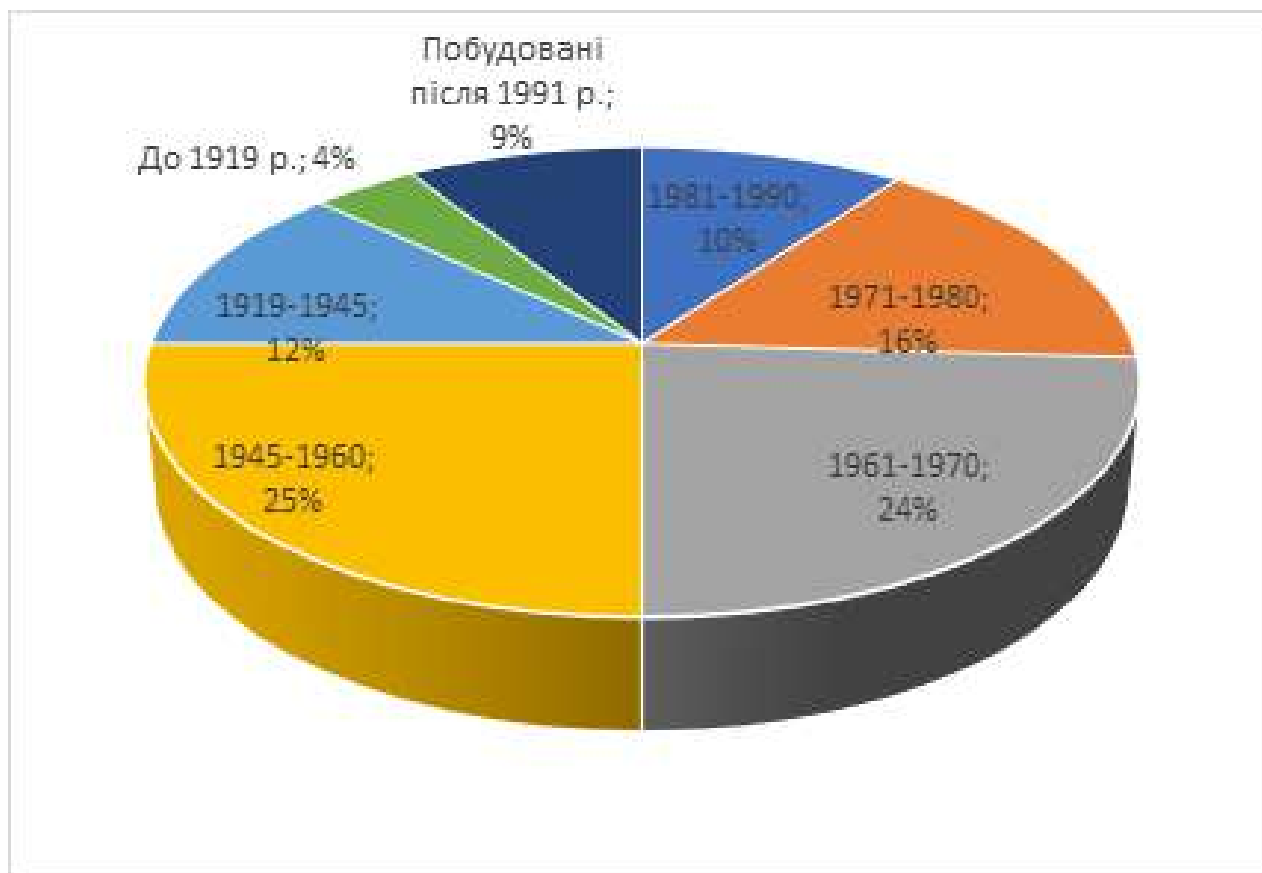
Загальна площа приміщень	1 079,5 млн м <sup>2</sup>
Площа приміщень, без урахування будівель на тимчасово окупованих територіях АР Крим , Донецької та Луганської областей	984,8 млн м <sup>2</sup>
Кількість житлових будинків (одно-, дво-, багатоквартирні будинки, гуртожитки)	9 154 372
Площа житлового фонду багатоквартирних будинків	599,4 млн м
Кількість багатоквартирних будинків (БКБ)	181 191*
Кількість старих (напівзруйнованих) будівель	45 539
Загальна кількість квартир	19,3 млн
Загальна кількість квартир, без урахування квартир на тимчасово окупованих територіях АР Крим, Донецької та Луганської областей	17,1 млн
Частка населення у багатоквартирних будинках	47,5%
Середня кількість осіб, що проживають у 1 квартирі	2,4
Кількість об'єднань співвласників будинків	33 000

На будівлі припадає 42% загального кінцевого споживання енергії в Україні, при цьому частка житлових будівель серед них складає близько 80% (33% від кінцевого споживання енергії в Україні) або 17,04 млн. т.н.е. загального кінцевого споживання енергії.

**Таблиця 3.2 Загальне кінцеве споживання енергії в національному фонді будівель України**

Загальне кінцеве споживання енергії, млн т.н.е.	51,65
Будівлі, млн т.н.е.	21,89
Частка будівель, з яких:	42%
нежитлові будівлі, млн т.н.е	4,85
житлові будівлі, млн т.н.е	17,04

Поділ житлових будинків за роком будівництва в цілому по Україні та структура житлового фонду за роком будівництва представлений на рис. 1.



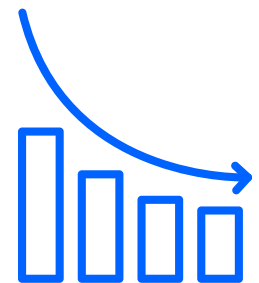
**Рисунок 3.1 Структура житлового фонду за роком будівництва та розмірами**

На даний час більша частина будівель не відповідає діючим українським стандартам з огляду на стан огорожувальних конструкцій і інженерних систем. Але навіть для будівель, що збудовані в останні роки, наявні перевитрати енергії, що пов'язані з неефективним обслуговуванням. Виходячи з аналізу проведених енергетичних аудитів і сертифікатів, більша частина існуючих будівель має клас енергоефективності F, в той же час клас енергоефективності C або вище - мають дуже мало будівель.

Сектор житлових будівель (з часткою 33%) є другим за величиною споживачем енергії після промислового сектора (34%). З огляду на потенціал підвищення енергоефективності, що становить від 10% для порівняно недорогих швидкоокупних заходів до 60% за умови комплексної реновації, цей сектор є одним з основних для забезпечення цілей сталого розвитку та енергетичної безпеки держави. Це також дуже великий потенційний ринок для впровадження енергоефективних проєктів, а з огляду на те, що ці проєкти окупні, є змога залучити кредитні кошти в т. ч. міжнародних фінансових установ (МФО).

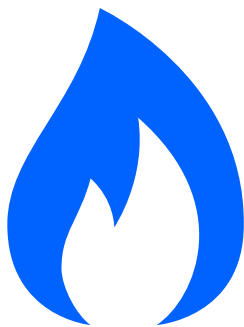
З огляду на ефективність вкладень коштів – найбільш перспективним виглядають багатоквартирні житлові будівлі. Близько 43% українських домогосподарств підключено до мереж централізованого теплопостачання. При цьому не більше 5% цього сектору охоплені системами регулювання опалення, через що мешканці не мають можливості контролювати рівень енергоспоживання, а це, в свою чергу, призводить до перевитрат як мінімум в межах 10%. Окрім того значні втрати енергії пов'язані з надлишковою потужністю, недостатнім обслуговуванням, витокami та тепловтратами в трубопроводах тощо.

Наразі багатоквартирні житлові будинки відповідають за значну долю в енергобалансі країни і мають один з найбільших потенціалів по зниженню енерговитрат. Цей сектор має значні витрати енергії на потреби опалення та гарячого водопостачання, що наразі становлять близько 160-200 кВт-год/кв.м за сучасних нормативів на рівні 70-90 кВт-год/кв.м та можуть бути знижені для будівель NZEB до показників нижче 50 кВт-год/кв.м



Зважаючи на існуючі потреби в енергії для будівель в умовах клімату України – найбільший потенціал використання відновлювальних джерел є саме в системах опалення, причому в зимовий період. А для таких умов практично єдиним джерелом відновлювальної енергії є біомаса та біогаз, що можуть бути використані лише в умовах централізованих систем теплопостачання. Тому енергоефективність будівель повинна розглядатися в комплексі з джерелами теплової енергії.

В будинках, підключених до централізованого теплозабезпечення, практично відсутні системи регулювання теплоспоживання на рівні будівель. Водночас в результаті хаотичного переходу окремих квартир на індивідуальне опалення внутрішньобудинкові системи можуть бути розбалансованими. Це призводить до суттєвих перевитрат енергоресурсів навіть в порівнянні з немодернізованими будівлями, але з наявними системами регулювання та ефективною та якісною експлуатацією.



Основним паливом для об'єктів генерації є природний газ, при цьому через дотаційну вартість на газ, впровадження альтернативних видів палива (насамперед мова йде про котли та когенераційні установки на трісці та пелетах) практично відсутнє через економічну недоцільність. В системі теплопостачання використовується порівняно небагато когенераційних установок. Переважно- це теплоелектроцентралі в великих містах, таких як Київ та Харків. В свою чергу, відсутність власної генерації на об'єктах теплопостачання спричинило необхідність встановлення додаткових дизель-генераторів для живлення котельень.

Централізоване гаряче водопостачання відсутнє в більшості міст, що спричинено неможливістю конкурувати з більш дешевою гарячою водою з електричних бойлерів через дотаційних тариф для населення. Хоча за умови ринкової вартості на електроенергію – централізоване гаряче водопостачання могло б бути суттєво дешевшим. А з огляду на вклад гарячого водопостачання в загальний показник споживання первинної енергії будівлею - використання прямого електропідігріву є однією з основних перепон щодо досягнення показників NZEB.



Дотаційні тарифи та мораторії на збільшення тарифів для населення призводять до вимивання оборотних коштів з теплопостачальних підприємств, що є переважно комунальними. Водночас підприємства комунальної теплоенергетики не зацікавлені в економії на стороні споживача, хоча мають найбільшу інституційну спроможність для впровадження таких заходів. З огляду на те, що більшість теплопостачальних підприємств належать до комунальної власності, існує можливість отримувати порівняно недорогі кредити від міжнародних фінансових установ під міські гарантії.

З огляду на енергетичний баланс країни та його розподіл по місяцям – саме централізоване теплопостачання є елементом, що дозволить значною мірою інтегрувати альтернативні джерела енергії в секторі будівель. Серед основних напрямів слід відзначити: використання біопаливних котельень та когенераційних установок, використання теплонакопичувачів для акумулювання надлишків зеленої генерації на потреби гарячого водопостачання, а також для вирівнювання графіків електроспоживання (для мінімізації використання вугільних електростанцій в якості маневрових). Особлива роль в підвищенні ефективності енерговикористання можуть відіграти постачальники теплової енергії за умови впровадження механізмів, що мотивуватимуть їх зменшувати використання енергії на стороні споживачів (як приклад, на умовах енергосервісних контрактів). І, звичайно, підвищення ефективності генерації та розподілу шляхом заміни або теплоізоляції теплових мереж, а також модернізації котельень.



За даними Держстату, станом на 1 квітня 2024 року у житлових багатоквартирних будинках існує 38853 ОСББ. Створення ОСББ є передумовою для реалізації проєктів з підвищення енергоефективності зокрема на умовах співфінансування. Для будинків, де ОСББ відсутнє, ефективна реалізація проєктів з енергоефективності значно ускладнена з огляду на відсутність можливості акумулювання коштів та забезпечення ефективного управління встановленим обладнанням.

Загальний потенціал зниження енергоспоживання багатоквартирними будівлями оцінюється в 10-20% за рахунок впровадження порівняно дешевих заходів зі строком окупності близько 3 років та в 50-60% за умови впровадження комплексних проєктів термореновації.

### **3.1.1 Аналіз основних характеристик типових будівель, таких як:**

- Термічний опір зовнішніх стін;
- Термічний опір світлопрозорих конструкцій;
- Термічний опір дверей;
- Термічний опір даху;
- Термічний опір перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальним підвалом;
- Характеристики інженерних систем;
- Питоме енергоспоживання будівель;

Використання відновлювальних джерел. Наразі стандарти, що існують в Україні щодо енергоефективності нових будівель і будівель, що реконструюються в частині вимог до огорожувальних конструкцій та інженерних систем загалом відповідають рівню стандартів ЄС.

Якщо говорити про стратегічні документи в секторі енергоефективності будівель, то наразі вони наявні. Зокрема, прийнята Довгострокова стратегія термомодернізації будівель на період до 2050 року, національні стандарти та закони:

- Закон України "Про енергетичну ефективність";
- Закон України "Про енергетичну ефективність будівель";
- Довгострокова стратегія термомодернізації будівель на період до 2050 року;
- ДБН «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
- ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Основними прогалинами в секторі енергоефективності будівель з огляду на нормативні документи залишаються насамперед питання забезпечення ефективного обслуговування будівель та мотивації щодо ощадного енерговикористання в першу чергу в житловому секторі.

Діючі стандарти достатньо ефективні та не потребують змін по мінімальним показникам по огорожувальним конструкціям.

Таблиця 3 - Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель  $R_{qmin}$  відповідно до ДБН «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{qmin}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалювальних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

**Таблиця 3.4. Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель**

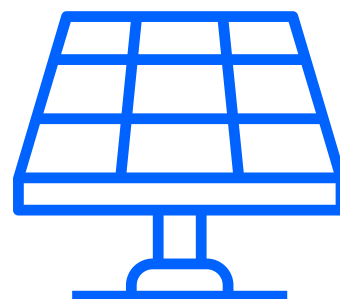
№ з/п	Вид будівлі (еталонні будівлі)	Граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні, E <sub>Pr</sub> , кВт*год/м <sup>2</sup> , для температурної зони України	
		I	II
1	Будівлі житлові (поверховість):		
	від 1 до 3	120	110
	від 4 до 9	85	75
	від 10 до 16	75	70
	17 і більше	70	65

Якщо говорити про відповідність показників енергоспоживання то опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій багатократних житлових будинків в 3-4 рази нижчий за сучасні нормативи. При цьому різниця між фактичними та нормованими показниками енергоспоживання складає лише 1,5-2 рази.

Це пов'язано в першу чергу з тим, що інженерні системи здебільшого зношені, а теплоізоляція трубопроводів низької якості або відсутня. Для новобудов та об'єктів після реновації часто спостерігається ситуація, коли показники питомого енергоспоживання суттєво вищі, що пов'язано з відсутністю кваліфікованого персоналу, стимулів до ощадного енерговикористання та інформованості власників щодо наявного потенціалу. Це призводить до того, що саме найкраще обладнання стає не ефективним і виходить з ладу.

Серед основних прогалин, що наразі є в нормативній документації, необхідно відзначити питання щодо використання відновлювальних джерел енергії в багатоквартирних будівлях на власні потреби, зокрема щодо взаєморозрахунків за спожиту зелену енергію від сонячних батарей, сонячних колекторів та теплових насосів. При цьому ці прогалини лежать не в технічній, а в організаційній сфері, наприклад, відсутній простий та ефективний механізм використання електроенергії, згенерованої даховими сонячними електротсанціями, на потреби окремих квартир.

Виходячи з цього, покращення існуючих стандартів має бути направлено в першу чергу не на підвищення вимог до конструкцій чи інженерних система, а на уточнення показників питомого енергоспоживання та контроль не за розрахунковими, а за фактичними показниками енергоефективності будівель з широким впровадженням автоматизованих систем моніторингу.



## 3.2 ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ПОКРАЩЕНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ. ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

В цьому розділі розглянемо напрямки енергоефективних заходів. Одним із пріоритетних і найбільш доцільним є:

- **Встановлення загальнобудинкових погодних регуляторів на вводі будинку (індивідуальний тепловий пункт).** Більшість будинків обладнано елеваторними вузлами без можливості погодного регулювання, тому рекомендовано встановлення індивідуальних теплових пунктів на вводі будинків, а також рекомендовано додаткове встановлення системи енергомоніторингу для належного і постійного контролю за використанням енергоресурсів. Дана система дозволяє зекономити від 5 – 15 % від загального споживання енергоресурсів.

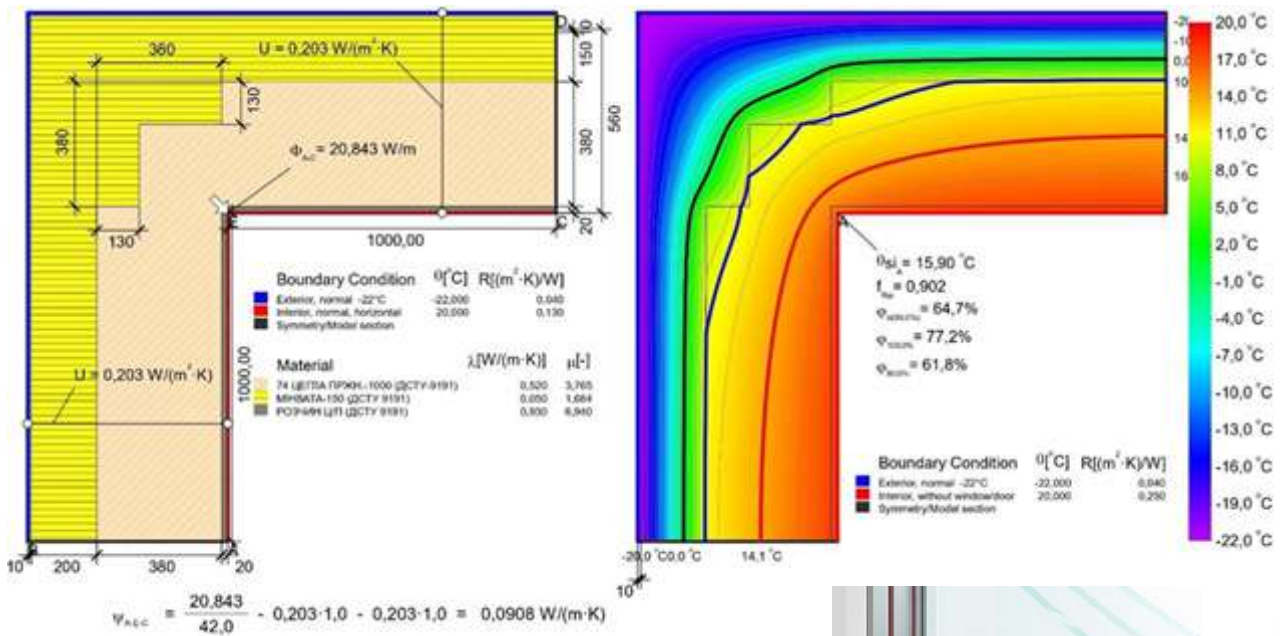
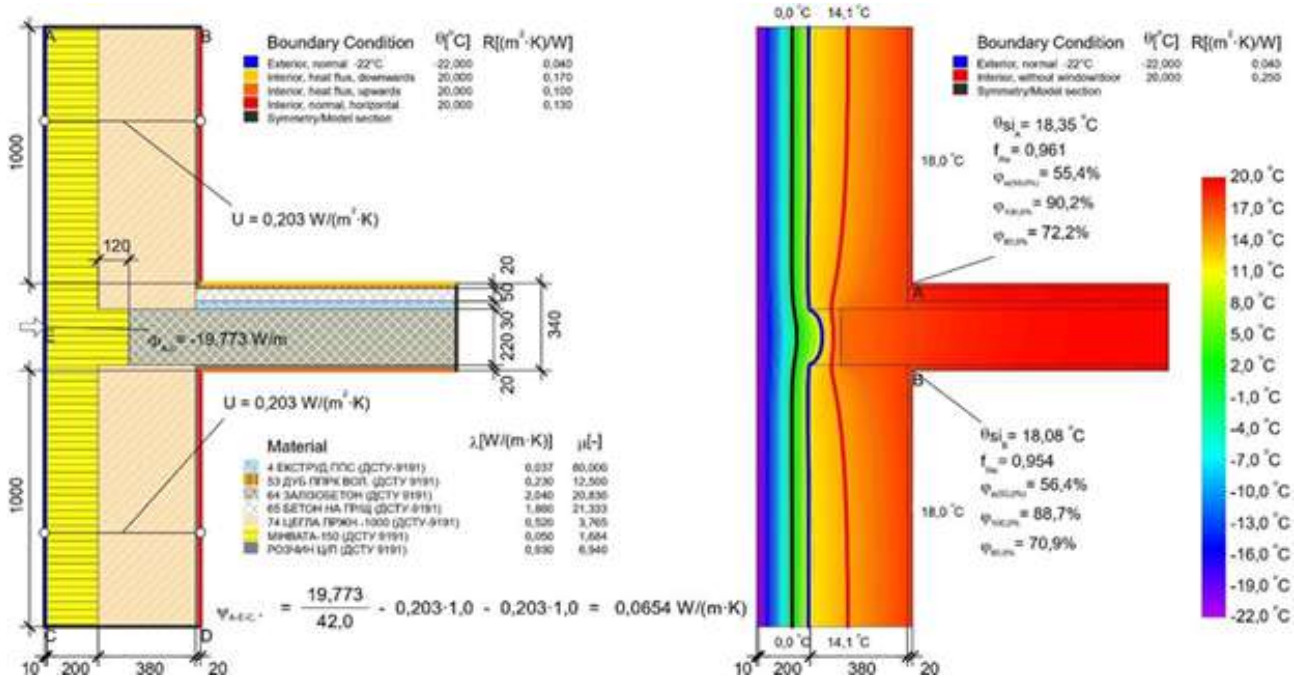




