

Порадник для органів місцевого самоврядування

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ
ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ
ОКРЕМИХ БУДІВЕЛЬ ТА
МІСТЕЧОК ДЛЯ ВПО,
ЗОКРЕМА ЩОДО ВИБОРУ
ОПТИМАЛЬНИХ КОНЦЕПЦІЙ
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Автор: Вадим Литвин

ЗМІСТ

Вступ

1. Основні концепції житла для переселенців та аналіз потреб в енергоресурсах для забезпечення комфортного перебування

1.1 Огляд основних огорожувальних конструкцій

1.2 Огляд основних інженерних систем

1.2.1 Системи опалення

1.2.2 Гаряче водопостачання

1.2.3 Вентиляція та кондиціонування

1.2.4 Системи освітлення

2. Огляд потенційних джерел тепло та електропостачання з максимальним використанням відновлювальних джерел енергії

2.1 Гібридні сонячні електростанції для компенсації частини власних потреб в енергії та забезпечення резервного живлення критичних потреб

2.2 Пелетні котельні для потреб в опаленні та гарячому водопостачанні

2.3 Теплові насоси на потреби опалення та гарячого водопостачання

3. Підходи до оцінювання техніко-економічних показників запропонованих варіантів в рамках життєвого циклу будівель

4. Попередні рекомендації щодо ефективної експлуатації, моніторингу енергопостачання та проведення розрахунків за енергоносії, що стимулювали б ощадне енерговикористання

Проект «Житло для життя: комплексні рішення для внутрішньо переміщених осіб» створено Громадською організацією «Київський міський осередок Всеукраїнської громадської організації «Громадянська мережа ОПОРА» завдяки отриманому гранту від Програми «Підтримка організацій громадянського суспільства (ОГС)» в Україні у межах фінансової підтримки Посольства Великої Британії. Програма реалізується Crown Agents у партнерстві з International Alert і у співпраці з Crown Agents in Ukraine.

Зміст звіту не обов'язково відображає погляди Посольства Великої Британії, погляди Crown Agents, International Alert та Crown Agents in Ukraine.

ВСТУП

Агресія Росії призвела до появи великої кількості внутрішньопереміщених осіб та сімей, що втратили житло і потребують місця для тимчасового та постійного проживання. За останні півтора роки в Україні було розпочато велику кількість проєктів, пов'язаних з будівництвом житла для переселенців. І якщо на початку збройної агресії вони будувалися переважно як прихисток на декілька місяців, то наразі можна стверджувати, що тривалість використання такого житла подовжується на невизначений термін, а відтак потрібно дбати вже не лише про прихисток, а й про ефективну експлуатацію такого житла.

Окрім того, побудовані будинки та оселі мають дати поштовх для впровадження організаційних та технічних рішень щодо ефективного енергоспоживання та використання відновлювальних джерел енергії. Мешканці, що проживають в цих будинках, мають використати набутий досвід під час відбудови власного житла, а самі будинки можуть в подальшому використовуватися, наприклад, як соціальне житло або хостели і при цьому мати мінімальні енергозатрати. Знову ж таки, напрацьовані технічні рішення повинні стати показовими для міст і давати змогу в подальшому застосовувати їх під час реконструкції житлових та громадських будівель.

В дослідженні аналізуються основні технічні рішення для окремих будівель та містечок і вибору оптимальних, з огляду на життєвий цикл, вартості будівництва та експлуатації, а також обсяги викидів вуглекислого газу з відповідними рекомендаціями щодо будівництва нових будівель та модернізації вже побудованих містечок.

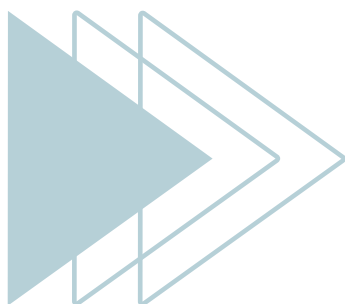
Окремо приділена увага питанню забезпечення надійного енергопостачання з огляду на руйнування енергетичної інфраструктури та ризики блекаутів.

