



ComAct

Дії громад  
задля зменшення  
енергетичної  
бідності

## Інвентаризація енергоефективних технічних заходів для енергетично бідних домогосподарств





# ComAct

Дії громад  
зادля зменшення  
енергетичної  
бідності

Акронім проекту	ComAct #892054
Назва проекту	Дії громад задля зменшення енергетичної бідності
Координатор проекту	Зіта Какалейчикова, Nadacia HFHI
Тривалість проекту	2020 – 2023
Вебсайт	<a href="http://www.comact-project.eu">www.comact-project.eu</a>

Результат №	4.1
Рівень поширення	Публічний
Робочий пакет	4
Провідний бенефіціар	ENOVA
Автор	Мартін Петрович (ENOVA)
Переглянуто	Ліліяна Алчева (HFHM)
Дата	Січень 2021
Назва файлу	D4.1 Ідентифікація та аналіз технічних заходів



Цей проект отримав фінансування від програми досліджень та інновацій Європейського Союзу «Горизонт 2020» за грантовою угодою № 892054.

## Юридичне повідомлення

Виняткова відповідальність за зміст цієї публікації покладається на авторів. Це не обов'язково відображає думку Європейського Союзу. Ні Виконавча Агенція для малих та середніх підприємств (EASME), ні Європейська комісія не несуть відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

Опубліковано в червні 2021 р. ComAct.

© ComAct, 2021. Відтворення дозволено за умови вказання джерела.



## Зміст

1. Передмова .....	5
1.1. Типи багатоповерхових будинків.....	6
2. Право та поведінка .....	9
3. Огороджувальні конструкції .....	13
3.1. Теплоізоляція стін .....	14
3.2. Теплоізоляція дахів і стель .....	18
3.3. Теплоізоляція підлог .....	19
3.4. Заміна вікон та дверей .....	19
4. Система опалення .....	20
5. Підготовка побутової гарячої води .....	23
6. Споживання електричної енергії .....	24
7. Огляд заходів .....	27



## 1. Передмова

Наявність енергії за доступними цінами є одним із ключових факторів досягнення сталого розвитку суспільства.

З іншого боку, виробництво енергії та її використання суттєво впливають на навколишнє середовище, що призводить до місцевого та регіонального забруднення та призводить до глобального потепління та зміни клімату. Весь світ стикається з викликом сталого розвитку - розвитку, який забезпечує безпеку енергопостачання, одночасно зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

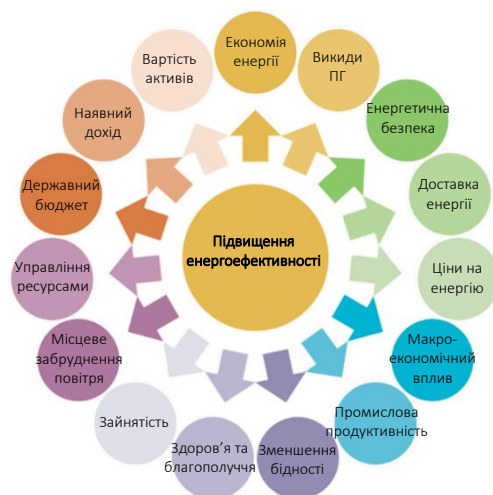
Будинки всіх типів вимагають великої кількості енергії для підтримки проектних параметрів та нормального функціонування. З іншого боку, це також дає можливість великої економії енергії. Тому енергоефективність будівель стала пріоритетом у державному секторі, що призвело до значної економії енергії та витрат. На поточний час енергоефективність у житловому секторі, як для індивідуальних будинків, так і для багатоквартирних будинків, також зацікавила мешканців, комунальні компанії та інвесторів.

Довгострокові переваги підвищення енергоефективності будівель - зменшення забруднення та пом'якшення глобальної зміни клімату. Енергію слід використовувати якомога ефективніше. Однак важливо підкреслити, що енергоефективність не може бути обмежена енергозбереженням. Економія завжди передбачає певні жертви, тоді як ефективність означає підтримку оптимального теплового комфорту, клімату в приміщенні та рівня освітлення, з використанням меншої кількості енергії.

Покращена енергоефективність має багато переваг, залежно від типу заходів. Це може:

- Зменшити навантаження на домогосподарства в міру зростання цін на енергію,
- Підвищити енергетичну безпеку,
- Збільшити інвестиції, необхідні для енергопостачання,
- Знизити забруднення повітря та викиди парникових газів,
- Розширити зайнятість некваліфікованої та кваліфікованої робочої сили,
- Знизити навантаження на державний та муніципальні бюджети,
- Підвищити економічну конкурентоспроможність.

Малюнок 1 – Багаторазові переваги від підвищення енергоефективності



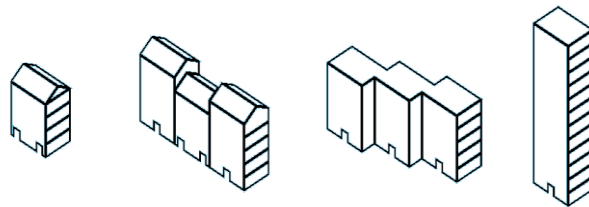
Реалізація заходів з енергоефективності в житлових будинках може призвести до значного поліпшення умов життя за рахунок зменшення витрат на енергоносії та викидів вуглекислого газу. Реалізація заходів в окремих будинках сильно залежать від розміру та форми будівлі, матеріалу огорожувальних конструкцій, техніки будівництва, місця розташування та звичок мешканців (все це може суттєво відрізнятися), що робить загальну класифікацію заходів та їх аналіз відносно складним. Однак багатоквартирні будинки можна поділити за типами, що спрощує аналіз заходів енергоефективності загалом.

### 1.1. Типи багатоповерхових будинків

Конструкція будинків постійного змінюється плином часу. Це зумовлено впровадження нових матеріалів та нових будівельних технологій, зміни вартості природних ресурсів та робочої сили. Крім того, відбувалися архітектурні вдосконалення або інновації, зміни смаків, ріст благополуччя, реагування на структурні пошкодження або питання щодо охорони здоров'я та (в останній час) енергозбереження. Рушійними силами часто є економічні аспекти (мінімізація витрат або збереження конкурентоспроможності), адміністративні або юридичні умови (вимоги будівельних норм тощо), але останнім часом це скорочення споживання енергії та енергоефективність. Основна увага приділяється еволюції енергетичних характеристик будівель, що стосується як енергетичних показників будівельних елементів, так і можливостей вдосконалення. Одним із визначальних факторів є геометрія будівлі, оскільки відповідна площа огорожувальних конструкцій відповідає за втрати теплопередачі. Частина елементів огорожувальних конструкцій, тобто дах, верхня стеля, стіни, вікна та підлога даної будівлі, значно залежить від їх віку та їх розмірів. Крім того, коефіцієнт теплопередачі цих елементів конструкції відрізняється один від одного і також пов'язаний із часом будівництва. Існують також певні фактори, які накладають характерні обмеження на поліпшення огорожувальних конструкцій, наприклад історична цінність будівлі, яку варто зберігати, або ситуації із сусідніми будівлями, що заважають зовнішній ізоляції стін.



Малюнок 2 – Схематичне зображення типів та класифікація будівель, зліва направо: багатоквартирні будинки, прибудовані багатоквартирні будинки в міських кварталах, блоки будинків та висотки



У європейських країнах існують різні концепції типологічної оцінки показників енергетичної ефективності. Більшість із цих концепцій були застосовані в галузі аналізу енергоефективності. Деякі з них також використовуються для моделювання ринку житла. Крім того, дизайн процедур сертифікації енергоефективності може бути вдосконалений типологічними аспектами, що дозволяє спростити збір даних. Замість дослідження великої кількості будівельних деталей (наприклад, товщини та матеріалів будівельних шарів, довжини та ізоляції теплових труб) використовуються типові (загальні) значення, що представляють типові випадки. Усі будівлі в більшості випадків класифікуються за двома основними критеріями: рік побудови (наприклад, 1961-1970 або 1980-1989) та тип (наприклад, житловий багатоквартирний будинок або багатоповерхівка).