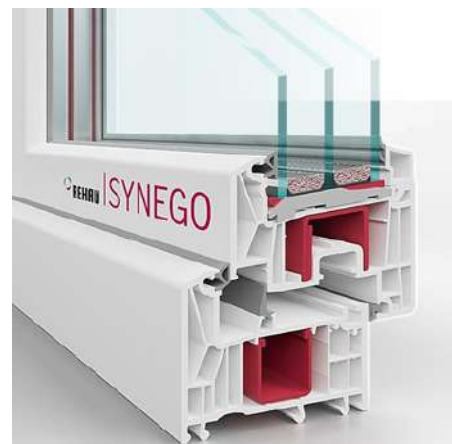
- **Встановлення терморегуляторів.** В деяких будинках наявні терморегулятори на батареях, в більшості випадках це прямої дії терморегулятори. В даний час на ринку є досить велика кількість електронних терморегуляторів, котрі можна налаштувати під потреби приміщення. У випадку багатоквартирного житлового будинку, терморегулятори мають економічну доцільність при наявності теплового лічильника на квартиру, коли розрахунок за спожите тепло відбувається саме по квартирному лічильнику, а не по опалювальній площі квартири.

- **Утеплення стін.** На даний час нормативні значення термічного опору стін на рівні з європейськими країнами, враховуючи те, що в українській нормативній документації, ще додатково враховуються лінійний та точкові теплопровідні включення. По даному заходу необхідно звернути більшу увагу саме на вузли примикання огорожувальних конструкцій між собою, так як за часту виконавці даних робіт недостатньо звертають увагу на ці вузли, що в майбутньому призводить до теплових втрат в місцях примикань огорожувальних конструкцій.

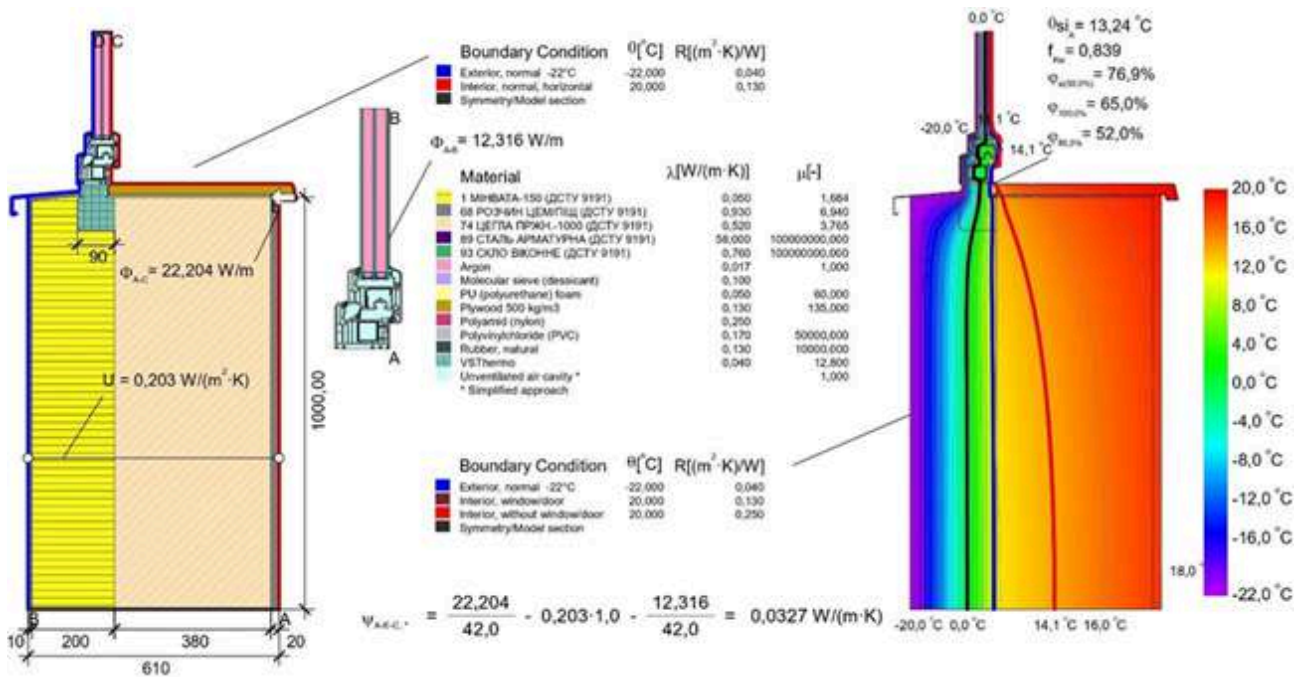




- **Встановлення вікон.** На даний час нормативні значення термічного опору стін на рівні з європейськими країнами. По даному заходу необхідно звернути увагу саме на вузли примикання з стіною, а саме встановлення вікон шляхом виносного монтажу. Даний варіант монтажу є дорожчим на 10 – 15 %, але майже нівелює теплові втрати в місцях примикань віконний рами до стіни.



Приклад виносного монтажу



- **Система охолодження.** Рекомендовано використати чілер, що може працювати як на охолодження, так і на опалення. При цьому здорожчання складатиме близько 20% в порівнянні з варіантом «лише охолодження», а ефективність комплексного рішення суттєво підвищується, через що відповідає необхідність в окремому агрегаті для роботи з системою опалення. Як мінімум необхідно передбачити систему утилізації теплової енергії, що дозволить покрити більшу частину потреби в гарячій воді в період роботи системи охолодження. Додатково необхідно передбачити можливість роботи системи в режимі «фрікулінгу», що дозволить охолоджувати приміщення в нічні години та мінімізувати витрати на кондиціонування.



- **Система вентиляції.** Рекомендовано використовувати централізовані/децентралізовані системи вентиляції для загальнообмінної вентиляції з рекуперацією та догрівом від теплових насосів або централізованого тепlopостачання або ж догрів/доохолодження за рахунок каналних внутрішніх блоків VRV системи.

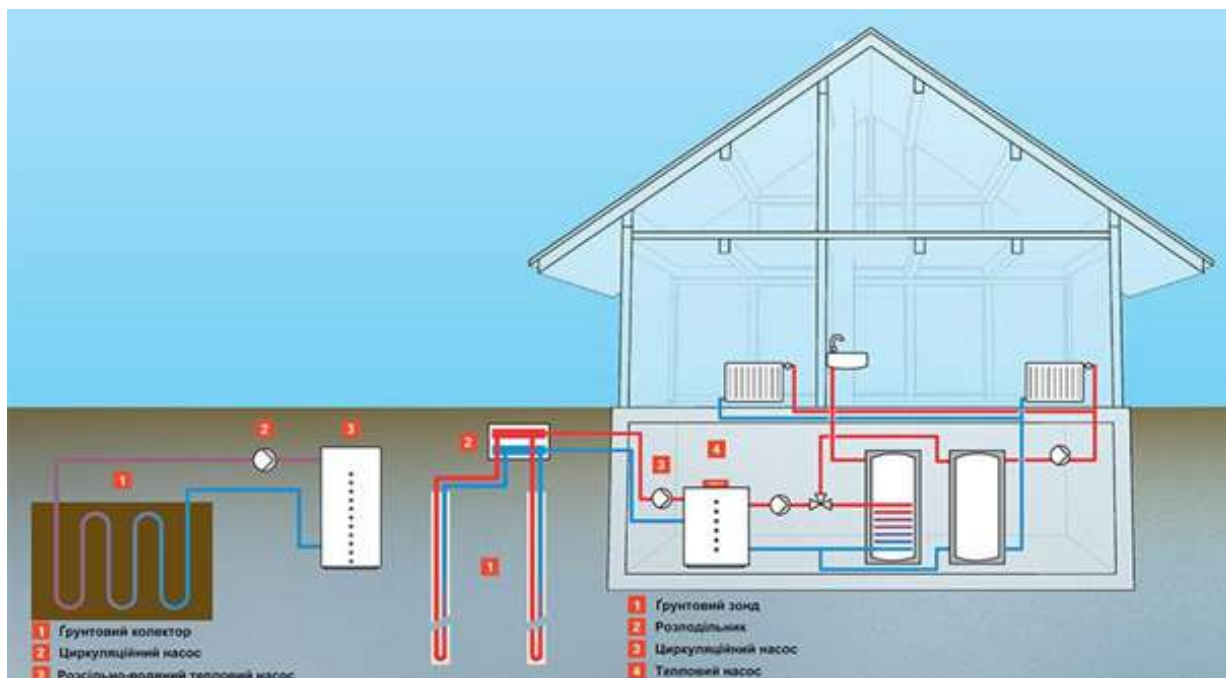


• **Встановлення сонячних панелей.**

Встановлення сонячних панелей на загальні потреби будівлі для забезпечення надійності електропостачання, оскільки зменшується залежність від традиційних джерел енергії, але лише за умови використання гібридних інверторів. Також систему необхідно забезпечити засобами накопичення енергії для акумулювання (електричним та тепловими – на потреби гарячого водопостачання).



- **Встановлення теплових насосів.** Цей захід з підвищення енергоефективності передбачає встановлення теплового насосу та підключення його до системи подачі гарячої води або системи опалення в будівлі. аож бажано щоб тепловий насос працював і на охолодження. Проект повинен включати встановлення з'єднувальних трубопроводів разом з ізоляцією, а також усього іншого необхідного обладнання, такого як розширювальний бак, термостатичні та змішувальні клапани тощо для належного функціонування системи.





### 3.3 ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТІ НОВОГО БУДІВНИЦТВА/ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВІДПОВІДНО ДО ДІЮЧИХ ТА ПІДВИЩЕНИХ СТАНДАРТІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Даний аналіз проведемо на прикладі існуючої школи, в розрахунок бралися наступні тарифи:

- опалення, 3440 грн/Гкал;
- електроенергія, 6,75 грн/кВт\*год.

#### 3.3.1 Економічний ефект від підвищення опору огорожувальних конструкцій до досягнення показників NZEB

##### 3.3.1.1 Стіни

Назва	Термічний опір м <sup>2</sup> *К/Вт	Ціна за 1 м <sup>2</sup>	Економія кВт-год/рік на м <sup>2</sup> стіни	Економія грн/рік	Окупність*, роки
Цегла порожниста 380мм, мінеральна вата 150 густина, 150 мм	2,79	2600,00	54,36	163,08	8,1
Цегла порожниста 380мм, мінеральна вата 150 густина, 180 мм	3,12	2860,00	56,40	169,2	8,6
Цегла порожниста 380мм, мінеральна вата 150 густина, 200 мм	3,32	3146,00	57,42	172,26	9,3
Цегла порожниста 380мм, мінеральна вата 150 густина, 250 мм	3,79	3460,00	59,45	178,35	9,9
Цегла порожниста 380мм, мінеральна вата 150 густина, 250 мм (оптимізовані вузли)	4,08	3650,00	60,19	180,57	10,8

##### •Окупність утеплення в залежності від товщини утеплювача

За рахунок оптимізації вузлів огорожувальних конструкцій, вплив “містків холоду” знижено більше ніж в 3 рази. Термічний опір після оптимізації вузлів складає 4,08 м<sup>2</sup>\*К/Вт для несвітлопрозорих конструкцій та 1,1 м<sup>2</sup>\*К/Вт - для світлопрозорих

### 3.3.1.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції

Термічний опір м <sup>2</sup> ·К/Вт	Ціна за 1 м <sup>2</sup>	Економія кВт- год/рік на м <sup>2</sup>	Економія, Грн	Окупність, роки
0,8	4450,8	140	420	10,6
0,9	5379,6	197	591	9,1
1,0	5800	228	684	8,5
1,1	6300	285	855	7,4

**Таблиця 3.5 Порівняльні характеристики огорожувальних конструкцій**

U-фактор, [Вт/м <sup>2</sup> ·К]	Австрія	Німеччина	Польща	Швеція	Данія	Україна
зовнішні стіни/стіни, суміщені із неопалюваними об'ємами	0,35	0,28	0,20	U <sub>m</sub> (average heat transfer coefficient)  1-сім >50м <sup>2</sup> 0,30	0,30/0,40	0,25/0,28
стіни, суміщені із непромерзаючими кімнатами, як гараж	0,60			1-сім <50м <sup>2</sup> 0,33  баг/ кварт 0,40		
підлога по ґрунту або над підвалом	0,40	0,35	0,25	не житл. 0,33	0,20	0,2/0,25

перекриття між будівельними блоками (квартирами)	1,30			<p>Um (average heat transfer coefficient)</p> <p>1-сім &gt;50м2 0,30</p> <p>1-сім &lt;50м2 0,33</p> <p>баг/кварт 0,40</p> <p>не житл. 0,33</p>	<p>енергобала нс: &lt; -17 kWh/m2.a</p>			
стіни між сусідніми будівлями	0,50							
вікна і зовнішні скляні двері в житлових будівлях	1,40	1,30	0,90				1,11/1,42	
вікна мансардні/світлові ліхтарі, мансардні куполи			1,10				1,40	1,25/1,42
зовнішні двері	1,70	1,80					1,40	1,42/1,66
суміщені перекриття/покрівля	0,20	0,20	0,15				0,20	0,14/0,16
підлога над гаражем/парковкою	0,30	0,28	0,15					
внутрішні стіни			1,00					

### 3.3.2 Економічний ефект від використання відновлювальних джерел енергопостачання

#### 3.2.1 Сонячна енергія

Встановлення сонячних електростанцій на дахах будівель є одним із найрозповсюдженіших варіантів використання сонячної енергії і дозволяє використовувати ті площі, які не мають іншого корисного призначення.

Технічно досяжний потенціал на прикладі дитячого закладу:

#### Вихідні дані для вибору основних параметрів обладнання СЕС

- річний обсяг споживання електричної енергії – 62 065 кВт-год;
- середньомісячне споживання електричної енергії – 5 172 кВт-год;
- Тариф на електроенергію: 6,75 грн./кВт-год.

З огляду на те, що комерційний облік здійснюється в будівлях, під час вибору точок приєднання та одиничної потужності потрібно провести додаткове вимірювання графіків навантаження в розрізі точок обліку.

#### Вибір обладнання

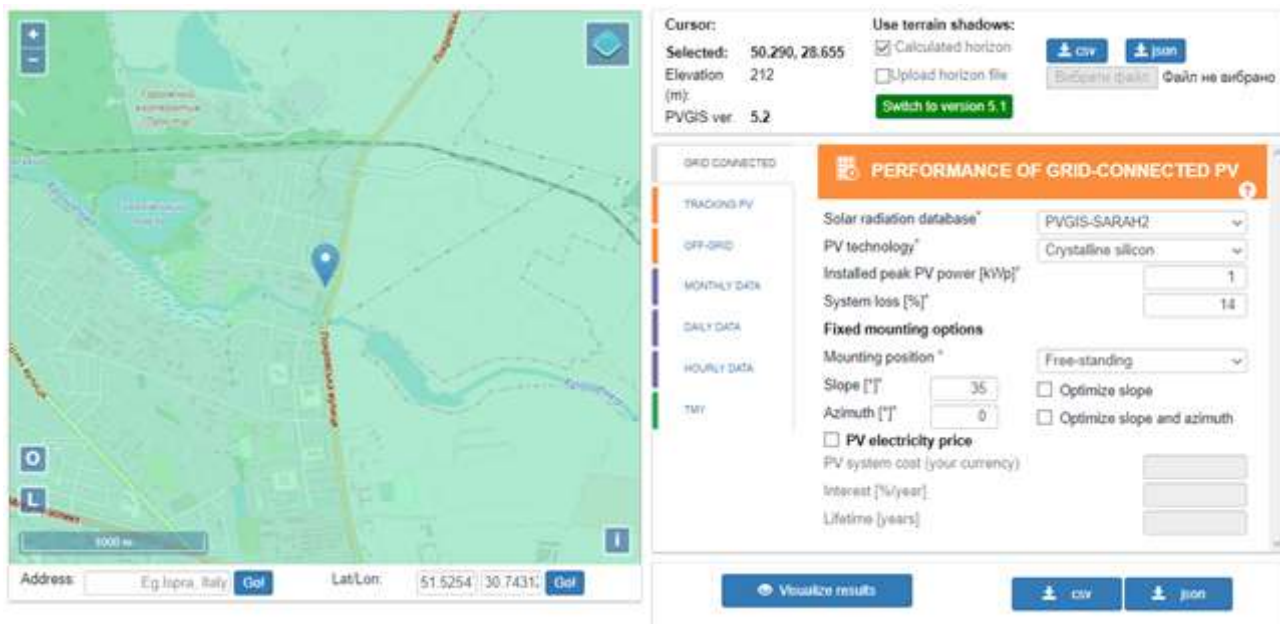
Для попереднього оцінювання прийнятий наступний набір основного обладнання:

- підібрано СЕС потужністю 27 кВт.;
- орієнтація панелей на південь.

**Таблиця 3.6 Вартість гібридної сонячної електростанції в гібридному виконанні**

№	Позиція	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1	Інвертор гібридний, 10 кВт	3	134 000	402 000
2	Фотомодулі*, 600 Вт	45	9 000	405 000
3	Акумуляторна батарея, 5 кВт-год	2	120 000	240 000
4	Монтаж, кріплення та додаткові матеріали	1	314 100	314 100
<b>Загалом</b>				1 361 100
<b>Тариф на електроенергію, грн</b>				6,76
<b>Річне зниження споживання електроенергії, кВт-год</b>				30 818
<b>Річне зниження затрат на електроенергію, грн</b>				208 265
<b>Окупність, роки</b>				6,53

Для розрахунку сонячної генерації використовувався програмний комплекс JRC Photovoltaic geographical information system.