1. ОСНОВНІ КОНЦЕПЦІЇ ЖИТЛА ДЛЯ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ ТА АНАЛІЗ ПОТРЕБ В ЕНЕРГОРЕСУРСАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОГО ПЕРЕБУВАННЯ

В різних регіонах України вже було побудовано достатньо велику кількість житла для тимчасового перебування внутрішньопереміщених осіб. Можна виділити три основні підходи для вирішення проблем з розміщенням внутрішньо переміщених осіб (ВПО):

- будівництво тимчасових містечок з будинків на базі морських контейнерів;
- модернізація під потреби вже існуючих будівель, що не використовувалися з тих чи інших причин;
- будівництво нових капітальних споруд для постійного проживання.

При цьому, для перших двох варіантів, з огляду на «тимчасовість», питанням ефективного енергозабезпечення приділялося достатньо мало уваги, що призвело в кінцевому підсумку до достатньо дорогих в експлуатації рішень, зокрема, таких як електроопалення.



1.1 ОГЛЯД ОСНОВНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Запропоновані рішення здебільшого типові та передбачають стіни, дахи та підлоги з мінераловатним або пінополістирольним утеплювачем товщиною 5-10 см.

Такі конструкції забезпечують опір теплопередачі близько $2(\text{m}^2\text{K})/\text{Вт}$, що не відповідає сучасним українським і європейським нормативам, але в 1,5-2 рази краще ніж в більшості будівель, збудованих до 1990 року.

Віконні та дверні конструкції займають порівняно невелику площу та мають опір теплопередачі на рівня $0,5-0,6(\text{m}^2\text{K})/\text{Вт}$, що також не відповідає існуючим нормативам, але допустимо для тимчасових будівель.

Загалом варто зазначити, що такий рівень теплозахисту є прийнятним з огляду на використання будівель в постійному режимі протягом 2-5 років і подальшим використанням для тимчасового перебування відвідувачів (наприклад, в якості хостелу).



1.2 ОГЛЯД ОСНОВНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Інженерні системи в окремих житлових та побутових модулях та загалом в містечку з огляду на ефективність енерговикористання мають значно більший інтерес.

Розглянемо основні потреби в енергії, та способи їх покриття в існуючих комплексах та перспективних комплексах.

1.2.1 СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Опалення займає напевно найбільшу долю в енергобалансі. З огляду на те, що експлуатація таких будівель передбачається мінімум протягом декількох років, важливим є використання ефективних систем з низькою вартістю експлуатації.

В той же час, в більшості розглянутих модульних містечок основним джерелом енергії на опалення є електромережа. При цьому це найбільш дороге джерело енергії. Нижче в таблиці наведена порівняльна вартість одиниці теплової енергії, отриманої з різних джерел.

Таблиця. 1. Порівняння вартості теплової енергії

Показник	Значення, грн
Ціна на природний газ, грн./куб.м	25
Ціна на електроенергію, грн./кВт-год	8
Ціна на пелети, грн./тона	8000
Вартість 1 кВт-год теплої енергії з врахування ККД джерела	
- електрокотел чи електрорадіатор	8
- газовий котел	2,8
- тепловий насос	3,2
- пелетний котел	2,1

