

УДК 697.13

СТРАТЕГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДІВЕЛЬ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Басок Б.І.¹, чл.-кор. НАН України, Беспала Н.Г.²

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Канніст, 2а, Київ, 03057, Україна

¹докт. техн. наук, професор, зав. відділу, ORCID 0000-0002-1068-9935

²аспірантка, ORCID 0000-0002-4466-6491

<https://doi.org/10.31472/tpe.2.2024.7>

У даній статті проведено аналіз найчастіших заходів, на які подають заявки для відновлення багатоквартирних будівель внаслідок військової агресії. Шляхом аналізу поданих заявок було виявлено, що серед них найпоширенішими є заходи заміни вікон і утеплення фасадів. Виявлено, що ці заходи є популярними через їхню ефективність у покращенні енергоефективності, забезпеченні комфорту для мешканців та підвищенні безпеки будівлі. Додатковими перевагами є підтримка програмами фінансування та грантами, що робить їх більш доступними для об'єднань співвласників багатоквартирних будинків. Висновки цього дослідження можуть бути корисними для спеціалістів у галузі будівництва та громадських організацій, які займаються відновленням внаслідок дій військової агресії.

This article analyzes the most frequent measures for which applications are submitted for the restoration of multi-apartment buildings as a result of military aggression. By analyzing the submitted applications, it was found that among them, the most common are the measures of replacing windows and insulating facades. These measures have been found to be popular due to their effectiveness in improving energy efficiency, providing occupant comfort and increasing building safety. Additional benefits include the support of financing programs and grants, making them more accessible to condominium associations. The findings of this study may be useful for construction professionals and civil society organizations involved in recovery after acts of military aggression.

Бібл. 20, рис.7.

Ключові слова: Відновлення, багатоквартирні будівлі, військова агресія, заміна вікон, утеплення фасадів, енергоефективність.

Вступ. Військова агресія залишає свій відбиток не лише на людях та територіях, але і на будівлях та житловому фонді. У багатоквартирних будівлях, які потрапили під вплив воєнних конфліктів, необхідне відновлення стає не лише актуальним, але й критично важливим для забезпечення безпеки та комфорту мешканців. У цій статті проводиться аналіз найчастіших заходів відновлення після військової агресії у багатоквартирних будівлях. Зокрема, розглядається стратегія заміни вікон та утеплення фасадів, враховуючи їхню ефективність, фінансові аспекти та переваги для мешканців та співвласників.

Руйнівні наслідки військової агресії часто призводять до серйозних пошкоджень в будівлях, зокрема у багатоквартирних житлових комплексах. Пошкодження вікон, утримання фасадів та інфраструктури не лише підірвують безпеку будівлі, але і створюють умови для зниження комфорту проживання та збільшення витрат на енергопостачання. Тому процес відновлення вирішально важливий для стабілізації житлового фонду та поліпшення якості життя населення.

Україна, після років військового конфлікту та агресії, стикається з великими викликами відновлення пошкоджених міст та інфраструктури. Одним із ключових аспектів відновлення є відновлення житла та інших будівельних об'єктів, зокрема об'єднаних співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ). У цьому контексті важливо провести аналіз ефективності впровадження заходів з відновлення, зокрема з урахуванням використання допомоги від держави та інших донорів.

Однією з головних проблем, які виникають під час реконструкції та відновлення пошкоджених будівель, є нестача фінансування. У цьому контексті допомога від держави та інших донорів стає критично важливою для успішного відновлення. Проте, ефективність використання цих коштів також потребує уваги.

Перевірка використання коштів та контроль за витратами є важливими аспектами реконструкції. Якість виконаних робіт та використаних матеріалів також має велике значення, оскільки недоліки можуть призвести до швидкого пошкодження будівлі. Крім того, важливо враховувати соціальний аспект відновлення, забезпечуючи участь мешканців у процесі планування та виконання робіт.

Впровадження заходів з відновлення в будівлях ОСББ після військової агресії є складним процесом, який потребує уважного аналізу та ефективного використання ресурсів. Програма Фонду енергоефективності надає фінансову підтримку та інструменти для здійснення енергоефективних ремонтів та модернізації, сприяючи відновленню житлових будівель після конфлікту.

Однією з ключових особливостей цієї програми є можливість отримання повної відшкодування витрат на відновлення. Це означає, що учасники ОСББ можуть отримати 100% відшкодування витрат, пов'язаних з ремонтом та модернізацією своїх будівель. Такий підхід значно полегшує фінансове навантаження на мешканців та сприяє швидкому та ефективному відновленню житлових приміщень.

