

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
КАФЕДРА АРХІТЕКТУРИ**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
рівня вищої освіти «Магістр»

на тему: Архітектурно-планувальні вирішення екологічного житла Західного
регіону України.

Виконав:
студент VI курсу, групи Арх - 61
спеціальності
191 «Архітектура та містобудування»

Зеліско Н.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Савчак Н.С.

(прізвище та ініціали)

Консультанти з розділів:

Науково-дослідний

Савчак Н.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Охорона навколишнього
середовища

Панас Н.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Дубляни - 2025 рік

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО**

Факультет будівництва та архітектури

Кафедра архітектури

Рівень вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 191 «Архітектура та містобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
17. 03. 2025 року

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу

студенту _____ Зеліску Назару Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: Архітектурно-планувальні вирішення екологічного житла
Західного регіону України..

керівник роботи Савчак Нестор Степанович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від 14 березня 2025 року № 189 – 4

2. Строк подання студентом роботи 20.12.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: *містобудівні схеми, ілюстративні матеріали
наукової літератури, замальовки, авторські фото.*

4. Зміст пояснювальної записки:

Реферат

Зміст

*Вступ (актуальність, мета, завдання, об'єкт, предмет, методика
дослідження).*

Розділ 1. Стан проблеми, огляд літератури.

*Розділ 2. Комплексне дослідження архітектурно-планувального вирішення
екологічного житла Західного регіону України.*

*2.1. Дослідження зарубіжного досвіду архітектурно-планувального
вирішення екологічного житла.*

2.2. Дослідження вітчизняного досвіду архітектурно-планувального вирішення екологічного житла.

Розділ 3. Проектні пропозиції (архітектурно-планувальні вирішення екологічного житла Західного регіону України).

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища.

Висновки та пропозиції

5. Перелік графічного матеріалу:

архітектурно-ілюстративні матеріали з дослідження задекларованої проблеми вітчизняного та зарубіжного досвіду, проектні пропозиції.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Савчак Н.С., доцент		
2	Савчак Н.С., доцент		
3	Савчак Н.С., доцент		
4	Панас Н.Є., доцент		

7. Дата видачі завдання 18.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Збір та опрацювання матеріалів для виконання кваліфікаційної магістерської роботи	24.03-20.10.25р.	
2	Написання пояснювальної записки кваліфікаційної магістерської роботи	20.10-22.11.25р.	
3	Виконання ілюстративних та архітектурно-планувальних креслень	22.11-20.12.25р.	
4	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат та підпис	20.12.25р.	

Студент _____
(підпис)

Зеліско Н.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Савчак Н.С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на присвоєння освітнього ступеня «Магістр» – 88 сторінок текстової частини, 1 аркуш графічної частини, 33 джерел літератури, 45 рисунків, 10 таблиць.

«Архітектурно-планувальні вирішення екологічного житла Західного регіону України» Зеліско Н.Ю. – Магістерська робота. Кафедра архітектури. – Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025 р.

Актуальність теми зумовлена зростанням енергетичних витрат у житловому секторі, негативним впливом традиційного будівництва на довкілля та потребою у створенні комфортного й здорового життєвого середовища. У роботі проаналізовано сучасний стан екологічного житла, розглянуто принципи сталого будівництва, енергоефективні архітектурні підходи та досвід зарубіжних і вітчизняних екожитлових проєктів. На основі аналізу визначено ефективні архітектурно-планувальні, конструктивні та інженерні рішення для зниження енергоспоживання й викидів CO₂.

Проектна частина присвячена розробці екологічного житлового комплексу в селі Раковець Львівської області з урахуванням ландшафту, орієнтації за сторонами світу та принципів компактної забудови. Запропоновані рішення базуються на використанні дерев'яно-каркасних конструкцій, енергоефективних огорожувальних систем і відновлюваних джерел енергії. Отримані результати підтверджують можливість формування перспективної моделі екологічного житла для Західного регіону України.

Ключові слова: екологічне житло, енергоефективність, сталий розвиток, архітектурно-планувальні вирішення, пасивний будинок, Західний регіон України.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ I. Стан проблеми, огляд літератури	10
1.1. Стан проблеми екологічного житлового будівництва у світі.....	10
1.2. Стан розвитку екологічного житла в Україні.....	11
1.3. Аналіз літератури щодо архітектурно-планувальних рішень екологічного житла.....	12
1.4. Наукові прогалини та необхідність подальших досліджень.....	14
Висновки до розділу 1.....	15
Розділ II. Комплексне дослідження архітектурно-планувальних вирішень екологічного житла.....	16
2.1. Зарубіжний досвід проєктування архітектурно-планувальних вирішень екологічного житла.....	17
2.1.1. Норвегія – енергонульові «плюс-будинки» (ZEB Pilot House, Ларвік).....	17
2.1.2. Данія – пасивні житлові квартали.....	23
2.1.3. Німеччина: високий рівень екосертифікації та Passivhaus.....	31
2.1.4. Австрія: дерев'яне житло великих поверховостей.....	44
2.1.5. Японія: сейсмостійке екологічне житло.....	46
2.2. Вітчизняний досвід проєктування архітектурно-планувальних вирішень екологічного житла Західного регіону України.....	48
2.2.1. Енергоефективні котеджі з використанням природних матеріалів.....	50
2.2.2. Реконструкція гуртожитків та багатоквартирних будинків.....	54
2.2.3. Досвід проєктування екологічного житла у Львівській області....	55
2.2.4. Досвід проєктування екологічного житла у Волинській області..	57
2.2.5. Досвід проєктування екологічного житла у Закарпатській області.....	58
2.2.6. Досвід проєктування екологічного житла у Чернівецькій області..	59
2.2.7. Досвід проєктування екологічного житла у Тернопільській області.....	59
Висновки до розділу 2.....	60

Розділ III. Проєктні пропозиції.....	63
3.1. Архітектурно-планувальні вирішення в селі Раковець, Львівський район, Львівської області.....	63
3.2. Архітектурно-конструктивні вирішення в селі Раковець, Львівський район, Львівської області.....	70
3.3. Інженерне забезпечення та екологічні технології для екожитлових комплексів.....	74
Висновки до розділу 3.....	75
РОЗДІЛ IV. Охорона навколишнього середовища.....	77
Загальні висновки та пропозиції.....	82
Список використаних джерел.....	85

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку містобудування та архітектури особливого значення набуває проблема формування екологічно збалансованого житлового середовища, здатного забезпечити комфорт, безпеку та мінімальний вплив на навколишнє середовище. Глобальні виклики, пов'язані зі зміною клімату, виснаженням природних ресурсів, підвищенням енергетичних витрат та деградацією природних ландшафтів, зумовлюють пошук нових підходів до організації житла. У зв'язку з цим, концепція екологічного житла стає ключовим напрямом архітектурної науки та практики, орієнтованим на створення сталих моделей життєвого простору.

Актуальність теми зумовлена тим, що Західний регіон України, який включає Львівську, Волинську, Закарпатську, Івано-Франківську, Чернівецьку та Тернопільську області, має унікальне природно-кліматичне середовище та значний потенціал для впровадження екологічних принципів проєктування. Цей регіон вирізняється великою різноманітністю ландшафтів — від гірських масивів Карпат до рівнинних територій Полісся, що потребує чіткої адаптації архітектурно-планувальних рішень до локальних природних умов. Такі чинники, як підвищена вологість, значні опади, різкі перепади температур, сильні вітрові навантаження та сейсмічні особливості окремих територій, визначають потребу у створенні спеціальних конструктивних, енергетичних та планувальних рішень.

Водночас розвиток екологічного житла в Україні стримується низкою проблем, серед яких — недостатня інтеграція сучасних світових стандартів сталого будівництва у нормативну базу; фрагментарність реалізації екологічних технологій; потреба у підвищенні рівня екологічної культури населення; обмеженість практичного досвіду впровадження систем пасивної енергоефективності, альтернативної енергетики та екологічно чистих матеріалів. У Західному регіоні до цього додаються особливості історичної забудови, цінність природних територій та потреба у збереженні традиційного архітектурного образу.

Екологічне житло у світовому розумінні розглядається як багатокомпонентна система, що включає архітектурно-планувальні рішення, конструктивні, інженерні та технологічні аспекти, а також соціальні, культурні й природні чинники. Наукові дослідження доводять, що екологічність житлового середовища забезпечується комплексом взаємопов'язаних рішень: раціональним використанням території, орієнтацією будівель щодо сонця, застосуванням енергоефективних конструкцій, використанням відновлюваних джерел енергії, впровадженням систем очищення води, «зеленої інфраструктури» та мінімізацією тепловтрат.

У контексті євроінтеграційного курсу України питання розроблення екологічних житлових комплексів набуває стратегічного значення. Вимоги Директив ЄС щодо енергетичної ефективності будівель, збереження біорізноманіття, кліматичної нейтральності та розвитку сталої містобудівної політики визначають нову парадигму формування архітектурного середовища. Все це підкреслює нагальну потребу у вивченні та впровадженні архітектурно-планувальних рішень, які забезпечують створення якісного, комфортного, енергоефективного та екологічного житла.

Метою дипломного проєкту є розроблення та обґрунтування архітектурно-планувальних рішень екологічного житла Західного регіону України з урахуванням природно-кліматичних особливостей, нормативних вимог, світових тенденцій і принципів сталого розвитку.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання** дослідження:

- проаналізувати сучасний стан теоретичного та практичного розвитку екологічного житла в Україні та світі;
- виконати системний огляд наукової, методичної та нормативної літератури, присвяченої архітектурному проєктуванню екологічного житла;
- вивчити зарубіжний досвід застосування екологічних технологій у житловому будівництві та можливість його адаптації до умов України;

- дослідити вітчизняні підходи до архітектурно-планувальної організації екологічного житла Західного регіону;
- сформулювати перелік технічних, архітектурних та конструктивних вимог до екологічного житла відповідно до природних чинників регіону;
- розробити проєктні пропозиції житлового комплексу екологічного спрямування з урахуванням принципів сталого та енергоефективного будівництва.

Об'єктом дослідження є житлові будівлі та житлові комплекси екологічного типу, адаптовані до природних умов Західного регіону України.

Предметом дослідження є архітектурно-планувальні, конструктивні та функціональні рішення, що визначають екологічність житлового середовища та здатність будівель забезпечувати раціональне використання ресурсів.

Методика дослідження передбачає використання комплексу наукових методів, серед яких: системний і порівняльний аналіз, аналітичний огляд літератури, структурно-типологічний аналіз житлової забудови, методи оцінки енергоефективності, графічне моделювання просторових рішень, а також методи архітектурного прогнозування. Особлива увага приділяється аналізу кліматичних параметрів, інсоляційних умов, рельєфу, сейсмічності та екологічного стану територій Західної України.

Таким чином, вступ формує теоретичну та методологічну основу для подальшого дослідження, обґрунтовує актуальність теми та визначає науковий підхід до вирішення архітектурно-планувальних питань екологічного житла регіону.

РОЗДІЛ I

СТАН ПРОБЛЕМИ, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Проблематика екологічного житла у світовій та українській архітектурі розвивається вже понад три десятиліття, однак її інтенсивність та наукова глибина зростають у відповідь на глобальні виклики, пов'язані зі зміною клімату, урбанізацією та виснаженням природних ресурсів. Станом на сьогодні екологічне житло розглядається не лише як напрям будівництва, що мінімізує вплив на довкілля, але й як системний підхід до проєктування, який інтегрує енергоефективність, використання відновлюваних ресурсів, комфорт внутрішнього середовища та гармонійну взаємодію з природним ландшафтом.

1.1. Стан проблеми екологічного житлового будівництва у світі.

За даними численних міжнародних досліджень, будівельна галузь є одним з найбільших споживачів енергії і продуцентів вуглецю у світі. Відповідно до звітів Міжнародного енергетичного агентства (IEA), житлові будівлі споживають у середньому 28–35 % усієї енергії та формують до 40 % загального обсягу викидів CO₂ (табл. 1). Це спричиняє необхідність пошуку архітектурних рішень, які забезпечують зменшення енергоспоживання та мінімалізацію використання невідновлюваних ресурсів.

Енергоспоживання та викиди CO₂ у будівельній галузі

Таблиця 1

Показник	Значення	Джерело
Частка енергоспоживання житлових будівель	28–35 % від загального енергоспоживання	Міжнародне енергетичне агентство (IEA)
Частка викидів CO ₂ , сформованих будівлями	До 40 % глобальних викидів CO ₂	Міжнародне енергетичне агентство (IEA)

Наукова література акцентує увагу на кількох основних принципах екологічного проєктування:

- пасивні енергоощадні технології, зокрема орієнтація на сонце, ефективна теплоізоляція, максимальна інсоляція взимку та затінення влітку;
- використання природних джерел енергії — сонячних батарей, теплових насосів, систем рекуперації;
- зменшення вуглецевого сліду матеріалів, серед яких важливими є дерево, льон, солома, глиняні блоки, матеріали з низькою емісією;
- впровадження подвійних фасадів, зелених дахів, вертикального озеленення;
- раціональна організація планування, що сприяє природній вентиляції, ергономіці та зменшенню тепловтрат.

У наукових працях С. Капура, Дж. Хеммера, М. Штайна та інших дослідників визначено, що архітектура майбутнього повинна враховувати локальні природні умови, включати відновлювані ресурси та базуватися на принципах адаптації будівель до клімату. Європейські країни застосовують стандарти BREEAM, LEED, DGNB, Minergie, які визначають критерії екологічності житла. Значна кількість літературних джерел розкриває досвід Данії, Німеччини, Норвегії та Австрії — країн, де створено широку систему екологічних житлових комплексів.

1.2. Стан розвитку екологічного житла в Україні.

В Україні питання екологічного житлового будівництва розглядається у працях багатьох вітчизняних науковців — О. Кривенка, М. Півня, Л. Самойленко, Ю. Чепелика та ін. Їхні дослідження вказують на те, що становлення екологічного житла в Україні відбувається повільно, проте стабільно. *Основними чинниками, що стримують розвиток цієї галузі, є:*

- недостатня адаптація міжнародних стандартів до українських умов;
- обмежений доступ до сертифікованих екологічних матеріалів;

- відсутність масових державних програм підтримки екобудівництва;
- низький рівень екологічної свідомості населення;
- фінансові обмеження щодо будівництва енергоефективних будинків.

Вітчизняна література також акцентує увагу на необхідності екологічної реконструкції існуючого житлового фонду, який у багатьох містах Західної України зношений та потребує комплексної термомодернізації.

У роботах українських архітекторів виділено специфічні особливості проєктування житла в Західному регіоні:

- підвищена сейсмічність (особливо Закарпаття та Прикарпаття);
- велика кількість опадів та висока вологість;
- виражений континентальний клімат з холодними зимами;
- різкі зміни рельєфу та наявність гірських територій;
- потреба у гармонізації з традиційними історичними стилями.

Ці фактори зумовлюють специфічні вимоги до архітектурних та конструктивних рішень.

1.3. Аналіз літератури щодо архітектурно-планувальних рішень екологічного житла.

Огляд наукової літератури засвідчує, що екологічне житло включає систему підходів, що охоплюють архітектурну, конструктивну, інженерну та ландшафтну складові. Серед використаних джерел можна виділити такі напрями:

А. Архітектурно-планувальні принципи

З праць міжнародних дослідників встановлено, що ефективність екологічного житла визначають такі фактори:

- орієнтація будинку щодо сторін світу для максимального використання сонячної енергії;
- компактність забудови для зменшення тепловтрат;

- раціональне зонування внутрішнього простору;
- використання внутрішніх дворів, природного освітлення та вентиляції;
- інтеграція будівель у ландшафт.

Українські автори підкреслюють, що в Західному регіоні до цього додається врахування рельєфу, органічне включення об'єкта у природне середовище та мінімальне втручання у ландшафт.

Б. Екологічні матеріали

Провідна література з екобудівництва (М. Гоппе, К. Рікель, Л. Блейха) наголошує на важливості застосування:

- деревини місцевих порід;
- солом'яних та глиняних конструкцій;
- матеріалів з низьким вмістом CO₂;
- вторинної сировини.

У Західному регіоні існує значний потенціал для дерево- та соломобудівництва, що підтверджують дослідження українських науковців.

В. Енергоефективність

Літературні джерела акцентують увагу на впровадженні таких систем:

- теплових насосів;
- сонячних панелей;
- систем рекуперації;
- вентиляції з контролем вологості;
- «теплих» фасадів;
- систем акумуляції тепла.

У роботах українських авторів зазначено, що енергоефективність у Західному регіоні має враховувати високі тепловтрати в гірських районах.

Г. Зарубіжний досвід

Найбільш цінними є дані про екологічне житло в: Норвегії (енергонульові будинки), Данії (пасивні квартали), Німеччині (високий

рівень екосертифікації), Австрії (дерев'яне житло великих поверховостей), Японії (сейсмостійке екожитло).

Д. Вітчизняний досвід

В Україні з'являються екожитлові об'єкти у: Львові, Тернополі, Луцьку, Івано-Франківську, Ужгороді.

Однак більшість таких проєктів є поодинокими, експериментальними або реалізуються приватними замовниками.

1.4. Наукові прогалини та необхідність подальших досліджень.

Незважаючи на значний обсяг літератури, низка аспектів екологічного житла Західного регіону України залишається недостатньо вивченою:

- відсутня комплексна класифікація типів екологічного житла в умовах регіону;
- бракує адаптованих методик проєктування з урахуванням місцевих кліматичних, ландшафтних та соціальних чинників;
- недостатньо досліджені можливості поєднання традиційної архітектури регіону з сучасними екологічними технологіями;
- мало інформації щодо економічної ефективності екожитла у порівнянні з традиційним будівництвом;
- відсутні комплексні архітектурно-планувальні моделі для малоповерхової та середньоповерхової забудови екологічного спрямування.