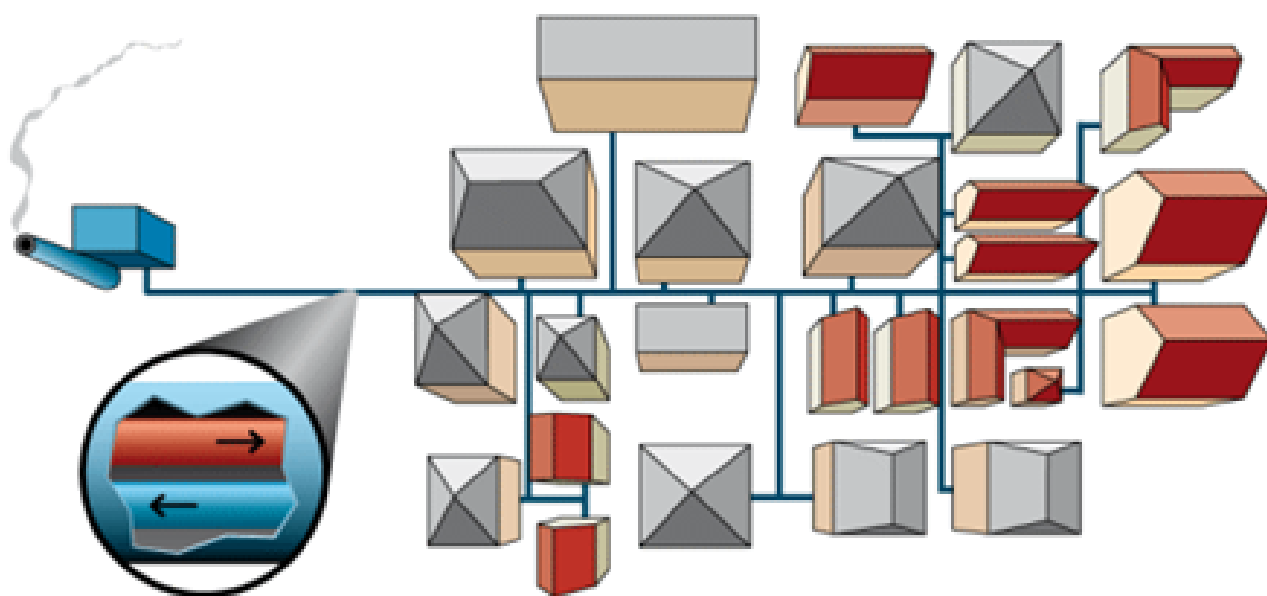
Як бачимо, електроопалення найдорожче і використання його в якості постійного джерела на довготривалий період є недоцільним.

Серед можливих альтернатив можна запропонувати теплові насоси (в тому числі кондиціонери з функцією обігріву) та пелетні котли. Газові котли в більшості випадків не можуть служити основним джерелом з огляду на необхідність газопостачання майданчику (отримання дозволу, прокладання газових мереж, облаштування газорозподільчого пункту, обліку та інш.), що є доволі затратним, особливо за умови, що будівлі використовуватимуться тимчасово



Гарним варіантом могло бути облаштування пелетної модульної котельні з підключення окремих квартир/модулів до системи теплопостачання (в тому числі з облаштуванням обліку). Така система буде дуже схожою на централізоване теплозабезпечення та дасть змогу показати переваги сучасних систем теплозабезпечення. Додатковою перевагою такого підходу є значно менша потреба в електричній потужності, що особливо критично за умови дефіциту генерації в зимовий період.

Зазначена концепція в мирному житті гарно підійде для будівництва котеджних містечок з централізованим опаленням, а в перспективі і кондиціонуванням, а для мешканців багатоповерхівок продемонструє ефективність централізованого теплозабезпечення.



Модульна пелетна котельня в разі відсутності потреби в модульному містечку може бути легко перевезена і в подальшому використана для опалення громадських будівель, наприклад, таких як лікарні.

Навіть в разі використання індивідуального електроопалення окремих модулів, слід віддавати перевагу кондиціонерам в режимі опалення і вмикати електродігрів лише коли назовні температура нижча -5°C . При цьому електрообігрівачі мають бути оснащені системами регулювання, в тому числі таймерами та давачами, що знижуватимуть температуру в разі відсутності людей в помешканні

Попередній аналіз показує, що використання когенераційних установок для порівняно невеликих модульних містечок є недоцільним. Цього висновку можна дійти з огляду на те, що для установок потужністю до 1 МВт, що були б найбільш ефективним потрібен природний газ що відсутній на майданчику, а твердопаливні мають потужність, як правило, від 3-5 МВт, чого вже забагато для більшості містечок. Тому такий варіант може розглядатися лише за умови, що поряд з містечком знаходитиметься велика котельня, а когенераційна установка використовуватиметь не лише для енергопостачання містечка, а й для інших споживачів

1.2.2 ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Наступним за обсягом енергоспоживачем для модульних містечок є гаряче водопостачання. При цьому ця потреба на відміну від опалення актуальна цілий рік дозволяє максимально використовувати відновлювальні джерела енергії, зокрема, сонце.