### Оцінка економічної ефективності роботи ФЕС

Загальний обсяг електричної енергії для компенсації власного споживання, що вироблятиметься фотоелектричною генеруючою системою потужністю 27 кВт, встановленою у точці розподілу з енергосистемою у середньому за рік становитиме близько 30 818 кВт\*год.

Загальна вартість річного обсягу електричної енергії, що споживається, протягом року буде заміщена електричною енергією від власної фотоелектричної генеруючої установки, при ціні 6,75 грн/кВт\*год складатиме близько 208 265 грн. При зростанні ціни на електричну енергію відповідно зростатиме і обсяг зекономлених коштів.

### 3.3.2.2 Геотермальна енергія

**Таблиця 3.7 Технічно досяжний потенціал**

Технічно досяжний потенціал, тис. кВт·год:	195 760
Встановлена теплова потужність, тис кВт:	44
Потенційна економія газу, млн. м <sup>3</sup>	18,56
Потенційні витрати електричної енергії, тис. кВт·год	52 203

Технічно досяжний потенціал отримання теплової енергії з використанням геотермальних теплових насосів.

Варто зазначити, що технічно досяжний потенціал – величина, що залежить від потенційної глибини скважин, місця їх розміщення і використання технологій, що дозволяють влітку використовувати теплові насоси для охолодження (кондиціонування), що потребує додаткових заходів з реконструкції будівель. Основним обмежуючим фактором є необхідна електрична потужність і зимове споживання електроенергії.

Щодо економічної доцільності проєктів з встановлення геотермальних теплових насосів з урахуванням наявності значних біопаливних ресурсів з одної сторони і високої вартості геотермальних теплових насосів з іншої – у порівнянні з твердопаливною ТЕЦ/котельнею, проєкти з установки геотермальних теплових насосів є менш окупними.

З іншої сторони, за сприятливих умов, таких як:

- низька % ставка;
- зниження вартості теплових насосів внаслідок технологічного розвитку і ринку впровадження ґрунтових теплових насосів в Україні;
- збільшення долі відновлюваної електрогенерації.

Ґрунтові теплові насоси можуть бути окупні, і використовуватися в будівлях, де підведення централізованого теплопостачання є неможливим/недоцільним, а використання аеротермальних теплових насосів – неприйнятним з міркувань шумового забруднення.

### 3.3.2.3 Аеротермальна енергія

Аналогічно геотермальним тепловим насосам, аеротермальні теплові насоси типу "повітря-вода", з технічної точки зору можуть виконати задачу щодо забезпечення тепловою енергією будь-якої будівлі. Існують сучасні рішення, що дозволяють тепловим насосам ефективно працювати при низьких температурах, проте з економічної точки зору, доцільніше використовувати їх при температурах навколишнього повітря до -5 градусів, а на нижчі температури – використовувати резервне джерело. Даний підхід обумовлений не тільки зниженням ефективності роботи теплових насосів при низьких температурах зовнішнього повітря, але й високою вартістю одиниці встановленої потужності теплових насосів, що робить більш доцільним вибір їх потужності таким чином, щоб коефіцієнт використання встановленої потужності був оптимальним.

#### **Економічно досяжний потенціал:**

Хоча сучасні аеротермальні теплові насоси здатні ефективно забезпечувати потреби в тепловій енергії для опалення і гарячого водопостачання, однак через високу вартість одиниці встановленої потужності, пріоритетним джерелом теплопостачання для будівель буде централізоване теплопостачання від біопаливної ТЕЦ/котельні, а для приватних будинків, де відсутнє централізоване теплопостачання - твердопаливні котли.

Можна припустити, що частина власників приватних будинків, по ряду організаційних чи особистих причин з часом віддадуть перевагу тепловим насосам, а не твердопаливним котлам.

### 3.3.3 Економічний ефект від удосконалення технологічних рішень

#### 3.3.3.1 Встановлення ІТП з системою енергомоніторингу

Додаткове встановлення системи енергомоніторингу дозволяє зекономити додаткові 10 – 15 % від загального споживання будинку. Система енергомоніторингу – це інструмент для якісного і постійного контролю, завдяки якому можна досягти більшої економії чим за рахунок впровадження типових рішень.



**Рисунок 3.2 . Приклад налаштованої системи керування параметрами мікроклімату за допомогою системи енергомоніторингу**

Ознака добре налаштованої системи автоматики – відсутність коливань температури всередині будівлі за значних коливань зовнішньої температури (верхній графік).

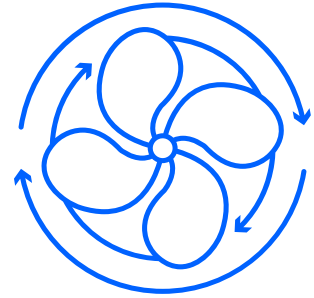
Наявність системи дистанційного моніторингу (рекомендовано включати в комплектацію для модернізації будівель та будівництва нових) – дозволяє відстежувати як відпрацьовує обладнання і вчасно бачити та усувати збої та випадки нераціонального енергоспоживання..

#### 3.3.2 Система охолодження

Рекомендовано використати чілер, що може працювати як на охолодження, так і на опалення. При цьому здорожчання складатиме близько 20% в порівнянні з варіантом «лише охолодження», а ефективність комплексного рішення суттєво підвищується і відпадає необхідність в окремому агрегаті для роботи з системою опалення. Цільовим призначенням чілера є охолодження рідких речовин, повітря в системі чілер-фанкойл, а також забезпечення холодом інших теплообмінних процесів. При цьому скидне тепло може бути ефективно використано для інших потреб будівлі таких як гаряче водопостачання.

### 3.3.3.3 Система вентиляції

Для зниження витрат на прокачування повітря та на його підготовку (підігрів, охолодження) необхідно забезпечити контроль рівня вуглекислого газу в основних приміщеннях. Оптимальним значенням концентрації має бути 700-800 ppm. В разі зменшення цього показника – необхідно зменшити продуктивність вентиляційної установки, що обслуговує це приміщення. В разі збільшення – перевірити налаштування та витрату, а також перепад тиску на фільтрувальних елементах та необхідність їх очищення.



В періоди охолодження рекомендовано включати вентустановки в ранішній (близько до сходу сонця) період для забезпечення попереднього охолодження приміщень зовнішнім повітрям без включення холодильної машини. Це дозволить відтермінувати включення холодильних машин та знизити споживання електроенергії.

## 3.4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА ЗА СТАНДАРТАМИ NZEB

### 3.4.1 Напрацювання типових вузлів і рішень

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

Варто зазначити, що:

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

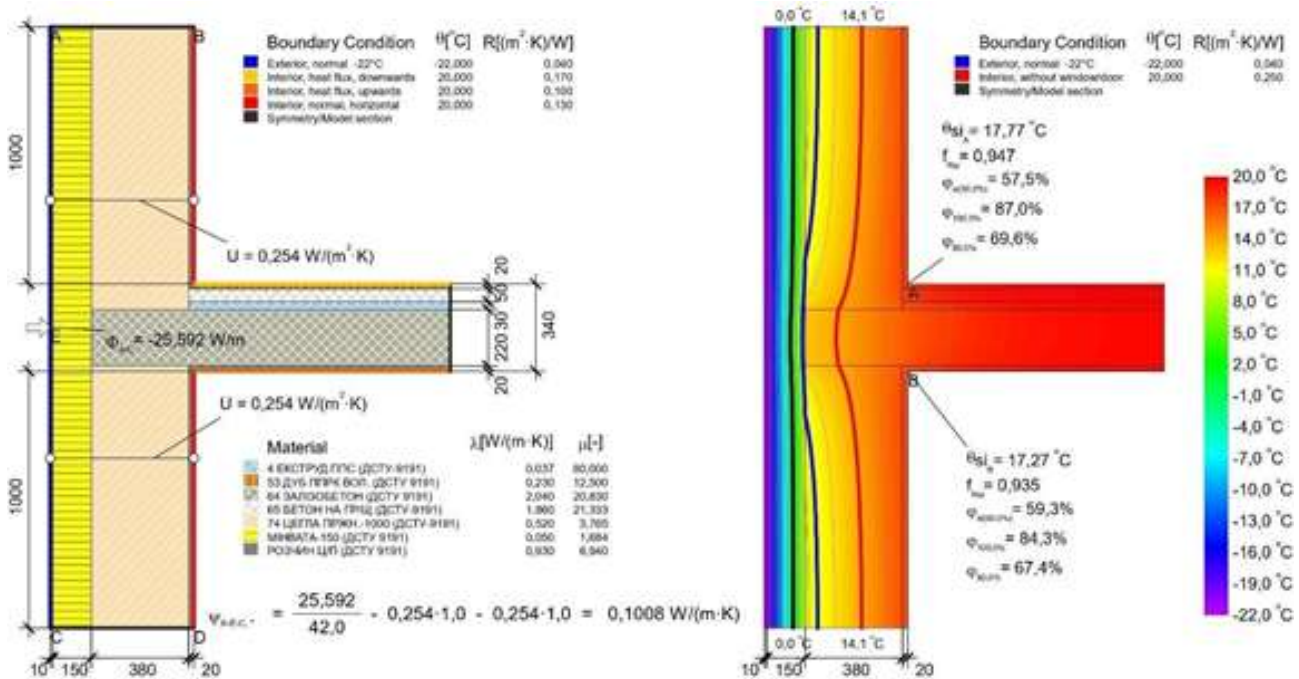
Це призводить до необхідності вдаватися до симуляції 2- / 3- вимірних теплових полів для розрахунків параметрів саме тих вузлових рішень, які присутні в огороджувачій конструкції конкретної будівлі (відповідно до правил та граничних умов, заявлених в ДБН-31, ДСТУ 9191, ДСТУ ISO EN 10211-1/-2, ДСТУ ISO EN 10077-1/-2). Що рідко робиться проєктантами і відповідно не є поширеною практикою серед будівельників. Тому напрацювання стандартизованих рішень і “кращих практик” є однією з умов широкого їх розповсюдження, в тому числі включення в програми навчання для будівельних спеціальностей.

Нижче наведені приклади існуючих та рекомендованих вузлових рішень.

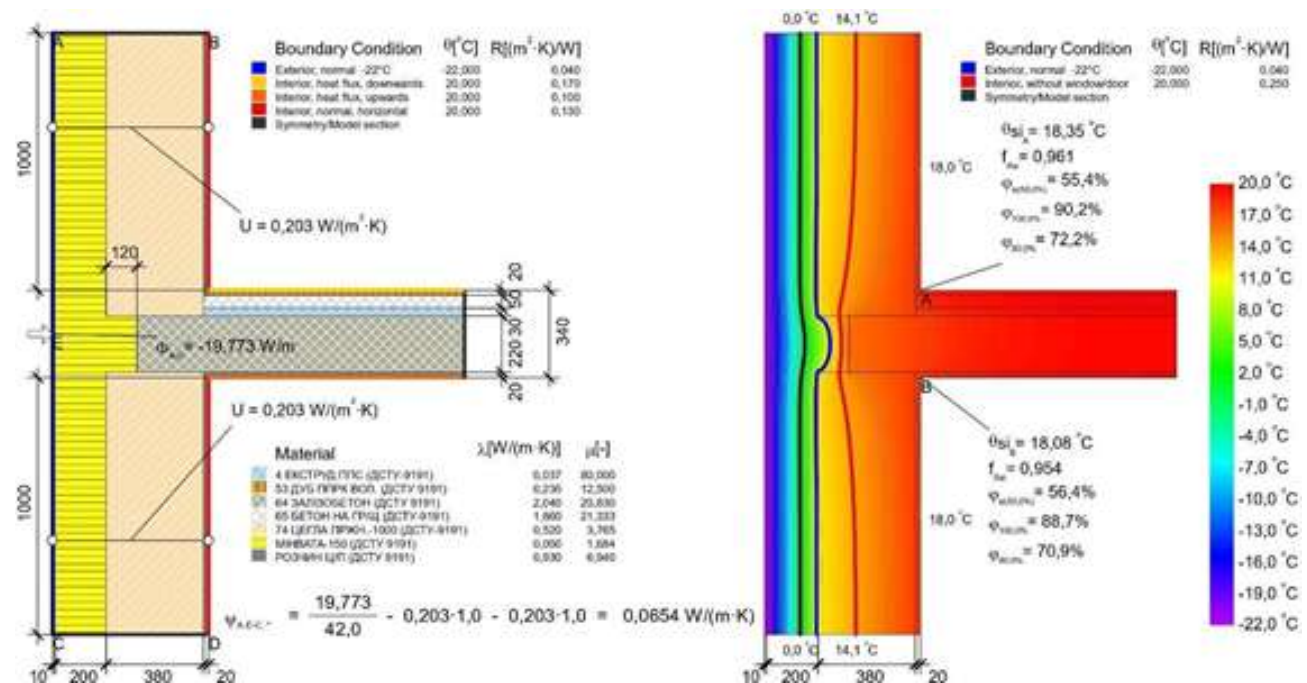


### 3.4.1.1 ДСТУ 9191. Додаток Г.1, Вузол №1. Вузол примикання зовнішніх стін до міжповерхового перекриття

#### Аналіз поточного стану



#### Оптимізація вузла для оболонки НСЕБ

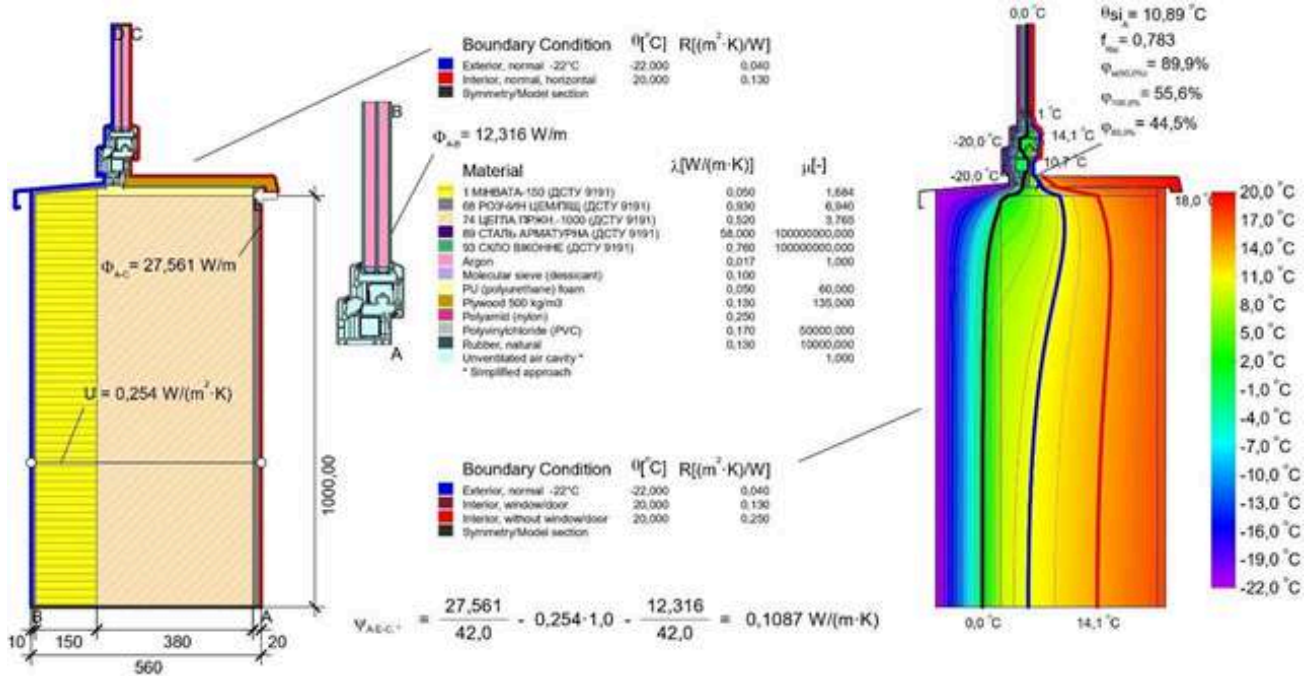


#### Висновок

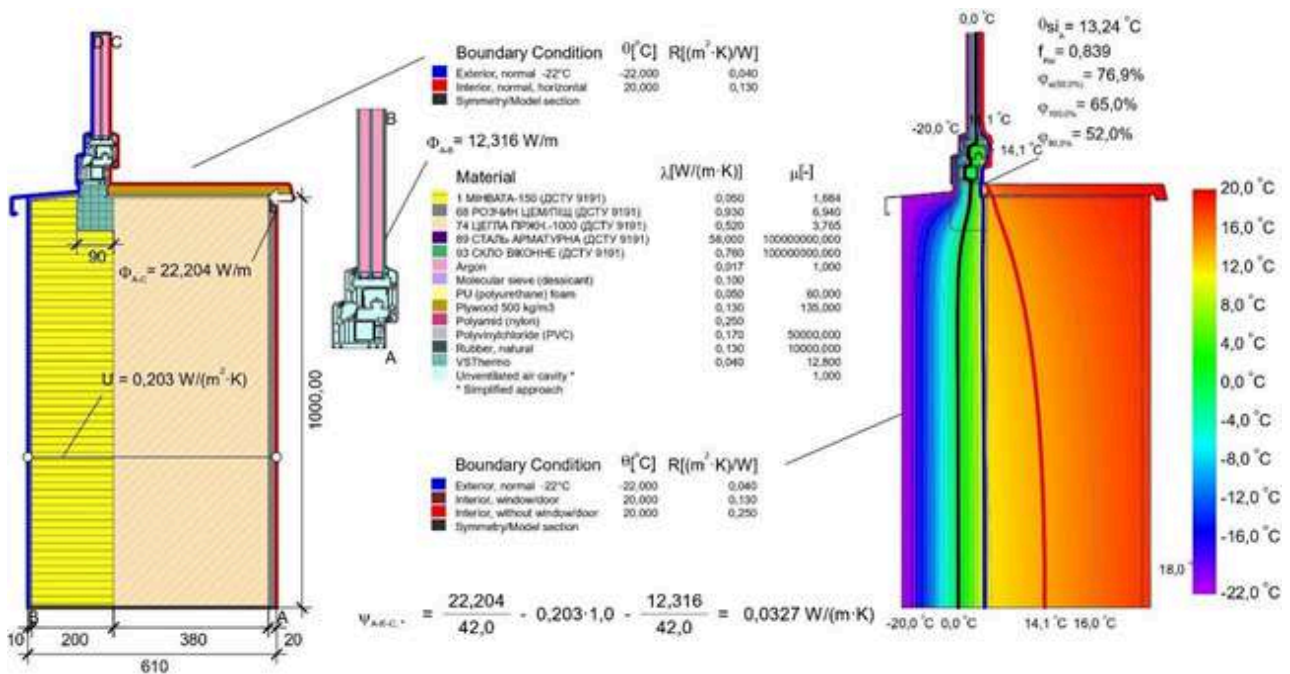
ПСІ-фактор змінено нижче показника U-фактору однорідного поля НОК. Температури в зоні теплопровідних включень вище температур конденсації та зон утворення колоній грибків.

