

УДК 699.86

Мельник А.Е.,

anastasiamelnyk8@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0645-0240,

Мавдюк А.М., andriymavdyuk8@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9328-4580,

к.т.н., доцент Підлуцький В.Л.,

vasiliytsar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1936-3990,

Київський національний університет будівництва і архітектури

## **АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ В ПЕРЕХОДІ НА МАСОВЕ ЗВЕДЕННЯ ПАСИВНИХ БУДІВЕЛЬ ЗАРАДИ ЕНЕРГЕТИЧНО- НЕЗАЛЕЖНОГО МАЙБУТНЬОГО**

**Анотація:** Висвітлюється доцільність переходу України на пасивне будівництво за міжнародними стандартами на масовому рівні. Економічна та енергетична криза призводить до постійної спроби зменшити споживання енергії на експлуатацію будівель, що спонукає до виготовлення матеріалів власного виробництва, які будуть забезпечувати вимоги щодо будівництва пасивних і енергоефективних будівель. На даний момент в Україні вдається виробляти достатньо велику кількість власних матеріалів при застосуванні іноземних технологій і втілення їх у виробництво. Також важливим чинником, який міг би суттєво прискорити цей процес, є обмін досвідом з іншими країнами і підвищення рівня енергоефективного домобудівництва.

**Ключові слова:** Енергетична незалежність; пасивне будівництво; будівлі з нульовою енергопотребною; окупність.

### **Постановка проблеми**

Пасивні будинки є необхідною вимогою, як Європейських директив так і сучасних Українських норм. Відповідно, виникає потреба для налагодження масового будівництва за цими нормами. Наразі пасивні будинки існують на українському ринку нерухомості, проте існуючі пропозиції є не вигідними, оскільки не відбуваються підтримки з боку Держави. Хоча, насправді, наша країна має бути зацікавлена у перспективі досягнення енергетичної незалежності шляхом масового будівництва пасивних споруд.

### **Формулювання мети статті**

Довести доцільність переходу на масове будівництво за стандартами Пасивних будинків заради досягнення енергетичної незалежності та провести порівняльний аналіз даного переходу з країнами Європейського Союзу.

### **Основна частина**

Провідні країни Європи, такі як Австрія, Німеччина, Швейцарія, ряд Скандинавських країн розвивають та пропагують політику енергетичної незалежності. В липні 2010 року вступила в силу зміна в законі «Директива

загальної енергоефективності будівель в Європейському союзі» [7]. Відповідно до сучасних норм цих держав нові будівлі мають бути пасивними, тобто споживати не більше 15 кВт енергії за рік. Крім того механізми реалізації цього питання дуже різноманітні: чіткі нормативні акти, створення міжнародних організацій, інститутів, залучення благодійних організацій та державних фондів задля підтримки даних проектів. Різноманітні концепції залучення та методи впливу, як на замовників приватних будинків, так і на забудовників великомасштабних проектів дали свої плоди. Країни, що розвиваються у бік пасивного будівництва є світовими лідерами за екологічними, енергетичними та економічними показниками.

Розглядаючи нові вимоги та концепції, які виникли в Європейському Союзі і впроваджуються в Україні, робимо висновок, що за кілька років повністю змінилися вимоги щодо енергоефективності всіх будівель. За новими Державними будівельними нормами України клас енергоефективності будівель обов'язково повинен супроводжуватися Енергетичним паспортом. В ньому відповідно наводяться вимоги до питомої енергопотребі будівлі ключового показника, який визначає клас енергоефективності. Цей показник є ключовим та являє собою різницю у відсотковому показнику розрахункового або фактичного значення питомої енергопотребі від максимально допустимого значення. Наразі є можливим досягти максимального класу енергоефективності в Україні, що буде відповідати Європейським стандартам. За нормами найбільш енергоефективному будинку надають клас «А», який являє собою енергопотребу менше 15 (кВт\*год/м<sup>2</sup>).

