

# АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ ЯВИЩ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УМОВАХ УКРАЇНИ

---

Короткостроковий та довгостроковий вплив

Автори:

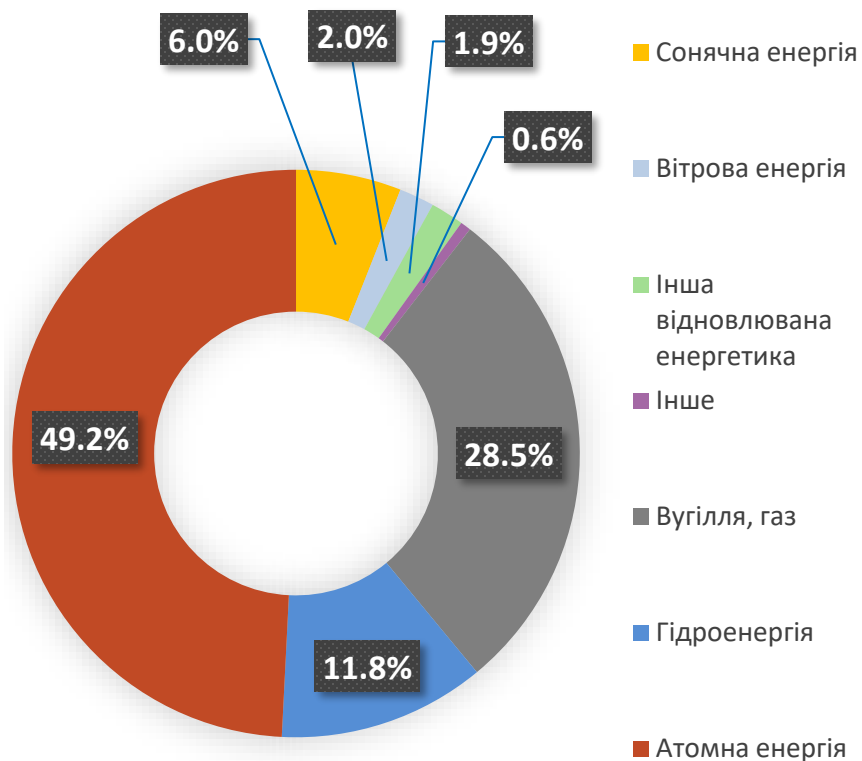
- Остапчук Олександр
- Юраш Олександр

Доповідач:

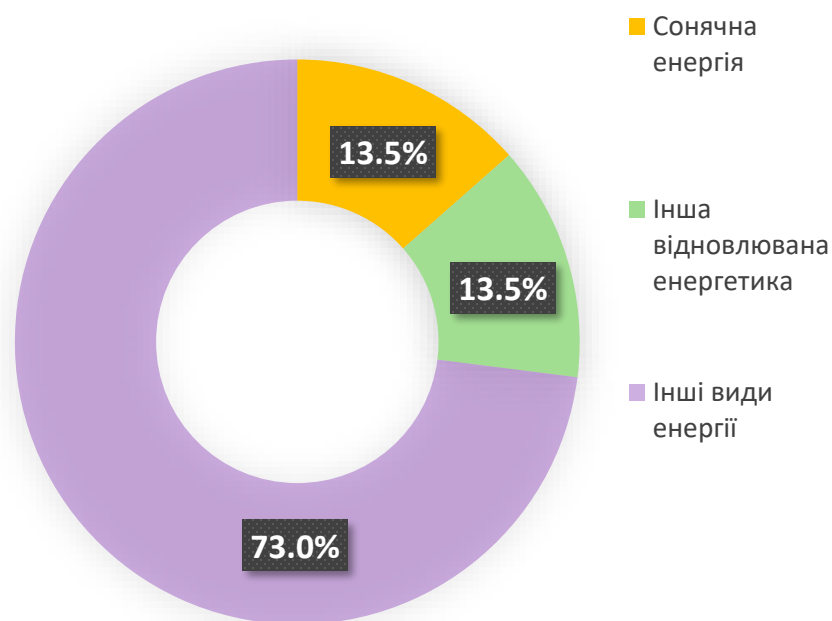
- Юраш Олександр

# Розподіл встановленої генерації електроенергії в Україні

## Станом на 2023 рік



## Прогноз на 2030 рік



Джерело: UkraineInvest;

Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання, розпорядження від 13 серпня 2024 р. № 761-р

## Короткостроковий вплив

---

Зменшення генерації станції:

- Дощ
- Сніг
- Посуха та високі температури
- Пожежі

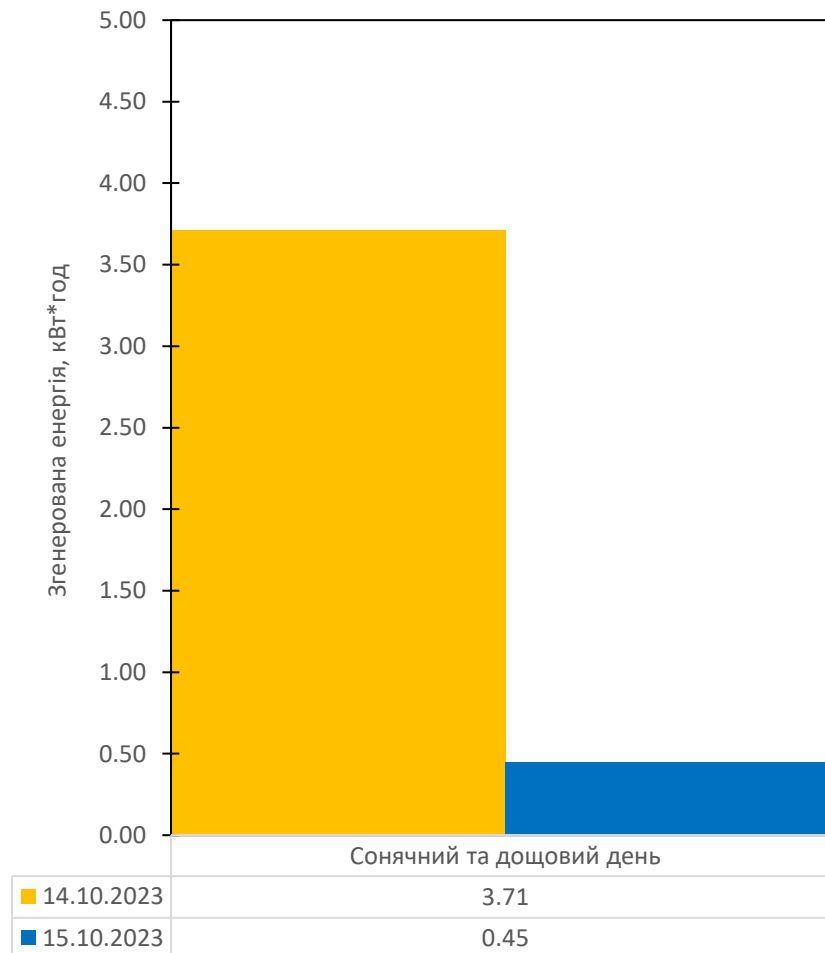
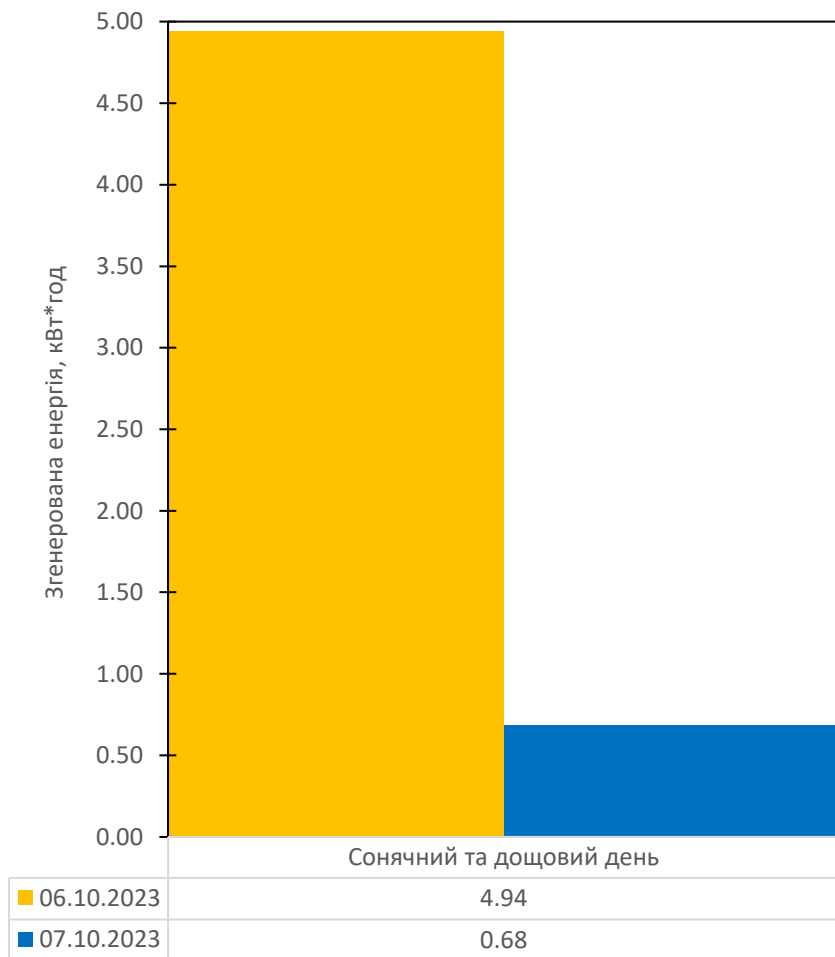
## Довгостроковий вплив