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

#### Аналіз поточного стану



#### Оптимізація вузла для оболонки НСЕБ



**Таблиця 3.8 Порівняння вартості та енергетичних показників традиційного будівництва та будівництва за стандартами NZEB**

Тип будівлі	Площа, м <sup>2</sup>	Вартість будівництва	Нормативне питоме споживання, м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	Питоме споживання з урахуванням NZEB, м <sup>2</sup> (м <sup>3</sup> )	Додаткові фінансові витрати при застосуванні показників NZEB
Школа	6 500	100 000 000	(23)	(17)	16 000 000
Дитячий садок	3 000	40 000 000	(20)	(15)	5 400 000
Житловий будинок	12 500	275 000 000	55	40	25 000 000

### Висновок

Вплив ПСІ-фактору знижено в 3 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.

### 3.4.2 Навчання спеціалістів

З огляду на проведений попередній аналіз можна виділити основні напрямки, що повинні бути враховані під час навчання спеціалістів:

#### А) Технічні рішення:

- 1) Забезпечення нормативних вимог по опору теплопередачі для огорожувальних конструкцій відбудованих будівель (відповідно до діючих нормативів);
- 2) Забезпечення будівель автоматичними системами регулювання опалення як для приватних будівель, так і для багатоквартирних;
- 3) Інтеграція відновлювальних джерел для використання на власні потреби, а саме:
  - сонячних батарей з системами накопичення, в тому числі на потреби гарячого водопостачання;
  - теплові насоси на потреби гарячого водопостачання та опалення;
  - підключення до централізованих джерел тепlopостачання на базі когенераційних установок та котлів на біомасі;
- 4) Впровадження в будівлях автоматизованих систем моніторингу енергоспоживання для спрощення і здешевлення обслуговування інженерних систем та демонстрації ефективності вибраних підходів.
- 5) Максимальне використання переваг централізованого теплозабезпечення (зокрема на базі відновлюваних джерел) та незастосування електроенергії з мережі на індивідуальні потреби опалення та гарячого водопостачання, що дозволить зменшити навантаження на енергосистему.

---

**Б) Організаційні рішення:**

1) Забезпечення ефективного та якісного обслуговування інженерних систем з контролем показників ефективності енергоспоживання.

2) Проведення навчання представників задіяних сторін:

- проєктантів – з питань вибору оптимальних технічних рішень;
- будівельників – з питань якості виконання робіт та узгодження різних етапів для забезпечення планових показників енергоефективності;
- сервісні та управляючі компанії – з питань налаштування та ефективного обслуговування інженерних систем;
- власників-співвласників будинків – з питань можливостей по ефективному використанню енергоресурсів в їх помешканнях та контролю за ефективністю роботи сервісних компаній та будівельників;
- менеджерів проєкту – з питань планування заходів та контролю за їх виконанням з точки зору ефективного енерговикористання.

Виходячи з вище проведеного аналізу та розрахунків, за допомогою оптимізації основних типових вузлів та використання додаткової генерації вартість будівництва зросте орієнтовно на 15 % в залежності від типу будівлі, що дозволить в свою чергу зекономити до 25% від загального споживання об'єктів.

Основний показник, який впливає на питоме споживання енергії будівель – це інженерні мережі об'єктів, а саме генерація і управління тепла, вентиляції і холодопостачання. За умови використання більш енергоефективних систем, можна досягти значно меншого споживання енергії на м<sup>2</sup>.

## **4. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ЕКОНОМІЇ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ NZEB**

**Автор: В. Литвин**

## 4.1 ПОРІВНЯННЯ ПОТОЧНИХ ЗАТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ТИПОВИХ БЮДЖЕТНИХ ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ, ЗБУДОВАНИХ ЗА СТАНДАРТАМИ NZEB ТА ВІДПОВІДНО ДО ІСНУЮЧИХ СТАНДАРТІВ

Проведений аналіз існуючих нормативів [1] показав, що по багатьом аспектам вимоги вже наближені до показників, що існують в європейських країнах. При цьому, основними потенціалом по наближенню будівель до стандартів NZEB є:

- використання відновлювальних джерел енергії, в першу чергу сонячних батарей та теплових насосів;
- впровадження кращих практик щодо виконання теплоізоляції будівель, зокрема зменшення містків холоду;
- застосування ефективних систем управління енергією в будівлі (системи енергетичного моніторингу та енергоменеджменту) для досягнення мінімальних показників енергоспоживання, а отже і викидів на етапі експлуатації;
- використання окремих елементів конструкцій з покращеними енергетичними характеристиками: світлопрозорі конструкції з підвищеними характеристиками теплового опору;
- використання окремих інженерних систем з підвищеними характеристиками ефективності енергоспоживання: вентиляція з системами вискоефективної рекуперації, системи охолодження з утилізацією скидної теплової енергії.

Слід також зазначити, що в Україні нормуються лише показники енергоспоживання на потреби опалення та кондиціонування. В той же час енергія, що використовується на потреби освітлення, приготування їжі, роботу офісної та комп'ютерної техніки, а також гаряче водопостачання – не враховується. Хоча після підняття показників до опору огорожувальних конструкцій саме ці напрямки починають відігравати ключову роль в енергобалансі будівлі поряд з системами вентиляції.

**Таблиця 4.1 Коефіцієнти перерахунку на первинну енергію різних енергоносіїв**

№ п/з	Енергоносіїв		Коефіцієнт перерахунку на первинну енергію.
	Невідновлювальний		
1	Горючі корисні копалини	тверді	1,1
2		скраплені	1,1
3		газоподібні	1,1
4	Біологічне паливо	тверде	1
5		скраплене	1
6		газоподібне	1

7	Електрична		2,3
	Централізований		
8	Централізоване опалення)		1,3
9	Централізоване охолодження		1,3
	Вироблений на місці		
10	Сонячна	фотоелектрична	0
11		Теплова	0
12	Вітрова		0
13	Природня	гео-,аеро-, гідротермальна	0

В таблиці 1 показані коефіцієнти перерахунку різних видів енергоносіїв, що споживаються в будівлях, в первинну енергію, що є ключовим показником для віднесення будівлі до категорії будівель з низьким енергоспоживанням.

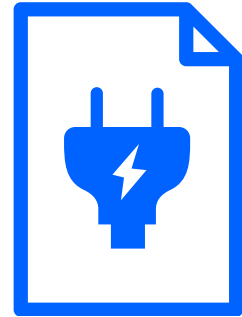
Відповідно ми можемо бачити, що найбільший коефіцієнт перерахунку відноситься до електричної енергії, виробленої з невідновлювальних джерел, що пов'язано зі значними втратами під час виробництва, передачі та розподілу.

З огляду на це, можемо визначити основні напрямки щодо досягнення показників NZEB:

#### 4.1.1 Мінімізація споживання електричної енергії:

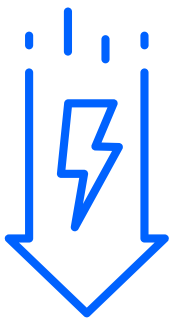
- заміщення використання електричної енергії на потреби опалення та гарячого водопостачання та перехід на централізоване тепlopостачання або теплові насоси;
- встановлення сонячних батарей для компенсації власних потреб, в тому числі з додатковими акумуляторами, що дозволить покривати не лише денну потребу в енергії, а й вечірню та ранкову (це може виступати додатковим бонусом так як зменшить споживання викопного палива на об'єктах генерації);
- використання енергоефективних джерел світла та побутових приладів;
- використання систем кондиціонування з утилізацією скидного тепла для потреб гарячого водопостачання;
- застосування природного охолодження в системах кондиціонування;
- керування системами вентиляції та кондиціонування «за потребою» на основі сенсорів вуглекислого газу та температури.

Але з огляду на те, що споживання електроенергії по типах будівель в Україні в даний час не нормується – необхідно розробити стандартизовані показники по споживанню електричної енергії протягом року (помісячно для різних типів будівель), що дозволить забезпечити процедуру нормування та визначення відсотку покриття потреб в електроенергії за допомогою відновлювальних джерел енергії.



#### 4.1.2 Мінімізація потреб на опалення:

- Підвищення якості виконання робіт з модернізації огорожувальних конструкцій з контролем якості виконання за допомогою тестів на герметичність, тепловізійного контролю та вимірювання фактичних потреб енергоресурсів на опалення та кондиціонування;
- Застосування високоефективних систем рекуперації в системах вентиляції для приміщень з тривалим перебуванням людей;
- Застосування типових високоефективних вузлів примикань для мінімізації «містків холоду».



Результати моделювання вказують на те, що запровадження зазначених заходів призводить до здорожчання будівництва в межах 20-30% від «стандартних» показників (за умови дотримання нормативів). При цьому може бути досягнення зниження споживання електричної енергії в межах 30-50% для громадських будівель та 20-30% для житлових будівель. Показник споживання первинної енергії на потреби опалення можуть бути зменшені на 20-30%.

## 4.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРАТ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ НА ПОКРИТТЯ РІЗНИЦІ В ТАРИФАХ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З ВРАХУВАННЯМ НАЯВНОГО ДЕФІЦИТУ БЮДЖЕТУ ТА ВАРТОСТІ ДЕРЖАВНИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

### 4.2.1 Стимулювання будівництва NZEB в житлових будівлях

Держава не просто покриває різницю в тарифах на електроенергію та газ (теплову енергію) з бюджету, а й змушена брати додаткові запозичення (як напряму для зазначених потреб, так і опосередковано через необхідність покриття недоотриманих прибутків з державних підприємств). Відповідно планується прорахувати, як пряму вигоду для бюджету за умови будівництва будівель з близьким до нульового споживання, так і зменшення кредитного навантаження.



Одним зі шляхів вирішення такої ситуації могло б бути додаткове стимулювання власників житлових будівель та забудовників в разі досягнення (підтвердженого під час експлуатації) до показників NZEB. Обсяг зазначеного стимулювання міг би визначатися виходячи з долі компенсації в тарифах, що здійснюється з державного бюджету. При цьому дохідність таких інвестицій зі сторони держави (за рахунок зменшення обсягів компенсації «різниці в тарифах») повинна перевищувати дохідність її запозичень на зовнішніх та внутрішніх ринках.

Іншим методом стимулювання могли б бути підвищення вимог до окремих конструкцій та інженерних систем, але лише в межах норм рентабельності співрозмірних з аналогічними заходами за комерційних тарифів. Наприклад, передбачав би заборону на введення в експлуатацію нових будівель без систем рекуперації тепла витяжного повітря, або використання прямого електронагріву в системах опалення та гарячого водопостачання. Але з огляду на здорожчання вартості будівництва та відсутності на даному етапі досвіду щодо кваліфікованого обслуговування таких систем в житловому секторі зазначений варіант не є рекомендованим. Це, зокрема, пов'язано з досвідом щодо обов'язкового впровадження систем регулювання опалення в новобудовах, який в 90% не реалізує свій потенціал з огляду на відсутність контролю за ефективністю та низьку мотивацію через низькі тарифи на теплопостачання.

Виходячи з цього, одним з можливих варіантів стимулювання могло б бути надання додаткових фінансових стимулів на впровадження окремих заходів з енергоефективності та застосування відновлювальних джерел енергії за результатами моніторингу показників енергоспоживання протягом, принаймні, 1 року повноцінної експлуатації будівлі



Серед основних вимог для будівель могло би бути:

- впровадження систем утилізації теплоти витяжного повітря;
- покриття потреб в енергії за рахунок використання сонячних батарей та сонячних колекторів;
- використання теплонасосних технологій за умови, що середньорічний коефіцієнт перетворення (COP) перевищує 3;
- наявність енергетичного сертифікату, що підтверджує відповідність показників опору огорожувальних конструкцій на рівні, не гіршому ніж для нового будівництва в відповідній температурній зоні (тобто з використанням технологічних рішень для мінімізації містків холоду);
- наявності системи моніторингу енергоспоживання по всім енергоресурсам, що дозволить відслідковувати фактичні показники енергоефективності.

Стимулювання могло би здійснюватися за механізмами, аналогічними тим, що використовувалися в «Теплих кредитах» та програмах Фонду енергоефективності за умови проведення верифікації фактично досягнутої економії. При цьому важливим аспектом має бути підтримка окрім багатоквартирних будівель, для яких досягнення показників NZEB дещо ускладнено, й приватних житлових будівель, які можуть стати флагманами у будівництві таких будівель.

**Таблиця 4.2 Попередня оцінка можливості покриття потреб багатоквартирних житлових будинків в електричній енергії за рахунок власної сонячної генерації**

Місяць	5 поверхівки		9 поверхівки		16 поверхівки	
	Газова плита, без бойлера	Газова плита + Електробойлер	Газова плита, без бойлера	Газова плита + Електробойлер	Електроплита + Без бойлера	Електроплита + бойлер
Січень	53%	21%	29%	12%	6%	4%
Лютий	88%	35%	49%	20%	9%	6%
Березень	145%	58%	81%	32%	15%	10%
Квітень	198%	79%	110%	44%	21%	14%
Травень	236%	94%	131%	52%	25%	16%
Червень	239%	96%	133%	53%	25%	17%
Липень	238%	95%	132%	53%	25%	17%
Серпень	211%	84%	117%	47%	22%	15%
Вересень	155%	62%	86%	34%	16%	11%
Жовтень	105%	42%	58%	23%	11%	7%
Листопад	48%	19%	26%	11%	5%	3%
Грудень	39%	16%	22%	9%	4%	3%

Як бачимо з таблиці 4.2, чим більша висотність будівлі – тим менша можливість суттєво покрити потреби в електричній енергії за рахунок власної генерації. При цьому збільшується залежність таких будівель від зовнішнього електропостачання зокрема на потреби підвищувальних насосів для водопостачання, ліфти та освітлення місць загального користування. Хоча потреби на опалення з розрахунку на площу приміщень будуть дещо меншими. Виходячи з цього, вимальовується конфігурація багатоквартирного будинку NZEB, як будівлі до 10 поверхів, що зможе, принаймні в літній період, повністю забезпечувати свої потреби в енергоресурсах.

## 4.2.2 Стимулювання будівництва NZEB в бюджетних будівлях

Виходячи з того, що показники по енергоспоживанню для бюджетних будівель вже наразі наближені до NZEB і основним критерієм мала б бути фактично досягнута економія енергії та відповідно бюджетних коштів, найбільш дієвим стимулом могли б бути:

- запровадження обов'язкового моніторингу фактичного енергоспоживання будівлями;
- надання з державного бюджету додаткових коштів на впровадження енергоефективних заходів за умови досягнення визначених показників економії (фінансування тих, хто показав вміння досягати результатів).

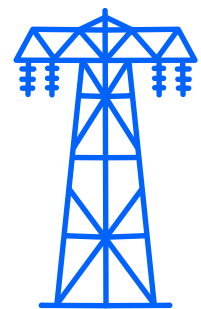
Серед основних заходів, що могли б впроваджуватися для досягнення показників NZEB в розрізі різних типів закладів, наведені в таблиці 3.

Попередній аналіз вартості заходів для типових будівель вказує, що серед зазначених напрямків потребує додаткового стимулювання (за нинішнього співвідношення вартості природнього газу та електричної енергії):

- встановлення теплових насосів;
- оснащення сонячних електростанцій гібридними інверторами та батареями-накопичувачами;
- оснащення системами вентиляції з рекуперацією.

## 4.2.3 Безпекові аспекти будівель з близьким до нульового енергоспоживання

З огляду на руйнування енергетичної інфраструктури та значний дефіцит в першу чергу електричної енергії будівлі NZEB можуть стати одним з напрямків щодо підвищення енергетичної безпеки. Але для цього при визначенні показників ефективності повинні враховуватися не лише потреба в опаленні, вентиляції та кондиціонуванні (як під час енергетичної сертифікації), а й потреби в гарячому водопостачанні та живленні електричних приладів.



В даному разі такі будівлі за рахунок власної генерації та систем накопичення зможуть стати споживачами-регуляторами для системи електропостачання. Відповідно під час формування національних вимог для таких будівель має бути приділена окрема увага покриттю власних потреб в енергопостачанні.

**Таблиця 4.3 Основні заходи з досягнення показників NZEB в розрізі типів будівель**

Типи громадських будівель/Заходи	Лікувальні заклади	Навчальні заклади (з літніми канікулами)	Дитячі навчальні заклади	Адміністративні будівлі	Торгово-розважальні центри та заклади харчування
Мінімізація містків холоду та підвищена герметичність будівель					
Покращені характеристики світлопрозорих конструкції					
Сонячні батареї для покриття власних потреб					
Вентиляційні установки з теплоутилізацією					
Холодильні машини з утилізацією тепла					
Системи контролю (моніторингу) за енергоспоживанням					
Сонячні колектори					
Теплові насоси повітря-вода					
Теплові насоси ґрунт-вода					

Як бачимо з таблиці, не всі заходи з використання відновлювальних джерел мають доцільність для деяких типів будівель. Так, наприклад, використання теплових насосів повітря-вода - доцільне лише за умови значних потреб на гаряче водопостачання в літній період, а використання сонячної генерації - не доцільно для шкіл та інших навчальних закладів з літніми канікулами. Тому для таких закладів практично єдиною можливістю по зменшенню використання первинної енергії є зменшення потреби в енергії за рахунок підвищення ефективності інженерних систем та огорожувальних конструкцій.

### **4.3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЇ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ ЗА УМОВИ БУДІВНИЦТВА (РЕКОНСТРУКЦІЇ) БУДІВЕЛЬ ЗА СТАНДАРТАМИ БУДІВЕЛЬ З БЛИЗЬКИМ ДО НУЛЬОВОГО СПОЖИВАННЯ**

В Україні вже унормовано використання «вартості життєвого циклу товару» під час проведення закупівель. Аналогічний підхід повинен використовуватися і в сфері будівництва, реконструкції та капітального ремонту, пов'язаних з заходами з підвищення ефективності енергоспоживання. Окремі елементи зазначеного підходу вже впроваджені, наприклад, для проектів з використанням енергосервісних договорів, а також проектів Європейського банку реконструкції та розвитку. Загалом, такий підхід дозволить знизити загальні витрати бюджету на впровадження та експлуатацію будівель.

Виходячи з цього пропонується використовувати наступний підхід:

1. Всі роботи з реконструкції будівель в частині, що пов'язана з економією енергоресурсів (а саме: підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій, модернізація систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціонування, систем освітлення), повинні виконуватися лише на основі проведеного енергетичного аудиту.
2. В ході аудиту аналізується два варіанти впровадження заходів: 1) відповідно до діючих нормативних вимог; 2) відповідно до підвищених (до рівня NZEB) нормативних вимог в частині капітальних та експлуатаційних затрат. За результатами такого аналізу формується найбільш ефективний набір заходів, що не обмежується «мінімальними вимогами до енергоефективності».
3. В межах визначеного фінансування визначається перелік обов'язкових заходів (найбільш ефективних) та мінімальний відсоток зниження енергозатрат, що має бути досягнутий.
4. Закупівля проводяться по показнику NPV за 10 або 20 річний період, залишаючи можливість компанії-підряднику покращити базові показники енергоефективності за рахунок підвищених показників економії.
5. Умовою договору і виплати підряднику повної вартості впроваджених заходів має бути верифікація фактично досягнутих показників економії.

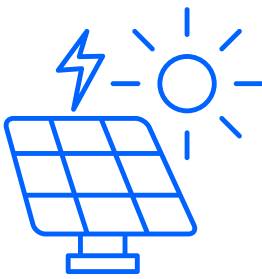
Для житлових будівель додатково мають бути враховані необхідні дотації в тарифи на енергоносії. Економічно обґрунтованим варіантом співфінансування додаткових заходів в секторі житла мав би стати підхід, за якого загальні витрати для держави (з врахуванням обсягів зменшення субсидіювання та відсоткових ставок по кредитах для зменшення дефіциту бюджету) мали б зменшитися.

