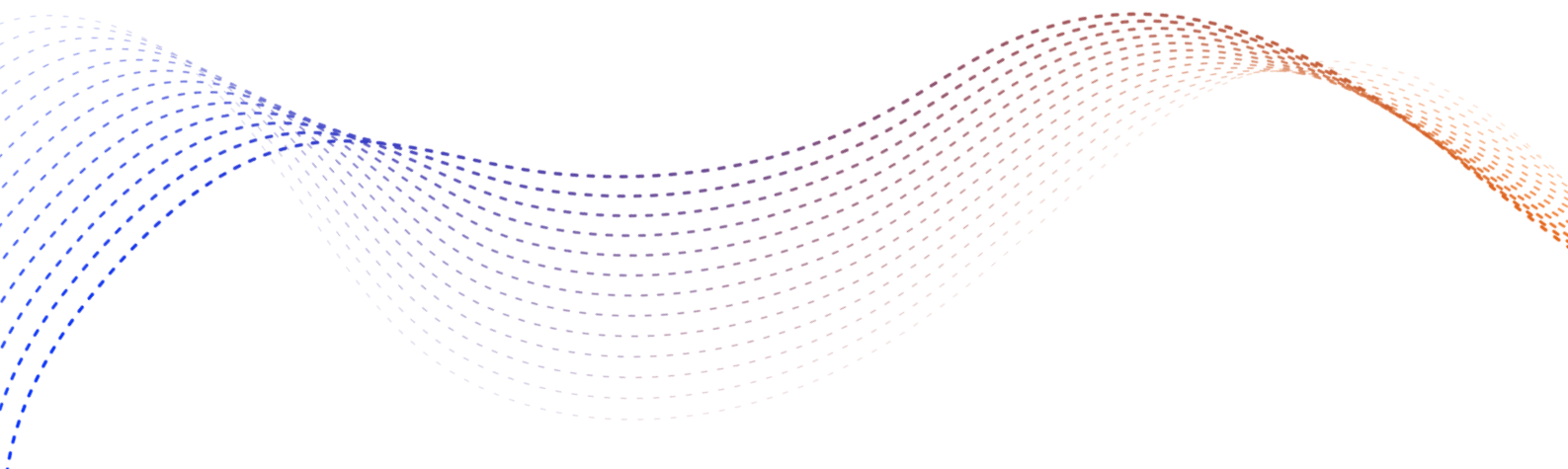


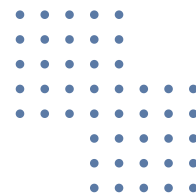
АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯ ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДІВЛЯХ, ЩО, ОКРІМ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ, МОЖУТЬ ПІДВИЩИТИ НАДІЙНІСТЬ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Аналіз потенціалу та вартості рішень на базі сонячних установок



В.Литвин

Київ - 2023



ЗМІСТ

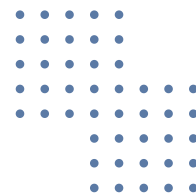
Вступ

- 1 Вихідні дані для оцінювання**
- 2 Розрахунки генерації сонячною електростацією**
- 3 Типові потреби в електроенергії для загальнобудинкових потреб житлових багатоквартирних будинків**
- 4 Досвід впровадження сонячних станцій в багатоквартирних житлових будинках**

Висновки

Ця публікація була підготовлена в рамках проекту “Створення сприятливого середовища для зростання кількості об’єднань співвласників багатоквартирних будинків”, що впроваджується КМО ВГО «Громадянська мережа ОПОРА» за підтримки Швейцарії.

Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю КМО ВГО «Громадянська мережа ОПОРА» і не обов’язково відображає погляди донора.



Вступ

Встановлення сонячних електростанцій є практично єдиною доступною технологією «чистої енергії» що може застосовуватися в багатоквартирних будинках. Теплові насоси не можуть повноцінно розглядатися в такій якості, з огляду на необхідність підключення до електромереж, а вітровий потенціал в містах є дуже незначним.

Але питання визначення оптимальної схеми застосування сонячних батарей в багатоквартирних будинках наразі дискутується і доволі часто з крайніх позицій: від «забезпечимо повну автономність» до «використання сонячних систем в багатоквартирних будинках є безперспективним». Спробуємо розглянути питання сонячної генерації в багатоквартирних будинках з технічної точки зору.