Якщо звернутись до класифікації будівель за даним показником і рівнятись з Європейським досвідом, то визначаються такі поняття як старі будівлі (будівлі, що побудовані до 1970-х років, в Україні до 2007 року) – вимагають для свого функціонування (опалення та охолодження) близько 300 (кВт·год/м<sup>2</sup>). Нові будівлі (які будувалися в Європі з 1970-х до 2002 року, в Україні до 2016 року) - 150 (кВт·год/м<sup>2</sup>). Будинки низького споживання енергії (з 2002 року в Європі не дозволено будівництво будинків з великим енергоспоживанням) - 60 (кВт·год/м<sup>2</sup>). Пасивний будинок (прийнятий Закон, згідно з яким з 2019 року в Європі не можна будувати будинки за стандартами нижче, ніж пасивний будинок) - 15 (кВт·год/м<sup>2</sup>). Будинок нульової енергії (будівля, архітектурно має той же стандарт, що і пасивний будинок, але інженерно оснащена так, щоб споживати виключно тільки ту енергію, яку сама і виробляє) – 0 (кВт·год/м<sup>2</sup>). Будинок плюсової енергії (будівля, яка за допомогою встановленого на ньому інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів та виробляє більше енергії, ніж сама споживає). Як бачимо з вище наведеної класифікації, Україна до 2016 року перебувала на дуже

низькому класі енергоефективності, на такому ж самому як Європа до 2002 року, але завдяки новим директивам і законам Україні вдалось подолати цей бар'єр. На даний момент, новобудови мінімально повинні задовольняти класу «С» за вимогами до енергоефективності[3-5]. Це стало можливим, так як посилюються вимоги до основних показників даних параметрів – питомих тепловтрат на опалення. Нові вимоги дозволять проектувати і зводити на території України будівлі з теплоізоляційними властивостями, аналогічними більшості будівель в розвинених європейських державах з подібним кліматом. Хоча за законодавством поки що непотрібно виходити до досягнення максимального класу енергоефективності, все ж таки необхідно рухатися у цьому напрямку і намагатися досягати максимально можливих результатів, оскільки в Україні є хороша матеріальна база для виконання цих вимог і хороша забезпеченість ресурсами. На нашу думку, це є майбутнім у даній галузі, яке у деяких країнах переходить у реальність. До того ж ефективно і малозатратне використання ресурсів є метою діяльності більшості підприємств. Наразі кожна організація працює над збільшенням зони впливу та підвищення попиту. Кожна юридична особа розуміє необхідність принаймні відповідати сучасним Державним нормам, а у кращому випадку передбачати нові вимоги та потреби. Від вміння прогнозувати залежить стабільна робота та прибуток, тому формування іміджа «далекоглядного» забудовника є дуже важливим. Величезна кількість інженерів, компаній та виробників співпрацюють заради розробки та пропаганди Пасивного будівництва, розуміючи перспективи. Проте зараз подібні проекти не є достатньо популярним на вітчизняному ринку серед замовників, оскільки є дорогими при самій реалізації. Через недостатнє фінансування з боку держави, бажання організацій «йти в одну ногу з Європою» не реалізовується.

Тобто через те, що енергоефективне будівництво потребує на ряд вищі вимоги щодо теплової ізоляції та термічного опору зовнішніх конструкцій, разом із дотриманням даних вимог зростає і економічна складова будівництва.

Тому, насамперед, найнеобхіднішим є довести економічну доцільність будівництва саме Пасивних споруд як єдиного способу досягнення енергетичної незалежності у майбутньому. Тому, поставлено за мету провести аналіз іноземних держав і процесів, які там вже відбулися, заради максимально правильного переходу нашої країни.

Для прикладу візьмемо Німеччину. Дана країна була одна із перших, яка почала досліджувати проблему потреби і економії енергії будівлями. Ідея пасивного будинку зародилася ще у далекому 1988 році професором Вольфангом Файстом, яким пізніше було засновано Інститут Житлового Будівництва і Навколишнього Середовища в Німеччині. Концепція Пасивного

Будинку була розроблена на основі численних науково-дослідних проектів і тільки потім була представлена публіці. У даній країні фаза пасивного будівництва розпочалась у 1996 році. Ситуація, яка складалась в цей період потребувала залучення нових альтернативних джерел енергії та кроків уряду для забезпечення мінімальної затрати ресурсів. Таким чином, даний проект виступав як своєрідний експеримент через відсутність попереднього досвіду і відсутності аналогів. Через такі умови виникало кілька варіантів розвитку ситуації, які являли собою: продовження будівництва звичайних будинків, перехід до енергозберігаючих будівель або ж вихід на масове будівництво пасивних будинків [1].