Узагальнено можна було б визначити обсяг співфінансування пропорційно до економії бюджетних коштів:

$$K = (T_{\text{повн}} - T_{\text{субс.}}) \times (Q_{\text{норм}} - Q_{\text{факт.}}) \times (1+r)t,$$

Де  $K$  – обсяг співфінансування зі сторони держави;  $T_{\text{повн}}$  – повний тариф на енергоресурс,  $T_{\text{субс.}}$  – тариф з врахуванням прямих субсидій,  $Q_{\text{норм}}$  – нормативний обсяг споживання енергії,  $Q_{\text{факт.}}$  – фактичний обсяг споживання енергії (приведений до нормальних вимог,  $r$  – відсотки за державними запозиченнями,  $t$  – розрахунковий період в роках (рекомендовано приймати близько 5 років).

Приклад такого обрахунку для одного з заходів наведений нижче (таблицях 4 та 5).



Як бачимо, держава значно виграє від впровадження в житлових будівлях заходів зі встановлення сонячних електростанцій гібридного типу, так як зменшуються потреби в зовнішніх запозиченнях, що йдуть на компенсацію різниці в тарифах. При цьому населенню також стає цікаво інвестувати власні кошти в такі заходи, оскільки крім повернення інвестицій протягом лише 10 років, ще підвищується надійність енергозабезпечення та енергонезалежність.

**Таблиця 4.4** **Грошовий потік для населення та держави за умови, коли заходи зі встановлення сонячної електростанції не впроваджуються**

Рік	Перевитрати від невпровадження заходу, грн.		Перевитрати від невпровадження заходу, грн. з накопиченням		Нарахові відсотки (з року виплат до 10 року) на державні запозичення, грн.	Затрати держави з врахуванням виплат відсотків за запозиченнями, грн.
	Населення	Держава	Населення	Держава		
1	20 328	29 722	20 328	29 722	3 775	33 497
2	20 328	29 722	40 656	59 444	7 549	37 271
3	20 328	29 722	60 984	89 166	11 324	41 046
4	20 328	29 722	81 312	118 888	15 099	44 821
5	20 328	29 722	101 640	148 610	18 873	48 595
6	20 328	29 722	121 968	178 332	22 648	52 370
7	20 328	29 722	142 296	208 054	26 423	56 145
8	20 328	29 722	162 624	237 776	30 198	59 920
9	20 328	29 722	182 952	267 498	33 972	63 694
10	20 328	29 722	203 280	297 220	37 747	67 469
<b>Загалом</b>	<b>203 280</b>	<b>297 220</b>	<b>203 280</b>	<b>297 220</b>	<b>207 608</b>	<b>504 828</b>

**Таблиця 4.5** Грошовий потік для населення та держави за умови, коли заходи зі встановлення сонячної електростанції були впроваджені на умовах співфінасування (60% - тіла кредиту компенсується державою, та надається позика з відсотковою ставкою в 1%).

Рік	Виплата тіла кредиту	Залишок боргу, грн.	Відсоток за користування, грн.	Загальні виплати населення, грн.	Позика від держави	Сплата відсотків за Запозичення держави, грн.	Загальні витрати держави, грн.	Витрати держави з врахуванням відсотків по запозиченням і поверненням кредиту населенням, грн.
0		189 000	1 890	1 890	126 000	16 002	142 002	142 002
1	18 900	170 100	1 701	20 601		16 002	16 002	158 004
2	18 900	151 200	1 512	20 412		16 002	16 002	174 006
3	18 900	132 300	1 323	20 223		16 002	16 002	190 008
4	18 900	113 400	1 134	20 034		16 002	16 002	206 010
5	18 900	94 500	945	19 845		16 002	16 002	222 012
6	18 900	75 600	756	19 656		16 002	16 002	238 014
7	18 900	56 700	567	19 467		16 002	16 002	254 016
8	18 900	37 800	378	19 278		16 002	16 002	270 018
9	18 900	18 900	189	19 089		16 002	16 002	286 020
10	18 900	-	-	18 900		16 002	16 002	302 022
<b>Загалом</b>	<b>189 000</b>		<b>10 395</b>	<b>199 395</b>	<b>126 000</b>	<b>176 022</b>	<b>302 022</b>	<b>302 022</b>



## 4.4 ВИСНОВКИ

1. Першочерговим кроком для збільшення кількості будівель з близьким до нульового енергоспоживання в Україні має стати унормування вимог до таких будівель. При цьому рекомендовано якості основного критерію використовувати показник первинної енергії на одиницю опалювальної площі, що включав би енергію на потреби опалення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання та інших потреб (приготування їжі, роботи освітлення та офісної техніки, тощо). А враховуючи, що два останні критерії залежні в першу чергу від кількості мешканців або відвідувачів будівель – для цілей сертифікації має бути визначений усереднений показник потреби в енергії.
2. Рекомендовано проведення сертифікації будівель щодо вимог NZEB не лише розрахунковим методом, а й по результатам фактичної експлуатації будівель (з приведенням показників енергоспоживання до стандартних умов).
3. Для бюджетних будівель питання стимулювання будівництва/реконструкції будівель за стандартами NZEB носить переважно адміністративних характер. При цьому основним зрушенням має бути застосування підходу щодо оцінки тендерних пропозицій на будівництво не за показником найнижчої вартості, а за показником чистої приведеної вартості, що враховувала б не лише затрати на етапі будівництва, а й затрати протягом 10-20 років експлуатації будівель. Okремо слід відзначити необхідність контролю за будівництвом та подальшою експлуатацією.

При цьому більшість заходів, що дозволяють досягнути стандартів NZEB є самоокупними. Виключення можуть становити системи вентиляції з рекуперацією, теплові насоси.

1. Для житлових будівель, з огляду на дотаційні тарифи, держава могла б додатково розглядати співфінансування окремих заходів враховуючи те, що державний бюджет є основним бенефіціаром економії енергії в житловому секторі за рахунок зменшення дотацій на покриття різниці в тарифах та зниженню кількості запозичень на ці виплати.
2. Ефективним методом мотивації щодо збільшення кількості будівель NZEB мало б бути напрацювання альбомів типових технічних рішень, що мали б використовувати проектні організації, а саме:
  - типові вузли для систем утеплення, що дозволяють мінімізувати містки холоду та підвищити герметичність оболонки будівлі;
  - ефективні системи вентиляції з рекуперацією;
  - схеми використання теплових насосів для забезпечення потреб в опаленні та гарячому водопостачанні, а також для комбінованого виробництва холоду та теплової енергії;
  - рекомендації по моніторингу ефективності споживання енергетичних ресурсів в будівлях з близьким до нульового енергоспоживання;
  - розрахунок та використання сонячних систем в проектах будівництва та реконструкції житлових та громадських будівель.

# **5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЕКОНОМІЧНО ВИГІДНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

**Автор: М. Ніколаєнко**

## **5.1 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДІЮЧИХ НОРМАТИВІВ ТА ВИКОНАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ NZEB**

### **5.1.1 Перелік найпоширеніших енергоефективних заходів, що впроваджуються на даний час при будівництві та модернізації будівель**

Нижче наведено перелік енергоефективних заходів на прикладі типової будівлі, що найчастіше впроваджуються на практиці з метою досягнення вимог діючих нормативних документів щодо оболонки будівлі, інженерних мереж та класу енергоефективності не нижче С.

Перелік основних енергоефективних заходів:

- Встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП);
- Енергоефективна система освітлення на базі LED світильників;
- Утеплення трубопроводів системи теплопостачання;
- Утеплення зовнішніх стін;
- Встановлення енергоефективних вікон та дверей;
- Утеплення даху;
- Утеплення підлоги;
- Впровадження системи енергомоніторингу та управління;
- Встановлення сонячних панелей;
- Встановлення сонячних колекторів;
- Встановлення теплових насосів.

### **5.1.2 Огляд нормативної бази щодо діючих вимог до енергоефективних будівель**

Перелік нормативних документів, що визначають вимоги до енергетичної ефективності будівель:

- ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель;
- Наказ від 11.07.2018 № 170 Про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель;
- Наказ від 27.10.2020 № 260 Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель;
- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;
- ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров`я. Основні положення;
- ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1;
- ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1;
- ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення;

- ДСТУ EN 15232-1:2017 Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (EN 15232-1:2017, IDT);
- ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення;
- ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зміна № 1;
- ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами (EN 154550:2007, MOD).

Відповідно до наведених нормативних документів існують наступні вимоги до показників енергоефективності (наведено для прикладу будівлі в I температурній зоні України):

**Таблиця 5.1 Діючі вимоги до енергоефективних будівель**

№ за/п	Назва нормованого показника	Розмірність показника	Величина показника (наведено для I температурної зони)	Нормативний документ
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	м <sup>2</sup> · К/Вт	4,00	ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	м <sup>2</sup> · К/Вт	7,00	
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	м <sup>2</sup> · К/Вт	6,00	
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	м <sup>2</sup> · К/Вт	5,00	
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	м <sup>2</sup> · К/Вт	0,90	
6	Зовнішні двері	м <sup>2</sup> · К/Вт	0,70	

7	Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових будівель			Наказ від 27.10.2020 № 260 Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель
	від 1 до 3	кВт·год/м <sup>2</sup>	120	
	від 4 до 9		85	
	від 10 до 16		75	
17 і більше	70			
8	Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні громадських будівель			
	від 1 до 3	кВт·год/м <sup>3</sup>	30*	
	від 4 до 9		30	
від 10 і більше	25			
9	Теплоізоляція трубопроводів з внутрішнім діаметром від 35 мм до 100 мм	мм	Не менше внутрішнього діаметра	ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

Примітка: \*коефіцієнт компактності будівлі прийнято 0,4.

Існуючі нормативні документи не нормують викиди парникових газів або забруднюючих речовин для будівель, проте нормують граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні як житлових, так і громадських будівель залежно від кліматичної зони України.

При новому будівництві або реконструкції, що веде до зміни функціонального призначення будівлі, мінімальною вимогою щодо енергетичної ефективності будівлі є клас "С".

При реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель допускається приймати на 20% більшим за нормативне максимально допустиме значення.

При реконструкції, капітальному ремонті частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75% від мінімально допустимого значення приведенного опору теплопередачі. Обов'язковою умовою для цих елементів теплоізоляційної оболонки є те, що різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції не буде більше допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між ними.

7	Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових будівель			Наказ від 27.10.2020 № 260 Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель
	від 1 до 3	кВт·год/м <sup>2</sup>	120	
	від 4 до 9		85	
	від 10 до 16		75	
17 і більше	70			
8	Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні громадських будівель			
	від 1 до 3	кВт·год/м <sup>3</sup>	30*	
	від 4 до 9		30	
від 10 і більше	25			
9	Теплоізоляція трубопроводів з внутрішнім діаметром від 35 мм до 100 мм	мм	Не менше внутрішнього діаметра	ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

Примітка: \*коефіцієнт компактності будівлі прийнято 0,4.

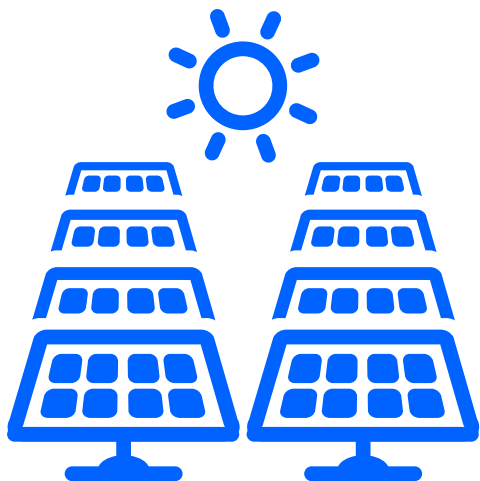
Існуючі нормативні документи не нормують викиди парникових газів або забруднюючих речовин для будівель, проте нормують граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні як житлових, так і громадських будівель залежно від кліматичної зони України.

При новому будівництві або реконструкції, що веде до зміни функціонального призначення будівлі, мінімальною вимогою щодо енергетичної ефективності будівлі є клас "С".

При реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель допускається приймати на 20% більшим за нормативне максимально допустиме значення.

При реконструкції, капітальному ремонті частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75% від мінімально допустимого значення приведенного опору теплопередачі. Обов'язковою умовою для цих елементів теплоізоляційної оболонки є те, що різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції не буде більше допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між ними.

У разі використання теплових насосів в якості джерела теплопостачання, виходячи з коефіцієнтів перерахунку спожитої електричної енергії в первинну енергію, COP (індекс енергетичної ефективності) має бути не нижче 2,3 (відповідно до Методики визначення енергетичної ефективності будівель).



У разі використання сонячних станцій для гарячого водопостачання будівлі має бути врахований профіль приєданого навантаження, щоб встановлена сонячна електростанція генерувала енергію для власних споживачів будівлі. Тому, крім системи генерації, розміщеної на даху будівлі, рекомендовано використовувати акумуляторні батареї, з метою накопичення надлишкової енергії протягом дня та використання в вечірні, ранішні та нічні години.

Для лікувальних закладів дозволяється утилізація теплоти повітря, яке видаляється за допомогою теплообмінників з проміжним теплоносієм категорії II згідно ДСТУ EN 308. Для допоміжних відділень нелікарняного профілю (прайні, служба приготування їжі тощо) рециркуляцію повітря та утилізацію теплоти витяжних установок слід виконувати згідно з діючими нормами. В чекальнях, кімнатах персоналу, адміністративних та допоміжних приміщеннях рекомендовано застосовувати спліт-системи або фанкойли (вентиляторні конвектора-теплообмінники, до яких подається тепло- або холодоносій і за допомогою вбудованого вентилятора проганяється повітря).

**Таблиця 5.2 Порівняння мінімально допустимих значень коефіцієнтів теплопередачі елементів огорожувальних конструкцій  $U, (Вт/м^2 \cdot К)$  в окремих країнах ЄС[1] та Україні**

Вид огорожувальної конструкції	АВСТРІЯ	НІМЕЧЧИНА	ПОЛЬЩА	ШВЕЦІЯ	ДАНІЯ	УКРАЇНА
Зовнішні стіни/стіни, суміщені із неопалюваними об'ємами	0,35	0,28	0,20	<b>U<sub>m</sub></b> (середній коефіцієнт теплопередачі)  1-сім >50м <sup>2</sup> 0,30 1-сім <50м <sup>2</sup> 0,33  баг/кварт 0,40 не житл. 0,33	0,30/0,40	0,25
Стіни, суміщені із непромерзаючими кімнатами, як гараж	0,60	-	-		-	-
Підлога по ґрунту або над неопалюваним підвалом	0,40	0,35	0,25		0,20	0,2
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 кВт·год/м <sup>2</sup> /рік	1,11
Вікна мансардні/світлові ліхтарі, мансардні куполи	-	-	1,10		1,40	1,25
Зовнішні двері	1,70	1,80	-		1,40	1,43
Суміщені перекриття/покрівля	0,20	0,20	0,15		0,20	0,14
Підлога над гаражем/парковкою	0,30	0,28	0,15		-	-
Внутрішні стіни	-	-	1,00	-	-	



Відповідно до результатів аналізу, основні нормативні показники енергоефективних будівель в Україні переважно відповідають нормативним показникам країн ЄС, зокрема тих, що були розглянуті в даному звіті для порівняння: Австрія, Німеччина, Польща, Швеція та Данія.

### 5.1.3 Огляд орієнтовних вартостей впровадження енергоефективних заходів у випадку забезпечення досягнення нормативних показників та у випадку виконання NZEB

Нижче наведено перелік основних енергозберігаючих заходів та вартості впровадження на час написання звіту.

**Таблиця 3. Перелік енергоефективних заходів та орієнтовні вартості їх впровадження**

Назва заходу	Розмірність	Показник
Встановлення сонячних електростанцій без акумуляторних накопичувачів	євро/кВт	800
Встановлення сонячних електростанцій з акумуляторними накопичувачами	євро/кВт	2000
Покращення вузлових рішень	євро/кВт	30
Встановлення теплових насосів	євро/кВт	1500
Покращення скління	євро/м <sup>2</sup>	105
Система моніторингу та керування інженерними системами будівлі	євро/об'єкт	10 000 – 20 000

Для того, щоб будівлі та інженерні системи в них були енергоефективними, необхідне використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних станцій генерації та теплових насосів.

Нижче наведено орієнтовні необхідні інвестиції та простий період окупності для найпоширеніших в житлових і громадських будівлях варіантів виконання систем сонячної генерації з накопичувачами та без них. Особливо ефективним є використання сонячних станцій в літній період.

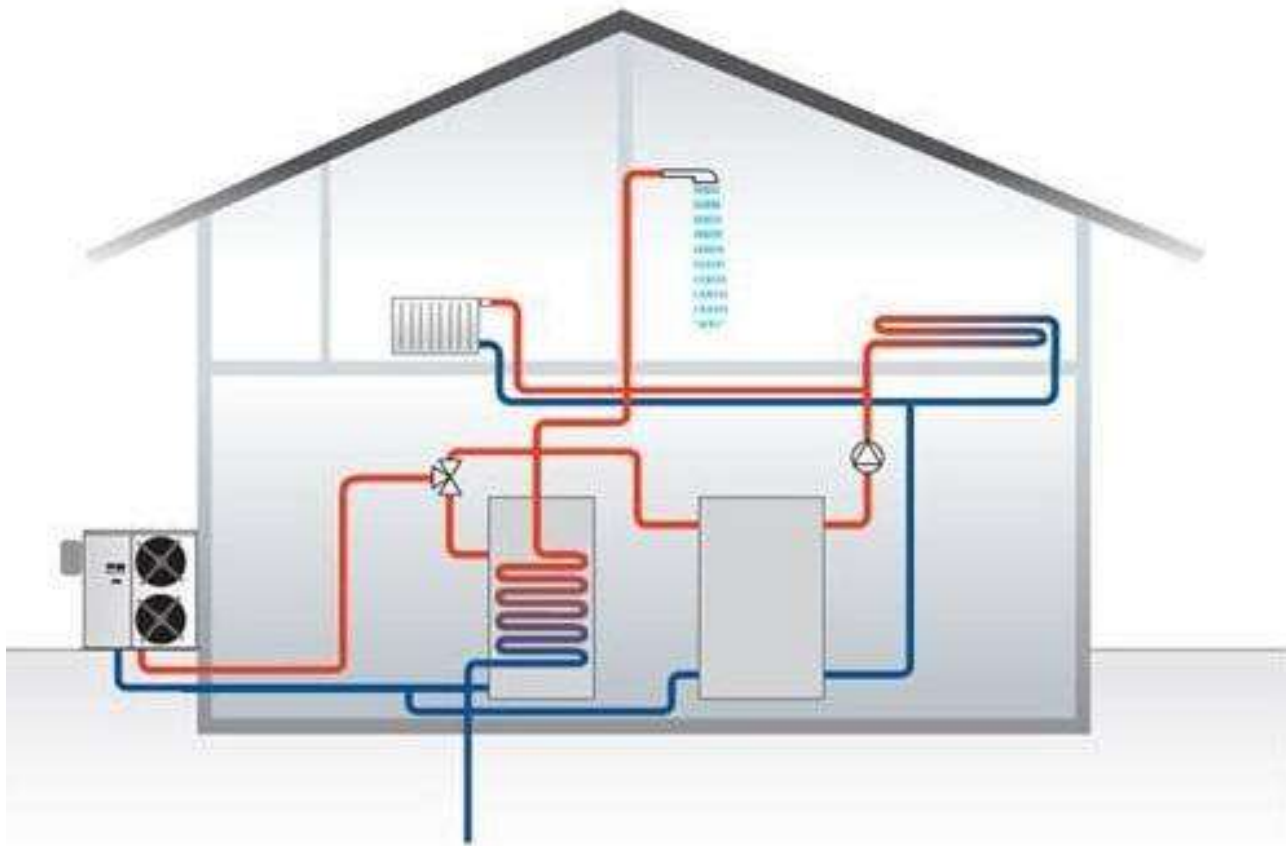


**Рисунок 5.1 Візуалізація встановлення сонячних панелей на даху будівлі**

**Таблиця 5.4 Приклади різних потужностей станцій сонячної генерації та їх техніко-економічні показники**

Потужність станції/ Потужність батарей	Інвестиції (орієнтовно), EUR	Простий термін окупності, років
З акумуляторними накопичувачами:		
90 кВт/65 кВт-год	102,819	8
160 кВт/450 кВт-год	510,628	16
90 кВт/25 кВт-год	120,274	9,4
Без акумуляторних накопичувачів:		
90 кВт/0 кВт-год	44,48	4,2
70 кВт/0 кВт-год	35,867	4,5

Проекти встановлення сонячних станцій без накопичувачів виявляються рентабельними протягом 4-5 років, що свідчить про потенціал їх фінансування, в тому числі за рахунок залучення кредитів. Водночас, значне збільшення акумуляування на даний момент значно подовжує термін окупності.