У програмі "ВідновиДім" Фонд енергоефективності компенсує ряд заходів, спрямованих на покращення енергоефективності та комфорту житлових будівель. Деякі з цих заходів включають:

1. Утеплення фасадів: Фонд може компенсувати витрати на утеплення зовнішніх стін будівлі за допомогою сучасних теплоізоляційних матеріалів. Це дозволяє зменшити втрати тепла та знизити витрати на опалення.
2. Заміна вікон: Програма може покривати витрати на заміну застарілих вікон на енергоефективні моделі з подвійним склопакетом та теплоізоляційними властивостями. Це допомагає покращити теплоізоляцію будівлі та знизити витрати на опалення та кондиціювання.
3. Модернізація систем опалення: Фонд може фінансувати заміну застарілих опалювальних систем на

більш ефективні та екологічно чисті альтернативи, такі як конденсаційні котли або системи теплових насосів. Це дозволяє знизити споживання енергії та викиди CO₂.

4. Утеплення даху: Програма може також компенсувати витрати на утеплення даху будівлі, що дозволяє знизити втрати тепла та покращити комфорт у приміщенні.

5. Інші енергоефективні заходи: (такі як відновлення водовідведення, встановлення лічильників, тощо.) Фонд може фінансувати інші заходи, спрямовані на зменшення споживання енергії та покращення енергоефективності будівлі, такі як установка енергоефективного освітлення, встановлення систем вентиляції з рекуперацією тепла тощо.

Загалом, програма "ВідновиДім" Фонду енергоефективності спрямована на покращення якості життя мешканців та зниження енерговитрат у житлових будівлях шляхом компенсації витрат на енергоефективні заходи. [1-4].

Основні фактори, котрі впливають на споживання енергоресурсів будівлями наведені на рис 1[1].

Одним з таких факторів є вплив коефіцієнта опору теплопередачі на споживання енергії. Порівняння впливу коефіцієнта опору теплопередачі вікна/дверей на споживання енергії для опалення приміщень є важливим аспектом при розробці програм відновлення будівель. Це обумовлено тим, що ефективні вікна та двері можуть значно зменшити втрати тепла, що відбуваються через них, і відповідно знизити енергоспоживання для опалення приміщень. Застосування вікон та дверей з висо-



Рис. 1. Фактори, котрі впливають на споживання енергоресурсів будівлями [1]

ким коефіцієнтом опору теплопередачі може допомогти ефективно утримувати тепло у приміщенні, зменшуючи залежність від систем опалення та витрати на них. (див. рис. 2)

За результатами аналізу заявок, поданих до Фонду енергоефективності, стало очевидним, що найбільш популярними серед запитів на відновлення є заходи, пов'язані з ремонтом або заміною пошкоджених світлопрозорих огорожувальних конструкцій. Це свідчить про те, що власники будівель вважають ремонт або заміну вікон та інших світлопрозорих елементів пріоритетними для покращення якості та енергоефективності житла. Такий попит відображає свідомість громади щодо важливості оптимізації енер-

госпоживання та підтримки сталого житла. Ці заходи є ключовими для зменшення втрат тепла, покращення ізоляції та забезпечення оптимальних умов в приміщенні, що в результаті призводить до зниження енерговитрат та підвищення комфорту для мешканців. [1-5].

Крім того, відновлення світлопрозорих огорожувальних конструкцій сприяє покращенню естетичного вигляду будівлі та збільшенню природного освітлення у приміщеннях, що позитивно впливає на настрій та здоров'я мешканців. Ці заходи також сприяють зменшенню шуму та пилу, що може проникати через старі або пошкоджені вікна, що створює комфортніші умови для проживання.

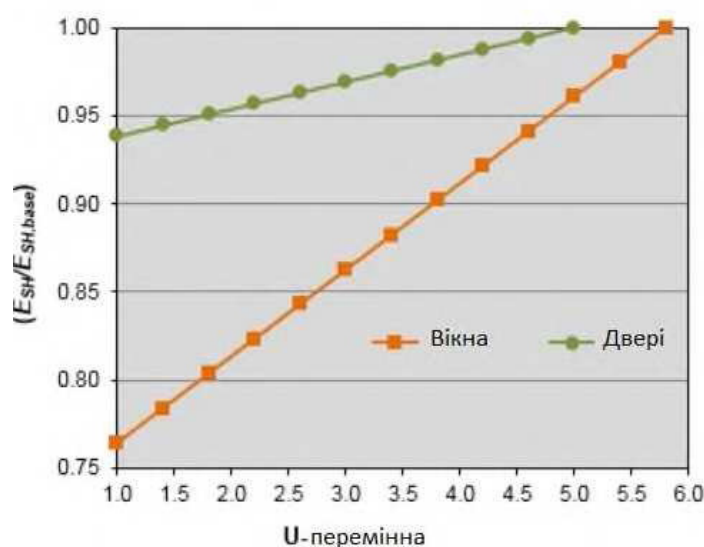


Рис. 2. Порівняння впливу коефіцієнта опору теплопередачі вікна/дверей на споживання енергії для опалення приміщень [1]

