

ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ СТАНДАРТАМ NZEB

Автор В. ЛИТВИН



АНОТАЦІЯ

Цей звіт присвячений огляду будівельних технологій для забезпечення відповідності стандартам. У документі детально розглянуто сучасні технології, які сприяють підвищенню енергоефективності та стійкості будівель, включаючи застосування екологічно чистих матеріалів, впровадження розумних технологій для управління будівлями, а також методи забезпечення безпеки та довговічності будівель. Звіт містить порівняльний аналіз технологій, що використовуються у будівництві житлових, комерційних та інфраструктурних об'єктів, з акцентом на мінімізацію споживання енергії та води, інтеграцію відновлюваних джерел енергії, та використання інноваційних матеріалів.

Окрему увагу приділено технологіям, що забезпечують відповідність будівель вимогам місцевих та міжнародних стандартів, включаючи стратегії дотримання нормативних вимог та регуляторних актів. У звіті також наведено рекомендації щодо впровадження новітніх технологій для підвищення енергоефективності та стійкості будівель, а також аналіз економічних переваг від їх використання.

Ця публікація буде цікава фахівцям у сфері будівництва, енергоефективності, екології та управління проектами, а також урядовцям і представникам місцевих органів влади, які займаються питаннями регулювання будівельної діяльності та оптимізації ресурсів. Вона також стане в нагоді дослідникам, викладачам та студентам, які цікавляться сучасними тенденціями у сфері будівництва та впровадженням інноваційних технологій.

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	4
1. Опис основних технологій, що дозволяють досягнути показників стандарту будівлі з близьким до нульового енергоспоживання	5
1.1 Теплоізоляційна оболонка	5
1.2 Інженерні системи	7
1.2.1 Системи опалення	7
1.2.2 Системи вентиляції	8
1.2.3 Системи гарячого водопостачання	9
1.2.4 Системи кондиціонування	10
1.3 Відновлювальні джерела енергії	11
1.3.1 Сонячна енергія	11
1.3.2 Теплові насоси	11
1.4 Системи енергетичного менеджменту та моніторингу енергоспоживання	12
2. Рекомендації щодо впровадження технологій NZEB під час нового будівництва та реконструкції	13
Висновки	17

ВСТУП

Попри те, що на даний час в Україні ще відсутній офіційний стандарт та вимоги щодо будівель з близьким до нульового енергоспоживання базуючись на практиці європейських країн та попередні прорахунки, що до використання енергоефективних технологій (“Рекомендації щодо фінансових інструментів для підтримки економічно вигідного впровадження технологій енергоефективності”, “Аналіз собівартості будівництва та ринкової вартості житла порівняно з поточною ринковою вартістю”, “Аналіз обсягів економії бюджетних коштів при будівництві та реконструкції житлових і громадських будівель відповідно до стандартів NZEB”) можна сформулювати основні підходи до таких будівель:

- мінімізація споживання первинної енергії на забезпечення потреб будівель. Тобто до уваги братиметься не лише показник енергоспоживання, а й враховуватиметься джерело енергії;
- увага до деталей оболонки будівель для мінімізації потреб енергії на опалення;
- врахування розташування будівлі для максимального використання таких факторів як сонячна інсоляція та затінення;
- використання ефективних інженерних систем, що дозволятимуть не лише мінімізувати споживання енергії, а й обмінюватися енергією між різними підсистемами (наприклад між системою кондиціонування та гарячого водопостачання);
- такі будинки повинні стати частиною розумних мереж і так званими проактивними споживачами енергії.

З огляду на руйнування енергетичної інфраструктури через обстріли Російської Федерації і як наслідок значний дефіцит енергії в країні – питання підвищення ефективності енергоспоживання є вкрай актуальним. Попри неможливість перетворити всі будівлі в такі, що відповідатимуть вимогам NZEB за короткий час, вже зараз необхідно широко проваджувати окремі технології, які можуть підвищити енергобезпеку окремих будівель та країни в цілому.

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.

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.