Зазвичай класифікація типів будівель (як громадських, так і житлових будинків) супроводжує національну стратегію енергетики чи енергоефективності або подібний стратегічний документ. Тому різні країни мають різну типологію та класифікацію громадських та житлових будівель. Відмінності можуть варіюватися від незначних до суттєвих, і вони можуть бути обумовлені історично та географічно, з одного боку та наявних будівельних матеріалів та технологій з іншого. При розробці типів будівель, як правило, проводиться обстеження, яке охоплює певну кількість різних будівель та вимірювання усіх параметрів, необхідних для кількісної оцінки та повного опису огорожувальних конструкцій будівлі, що є підставою для розрахунку тепловтрат та оцінки енергоефективності. Однак необхідно мати на увазі, що типологія, незалежно від того, наскільки вона скрупульозна, навряд чи може охоплювати всі будинки та кожен тип будівель. Завжди є будівлі, що є винятками, наприклад будівлі, які мають особливу історичну та / або архітектурну цінність.

Детальний опис типів будинків в електронному вигляді є загальнодоступним для завантаження в деяких країнах, тоді як в інших країнах можливо знайти лише основні дані, необхідні для розрахунків тепловтрат. Цей документ не містить детальної інформації щодо типів будівель для країн, охоплених цим проектом, оскільки це більше пов'язано із наступним завданням (D4.2).

## Заходи з енергоефективності

Як правило, можуть бути запропоновані різні заходи з енергоефективності, залежно від типу будівлі та року її побудови, а також від її стану та кількості мешканців. Заходи варіюються від простих недорогих до складних і (часто) дорогих реконструкцій. Заходи можна згрупувати в кілька основних категорій, зокрема щодо:

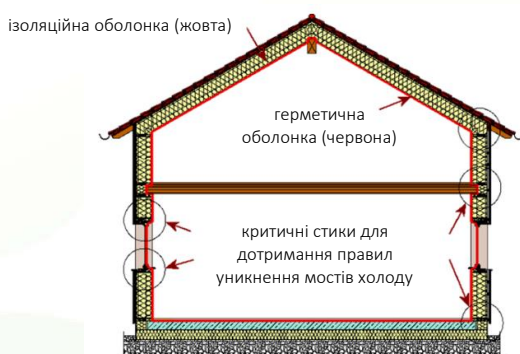
- Права та поведінки,
- Огорожувальних конструкцій,
- Системи опалення,



- Підготовки гарячої води,
- Споживання електроенергії.

Деякі з цих заходів можна порівняно легко запропонувати та реалізувати на більшості будівель (наприклад, теплоізоляція стін або заміна вікон), тоді як інші вимагають значних інвестицій та детального аналізу (наприклад, встановлення теплових насосів для опалення, охолодження та підготовка побутової гарячої води). Пошук оптимального набору заходів, які будуть запропоновані для певної будівлі, може бути складним та виснажливим завданням, яке часто включає не лише інженерні аспекти, а також аспекти права та поведінки.

Малюнок 3 – Схематичне зображення ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі



Малюнок 4 – Схематичне зображення ізоляції та вдосконалених джерела тепла та системи вентиляції



У деяких випадках, завдяки належній комбінації заходів, споживання енергії може бути значно знижено, і навіть така низька кількість енергії, необхідної для будівлі, може бути покрита в значній мірі за рахунок відновлюваних джерел, включаючи джерела, що виробляються на місці або поблизу. Це може перетворити цю будівлю в будинок з "майже нульовою енергією", тобто в будинок, який має надзвичайно високі енергетичні характеристики.



Важливо пам'ятати, що енергетичні показники також залежать від типу джерела тепла та системи постачання. Ці технічні установки зазнають коротших циклів реконструкції або повних змін. Тому можна очікувати лише погані кореляції типу системи постачання тепла з періодом будівництва будівлі. Особливо це стосується будівель, де в різних квартирах можна використовувати кілька можливих джерел тепла (наприклад, систему централізованого опалення, електричну енергію та природний газ).

Таблиця 1 – Заходи з енергоефективності, запропоновані для багатоквартирних будинків

Група заходів	Складність	Основні ефекти та переваги
Право та поведінка	Прості	Фінансові та збереження енергії
Огороджувальні конструкції	Прості та помірно складні	Підвищений тепловий комфорт, економія фінансів та енергії, підвищення якості життя, вища вартість нерухомості
Гаряча вода	Помірно складні	Підвищений комфорт життя, економія фінансів та енергії
Система опалення	Помірно складні та складні	Підвищений тепловий комфорт та якість життя, зменшення забруднення, більша вартість нерухомості
Електричні системи	Від простих до складних	Економія фінансів та енергії, підвищений рівень контролю споживання енергії

Для будівель, підключених до систем централізованого тепlopостачання, перехід від виставлення рахунків за площу до виставлення рахунків за фактичним споживанням є одним із найбільш конкретних (і бажаних) заходів. Цей захід не обов'язково вимагає змін у будівлях, проте спричиняє зміни в поведінці користувача. Це підвищує ефективність використання енергії, оскільки користувач нестиме відповідальність за розумне споживання енергії.

Хоча цей документ охоплює широкий спектр заходів, які можна запропонувати для різних будівель, він не містить детальної інформації щодо оптимальних технічних сценаріїв. Така задача вимагає значно більше деталей щодо певної будівлі, і це буде висвітлено та детально розроблено у завданні D4.2.

## 2. Право та поведінка

Окрім технічних (інженерних) заходів, які значно покращують енергоефективність квартир та будинків у цілому, є кілька заходів, які можна запропонувати, і за які відповідають власники / орендарі будинків. Ці заходи не вимагають інвестицій. Просто зміна поведінки може призвести до економії енергії та підвищення енергоефективності. Такими заходами є:

- Короткий та інтенсивний обмін повітря замість тривалих періодів при ледве відкритих вікнах,
- Виключати світло коли воно не потрібне,
- Вимкнення електричного обладнання, коли воно не використовується або встановлення автоматичних вимикачів,

- Використовувати побутову техніку на повну потужність (наприклад, посудомийну та пральну машини).

Перший крок у зміні поведінки користувачів є усвідомлення ними, що енергія є товаром, і що вони за нього платять. Потім настає черга освіти, що призводить до зміни звичок. Завдяки освіті власники/орендарі можуть навчитися підтримувати енергоефективність за допомогою простих заходів. Тільки довготривала зміна поведінки користувача призводить до постійної економії.

Малюнок 5 – Кроки до максимального залучення споживачів задля підвищення енергоефективності



Прості заходи доступні майже всім власникам / орендарям і вимагають низького рівня технічних знань, а також низького рівня інвестицій або їх повну відсутність.

Прикладом такого заходу є захист від протягів, який є одним з найдешевших та найефективніших способів економії енергії та грошей у будь-якому типі житлових будинків. Контрольована вентиляція сприяє зменшенню конденсату та вологості, забезпечує надходження свіжого повітря тоді, коли це потрібно. Однак протяги неконтрольовані: вони впускають занадто багато холодного повітря і випускають занадто багато тепла. В квартирі, захищеній від протягів, забезпечується блокування небажаних містків холоду, через які втрачається тепло. Це в свою чергу призводить до зменшення енергії для обігріву внутрішнього простору, отже, зменшення витрат на опалення, а також робить квартиру більш теплою взимку.

Малюнок 6 – Захист вікон та підлоги від протягів



Такі вікна, особливо старі з одинарним склом, сумно відомі тим, що вони пропускають протяги. Якщо немає можливості встановити подвійне скло, протяги все одно можна блокувати, використовуючи ущільнювачі. Це щільні стрічки, які поставляються в рулонах різних кольорів. Вони є дешевими, доступними та легко встановлюються. Однак цей метод не підходить для розсувних вікон.