Особливо зважаючи на те, що створилися наступні передумови:

- необхідність забезпечення резервного живлення критичних споживачів в будинку;
- зниження вартості сонячних панелей та LiFePo4 акумуляторів;
- напрацювання досвіду щодо встановлення та експлуатації сонячних систем.

1. Вихідні дані для оцінювання

В подальших викладках наведені основні показники для будівель, що взяті в розрахунок. Детальний аналіз повинен проводитися для кожного будинку окремо в рамках енергоаудиту, але для розуміння загальних співвідношень в першому наближенні цього має бути достатньо:

1. Розглядаються лише дахові станції (не всі будинки мають вільні південні фасади).

2. На 1 кВт встановленої потужності сонячних батарей необхідно близько 5 кв.м. даху.

3. Площа середньої квартири (з врахуванням місць загального користування) в плані відповідає 50 кв. м. даху (тобто для 5 поверхового будинку маємо близько 10 кв. м. даху, що еквівалентно 2 кВт встановленої потужності).

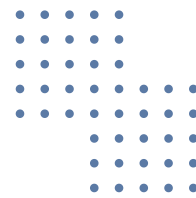
4. Місячне споживання електроенергії однією квартирою прийнято залежно від типу електроплити і системи гарячого водопостачання (ГВП):

- 3 газовою плитою і без бойлера ГВП – 120 кВт-год/місяць;
- 3 газовою плитою і з бойлером ГВП – 300 кВт-год/місяць;
- 3 електроплитою без бойлера ГВП – 360 кВт-год/місяць;
- 3 електроплитою і з бойлером ГВП – 540 кВт-год/місяць.



5. Дані про щомісячну генерацію сонячної електростанції взяті з сайту <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>.

6. Враховано, що будівлі до 9 поверхів, як правило оснащені газовими плитами, а 12 та вище – електричними.



2. Розрахунки генерації сонячною електростанцією

Взявши до уваги середню площу квартири в 50 кв. м і прийнявши, що над нею можна розмістити 10 кВт сонячних панелей отримаємо наступні показники помісячної генерації:

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
Генерація, кВт-год	317	528	870	1190	1416	1436	1427	1263	931	627	286	234	10 525

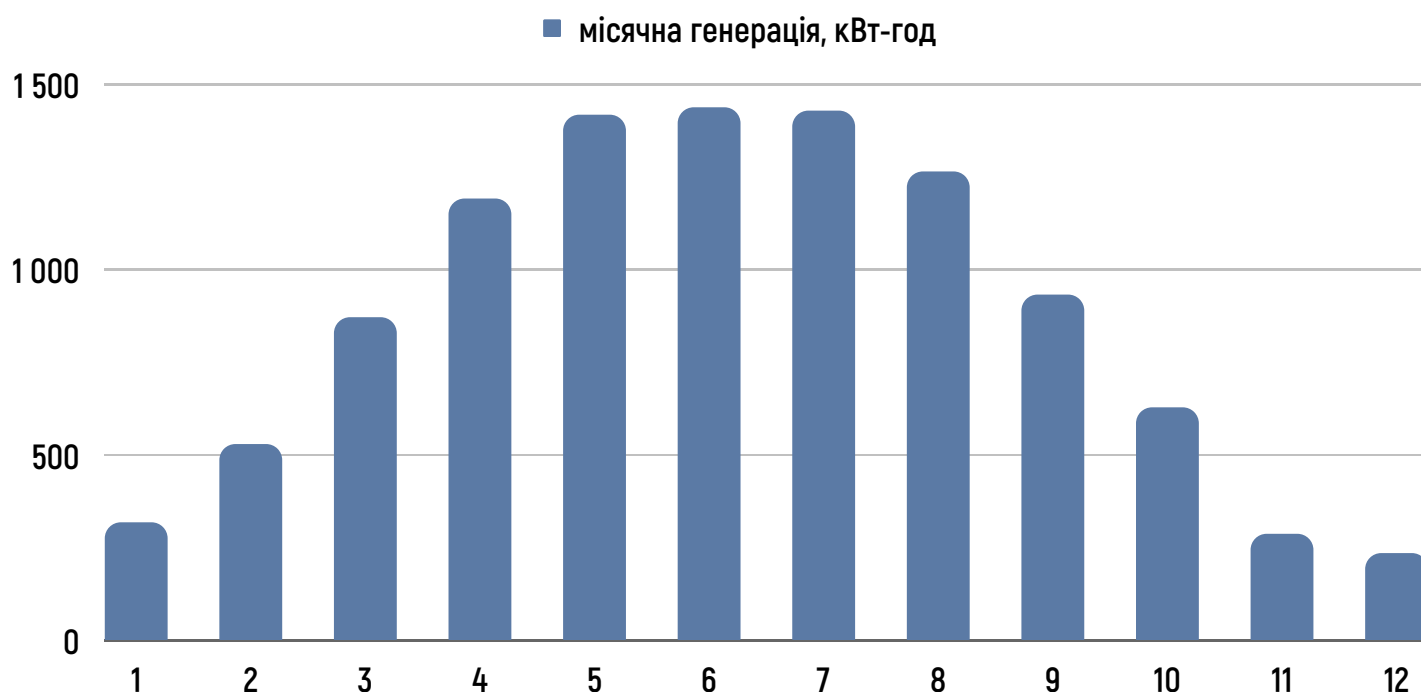
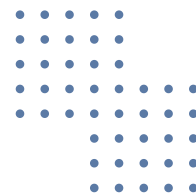