---

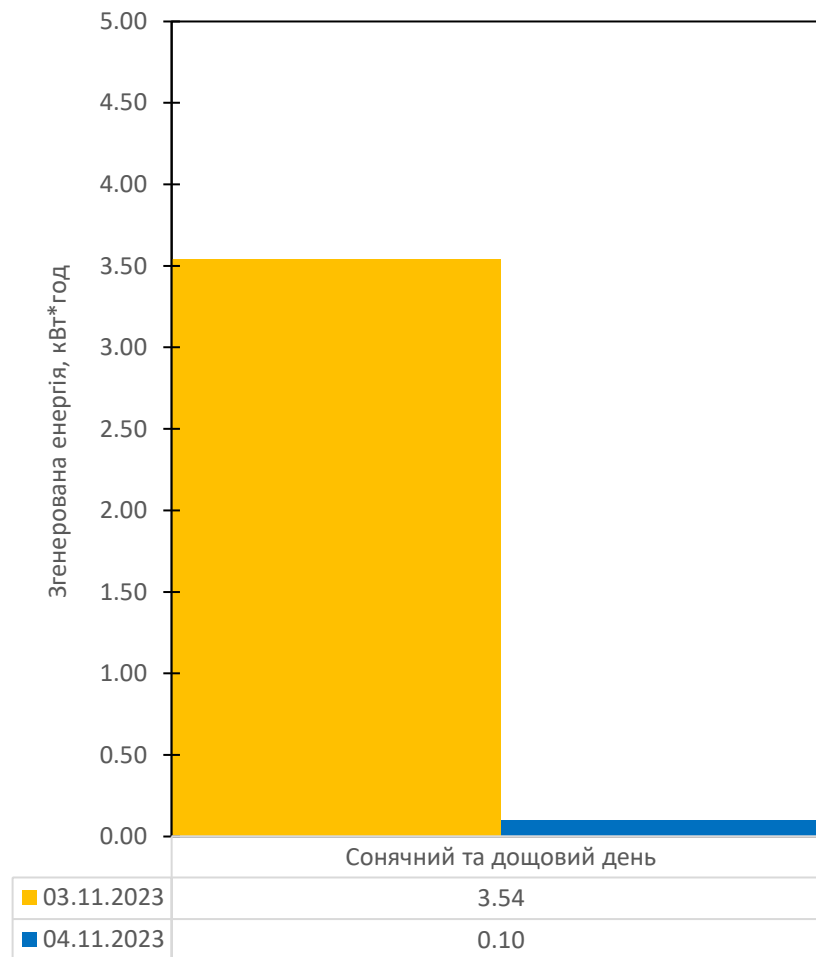
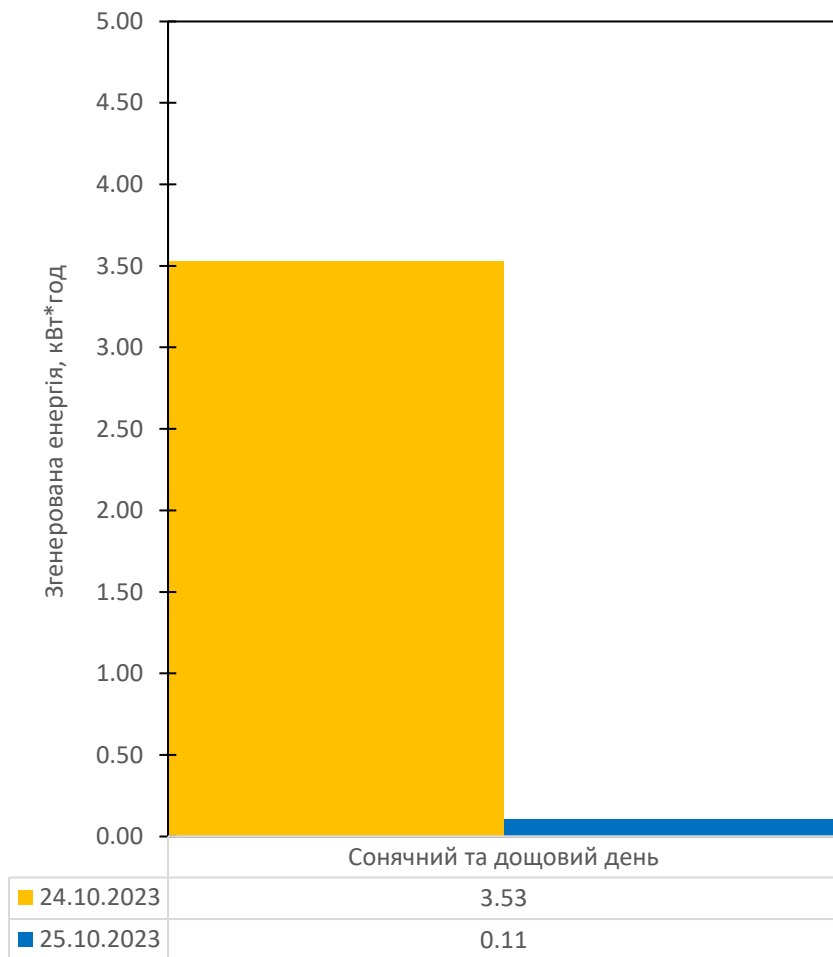
Пошкодження станції та/або її компонентів:

- Град
- Блискавки
- Пожежі

## Короткостроковий вплив: Хмарність при опадах



## Короткостроковий вплив: Хмарність при опадах



## Короткостроковий вплив: Дощ

- Зменшення генерації ФЕМ при косому куті падіння сонячних променів на 50–70%

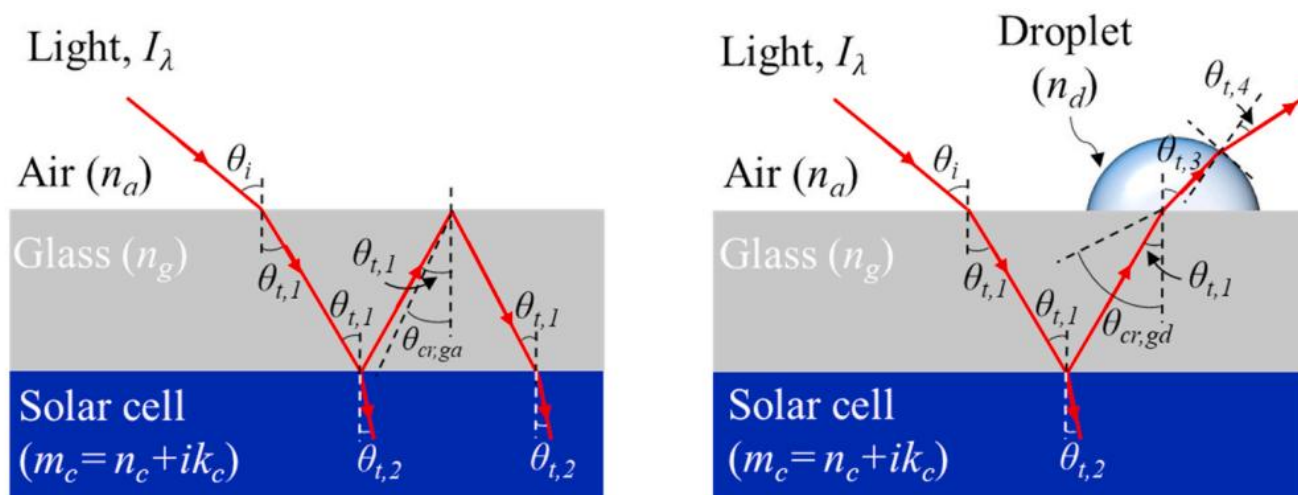
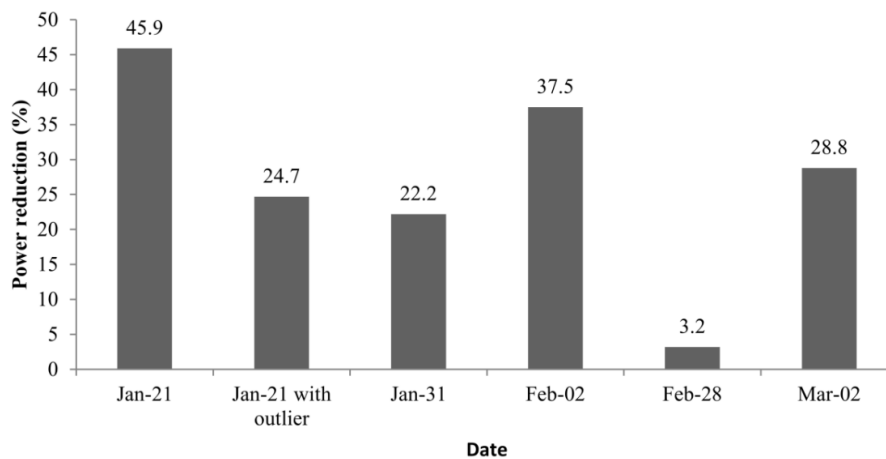
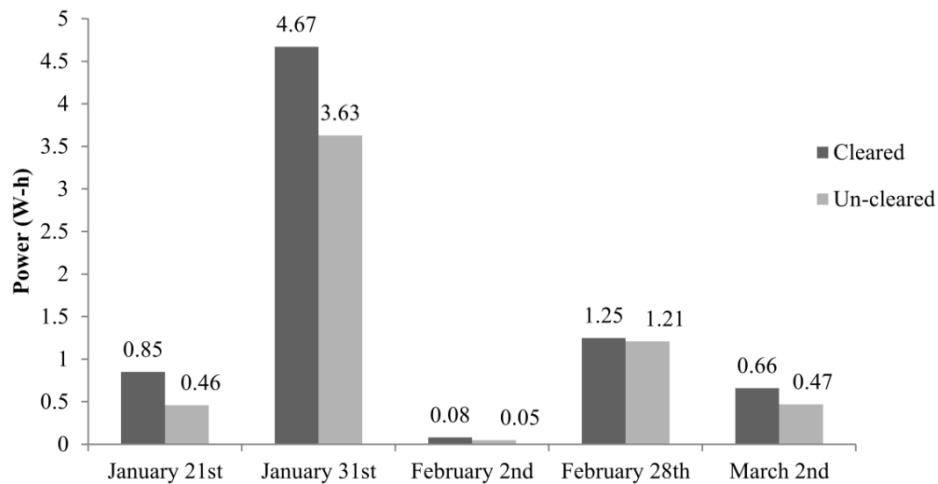