Плівка для вторинного скління - це прозора плівка, яка фіксується на вікнах для створення ефекту подвійного скління. Однак плівку, можливо, доведеться періодично міняти, що може бути незручно, і її легко можна порвати. Проте цей захід можна використовувати як тимчасове рішення для мінімізації втрат тепла. Це дешеве рішення з коротким часом окупності, яке можна реалізувати без спеціальних технічних знань.

Малюнок 7 – Встановлення плівки для вторинного скління



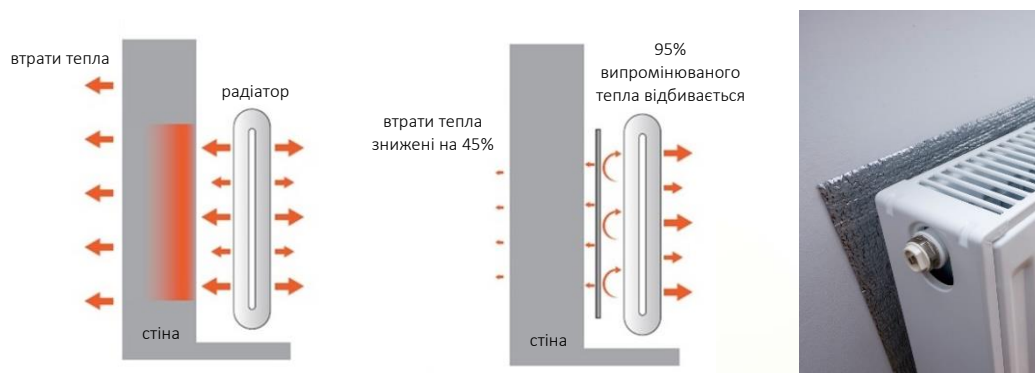
Малюнок 8 – Прилади для вимірювання споживання енергії



Як частина простих поведінкових заходів, які можуть призвести до підвищення енергоефективності, багато уваги слід приділяти обізнаності мешканців про рівень енергоспоживання. Не потрібно спеціальних знань, щоб встановити спеціальні прилади для вимірювання рівня енергоспоживання, які зможуть продемонструвати важливість вимірювання споживання енергії в критичних точках квартири.

Ще одним простим, дешевим та економічно вигідним заходом є встановлення рефлекторів тепла за радіаторами на стінах поза нагрівальними приладами. Такий рефлектор складається з пінопласту з алюмінієвою фольгою на його поверхні, товщиною близько 4 мм. Він відбиває потік тепла від стіни за радіатором і перенаправляє це тепло у внутрішній простір.

Малюнок 9 – Схематичне зображення рефлектора тепла за радіатором та як виглядає рефлектор



Окрім уже згаданих заходів, які можна запропонувати більшості споживачів теплової енергії, є один захід, який може суттєво вплинути на тих, хто підключений до систем централізованого опалення. Це зміна системи виставлення рахунків, тобто перехід від виставлення рахунків за площу (грн/м<sup>2</sup>) до виставлення рахунків за фактичним споживанням (грн/кВт-год).

Малюнок 10 – Перехід від оплати за площу до оплати за споживання буде дуже стимулюючим для споживачів



Цей захід досить складний для реалізації, оскільки багато будівель не мають технічної можливості легко встановити квартирні лічильники тепла без запровадження значних змін в системі трубопроводів. Це також робить цей захід дорогим. Причиною цього є оригінальна конструкція системи опалення, яка була прийнятною на той час, коли зводилась велика кількість будівель, підключених до існуючих систем централізованого опалення. Як правило, система трубопроводів спільна для всіх квартир, де кілька основних вертикальних труб проходять через всі квартири. Отже, без суттєвої реконструкції внутрішньої будинкової мережі трубопроводів, що забезпечить можливість встановлення приладів обліку споживання тепла для кожної квартири, неможливо забезпечити розділення споживання енергії. А це технічно складне рішення.

Цей захід може бути дуже стимулюючим, оскільки всі заходи, що підвищують енергоефективність, призвели б до зменшення енергетичних витрат. У випадку, якщо виставлення рахунків за площу залишається єдиним варіантом, мешканці сплачуватимуть однакову ціну незалежно від заходів, які застосовуються в квартирах. Однак необхідно мати на увазі, що в більшості східноєвропейських країн компанії, що керують централізованим тепlopостачанням, мають сильний вплив на систему ціноутворення, і в більшості випадків вони не готові легко змінити його з розрахунку за площу на рахунок за споживання. Це слід розглядати як одну з основних перешкод на шляху впровадження заходів з енергоефективності, що вимагають значних інвестицій.

В якості альтернативи можна було б виміряти споживання тепла на рівні всієї будівлі та знайти якусь фінансову модель, яка забезпечила б справедливую та стимулюючу систему ціноутворення для всіх споживачів.



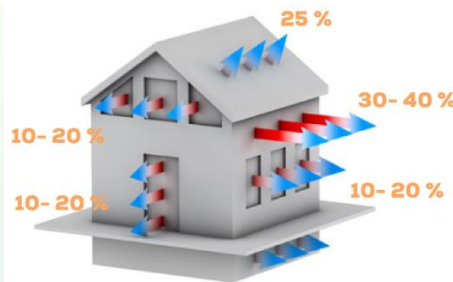
Лише невелика частина нещодавно зведених будівель має квартирні лічильники тепла, які вимірюють споживання тепла для кожної квартири. У таких випадках користувачі мають сильну мотивацію подбати про всі заходи, як прості, так і складні, для підтримки високого рівня енергоефективності.

### 3. Огороджувальні конструкції

Огороджувальні конструкції будівлі зазвичай описують як розділювач інтер'єру та екстер'єру будівлі. Це допомагає полегшити контроль за кліматом та захистити внутрішнє середовище. До них належать двері, вікна, дах, підлогу, сайдинг та всі компоненти, такі як структурна кладка та утеплення. Якщо огороджувальні конструкції будівлі у поганому стані, оновлення інших систем, таких як система опалення, не матимуть сенсу. Причина цього - значна втрата енергії через огороджувальні конструкції.

На жаль, огороджувальні конструкції будівлі є не просто одним компонентом, а системою, що складається з різноманітними незалежних елементів. Заміна лише однієї частини системи призведе до підвищення енергоефективності будівлі, але в незначній мірі. Тільки якщо замінити всі елементи системи, енергоефективність буде настільки високою, якою вона повинна бути, з усіма компонентами, що працюють ефективно.

Малюнок 11 – Основні втрати тепла в житловому будинку



Старі будівлі були спроектовані в епоху, коли енергія була дешевшою, отже, компоненти огороджувальних конструкцій були недостатньо ізольованими, а отже, будівництво в цілому було менш енергоефективним. На сьогоднішній день доступний широкий спектр заходів для покращення стану огороджувальних конструкцій будівлі та зменшення втрат тепла. Заходи, що застосовуються, залежать від віку та типу будівлі, і зазвичай включають теплоізоляцію стін, дахів та підлоги над неопалюваними приміщеннями, а також заміну старих дверей та вікон на нові. Теплоізоляція підлог на землі не є настільки поширеною, оскільки вона вимагає значних інвестицій та великих зусиль, маючи відносно низький коефіцієнт віддачі. Оскільки будинки конструктивно різняться, технічні заходи теж будуть відрізнятися (наприклад, теплоізоляція стін з внутрішньої або зовнішньої сторони). Щоб зрозуміти, як працює ізоляція, корисно мати деякі знання про тепловий потік, який включає три основних механізми: теплопровідність, конвекцію та радіацію. Теплопровідність - це механізм, який спостерігається при проходженні тепла через матеріали, наприклад, коли ложка, поміщена в гарячу чашку кави, проводить тепло через свою ручку до нашої руки. Конвекція є явищем перенесення тепла в рідинах, газах або інших середовищах, ось чому в наших будинках тепле повітря, що є легшим, піднімається вгору, а прохолодніше, щільніше повітря опускається вниз. Радіація (теплове випромінювання) означає що тепло рухається прямолінійно і нагріває все тверде на своєму шляху, що поглинає його енергію.