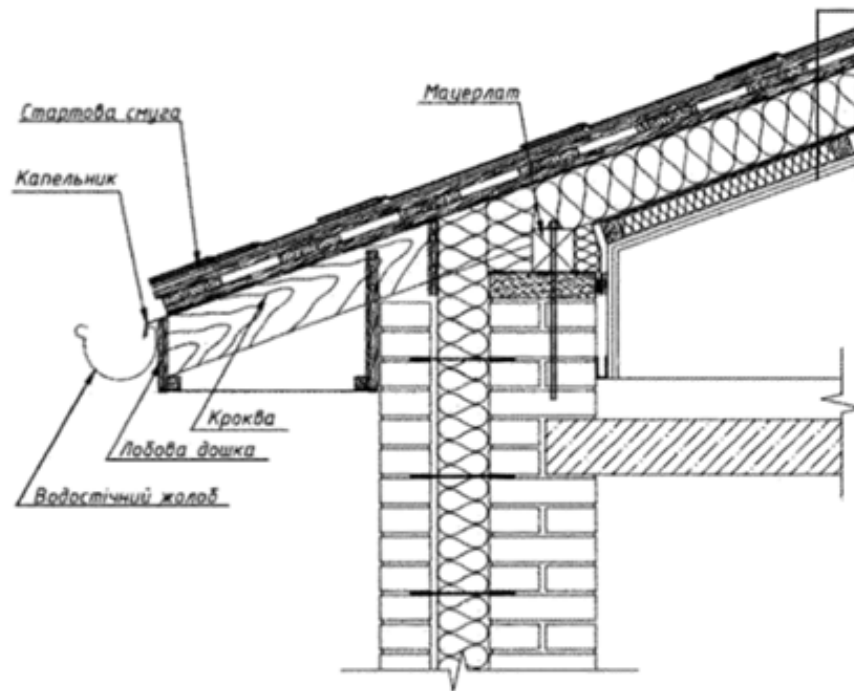
В загальній вартості робіт з реконструкції ці елементи не підвищуватимуть суттєво вартість і здебільшого вимагатимуть навчання виконавців «кращим практикам».

Серед основних речей, що повинні відпрацьовуватися слід відзначити:

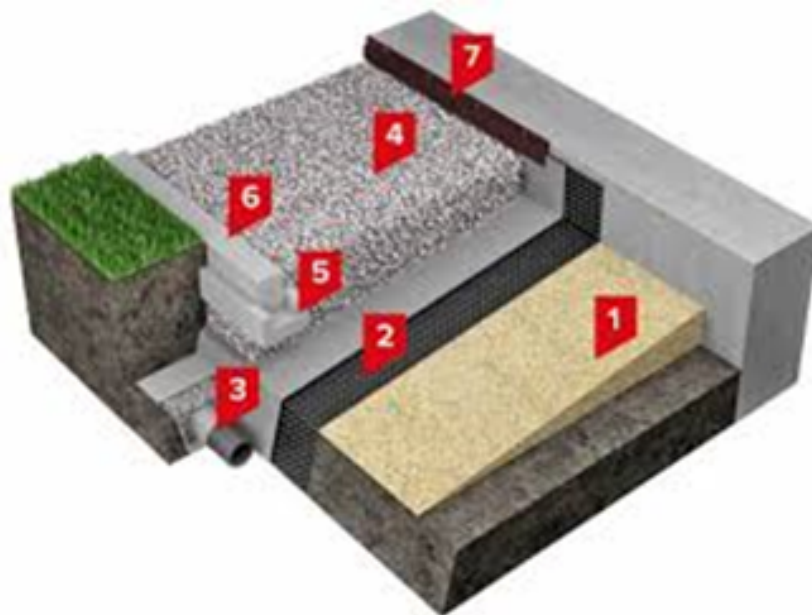
- Облаштуванню відкосів навколо вікон та дверей, зокрема облаштування так званого виносного монтаж;



- 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 досягнення вимог з енергоефективності.

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.

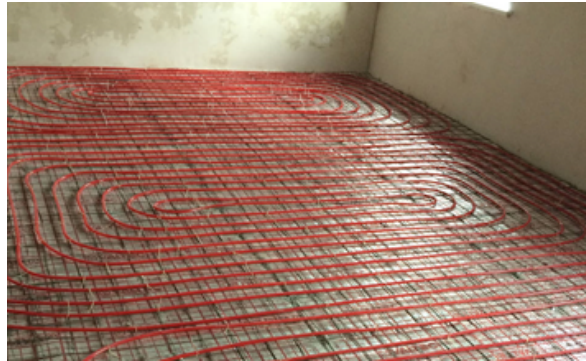
1.2.1 Системи опалення

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 тепlopостачання. 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.