Схема фотоелемента з сухим склом, та покритою краплями склом

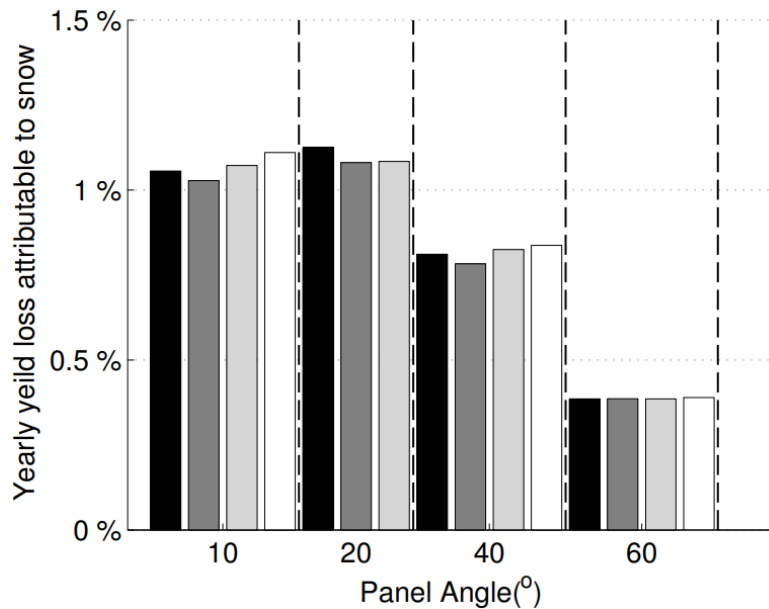
# Короткостроковий вплив: Сніг

Різниця у генерації очищених ФЕМ, і покритих снігом

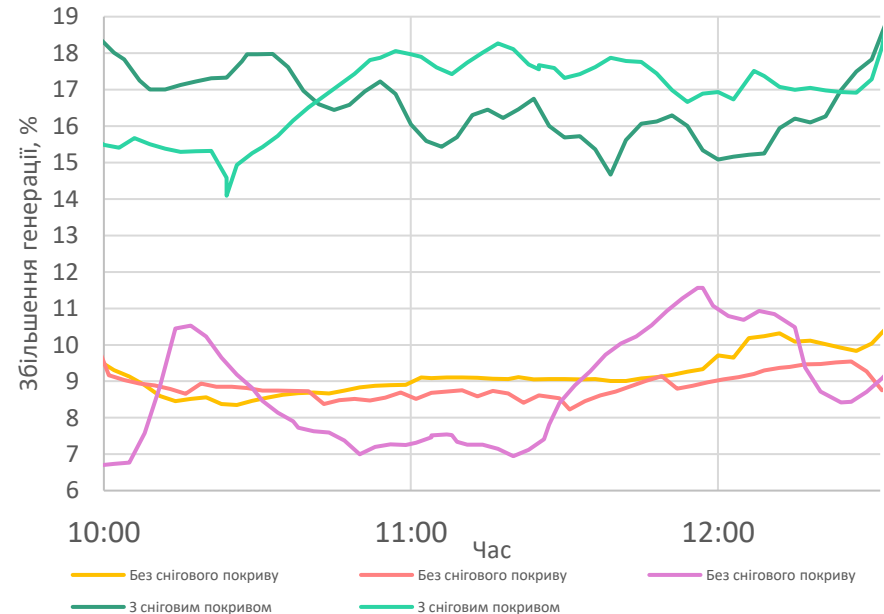


## Короткостроковий вплив: Сніг

- Річне зменшення генерації ФЕМ на 1–3,5%
- Альbedo снігу може збільшувати генерацію односторонніх ФЕМ на 1%
- Альbedo снігу збільшує генерацію двосторонніх ФЕМ на  $\approx 16,5\%$