Більшість поширених ізоляційних матеріалів уповільнюють потік тепла. Променеві бар'єри, які не класифікуються як ізоляційні вироби, та відбивні системи ізоляції працюють за рахунок зменшення випромінювання тепла. Щоб бути ефективною, відбиваюча поверхня повинна бути звернена до простору, куди треба відбити тепло.

Незалежно від механізму, тепло перетікає з теплих у прохолодніші зони, поки різниця температур не зрівняється. У будівлях це означає, що взимку тепло перетікає безпосередньо з усіх опалювальних житлових приміщень на сусідні неопалювані горища, гаражі та підвали, а також на вулицю. Теплові потоки можуть також перетікати опосередковано через внутрішні стелі, стіни та підлоги, скрізь, де є різниця в температурі. Подібним чином, у сезони, коли потрібно охолодження, тепло надходить ззовні у внутрішню частину будівлі. Для підтримки комфорту, зимові втрати тепла повинні бути компенсовані системою опалення, а притоки тепла влітку, повинні бути виведені системою охолодження. Правильна ізоляція будівлі надасть можливість зменшити витрати енергії та посилить її стійкість до теплових потоків.

Малюнок 12 – Важливі фактори для енергоефективного будинку



Теплоізоляція передбачає зменшення теплопередачі (передачі теплової енергії між об'єктами з різними температурами), між об'єктами, що перебувають в тепловому контакті, або між об'єктами, що знаходяться в межах радіаційного впливу. Теплоізоляція може бути досягнута за допомогою спеціально розроблених методів або процесів, а також шляхом вибору відповідних форм та матеріалів об'єкта. Передача тепла є неминучою, коли предмети з різною температурою контактують між собою. Теплоізоляція забезпечує ізоляційну зону, в якій теплопровідність зменшується або теплове випромінювання відбивається, а не поглинається тілом з нижчою температурою.

Ізоляційний потенціал матеріалу визначається його теплопровідністю, де низька теплопровідність еквівалентна високій теплоізоляційній здатності (коефіцієнт R, опір теплопередачі). У теплотехніці іншими важливими властивостями ізоляційних матеріалів є щільність ( $\rho$ ) та питома теплоємність ( $c$ ).

### 3.1. Теплоізоляція стін

Незалежно від геометрії будівлі, зовнішні стіни представляють значну площу огорожувальних конструкцій будівлі, отже, мають великий вплив на її енергетичні характеристики. У типовій будівлі на стіни припадає від 30 до 40% втрат тепла, залежно від геометрії. Для досягнення максимально можливої



теплоізоляції, на додаток до використання існуючих традиційних ізоляційних матеріалів з постійно зростаючою товщиною огорожувальних конструкцій, розробляються нові сучасні матеріали та рішення з більш низькими показниками теплопровідності. Дуже товсті огорожувальні конструкції будівель не бажані як з точки зору економії площі і простору, так і з точки зору архітектурних заборон та інших обмежень. Існує дві основні групи ізоляційних матеріалів, традиційні (що широко використовуються) і найсучасніші (застосовуються, коли немає іншого варіанту чи можливості). Третя група, майбутні матеріали, все ще перебувають в стадії розробки, і тому не використовуються активно. Тут подано короткий опис різних ізоляційних матеріалів із основними властивостями, плюсами та мінусами їх використання. Як можна побачити, деякі з них є органічними, а деякі неорганічними.

Малюнок 13 – Матеріали для ізоляції огорожувальних конструкцій : скловолокно, мінеральна вата, целюлоза та бавовна



Скловолокно є найбільш часто використовуваним ізоляційним матеріалом останніх часів. Скловолокно - негорючий ізоляційний матеріал. Більше того, це дешева форма утеплювача і тому є рекомендованим варіантом. Мінеральною ватою називають декілька різних типів утеплювачів. Це може стосуватися скловати (виготовленої з переробленого скла), кам'яної вати (виготовленої з базальту) або шлакової вати (виготовленої із шлаку, що утворюється на сталеливарних заводах). Мінеральну вату можна придбати в плитах або як сипучий матеріал. Більшість форм мінеральної вати не мають домішок, що робить їх вогнестійкими та не горючими. Ізоляція целюлозою - це, мабуть, одна з найбільш екологічних форм утеплення. Вона виробляється з переробленого картону, паперу та інших подібних матеріалів і постачається у сипучому вигляді. Деякі недавні дослідження на целюлозі показали, що вона може бути стійким продуктом до пошкодження вогнем.

Бавовняна ізоляція складається на 85% з переробленої бавовни та на 15% з пластмасового волокна, обробленого боратом, який використовується в целюлозних утеплювачах та надає вогнестійкі властивості та відлякує комах / гризунів. Бавовняна ізоляція вимагає мінімальних витрат енергії для виготовлення. Бавовняна ізоляція також нетоксична. Коштує приблизно на 15-20% більше, ніж ізоляція зі скловолокна.

Малюнок 14 – Матеріали для ізоляції огорожувальних конструкцій: овеча шерсть, солом'яні плити, полістирол та поліуретан



Овеча шерсть, оброблена боратом задля захисту від шкідників, вогню та цвілі. Вона може утримувати велику кількість води, що може бути перевагою на деяких стінах, але багаторазове змочування та сушіння може призвести до вимивання бората з матеріалу. Використання овечої вовни як утеплювача може забезпечити переваги з точки зору добробуту та здорового клімату в приміщенні.

Будівництво з солом'яних брикетів, яке було популярне близько 150 років тому, останнім часом викликає новий інтерес. Укладені разом, типові солом'яні плити містять численні повітряні порожнини. В 1930-х роках була розроблена технологія пресування соломи в панелі без клею. Панелі, як правило, мають товщину від 5 до 100 мм і облицьовані важким крафт-папером з кожного боку.

Полістирол зазвичай використовується для виготовлення ізоляційних матеріалів таких як плити із спіненого (XPS) або екструдованого (EPS) полістиролу, термоблоки (опалубка з полістиролу, яка не знімається і в момент будівництва наповнюється бетоном) та різновидів ізоляції із сипучих матеріалів, що складається з невеликих гранул полістиролу. Також використовується графітовий полістирол (GPS).

Поліізоціанурат, також відомий просто як поліізо, є термореактивним видом пластику, із закритими порами, що містить у своїх клітинах газ з низькою провідністю, вільний від гідрохлорфторвуглецю. Ізоляція з поліізоціанурату доступна у вигляді рідини, для наповнення піни та твердих плит. Він також може бути виготовлений у вигляді ламінованих ізоляційних панелей з різним облицюванням.

Поліуретан - це піно подібний пористий ізоляційний матеріал з низькою теплопровідністю. Ізоляція з пінополіуретанової піни доступна у вигляді спіненого полімеру з закритими або відкритими порами. В піні з закритими порами, пори високої щільності закриваються і заповнюються газом, який допомагає піні розширюватися. Піна з відкритими порами не така щільна, пори наповнені повітрям, внаслідок чого ця форма має нижчий показник спротиву теплопередачі R.

Як можна зробити висновок, теплоізоляція зазвичай працює завдяки поєднанню двох основних характеристик:

- Природної здатності Ізоляційних матеріалів стримувати передачу тепла, і
- Використання невеликих пустот з затриманим газом, які виконують роль природних ізоляторів.

Гази мають гірші теплопровідні властивості у порівнянні з рідинами та твердими речовинами, тому, у разі можливості їхньої капсуляції, вони утворюють хороші ізоляційні матеріали. Диспергування газу в дрібних порах, які не можуть ефективно передавати тепло завдяки природній конвекції, ще більше посилює ізоляційну ефективність газу. Конвекція, зумовлена різницею температур, відбувається у великих за об'ємом потоках газу. В структурах пінистих матеріалів присутні невеликі газові порожнини та пустоти. В тканинних утеплювачах, таких як шерсть, невеликі мінливі повітряні порожнини утворюються природним шляхом. Залежно від типу, ізоляційні матеріали можуть бути використані у формі рулонів, плит, панелей або в розсипному вигляді. Деякі ізоляційні матеріали застосовуються як спрей для напилування, який згодом застигає.