Рис. 1. Дані щодо генерації сонячною електростанцією потужністю 10 кВт протягом року.

Як бачимо, згенеровані близько 10 тис. кВт-год протягом року розподіляються дуже нерівномірно.

Висновок 1. На сонячну генерацію можна починати розраховувати лише в період березень-вересень.

Висновок 2. Не можливо забезпечити опалення від сонячної генерації.



Таблиця 2. Потенціал покриття потреб житлових будинків сонячними системами

Місяць	5 поверхівки		9 поверхівки		16 поверхівки	
	Газова плита, без бойлера	Газова плита + бойлер	Газова плита, без бойлера	Газова плита + бойлер	Електроплита без бойлера	Електроплита + бойлер
Січень	53%	21%	29%	12%	6%	4%
Лютий	88%	35%	49%	20%	9%	6%
Березень	145%	58%	81%	32%	15%	10%
Квітень	198%	79%	110%	44%	21%	14%
Травень	236%	94%	131%	52%	25%	16%
Червень	239%	96%	133%	53%	25%	17%
Липень	238%	95%	132%	53%	25%	17%
Серпень	211%	84%	117%	47%	22%	15%
Вересень	155%	62%	86%	34%	16%	11%
Жовтень	105%	42%	58%	23%	11%	7%
Листопад	48%	19%	26%	11%	5%	3%
Грудень	39%	16%	22%	9%	4%	3%