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.



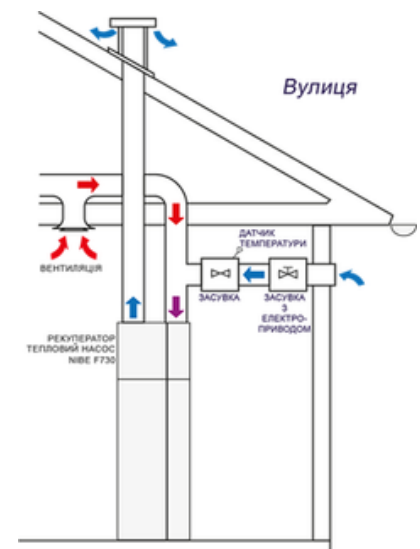
2) Помірно децентралізовані системи вентиляції на одне-або декілька приміщень з пластинчатыми рекуператорами.

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.



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.

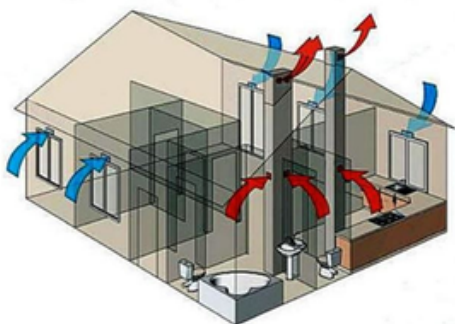


1.2.4 Системи кондиціонування

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.

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.

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.

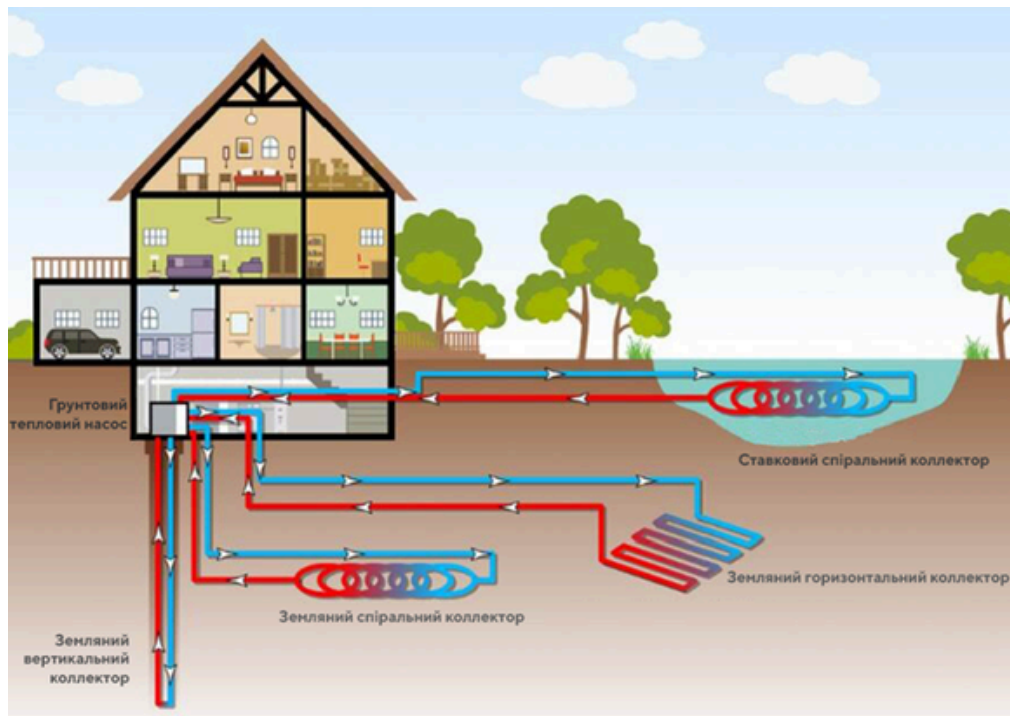
Наступним обмеженням використання таких систем може бути низьке споживання енергії будівлею в літній період, що зокрема характерно для шкіл та будівель вищих навчальних закладів.