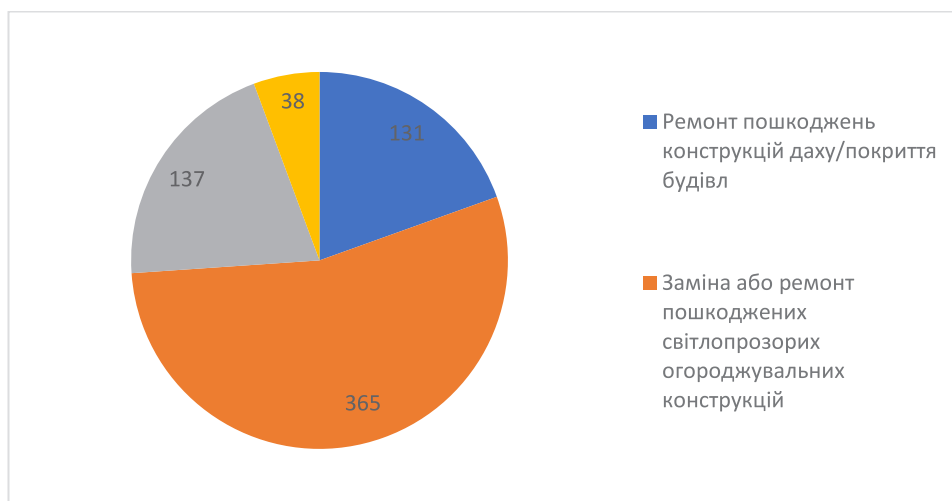


Рис. 3. Найпоширеніші заходи відновлення в багатоквартирних будівлях

З цього аналізу можна зробити висновок, що ініціатива Фонду енергоефективності є важливим і потрібним кроком у напрямку підвищення енергоефективності та комфорту житла, а також сприяє покращенню якості життя мешканців. Ця програма не лише забезпечує фінансову підтримку для проведення відновлювальних робіт, але й стимулює свідоме використання ресурсів та підтримує стале споживання енергії, що є важливим аспектом для сталого розвитку суспільства.

Це можна обґрунтувати тим, що внаслідок вибухової хвилі виникають серйозні пошкодження, серед яких особливо варто виділити руйнування склопакетів, металочерепиці та оздоблення фасаду. Ці пошкодження виникають через дію великого тиску та сили, що супроводжує вибух. Нижче подано детальний опис пошкоджень:

- Склопакети: Склопакети, які є необхідною складовою частиною вікон та фасадів будівель, піддаються великому тиску та силі вибухової хвилі. Це може призвести до розбиття скла та руйнування рамок вікон, що породжує значні пошкодження та підвищує ризик травм для мешканців. (див. рис. 3).

- Покрівля: Металочерепиця, що використовується для покриття дахів, також піддається серйозним пошкодженням внаслідок вибуху. Сила вибухової хвилі може призвести до зірвання або згортання листів металу, що призводить до руйнування даху та потенційної небезпеки для життя та здоров'я мешканців.

- Оздоблення фасаду: Матеріали, що використовуються для оздоблення фасаду, наприклад штукатурка чи камінь, також можуть зазнати серйозних пошкоджень внаслідок вибуху. Велика сила тиску може відштовхнути або розірвати ці матеріали, що призводить до значних пошкоджень та потреби у серйозному відновленні для забезпечення безпеки та стійкості будівлі. (див. рис. 4). [4-6].

Отже, внаслідок вибухової хвилі руйнуються склопакети, металочерепиця та оздоблення фасаду через дію великого тиску та сили, що виникають під час вибуху. Ці пошкодження можуть бути значними та потребувати серйозного відновлення для забезпечення безпеки та стійкості будівлі.

Проведений аналіз поданих заявок вказує на те, що найбільшу кількість запитів на відновлення подали ОСББ з Київської області, а також з Миколаївської області. Це пояснюється різними факторами, включаючи рівень розвиненості ОСББ в цих регіонах та підвищений ризик фінансування.

У Київській області, можна спостерігати велику кількість багатоквартирних будинків, які управляються ОСББ. Це може пояснюватися більш високим ступенем організаційної активності мешканців та більшим рівнем свідомості щодо можливостей фінансування відновлення.