Основні технічні вимоги до даних об'єктів наведені у табл. 1.[1].

Таким чином, серед наведених варіантів було вирішено відмовитися від будівництва з Нульовим Енергоспоживанням, а використати якраз варіант зведення пасивних будівель, оскільки порівнявши економічні показники цих проектів, було виявлено що пасивний будинок несе набагато менші затрати на будівництво, а строк окупності будинку з нульовим енергоспоживанням переважає його термін експлуатації у порівнянні з пасивним.

Тобто ідея зведення саме Пасивних будинків була доведена ще 20 років тому і з того часу лише набирає обертів, до того як територіально, так і кількісно.

Науково-дослідні інститути на чолі з Вольфангом Файстом після 8 років наукового обґрунтування доцільності зведення Пасивних будинків, запроваджують даний механізм у масове будівництво.

Зараз існує Міжнародне Об'єднання Пасивного Будівництва (The International Passive House Association). Дана організація являє собою спосіб пропаганди, метод залучення та інститут контролю пасивних споруд. Наразі є безліч прикладів країн, які практикують дотримання даних вимог до хмарочосів. «Пасивні будинки для всіх» є темою 21-ї Міжнародної конференції пасивного будівництва в Відні. Ідеться про енергоефективне будівництво в даний час і в майбутньому, при тому для всіх категорій населення [6].

Як приклад, Raiffeisen Tower –це перший хмарочос, збудований за Міжнародними Стандартами Пасивного Будівництва. Ця унікальна 21-поверхова споруда змогла отримати 949 з 1000 балів по екологічному Стандарту Суспільства Сталого Будівництва OGNB (Австрія) та відповідно здобула нагороду чотири роки тому [6].

В Нью-Йорку завершується зведення 26-и-поверхового гуртожитку для 350-и студентів, що відповідає тим самим стандартам пасивного будинку.

Багатоповерховий житловий пасивний будинок в м. Гогенмоор (Hogenmoor), Німеччина - 46 житлових одиниць. Був повністю заселений на

протязі п'яти місяців після здачі в експлуатацію. Витрати на будівництво становили 1.300 €/м<sup>2</sup>.

Таблиця 1.

## Порівняльна характеристика будівель.

Тип будівлі/ показники	Енергозберігаючий будинок	Пасивний будинок	Будинок з нульовою енергопотребою
Енергія (кВт*год/м <sup>2</sup> )	70-30	15	0
Опалення	Потрібне у невеличкій кількості	Потрібне у мінімальній кількості	Немає необхідності, будівля повністю енергонезалежна
Вентиляція	Найпростіша система вентиляції (рекупераційна система)	Система подачі повітря і рекуперація	Система подачі тепла і рекуперація
Комфорт	Високе нагрівання поверхні	Високе нагрівання поверхні	Мінімальне відчуття відпрацьованого тепла
Затрати на будівництво	Середні (малий нагрів і кондиціонування повітря)	Середні (без опалення но з рекуперацією і вентиляцією тепла)	Дуже високі(додаткові системи зберігання енергії і вентиляція)
Експлуатаційні витрати	Невеликі	Мінімальні	Тільки для джерел живлення

Головна вежа (Main Tower), Франкфурт-на-Майні, Німеччина. Це 56-поверховий, 200-т метровий хмарочос збудований за усіма вимогами Пасивних будівель.

Проект «Життя навколо Святого Якова» (Residential complex Gremplstraße). Це був перший Комплекс квартир Франкфурта, побудований за сертифікацією пасивних будинків (PHI)..