Ціна на утеплення стін може відрізнятися залежно від різних факторів, таких як тип і товщина утеплювача, геометричні деталі фасаду та подальша обробка, витрати на оплату праці, а також виробник ізоляції та країна походження. Слід також зазначити, що ціна також залежить від висоти будівлі – збільшується через витрати на будівельні риштування. Зазвичай ціна на утеплення виражається за м<sup>2</sup> фасадної поверхні, включаючи витрати на утеплення та додаткові матеріали, робочу силу, будівельне риштування та прибирання. Отже, важко дати загальну оцінку періоду окупності, оскільки це залежить як від інвестицій, так і від економії коштів.



Малюнок 15 – Різні форми ізоляційних матеріалів для огорожувальних конструкцій: плити, рулони, панелі, та насипом



Слід зазначити, що існує мінімальна різниця в ціні між полістирольними панелями різного типу (наприклад, між EPS та GPS) товщиною від 8 см до 10 см, хоча є велика різниця в економії енергії. Це важливо для власників будинків або потенційних інвесторів.

Існує тенденція до зменшення використання полістирольної ізоляції та збільшення використання мінеральної вати. Хоча вона є більш дорогою і дещо складнішою у використанні, вона забезпечує захист від вогню та дозволяє дихати будівлі. Такі фактори можуть бути вирішальними і, пропонуючи заходи з енергоефективності, їх слід враховувати для кожної конкретної будівлі.

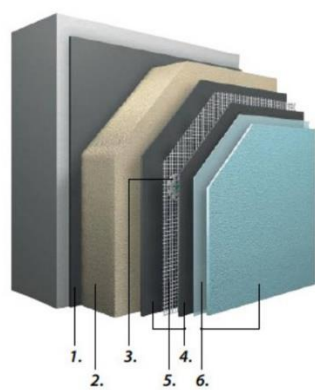
Окрім перелічених вище ізоляційних матеріалів, є деякі матеріали, які зараз перебувають у стадії розробки, і які ще не визнані як успішна заміна звичайним ізоляційним матеріалам та технологіям. Прикладами є вакуумні ізоляційні панелі, газонаповнені панелі та аерогелі.

Поряд із ізоляційними матеріалами, які наноситься на зовнішню або внутрішню (рідше) сторону стіни, які є частиною огорожувальної конструкції будівлі, є ціла низка різних фасадних ізоляційних систем. Зазвичай вони розробляються компаніями, що спеціалізуються на теплоізоляції та відомі під абревіатурами, такими як ETICS (зовнішня композиційна система теплоізоляції), EIFS (зовнішня система оздоблення зовнішньої ізоляції), ICF (опалубка з бетонного утеплення) або TIR (теплоізоляційна обробка). Широкий асортимент цих систем доступний на ринку для задоволення різноманітних будівельних вимог.

Фасадні системи, як правило, являють собою комплект, що складається з певних (специфічних) збірних компонентів, що наносяться безпосередньо на фасад на місці. Конфігурація системних компонентів, необхідних для конкретної будівлі, залежить від вимог, встановлених користувачем, інвестором або національним законодавством. У більшості випадків вони включають клей, нанесений на кладку (1), теплоізоляційний матеріал (2), анкери (3), базове покриття (4), арматуру (5), зазвичай сітка зі скловолокна та фінішний шар (6). Фінішний шар може включати декорування, що робить такі системи придатними для будівель, що мають естетичну цінність, або навіть для історичних будівель – пам'яток архітектури, що знаходяться під захистом. Такі системи включають також аксесуари, наприклад кути, з'єднувальні та

кромкові профілі, профілі деформаційних швів, базові профілі, які дозволяють повністю уникати містків холоду.

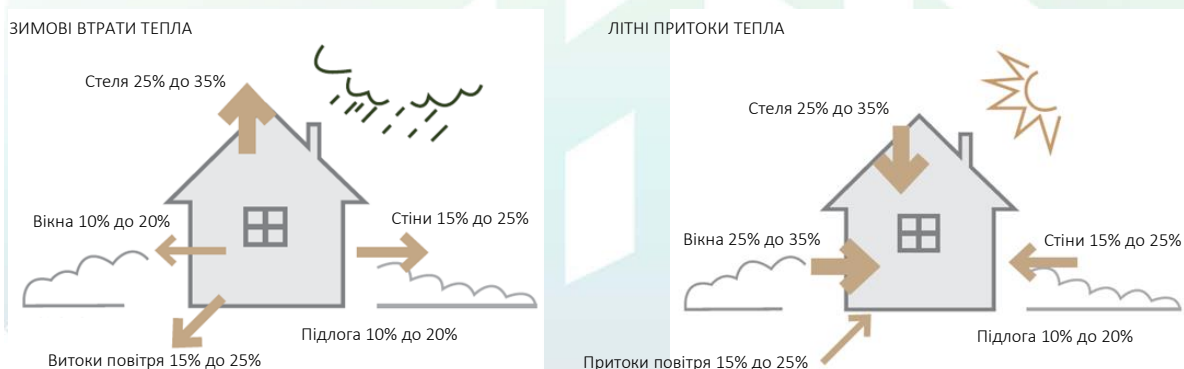
Малюнок 16 – Типові компоненти системи утеплення фасадів ETICS



### 3.2. Теплоізоляція дахів і стель

Дах - це верхнє покриття будівлі, яке включає всі матеріали та конструкції, необхідні для його опори на стінах будівлі або на конструкціях, який забезпечує захист від дощу, снігу, сонячного світла, різких температур та вітру. Покрівля є важливою частиною огорожувальних конструкцій будівлі, оскільки на не ізольовану покрівлю припадає від 15 до 25% тепловтрат залежно від її стану, типу, форми, розміру. Існує два основних типи дахів у багатоквартирних будинках: плоскі (зазвичай недоступні для загалу) та похилі (використовуються для мансард або горищ).

Малюнок 17 – Притоки та втрати тепла без теплоізоляції



Матеріали, що використовуються для утеплення дахів, здебільшого такі ж, як і для стін, але встановлюються вони дещо по-іншому. Основним фактором, що впливає на їхній вибір, є те, чи передбачається використання даху для проживання або інших потреб, чи ні. Якщо він буде використовуватися для проживання (наприклад, як горище, тераса або мансарда з підігрівом), необхідно забезпечити належний оздоблювальний шар (наприклад, керамічну плитку або гіпсокартон). Якщо дах не буде використовуватися (наприклад, гравійна тераса або неопалюване горище), монтаж теплоізоляції буде простішим та економнішим.





Теплоізоляцію дахів і стель можна вважати економічно вигідною, і як правило, з короткими термінами окупності. Термін окупності, звичайно, залежить від віку та конфігурації будівлі, але в більшості випадків він складає менше 10 років.

### 3.3. Теплоізоляція підлог

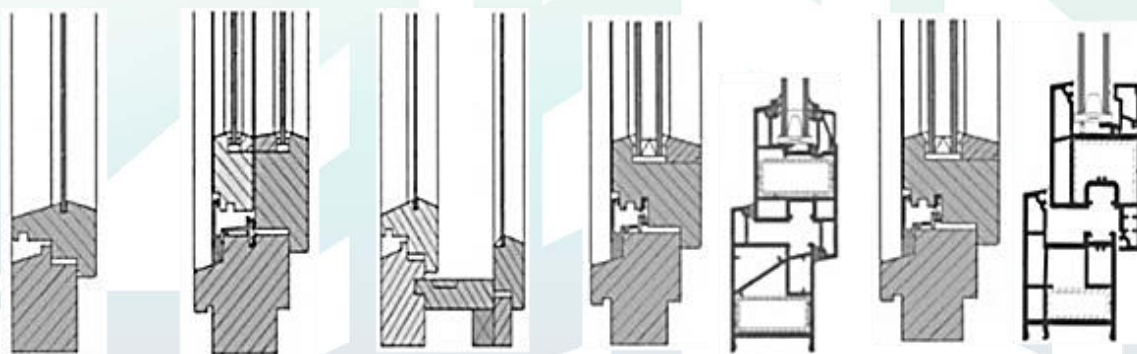
Зазвичай підлогою вважається нижня частина будівлі. Задля виконання всіх необхідних функцій вона може складатися з декількох шарів різних матеріалів. На підлоги припадає від 5 до 7% втрат тепла, залежно від конфігурації будівлі. Існує два основних типи підлог у багатоквартирних будинках: поверх над неопалюваним приміщенням (наприклад, над гаражем або підвалом) та підлога на землі.