Ці прогалини визначають необхідність проведення комплексного дослідження, яке стане основою для розроблення власних проєктних рішень.

Висновки до розділу 1

У ході аналізу літературних джерел та сучасних досліджень встановлено, що екологічне житло є перспективним, комплексним та багатограним напрямом архітектурної діяльності, який потребує інтеграції світових і вітчизняних підходів. Екологічність житла визначається сукупністю архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних та соціальних рішень, спрямованих на створення здорового та енергоефективного середовища.

Західний регіон України має особливі природно-кліматичні умови, які значною мірою впливають на архітектурні рішення. Література засвідчує, що саме цей регіон має високий потенціал для розвитку екологічного житла, однак наразі існує недостатня кількість комплексних досліджень, адаптованих до його специфіки.

Огляд джерел підтверджує актуальність теми та необхідність поглибленого наукового дослідження, спрямованого на формування ефективних та сучасних архітектурно-планувальних рішень екологічного житла у Західному регіоні України.

РОЗДІЛ II

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ВИРІШЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО ЖИТЛА

Комплексне дослідження екологічного житла передбачає аналіз не окремих прийомів чи інженерних рішень, а реальних об'єктів, у яких простежується взаємодія містобудівної, архітектурно-планувальної, конструктивної та інженерної складових. Зарубіжний досвід формує широку базу прикладів – від індивідуальних енергонуюльових будинків до кварталів пасивного житла та багатоповерхових дерев'яних будівель. Вітчизняний досвід поки що більш скромний, однак містить цінні пілотні проекти термомодернізації та малоповерхових енергоефективних будинків.

Методичні підходи до комплексного аналізу об'єктів:

Для коректного порівняння об'єктів екологічного житла доцільно використовувати єдину систему критеріїв, що охоплює:

1. *Містобудівний контекст:* розміщення в структурі міста чи селища, щільність забудови, транспортна доступність, забезпеченість громадськими просторами й озелененням.

2. *Архітектурно-планувальну структуру:* тип будинку (одноквартирний, блокований, багатоквартирний), конфігурація об'єму, орієнтація фасадів, внутрішнє зонування, гнучкість планувальних рішень.

3. *Конструктивно-матеріальну систему:* тип несучого каркаса, вид огорожувальних конструкцій, використання деревини, CLT-панелей, легких плюс-конструкцій тощо.

4. *Енергоефективні й інженерні рішення:* показники енергоспоживання, теплова ізоляція, системи вентиляції з рекуперацією, застосування відновлюваних джерел енергії, управління мікрокліматом.

5. *Екологічність і житлова якість:* викиди CO₂, використання природних і перероблених матеріалів, якість повітря, інсоляція, акустичний комфорт, соціально-просторова організація (спільні простори, прибудинкова територія).

У межах такого підходу розглянемо характерні об'єкти з арсеналу зарубіжного досвіду, а потім – українські приклади, які можна адаптувати до умов Західного регіону.

2.1. Зарубіжний досвід проєктування архітектурно-планувальних вирішень екологічного житла.

2.1.1. Норвегія – енергонульові «плюс-будинки» (ZEB Pilot House, Ларвік) – енергонульові «плюс-будинки» (ZEB Pilot House, Ларвік) – це експериментальний приватний будинок, спроектований як об'єкт із позитивним енергетичним балансом. Впродовж року він генерує більше енергії, ніж споживає, завдяки вдалому поєднанню архітектурних рішень та сучасних інженерних систем (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Норвегія – енергонульові «плюс-будинки» (ZEB Pilot House, Ларвік). Фото: Паал-Андре Швіталь [25]

Типології	Житловий, Сталий розвиток
Статус	Завершено
Розташування	Ларвік, Норвегія
Клієнт	Optimera та Brødrene Dahl (Saint Gobain)
Розмір	200 м ²

Plus House Larvik – це демонстраційний проєкт інноваційного сімейного будинку. Завдяки продуманому поєднанню архітектурних рішень та сучасних технологій він повністю покриває власні житлові та енергетичні потреби, а також виробляє достатню кількість надлишкової енергії, щоб забезпечити роботу електромобіля протягом усього року.

Проєкт реалізований у співпраці архітектурно-дизайнерської студії Snøhetta, провідної скандинавської дослідницької організації SINTEF, а також партнерів програми Zero Emission Building (ZEB) - компаній Brødrene Dahl та Optimera. Хоча опис стосується окремого житлового будинку, першочергова мета споруди — служити демонстраційною платформою для навчання та досліджень.

Архітектурні особливості споруди включають характерний нахил будинку на південний схід і нахилу даху, вкритий сонячними панелями та колекторами. Разом з використанням геотермальної енергії, отриманої з підземних енергетичних свердловин, ці системи повністю забезпечують будинок необхідною енергією (рис. 2.2).





Рис. 2.2. ZEB Pilot House, Ларвік.

Фото: Паал-Андре Швіталь, Брюс Дамонте [26]

У проєкті особливу увагу приділено збереженню домашнього комфорту за рахунок тонких, не кількісних характеристик. Емоційний затишок та відчуття благополуччя були такими ж важливими для авторів, як і показники енергоефективності.

Пасивне опалення та охолодження. Одним із ключових завдань стало формування теплої, приємної атмосфери всередині. Центральний атриум з каміном, меблями та оточенням із дров і цегли створює настрій «сучасної хатини», поєднуючи традиційний затишок із високими технологіями.

Природне освітлення, відкриті краєвиди та тісний зв'язок з ландшафтом узгоджені з вимогами до герметичності стін та вікон. Системи опалення та охолодження працюють пасивно завдяки продуманому розташуванню скляних поверхонь, формі будови та її просторовій організації. Матеріали підбиралися з огляду на їх теплотехнічні властивості, рівень втленої енергії, здатність забезпечувати здоровий мікроклімат, якість повітря та привабливий вигляд (рис. 2.3).

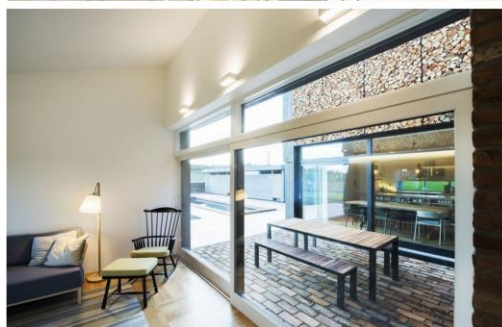


Рис. 2.3. ZEB Pilot House, Ларвік. Інтер'єр. Фото: Паал-Андре Швіталь [27]

Мінімум 100% компенсація викидів CO_2 , щоб відповідати стандарту ZEB-OM. Це означає необхідність докладного документування та підтвердження повного покриття всіх вуглецевих викидів. Генерація відновлюваної енергії за допомогою фотоелектричних та сонячно-термічних панелей, інтегрованих у конструкцію будівлі, дає змогу компенсувати CO_2 ,

що утворюється через спалювання викопного палива на електростанціях. Така компенсація також сприяє зменшенню викидів інших парникових газів.

Увага до вуглецевого сліду, пов'язаного з використанням будівельних матеріалів, відкриває новий напрям розвитку у прагненні до сталості у будівельній сфері. Високі екологічні вимоги змінюють самі підходи до проектування: впроваджуються нові методики, активізується міждисциплінарна співпраця, а стандарти документування стають суворішими, ніж будь-коли. Особливо важливим є ретельний підбір матеріалів на ранніх стадіях проекту, що стимулює інноваційні процеси та глибшу інтеграцію фахівців із різних галузей (рис. 2.4).

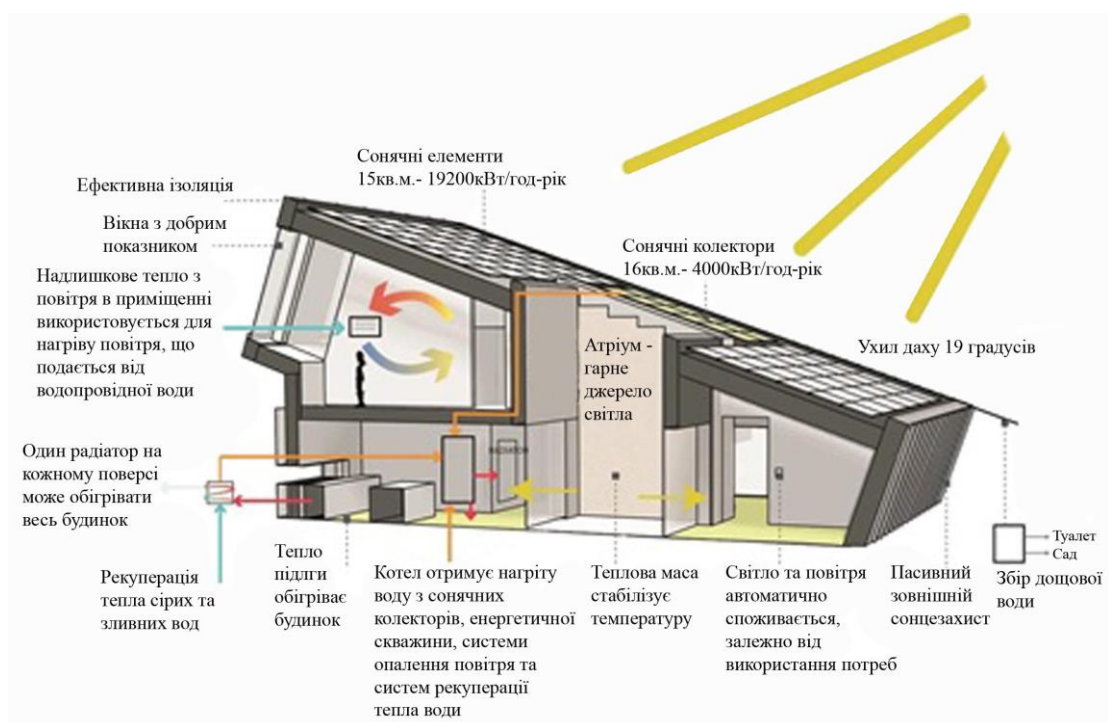


Рис. 2.4. 100% компенсація викидів CO₂

Об'єм будівлі вирізняється асиметричним дахом із виразним нахилом на південь, де розміщено фотоелектричні та сонячно-теплові панелі. Інженерні системи інтегровані безпосередньо в конструкції даху та фасаду, завдяки чому енергетична інфраструктура стає органічною частиною архітектури.

Планувальні рішення спрямовані на максимальне надходження сонячного світла в зимовий період та запобігання перегріву влітку — цьому сприяють великі виноси покрівлі, тераси та сонцезахисні елементи.

У будівництві застосовані матеріали з мінімальним вуглецевим слідом: деревина, високоефективні теплоізоляційні матеріали та компоненти з переробленої сировини (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Пілотний будинок ZEB від Snøhetta: похилий фасад [20]

Snøhetta — це архітектурна студія, що об'єднує талановитих архітекторів, ландшафтних та графічних дизайнерів. Основний офіс розташований в Осло (Норвегія), а додаткові студії працюють у кількох країнах світу. Для реалізації цього проекту Snøhetta співпрацювала з найбільшою незалежною науково-дослідною організацією Скандинавії — SINTEF, а також з компаніями, що спеціалізуються на будівлях із нульовими викидами, зокрема Optimera. Разом вони створили мультикомфортний будинок ZEB — пілотну споруду з нульовим рівнем викидів, яка виробляє більше енергії, ніж споживає, забезпечуючи надлишок, достатній для щорічної роботи електромобіля.

Цей екологічно орієнтований проєкт отримав премію Європейського Союзу з сучасної архітектури – нагороду Misa van der Pae 2015 року.

Архітектурна концепція Snøhetta передбачає металевий об'єм, зорієнтований на південний схід, із внутрішнім атриумом у вигляді інтегрованої порожнини. Будинок має характерний схил у бік південного сходу. На подвір'ї розташований невеликий сад для вирощування фруктів та овочів, сімейний відкритий басейн та атриум із каміном.

На першому поверсі розміщено кухню та гостину, а на верхніх рівнях – спальню; туди ведуть підсвічені сходи. Великі зовні ребра створюють затінення для вікон верхнього поверху. Дизайнери свідомо відмовилися від жалюзі та інших традиційних сонцезахисних систем, оскільки вони заважають максимальному доступу до природного світла.

Цей приклад демонструє, що форма будинку та організація простору повністю підпорядковані енергетичній концепції, а не навпаки. Для Західного регіону України це особливо показово, адже поєднує енергоефективність, виразну архітектуру та адаптацію до складного рельєфу місцевості.

2.1.2. Данія – пасивні житлові квартали.

Данія є одним із провідних світових прикладів у сфері пасивного та малоенергетичного житла: значна частина нових житлових проєктів тут проєктується відповідно до стандартів пасивного будинку або максимально наближених до них.

У країні сформувалася широка практика зведення пасивних будинків та житлових кварталів, де основним орієнтиром виступає стандарт Passivhaus. Він дозволяє скоротити потребу в опаленні до 15 кВт·год/м² на рік — це на 80–90% менше, ніж у традиційних будівлях. Таких показників досягають завдяки надзвичайній герметичності конструкцій, якісній теплоізоляції та використанню енергоощадних систем.

У будівництві рекомендується застосовувати екологічні матеріали — бамбук, вторинне дерево, перероблений бетон. Вони зменшують вплив на довкілля та покращують якість повітря у приміщеннях.

Данія також демонструє лідерство у впровадженні «розумних» технологій у житловому секторі: інтелектуальні лічильники, автоматизоване освітлення та опалення допомагають оптимізувати споживання енергії, зменшувати витрати на комунальні послуги та скорочувати викиди CO₂.

Багато нових будівель оснащують системами збирання дощової води для технічних потреб — поливу зелених насаджень чи змивання санітарних приладів. Це зменшує навантаження на міські водні мережі та сприяє ощадливому використанню води.

Активне використання зелених дахів та вертикальних садів дає змогу покращувати мікроклімат, регулювати стік дощової води, знижувати температуру у міській середовищі та підвищувати якість повітря. Копенгаген є одним із найуспішніших міст у впровадженні таких рішень, поєднуючи екологічність та візуальну привабливість.

Завдяки такому підходу Данія формує високі стандарти сталого житла та задає орієнтир для майбутніх міських проєктів.

На прикладі багатоквартирної забудови, зокрема соціальних проєктів у Копенгагені, Орхусі та Ольборзі, можна виокремити такі ключові особливості:

- компактна щільна забудова з мінімальною площею огорожувальних конструкцій щодо об'єму, що зменшує теплові втрати;
- орієнтація житлових приміщень на південь або південний захід, тоді як технічні зони та комунікаційні ядра розташовуються з північного боку;
- високоефективна ізоляція стін, дахів та підлог, використання потрібного скління та створення герметичного контуру будівлі;
- вентиляційні системи з рекуперацією тепла та можливістю нічного охолодження влітку;

- інтеграція спільних зелених просторів — внутрішніх дворів, садів на крышах, дитячих майданчиків та зон для велосипедного транспорту.

Hjortshøj Økolandsby Aarhus (еко-селище поблизу Орхуса) — це кооперативна житлова спільнота, збудована з використанням екологічних матеріалів та орієнтована на активне формування спільних просторів (рис. 2.6). Поселення розташоване за 15 км на північний схід від Орхуса, на підвищенні над затокою. Еко-село започаткували у 1986 році, а перші мешканці оселилися там у 1992-му.

Його метою було і залишається створення місцевої громади з природною соціальною згуртованістю, яка водночас слугує майданчиком для випробування нових екологічних підходів та форм соціальної організації, що здатні вдихати ширше суспільство. Нині в еко-селищі проживають близько 300 мешканців, об'єднаних у вісім житлових груп.



Рис 2.6. Екопоселення Hjortshøj (село Хйортсхой, Орхус. Данія)

Будівлі. Житлові будинки комплексу зводяться з урахуванням принципів екологічної стійкості та використання природних, маловуглецевих матеріалів. У конструкціях застосовують утрамбовану глину, земляні блоки, деревину, целюлозну ізоляцію, сонячні колектори, печі тривалого горіння, а також оздоблення на основі лляної олії та інших натуральних компонентів. У поселенні сформовано п'ять груп спільного проживання, а ще дві перебувають на етапі планування. Кожна група об'єднує від 10 до 20 сімей,

проживання яких організовано у двоповерхових індивідуальних або рядних будинках. Для забезпечення соціальної взаємодії функціонують чотири спільні будівлі, призначені для зустрічей мешканців, а також окремі об'єкти — виставковий центр та адміністративна споруда.

Транспорт. У структурі поселення пріоритет віддано екологічним видам пересування. Основна мета — зменшення частки приватних автомобілів та збільшення числа мешканців, які користуються велосипедами. Для зниження транспортного навантаження жителі можуть долучатися до місцевої системи каршерінгу, що дає можливість спільного використання автомобілів.

Відходи та вода. У поселенні впроваджено низку рішень для сталого поводження з ресурсами:

- функціонує енергетична асоціація, яка забезпечує постачання гарячої води від котельні, що працює на деревних пелетах та трісці;
- застосовуються роздільні або компостні туалети;
- отримані органічні відходи компостуються та використовуються як добриво на плантаціях енергетичної верби;
- дощова вода збирається та використовується, зокрема, у пральних машинах;
- частина сірої води відводиться на спеціальні ділянки з енергетичною вербою, де вона природним чином випаровується та поглинається рослинами.