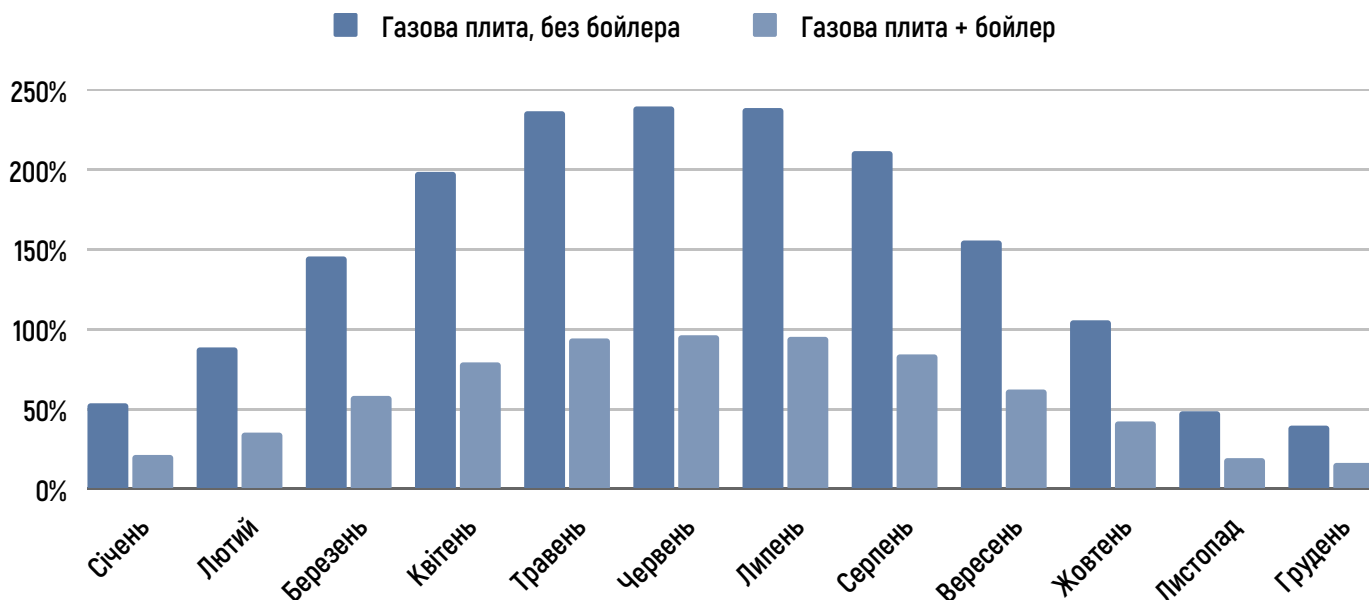


Рис. 2 Графік покриття споживання електроенергії сонячною електростанцією для 5-поверхівки

Як видно з графіку – система в обох варіантах не забезпечує достатньої генерації для зимового періоду. При цьому в літку спостерігається значний профіцит (більше 200%), що може бути використаний або для генерації в зовнішню мережу (що не бажано і створюватиме зайві перетоки електроенергії), або для покриття навантаження в гарячому водопостачанні.

Висновок 3.

Генерація сонячної електростанції в 5 поверховій будівлі для літнього періоду добре корелює зі споживанням квартирами з врахуванням гарячого водопостачання, що може бути цікавим як за умови використання індивідуальних емнісних водопідігрівачів так і для інтеграції в систему централізованого гарячого водопостачання. В такому випадку вся згенерована енергія не виходить за межі будинка. При цьому генерація в зимові місяці дозволяє майже повністю покривати потреби на загальнобудинкові потреби (циркуляційні насоси опалення та ГВП, освітлення місць загального користування), що складає біля 300-400 кВт-год/місяць

Висновок 4.

- В разі відсутності дієвих методів продажу сонячної енергії «на зовні» (наприклад сусідньому ОСББ, що не встановлювало у себе такі системи) для 5-поверхівки – не варто сильно збільшувати площу сонячних батарей.

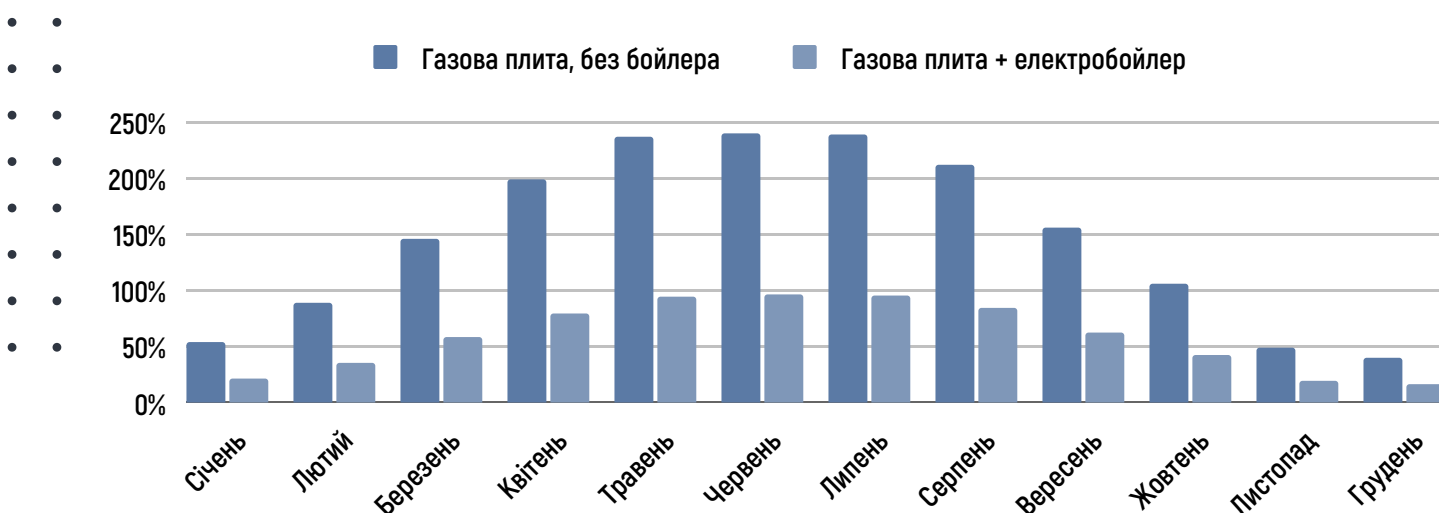
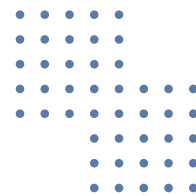