Теплоізоляція підлог над неопалюваним приміщенням виконується подібно до теплоізоляції стін та дахів. Це може бути зроблено з використанням тих самих ізоляційних матеріалів. Проте ізоляція підлоги на землі являє собою складний і дорогий захід для підвищення енергоефективності, і зазвичай, має тривалий термін окупності (50 років і більше). Заходи щодо ізоляції підлоги на землі залежить від конфігурації існуючої підлоги, і цей захід зазвичай поєднується із змінами в системі опалення (наприклад, застосуванням теплої підлоги або змінами в системі розподілу тепла).

### 3.4. Заміна вікон та дверей

Зазвичай вікна та зовнішні двері в старих будівлях здебільшого виготовлялися з дерева, з одинарним або подвійним склінням. Для діючих стандартів та норм їх теплоізоляційні властивості недостатні. Вікна та зовнішні двері також є важливою частиною огорожувальних конструкцій будівлі, оскільки на них припадає від 10 до 20% тепловтрат залежно від розміру, орієнтації та їх стану. Оскільки, вони мають суттєвий вплив на естетичну цінність будівлі, і тому їх часто змінюють, навіть незважаючи на те, що вони мають відносно тривалий термін окупності.

Малюнок 18 – Приклади віконних профілів та склопакетів, що нині встановлюються в будівлях



В даний час на ринку представлений широкий асортимент матеріалів для виготовлення віконних рам та типів склопакетів. Усі вони розроблені з урахуванням вимог чинних на сьогодні стандартів та норм щодо енергоефективності та втрат тепла.

Сучасні віконні та дверні рами виготовляються з 5 або 7 камерних профілів, виготовлених з ПВХ, алюмінію або їх комбінації, з високою вологостійкістю та герметичністю, а також хорошим термо- та звуко-захистом. Склопакет для вікон виконується з 2, 3-х або навіть 4-х шарів скла, часто із спеціальним енергозберігаючим покриттям, тоді як простір між склом заповнюється інертними газами (найчастіше аргоном). Є також

дерев'яні двері для історичних будівель та будівель, що знаходяться під захистом, які відповідають всім сучасним вимогам енергозбереження, встановленими чинними стандартами та нормами, але не контрастують з іншими елементами історичної будівлі. Для подальшого підвищення енергоефективності сучасних вікон також розроблений широкий асортимент віконних пристроїв для затінення.

Малюнок 19 – Сучасні вікна виготовлені з ПВХ-профілів із склопакетами з двома або трьома шарами скла



Як бачимо, інвестиції у нові вікна та зовнішні двері можуть бути значними. Вони варіюється залежно від матеріалів, що використовуються, розміру, форми, місця установки та виробника.

## 4. Система опалення

Оскільки будівлі зводилися в різні періоди, для обігріву житлової площі використовувалися різні способи. В старих, зазвичай невеликих будинках, кожна квартира індивідуально опалювалася пічкою, електрикою або системою центрального опалення на основі твердого палива, природного газу або електричної енергії. Новіші, як правило, більші будинки часто підключені до системи централізованого опалення, яка використовує природний газ або мазут. Останнім часом все більше систем централізованого опалення базуються на біомасі або біогазі.

Зміни в системі опалення, що мають на меті підвищення енергоефективності, сильно залежать від віку та конфігурації будівлі, наявного палива та цін на паливо. Існує багато можливостей та їх поєднань, деякі з яких прийнятні для кожного типу будівлі. Деякі з них відносно прості, тоді як інші представляють та / або вимагають значних змін. Однією з ключових проблем індивідуальних печей, що опалюються вручну, є періодичне нагрівання (і, отже, охолодження) житлової площі. Це викликає багато проблем, включаючи конденсацію та утворення цвілі, особливо там, де є містки холоду. Рішенням у цих випадках є введення або автоматичних, але окремих печей, що використовують пелети або природний газ як паливо, або системи центрального опалення, що використовуює доступні види палива. Перший варіант значно дешевший, тоді як другий вимагає встановлення системи трубопроводів та радіаторів. Тим не менше, це також можна поєднувати з підігрівом підлоги.

**Малюнок 20 – Сучасний конденсаційний газовий котел та котел для дерев'яних пелет, обидва можуть застосовуватись в центральній системі опалення в квартирах**



У квартирах, що використовують систему центрального опалення, незалежно від палива, можна замінити загальні клапани регулювання тепла на термостатичні клапани. Це відносно дешевий і простий у реалізації захід, який, проте, може зменшити споживання тепла на 5% без втрати теплового комфорту.

У квартирах, що опалюються котлами на природному газі, можна залишити у попередньому вигляді всю систему опалення (трубопроводи та радіатори), але замість газового котла старого типу встановити конденсаційний газовий котел. Таким чином, ефективність теплогенератора збільшується приблизно з 94% до 109%, без втрати теплового комфорту.

Для квартир, що використовують центральне опалення на твердому паливі (котли, що використовують дрова та вугілля), можна запропонувати впровадження нових котлів, які використовуватимуть біомасу (наприклад, дерев'яні пелети). Такі котли є повністю автоматичними, що суттєво підвищує енергоефективність (навіть до 30%), завдяки підвищенню теплового комфорту та зменшенню викидів CO<sub>2</sub>. Цей захід відносно дешевий і простий у реалізації. Решта системи опалення (трубопроводи та радіатори) може бути додатково посилена термостатичними клапанами, якщо це буде необхідно. Місце, яке використовується для запасання дров та вугілля, може бути використано (з оновленням або без оновлення) для запасання пелет.

Багатоповерхівки та висотки збудовані відносно нещодавно і, в більшості випадків, вони підключені до районних систем централізованого опалення із спеціальними котельнями, що використовують природний газ та, рідше, мазут. Зміни в цих системах трапляються не часто, оскільки це включає набагато більше, ніж інженерія. Однак можна запропонувати будівництво невеликої виділеної системи централізованого опалення, яка обслуговуватиме кілька менших багатоквартирних будинків житлового кварталу. Така система може базуватися на природному газі, біомасі або біогазі. Уся існуюча в квартирах інфраструктура трубопроводів та радіаторів може бути використана та підключена до новозбудованої котельні. Таким чином, енергоефективність може бути ще більш високою. Подальші можливості включають комбінації з системами відновлюваних джерел енергії (сонце) - сонячні колектори для підігріву побутової води або фотоелектричні системи. Звичайно, це дорогий захід, оскільки він вимагає значних інвестицій і має відносно довгий термін окупності.

Окрім заміни джерела тепла (наприклад, зміна котлів або будівництво нової системи централізованого опалення), існує кілька відносно простих та економічно вигідних заходів, які можна застосувати до системи розподілу тепла. Вже було згадано одне з найпростіших - це встановлення термостатичних клапанів. Радіатори, як основні опалювальні елементи в квартирах, що використовують системи центрального або районного опалення, можуть втратити свою ефективність через відкладення домішок у

воді та шматочків корозійного металу. Такі радіатори можна демонтувати і промити, що збільшить їх ефективність на 1% до 5%, залежно від їх стану. Балансування системи опалення за допомогою клапанів (вручну або автоматично) може збільшити ефективність системи опалення на 1% до 3%, залежно від складності системи та стану.

Малюнок 20 – Термостатичні та балансувальні клапани



Одним із можливих заходів є встановлення електронних циркуляційних насосів замість звичайних. Такі насоси безпосередньо не підвищують ефективність системи опалення, а підвищують ефективність споживання електроенергії. Вони можуть бути запрограмовані на роботу в різних режимах, і можуть економити від 25% до 50% електричної енергії, залежно від режиму роботи та складності системи залежно від потреб. Ці насоси є значно дорожчими в порівнянні зі звичайними, але їх установка відносно проста і не вимагає серйозних системних змін.