Спосіб життя та споживання. АіН демонструє модель цілісного, збалансованого способу життя, що охоплює екологічні, економічні та соціальні аспекти сталого розвитку. Принципи екожиття проявляються в повсякденних практиках громади, серед яких:

- ведення органічного сільського господарства за участю свійських тварин (курей, корів, кіз);
- можливість долучитися до груп із вирощування органічних овочів;
- організація спільних вечерь тричі на тиждень (за бажанням мешканців);

- регулярні громадські події, спортивні заняття та інші активності;
- культурні заходи — музичні виступи, танці, оповідання;
- комерційний екопроект «Еко-зелений Міхельса», який займається вирощуванням органічних овочів і виробництвом екологічного морозива;
- діяльність із підтримання біорізноманіття, зокрема відновлення озера у 2001 році [17].

Міський розвиток Ерестаду Ørestad (район у м. Copenhagen)

Розташований у місті Копенгаген, район Ерестад є одним із найяскравіших прикладів сучасного урбаністичного розвитку, у якому поєднані високоефективні житлові рішення, розвинена зелена інфраструктура та якісно організовані громадські простори. Цю територію вирізняють енергоощадні будівлі, значні площі зелених насаджень та ефективна система громадського транспорту, що стимулює мешканців віддавати перевагу альтернативним екологічним засобам пересування.



Рис. 2.7. Міський розвиток Ерестаду UN17 Village

У столиці Данії планується виділити ділянку площею близько 35 тис. м² для створення еко-поселення, яке буде зведене із застосуванням повторно використаних матеріалів, зокрема бетону, деревини та скла. Проєкт передбачає формування сталого житлового середовища з мінімальним впливом на довкілля та використанням принципів кругової економіки.(рис.2.7).

Проєкт еко-поселення передбачає створення близько 400 житлових одиниць, сформованих з модульних будинків. Кожен модуль буде оснащений зеленим дахом та системою збору дощової води, здатною акумулювати до 1,5 млн літрів води на рік (рис. 2.8). Енергозабезпечення комплексу ґрунтуватиметься виключно на геотермальних та сонячних джерелах, що забезпечить його майже повну енергетичну автономність.



Рис. 2.8. Приклади еко-поселень з перероблених матеріалів. Будівлі використовуватимуть виключно геотермальну та сонячну енергію.

Громадські простори комплексу проєктуються відкритими не лише для мешканців поселення, а й для всіх жителів Ерестаду, що сприятиме зменшенню соціальної нерівності та формуванню інклюзивного міського

середовища. У структурі поселення передбачено конференц-центр, ресторан, тепличні господарства та приміщення для фуд-шерингу. Останні спрямовані на заохочення мешканців до вирощування власних продуктів та обміну надлишками замість їх утилізації.

UN17 Village позиціонується як перший у світі будівельний проєкт, що реалізує всі 17 Цілей сталого розвитку ООН, ухвалених на саміті у 2015 році. Архітектори підкреслюють, що дана модель екологічного поселення може стати еталонним прикладом для подальших глобальних ініціатив у сфері сталого будівництва [19].

Група компаній **Bjarke Ingels Group (BIG)** [6] завершила реалізацію житлового комплексу в Копенгагені, призначеного для забезпечення *доступним житлом малозабезпечених мешканців міста*. Будівля, що отримала назву за своєю адресою в північно-західному районі столиці, *Dortheavej*, формує плавну, вигнуту лінію серед міського середовища, де переважають автомайстерні та промислові споруди середини ХХ століття. Проєкт органічно інтегрується у характеристичну структуру району, водночас формуючи нову якість житлового простору.

Основні дані про проєкт:

Назва:	Dortheavej
Дата введення в експлуатацію:	14 серпня 2018 року
Функціональне призначення:	житлова забудова
Статус:	реалізовано
Площа:	6 800 м ² / 73 195 м ³
Тип:	об'єкт за замовленням
Замовник:	Lejerbo
Партнери:	Міністерство освіти Данії
Місцезнаходження:	Копенгаген, Данія
Нагороди: Премія Датської асоціації архітекторів «Лілле-Арне», 2018	

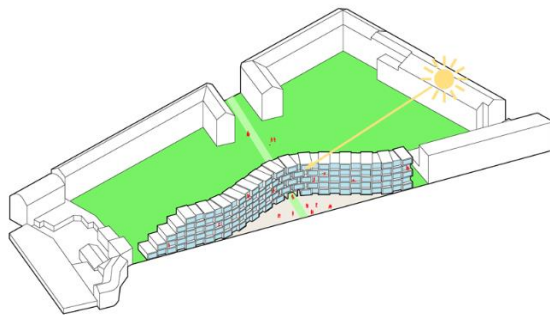


Рис.2.9. Резиденція у Копенгагені для малозабезпечених громадян з дерев'яною обшивкою [6]

П'ятиповерховий житловий комплекс налічує 66 просторих квартир, кожна з яких має висоту стелі близько 3,5 м та обладнана відкритою терасою. Згідно з технічним завданням, проєкт мав на меті забезпечити місто необхідним доступним житлом та створити якісний громадський простір, водночас зберігши існуючі пішохідні проходи та не порушивши структуру прилеглого зеленого двору.

Архітектурна концепція передбачає формування «пористої стіни», у якій об'єм будівлі плавно вигинається в центральній частині. Такий прийом дозволяє сформувати відкриту громадську площу з південного боку та затишний зелений внутрішній двір — із північного. На рівні першого поверху будівля має наскрізні проходи, що забезпечують вільний рух мешканців і відвідувачів до внутрішнього простору, роблячи його частиною загальнономіського простору (рис.2.9).

2.1.3. Німеччина: високий рівень екосертифікації та Passivhaus.

Німеччина є країною, де зародився стандарт Passivhaus і де широко застосовуються різні системи «зелених» сертифікацій будівель (DGNB, тощо) рис.2.10.

Дослідження реальних пасивних поселень (Ганновер-Кронсберг, Штутгарт-Фойербак) показали, що фактичне споживання тепла становить близько 12–15 кВт·год/м²·рік, що у 4–5 разів менше, ніж у «низькоенергійних» будинках, і ще більше – порівняно зі звичайним житлом.

Для комплексного аналізу цих об'єктів важливі такі аспекти:

- Стандартизовані вимоги до енергоефективності, якості повітря, інсоляції й акустичного комфорту, товста теплоізоляція, мінімальні теплові мости, герметичність, контрольована вентиляція.
- Використання енергомодельовання на стадії проєктування – будівлі оптимізують за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
- Пілотні поселення пасивних будинків (Wiesbaden, Freiburg тощо), де проведено довгостроковий моніторинг енергоспоживання: споживання тепла в пасивних поселеннях на 80 % нижче, ніж у звичайних «низькоенергетичних» кварталах.
- Широке впровадження «зелених дахів» та фасадів, систем збору дощової води, локального очищення стічних вод.

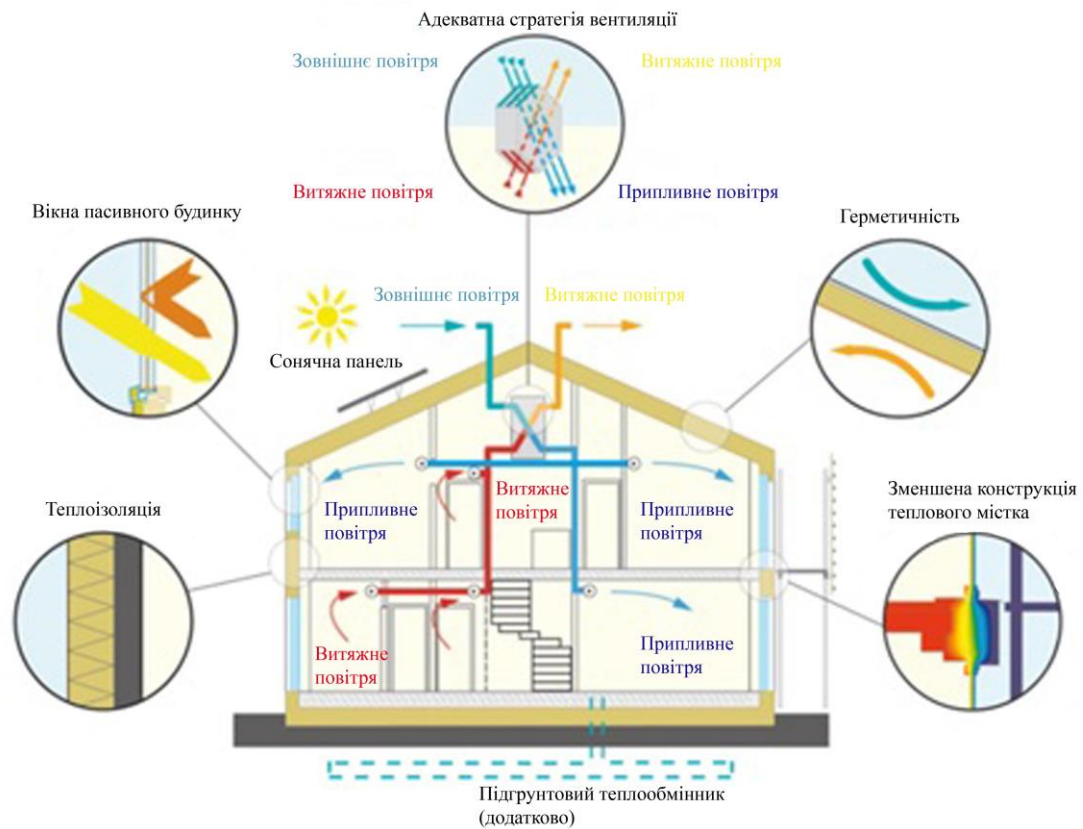


Рис. 2.10. Пасивхаус – це передовий низькоенергетичний стандарт будівництва будівель

Типовий образ німецького пасивного житла:

- прості, раціональні об'єми;
- однорідна теплоізоляційна оболонка;
- великі віконні площі на південних фасадах;
- мінімалізм у декоративних елементах, акцент на функції та довговічності.

Kronsberg, Hannover Passive House Estate (Ганновер, Німеччина)
міський квартал у місті Hannover (Нижня Саксонія, Німеччина), район Кронсберг (рис.2.11). Проєкт реалізований в рамках дослідницької програми CEPHEUS («Cost Efficient Passive Houses as European Standards») при фінансуванні зі сторони Європейської Комісії.

Суть створення житлових будинків за стандартом пасивного будинку (низьке енергоспоживання), доказ їх життєздатності, комфорту та економічної ефективності.



Рис. 2.11. Загальний вид з півдня та півночі на ряди пасивних будинків у Ганновер-Кронсберзі

Конструктивний опис – типи будинків, планування, оболонка будівлі (стіни, дах, підлога), утеплення, герметичність (рис.2.2, табл. 1).

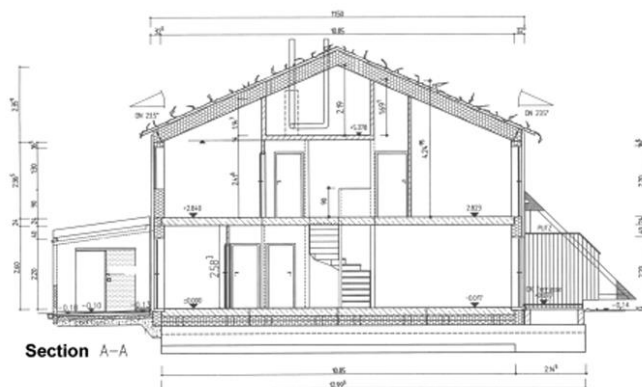
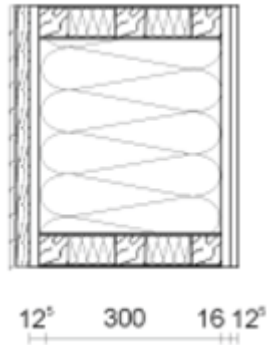
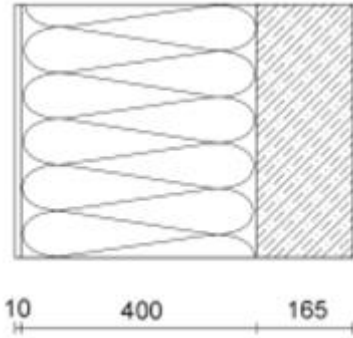
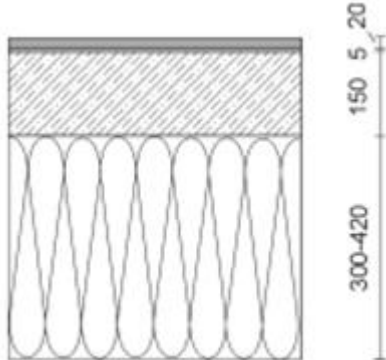


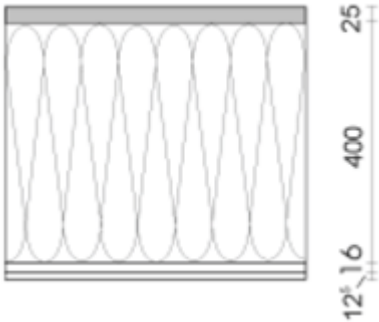
Рис.2.12. Повздовжній розріз терасованого пасивного будинку Kronsberg

Конструктивних рішень (пасивні будинки Hannover-Kronsberg)

Таблиця 1

Конструкція	Опис конструктивних шарів	Теплотехнічний показник	Ескіз
Зовнішня	-Збірний легкий	$U = 0,126$	Ескіз дерев'яної стіни

стіна (південний та північний фасади)	дерев'яний елемент -Гіпсокартон -Деревостружкова плита -Мінераловатний утеплювач/коробчас ті дерев'яні балки -Деревостружкова плита -Вентильований фасад з дошок	Вт/(м²·К)	(легкий каркас+утеплювач) 
Зовнішня стіна (щипець / торцевий фасад)	-Збірний бетонний елемент (165 мм) -Теплоізоляційна система з твердого пінополістиролу (EPS) 400 мм -Зовнішня штукатурка	U = 0,097 Вт/(м²·К)	Ескіз: бетонна панель+утеплювач EPS 
Підлогова плита (перекриття по ґрунту)	-Дерев'яне покриття -Амортизаційна РЕ- піна (5 мм) -Бетонна плита (150 мм) - Утеплення 300 мм (середній ряд) або 420 мм (торцевий ряд)	- Середні будинки: U = 0,125 Вт/(м²·К) - Кінцеві будинки: U = 0,091 Вт/(м²·К)	Ескіз: підлога з бетонною плитою+товсте утеплення 

Покрівельна система (зелений дах)	-Гіпсокартон	12,5 мм	$U = 0,095$ $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	
	-Деревостружкова плита	19 мм		
	-Мінеральна вата	400 мм (в кроквах)		
	-Деревостружкова плита	25 мм		
	-Гідроізоляція			
	-Шар зеленого даху (грунт+рослинність)			

Інженерні концепції – системи вентиляції з рекуперацією, опалення, гаряча вода, електропостачання.

Моніторинг і вимірювання – установка датчиків, підрахунок споживання тепла, електроенергії, гарячої води, аналіз мікроклімату, температури поверхонь, комфортних умов (табл. 2, рис.2.13).

Дані про розрахункову площу підлоги (Treated Floor Area) для пасивних будинків Кронсберга

Таблиця 2

Об'єкт	Опалювана житлова площа за німецьким стандартом II. BVO (м^2)	Розрахункова площа підлоги TFA за методом, прийнятим в ЄС (м^2)	Референтна площа підлоги за Німецьким стандартом теплоізоляції 1995 року та EnEV (м^2)
Jangster de Lûx MH	118,3	119,5	153,3
Jangster de Lûx EH	118,3	119,5	164,3

Jangster	97,3	96,8	128,7
„123“	79,0	75,1	99,2

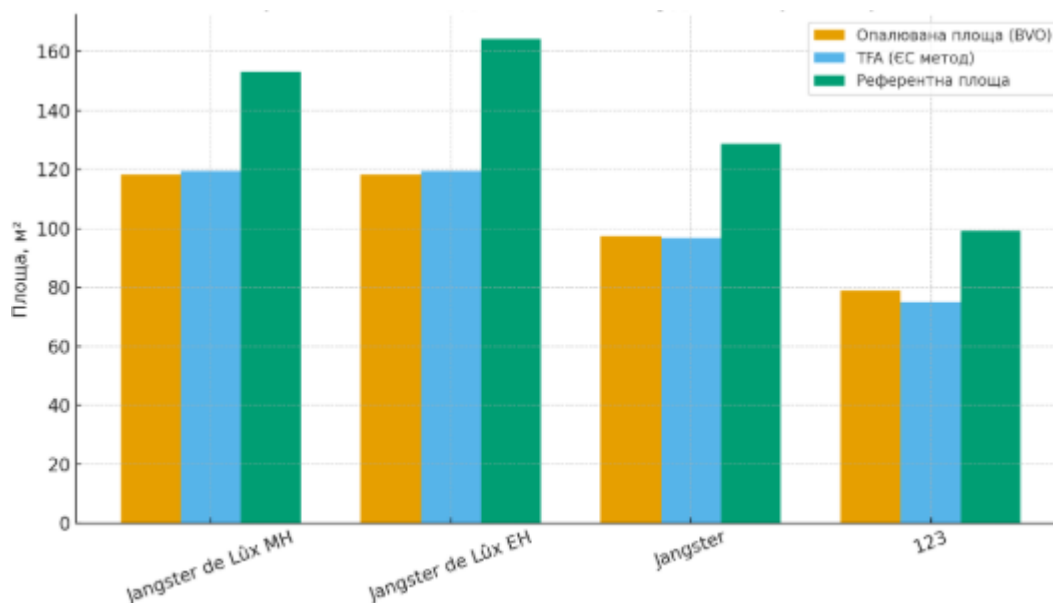


Рис. 2.13. Порівняння площ пасивних будинків Кронсберга

Енергетичний аналіз – споживання корисної енергії, фінальна енергія, первинна енергія, порівняння з нормативами (табл.3).