У Миколаївській області та інших регіонах можливо спостерігати підвищений ризик фінансування через різні причини. Деякі з них включають обмежені

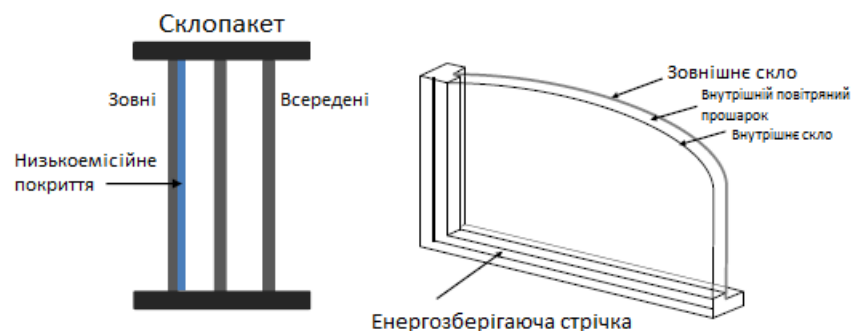


Рис. 4. Структура енергозберігаючих склопакетів



Рис. 5. Структура утеплення фасадів будівлі

бюджетні ресурси на рівні місцевих влад, відсутність належної підтримки та інфраструктури для реалізації програм відновлення, а також складність у взаємодії з установами чи організаціями, які забезпечують фінансування. [4-8]

У зв'язку з цим, ОСББ в цих регіонах зазнають складнощів у реалізації відновлювальних заходів, що призводить до підвищеного обсягу запитів на фінансову підтримку від Фонду енергоефективності. (див. рис.5).

Моделювання відновлення багатоквартирних будівель після військової агресії є надзвичайно важливим через декілька ключових причин. По-перше, кліматичні умови визначають енергетичні потреби будівлі і можливості використання альтернативних джерел енергії. Друге, економічні показники, такі як вартість матеріалів та робочої сили, впливають на планування та

реалізацію проектів відновлення. Третє, розуміння енергетичних потреб дозволяє створити ефективну енергетичну систему відновленої будівлі, що зменшує витрати та екологічний вплив. Здійснення системного аналізу навантажень на існуючу енергетичну мережу допомагає уникнути перевантаження та забезпечити стабільну роботу системи. Усі ці аспекти допомагають забезпечити ефективне та стійке відновлення будівлі, що є важливим для комфорту та енергоефективності мешканців. Відповідно, моделювання відновлення є ключовим компонентом розробки стратегій, оскільки дозволяє точно оцінити енергетичні потреби будівлі та зменшити споживання енергії. Такий аналіз також допомагає врахувати всі фактори, що впливають на енергетичну ефективність, і забезпечити оптимальне використання ресурсів. (див. рис. 6).