Рис. 3 Графік покриття споживання електроенергії сонячною електростанцією для 9-поверхівки



Для 9-поверхових будинків, що використовують централізоване гаряче водопостачання в літні місяці спостерігається незначний профіцит, при цьому за умови використання електробойлерів максимальне покриття споживання не перевищує 53%.

Висновок 5

9 поверхові будівлі з огляду на потенціал сонячної генерації близькі до того, щоб забезпечувати автономне (без врахування гарячої води) існування протягом 5 місяців. А за умови застосування теплових насосів для підігріву води в літні місяці – то і частково з гарячим водопостачанням. Взимку ж потреби можуть бути покриті лише приблизно на 20%. При цьому генерація в зимові місяці дозволяє майже повністю покривати потреби на загальнобудинкові потреби (циркуляційні насоси опалення та ГВП, освітлення місць загального користування), що складає біля 400-500 кВт-год/місяць

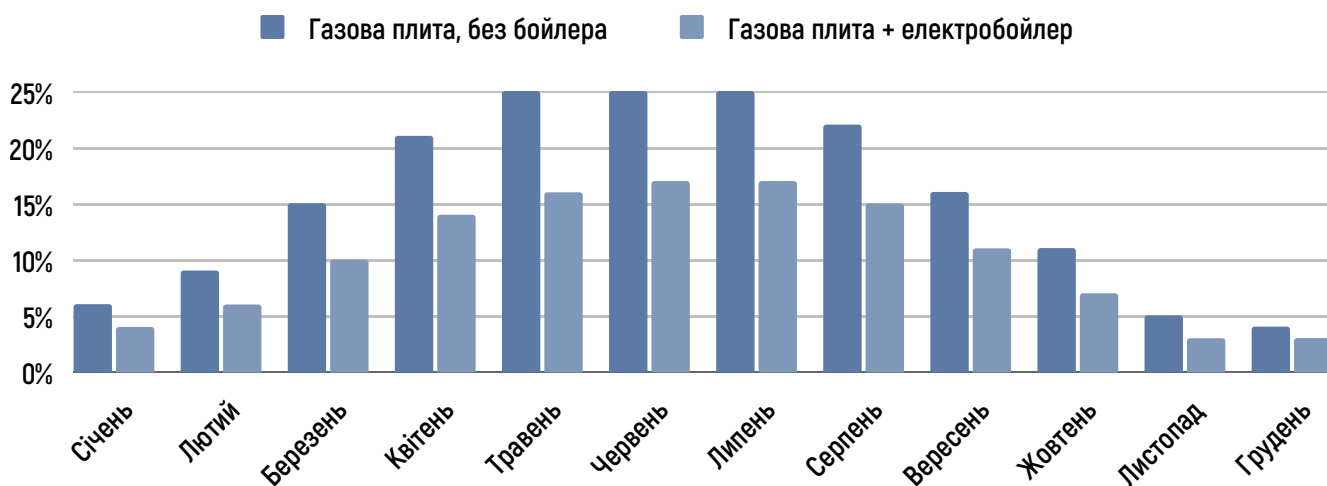


Рис. 4 Графік покриття споживання електроенергії сонячною електростанцією для 16-поверхівки

- В будівлях в 16 поверхів та більше доля потенційного покриття потреб в електроенергії сонячною генерацією дахових електростанцій не перевищує 25 % навіть за умови, що використовується централізоване гаряче водопостачання. Це обумовлено як меншою площею даху з розрахунку на площу квартир так і більшою потребою в електроенергії через використання електроплит.