Енергоспоживання – приклади

Таблиця 3

Показник	Значення
Споживання корисної енергії (опалення)	$< 15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$.
Фінальне енергоспоживання	$\approx 34,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$ (опалення + гаряча вода).
Первинна енергія	$\approx 26,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$ (теплопостачання + гаряча вода).
Зниження первинної енергії vs норматив	Понад 4 рази нижче нормативу.

Економічний аналіз – додаткові інвестиції, окупність, порівняння із стандартним житлом (рис. 2.14 – 2.15).

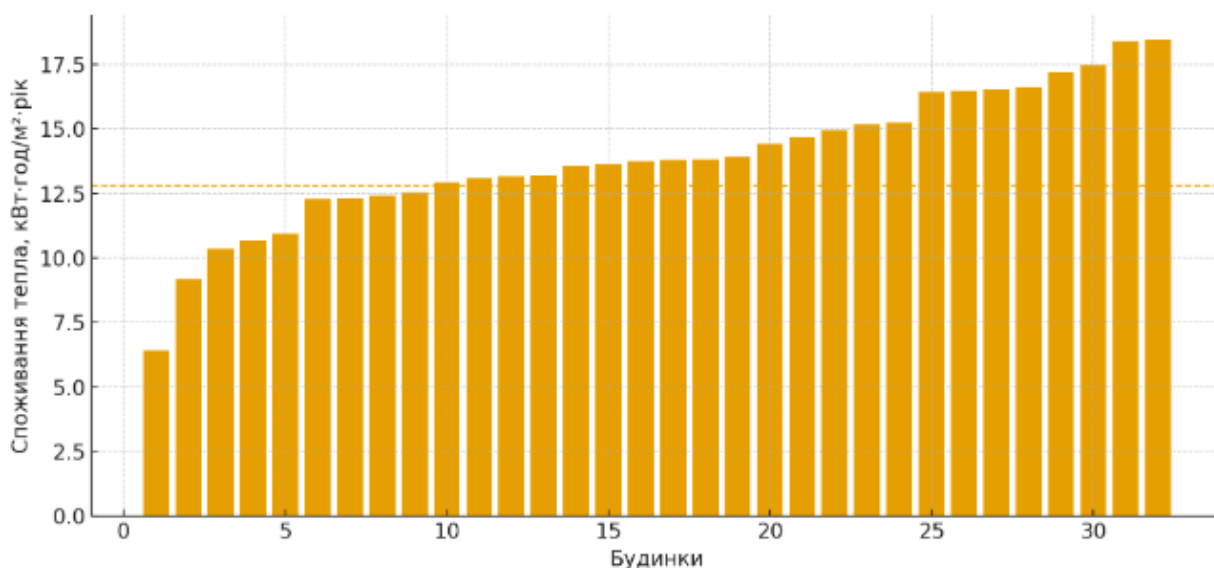


Рис. 2.14. Питоме річне споживання тепла – 32 пасивні будинки

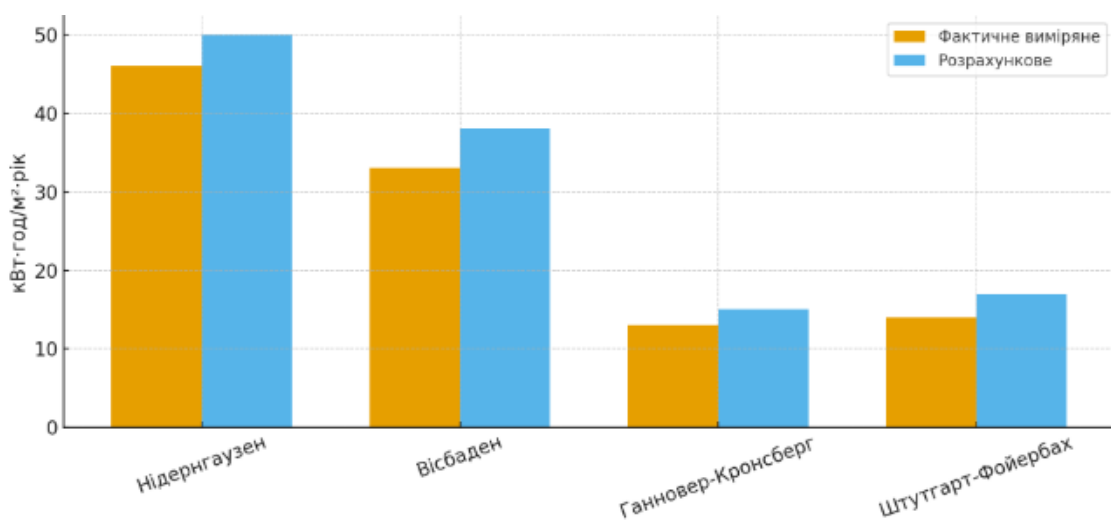


Рис. 2.15. Порівняння споживання тепла у різних 4 пасивних поселеннях.

Архітектурно-конструктивні рішення.

Оболонка будівлі - дуже товста ізоляція, високоякісні вікна з U-значенням $\sim 0,83 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Мінімальні тепловтрати через «містки холоду» (теплові мости). Детально проаналізовано Ψ -коефіцієнти вузлів. Будинки будувалися з контролем герметичності оболонки (тести на уповітрювання).

Будинки ряди з хорошою орієнтацією – житлові зони на південь, технічні – на північ.

Інженерні системи. У кожному будинку незалежна вентиляція, високоефективний теплообмінник. Система опалення майже через вентиляційну систему (постнагрівання повітря) + невеликий радіатор у ванній. Гаряча вода чітко спроектована система з накопиченням, мінімальними втратами.

Етапи переходу від норми 1995 року до стандарту пасивного будинку
рис. 2.16:

- етапність заходів (фасади → стіни → дах → підлога → вікна → рекуперація);
- як кожен елемент знижує потребу в теплі;
- фінальне зменшення до ≈ 2500 кВт·год/м²·рік (стандарт пасивного будинку).

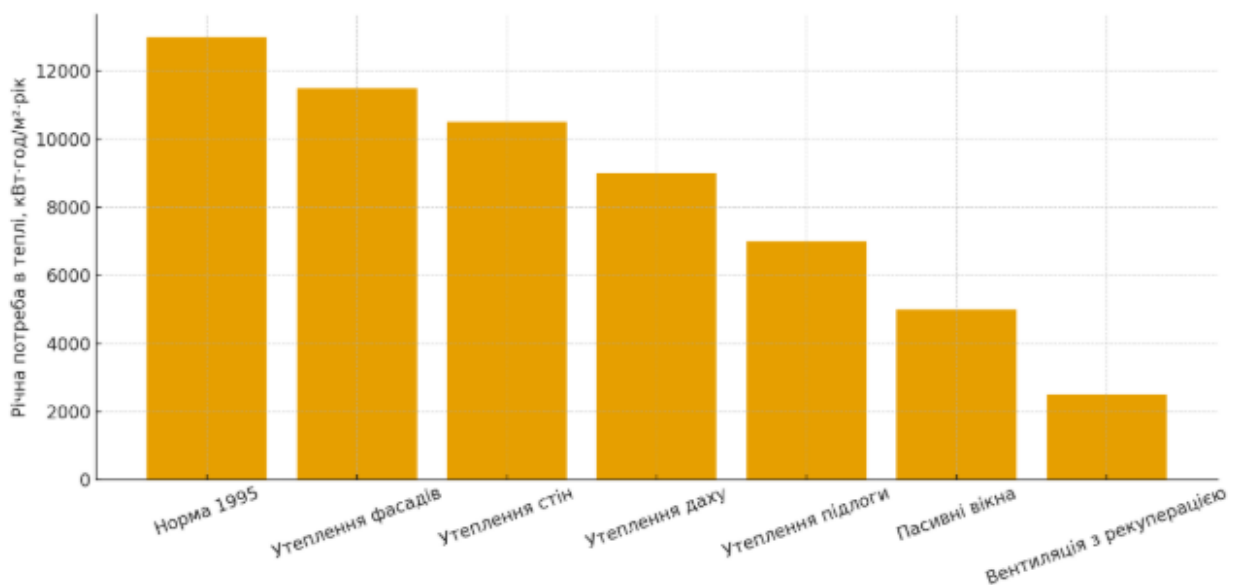


Рис. 2.16. Кроки до стандарту пасивного будинку

Підсумок дослідження [16].

1. Будинки показали високий рівень комфорту: середня зимова температура в приміщеннях ~ 21 °С, дуже рідко температура > 25 °С влітку.

2. Енергоефективність підтверджена вимірюваннями: дуже низьке споживання, невелика варіація між мешканцями.
3. Економічно обґрунтовано: додаткові витрати були не надмірні, житло продавалося за цінами, порівнянними з аналогів.
4. Доведено: така модель житла технічно й економічно життєздатна.

Feuerbach, Stuttgart (Штутгарт-Фойєрбах, Німеччина) – планування технологічного центру з виробництвом, майстернями, лабораторними приміщеннями та офісом [1].

Поблизу центральної частини району Фойєрбах у місті Штутгарт, на перехресті вулиць Сіменсштрассе та Крупшштрассе (рис. 2.17), поруч із залізничною станцією, реалізується проєкт інноваційної багатоквартирної будівлі. Об'єкт вирізняється гнучкою планувальною структурою, яка може адаптуватися до потреб широкого спектра орендарів. У межах комплексу передбачено створення сучасних робочих середовищ, що поєднуюватимуть дослідницькі, інженерні, виробничі та офісні функції, формуючи багатофункціональний простір нового покоління.

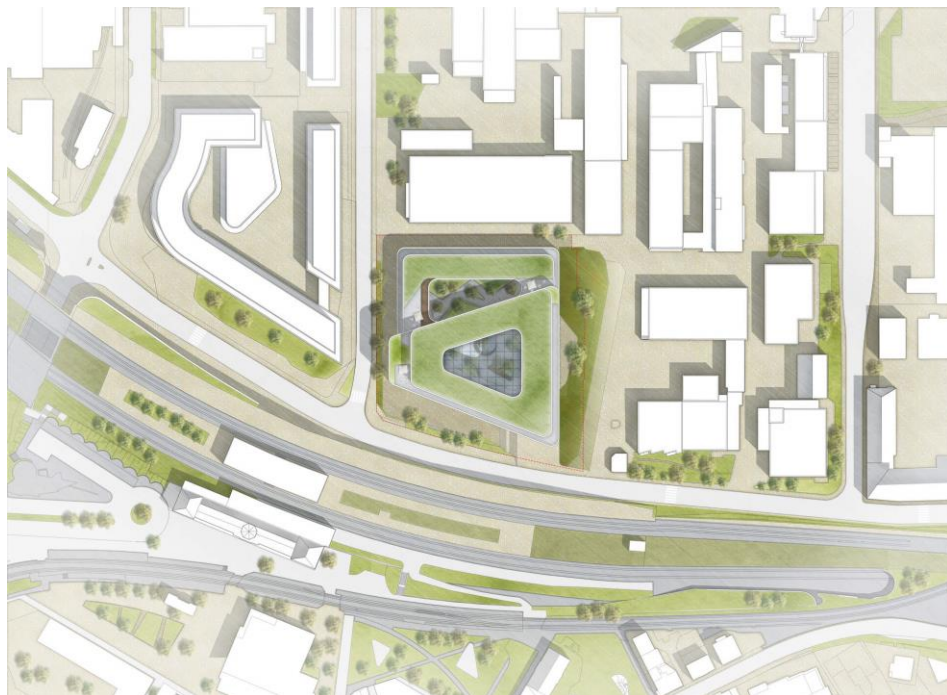


Рис. 2.17. Планування у центральній частині району Фойєрбах у Штутгарті, на розі вулиць Сіменсштрассе та Крупшштрассе

Містобудівні умови вздовж вулиць Сіменсштрассе та Круппштрассе формуються відповідно до периметральної блокової структури, яка послідовно розвивається завдяки диференційованому характеру забудови. Новий об'єкт продовжує лінію існуючих карнизних відміток та забудови сусідньої будівлі з північного боку, забезпечуючи архітектурну узгодженість із навколишнім середовищем.



Рис. 2.18. Технологічний центр Штутгарт-Фойербах облаштований сонячними панелями по даху

Проектована будівля зорієнтована на південь та схід, дотримуючись установлених меж земельних ділянок та нормативних відстаней до суміжних територій. У межах перехрестя Сіменсштрассе / Круппштрассе об'єм будівлі спеціально відступлений від червоних ліній, що дозволяє сформувати достатній передфасадний простір, покращити композиційне сприйняття входів та водночас відповідати вимогам нового містобудівного планування та профілю вулиці.

Завдяки поділу загального об'єму та акцентуванню кутового фрагмента підкреслюється вхідна зона кварталу на розі зазначених вулиць, утворюючи гармонійний міський акцент, співмірний із масштабом сусідньої забудови. Нова будівля також логічно продовжує формування сучасної міської структури, яка вже розпочалася навколо транспортного вузла залізничної станції Фойєрбах (рис. 2.18).

Кампус Фойєрбах у місті Штутгарт (Німеччина) є проєктом-переможцем конкурсу на створення сучасного освітнього комплексу (рис. 2.19), у якому нові об'єкти гармонійно інтегруються в існуючу міську тканину. Система відкритих просторів і послідовно організованих громадських зон формує привабливий просторовий зв'язок кампусу з навколишньою забудовою, що забезпечує переваги як для функціонування навчального закладу, так і для розвитку міського середовища [33].



Рис. 2.19. Кампус Фейєрбах

Проект, розроблений у співпраці з Günter Hermann Architekten та w+p Landschaften, передбачає реконструкцію історичної будівлі гімназії Лейбніца (зведеної архітектором Паулем Бонацем у 1911 році), а також спорудження кількох нових навчальних корпусів і спортивного залу. Відмовляючись від застарілого підходу, що передбачав створення окремих розрізнених будівель, нова концепція формує цілісну кампусну структуру, яка підсилює міський характер території та збагачує публічний простір району.

У межах проекту було переосмислено систему внутрішніх та зовнішніх просторів: вони адаптовані до потреб сучасної освіти та сприяють використанню різноманітних форм навчання. Оновлені майданчики та приміщення відкриті також для широкої громадськості — як упродовж дня, так і за межами навчального часу, що підсилює роль кампусу як важливого суспільного осередку (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Запропонований план міського простору для мікрорайону
Фейєрбах

У центральній частині кампусу розташована будівля Форуму — своєрідне «серце» всього комплексу, де функціонують заклади харчування й культурні простори, що створюють широкі можливості для комунікації студентів, педагогів та відвідувачів. Завдяки панорамному заскленню активність, що відбувається всередині, добре проглядається з вулиці, формуючи відкрите, динамічне та дружнє міське середовище. Прагнення до прозорості підкреслюється великими світловими прорізами, а відкриті елементи інженерних та несучих систем стають важливою частиною архітектурного образу, виконуючи також естетичну функцію.

Основною ідеєю проєктування є забезпечення максимальної доступності та рівноцінності всіх фасадів будівлі. Жоден з боків не має ієрархії — усі входи однаково акцентовані й привабливі, що символізує відкритість та демократичність простору. Завершальним елементом є експлуатована тераса на даху, яка слугує додатковим місцем для навчання, спілкування або відпочинку студентів.

Кампус розташований у зоні з високою історичною та культурною цінністю, що зумовило необхідність уважного ставлення до проєктування нових будівель поряд із тими, які мають охоронний статус. Тому проєкт спрямований на створення чутливої взаємодії між новою та історичною архітектурою, доповненої продуманими транзитними та рекреаційними просторами, які гармонізують увесь ансамбль.

Колишня система окремо розташованих будівель із фрагментарними функціями та невизначеними просторами трансформується у структурований, інтегрований освітній кампус. Гнучкі та ефективні планувальні схеми нових споруд забезпечують можливість адаптації до майбутніх потреб. У підсумку кампус Фойєрбах має стати натхненним багатофункціональним середовищем, що сприятиме розвитку освіти, співпраці та соціальної взаємодії протягом багатьох поколінь.

2.1.4. Австрія: дерев'яне житло великих поверховостей.

НоНо Vienna, розташований у віденському районі Асперн [28], є одним із найвідоміших дерев'яних висотних будинків у світі. Його висота становить приблизно 84 метри, а кількість поверхів сягає 24 (рис.2.21).



Рис.2.21. НоНо Vienna, 84-метровий дерев'яний хмарочос поєднує інновації та сталий розвиток

Споруда виконана як гібридна конструкція, що поєднує деревину (зокрема клеєний та перехрестно-клеєний брус — GLT і CLT) із залізобетоном. Будівля вважається показовим прикладом сталого будівництва: використання деревини суттєво зменшує вуглецевий слід, прискорює монтаж елементів (близько 1,5 тижні) та знижує навантаження на фундамент.

НоНо Vienna поєднує різні функції: тут розміщені офіси, житлові приміщення, готель, фітнес-зона, салон краси та кілька медичних сервісів, що забезпечує зручність та комплексність використання для орендарів та гостей.

Будівельний ансамбль складається з двох споруд, спільних підземним переходом: головної вежі НоНо та сусідньої НоНо Next.