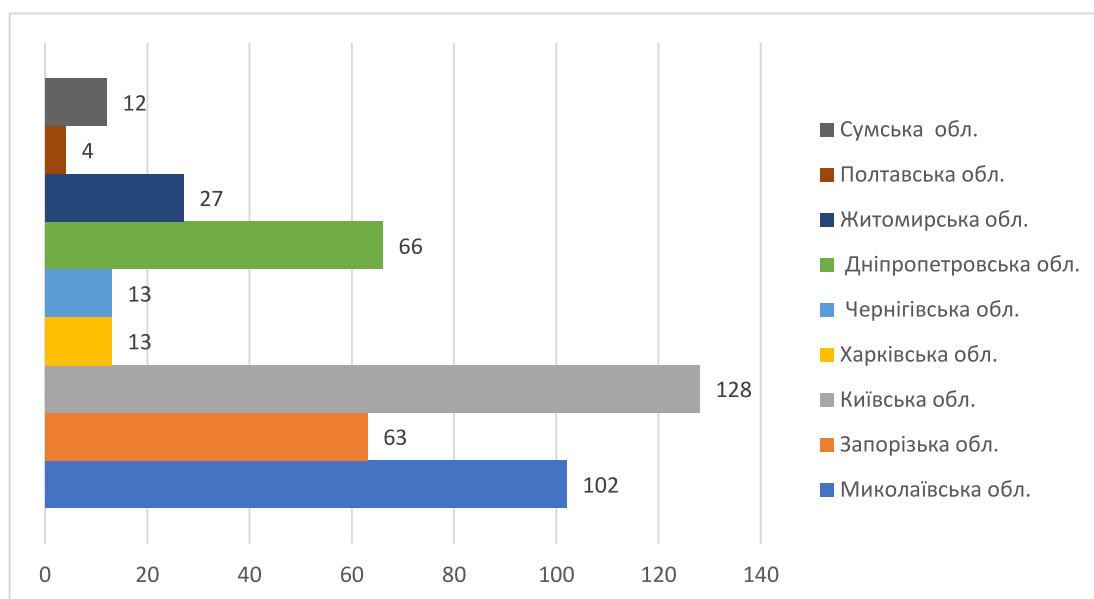


Рис. 6. Кількість запитів на відновлення будівель по регіонах України

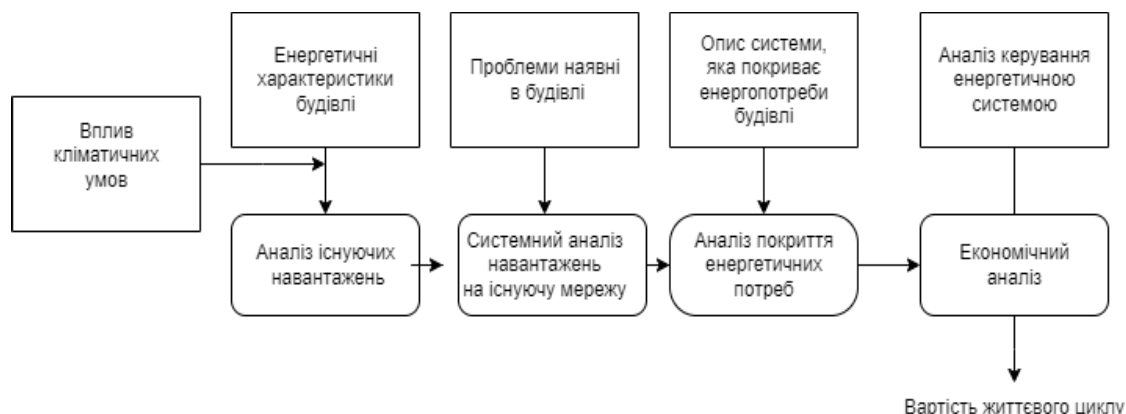


Рис. 7. Методологія відновлення багатоквартирних будівель

Оцінка енергетичних характеристик будівлі є ключовою для проведення її енергетичного моделювання та розроблення оптимальних стратегій відновлення. Цей процес дозволяє виявити проблемні зони та знайти шляхи їх вирішення. Енергетичне моделювання, використовуючи спеціалізовані програми, допомагає визначити ефективні заходи з енергозбереження та встановити оптимальні стратегії відновлення, зменшуючи споживання енергії та покращуючи комфорт для мешканців. Такий аналіз включає оцінку тепловтрат, систем опалення та кондиціонування, теплоізоляції, а також використання енергоефективного обладнання. Здійснення системного аналізу допомагає розробити ефективні та стійкі стратегії відновлення, сприяючи зменшенню витрат на енергію та досягненню цілей сталого розвитку.

Однією із таких характеристик є форма будівлі, що визначається за допомогою таких параметрів, як фактор форми (SF), фактор компактності (CF) та відносна компактність (RC). Ці параметри дозволяють оцінити вплив форми будівлі на її енергоспоживання. Наприклад, підвищення фактора форми може призвести до збільшення тепловтрат будівлі в умовах екстремальних кліматичних умов.

$$SF = \frac{A_e}{A_c};$$

де A_e - це площа поверхні будівлі (m^2), а A_c - умовна площа підлоги (m^2).

Фактор компактності визначається як відношення площі поверхні будівлі до об'єму умовного простору:

$$CF = \frac{A_e}{V_c};$$

де V_c - об'єм умовного простору (m^3).

Відносна компактність оцінює вплив форми і геометричних розмірів на енергоефективність будівлі:

$$RC = \frac{(V_c/A_e)_{building}}{(V_c/A_e)_{Ref}};$$

де $(V_c/A_e)_{building}$ - показує компактність конкретної форми, а $(V_c/A_e)_{Ref}$ - компактність оригінальної будівлі. [7-13].

Оптимізація форми будівлі широко вивчалася в попередніх дослідженнях. Різноманітні типи будівельних форм, такі як прямокутні, L-подібні, T-подібні, кубічні

тощо, були аналізовані як теоретично, так і чисельно. Встановлено, що форма будівлі має значний вплив на енергоспоживання будівлі в екстремальних кліматичних умовах, але менший вплив - у неекстремальних зонах. Отже, розуміння та оцінка всіх аспектів характеристик будівель, включаючи їх форму, є важливою складовою у процесі моделювання та відновлення будівель [10,14].

Зважаючи на важливий фактор енергоефективності будівель під час їх відновлення внаслідок військової агресії, можна розробити наступну стратегію (див. рис.7):

1. Аналіз енергоефективності: Провести детальний аналіз енергоефективних параметрів будівель, зокрема ізоляції, опалення, вентиляції та освітлення, з метою виявлення можливостей для поліпшення енергоефективності.

2. Розробка енергоефективних рішень: Розробити план відновлення, що передбачає впровадження енергоефективних рішень, таких як утеплення стін, заміна вікон на енергоефективні моделі, встановлення енергоефективного обладнання для опалення та вентиляції тощо.

3. Фінансова підтримка: Забезпечити фінансову підтримку для реалізації енергоефективних проєктів шляхом надання субсидій, грантів або доступу до низькопроцентних кредитів.