Camp Bornheimer Depot, Франкфурт– комплекс, що був збудований на місці трамвайного депо. Він складається з 11 будинків і у загальній кількості нараховує 140 апартаментів. [8].

«Diakonissenareal», Франкфурт - був перетворений в новий житловий пасивний будинок [8].

Тобто прикладів достатньо для того, щоб з впевненістю стверджувати, що зведення пасивних будівель носить масовий характер у Європейському Союзі. Це відбувається завдяки державній підтримці на всіх рівнях будівництва. Тобто розвивається ряд урядових програм з субсидіювання даної галузі будівництва.

Німеччину, як ми вже зазначали, можна вважати країною, яка зародила даний процес і на даний момент є світовим лідером по кількості пасивних будівель у світі. З кожним роком вимоги до будівельних норм зростають і відповідно зростає допомога уряду даної галузі. З часом планується повний

перехід на будинки з нульовою енергопотребою або досягнення класу «А» енергоефективності.

Підтримка даної галузі відбувається у вигляді грантів, розмір яких визначається в залежності від розмірів енергії, яку витрачає будинок в рік на м<sup>2</sup>.

Ці гранти є, напевне, найбільш розвиненими у порівнянні з іншими країнами і являють собою найбільш суттєво урядову підтримку у світі.

Розглядаючи інші країни треба відмітити Австрію, в якій діє ряд директив, відносно енергоефективності будівель з 2007 року. У Відні з 2004 до 2009 відбувалася суттєва підтримка даного будівництва - було розроблено автоматизовані багатоквартирні будинки за стандартами класу «А». Вони отримували гранди в розмірі 50 000 €, це на 40 % більше ніж на попередньому етапі субсидювання, що свідчить про успішність попередніх етапів та збільшує зацікавленість у майбутньому. Одноквартирні житлові будинки згідно за даними стандартами отримують гранд у розмірі 50 €/м<sup>2</sup>, що спонукає до реалізації даних проектів, як забудовників так і замовників [2].

В Бельгії відбувається щорічне зниження податків для сертифікованих пасивних будинків на 600 € вже протягом 10 років. Проте в різних районах субсидювання відбувається по різному: в Брюсселі власник сертифікованого пасивного будинку отримує 150 €/м<sup>2</sup>, у Валлонському регіоні- 1500 € отримує за завершений сертифікований будинок.

Словенія також долучається до ініціативи вищезгаданих держав, за рахунок вищих субсидій на будівництво або придбання низької енергії і будівництва пасивних будівель. Ставка субсидії за перші 200 м<sup>2</sup> для одноквартирних житлових будинків і перші 150 м<sup>2</sup> для житла, що перебуває у таунхаусах від 36 €/м<sup>2</sup> до 125 €/м<sup>2</sup> [2].

Також до процесів пасивного будівництва активно залучається Швеція, Чехія і Хорватія. Дана галузь у цих державах трохи менш розвинена ніж у вищезгаданих країнах, але проходять серйозні кроки для впровадження даних норм у масове домобудування. Це також відображається у директивах і грантах, які представляються на будівлі високих класів енергоефективності. [2].

В Україні зведення пасивних будинків перебуває у стадії зародження. Існує кілька будівельних компанії, які зацікавлені даним питанням і вже намагаються донести до людей, забудовників і уряду свої ідеї. Вони це роблять за допомогою втілення своїх проектів у реальність в рекламних цілях і надають можливість огляду всіх етапів будівництва та експлуатації.

Таким чином, ми зосереджуємо свою увагу на можливих варіантах розвитку цієї ідеї в Україні, роблячи акцент не тільки на будівництві приватних малоповерхових будівель, а впровадження даних норм для багатопверхового будівництва. Україна практично немає власних аналогів у зведенні

багатоповерхових пасивних будівель, тому ми пропонуємо звернутись до західного досвіду. Аналізуючи їхні технології, створити на базі нашої країни власні можливості щодо запуску їх у масові масштаби. Оскільки Україна перебуває у суттєвій енергетичній залежності від інших держав та ураховуючи політичну ситуацію, на нашу думку, уряд повинен рухатись на шляху до енергетичної незалежності. Україна вже має можливості для виробництва власних матеріалів, які повністю відповідають нормам пасивного будинку, але дане будівництво поки що не перейшло на масовий рівень. Тому слід звернути увагу, все ж таки, на виробничу базу. Оскільки, через необхідність імпортувати з іноземних держав велику частину продукції для даного типу будівництва несе за собою значні витрати на перевезення.