Малюнок 21 – Електронні циркуляційні насоси



Окрім вищезазначених заходів, важливо адаптувати поведінку та побутові звички до нової системи опалення. Це включає, наприклад, зміну способу вентиляції. Є деякі випадки, коли в системі опалення в будівлі було здійснено суттєві зміни, але це не супроводжувалось зміною поведінки, що робило ситуацію ще гіршою, ніж була раніше. У разі переходу на біомасу або дерев'яні пилети як паливо, особливу увагу слід звернути на стан зберігання палива, оскільки волога може погіршити його властивості.

Як можна зробити висновок, заміна системи опалення та / або зміни в системі розподілу тепла можуть бути відносно складними та дорогими. Економічно більш вигідно вкладати кошти в теплоізоляцію будівлі, ніж у зміни в системі опалення. Однак слід мати на увазі, що зміни джерела тепла та системи розподілу тепла не тільки підвищують енергоефективність, але й зменшують забруднення повітря та підвищують



тепловий комфорт всередині будівлі. Це ефекти, які порівняно важко оцінити кількісно і виразити як переваги.

## 5. Підготовка побутової гарячої води

Гаряча вода для побутових потреб - це підігріта водопровідна вода, яка використовується у ванних кімнатах, душових кабінах та на кухнях. Звичайні незалежні водонагрівачі у квартирах живляться від електрики або газу. Нагрівання гарячої води для домашнього використання означає, що в резервуарі накопичувачі температура води нагрівається від 50 до 55 ° С, хоча є деякі нагрівачі, які нагріваються лише до 40 ° С. Існують звичайні та нетрадиційні (інноваційні) системи підігріву. Звичайні системи можуть працювати як на запит (підігрів малих порцій води в момент включення, з використанням електроенергії або газу), так і з резервуарами накопичувачами.

Звичайні системи на запит активують процес опору (у разі використання електроенергії) або горіння (у газових нагрівачах) кожного разу, коли потрібна гаряча вода. Хоча вони підходять лише для подачі невеликих порцій води в одному місці використання, але вони обмежують втрати тепла, оскільки вода споживається відразу. У системах з резервуарами накопичувачами (зазвичай ємністю від 30 до 100 літрів) вода нагрівається і зберігається в теплоізолюваному резервуарі, які з часом призводять до втрат тепла.

Ефективність цих водонагрівачів сильно варіюється залежно від моделі. Для електричних водонагрівачів з резервуарами накопичувачами ефективність іноді буває нижче 30%. Ефективність газових конденсаційних водонагрівачів перевищує 60%, а найскладніші моделі досягають 90%. На ефективність також суттєво впливає положення нагрівача та відстань, яку потрібно подолати гарячій воді до споживача, а також рівень необхідної температури води. Припускається, що ефективність звичайних нагрівачів гарячої води є оптимальною, і це особливо актуально для електричних нагрівачів. Мало що можна зробити для подальшого покращення, включаючи збільшення товщини ізоляції, а це призводить до інших проблем.

Малюнок 22 – Звичайний домашній нагрівач води, електричний та газовий



Ось чому були впроваджені інноваційні та нетрадиційні обігрівачі. У найбільш інноваційних водонагрівачах використовуються теплові насоси або сонячні панелі, або комбінація обидвох. Вони нагрівають воду, яка зберігається в резервуарах і використовується відповідно до потреб. Зрозуміло, що наявність резервуара знову призводить до втрат тепла, але в цьому випадку підігрів здійснюється набагато ефективнішою системою, і, отже, нагрівання води є більш дешевим.

Використання відновлюваних джерел, таких як енергія вітру та сонячна енергія, суттєво зменшує споживання первинної енергії в будівлі. Електроенергія, вироблена вітрогенераторами з вертикальною



вісью обертання або фотоелектричними елементами, може використовуватися для нагрівання гарячої води в резервуарі через елементи підігріву, або як джерело електричної енергії для теплового насоса.

Малюнок 23 – Нетрадиційні сонячні прилади для нагріву води



Об'єднання в одній будівлі установок, що використовують ці два типи відновлюваних джерел енергії, забезпечить переваги взаємодоповнюваності, коли виробництво енергії в одній із цих установок зникне або зменшиться. В осінньо-зимовий період, коли можливості сонячної енергії значно зменшуються, вітрові турбіни вироблятимуть набагато більше енергії, ніж фотоелектричні елементи, через зазвичай вітряну погоду в цей час. Ця ситуація змінюється в літній період, коли фотоелектричні елементи виробляють більше енергії через довший день і набагато більшу інтенсивність сонячного випромінювання. У літні місяці вітрові турбіни виробляють обмежену кількість енергії, так як повітряні маси рухаються не надто швидко і спостерігаються менші швидкості вітру.

Застосування описаних вище установок, які використовують відновлювані джерела енергії, може покрити значну потребу в електроенергії, необхідній для живлення теплового насоса для підігріву гарячої води. У разі надлишку електроенергії та відсутності потреб у опаленні, цю енергію можна використовувати для підтримки температури гарячої води в резервуарі накопичувачі. Така система зменшить потребу в енергії на первинні види палива, що використовуються для виробництва електроенергії. Однак установка таких систем є технічно складною операцією і вимагає значних фінансових інвестицій. У більшості випадків період окупності досить великий, але це залежить від складності системи, кількості користувачів та інтенсивності використання. Можливо, більш доречно встановити таку систему у великих будинках з більшою кількістю користувачів.

У разі несприятливих вітрових та сонячних умов, встановлення відновлюваних джерел енергії може бути не економічним. Потім слід проаналізувати альтернативи, наприклад можливість підготовки гарячої води з системи централізованого опалення, де тепло від такої системи використовується в спеціальних котлах, встановлених локально в квартирах. Це більш дешеве рішення, простіше у впровадженні, але це не завжди можливо, і це не настільки економічно ефективно рішення, оскільки тепло від системи централізованого теплопостачання є набагато дорожчим у порівнянні з відновлюваними джерелами.

## 6. Споживання електричної енергії

Електрична енергія використовується в житлових будинках для різних цілей. Окрім вже згаданого приготування гарячої води, електроенергія використовується для освітлення, побутової техніки, комп'ютерів та інших електронних пристроїв, а також для охолодження (або кондиціонування повітря).



Освітлення у багатьох житлових будинках все ще базується на звичайних лампочках розжарювання, особливо в приміщеннях спільного використання. Ці лампочки дешеві, але мають енергетичну ефективність близько 10%, тобто лише 10% енергії використовується для освітлення, а інша енергія передається в тепло. Енергоефективнішими є компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ), які є просто фігурними варіантами довгих ламп денного світла. Оскільки вони використовують менше електроенергії, ніж традиційні лампи розжарювання, типові КЛЛ можуть окупитися менше ніж за дев'ять місяців. Лампи КЛЛ випускаються в широкому діапазоні світлих кольорів, включаючи теплі (від білого до жовтого тонів), які були не такими доступними раніше. Однак флуоресцентні лампочки містять невелику кількість ртуті, і вони вимагають спеціалізованих умов утилізації, як небезпечні відходи, в кінці їх життєвого циклу.

Малюнок 24 – Різні типи наявних LED світлодіодних ламп



Світло випромінюючі діоди (LED) або світлодіодні лампочки - це тип твердотілого освітлювального приладу, які перетворюють електрику у світло. Світлодіодні лампочки служать в 15-25 разів довше і використовують лише 20% енергії від енергії традиційних ламп розжарювання і працюють в 8-25 разів довше та використовують 25% енергії від енергії галогенних лампочок.