**Рисунок 5.2 Типова схема роботи теплового насоса (ТН) в системі тепlopостачання будинку**

**Таблиця 5.5 Приклади різних варіантів теплових насосів (ТН) та їх техніко-економічні показники**

Встановлена теплова потужність ТН, кВт	32	120	600	180
Ціна на електричну енергію, грн/кВт-год	6,12	6,12	6,12	6,12
Ціна природного газу, грн/м <sup>3</sup>	-	25	25	25
Ціна теплової енергії, грн/кВт-год	3,43	-	-	-
Вартість встановленої теплової потужності ТН, євро/кВт	1500	1500	1500	1500
Курс, грн/євро	40	40	40	40
Інвестиції, грн	1 980 000	7 500 000	36 600 000	10 830 000
Річна економія природного газу, м <sup>3</sup>	-	31 714	175 418	70 247
Річна економія електричної енергії, кВт-год	-	404 793	1 244 107	26 827
Річна економія теплової енергії, кВт-год	156 743	-	-	-
Економія коштів, грн/рік	278 231	2 265 067	7 742 063	873 661
Простий період окупності, роки	7,12	3,31	4,73	12,4

## Висновки

1. Проаналізовано вимоги діючих нормативних документів України до енергоефективних будівель, а саме до елементів огорожувальних конструкцій та інженерних мереж. Відповідно до результатів аналізу, основні нормативні показники енергоефективних будівель в Україні переважно відповідають нормативним показникам країн ЄС, зокрема тих, що були розглянуті в даному звіті для порівняння Австрія, Німеччина, Польща, Швеція та Данія.
2. На даний час немає необхідності підвищувати нормативні показники опорів елементів огорожувальних конструкцій будівель.
3. З метою досягнення нормативних показників щодо питомого теплоспоживання необхідно модернізувати інженерні мережі будівель та використовувати генерацію на основі відновлювальних джерел.
4. Проекти встановлення сонячних станцій без повного резервування виявляються рентабельними протягом 4-5 років, що свідчить про потенціал їх фінансування, в тому числі за рахунок залучення кредитів. Водночас, значне збільшення акумулювання на даний момент значно подовжує термін окупності 8-16 років. Однак, у перспективі це розширення не тільки полегшить резервне живлення об'єктів, але й сприятиме збалансуванню електромережі. Отже, такі системи можна вважати основними при грантовому фінансуванні, тоді як проекти без систем зберігання можуть забезпечити фінансування за рахунок кредитних коштів.
5. Використання теплових насосів для тепlopостачання будівель має окупність 4-12 років залежно від технічних параметрів і вимог конкретного об'єкту.

## 5.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОДАТКОВИХ КАПІТАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ NZEB, ПОРІВНЯНО З ДІЮЧОЮ ПРАКТИКОЮ ВПРОВАДЖЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ

Аналіз доцільності додаткових інвестицій для досягнення будівлею рівня NZEB було розглянуто на прикладі типової житлової будівлі. Було розроблено фінансові моделі для двох випадків:

- нове будівництво NZEB будівлі порівняно з будівлею за діючими нормативами;
- реконструкція існуючої будівлі до рівня NZEB порівняно з модернізацією до діючих нормативних вимог.

Економічні показники використані при побудові фінансової моделі:

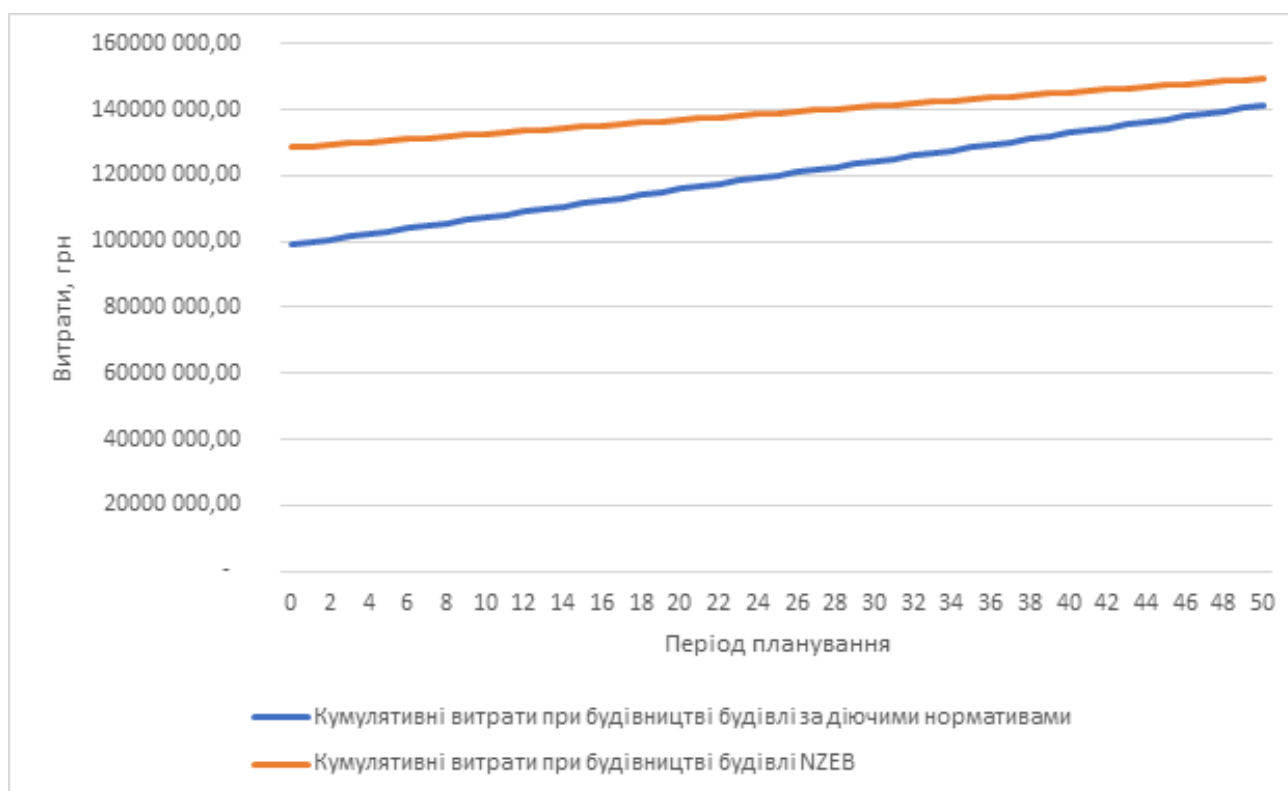
- період планування - 50 років;
- облікова ставка НБУ 13,5%;
- індекс інфляції 5,10%;
- реальна ставка дисконтування 7,99%.

Результати побудованих фінансових моделей відображені у наступних графіках.

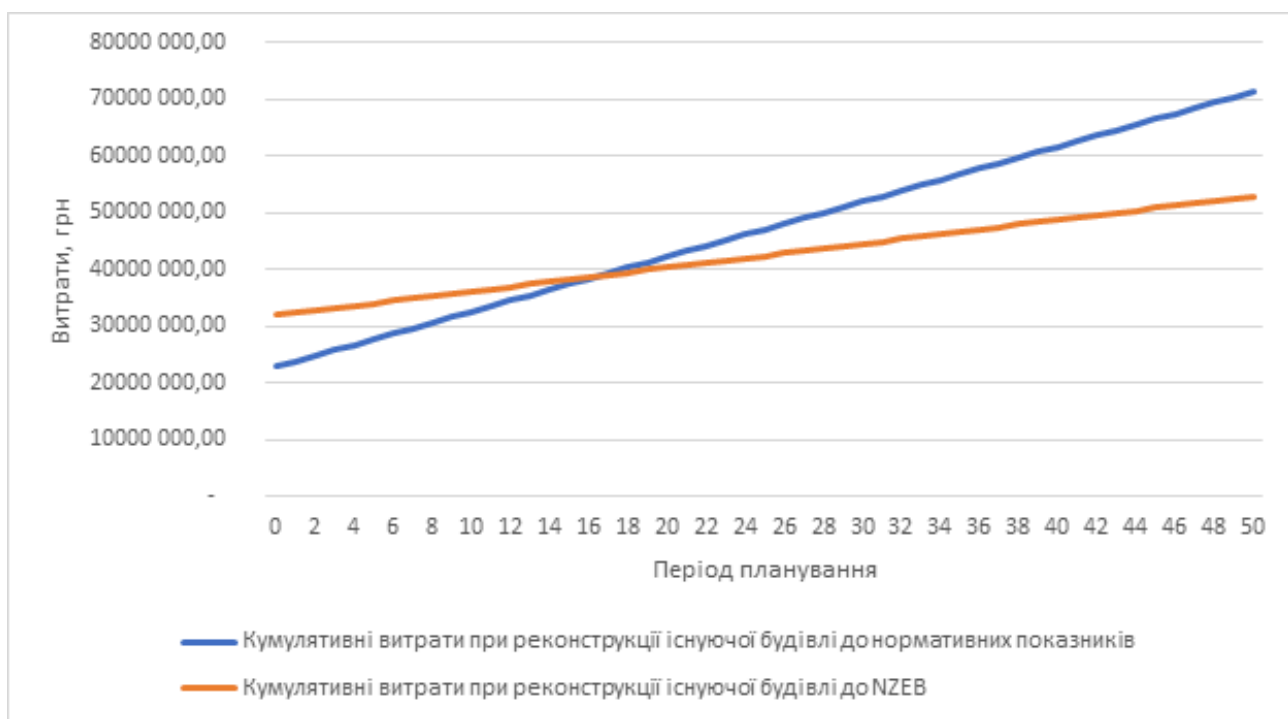
**Варіант 1: Розрахунок при діючих тарифах для населення.**

**Таблиця 5.6. Діючі тарифи на енергоносії та утримання будинків**

Вид послуги	Розмірність	Тариф
Теплопостачання	грн/Гкал	1654,41
Електропостачання	Грн/кВт·год	2,64
Утримання будівлі	Грн/м <sup>2</sup>	10



**Рисунок 5.3 Графік порівняння кумулятивних витрат для будівництва та експлуатації за нормативами та NZEB при діючих тарифах**



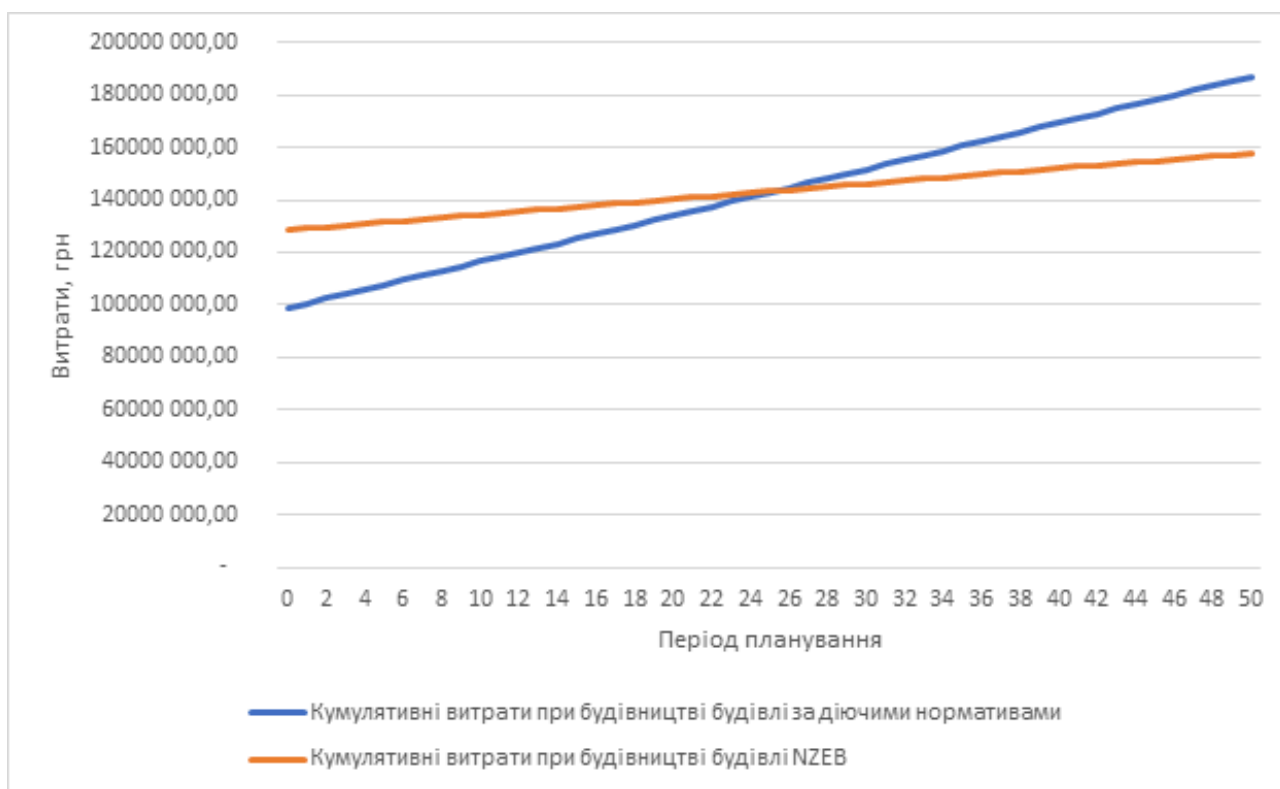
**Рисунок 5.4 Графік порівняння кумулятивних витрат для реконструкції будівлі до нормативів та NZEB з подальшою експлуатацією при діючих тарифах**

При діючих тарифах для населення нове будівництво та реконструкція будівлі за показниками NZEB є нерентабельними. Зокрема, будівництво житлових будівель NZEB при діючих тарифах для населення є неокупним.

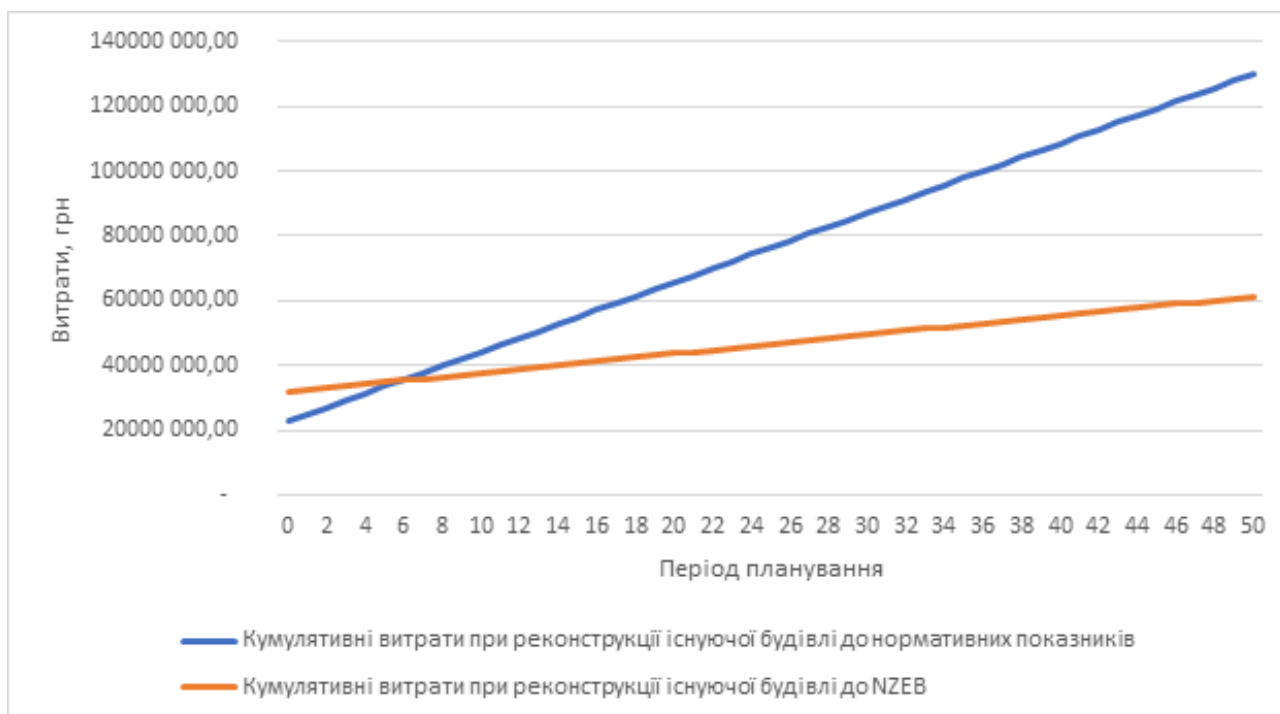
**Варіант 2: Розрахунок при середніх комерційних тарифах**

**Таблиця 5.7 Середні комерційні тарифи на енергоносії та утримання будівлі**

Вид послуги	Розмірність	Тариф
Теплопостачання	грн/Гкал	4000
Електропостачання	Грн/кВт·год	7
Утримання будівлі	Грн/м <sup>2</sup>	10



**Рисунок 5.5** Графік порівняння кумулятивних витрат на будівництво та експлуатацію за нормативами та NZEB при комерційних тарифах



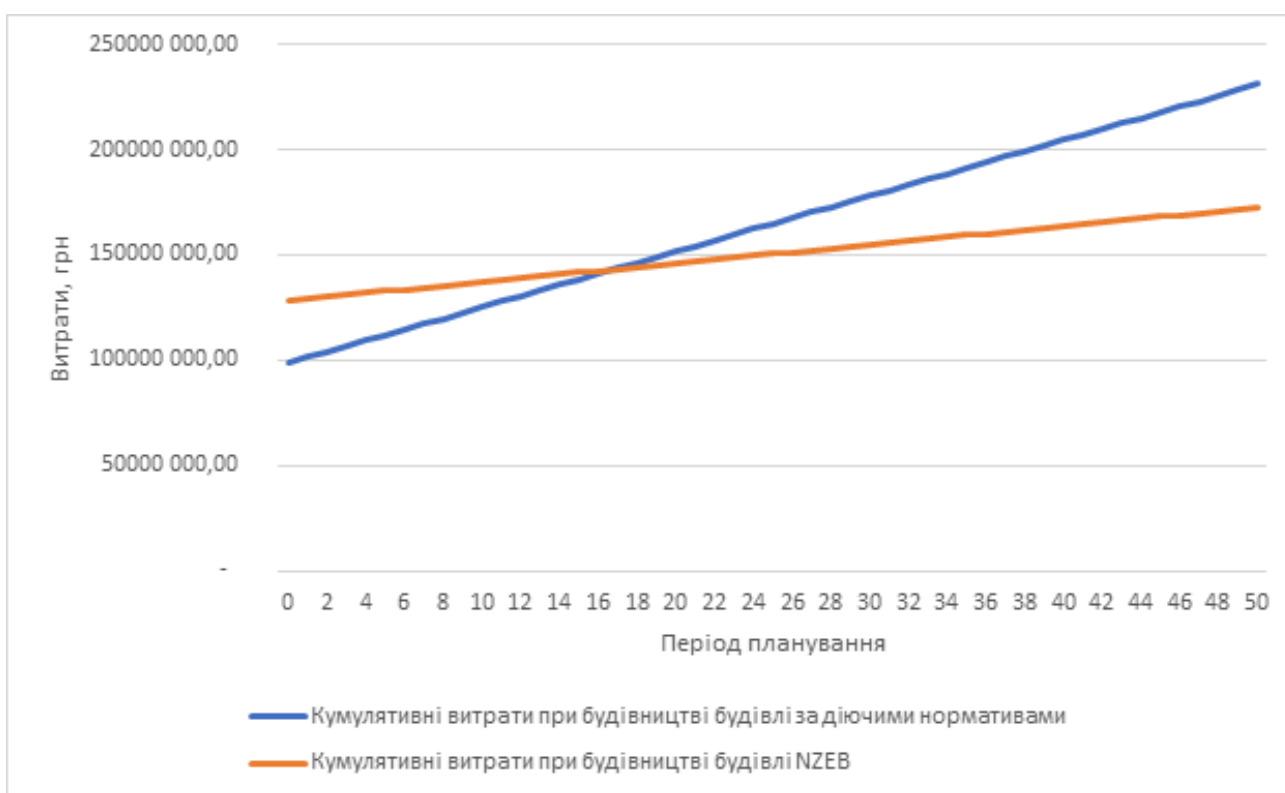
**Рисунок 5.6** Графік порівняння кумулятивних витрат для реконструкції будівлі до нормативів та NZEB з подальшою експлуатацією при комерційних тарифах

При комерційних тарифах нове будівництво за показниками NZEB є нерентабельним. Проте, реконструкція будівель до рівня NZEB при комерційних тарифах стає більш економічно привабливим проектом.