4. Підвищення свідомості: Провести інформаційну кампанію серед мешканців та ОСББ про важливість енергоефективних заходів, їх переваги та доступність програм фінансування.

5. Підтримка ОСББ: Надати підтримку та консультації ОСББ у плануванні та реалізації енергоефективних проєктів, включаючи допомогу у розробці проєктної документації та виборі підрядників.

6. Моніторинг та оцінка: Здійснювати систематичний моніторинг та оцінку енергоефективних заходів з метою визначення їх ефективності та вдосконалення стратегій відновлення.

Ця стратегія відновлення багатоквартирних будівель внаслідок військової агресії є частиною проєкту, реалізованого Фондом енергоефективності. Проєкт спрямований на підтримку ОСББ та мешканців у відновленні пошкоджених будівель з урахуванням енергоефективних аспектів. Він передбачає надання фінансової підтримки, консультацій та інформаційної підтримки для реалізації енергоефективних заходів у будівництві та реконструкції. Цей проєкт сприяє створенню стабільних та енергоефективних житлових умов для мешканців постраждалих районів, що сприяє їхньому благополуччю та сталому розвитку. (див. рис. 4). [15-18, 20].

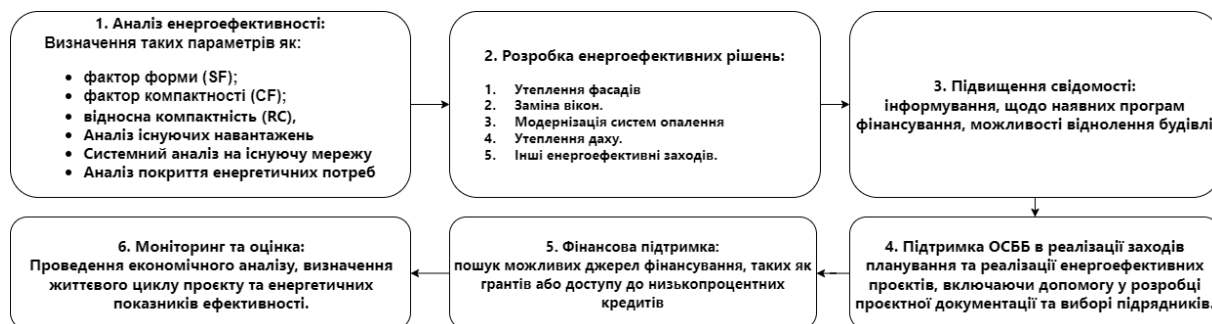


Рис. 8. Схема стратегії відновлення багатоквартирних будівель

Відновлення багатоквартирних будівель після військової агресії є важливим кроком у сталому розвитку країни, оскільки це сприяє створенню ефективних та енергоефективних будівель, що відповідають сучасним екологічним стандартам. Заміна вікон та утеплення фасадів є важливими елементами цього процесу, оскільки вони допомагають зменшити споживання енергії та зберегти ресурси. Такі заходи сприяють сталому розвитку країни, забезпечуючи збалансований розвиток економіки та збереження природних ресурсів. [15,19].

Щоб забезпечити ефективне відновлення будівель після військової агресії, важливо використовувати моделювання та методології, які дозволяють аналізувати та прогнозувати різні аспекти процесу відновлення. Моделювання може допомогти оцінити вплив різних заходів відновлення на енергоефективність, екологічність та економічну доцільність будівель.

Методологія відновлення будівель після військової агресії повинна враховувати різноманітні аспекти, включаючи кліматичні умови регіону, економічні показники, потреби в енергії та навантаження на існуючу енергетичну мережу. Важливо враховувати всі ці фактори при розробці стратегій відновлення, щоб забезпечити стале та ефективне відновлення будівель.

Моделювання дозволяє прогнозувати результати різних варіантів відновлення та визначити оптимальний підхід до відновлення будівель, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та максимізацію ефективності процесу відновлення. Такий підхід дозволяє забезпечити стале та ефективне відновлення будівель, що відповідає потребам сучасного суспільства та сприяє сталому розвитку країни.

Висновки.

Відновлення багатоквартирних будівель після військової агресії є важливим етапом у відновленні життєвих умов та соціально-економічного потенціалу

території. На основі проведеного аналізу всіх енергетичних характеристик будівлі та розроблення оптимальних стратегій відновлення, можна зробити кілька важливих висновків.

Перш за все, виявлено, що енергетичне моделювання є необхідною складовою процесу відновлення будівель після військової агресії, оскільки воно дозволяє ідентифікувати ключові аспекти, що впливають на ефективність роботи будівлі та розробляти ефективні заходи з енергозбереження.

Другим важливим висновком є необхідність врахування кліматичних умов, економічних показників та всіх енергетичних характеристик будівлі під час розроблення стратегій відновлення. Це допомагає забезпечити максимальну ефективність та стійкість будівлі в умовах відновлення.