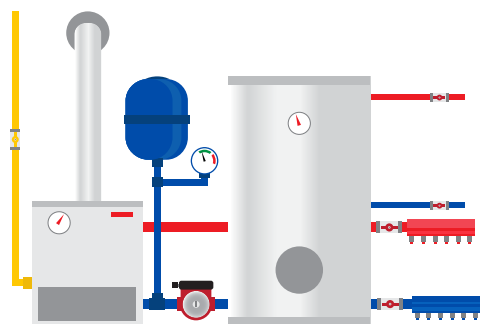
Висновок 6

- В 16 поверхових будинках вся електроенергія згенерована даховими станціями залишиться в будинку і не вийде в зовнішню мережу. Про навіть часткову автономність квартир не може бути й мови, але покриття загальнобудинкових потреб така станція виконати зможе.

Слід також пам'ятати, що такі показники можуть бути досягнуті за умови наявності накопичувачів електроенергії – акумуляторних батарей.

3. Типові потреби в електроенергії для загальнобудинкових потреб житлових багатоквартирних будинків

До таких потреб слід віднести наступні (в порядку зниження їх критичності для функціонування будинку):



1. Циркуляційні насоси та автоматика теплових пунктів та дахових котелень, перерви в електропостачанні яких призводять також до відключення опалення навіть за умови, що працюють зовнішні мережі опалення та газопостачання.
2. Підвищувальні насоси водопостачання (для висотних будівель).
3. Освітлення місць загального користування та системи безпеки.
4. Обладнання провайдерів для забезпечення стійкого зв'язку.
5. Пункти обігріву (на випадок тривалих перерв в електропостачанні).
6. Ліфтове обладнання.

Відповідно можна виділити наступні типові набори для підбору обладнання для резервного живлення:

П'ЯТИПОВЕРХІВКА З ПІД'ЇЗДИ

Варіант мінімум:

Відповідно м Електропостачання 4 години наявне - 4 - відсутнє.

- загальне навантаження на резерв - 3 кВт, в тому числі:
- 0,6 кВт - циркуляційний насос (постійне навантаження) 1 фазні:
- 2 кВт - Офіс ОСББ (пункт обігріву/заряджання) (в Середньому 0,3 кВт - 2 кВт не більше 30 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання);
- 0,4 кВт - освітлення МЗК.



Варіант оптимум:

В 4 години є - 6 відсутнє.

- потужність 5 кВт (в середньому 0,5 кВт - 4 кВт не більше 30 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання).

ДЕВ'ЯТИ-ДЕСЯТИПОВЕРХІВКА 6 ПІД'ЇЗДІВ

Варіант мінімум:

Електропостачання 4/4:

- Загальне навантаження на резерв - 5 кВт, в тому числі:
- 2 кВт - циркуляційні насос (постійне навантаження) 1 фазні:
- 2 кВт - Офіс ОСББ (пункт обігріву/заряджання) (в Середньому 0,3 кВт - 2 кВт не більше 30 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання).
- 0,4 кВт - освітлення МЗК.

Варіант оптимум:

Електропостачання 4/6.

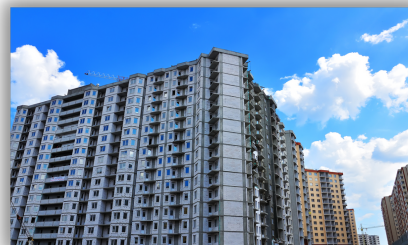
- потужність 5 кВт (в середньому до 2 кВт, 4 кВт не більше 30 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання).

Варіант мінімум:

Електропостачання 4/4:

Загальне навантаження на резерв - 15 кВт, в тому числі:

- 4 кВт- циркуляційні насос (постійне навантаження) 3 фазні.
- 7 кВт підвищувальні насоси водопостачання
- 2 кВт - Офіс ОСББ (пункт обігріву/заряджання) (в Середньому 0,3 кВт - 2 кВт не більше 30 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання).



Варіант оптимум:

Електропостачання 4/6.

- Потужність 15 кВт (в Середньому 5 кВт, 15 кВт не більше 60 хвилин протягом циклу відсутності електропостачання (ліфти)).

Зважаючи, що ці потреби мають закриватися в тому числі взимку за недостатньої сонячної інсоляції – потужність цих споживачів та оцінка можливих перерв в електропостачанні має бути основою для визначення ємності систем накопичення енергії (комплект батарея + гібридний інвертор з можливістю підключення сонячних панелей).