Дерев'яна конструкція будівлі забезпечила скорочення приблизно 2800 тонн CO₂ порівняно з традиційним залізобетоном, а близько 800 місцевих ялинових опор створюють сучасну та затишну атмосферу (рис.2.22).



Рис. 2.22. Екологічний дизайн інтер'єру

Компанія Lindner від самого початку брала участь у проєкті як спеціаліст із сухого будівництва: на площі 3000 м² було змонтовано суху стяжку NORIT, виготовлено індивідуальні облицювання стін та стелі, а також встановлено системи порожнистих перекриттів FLOOR and more® та FLOOR and more® hydro, сертифіковані за стандартом. Посилений варіант цих систем – «Power» – застосували у фітнес-зоні завдяки його високій стійкості.

Для покращення акустики проведено додаткові випробування на звукоізоляцію у поєднанні з дерев'яними стелями. Комплексний підхід Lindner сприяв високій екологічності та якості об'єкта, що забезпечило

будівлі NoNo Vienna 942/1000 балів від Австрійської ради сталого будівництва.

2.1.5. Японія: сейсмостійке екологічне житло.

Японія є однією з найбільш сейсмічно активних країн світу, тому її досвід поєднання екологічності та сейсмостійкості є вкрай цінним для територій із підвищеною сейсмічністю, зокрема для частини Карпатського регіону.

Купольні сейсмостійкі будинки (Japan Dome House) [14],

В Японії реалізовано житлові селища з купольних будинків, (рис.2.23) виготовлених із легких теплоізоляційних матеріалів (наприклад, спінених полімерів, пінопласту). Сферична форма забезпечує рівномірний розподіл навантажень, стійкість до землетрусів і вітрових впливів, а також високу енергоефективність за рахунок мінімальної площі огорожувальних конструкцій.

У Японії діє система CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency), яка оцінює будівлі за критеріями енергоефективності, комфорту, впливу на міське середовище, використання матеріалів тощо. Поєднання інноваційних конструктивних систем (сейсмоізолятори, амортизуючі елементи) з легкими огорожувальними конструкціями; активне використання деревини як відновлюваного ресурсу, особливо в малоповерховому житлі; увага до мікророзміру ділянки – забезпечення провітрювання, освітлення, видів, навіть на дуже щільно забудованих територіях.

Японська компанія понад десятиліття наголошувала на сейсмостійкості своїх легких купольних будинків із пінопласту, проте лише землетрус у Кумамото в апрелі 2016 року остаточно переконав суспільство, що це справді надійна технологія, а не лише рекламні твердження. Надзвичайно легкі елементи з пінопласту, з'єднані для формування купола, мають масу

приблизно 80 кг. Завдяки малій вазі, сферичній формі та відсутності потреби у стійках чи балках такі будинки демонструють високу стійкість до значних сейсмічних поколів.



Рис. 2.23. Житловий комплекс, що складається з 480 щільно розташованих куполоподібних будинків, побудованих Japan Dome House.

Варто підкреслити, що Japan Dome House застосовує не звичайний пінопласт. Використовуючи власну запатентовану технологію, компанія створила новий тип матеріалу, значно міцнішого за той, який використовують у харчовій тарі чи пакуванні. Згідно з даними RealEstate.co.jp, у традиційному полістиролі гранули збільшуються на 50–60% від початкового розміру, що спричиняє високе поглинання кислорода. У матеріалі Japan Dome House розширення становить лише близько 20%, що суттєво зменшує проникнення кислорода. Внаслідок цього матеріал стає набагато міцнішим, зберігаючи при цьому чудові теплоізоляційні властивості (рис. 2.23).

Купольний будинок можна зібрати всього за тиждень — команді з трьох осіб достатньо змонтувати модульні складові, щоб отримати житло

площею близько 36 м² та зі стелею висотою приблизно 3 метри. Пінопласт не піддається гниттю, корозії та пошкодженню термітами, що робить такі споруди довговічними.

Ще одне перевага подібних купольних будинків — висока варіативність дизайну: власники можуть надавати їм індивідуального вигляду відповідно до власних потреб та уподобань. Такі споруди підходять для постійного проживання, тимчасового розміщення гостей, організації невеликих готелів чи створення екологічних рекреаційних комплексів. Завдяки невисокій вартості та швидкості монтажу їх також можна ефективно використовувати як тимчасове житло після стихійних лих.

2.2. Вітчизняний досвід проєктування архітектурно-планувальних вирішень екологічного житла Західного регіону України.

В Україні екологічне житло найчастіше розвивається у двох напрямках:

- 1. *Пілотні проєкти енергоефективної реконструкції*** існуючих будівель.
- 2. *Малопверхові індивідуальні будинки з високою енергоефективністю*** (часто – приватні ініціативи або спеціалізовані компанії).

За даними українських досліджень, середнє енергоспоживання житлових будівель сягає близько 160 кВт·год/м²·рік, що у 2–3 рази більше, ніж у країнах ЄС, і потребує масштабної термомодернізації [10].

29 грудня 2023 року Кабінет Міністрів України ухвалив Довгострокову стратегію термомодернізації будівель до 2050 року та Концепцію Державної цільової економічної програми підтримки термомодернізації до 2030 року. Метою цих документів є формування узгодженої державної політики, забезпечення фінансування та впровадження ефективних інструментів для підвищення енергоефективності будівель.

Стратегія передбачає проведення реконструкцій, щоб привести будинки у відповідність до базових вимог енергоефективності, а після 2030 року — до стандарту будівель із майже нульовим споживанням енергії (NZEB).

Завдання Стратегії до 2030 року включають:

- щорічне скорочення енергоспоживання у будівлях державних установ на 1% від їх загальної площі;
- впровадження систем енергоменеджменту щонайменше у 90% громад;
- зменшення кінцевого споживання енергії у будівельному секторі на 15%;
- реалізацію заходів для подолання енергобідності, при цьому тарифи деяких постачальників комунальних послуг мають відповідати ринковим та економічно обґрунтованим рівням;
- досягнення того, щоб не менше 36% житлових та громадських будівель відповідали мінімальним стандартам енергоефективності, а щонайменше 10% громадських будівель були з майже нульовим енергоспоживанням.

Очікувані результати Першого етапу (2024–2030) «Післявоєнне відновлення та масштабне розгортання термомодернізації» в межах Довгострокової стратегії до 2050 року наведено у табл. 4.

Очікувані результати першого етапу (2024–2030) «Післявоєнне відновлення та розгортання масштабної термомодернізації»

Таблиця 4

Показник	Одиниці вимірювання	Житлові будівлі – індивідуальні	Житлові будинки – багатоквартирні	Громадські будівлі	Інші нежитлові будівлі
Кількість будівель, що	одиниці	3088352	97 916	15 784	74 192

пройшли термомодернізаці ю (повністю чи частично)					
Площа модернізованих будівель	млн м ²	220,6	260,0	59,4	66,8
Щорічна економія природного газу (в еквіваленті природного газу)	млрд м ³	2,5 (8,37)	0,71 (2,36)	0,17 (0,58)	0,12 (0,40)
Щорічна економія теплової енергії	ГВт·рік	31 606	22 595	7 389	5 136
Щорічна економія електроенергії	ГВт·рік	247	453	1062	1 105
Щорічна загальна економія коштів	млн євро (млн грн)	1 022,2 (40 888)	939,2 (37 568)	580,3 (23 212)	397,9 (15 916)

Примітка: Щорічна економія природного газу розрахована відповідно до його частки у виробництві тепла (30%) та приблизної оцінки обсягу заощадженого газу.

2.2.1. Енергоефективні котеджі з використанням природних матеріалів

Ряд українських компаній (наприклад, «Ecohouse», «Екодім» та ін.) реалізують котеджі з дерев'яним або каркасним каркасом, солом'яними панелями, мінеральними й целюлозними утеплювачами, системами

вентиляції з рекуперацією. Такі будівлі орієнтуються на низьке споживання енергії та використання локальних матеріалів [8].

Опорна конструкція. Несуча система складається з 16 високих, сухих гнутих дерев'яних клесних балок перерізом 120×300 мм. Вони одночасно виконують роль основного конструктивного елемента та становлять важливу декоративну частину внутрішнього простору купола.

Для рівномірного перерозподілу навантажень та формування планування іншого поверху в центрі будинку встановлено чотири вертикальні криволінійні дерев'яні балки перерізом 200×300 мм.

Відсутність прямих кутів у конструкції запобігає виникненню зон підвищеного напруження та забезпечує рівномірний розподіл ваги по всій будові. Завдяки цьому купольний будинок вирізняється високою ефективністю співвідношення міцності до маси конструкції (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Приклади проєктів від «Ecohouse», купольні будинки

Компанія «ЕкоДім» постійно шукає нові екологічні та надійні матеріали для будівництва своїх купольних та інших типів будинків (рис.

2.25). Для купольних конструкцій було обрано таке унікальне поєднання матеріалів:

- симетричний клесний дерев'яний каркас із гнутих елементів;
- натуральний утеплювач із технічних конопель;
- внутрішнє оздоблення купола дерев'яною дошкою типу «імітація бруса» завтовшки 30 см;
- зовнішнє покриття даху з натурального шиферу.

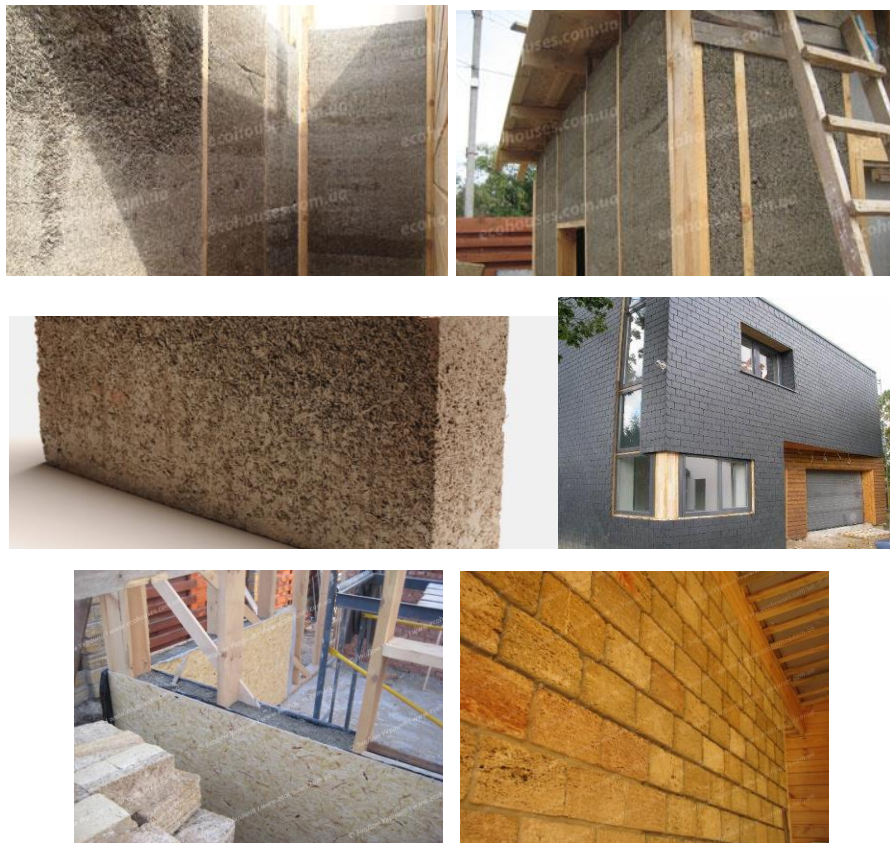


Рис. 2.25. Екологічні матеріали від «Екодім»

Переваги екологічних будинків від «Екодім»:

- Особливо корисний для людей з алергічними захворюваннями, адже екологічність дерев'яних будинків насамперед визначається натуральністю використовуваних матеріалів.
- У холодному кліматі традиційний будинок із каменю потребує приблизно 225 кВт для опалення та гарячого водопостачання. Для звичайного дерев'яного будинку цей показник становить близько 100 кВт.

Стіна купольного каркасного будинку товщиною 200 мм перевищує вимоги сучасних будівельних норм щодо теплоізоляції.

- Запаси невідновлюваних ресурсів на планеті зменшуються, тоді як деревина є відновлюваним матеріалом і може постійно відтворюватися.
- Тривалість будівництва купольного будинку з дерев'яним каркасом — від моменту отримання готового проекту до завершення робіт — не перевищує трьох місяців.
- Завдяки використанню дерева можна заощадити близько 12 м² житлової площі: стіни каркасного будинку є більш тонкими, але теплішими, ніж бетонні, що забезпечує більшу корисну площу всередині.



Рис. 2.26. Реалізовані проєкти за технологією «EcoTech» від компанії «ЕкоДім»

Сьогодні *технологія «EcoTech»* від компанії «ЕкоДім» є унікальною та не має аналогів серед будівельних рішень в Україні. Вони активно працюють над її популяризацією та удосконаленням, пропонуючи клієнтам догідну альтернативу традиційним методам будівництва.

Ще у 2011 році було розпочато використання конопляного утеплювача для стін та покрівлі, було утеплено чотири будинки (рис. 2.26). Їхні власники й досі висловлюють захоплення затишком та теплом у своїх оселях, називають зимові витрати на опалення надзвичайно низькими та дякують за таку ефективну теплоізоляцію.

2.2.2. Реконструкція гуртожитків та багатоквартирних будинків

У межах європейських та міжнародних програм, зокрема проєктів NEFCO і GIZ, реалізуються об'єкти комплексної термомодернізації житлових будинків (Львів, Золочів, інші міста). Вони передбачають утеплення оболонки, заміну вікон, модернізацію систем опалення та вентиляції, іноді – встановлення сонячних колекторів [13].

Колишнє студентське гуртожиток Галицького професійного сільського коледжу в Золочеві (рис. 2.27), на заході України переобладнали на сучасний житловий комплекс для сімей, які були змушені покинути свої домівки через війну.



Рис. 2.27. Відремонтована будівля для забезпечення термінового житла для ВПО у Золочеві, Україна

Проект реалізували в межах ініціативи «Підтримка ЄС нагальних потреб у житлі для внутрішньо переміщених осіб (ВПО) в Україні», що фінансується Європейським Союзом і здійснюється під управлінням Nefco. Будівля, яка стояла порожньою ще з середини 1990-х років, тепер має 49 повністю обладнаних квартир. У кожній є меблі, обладнана кухня, побутова техніка, необхідні спальні речі та інші базові елементи для комфортного проживання.

Щоб пристосувати приміщення до тривалого проживання ВПО, знадобилася комплексна реконструкція. Загальні інвестиції у розмірі 2,75 млн євро були спрямовані на ремонт даху, фасаду та систем водовідведення; заміну дверей та вікон; встановлення нових мереж водопостачання та каналізації; модернізацію електромереж; оновлення системи опалення та монтаж індивідуального теплового пункту; внутрішнє оздоблення стін та підлог; облаштування підвальних приміщень та благоустрій території.

У будинку також впроваджено екологічні технології — фотоелектричні сонячні панелі та теплові насоси. Крім того, комплекс під'єднали до місцевої станції очищення стічних вод, що зменшує екологічне навантаження та підсилює стійкість громади. Завдяки енергоефективній модернізації очікується скорочення викидів CO² на понад 400 тонн на рік порівняно з новобудовою, зведеною за чинними національними стандартами.

2.2.3. Досвід проєктування екологічного житла у Львівській області

Еко-садиба «Каскад», с. Велика Волосянка (Карпати) рис.2.28.

Дерев'яний комплекс серед лісу з власними ставками, водоспадом, чаном, банею. Позиціонується як «екосадиба», дерев'яні конструкції, акцент на природному оточенні, мінімальне втручання в ландшафт, локальні матеріали.

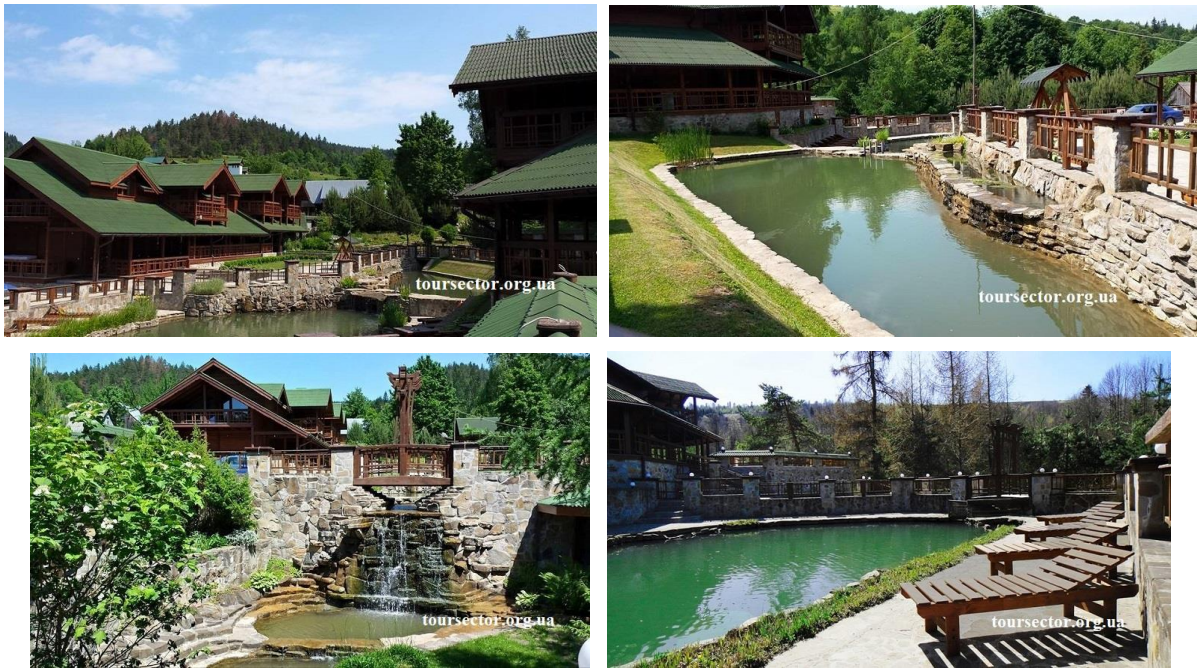


Рис. 2.28. Зовнішній благоустрій еко-садиби «Каскад», розташована 5 км. від села Розлуч та траси Львів-Самбір-Ужгород [30]

Еко-садиба «Тихе плесо», с. Соснівка біля Львова, рис. 2.29.