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

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.



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. 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.

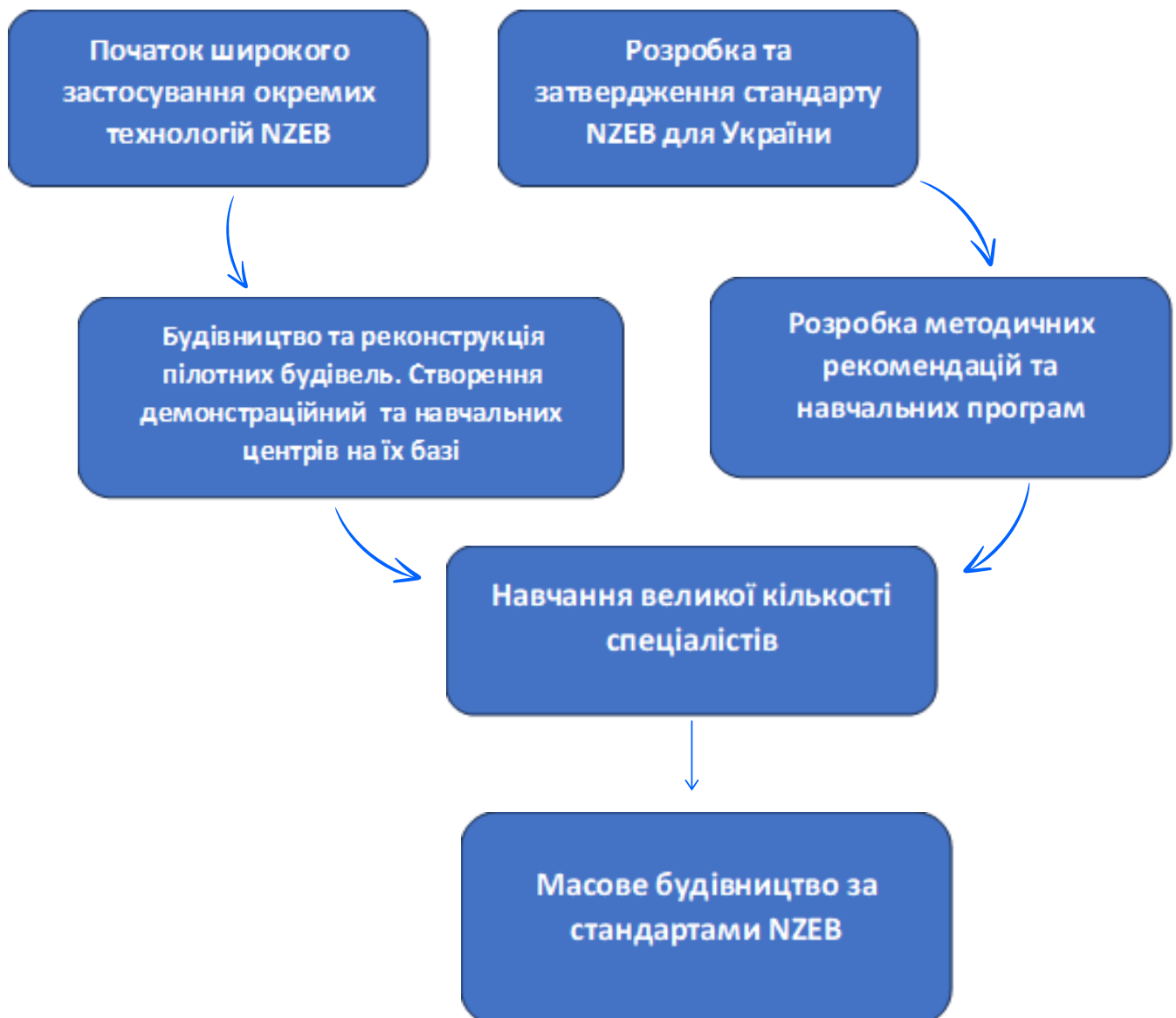


Рисунок 1. Кроки до масового будівництва будівель NZEB

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.