Крім того, виявлено, що важливо проводити системний аналіз навантажень на існуючу енергетичну мережу та враховувати всі можливі енергетичні характеристики будівлі для забезпечення оптимального рівня енергоефективності та зниження витрат на енергопостачання.

Отже, висновки зазначають на необхідність комплексного підходу до відновлення будівель після військової агресії, що включає в себе енергетичне моделювання, визначення оптимальних стратегій та розроблення дійових заходів з енергозбереження. Тільки такий підхід може забезпечити ефективне відновлення та збереження ресурсів для майбутніх поколінь.

Запропонована стратегія базується на інтеграції енергетичного моделювання та системного аналізу енергетичних характеристик будівлі. Це надає можливість точно визначити оптимальні стратегії відновлення та розробити дієві заходи з енергозбереження.

Робота виконана за сприяння Національного фонду досліджень України. в рамках виконання проекту № 92/0172 «Аеродинаміка, теплообмін та інновації для

підвищення енергоефективності віконних конструкцій і їх використання для відбудови пошкоджених війною будівель України» конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

ЛІТЕРАТУРА:

1. "A review of internal and external influencing factors on energy efficiency design of buildings" Автори: Shuo Chen, Guomin Zhang, Xiaobo Xia, Sujeeva Setunge, Long Shi Видавництво: Civil and Infrastructure Engineering Discipline, School of Engineering, RMIT University, Melbourne
2. "Interactive investigation of building energy performance" Автори: Francois Simon (University of Granada), Prof. Aymeric Girard (University Adolfo Ibañez) URL: <https://www.renewableinstitute.org/energy-efficiency-in-homes/>
3. Фонд енергоефективності (2020). "Програма Відновидім: стратегії та реалізація". Офіційний веб-сайт Фонду енергоефективності. URL: <https://eefund.org.ua/recovery/>
4. Джордж Ламбру, Пол Хоршем, Лідія Карузіс та ін. (2014). "Енергоефективність і екологічність будівельного сектору: досвід реалізації Європейського Союзу." Енергетика та комунальне господарство, 4 (37), 74-81.
5. Александр Давыденко, Иван Петров (2019). "Стратегії енергоефективного відновлення багатоквартирних будівель." Будівельний журнал, 2 (55), 22-29.
6. Євгеній Воронін, Ольга Сіденко (2020). "Програми підтримки енергоефективного будівництва в Україні: аналіз і перспективи." Економіка та управління, 3 (18), 45-52.
7. Наталія Мельник, Олена Литвиненко (2021). "Фінансова підтримка відновлення багатоквартирних будівель в Україні." Енергетика та екологія, 2 (43), 112-120.
8. Володимир Іванов, Марина Коваленко (2022). "Правові аспекти відновлення житлового фонду після військової агресії." Юридичний журнал, 1 (10), 88-95.
9. P. Bohdanowicz, I. Martinac, Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels—Case study of Hilton International and Scandic in Europe, Energy Build. 39 (2007) 82–95 .
10. E. Fuentes, L. Arce, J. Salom, A review of domestic hot water consumption profiles for application in systems and buildings energy performance analysis, Renew. Sustain. Energy Rev. 81 (2018) 1530–1547.
11. G.Y. Yun , H.J. Kong , H. Kim , J.T. Kim , A field survey of visual comfort and lighting energy consumption in open plan offices, Energy Build. 46 (2012) 146–151 .
12. Lighting of Indoor Work Places, British Standards Institution, UK, 2002 .
13. J. Langevin, J. Wen, P.L. Gurian, Quantifying the human-building interaction: considering the active, adaptive occupant in building performance simulation, Energy Build. 117 (2016) 372–386 .
14. J. Ahn, S Cho, Anti-logic or common sense that can hinder machine's energy performance: energy and comfort control models based on artificial intelligence responding to abnormal indoor environments, Appl. Energy 204 (2017) 117–130 .
15. Hepbasli A, "Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 16, pp. 73-104, 2012.
16. Papathanasopoulou E, "Household consumption: associated fossil fuel demand and carbon dioxide emissions: The case of Greece between 1990 and 2006," Energy Policy, vol. 38, p. 4152–62, 2010.
17. Boyle, G., Renewable energy, Power for a sustainable future, Oxford: Oxford University Press, 1st edition, 1996.
18. ASHRAE, "ASHRAE Handbook – CHAPTER 32 Fundamentals – Energy estimating and modeling methods," 2005.
19. US Department of Energy, "Weather Data, EnergyPlus Energy Simulation Software," U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2013. [Online]. Available: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm.
20. Hepbasli A, "Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 16, pp. 73-104, 2012.