Двоповерховий дерев'яний будинок біля лісу, концепція зеленого туризму: натуральні матеріали, власна територія відпочинку, близькість до траси Київ–Чоп, але в тихій зеленій зоні

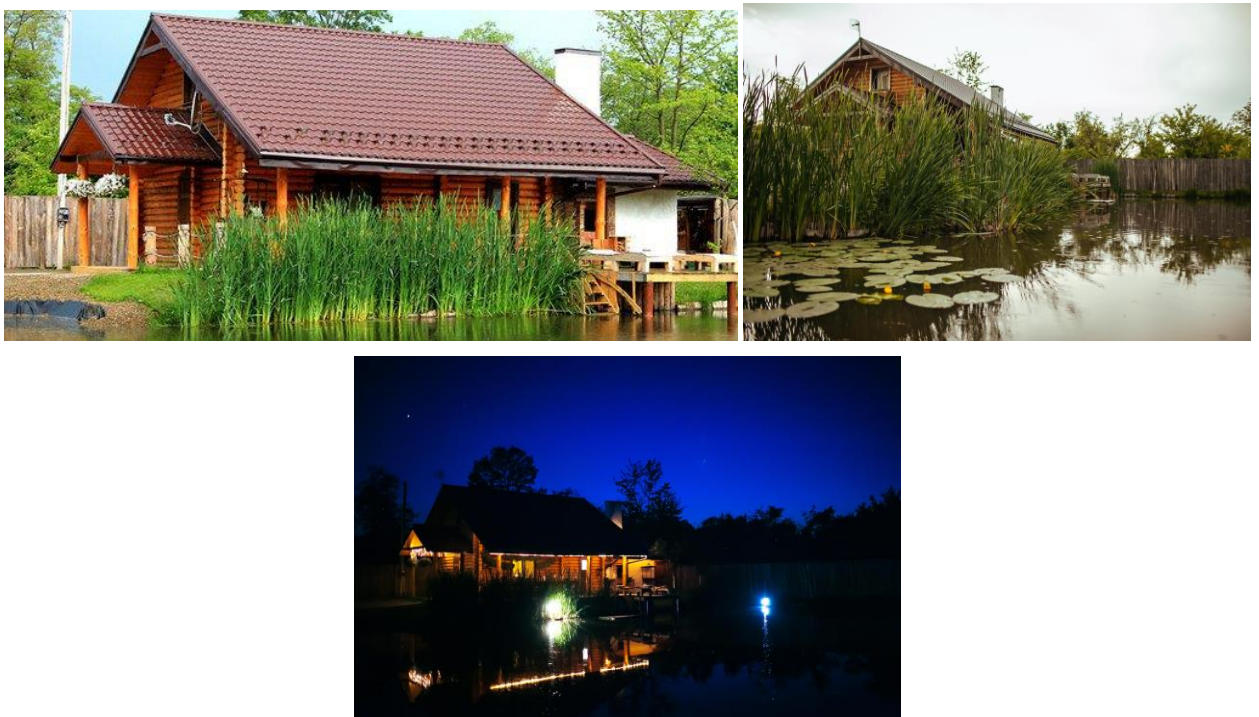


Рис. 2.29. «Тихе плесо» еко-садиба, Львівська область [9]

2.2.4. Досвід проєктування екологічного житла у Волинські й області

Еко-садиба «Лісова тиша», с. Пулемець (Шацькі озера), рис.2.30.

Дерев'яні котеджі в межах Шацького національного природного парку, біля Пулемецького озера. Акцент на дерев'яних конструкціях, природному мікрокліматі, сімейному відпочинку без агресивної забудови.

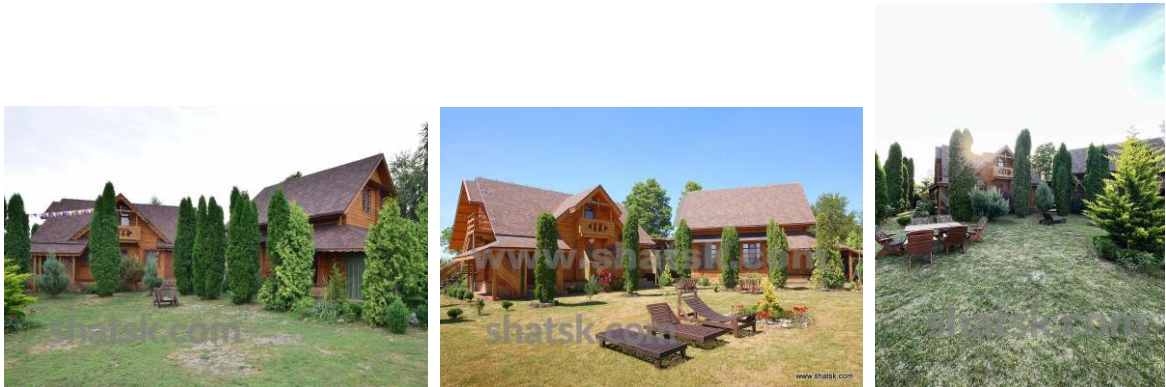


Рис. 2.30. с. Пулемець (Шацькі озера), еко-садиба «Лісова тиша» [21]

База відпочинку «Лісовик», урочище Гушово, оз. Світязь, рис. 2.31.

Два двоповерхові будинки з натурального смерекового бруса, розміщені в сосновому лісі за 350 м від Світязя. Концепція «дерев'яні котеджі в лісі», закрита зелена територія, мінімум твердого покриття



Рис.2.31. Урочище Гушово, оз. Світязь, база відпочинку «Лісовик» [22]

2.2.5. Досвід проєктування екологічного житла у Закарпатській області

Садиба «Еко-Дім», с. Косонь (Берегівський район), рис.2.32.

Двоповерховий будинок на 5 номерів, розташований поруч із термальними водами. В описі наголошено, що котедж збудований з екологічно чистих матеріалів (глина, солома, дерево), з терасою, зеленою ділянкою, мінімальним асфальтом.



Рис.2.32. Садиба «Еко-Дім», с. Косонь (Берегівський район) [32]

Еко-садиба «Водограй», с. Кваси (Рахівський район), рис.2.33.

Гостьовий будинок біля річки та санаторію «Гірська Тиса». Дерев'яні конструкції, компактна забудова в традиційному карпатському стилі, орієнтація на природний відпочинок і м'яке втручання в ландшафт.



Рис.2.33. Еко-садиба «Водограй», с. Кваси (Рахівський район) [11]

2.2.6. Досвід проєктування екологічного житла у Чернівецькій області

Садиба «Бульбона» / «Над плесом Бульбона», с. Товарниця (Хотинщина / Буковина), рис.2.34.

Дерев'яна садиба в лісі над водою, віднесена в публікаціях до прикладів зеленого та етно-туризму. Триповерховий дерев'яний будинок, природний рельєф, акцент на локальних матеріалах та «тихому відпочинку».



Рис.2.34. «Над плесом Бульбона», с. Товарниця (Хотинщина / Буковина), [2]

2.2.7. Досвід проєктування екологічного житла у Тернопільській області

ЕКО-садиба «Голігради», с. Голігради (Заліщицький район), рис.2.35.

Комплекс на березі річки Серет: дерев'яні будинки, велика зелена територія, орієнтація на екотуризм і активний відпочинок (рафтинг, сплави, походи). Прямо в описі й на картах позначена як «еко-садиба».





Рис.2.35. Еко-садиба «Голігради», с. Голігради (Заліщицький район), [5]

Висновки до розділу 2

У результаті проведеного комплексного дослідження зарубіжного та вітчизняного досвіду проектування екологічного житла встановлено, що сучасні архітектурно-планувальні рішення формуються на основі принципів енергоефективності, сталого розвитку, раціонального використання ресурсів, адаптації до кліматичних умов та мінімізації негативного впливу на довкілля. Світова практика демонструє, що екологічне житло є не окремим архітектурним експериментом, а повноцінним напрямом розвитку житлового будівництва.

Аналіз досвіду провідних європейських країн (Німеччини, Данії, Австрії, Норвегії, Японії) показав, що концепція екологічного житла базується на суворих енергетичних стандартах, зокрема стандарті «пасивного будинку», використанні високоякісної теплоізоляції, герметичної оболонки будівлі, вентиляції з рекуперацією тепла, альтернативних джерел енергії та розумних інженерних систем. Доведено, що в умовах помірно-континентального клімату такі рішення дозволяють зменшити річне споживання теплової енергії більш ніж на 80% у порівнянні з традиційними будівлями.

Особливо важливим є підтвердження ефективності пасивного житла не лише на рівні розрахунків, а й за результатами багаторічних експлуатаційних вимірювань, як це продемонстровано на прикладі поселень Ганновер-Кронсберг та Штутгарт-Фойєрбах. Фактичні показники споживання теплової енергії (12–14 кВт·год/м²·рік) засвідчують реальну життєздатність цих технологій у кліматичних умовах, близьких за характеристиками до західних регіонів України.

Дослідження вітчизняного досвіду показало, що в Західному регіоні України вже існують реальні приклади впровадження екологічних принципів у житловому середовищі, однак вони мають переважно локальний, індивідуальний або рекреаційний характер. Найбільше поширення отримали екосадиби, дерев'яні котеджі, енергоефективні приватні будинки та невеликі заміські комплекси. Архітектурно-планувальна організація таких об'єктів орієнтована на використання природних матеріалів, мінімальне втручання в ландшафт, компактність забудови, природну інсоляцію та вентиляцію.

Аналіз прикладів у Львівській, Волинській, Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій та Тернопільській областях засвідчив, що екологічне житло в Україні найбільш інтенсивно розвивається у сферах зеленого туризму, рекреації та індивідуального малоповерхового будівництва. При цьому повноцінних багатоквартирних екожитлових комплексів із впровадженням пасивного стандарту поки що небагато, що свідчить про значний потенціал для подальшого розвитку цього напрямку.

У ході дослідження також встановлено, що основними обмежуючими чинниками впровадження екологічного житла в Україні є висока початкова вартість енергоефективних технологій, недостатня кількість фахівців, відсутність системного державного стимулювання та низький рівень поінформованості населення щодо переваг пасивних і екологічних будинків. Водночас кліматичні умови Західного регіону України є сприятливими для широкого застосування пасивних та енергоефективних технологій, зокрема

завдяки помірним температурам, можливостям сонячної інсоляції та використанню місцевих природних матеріалів.

Таким чином, результати комплексного дослідження дозволяють зробити висновок, що архітектурно-планувальні принципи екологічного житла, апробовані у країнах Європи та адаптовані в окремих вітчизняних прикладах, є перспективними для подальшого впровадження у Західному регіоні України. Отримані теоретичні та практичні напрацювання створюють науково-методичну основу для формування власних проєктних рішень екологічного житла, що буде реалізовано у наступному розділі проєкту.

РОЗДІЛ III

ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ

Проектні пропозиції розроблені на основі комплексного аналізу сучасних тенденцій проєктування екологічного житла, зарубіжного та вітчизняного досвіду, а також з урахуванням природно-кліматичних, ландшафтних і містобудівних умов Західного регіону України. Запропоноване архітектурне рішення орієнтоване на формування комфортного, енергоефективного та екологічно безпечного житлового середовища з мінімальним впливом на навколишнє природне середовище.

Проект передбачає створення малоповерхового екожитлового комплексу з використанням принципів пасивного будівництва, компактною забудови та інтеграції житлових будівель у природний ландшафт.

3.1. Архітектурно-планувальні вирішення в селі Раковець, Львівський район, Львівської області.

Село Раковець розташоване у південно-східній частині Львівського району Львівської області, у межах приміської агломерації м. Львова (рис.3.1). Вигідне географічне положення обумовлює його тісні соціально-економічні та транспортні зв'язки з обласним центром та навколишніми населеними пунктами. Територія села входить до зони активного індивідуального житлового будівництва та рекреаційного освоєння.

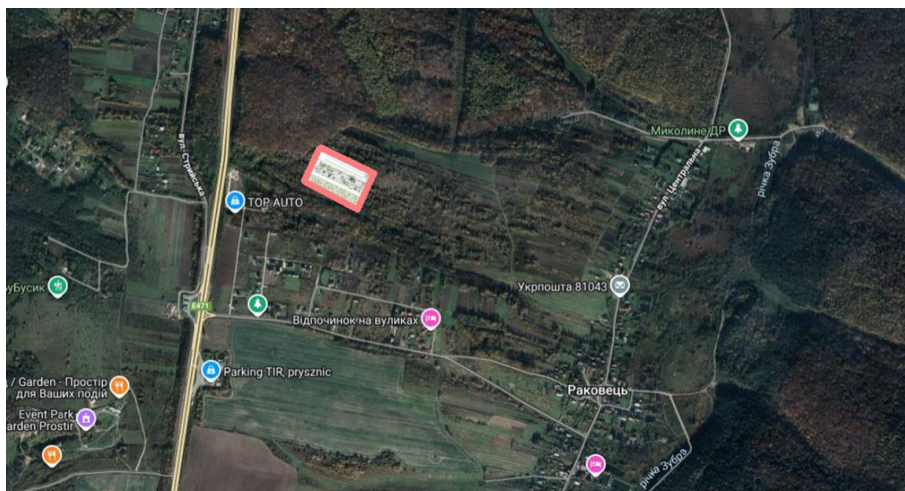


Рис. 3.1. Випокіювання з публічної кадастрової карти України

Планувальна структура Раківця має лінійно-вуличний характер, який сформувався вздовж основної транспортної осі, що забезпечує сполучення з м. Львовом та іншими населеними пунктами району. Житлова забудова розміщена переважно вздовж вулиць з орієнтацією садибних ділянок у глибину кварталів. Такий тип планування є характерним для сільських поселень Західної України та забезпечує зручний доступ до присадибних територій (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Фрагмент генерального плану село Раковець Львівського району Львівської області

Формування житлової забудови відбувалося поступово, внаслідок чого в межах населеного пункту присутнє поєднання традиційної одноповерхової садибної забудови та сучасних котеджних будинків. Щільність забудови є невисокою, з переважанням індивідуальних житлових будинків із господарськими спорудами та значними за площею присадибними ділянками.

Рельєф території населеного пункту помірно хвилястий, з незначними ухилами, що сприяє організації природного поверхневого водовідведення та створенню сприятливих умов для забудови без значних інженерних втручань. Зелені насадження представлені як природними лісосмугами, так і насадженнями в межах присадибних ділянок, що формує сприятливий мікроклімат та екологічний баланс території.

Транспортна структура села представлена мережею вулиць місцевого значення, які забезпечують доступ до житлових кварталів, громадських об'єктів і зон рекреації. Основні вулиці мають асфальтоване покриття, внутрішньоквартальні проїзди здебільшого ґрунтові або з твердим покриттям місцевого характеру. Пішохідні зв'язки організовані вздовж вулиць і між присадибними територіями.

Функціональна структура Раківця включає:

- житлову садибну забудову;
- громадську зону (заклади обслуговування місцевого значення);
- рекреаційні ділянки;
- сільськогосподарські угіддя та присадибні території.

Інженерна інфраструктура представлена електропостачанням, індивідуальними системами водопостачання (криниці, свердловини), автономними системами каналізації, а також газопостачанням у частині забудови. Централізовані інженерні мережі мають обмежене застосування, що створює передумови для використання автономних та альтернативних інженерних систем.

Таким чином, планувальне розташування села Раковець характеризується лінійно-садибною структурою, низькою щільністю забудови, природною орієнтацією на ландшафт та сприятливими умовами для розвитку сучасного екологічного житла. Просторова структура села дозволяє впроваджувати екологічні житлові об'єкти з мінімальним втручанням у природне середовище, що є важливою передумовою для реалізації запропонованих проєктних рішень.

Архітектурно-планувальна структура комплексу сформована на засадах компактності, функціональної доцільності та екологічної рівноваги. Генеральний план вирішено у вигляді лінійно впорядкованої забудови, що формує пішохідну внутрішню вісь із зеленими просторами загального користування (рис.3.3). Дизайн комплексу створено таким чином, щоб він був масштабним та доступним за вартістю. Для демонстрації концепції

звели два повноцінні житлові будинки та п'ять відкритих павільйонів, які показують конструктивні особливості проєкту. Такий підхід забезпечує зрозуміле планування території, легку навігацію та формує безпечний простір без транзитного руху автомобілів. Крім того, відкриті зони передбачені для спільного користування: це дає змогу економити площу, підвищувати щільність забудови та сприяти взаємодії між мешканцями. За умови, що всі дуплекси та терасові будинки зводилися б за таким принципом, щороку можна було б скорочувати викиди приблизно на мільйон тонн CO₂. Водночас модульність системи дозволяє кожній сім'ї індивідуально адаптувати житло під власні потреби.



Рис. 3.3. Генеральний план із розгортками. Візуалізація генерального плану.