**Варіант 3: Розрахунок при прогнозованому підвищенні тарифів на 50%**

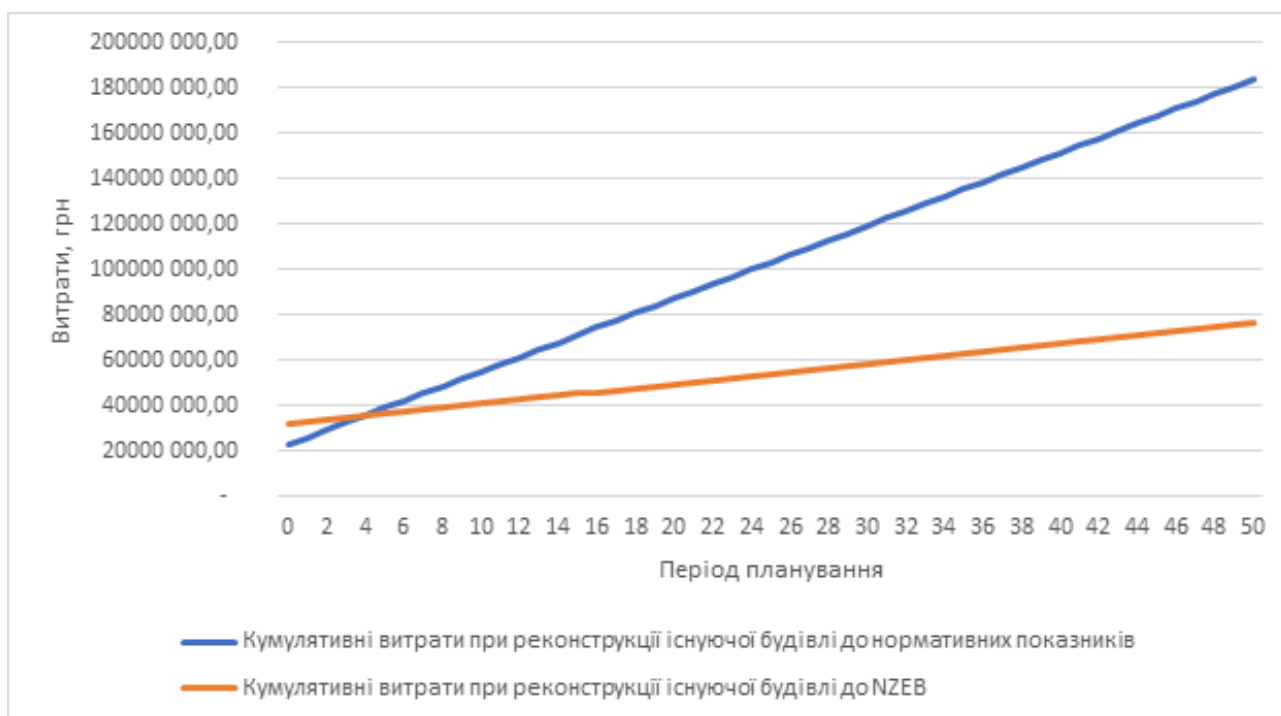
**Таблиця 5.8 Прогноз підвищених тарифів на енергоносії та обслуговування будівлі**

Вид послуги	Розмірність	Тариф
Теплопостачання	грн/Гкал	6000
Електропостачання	Грн/кВт·год	10,5
Утримання будівлі	Грн/м <sup>2</sup>	15



**Рисунок 5.7 Графік порівняння кумулятивних витрат для будівництва та експлуатації за нормативами та NZEB при прогнозованих тарифах**





**Рисунок 5.8** Графік порівняння кумулятивних витрат для реконструкції будівлі до нормативів та NZEB з подальшою експлуатацією при прогнозованих тарифах

При моделюванні фінансової моделі з урахуванням підвищення тарифів на 50% реконструкція будівель до рівня NZEB стає рентабельною.

Нижче наведено порівняння отриманих результатів фінансових розрахунків для нового будівництва та реконструкції існуючих будівель для трьох варіантів тарифів розглянутих вище.

**Таблиця 5.9** Порівняльна таблиця фінансових показників нового будівництва NZEB при різних тарифах

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	При діючих тарифах для населення	При комерційних тарифах	При прогнозованому підвищенні тарифів
Простий термін окупності (PP)*	років	69,0	25,0	16,8
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	-24 380 456	-15 262 390	-8 073 584
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	-1,20%	3,10%	5,54%
Дисконтований термін окупності (DPP)	років	2 702,7	657,5	264,2

**Таблиця 5.10 Порівняльна таблиця фінансових показників реконструкції існуючих будівель до рівня NZEB при різних тарифах**

Показники економічної ефективності	Одиниці виміру	При діючих тарифах для населення	При комерційних тарифах	При прогнозованому підвищенні тарифів
Простий термін окупності (PP)*	років	16,5	5,9	3,9
Чиста приведена вартість (NPV)	грн	-2 367 864	9 919 669	19 439 503
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	6%	17%	26%
Дисконтований термін окупності (DPP)	років	250,7	8,0	4,0

## Висновки

1. За результатами аналізу необхідних інвестицій на будівництво за нормативами або будівлі NZEB при діючих тарифах для населення визначено, що будівництво NZEB потребує більших на 30 % інвестицій і, не дивлячись на нижчі витрати на експлуатацію при життєвому циклі будівлі, такий підхід не окупний. При планових реконструкціях будівель при порівнянні варіанту модернізації до нормативних показників і до NZEB, реконструкція із забезпеченням нормативних показників є більш вигідним варіантом, проте залишається нерентабельним.
2. При аналізі порівняння будівництва за нормативами та будівлі NZEB при діючих комерційних тарифах, варіант будівлі NZEB має значний період окупності. В той час, реконструкція будівлі до показників NZEB є окупною.
3. При прогнозованому підвищенні тарифів на 50% будівництво будівлі NZEB є окупним і економічно вигідним. Реконструкція будівель до показників NZEB є економічно вигідною.

## **5.3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМ СТИМУЛЮВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА УМОВ УЧАСТІ В НИХ**

У даному розділі наведено різні можливості фінансування для проектів з підвищення енергоефективності в житлових та громадських будівлях, починаючи від участі в діючих міських та державних програмах до залучення власних коштів, доступу до грантів від міжнародних установ та отримання позик від внутрішніх і міжнародних фінансових організацій. Власники будівель можуть обирати шлях до більш стійких енергетичних конструкцій та систем, розуміючи ці шляхи фінансування.

### **5.3.1 Програма Фонду енергоефективності «Віднови дім»**



Програма «ВідновиДІМ» розроблена відповідно до Закону України «Про Фонд енергоефективності». Метою Програми є фінансування будівельних робіт з відновлення житлових будівель, пошкоджених внаслідок військової агресії РФ проти України.

Територія, на яку поширюється дія Програми, визначається на підставі окремого рішення Наглядової ради та публікується на веб-сайті Фонду.

Учасниками Програми є об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (далі – ОСББ), що створені та діють відповідно до Закону України «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку» від 29 листопада 2001 року № 2866-III.

Об'єкти, що підпадають під дію Програми, визначаються відповідно до Порядку виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії РФ, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2022 року № 473, і мають пошкодження, що відносяться до I та II категорій, визначених згідно з додатком 3 до Методики проведення обстеження та оформлення його результатів, затвердженої наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 08 серпня 2022 року № 144.

Фінансування за Програмою надається виключно на виконання таких видів робіт (послуг):

- заміна або ремонт пошкоджених світлопрозорих огорожувальних конструкцій (блоків віконних або/та блоків балконних дверей, вітражів тощо), зовнішніх та внутрішніх тамбурних дверей; – ремонт пошкоджень фасадів будівлі;
- ремонт пошкоджень конструкцій даху / покриття будівлі;
- ремонт пошкодженого обладнання дахових котелень та інженерних мереж; – ремонтно-відновлювальні роботи внутрішнього опорядження в місцях загального користування (під'їздах);
- влаштування засобів безперешкодного доступу для маломобільних груп населення (пандусів та/або підйомників).

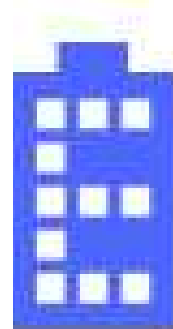
Прийнятні заходи включають в себе, крім здійснення відповідних будівельних робіт, також придбання матеріалів та обладнання, необхідних для виконання таких робіт. Не фінансуються витрати на виготовлення проектно-кошторисної документації, дефектних актів, авторський та технічний нагляд.

Фонд за Програмою надає її учасникам фінансування у формі гранту, який виплачується на безоплатній та безповоротній основі в розмірі 100% вартості витрат на виконання прийнятних заходів за Проектом, але не більше граничної суми. Загальна сума гранту за Проектом складається з сум першого та другого траншів та в будь-якому випадку не може перевищувати 7,9 млн грн (сім мільйонів дев'ятсот тисяч гривень) на один об'єкт відновлення (будинок або частину будинку, у разі, якщо в будинку створено більше одного ОСББ).

Якщо ОСББ отримає (отримало) інші гранти, розмір гранту за Програмою буде зменшений на суму інших грантів, з метою недопущення отримання ОСББ загальної суми грантів з усіх джерел понад 100% вартості витрат на виконання прийнятних заходів за Проектом.

### 5.3.2 Програма Фонду енергоефективності «Енергодім»

Програма підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «ЕНЕРГОДИМ» розроблена відповідно до Закону України «Про Фонд енергоефективності» № 2095-VIII від 08 червня 2017 року та визначає умови та порядок надання державною установою «Фонд енергоефективності» через Банки-партнери Грантів Бенефіціарам для часткового відшкодування вартості здійснених Прийнятних Заходів, а також часткового авансування Прийнятних заходів.



Програма діє на всій території України, крім тимчасово окупованих територій та населених пунктів, на території яких органи державної влади України тимчасово не здійснюють свої повноваження, а також населених пунктів, що розташовані на лінії розмежування.

Метою Програми є підвищення рівня енергоефективності багатоквартирних будинків.

Джерелом фінансування цієї Програми в частині видачі грантів є кошти статутного капіталу Фонду, що формується у встановленому законодавством порядку за рахунок коштів Державного бюджету України. Додатковим джерелом співфінансування/відшкодування грантів також можуть бути кошти, що надходять від донорів в межах Угоди про фінансування заходу «Програма підтримки енергоефективності в Україні – EE4U» та Угоди про фінансування заходу «Програма підтримки енергоефективності в Україні – EE4U-II», а також в межах інших угод. Зокрема, додатковим джерелом співфінансування/відшкодування грантів можуть бути внески Європейського Союзу та Федеративної Республіки Німеччини у цільовий фонд багатьох донорів, зроблені з метою підтримки діяльності Фонду.

Вимоги до заявників:

1. відповідають вимогам Програми;
2. провели попередній енергетичний аудит;
3. погоджуються з умовами цієї Програми та умовами грантового договору;
4. відкрили поточний рахунок в одному з банків-партнерів;
5. житловий будинок об'єднання співвласників багатоквартирного будинку, в якому планується реалізація Проекту, було введено в експлуатацію до 31 грудня 2009 року включно.

Залежно від характеру комплексності рішень, необхідних для реалізації Заходів з енергоефективності, Проект повинен включати один із Пакетів заходів:

1. Пакет заходів «А» (Легкий);
2. Пакет заходів «Б» (Комплексний).

### **Особливості дії програми під час воєнного стану**

У зв'язку з введенням в Україні воєнного стану:

1. Призупиняється прийом нових заявок на участь в Програмі (Заявок № 1), крім випадків прийому нових заявок на участь згідно з Додатком 4 до Програми. Можливе призупинення прийому інших заявок на підставі окремого рішення Наглядової ради.
2. Призупиняється прийом заявок та доопрацьованих документів до поданих раніше заявок тих ОСББ, які розташовані на тимчасово окупованих територіях і територіях активних бойових дій (включаючи території активних бойових дій, на яких функціонують державні електронні інформаційні ресурси), а також в населених пунктах, на території яких органи державної влади України тимчасово не здійснюють свої повноваження, та населених пунктах, що розташовані на лінії розмежування, перелік яких встановлюється у передбаченому чинним законодавством України порядку.

### **5.3.3 Програма "ГрінДІМ"**

Метою програми є збільшення частки відновлюваної енергетики у вітчизняних системах виробництва електроенергії та тепла, а також реалізація заходів щодо підвищення енергоефективності та енергетичної безпеки житлового сектора.



Учасниками Програми можуть бути Об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ), що створені та діють відповідно до Закону України «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку» від 29 листопада 2001 року № 2866-III; Житлово-будівельні кооперативи (ЖБК), створені відповідно до Закону України «Про кооперацію» від 10 липня 2003 року № 1087-IV, які представляють співвласників багатоквартирних будинків, у яких вони діють.

Програма відшкодовує:

- Встановлення сонячних електростанцій та супутнього обладнання;
- Встановлення теплових насосів та супутнього обладнання.

### 5.3.4 Програма Київської міської ради «70/30»

До конкурсу допускаються проекти з реалізації енергоефективних заходів у житлових будинках міста Києва, в яких створено ОСББ та ЖБК (далі - проекти), за умови гарантування об'єднанням співвласників багатоквартирного будинку та членами кооперативного будинку (далі - суб'єкт подання проекту) оплати вартості енергоефективних заходів, що в рамках проекту виконуються за рахунок коштів ОСББ та ЖБК (не менше 30 % від загальної за поданим проектом). При цьому фінансування не менше ніж одного напряму, що пропонується проектом, забезпечується за рахунок коштів ОСББ та ЖБК.

Конкурс проводиться за такими напрямками:

1. капітальний ремонт, реконструкція та технічне переоснащення теплових пунктів та встановлення нових індивідуальних теплових пунктів;
2. капітальний ремонт та утеплення фасадів;
3. теплоізоляція та капітальний ремонт дахів і підвальних перекриттів;
4. заміна вікон на енергозберігаючі та дверей в місцях загального користування;
5. капітальний ремонт, реконструкція або модернізація внутрішньобудинкових інженерних мереж;
6. встановлення будинкових засобів обліку теплової енергії на опалення та/або на гаряче водопостачання;
7. заміна освітлювальних приладів у місцях загального користування на енергоефективні та/або встановлення датчиків руху для регулювання освітленості в місцях загального користування;

реконструкція, технічне переоснащення систем теплопостачання та/або гарячого водопостачання із застосуванням відновлюваних чи альтернативних джерел енергії; капітальний ремонт, реконструкція або технічне переоснащення внутрішньобудинкового електричного обладнання; інші енергоефективні заходи.

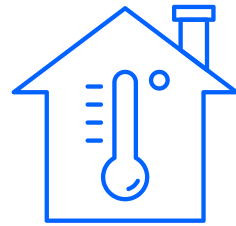
Оцінка проектів здійснюється за такими критеріями:

- прогнозована річна економія енергоресурсів (електричної енергії, теплової енергії на опалення, теплової енергії на гаряче водопостачання тощо) у відсотках відносно фактичного річного споживання за попередній рік у реалізації проекту в цілому;
- повна вартість одного чи кількох видів робіт, передбачених проектом, що забезпечується за рахунок коштів суб'єкта подання проекту (у грн та відсотках від загальної вартості проекту, але не менше 30 відсотків);
- наявність виконаної (виготовленої) за рахунок коштів суб'єкта подання проектно-кошторисної документації - робочого проекту та експертного висновку (звіту) всіх видів робіт за напрямками.

### 5.3.5 Державна програма «Теплі кредити»

Із жовтня 2014 року діє розроблена Держенергоефективності та запроваджена Урядова програма «теплих кредитів».

У 2021 році Програмою передбачено відшкодування з держбюджету у таких розмірах:



- 20% суми кредиту (але не більше 12 тис. грн) на придбання негазових/неелектричних котлів для фізичних осіб;
- 35% суми кредиту (але не більше 14 тис. грн) на придбання енергоефективного обладнання/матеріалів для фізичних осіб - власників приватних будинків.

Якщо позичальником є фізична особа, яка отримує субсидію на оплату житлово-комунальних послуг, то розмір відшкодування становитиме 35% як за напрямком придбання котлів, так і для інших енергоефективних заходів, але не більше 12 000 гривень.

Уповноваженими на видачу "теплих кредитів" у рамках програми у 2021 році є державні банки: Ощадбанк, Укргазбанк.

Для участі у програмі та отримання відшкодування необхідно здійснити наступні кроки:

1. Особа приймає рішення про впровадження енергоефективних заходів, звертається до уповноваженого банку та надає необхідний пакет документів для отримання кредиту на придбання енергоефективного обладнання чи матеріалів (перелік документів визначається банком).
2. Отримує кредитні кошти.
3. Надає банку рахунки фактури, акти виконаних робіт, тощо. Таким чином, позичальник має підтвердити цільове використання кредитних коштів.
4. Якщо позичальник – субсидіант, то обов'язковим є подання копій документів (повідомлень або довідок тощо), що підтверджують призначення фізичній особі субсидії для відшкодування витрат на оплату житлово-комунальних послуг
5. Банк щомісячно формує та подає до Держенергоефективності реєстри позичальників, які мають право на отримання відшкодування.
6. Протягом 5 днів Держенергоефективності перераховує відповідні кошти на банківські рахунки для їх подальшого перерахування позичальникам.