В той же час для існуючих містечок основним джерелом енергії для гарячого водопостачання є ємнісні електронагрівачі, що, як було зазначено вище, є найбільш дорогим в експлуатації варіантом



Серед альтернативних джерел можна розглянути наступні:

а) Використання сонячних панелей для генерації електроенергії, що в подальшому використовуватиметься для приготування гарячої води, в тому числі у вже існуючих електробойлерах (при цьому їх потрібно дооснастити таймерами, які забезпечать підігрів води в періоди сонячної інсоляції). При цьому для зимового періоду основним джерелом все рівно залишатиметься зовнішня електромережа.

б) Використання централізованої системи гарячого водопостачання з одним або декількома баками-накопичувачами, що дозволять комбінувати декілька джерел енергії: сонячні панелі або колектори влітку, пелетну котельню взимку, тепловий насос. Така комбінована система також в подальшому може бути перенесена на один з бюджетних закладів з цілорічною потребою в гарячій воді.



Слід зазначити, що система гарячого водопостачання може виступати в якості споживача-регулятора для енергосистеми, тому навіть за умови використання лише зовнішньої електромережі встановлення таймерів та датчиків для зменшення споживання в години пік буде гарною порадою.

1.2.3 ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ



Окремі системи механічної вентиляції (окрім витяжок в санвузлах) в більшості варіантів не передбачені, що є звичайною практикою і для існуючих будівель. В той же час, потреби щодо підтримання необхідного повітрообміну (на нагрів повітря в зимовий час та на охолодження в літній) в приміщеннях є достатньо великими.

З огляду на те, що період експлуатації містечок в постійному режимі навряд чи триватиме більше 5 років, використання складних систем вентиляції та кондиціонування навряд буде доцільним. З рекомендованих технологій варто було б виділити наступні:

- використання кондиціонерів з можливістю роботи в режимі нагріву;
- використання недорогих локальних рекуператорів та регульованих провітрювачів, що спрощували б контроль за повітрообміном порівняно з простим відкриванням вікон.



1.2.4 СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ



Переважно в якості основних освітлювальних приладів використовуються світлодіодні джерела світла, що споживають невелику кількість електроенергії і, як правило, практично не потребують подальшої оптимізації.

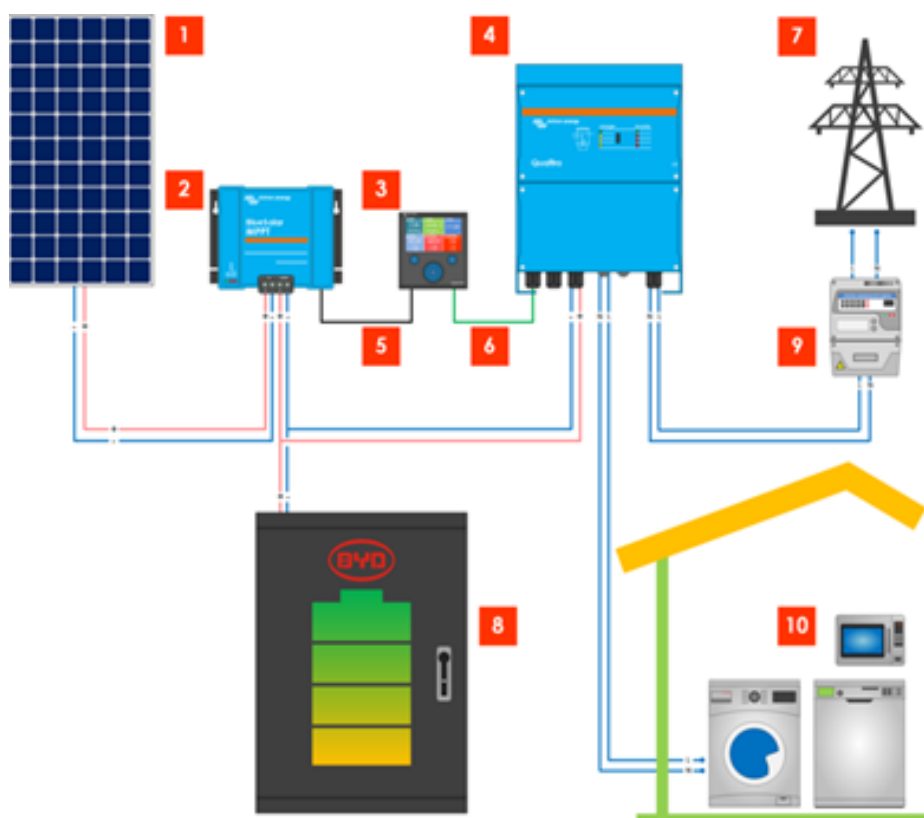
2.ОГЛЯД ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛО- ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З МАКСИМАЛЬНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ

Виходячи з наведеного вище аналізу, можна відзначити, що основний потенціал у використанні відновлювальних джерел енергії для модульних містечок полягає в використанні наступних технологій.

2.1 ГІБРИДНІ СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ ЧАСТИНИ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ В ЕНЕРГІЇ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ КРИТИЧНИХ ПОТРЕБ

Переваги застосування:

- можливість покриття значної частки потреб в електроенергії в літній період, при цьому наявність акумуляторних батарей дозволить використовувати накопичену сонячну енергію протягом доби;
- в зимовий період та за відсутності сонячної інсоляції такі станції можуть працювати в режимі джерела безперебійного живлення, заряджаючись від електромережі або від паливного генератора для покриття потреб критичних споживачів;
- простота застосування і можливість подальшого використання обладнання на інших об'єктах.



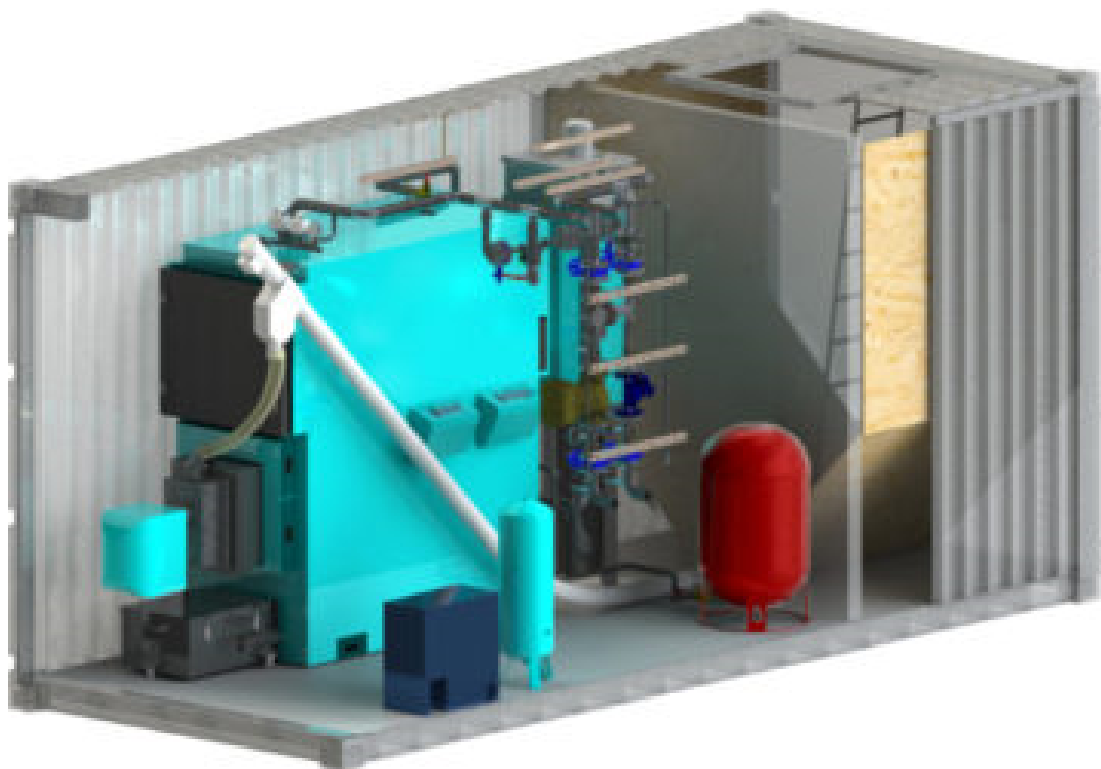
Що необхідно врахувати:

- з огляду на те, що практично єдиним керованим споживачем електроенергії в модульних містечках є система електронагріву гарячої води, важливо передбачити автоматику керування водонагрівачами, що дозволяла б максимально повно використати енергію сонця, мінімізуючи потребу в дорогих акумуляторах;
- оптимальним місцем для розміщення є дахи будинків, але необхідно враховувати наявність затінення, що негативно впливатиме на ефективність станцій;
- в зимовий період та за відсутності сонячної інсоляції такі станції можуть працювати в режимі джерела безперебійного живлення, заряджаючись від електромережі або від паливного генератора для покриття потреб критичних споживачів;
- простота застосування і можливість подальшого використання обладнання на інших об'єктах.

2.2 ПЕЛЕТНІ КОТЕЛЬНІ ДЛЯ ПОТРЕБ В ОПАЛЕННІ ТА ГАРЯЧОМУ ВОДОПОСТАЧАННІ

Переваги застосування:

- Можливість забезпечити безперебійне теплопостачання навіть за відсутності електроенергії за значно нижчою порівняно з електроопаленням, ціною;



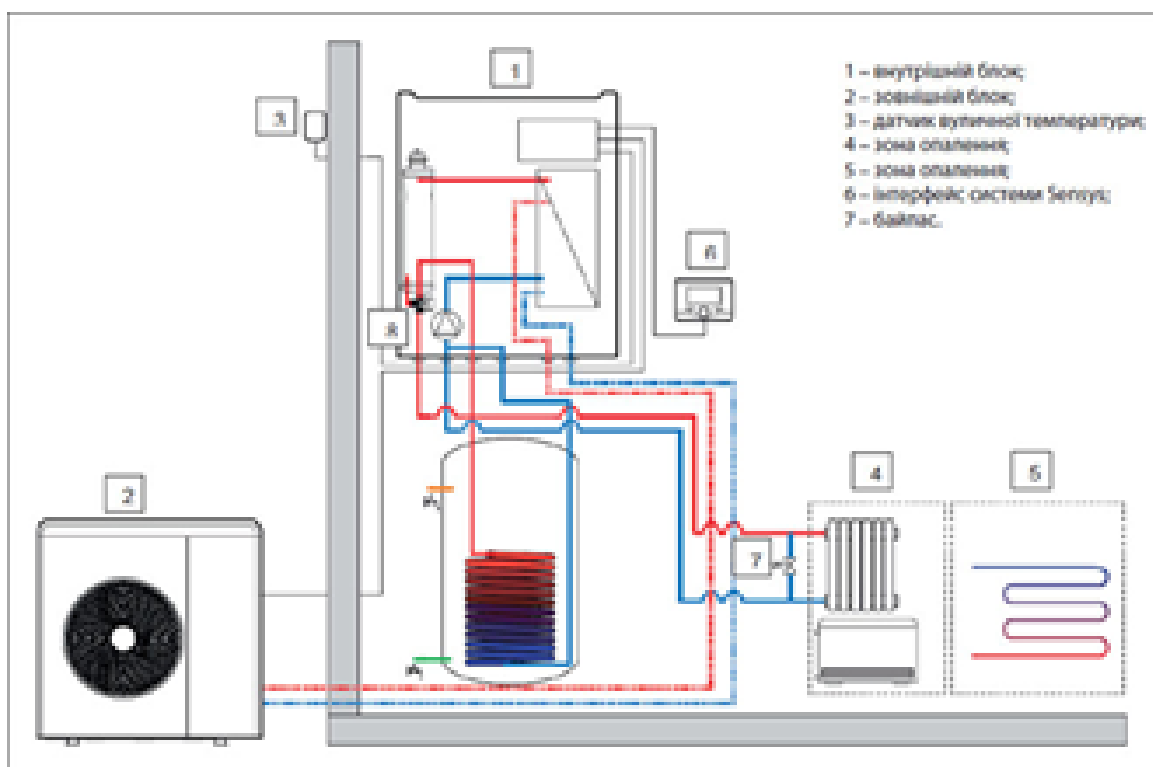
Що необхідно врахувати:

- необхідність прокладання теплових мереж та облаштування обліку для окремих модулів;
- наявність автоматики для оптимізації використання палива залежно від зовнішньої температури та фактичних потреб;
- інтеграція з системою гарячого водопостачання (на опалювальний період);
- наявність достатньої кількості пелет;
- потреба в обслуговуванні обладнання.

2.3 ТЕПЛОВІ НАСОСИ НА ПОТРЕБИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Переваги застосування:

- в 2-3 рази нижча вартість теплової енергії;
- суттєве зменшення навантаження на мережу в порівнянні з прямим електричним нагрівом;
- можливість використання як для опалення так і для кондиціонування.



Що необхідно врахувати:

- теплові насоси типу повітря-повітря та повітря-вода, як правило, малоефективні за низьких зовнішніх температур і потребуватимуть додаткових джерел тепlopостачання;
- потреба в обслуговуванні обладнання.

3. ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКІВ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ В РАМКАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬ

Для оцінювання ефективності використання тих чи інших технологій енергопостачання проведемо попередій порівняльний аналіз альтернативних систем, врахувавши наступні вихідні дані.

Потреба в енергії:

- на потреби опалення та вентиляції: 100 кВт-год/кв.м.;
- встановлена потужність системи опалення: 0.05 кВт/кв. м.;
- річна потреба в гарячій воді (з розрахунку, що на одну особу приходить близько 15 кв. м. опалювальної площі) – 70 кВт-год/кв.м.;
- середньодобова потужність для потреб гарячого водопостачання – 0,02 кВт/кв. м.;
- приготування їжі та інші побутові потреби – 50 кВт-год/кв. м.;
- необхідна електрична потужність (без врахування опалення та гарячого водопостачання) – 0,1 кВт/кв. м.

З огляду на те, що будівлі можуть бути одно та двоповерховими приймемо, що на 30 кв. м опалювальної площі може припадати 1 кВт встановленої потужності сонячних панелей.

Візьмемо до прикладу, що питома вартість будівництва твердопаливної котельні становить близько 20 000 грн./кВт, вартість теплового насосу – 35 000 грн./кВт, а гібридних сонячних електростанцій – на рівні 80 000 грн./кВт.

Зазначені вартості є індикативними і повинні бути уточнені для кожного проекту але дозволяють в першому наближенні оцінити ефективність застосування тих чи інших технологій для енергозабезпечення будівель.

Таблиця 2. Індикативні параметри альтернативних варіантів енергозабезпечення об'єктів

Варіанти енергозабезпечення	Необхідна приєднана потужність, кВт	Інвестиції, грн	Річні затрати на експлуатацію, грн
Варіант 1. Лише зовнішнє електропостачання	1700	7 990 000	17 600 000
Варіант 2. Зовнішнє електропостачання + сонячні панелі	1700	24 656 667	14 933 333
Варіант 3. Зовнішнє електропостачання + сонячні панелі+ твердопаливний котел	1000	38 866 667	5 787 676
Варіант 4. Зовнішнє електропостачання + сонячні панелі+ теплові насоси	1350	47 511 667	6 773 333