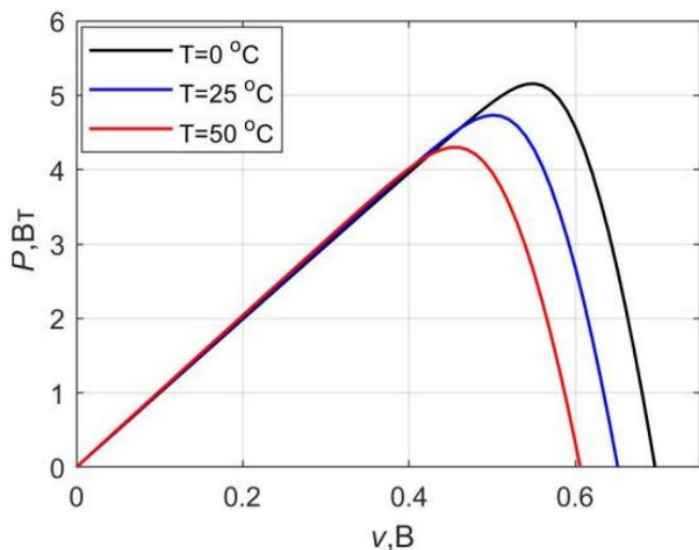
Річні втрати енергії через сніг  
(кольори показують різні моделі ФЕМ)



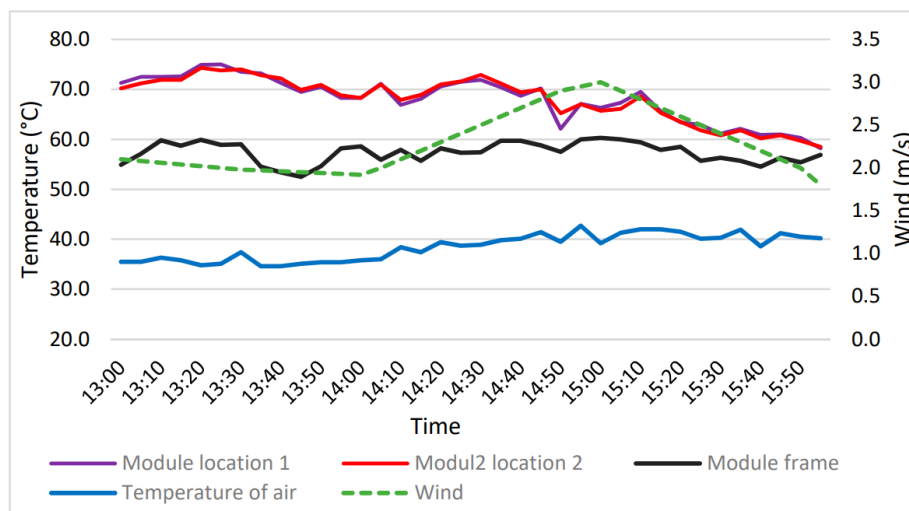
Збільшення генерації двосторонніх ФЕМ з сніговим покривом, і без нього (сонячні дні)

## Короткостроковий вплив: Посуха та високі температури

- Зменшення потужності на 14,5–25%, в залежності від моделі ФЕМ



Зміна потужності ФЕМ від температури



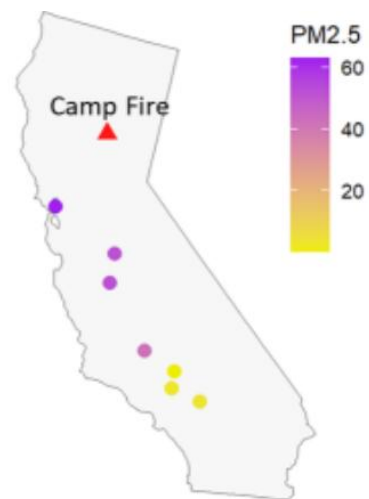
Температура ФЕМ впродовж літнього дня

## Короткостроковий вплив: Пожежі

- Зменшення потужності в середньому на 8,3%
- Дим та тверді частки поширюються на відстань до 200 км