Загалом процес відшкодування займає до 2 місяців.

### 5.3.6 Власні кошти муніципалітетів

Реконструкція будівель із забезпеченням найвищих стандартів енергоефективності є розумною інвестицією за наявності власних коштів у муніципалітетів, враховуючи, що місцевий бюджет є основним бенефіціаром проектів в бюджетній сфері, який отримує підвищення надійності енергопостачання та зниження витрат на тепло-, електроенергію та утримання будівель.

Однак, у більшості випадків місцеві бюджети обмежені і спрямовуються на капітальний ремонт і поточне утримання інженерних мереж, а не на фінансування інвестиційних проектів. Крім того, в умовах воєнного стану встановлюються певні обмеження щодо можливостей муніципального фінансування.

## 5.4 ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проаналізовано вимоги діючих нормативних документів України до енергоефективних будівель, а саме до елементів огорожувальних конструкцій та інженерних мереж. Відповідно до результатів аналізу, основні нормативні показники енергоефективних будівель в Україні переважно відповідають нормативним показникам країн ЄС, зокрема тих, що були розглянуті в даному звіті для порівняння Австрія, Німеччина, Польща, Швеція та Данія. На даний час немає необхідності підвищувати нормативні показники опорів елементів огорожувальних конструкцій будівель.
2. За результатами аналізу необхідних інвестицій на будівництво за нормативами або будівлі NZEB при діючих тарифах для населення визначено, що будівництво NZEB потребує більших на 30 % інвестицій і, не дивлячись на нижчі витрати на експлуатацію при життєвому циклі будівлі, такий підхід не окупний. При планових реконструкціях будівель при порівнянні варіанту модернізації до нормативних показників і до NZEB, реконструкція із забезпеченням нормативних показників є більш вигідним варіантом, проте залишається нерентабельним. При діючих тарифах на енергоресурси для бюджетних закладів реконструкція існуючих бюджетних закладів до рівня NZEB є рентабельною.
3. У разі зростання тарифів на енергоносії більше ніж на 50% від діючих комерційних тарифів нове будівництво та реконструкція будівель до рівня NZEB є рентабельними.
4. Серед діючих програм підтримки енергоефективних проєктів у житловому секторі наразі провідне місце займають програми Фонду енергоефективності. Особливою умовою участі у зазначених програмах є статус будівлі як ОСББ або ЖБК, залежно від програми.



**6. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СПОЖИВАННЯ  
ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ГАРЯЧЕ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ  
ДЛЯ ВРАХУВАННЯ У ВИМОГАХ ДО  
БУДІВЕЛЬ NZEB**

**Автори: М. Ніколаєнко  
В. Литвин**

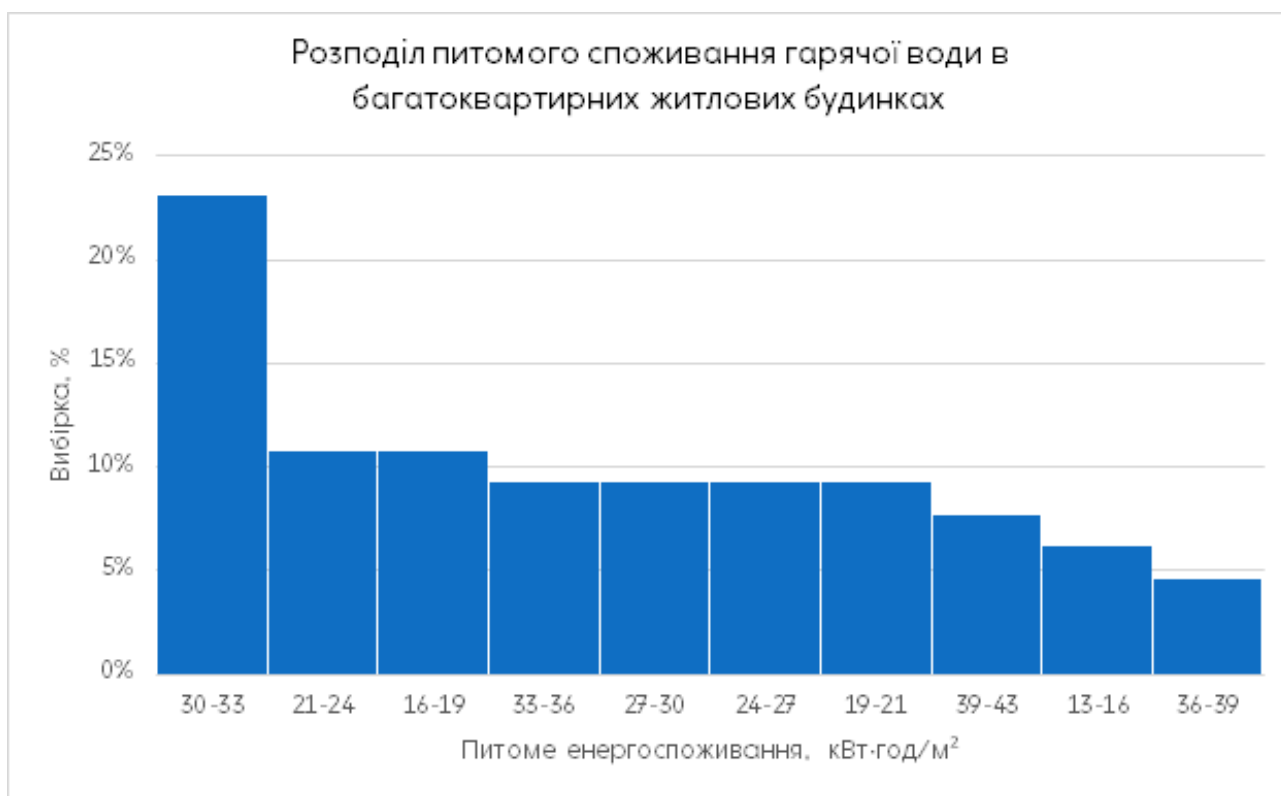
## 6.1 ЖИТЛОВІ БУДИНКИ

Для аналізу та визначення характерного питомого енергоспоживання житлових будинків було застосовано поділ житлових будівель на категорії за поверховістю, відповідно до підходу, зазначеного в Мінімальних вимогах енергетичної ефективності будівель, затверджених Наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260

**Таблиця 6.1** Визначений діапазон питомого споживання енергії на гаряче водопостачання для житлових будівель різної поверховості

Будівлі житлові (поверховість)	Питоме споживання енергії на гаряче водопостачання, кВт·год/м <sup>2</sup>	
	Мінімальне	Максимальне
<b>від 1 до 3</b>	14,49	43,46
<b>від 4 до 9</b>	13,41	40,22
<b>від 10 і більше</b>	14,37	43,12

Варто зазначити, що детальне вивчення наявних даних фактичного загального будинкового гарячого водоспоживання показало, що питоме споживання має слабку кореляцію з поверховістю будівель і залежить від інших факторів, таких як стан мереж гарячого водопостачання, наявність та налаштування циркуляційної лінії тощо. Характерне питоме споживання енергії на гаряче водопостачання для будівель різної поверховості варіюється в межах 10-15% від середнього значення для житлових будівель.



**Рисунок 6.1** Діаграма розподілу питомого фактичного енергоспоживання на гаряче водопостачання для багатоквартирних житлових будинків

Відповідно до результатів дослідження розподілу питомого споживання енергії на гаряче водопостачання багатоквартирних житлових будинків, було визначено частку будівель у кожному з проміжків, що представлені на Рисунку 1. Можна зробити висновок, що більшість багатоквартирних будинків, близько 80% вибірки, мають питоме споживання на гаряче водопостачання в межах від 16 до 36 кВт-год/м<sup>2</sup>. При цьому майже чверть будівель, що увійшли до аналізу, мають питоме енергоспоживання на рівні від 30 до 33 кВт-год/м<sup>2</sup>.

## 6.2 ГРОМАДСЬКІ БУДІВЛІ

Для цього аналізу були використані показники фактичного споживання енергії на гаряче водопостачання для громадських будівель різної поверховості. Подібно до підходу, застосованого для житлових будівель, громадські будівлі були розподілені на типи відповідно до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель.

**Таблиця 6.2** Визначений діапазон питомого споживання енергії на гаряче водопостачання для громадських будівель різної поверховості

Будівлі житлові (поверховість)	Питоме споживання енергії на гаряче водопостачання, кВт·год/м <sup>2</sup>	
	Мінімальне	Максимальне
<b>від 1 до 3</b>	1,75	5,24
<b>від 4 до 9</b>	1,88	5,64
<b>від 10 і більше*</b>	0,86	2,57

\*для громадських будівель вище 10 поверхів через невелику вибірку дані можуть бути не репрезентативними

Загалом, при аналізі показників питомого споживання енергії для гарячого водопостачання значної кореляції з поверховістю громадських будівель не виявлено.

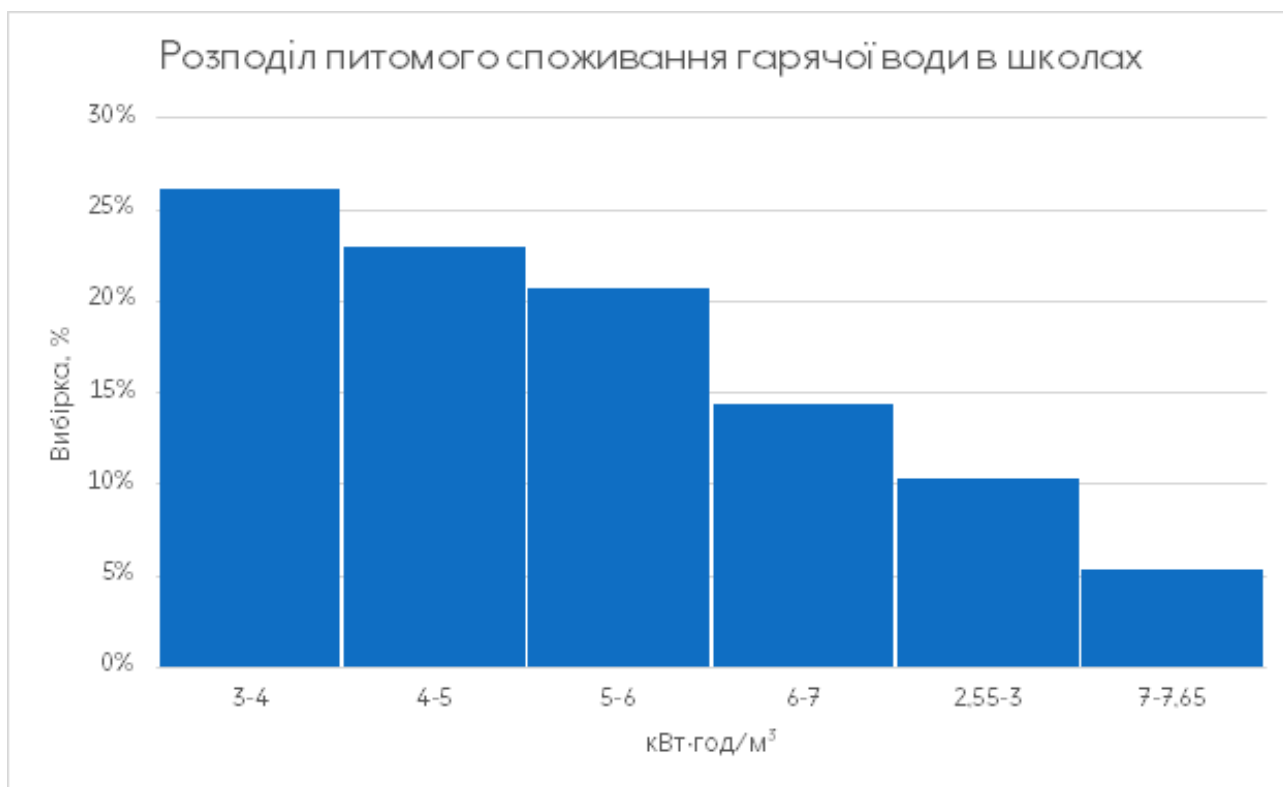
### 6.2.1 Окремі типи громадських будівель

Окремо було виконано аналіз показників питомого споживання енергії для наступних категорій громадських будівель: будівель закладів освіти, будівлі закладів дошкільної освіти, будівлі закладів охорони здоров'я.

**Таблиця 6.3** Визначений діапазон питомого споживання енергії на гаряче водопостачання для окремих типів громадських будівель

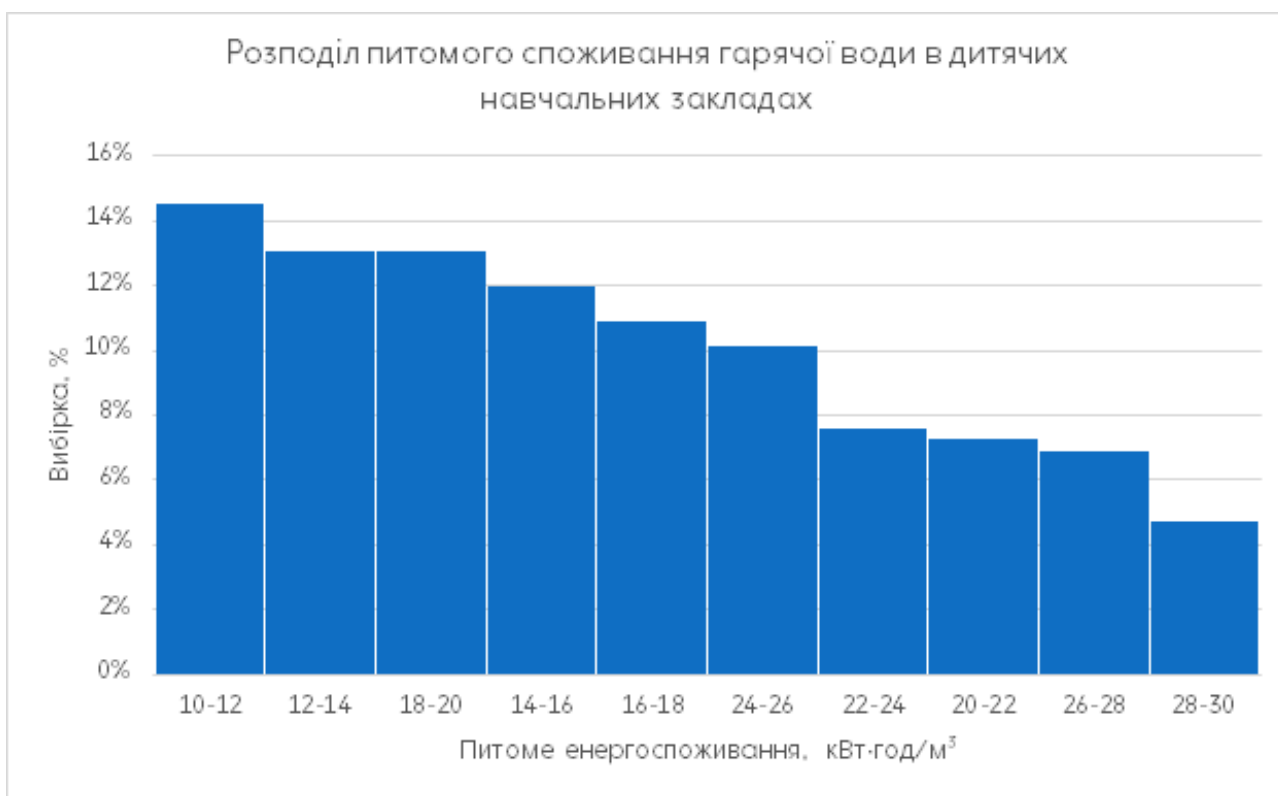
Типи громадських будівель	Питоме споживання енергії на гаряче водопостачання, кВт·год/м <sup>2</sup>	
	Мінімальне	Максимальне
<b>Поліклінінки</b>	2,43	7,28
<b>Лікарняні корпуси</b>	5,01	15,03
<b>Школи</b>	2,55	7,65
<b>Дитячі садочки</b>	9,81	29,43

У Таблиці 3 представлені результати максимального та мінімального питомого енергоспоживання на потреби гарячого водопостачання для закладів освіти та охорони здоров'я. Варто зазначити, що під час аналізу показники закладів охорони здоров'я були поділені на дві окремі категорії — поліклініки та лікувальні корпуси, на відміну від класифікації будівель, запропонованої в Мінімальних вимогах енергетичної ефективності будівель. Такий підхід було обрано через суттєві відмінності у специфіці діяльності цих закладів, що значно впливає на обсяги гарячого водоспоживання.



**Рисунок 6.2** Діаграма розподілу питомого фактичного енергоспоживання на гаряче водопостачання для загальноосвітніх навчальних закладів

Відповідно до результатів аналізу фактичного споживання енергії на гаряче водопостачання для загальноосвітніх навчальних закладів можна зробити висновок, що приблизно 80% будівель вибірки мають питоме споживання на гаряче водопостачання в межах від 3 до 7 кВт·год/м³. При цьому понад чверть будівель, що взяли участь у дослідженні, мають питоме споживання на рівні від 3 до 4 кВт·год/м³.



**Рисунок 6.3** Діаграма розподілу питомого фактичного енергоспоживання на гаряче водопостачання для дитячих навчальних закладів

Відповідно до результатів аналізу споживання гарячої води дитячими навчальними закладами, встановлено, що більшість будівель, які увійшли до вибірки, мають питоме споживання в межах від 10 до 26 кВт·год/м³.

## 6.3 ВИСНОВКИ

Результуючі показники аналізу, які є характерним питомим споживанням енергії на гаряче водопостачання для кожної з досліджуваних категорій будівель наведено в Таблиці 4.

**Таблиця 4. Характерні значення питомого енергоспоживання будівель при гарячому теплопостачанні для різних типів будівель**

№ за/п	Види будівлі (еталонні будівлі)	Характерне значення питомого енергоспоживання будівель при гарячому водопостачанні, кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]
1	<b>Будівлі житлові (поверховість):</b>	
	від 1 до 3	32,46
	від 4 до 9	26,67
	від 10 і більше	25,99
2	<b>Громадські будівлі (поверховість):</b>	
	від 1 до 3	[3,35]
	від 4 до 9	[3,76]
	від 10 і більше	[3,56]
3	<b>Окремі типи громадських будівель:</b>	
	Поліклініки	[4,72]
	Лікарняні корпуси	[10,62]
	Школи	[4,88]
	Дитячі садочки	[18,40]

Оскільки для житлових будинків, будівель закладів охорони здоров'я та дитячих садків показник питомого енергоспоживання на гаряче водопостачання є значним у порівнянні з витратами на опалення, вентиляцію та кондиціонування, а також з огляду на те, що гаряче водопостачання є цілорічною потребою, яку можна забезпечити за рахунок відновлювальних джерел енергії, цей показник має бути включений до загального показника споживання NZEB як енергопотреба.

З урахуванням можливості покриття цієї потреби за рахунок сонячної енергії, енергоспоживання на гаряче водопостачання може бути зменшене на 50%. Тому рекомендується внести показник гарячого водопостачання до вимог NZEB, використовуючи дані таблиці 4 для розрахунку потреб на гаряче водопостачання, а показник питомого споживання первинної енергії збільшити на відповідну величину.