STRATEGY FOR RESTORATION OF APARTMENT BUILDINGS AS A CONSEQUENCE OF MILITARY AGGRESSION, TAKING INTO ACCOUNT THE ENERGY EFFICIENCY FACTOR

B. Basok¹, N. Bespala²

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2a Marii Kapnist str., Kyiv, 03057, Ukraine

¹*Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Dr Sci, (Engin.), Head of Department, ORCID 0000-0002-1068-9935*

²*postgraduate, ORCID 0000-0002-4466-6491*

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2024.7>

This article analyses the most frequent measures applied for to restore apartment buildings as a result of military aggression. By analysing the applications submitted, it was found that the most common measures are window replacement and facade insulation. These measures were found to be popular due to their effectiveness in improving energy efficiency, providing comfort for residents and increasing building security. Additional benefits are the support of funding programmes and grants, which makes them more affordable for HOAs. The findings of this study may be useful for construction professionals and NGOs involved in the reconstruction of buildings affected by military aggression.

References 20, figures 7.

Keywords: Restoration, apartment buildings, military aggression, window replacement, facade insulation, energy efficiency.

1. "A review of internal and external influencing factors on energy efficiency design of buildings" Авторы: Shuo Chen, Guomin Zhang, Xiaobo Xia, Sujeeva Setunge, Long Shi Видавництво: Civil and Infrastructure Engineering Discipline, School of Engineering, RMIT University, Melbourne

2. "Interactive investigation of building energy performance" Авторы: Francois Simon (University of Granada), Prof. Aymeric Girard (University Adolfo Ibañez) URL: <https://www.renewableinstitute.org/energy-efficiency-in-homes/>

3. *Energy Efficiency Fund* (2020). "RenovateDom Program: Strategies and Implementation". Official website of the Energy Efficiency Fund. URL: <https://eefund.org.ua/recovery/>.

4. George Lambrou, Paul Horsham, Lydia Karouzis, et al. (2014). "Energy efficiency and environmental performance of the building sector: the experience of the European Union." *Energy and Utilities*, 4 (37), 74-81.

5. Oleksandr Davydenko, Ivan Petrov (2019). "Strategies for energy-efficient renovation of multi-apartment buildings." *Construction Journal*, 2 (55), 22-29.

6. Yevhen Voronin, Olga Sidenko (2020). "Programs to Support Energy Efficient Construction in Ukraine: Analysis and Prospects." *Economics and Management*, 3 (18), 45-52.

7. Natalia Melnyk, Olena Lytvynenko (2021). "Financial Support for the Renovation of Multifamily Buildings in Ukraine." *Energy and Ecology*, 2 (43), 112-120.

8. Volodymyr Ivanov, Maryna Kovalenko (2022). "Legal Aspects of Restoring the Housing Stock after Military Aggression." *Yurydychnyi zhurnal*, 1 (10), 88-95.

9. P. Bohdanowicz, I. Martinac, Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels—Case study of Hilton International and Scandic in Europe, *Energy Build.* 39 (2007) 82–95 .

10. E. Fuentes, L. Arce, J. Salom, A review of domestic hot water consumption profiles for application in systems and buildings energy performance analysis, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 81 (2018) 1530–1547 .

11. G.Y. Yun , H.J. Kong , H. Kim , J.T. Kim , A field survey of visual comfort and lighting energy consumption in open plan offices, *Energy Build.* 46 (2012) 146–151 .

12. *Lighting of Indoor Work Places*, British Standards Institution, UK, 2002 .

13. J. Langevin , J. Wen , P.L. Gurian, Quantifying the human-building interaction: considering the active, adaptive occupant in building performance simulation, *Energy Build.* 117 (2016) 372–386 .

14. J. Ahn, S Cho, Anti-logic or common sense that can hinder machine's energy performance: energy and comfort control models based on artificial intelligence responding to abnormal indoor environments, *Appl. Energy* 204 (2017) 117–130 .

15. Hepbasli A, "Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, pp. 73-104, 2012.

16. Papathanasopoulou E, "Household consumption: associated fossil fuel demand and carbon dioxide emissions: The case of Greece between 1990 and 2006," *Energy Policy*, vol. 38, p. 4152–62, 2010.

17. Boyle, G., *Renewable energy, Power for a sustainable future*, Oxford: Oxford University Press, 1st edition, 1996.

18. *ASHRAE*, “ASHRAE Handbook – CHAPTER 32 Fundamentals – Energy estimating and modeling methods,” 2005.

19. *US Department of Energy*, “Weather Data, EnergyPlus Energy Simulation Software,” U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2013. [Online]. Available: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm.

20. *Hepbasli A*, “Low exergy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, pp. 73-104, 2012.

Отримано 17.03.2024

Received 17.03.2024

Прийнято до друку 11.04.2024
Accepted for publication 11.04.2024