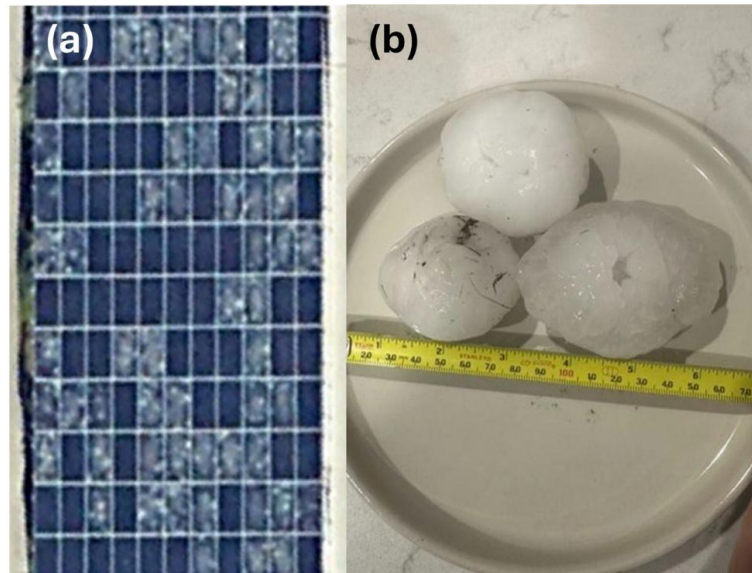
Знімок впливу пожежі з супутника



Дані наявності твердих частинок в повітрі через пожежу

## Довгостроковий вплив: Град

- Град до 100 мм пошкодив 5,5% оглянутих ФЕС (Остін, США, 2023)
- $\approx 3,62\%$  зменшення потужності
- Град до 25 мм в діаметрі не повинен пошкодити ФЕМ



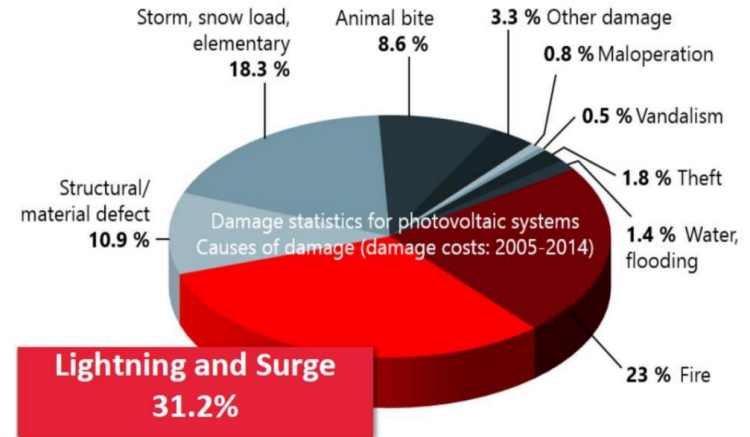
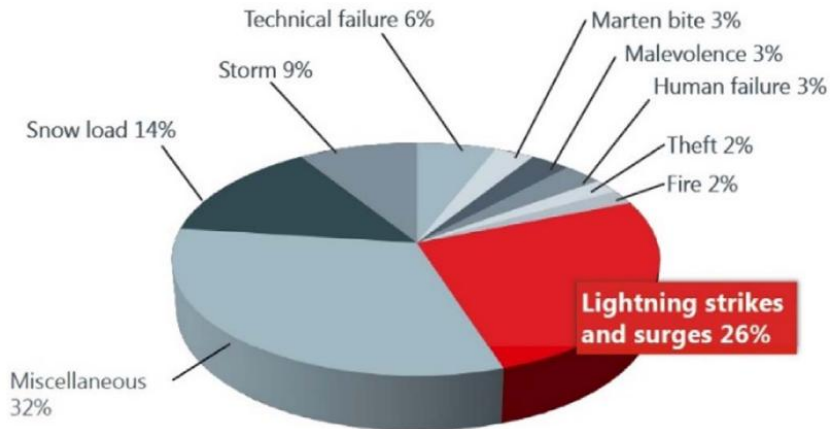
Пошкодження ФЕМ від граду в Остіні (a), та діаметр граду (b)

Джерело: Assessing the Impacts of Extreme Weather Events on Photovoltaic Installations Using Remote Sensing Imagery: *Kirsten Perry, Dirk C. Jordan, Quyen Nguyen*;

Effects of Extreme Weather Conditions on PV Systems: *Mladen Bošnjaković, Marinko Stojkov, M. Katinić, Ivica Lacković*