З кожним роком зростає різноманітність будівельних матеріалів та технологій на національному ринку. Європейська інтеграція спонукає українських виробників до модернізації вітчизняної продукції. Відповідно, розповсюджений досвід застосування концепції іноземної технології з адаптацією та виробництвом на національному ринку. Це значно здешевлює конструкції при повному збереженні необхідних фізичних характеристик.

Доцільним є і протилежний досвід. Між представником Агентства Держенергоефективності та Словацьким інноваційним енергетичним агентством відбувся Меморандум «Сфера діяльність сторін» про співпрацю в сферах енергоефективності, енергозбереження та відновлювальної енергетики. На запрошення директора Олександра Дуліба, Асоціації Словацької Зовнішньої Політики взяла участь в роботі дев'ятої конференції «Енергетична Політика та енергетична безпека ЄС в Центральній Європі», яка проходить у м. Братислава. Ця співпраця є досить необхідною, оскільки лише таким чином ми маємо можливість перейняти Європейський досвід від самих джерел та пропагувати дану ідею на законодавчому, а отже на державному рівні. А основне, виникає можливість розробляти власні технології та випробовувати їх у вже існуючих наукових інститутах таких країн, як Словаччина. За певними договорами багато вітчизняних матеріалів проходять експериментальні випробування та дослідження саме за кордоном, що на даний момент є більш дієвим та гарантує якість та відповідність матеріалів необхідним вимогам. Слід зазначити також необхідність кваліфікованих кадрів для здійснення цього процесу.

Розглянемо концепцію витрат енергоефективних будівель в Україні. Розповсюджено три основних варіанти несучих конструкцій. Першим варіантом є використання блоків «Porotherm», заповнені мінеральною ватою, які дозволяють вийти на новий рівень енергозбереження та відповідають вимогам пасивного будинку. Ці блоки забезпечують термічний опір огорожувальної конструкції з опором теплопередачі  $R=6,53-6,69$  ( $m^2K/Wt$ ).

Розглядаючи найефективніший блок з термічним опором  $R=6,69$  ( $\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$ ) вартість  $1\text{m}^2$  установки конструкції буде становити 128 €. [9].

Другим варіантом є будівництво із застосуванням «СИП»-Панелей з товщиною 160-200 мм із використання термовставки як з'єднувального елемента. Дана огорожувальна конструкція може бути використана для улаштування даху, що здешевлює та спрощує комплексний процес будівництва через скорочення кількості організацій, з якими співпрацює замовник. Перші два варіанти забезпечують достатній термічний опір для пасивних будинків без додаткового утеплювача.

Третім альтернативним варіантом можуть виступати огорожувальні конструкції з клінкерної цегли і блоків різноманітних торгових марок з додатковим утепленням. Проте вони не є достатньо ефективними через складність реалізації та порівняно невисокі технічні показники.

Аналізуючи цінові показники, які представлені на Українському ринку, можна сказати, що загалом будівництво Пасивних споруд, як у масовому, так і у приватному плані буде коштувати у 1,5-1,8 разів більше, а ніж будівництво, що характерно для сучасного етапу. Цей перехід відбувається заради повної незалежності держави в енергетичному плані, а отже є обґрунтованим та необхідним.

### **Висновки**

Аналізуючи процеси, які відбувались кілька років тому у провідних країнах світу, представлено основні тенденції, які були використані в переході на енергоефективне будівництво та, враховуючи особливості нашої країни, максимально близько відтворено основну тенденцію розвитку даної галузі.