Малюнок 25 – Різні типи LED ламп



В даний час світлодіодні лампи наявні в багатьох різновидах виробів, таких як замітники ламп розжарювання на 40 Вт, 60 Вт та 75 Вт, лампи рефлекторного типу, які часто використовуються у вбудованих світильниках, і світлодіодні стрічки, настільні лампи, світильники для підсвічування кухонних шаф та світильники для зовнішнього освітлення. Вони бувають різних кольорів та з різними цоколями, а в деяких можна регулювати рівень яскравості, або вони доповнюються зручними функціями та компонентами, такими як датчики денного світла або руху. Системи світлодіодного освітлення добре працюють у приміщенні та на відкритому повітрі завдяки своїй довговічності та характеристикам, які дозволяють працювати у холодних умовах. Незважаючи на те, що світлодіодні лампочки дорожчі, вони

все одно економлять гроші, оскільки служать довго і мають надзвичайно низький рівень споживання енергії.

Чудовим доповненням до світлодіодних ламп є датчики руху. Їх не варто використовувати в квартирах, але вони можуть значно покращити енергоефективність та знизити рівень споживання електроенергії в приміщеннях загального використання (наприклад, в коридорах та ліфтах).

Побутова техніка широко використовується у всіх квартирах. Користувачі майже не впливають на її дизайн, оскільки вони використовують її відповідно до інструкції користувача в якості кінцевих споживачів. Однак їм слід вибирати прилади з вищими енергетичними класами через їх підвищену енергоефективність. Освіта про важливість енергетичного маркування приладів може бути запропонована в якості одного із заходів.

Персональні комп'ютери та інші електронні пристрої є частиною повсякденного життя. Незважаючи на те, що вони мають відносно низьку електричну потужність, якщо їх порівнювати зі звичайними побутовими приладами, той факт, що вони ввімкнені цілодобово та у багатьох випадках без вихідних, спричиняє значне споживання енергії. Мешканці будинків, як кінцеві користувачі електронних пристроїв, повинні вимикати пристрої, коли вони не потрібні, або купувати такі, що оснащені функціями автоматичного вимкнення. Охолодження (або кондиціонування повітря) на поточний час привертає багато уваги з точки зору енергоефективності. У наш час, з підвищеними вимогами до теплового комфорту, необхідно не тільки забезпечувати опалення в холодні періоди, але й забезпечувати охолодження в теплі (або спекотні) дні. Деякі дослідження показали, що споживання енергії для охолодження влітку перевищує споживання необхідне для опалення взимку. На жаль, простого та економічно вигідного рішення цього питання не існує.

Встановлення спліт-систем кондиціонування, як одинарних, так і мульти-сплітних, може забезпечити охолодження в приміщеннях. Це недороге і просте рішення. Однак це не вирішує проблему охолодження всієї квартири або будинку, яке потрібне для повного досягнення теплового комфорту. Однак рішення для досягнення теплового комфорту всієї будівлі є дорогими і складними для запровадження. Як можна зробити висновок, для конкретної будівлі та відповідного режиму використання можна вибрати належне технічне рішення, яке має враховувати геометрію та вік будівлі, кількість користувачів та доступний простір для встановлення всього необхідного обладнання.

**Малюнок 26 – Кондиціонер із спліт-системою: внутрішній (з приладом, що вимірює споживання енергії) та зовнішній блок**



Тим не менше, якщо мешканці хочуть встановити для себе систему кондиціонування, вони повинні розглядати лише ті, що мають високу енергоефективність. У наш час такі системи є інверторними

кондиціонерами, які також можна використовувати для опалення. Як зазначалось вище, інформація про це є частиною освітніх заходів.

## 7. Огляд заходів

Як було детально зазначено на попередніх сторінках, можна запропонувати запровадити багато заходів у багатоквартирних будинках, починаючи від простих і закінчуючи складними заходами із модернізації будівлі. Кожен захід певною мірою підвищує енергоефективність та вимагає різних інвестицій. Кожен захід також має інші переваги, ніж просто підвищення енергоефективності, наприклад зменшення забруднення або кращий контроль за розподілом тепла. Отже, кожен захід має різний термін окупності. Таблиця 2 містить короткий опис пропонованих заходів та їх простий термін окупності. Однак ці періоди слід розглядати як загальні та засновані на досвіді, оскільки вони можуть суттєво відрізнятися залежно від конкретних випадків. Реальні періоди окупності заходів залежать від фактичних інвестицій та від поточної ціни на енергоносії, а також їх поєднання з іншими заходами і можуть бути визначені лише у випадку певного технічного сценарію (комбінації заходів). Деякі заходи, такі як зміна системи виставлення рахунків, не мають періоду окупності, оскільки не мають витрат.

Таблиця 2 – Огляд запропонованих заходів з енергоефективності

Короткий огляд заходу	Період окупності (роки)
<b>Поведінкові та юридичні заходи</b>	
Зміни в поведінці та залучення до участі в реновації	не застосовується
Забезпечення захисту від протягів	<1
Встановлення плівки на вікно	<1
Використання спеціальних приладів для вимірювання споживання енергії	1-2
Встановлення рефлекторів тепла за радіаторами	1-2
Зміна системи виставлення рахунків	не застосовується
<b>Ізоляція огорожувальних конструкцій</b>	
Теплоізоляція зовнішніх стін	3-10
Теплоізоляція дахів і стель	6-16
Теплоізоляція підлог	4-26
Заміна вікон та дверей	8-15
<b>Система опалення</b>	
Заміна індивідуальних печей на котли з використанням пелет	не застосовується*
Заміна індивідуальних печей на котли з використанням природного газу	не застосовується *



Короткий огляд заходу	Період окупності (роки)
Заміна індивідуальних печей системою центрального опалення на базі котла на пелетах	не застосовується *
Заміна індивідуальних печей системою центрального опалення на базі котла на природному газі	не застосовується *
Заміна звичайних котлів на природному газі для систем центрального опалення на конденсаційні котли	12-20
Заміна системи центрального опалення з котлами на дровах та / або вугіллі на систему з використанням котлів на пелетах	не застосовується *
Заміна системи центрального опалення з котлами на дровах та / або вугіллі на систему з використанням котлів на природному газі	не застосовується *
Заміна поточної системи опалення на інверторні кондиціонери	12-23
Заміна поточної системи опалення тепловими насосами	8-15
Переведення місцевої системи централізованого опалення з викопного палива на пелети	10-16
Встановлення термостатичних клапанів у квартирах	13-30
Встановлення балансуєчих клапанів в системі подачі тепла	18-40
Заміна звичайних циркуляційних насосів на електронні	3-10
<b>Підготовка побутової гарячої води</b>	
Заміна поточної системи на сонячну	12-16
Заміна поточної системи тепловим насосом	14-18
Заміна поточної системи на сонячну систему в поєднанні з тепловим насосом	11-14
Заміна поточної системи на сонячну систему в поєднанні з тепловим насосом, що підтримується вітрогенератором	8-11
<b>Споживання електричної енергії</b>	
Заміна існуючих лампочок на світлодіодні	1-3
Використання найефективніших побутових приладів (категорія від A + до A +++)	3-15
Використання ефективних домашніх комп'ютерів та інших електронних пристроїв	5-12
Використання високоефективного інверторного кондиціонера замість звичайного	3-8

\* Позначає випадки, коли проводиться перехід на більш дороге паливо, тому підвищення ефективності системи не покриває фінансові втрати. Можна розглядати лише в поєднанні з іншими заходами.

Важливо також зазначити, що дані, наведені в таблиці вище, включають лише ті вигоди, які можна кількісно визначити та легко виразити в грошах. Вони не включають вигоди, досягнуті опосередковано за



рахунок зменшення забруднення, збільшення рівня охорони здоров'я та нових робочих місць, створених зеленими технологіями.





# ComAct

Дії громад  
задля зменшення  
енергетичної  
бідності



LVOA

ALLIANCE OF  
LITHUANIAN CONSUMER  
ORGANIZATIONS



[@ComActProject](https://twitter.com/ComActProject)



[ComAct project](https://www.facebook.com/ComAct.project)

[www.comact-project.eu](http://www.comact-project.eu)



Цей проект отримав фінансування від програми досліджень та інновацій  
Європейського Союзу «Горизонт 2020» за грантовою угодою № 892054.