## Довгостроковий вплив: Блискавки

- 26–31,2% пошкодження ФЕС через блискавки



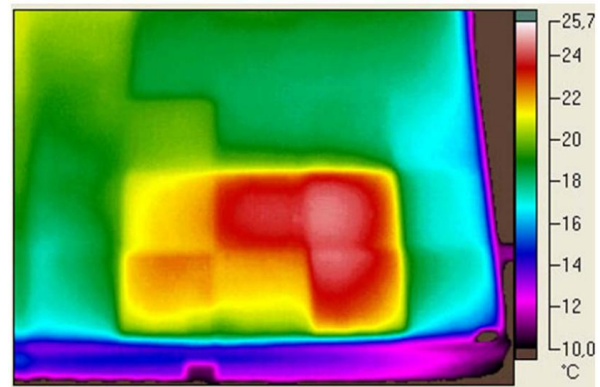
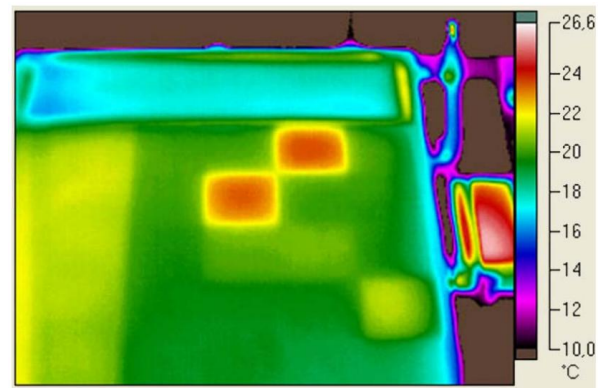
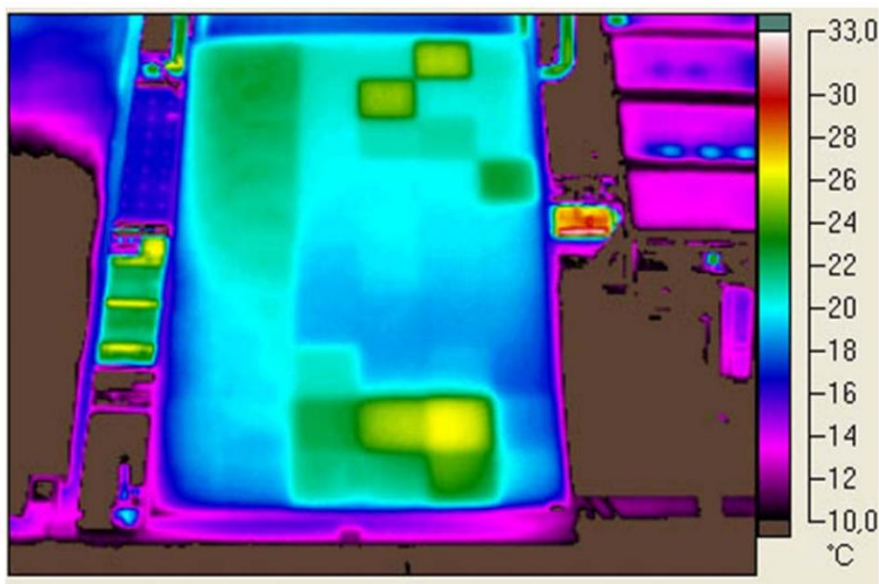
Дані пошкодження ФЕС від блискавок в різні періоди

Джерело: Lightning protection on photovoltaic systems: A review on current and recommended practices: *N.I. Ahmad, M.Z.A. Ab-Kadir, M. Izadi, N. Azis, M.A.M. Radzi, N.H. Zaini, M.S.M. Nasir*;

Impacts of Lightning-Induced Overvoltage on a Hybrid Solar PV–Battery Energy Storage System: *Nor Izzati Ahmad, Zaipatimah Ali, Mohd Zainal Abidin Ab. Kadir, Miszaina Osman, Nur Hazirah Zaini and Muhammad Hakirin Roslan*

## Довгостроковий вплив: Блискавки

- Пошкодження ФЕМ – пошкодження ФЕК, погіршення ВАХ, деградація ФЕМ



ФЕМ пошкоджена блискавкою

## Довгостроковий вплив: Блискавки

- Пошкодження інверторів, додаткових елементів



Вплив блискавок на елементи ФЕС

## Довгостроковий вплив: Пожежі

- Заміна частини елементів, або всієї ФЕС



Наслідок впливу вогню на ФЕС



Пожежа на промисловій ФЕС

## Зведена таблиця та висновки

### Короткостроковий вплив

Дощ	Зменшення генерації до 10% від номіналу	
Сніг	Річні втрати 1–3,5% Денні втрати $\approx$ 20%	
Посуха та високі температури	Зменшення потужності на 14,5–25%	Східні та південні регіони найбільш вразливі
Пожежі	Зменшення потужності в середньому $\approx$ 8,3%	Радіус впливу до 200 км від епіцентру

### Довгостроковий вплив

Град	Пошкодження ФЕМ ( $\approx$ 3,62% при діаметрі граду більше 25 мм)	
Блискавки	26-31,2% всіх пошкоджень ФЕС через блискавки Заміна ФЕМ, інверторів, додаткових елементів	Літній період
Пожежі	Заміна елементів чи всієї ФЕС	

# Дякую за увагу