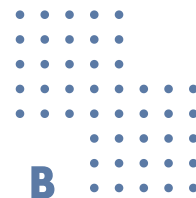
Таблиця 3. Орієнтовна вартість базових комплектів, що забезпечують безперебійне живлення (за умови знеструмування на 6-12 годин) загальнобудинкових споживачів без врахування ліфтів.

Тип будинку	Потужність інвертора, кВт	Ємність батареї, кВт-год	Вартість без сонячних панелей, Євро	Вартість з сонячними панелями, Євро
П'ятиповерхівка 3 під'їзди	5	7	7400	10 400
Дев'ятиповерхівка 6 під'їздів	5	14	12000	15 000
Шістнадцятиповерхівка 3 під'їзди	15	50	39000	48 000

Майже половина вартості припадає на систему накопичення. Тому за умови використання системи в мирний час з нечастими перервами в електропостачанні – доцільно було б передбачати альтернативний шлях накопичення енергії. В якості такого буферу можуть бути використані ємнісні водонагрівачі – як централізовані (баки-акумулятори в підвалах) так і індивідуальні – електробойлери для гарячого водопостачання в квартирах.

При цьому вартість 1 кВт-год ємності в LiFePo4 акумуляторі коштує від 600 євро, в той час як така сама ємність для бака накопичувача, де підігрівається вода для потреб гарячого водопостачання складає від 20 доларів для баків ємністю 1 куб. м і вище для централізованих систем до 60 євро для індивідуальних квартирних електробойлерів.

Також слід пам'ятати, що з врахуванням строку служби сонячних панелей та акумуляторів вартість електроенергії від сонячних панелей складає наразі близько 1,2 гривень/кВт-год (без врахування вартості коштів), а від акумуляторів (без врахування вартості електроенергії на їх заряджання) – близько 4 грн./кВт-год. Тому за діючих тарифів «для населення» (1,68 грн./кВт-год) мови про окупність бути не може і проекти можуть розглядатися виключно як для «підвищення надійності». Хоча після збільшення вартості електроенергії до рівня комерційних споживачів – питання окупності теж може розглядатися.



4. Досвід впровадження сонячних станцій в багатоквартирних житлових будинках

Загалом слід відзначити, що широкого розповсюдження такі системи не набули. Існуючі приклади – то скоріше демонстраційні проекти, або робота під «зелений тариф».

Досвід 2022 року з частими відключеннями електропостачання показав, що стратегія на використання мережевих інверторів, що не можуть генерувати електроенергію без наявності напруги в зовнішній мережі не виправдала себе. Попри наявність сонячних панелей – вони не дозволяли жити споживачів. Окупність такого заходу без застосування «зелених тарифів» теж виходила за межі строку служби.



В той же час застосування гібридних систем дозволило значно підвищити надійність електропостачання з врахуванням використання в зимовий період (за низької інсоляції) заряджання акумуляторів від мережі.

Висновки

1. Сонячна генерація не в змозі забезпечити потреби багатоквартирних житлових будинків в зимовий період, але для літнього періоду для 5-9 поверхових будівель можуть покривати суттєву долю потреб.
2. Надлишок електроенергії, який буде фізично виходити з будинку може виникати лише для п'ятиповерхівок в літні місяці. Для інших варіантів та інших місяців – площа даху не дозволить згенерувати більше енергії. Виходячи з цього, для багатоквартирних будинків важливо запровадити механізм взаємозаліків споживання в межах будинку.
3. Дуже перспективною виглядає комбінація сонячної генерації з гарячим водопостачанням, так як може бути використане як для згладження графіків генерації сонячної станції та споживання з мережі так і для покриття потреб в міжопалювальний період, коли часто спостерігаються перерви в централізованому постачанні гарячої води.
4. Для будівель 16 поверхів та вище доля покриття фактичних потреб не перевищує 25%, тому можуть розглядатися гібридні станції з акумуляторами лише на загальнобудинкові потреби – весь надлишок буде спожитий квартирами.
5. Найбільш ефективним з огляду на надійність та вартість є варіант системи, що поєднує в собі: гібридний інвертор (що дозволяє працювати як за наявності мережі так і без і заряджати акумулятори як від зовнішньої мережі так від сонячних панелей), акумулятор (на забезпечення критичних потреб), сонячні панелі з розрахунку на покриття близько 50% потреб для критичних споживачів в зимовий період.
6. Перспективними напрямками є комбінація сонячних систем з системами централізованого гарячого водопостачання та тепловими насосами.