Територія комплексу структурована на такі функціональні зони:

- житлова зона індивідуальних екобудинків;
- рекреаційна зона загального користування;
- зелені буферні смуги;
- пішохідні та велосипедні комунікації;
- зони тихого відпочинку та спільного користування.

Житлові будинки орієнтовані таким чином, щоб забезпечити максимальну інсоляцію житлових приміщень і природну вентиляцію. Основні світлопрозорі площини зорієнтовані на південь і південний схід, що дозволяє ефективно використовувати сонячну енергію в опалювальний період.

Композиційною та образною основою комплексу є А-подібна форма житлових будинків, яка не лише забезпечує сучасний впізнаваний архітектурний образ, але й є конструктивно та енергетично доцільною. Така форма дозволяє зменшити площу зовнішніх огорожувальних конструкцій, оптимізувати теплові втрати та забезпечити ефективне сходження атмосферних опадів.

Планувальна структура житлових будинків є раціональною та компактною (рис. 3.4). На першому поверсі передбачено: вхідну зону; кухня-вітальню відкритого типу; санвузол; технічні приміщення.

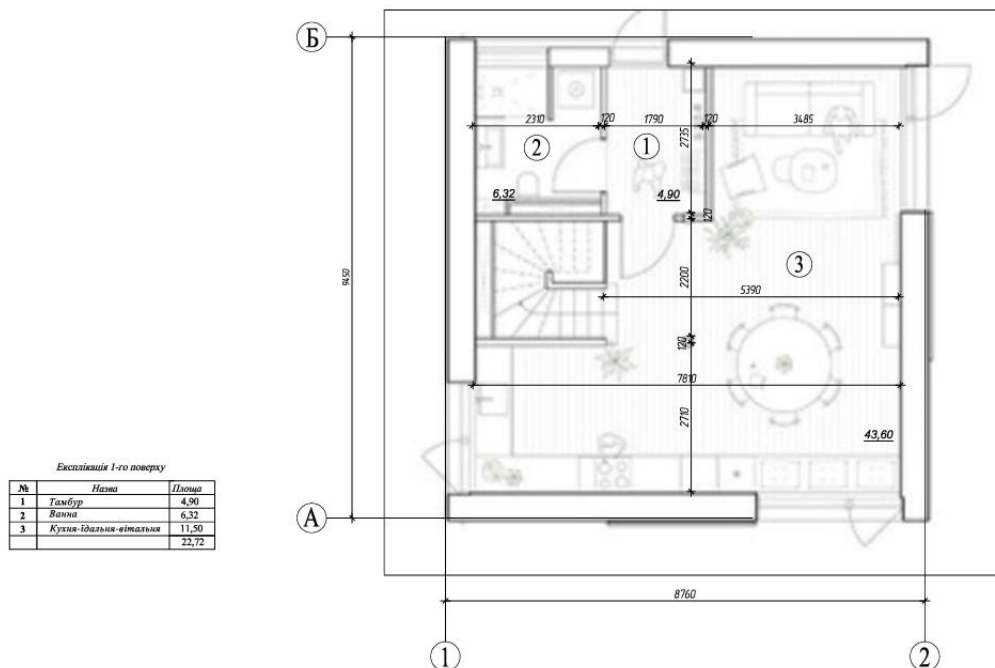


Рис. 3.4. План першого поверху

На рис. 3.5 другого та мансардного поверху розташовані: спальні; робочі та рекреаційні зони.

Візуальні рішення формують гармонійний зв'язок між архітектурою та природним середовищем.



Рис. 3.6. Інтер'єр малоповерхового екожитлового комплексу

Внутрішній простір вирішено з використанням на забезпечення покращеної інсоляції, візуальний зв'язок між рівнями та відчуття просторової відкритості (рис. 3.6).

Ландшафтні рішення передбачають максимальне збереження існуючих зелених насаджень, використання дощової води для поливу, улаштування зелених покрівель, а також формування біогенних покриттів у пішохідних і рекреаційних зонах. Вечірні візуалізації демонструють м'яке енергоощадне освітлення, яке підсилює естетичне сприйняття простору та не створює світлового забруднення (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Найновіший експеримент екологічно чистих модульних екобудинків

3.2. Архітектурно-конструктивні вирішення в селі Раковець, Львівський район, Львівської області.

Конструктивна схема житлових будинків запроєктована як дерев'яно-каркасна система з А-подібними рамами, що відповідає принципам екологічного та сталого будівництва (рис. 3.8). Вибір такої системи обумовлений високими теплоізоляційними характеристиками, низькою енергоємністю виробництва та можливістю швидкого монтажу.



Рис. 3.8. Розгортка по генплану та Розріз 1-1

1. Фундамент / Підлога по ґрунту

- Обробка підлоги сертифікованою олією для внутрішнього клімату
- Дошка з ясеня з замковою системою, 15×185 мм
- Вологостійка ДСП для підлоги, 22 мм
- Бруски з ялини, 50×70 мм
- Пароізоляція, 0,20 мм
- Несучий дерев'яний брус із сосни С18, 45×295 мм
- Целюлозний утеплювач, 375 мм, клас вогнестійкості: В-s2, d0
- Жорстка вітрозахисна мембрана, 8 мм

2. Фасад

- Фасадні дошки з ялини, 21×124 мм, вертикальне розташування
- Покрівельні рейки з ялини, 38×73 мм, горизонтально
- Покрівельні рейки з ялини, 25×50 мм, вертикально
- Вітрозахисна плита з відкритою дифузією, 8 мм
- Несучий дерев'яний каркас із сосни С18, 45×295 мм
- Целюлозний утеплювач, 295 мм, клас вогнестійкості: В-s2, d0
- Плита OSB, клас G3, 18 мм
- Каркас із сосни, 45×70 мм
- Деревоволокнистий утеплювач, 45 мм, клас вогнестійкості: В-s2, d0
- Гіпсоволокнисті плити, 15 мм, видимі з'єднання
- Внутрішнє покриття — лінолеумна фарба

3. Конструкція даху

- Сталева синусоїдна покрівля, 18 мм, покриття цинк-магній
- Покрівельні рейки з ялини, 38×73 мм, горизонтально
- Покрівельні рейки з ялини, 25×50 мм, вертикально
- Плити для покрівлі з деревного волокна, 25 мм
- Несучий дерев'яний каркас із сосни С18, 45×295 мм
- Внутрішні рейки з сосни, 45×45 мм
- Целюлозний утеплювач, 340 мм, клас вогнестійкості: В-s2, d0
- Плита OSB, клас G3, 18 мм
- Каркас із сосни, 45×70 мм
- Деревоволокнистий утеплювач, 45 мм, клас вогнестійкості: В-s2, d0
- Гіпсоволокнисті плити, 15 мм, видимі з'єднання
- Внутрішнє покриття — лінолеумна фарба

4. Перекриття (плита)

- Обробка підлоги сертифікованою олією для внутрішнього клімату
- Дошка з ясена з замковою системою, 15×185 мм
- Гіпсоволокнисті плити, 13 мм
- Підлогова фанера з сосни, 18 мм
- Покрівельна фанера з сосни, 25 мм
- Несучий дерев'яний брус із сосни К18, 270×120 мм

5. Внутрішня стіна

- Внутрішнє покриття — лінолеумна фарба
- Гіпсоволокнисті плити, 15 мм, видимі з'єднання
- Дерев'яний каркас із сосни, 45×70 мм
- Гіпсоволокнисті плити, 15 мм, видимі з'єднання
- Внутрішнє покриття — лінолеумна фарба (рис. 3.9).

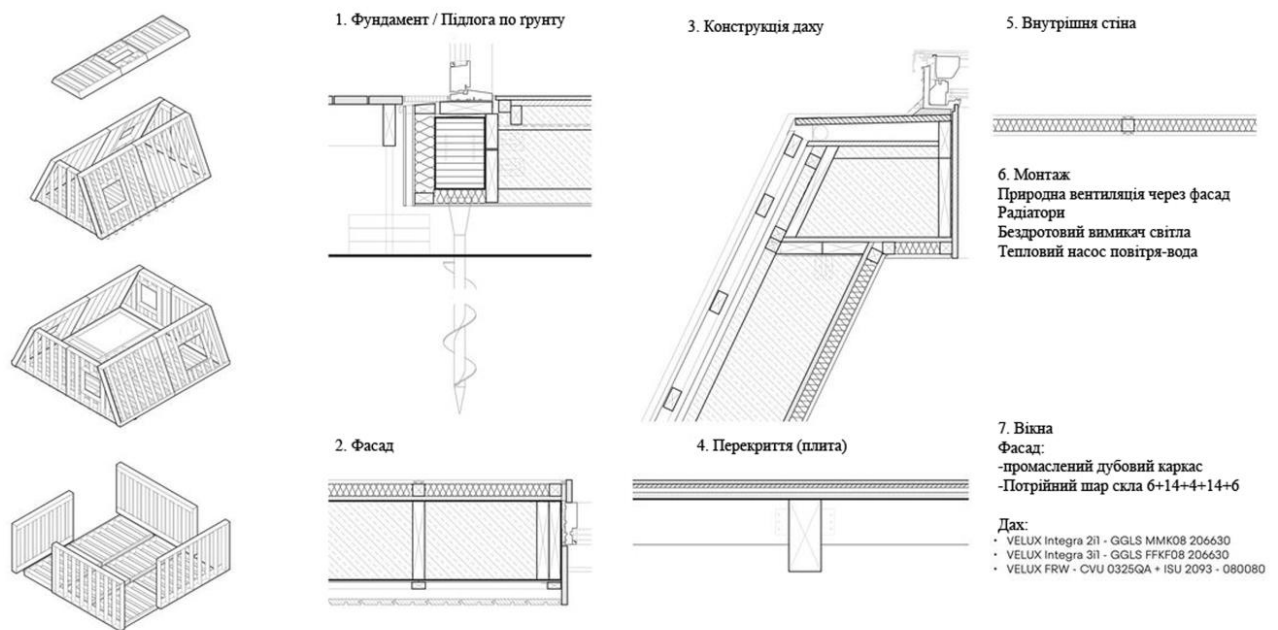


Рис. 3.9. Схема будівництва каркасного дерев'яного будинку

Фундаменти виконані у вигляді монолітної залізобетонної плити по ґрунту з утепленням, що забезпечує:

- рівномірне передавання навантажень;
- захист від капілярної вологи;
- зменшення тепловтрат через ґрунт.

Несучі конструкції складаються з клеєних та масивних дерев'яних елементів із сосни та ялини, що утворюють просторову жорстку систему. Просторова стійкість забезпечується плитами OSB та системою поперечних зв'язків.

Зовнішні стіни виконані як багатошарові енергоефективні конструкції із застосуванням:

- целюлозного утеплювача;
- деревоволокнистих плит;
- вітро- та пароізоляційних мембран;
- зовнішнього облицювання з вертикальної дерев'яної дошки.

Загальна товщина зовнішніх стін становить близько 350–400 мм, що відповідає стандартам енергоефективного будівництва.

Покрівля — скатна А-подібна, із застосуванням сучасного покрівельного матеріалу та інтегрованих сонячних панелей. Частина покрівлі запроектована у вигляді зеленого даху, що додатково підвищує теплоізоляційні властивості будівлі та покращує мікроклімат.

Віконні блоки — енергоефективні трикамерні склопакети з великими фронтальними вітражами, які забезпечують максимальне природне освітлення, візуальний зв'язок інтер'єру з ландшафтом та пасивний сонячний обігрів.

3.3. Інженерне забезпечення та екологічні технології для екожитлових комплексів.

У проєкті передбачено використання сучасних екологічних інженерних систем:

- вентиляція з рекуперацією тепла;
- тепловий насос типу «повітря–вода»;
- сонячні фотоелектричні панелі;
- тепла підлога як основна система опалення;
- локальні очисні споруди;
- системи збирання та використання дощової води.

Запропоновані інженерні рішення дозволяють суттєво знизити експлуатаційні витрати та мінімізувати вуглецевий слід комплексу.

Було проведено детальний аналіз викидів, пов'язаних із матеріалами, конструктивними рішеннями та технологіями будівництва, після чого ці дані порівняли з показниками, характерними для типового сучасного українського житлового будинку. Результати виявилися вражаючими: лише 3,8 кілограми CO₂ на квадратний метр щороку (рис. 3.10).

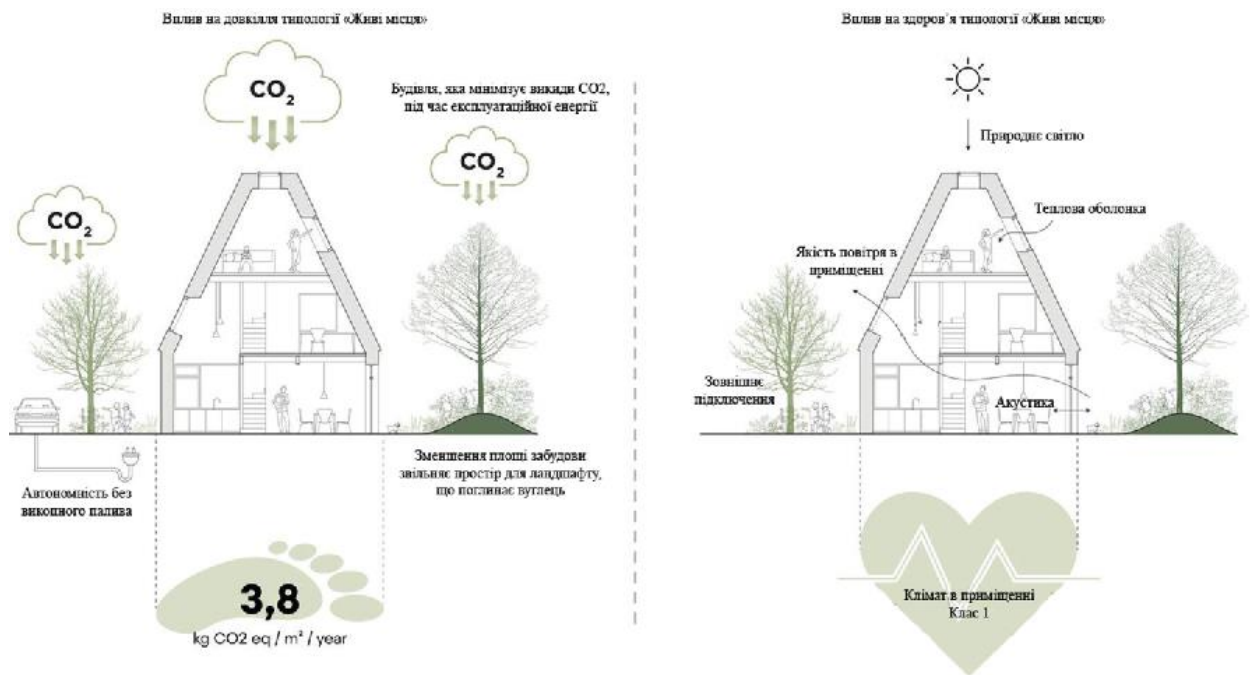


Рис. 3.10. Екологічно-чисті будинки для людей та планети

Більше того, використання біогенних матеріалів сприяє накопиченню вуглецю, завдяки чому такі будівлі можуть залишатися углецево-негативними протягом усього свого життєвого циклу.

Висновок до розділу 3

У результаті розроблення проєктних пропозицій сформовано цілісну концепцію екологічного житла для умов Західного регіону України на прикладі села Раковець Львівського району Львівської області. Запропоноване рішення базується на принципах сталого розвитку, енергоефективності, гармонійної інтеграції забудови в природне середовище та формування комфортного життєвого простору для мешканців.

Архітектурно-планувальні рішення житлового комплексу ґрунтуються на лінійній організації забудови з чітким функціональним зонуванням території, мінімізацією автомобільного руху в межах житлових просторів і пріоритетом пішохідних та рекреаційних зон. Орієнтація будинків за сторонами світу забезпечує раціональне використання природної інсоляції,

що сприяє зменшенню тепловтрат і підвищенню енергоефективності. Компактні габарити будинків та А-подібна форма сприяють оптимізації теплотехнічних показників і формують виразний сучасний архітектурний образ.

Архітектурно-конструктивні вирішення передбачають застосування дерев'яно-каркасної системи з ефективними теплоізоляційними матеріалами, що дозволяє досягти високих показників енергозбереження та екологічної безпеки. Запроєктовані фундаменти у вигляді утепленої монолітної плити, багатошарові зовнішні стіни, енергоефективні віконні конструкції, а також скатні покрівлі з можливістю інтеграції сонячних панелей забезпечують тривалий термін експлуатації будівель і низькі експлуатаційні витрати.

Інженерні системи комплексу базуються на використанні відновлюваних джерел енергії, вентиляції з рекуперацією тепла, теплових насосів та локальних очисних споруд, що знижує навантаження на довкілля та забезпечує високий рівень екологічної автономності житла. Ландшафтні рішення спрямовані на збереження існуючих природних елементів, підвищення озеленення та створення сприятливого мікроклімату території.

Таким чином, запропоновані проєктні рішення підтверджують можливість створення сучасного, енергоефективного та екологічно безпечного житла в умовах сільських населених пунктів Західної України. Проєкт відповідає природно-кліматичним, містобудівним та соціально-економічним умовам села Раковець і може бути рекомендований як перспективна модель розвитку екологічного житлового середовища.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Проектування екологічного житла в умовах Західного регіону України передбачає реалізацію рішень, спрямованих на мінімізацію негативного впливу будівництва та експлуатації житлового комплексу на довкілля, раціональне використання природних ресурсів та формування сталого життєвого середовища. У даному розділі проаналізовано основні екологічні аспекти та заходи щодо охорони навколишнього середовища у межах проєктного рішення.