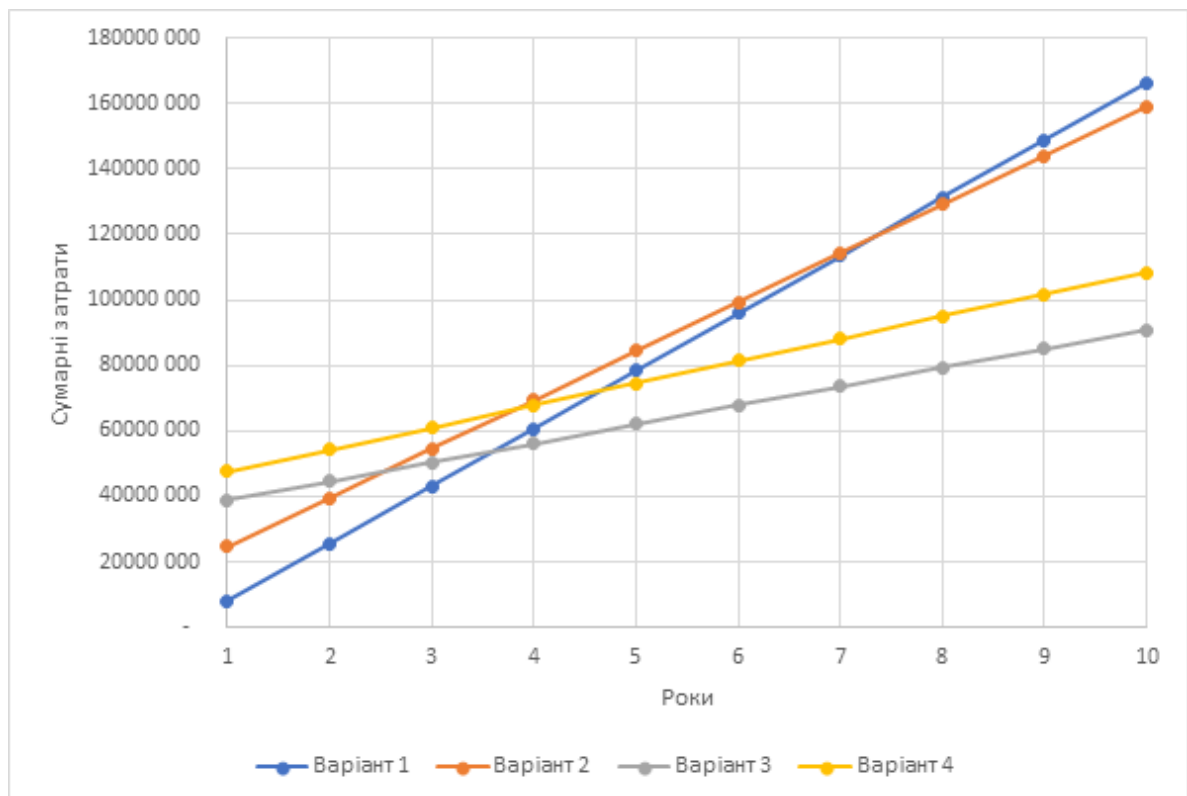


Рис. 1 Порівняння загальних затрат протягом життєвого циклу.

Як бачимо з графіку та таблиці низька ціна електропалення на старті втрачає свої переваги вже на другий рік через високі експлуатаційні показники в порівнянні з варіантом використання твердопаливної котельні. Тому, з огляду на перспективу використання модульних містечок протягом тривалого часу, рекомендовано використовувати альтернативні варіанти енергозабезпечення.

4. ПОПЕРЕДНІ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЕФЕКТИВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ЗА ЕНЕРГОНОСІЇ, ЩО СТИМУЛЮВАЛИ Б ОЩАДНЕ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

1. Як для нових модульних містечок, так і для вже створених з огляду на перспективи їх тривалого використання рекомендовано застосовувати альтернативні джерела енергії, серед яких найбільш перспективними є сонячні батареї (в гібридних системах) та твердопаливні пелектні котли на потреби опалення та гарячого водопостачання.
2. Обладнання повинно поставлятися в модульному виконанні, що дозволить використовувати його на інших об'єктах в разі відсутності подальшої потреби в модульних містечках.
3. Окрім задач забезпечення потреб мешканців містечок в опалення, гарячому водопостачанні та електроенергії згадані проекти повинні носити демонстраційних характер, що сприятиме розповсюдженню позитивного досвіду вже для постійних будівель та під час відбудови.
4. Важливим аспектом є впровадження індивідуального обліку по всім видам енергоресурсів та моніторингу енергоспоживання, що дозволить навчити мешканців містечок базовим основам енергетичного менеджменту.