Відмічено, що енергоефективне будівництво з економічної точки зору є більш дорогим, тому сприянням для розвитку даної галузі має бути з боку уряду, як це відбувалось на заході. Наявність пільг та субсидій суттєво заохочує забудовників і людей до енергоефективного будівництва.

Розглянуто, що наша країна має можливість скористатись вже існуючими ефективними методами задля досягнення власної енергетичної незалежності та розвинути відомі технології на власній базі. Так як в інших країнах відбувались подібні процеси у порівнянні з Європою близько 10-15 років, тому ми можемо на даний момент значно пришвидшити дані процеси за рахунок наявних засобів та методів, просто скориставшись досвідом.

Оскільки, вартість пасивного будівництва збільшується у 1,5-1,8 рази, тому окупність Пасивних будинків експерти оцінюють у строк від 12 до 20-ти років експлуатації. Для життя держави цей термін не є критичним і вважаючи, що даний вид будівництва не вимагає негайних надзвичайних витрат від держави, а потребує лише надання певної підтримки, то можна стверджувати, що даний



спосіб досягнення для масового пасивного будівництва є оптимальним.

### Список використаної літератури

1. Das unabhängige Institut für höchste Energieeffizienz in Gebäuden [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://passiv.de/> – назва з екрану.
2. Intelligent Energy Europe [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pass-net.net/> – назва з екрану.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. - [Чинний від 01.11.2016]. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. - 33 с. - (Національні стандарти України).
4. Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://passivehouse-igua.com/> – назва з екрану.
5. Настанова з розроблення енергетичного паспорту при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ –Н Б А.2.2-2007. - [Чинний від 01.07.2008]. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. - 43 с. - (Національні стандарти України).
6. International Passive House Association [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.passivehouse-international.org/> – назва з екрану.
7. Latente Wärmerückgewinnung in Gebäuden, LEDs und effiziente Beleuchtung, Plastik in einer stabilen Konstruktion / Christian Schittch, Institut für internationale Architektur-Dokumentation.
8. SUSTAINABLE PROJECTS FRANKFURT RHEIN-MAIN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.architekturindialog.de/> – назва з екрану.
9. Wienerberger [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pnr.kiev.ua/> – назва з екрану.

Мельник А.Е., Мавдюк А.М.,  
к.т.н. доцент Подлуцький В.Л.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

### АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПИТА ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МАССОВОЕ ВОЗВЕДЕНИЕ ПАСИВНЫХ ЗДАНИЙ РАДИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ НЕЗАВИСИМОГО БУДУЩЕГО

В данной статье освещается целесообразность перехода Украины на пассивное строительство по международным стандартам на массовом уровне. Экономический и энергетический кризис приводит к постоянной попытке

уменьшить потребление энергии на эксплуатацию зданий, что подталкивает к изготовлению материалов собственного производства, которые будут обеспечивать требования относительно строительства пассивных и энергоэффективных зданий. На данный момент в Украине удастся производить достаточно большое количество собственных материалов при применении иностранных технологий и воплощение их в собственном производстве. Также немаловажным фактором, который мог бы существенно ускорить этот процесс, мы считаем обмен опытом с другими странами и повышение уровня энергоэффективного домостроения.

Ключевые слова: Энергетическая независимость; пассивное строительство; здания с нулевым энергопотреблением; окупаемость;

Melnyk A., Mavdiuk A.,  
PhD, assist. prof., Pidlutskyi V.,  
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

### **THE FOREIGN EXPERIENCE ANALYSIS OF THE CONVERSION TO PASSIVE HOUSES MASS CONSTRUCTION FOR ENERGY INDEPENDENT FUTURE**

In this article is explored the Ukraine's conversion to the passive construction at the mass level, adhering to international standards. The economic and energy crisis leads to constant attempts to reduce the consumption of energy for buildings that promotes to produce our own materials, which will provide the requirements to passive and energy efficient buildings. At the moment Ukraine can to produce enough its own materials on the base of foreign technologies and can develop them into its own production. The other important cases that significantly speed up this process are experience exchange with other countries and increase of energy officiant's level of the construction.

Keywords: Energy independence; the passive construction; buildings with zero energy consumption; recoupment;