- ***Природно-кліматичні передумови та екологічні ризики території***

Село Раковець Львівського району характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами для розвитку екологічної забудови: помірним кліматом, значним рівнем озеленення та низьким рівнем техногенного навантаження. Основними потенційними екологічними ризиками є: порушення родючого шару ґрунту під час будівництва; можливе збільшення поверхневого стоку; зміни існуючого рослинного покриву; локальне підвищення шумового та пилового навантаження в період будівництва. Запропоновані рішення спрямовані на зниження цих ризиків та збереження природного ландшафту.

- ***Збереження ґрунтів та рослинного покриву***

Для мінімізації втручання в природні екосистеми на ділянці впроваджуються такі заходи: зняття, складування та подальше використання родючого шару ґрунту для озеленення; максимальне збереження існуючих дерев і кущів; озеленення території місцевими та адаптованими рослинними видами; застосування біопроникних покриттів, що сприяють природному дренажу; створення зелених буферних зон для покращення мікроклімату та збільшення біорізноманіття.

- ***Охорона повітряного середовища***

Для зменшення забруднення повітря у період будівництва передбачено: обмеження швидкості руху техніки; регулярне зволоження будівельного

майданчика; перекриття відкритих поверхонь матеріалів; застосування сучасної техніки зі зниженими викидами.

У період експлуатації рівень забруднення повітря знижуватиметься за рахунок: відсутності транзитного автотранспорту в житловій зоні; використання велосипедної інфраструктури; впровадження теплових насосів замість традиційних систем опалення; використання сонячної енергії та енергозберігаючих технологій.

- **Ресурсоефективність будівництва та матеріалів (табл. 1)**

Для зниження енергетичного та вуглецевого сліду будівлі застосовуються такі рішення: використання природних матеріалів: деревини, целюлозної ізоляції, деревоволокнистих плит; мінімальна енергоємність виробництва конструкцій; повторне використання матеріалів (деревина, металеві елементи); проектування дерев'яно-каркасної системи з високою енергоефективністю. Підхід відповідає сучасним принципам кругової економіки та сталого будівництва.

Вуглецевий баланс дерев'яної конструкції. Деревина поглинає CO₂ під час росту

Таблиця 1

Конструкція	Обсяг, м ³	Поглинений CO ₂ , кг	Коментар
Каркас будинку	12 м ³	~ 9 000 кг CO ₂	Деревина є поглиначем вуглецю
Нетто вуглецевий ефект	—	≈ -8 500 кг CO ₂	Будинок має негативний вуглецевий слід при зведенні

- **Енергозбереження та зниження викидів CO₂ (табл. 2, 3)**

Екологічне житло передбачає комплекс заходів, що мінімізують споживання енергії: орієнтація будинків за сторонами світу для максимального використання сонячної енергії; високоефективні

огороджувальні конструкції товщиною 350–400 мм; рекупераційні системи вентиляції; застосування теплових насосів «повітря–вода»; використання сонячних фотоелектричних модулів; обмеження тепловтрат через фундамент та покрівлю. Такий комплекс заходів забезпечує зниження енергоспоживання до рівня, що відповідає сучасним стандартам пасивного будівництва.

Розрахунок енергоефективності. Річне енергоспоживання будинку

Таблиця 2

Тип будинку	Енергоспоживання, кВт·год/м²·рік
Стандартний український будинок	160–220
Новобудови класу "С"	120–150
Пасивний будинок	≤ 15
Проектований екобудинок	18–22

Викиди CO₂ при експлуатації будинку

Таблиця 3

Показник	Одиниця	Значення
Середній показник CO ₂ для традиційної забудови	кг/м²·рік	28–45
Показник для екобудинку (дерев'яний каркас, пасивна система)	кг/м²·рік	3.8–5.2
Зниження викидів відносно традиційної забудови	%	$\approx 85\%$

• Охорона водних ресурсів

Проект передбачає раціональне використання водних ресурсів за рахунок: систем збору дощової води для поливу та технічних потреб; локальних очисних систем біологічної дії; систем фільтрації поверхневого стоку через зелені зони; використання водозахисних сантехнічних приладів; мінімізацію забруднення підземних вод.

1) Збір дощової води

Середня річна кількість опадів: 650 мм

Формула: $V = A \times h \times \eta$, де η = коефіцієнт збору = 0.85

При площі даху 60 м²:

$$V = 60 \times 0.65 \times 0.85 = 33.15 \text{ м}^3 / \text{рік} (\approx 33\,150 \text{ л води})$$

Це дозволяє забезпечити:

- полив — 100%;
- технічні потреби — до 25%;
- зменшення використання води водопостачання — до 20%.

2) Очищення та повторне використання сірої води (табл. 4)

Типові характеристики

Таблиця 4

Джерело сірої води	Обсяг на добу	Повторне використання
Душ, ванна	80–120 л	полив, технічні цілі
Умивальники	20–40 л	технічні цілі
Пральна машина	20–60 л	полив після фільтрації

Сумарне водозбереження: до 35% від загального споживання.

- ***Поводження з побутовими та будівельними відходами***

На будівельному етапі передбачено: сортування відходів; повторне використання деревини, металу, пакувальних матеріалів; вивіз будівельного сміття на санкціоновані полігони.

Під час експлуатації комплексу: облаштовуються майданчики для роздільного збору відходів; передбачені компостери для органічних решток; оптимізовано логістику збору сміття для зменшення транспортного впливу.

- ***Зменшення шумового впливу***

Для забезпечення акустичного комфорту застосовано: використання природних буферних зон з рослинністю; розміщення активних зон на відстані від житлових корпусів; застосування звукоізолюючих матеріалів у стінах та покрівлі.

- ***Забезпечення комфортного мікроклімату***

Стале проєктування передбачає: природну вентиляцію та двосвітні простори; оптимізацію рівня природного освітлення; застосування екологічних матеріалів внутрішнього оздоблення; підтримання стабільного рівня вологості та температури; формування затінених ділянок у літній період.

- ***Узагальнення екологічної ефективності проєкту***

Запропоноване екологічне житло в с. Раковець відповідає принципам сталого розвитку та забезпечує: мінімізацію впливу на довкілля; значне зниження енергоспоживання; використання природних та відновлюваних ресурсів; покращення якості життя мешканців; формування екологічної культури та раціонального природокористування. Проєкт може слугувати моделлю екологічно збалансованої забудови для сільських та приміських територій Західної України (табл. 5).

Таблиця-схема екологічної оцінки екобудинку

Таблиця 5

Компонент	Показник	Результат	Екологічний ефект
CO ₂ (експлуатація)	кг/м ² ·рік	4.2	–85% викидів
CO ₂ (будівництво)	кг/м ³	–700	негативний вуглецевий слід
Енергоспоживання	кВт·год/м ² ·рік	20	8× менше за стандарт
Збір дощової води	л/рік	33 150	–20% водоспоживання
Повторне використання сірої води	%	35%	мінімізація стоків
Матеріали	деревина, ековата	відновлювані	низькі викиди при виробництві

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У процесі виконання дипломної роботи на тему *«Архітектурно-планувальні вирішення екологічного житла Західного регіону України»* було проведено комплексне теоретичне, аналітичне та проєктне дослідження сучасних тенденцій формування екологічного житла з урахуванням природно-кліматичних, містобудівних, соціально-економічних та енергетичних чинників.

У першому розділі роботи встановлено, що будівельна галузь є одним із найбільших споживачів енергоресурсів і джерелом викидів CO₂, що зумовлює необхідність впровадження принципів сталого розвитку в архітектурі. Визначено, що екологічне житло базується на поєднанні енергоефективних огорожувальних конструкцій, використанні відновлюваних джерел енергії, застосуванні екологічно безпечних матеріалів та гармонійній взаємодії будівлі з навколишнім середовищем.

У другому розділі здійснено комплексний аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду проєктування екологічного житла. Дослідження пасивних поселень у Німеччині, Данії, Австрії, Норвегії та Японії показало високу ефективність стандартизованих енергоощадних рішень, зокрема вентиляції з рекуперацією, герметичних теплоізованих оболонок, оптимальної орієнтації будівель та використання альтернативних джерел енергії. Встановлено, що в Західному регіоні України екологічне житло поки що має переважно фрагментарний розвиток і представлене, в основному, індивідуальними будинками, котеджами та рекреаційними екосадибами, що свідчить про наявність значного потенціалу для його подальшого впровадження.

У третьому розділі розроблено проєктні пропозиції екологічного житлового комплексу на прикладі села Раковець Львівського району Львівської області. Запропоноване рішення ґрунтується на лінійній організації забудови, чіткому функціональному зонуванні, мінімізації транзитного транспорту та пріоритеті пішохідних і рекреаційних просторів.

Архітектурно-планувальні рішення базуються на використанні А-подібної форми будинків, що забезпечує енергоефективність, компактність та сучасний екологічний архітектурний образ.

Архітектурно-конструктивні рішення передбачають застосування дерев'яно-каркасної системи з багат шаровими теплоізованими огорожувальними конструкціями, утеплених фундаментних плит, енергоефективних віконних систем і скатних покрівель із можливістю інтеграції сонячних панелей. Інженерне забезпечення комплексу базується на використанні теплових насосів, вентиляції з рекуперацією, локальних очисних споруд і збору дощових вод, що дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати та екологічне навантаження на довкілля.

На підставі виконаного дослідження можна зробити такі загальні висновки:

- екологічне житло є перспективним напрямом розвитку житлового будівництва в Західному регіоні України;
- кліматичні, ландшафтні та природні умови регіону є сприятливими для впровадження пасивних та енергоефективних технологій;
- використання деревини як основного конструктивного матеріалу відповідає принципам сталого розвитку та місцевим будівельним традиціям;
- запропоновані архітектурно-планувальні та конструктивні рішення забезпечують зниження енергоспоживання, формування комфортного мікроклімату та високий рівень екологічної безпеки;
- досвід зарубіжних країн може бути ефективно адаптований до умов українських населених пунктів за умови відповідної нормативної та економічної підтримки.

На основі отриманих результатів сформульовано такі пропозиції:

- доцільним є подальше впровадження принципів екологічного та пасивного житла у сільських і приміських населених пунктах Західної України;

- необхідно розширювати нормативно-правову базу щодо підтримки енергоефективного будівництва та використання відновлюваних джерел енергії;
- рекомендується застосування типових проєктів екожитла з можливістю адаптації до конкретних місцевих умов;
- слід активізувати інформаційно-просвітницьку роботу серед населення щодо переваг екологічного житла;
- доцільним є подальший розвиток наукових досліджень у сфері сталого будівництва та екологічної архітектури.

Таким чином, виконана дипломна робота підтверджує актуальність і практичну доцільність розвитку екологічного житла в Західному регіоні України та може бути використана як науково-практична основа для подальшого проєктування, реконструкції та будівництва сучасного житлового середовища з підвищеними показниками енергоефективності та екологічної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blocher Partners. Office and research building Stuttgart-Feuerbach [Internet]. Available from: <https://blocherpartners.com/en/projects/office-and-research-building-stuttgart-feuerbach> (accessed 2024 May 10).
2. Bungalo. Кращі етносадиби України для відпочинку від мегаполісів [Internet]. Available from: <https://bungalo.com.ua/ukraine/krashhi-etnosadyby-ukrayiny-dlya-vidpochynku-vid-megapolisiv/> (accessed 2024 May 10).
3. Cherniavskyi VG. Основні принципи гнучкої планувальної організації громадських будівель соціальної сфери. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2011;(28).
4. Cherniavskyi VG. Класифікація елементів предметно-просторового середовища інтер'єрів громадських будівель соціальної сфери. Вісник КНУБА. 2011;(27):319–325.
5. Demkura. Гори й гляди (Horyhlyady) [Internet]. Available from: <https://www.demkura.com/horyhlyady/> (accessed 2024 May 10).
6. Designboom. Dorteavej low-income housing by Bjarke Ingels Group [Internet]. 2018. Available from: <https://www.designboom.com/architecture/bjarke-ingels-group-big-dorteavej-low-income-housing-copenhagen-10-08-2018/> (accessed 2024 May 10).
7. Dmytrenko AY. Основи та методи архітектурного проектування. Полтава: ПолтНТУ; 2011. 269 с.
8. EcoHouses Ukraine. Проекти екобудинків [Internet]. Available from: <https://www.ecohouses.com.ua/en/proekty-2/proekty-ekodom.html> (accessed 2024 May 10).
9. Green Tourism Lviv. Екосадиба «Тихе Плесо» [Internet]. Available from: <https://green.vsitury.com.ua/napravleniya/lviv/1115-eko-sadyba-tykhe-pleso.html> (accessed 2024 May 10).
10. International Renaissance Foundation. Покроковий план енергоефективної відбудови в Україні [Internet]. Available from:

<https://www.irf.ua/en/pokrokovyj-plan-energoefektyvnoyi-vidbudovy-v-ukrayini/>
(accessed 2024 May 10).

11. Karpaty Love. Екосадиба «Водограй», Кваси [Internet]. Available from: <https://karpaty.love/booking/house-zakarpatska-oblast/house-kvasy/305-ekosadyba-vodograi.html> (accessed 2024 May 10).

12. Levytskyi OI. Садби сільського зеленого туризму як об'єкти зайнятості населення в Івано-Франківській області. Науковий вісник Чернівецького університету. Географія. 2013;(672–673):133–136.

13. NEFCO. Sustainable housing for internally displaced families in Zolochiv, Ukraine [Internet]. Available from: <https://www.nefco.int/news/sustainable-housing-for-internally-displaced-families-in-zolochiv-ukraine/> (accessed 2024 May 10).

14. Oddity Central. Japan's earthquake-resistant dome houses [Internet]. Available from: <https://www.odditycentral.com/architecture/japans-earthquake-resistant-dome-houses-are-made-of-styrofoam.html> (accessed 2024 May 10).

15. Panchenko TF, ed. Містобудування: довідник проектувальника. Київ: Укрархбудінформ; 2001. 192 с.

16. Passive House Institute. CEPHEUS Project: Kronsberg Hannover – summary [Internet]. Available from: https://passiv.de/downloads/05_cepheus_kronsberg_summary_pep_en.pdf (accessed 2024 May 10).

17. Passive House Institute. Energy efficiency of the Passive House standard [Internet]. Available from: https://passiv.de/downloads/05_energy_efficiency_of_the_passive_house_standard.pdf (accessed 2024 May 10).

18. Petryshyn HP, Ivanochko UI, Idak YV, Topylko SI, Boyko HS, Sosnova NS, et al. Історичні архітектурно-містобудівні комплекси: наукові методи дослідження. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка»; 2006. 212 с.

19. Radner DK. Sustainable housing infrastructure in Denmark [Internet]. Available from: <https://radner.dk/sustainable-housing-infrastructure-in-denmark/> (accessed 2024 May 10).
20. Rethinking the Future. ZEB Pilot House by Snøhetta [Internet]. Available from: <https://www.re-thinkingthefuture.com/wp-content/uploads/2021/11/A5802-ZEB-Pilot-House-by-Snohetta-Tilted-Facade.jpg.webp> (accessed 2024 May 10).
21. Shatsk Tourism. Екокомплекс «Лісова тиша» [Internet]. Available from: https://shatsk.com/recreations/lisova_tysha-2 (accessed 2024 May 10).
22. Shatsk Tourism. Екосадиба «Лісовик» [Internet]. Available from: <https://shatsk.com/recreations/lysovyk> (accessed 2024 May 10).
23. Shchurova VA. Дизайн-прийоми арт-перевтілення мегаландшафтів. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. 2009;(6):166–169.
24. Skorokhodova AV, Kupriieva YV. Сучасне архітектурне середовище та його вплив на поведінку людини. У: Cherkes BS, ред. Архітектура. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка»; 2008. С. 131–133.
25. Snøhetta. ZEB Pilot House [Internet]. 2014. Available from: <https://snohetta.com/projects/188-zeb-pilot-house> (accessed 2021 Sep 18).
26. Snøhetta. ZEB Pilot House – exterior view [Internet]. Available from: https://snohetta.b-cdn.net/uploads/oa/zeb-pilot-multicomfort-house/201301_OS_N188_webimageport.jpg (accessed 2021 Sep 18).
27. Snøhetta. ZEB Pilot House – landscape view [Internet]. Available from: https://snohetta.b-cdn.net/uploads/oa/zeb-pilot-multicomfort-house/201301_OS_N33_webimageland.jpg (accessed 2021 Sep 18).
28. Swiss-Architects. HoHo Vienna – timber high-rise building [Internet]. Available from: <https://swiss-architects.com/en/lindner-group-arnstorf/project/hoho-vienna> (accessed 2024 May 10).
29. Tkachenko TI. Сталий розвиток туризму: теорія, методологія, реалії бізнесу. 2-ге вид. Київ: КНТЕУ; 2009. 463 с.

30. Toursector Ukraine. Екосадиба «Каскад», Велика Волосьянка [Internet]. Available from: <https://toursector.org.ua/uk/eko-sadiba-kaskad-velika-volosyanka/> (accessed 2024 May 10).
31. Tsyhychko SP. Оцінка критеріїв еколого-естетичної комфортності архітектурного середовища сучасних міст. Комунальне господарство міст. 2009;(86):421–429.
32. TurUA. Екосадиба «Еко-Дім», Косонь [Internet]. Available from: <https://turua.com.ua/region/koson/sadiba-eko-dim.html> (accessed 2024 May 10).
33. White Arkitekter. Campus Feuerbach [Internet]. Available from: <https://whitearkitekter.com/project/campus-feuerbach/> (accessed 2024 May 10).