

Приклад. Розрахувати кількість і потужність сонячних модулів для АСЕ замиського будинку. Розрахункове навантаження (P_p) вузла : $P_p = 2000 \text{ Вт} = 2 \text{ кВт}$. Сонячна електростанція знаходиться в м. Запоріжжя, координати якого дорівнюють 47° північної широти та 35° східної довготи. Дах будинку плоский. Площина даху має розміри: $A = 15\text{м}$; $B = 10\text{м}$; $S=150 \text{ м}^2$. Період використання АСЕ - цілорічне використання.

Для розрахунку споживання електроенергії слід використовувати типовий добовий графік активних навантажень для побутових споживачів для зими та літа, рис. Б-1 (додаток Б).

Значення середньомісячної та денної сонячної інсоляції, залежність денної сонячної по годинах для м. Запоріжжя наведено в табл. Б-1 та в табл. Б-2, на рис. Б-2, додаток Б, відповідно.

Рішення.

1. Розрахунок навантаження АСЕ.

Користуючись типовими добовими графіками (рис. Б.1, додаток Б) розрахуємо :

- відповідну ступень типового графіка активних навантажень (кВт) при розрахунковому навантаженні АСЕ ($P_p = 2 \text{ кВт}$) ;
- споживання активної електроенергії в певний час доби (кВт·год) для зимового і літнього періоду.

Дані добового графіка навантаження АСЕ зведено до табл. 5.

Таблиця 1.

Дані добового графіка активного навантаження АСЕ

t	Зима			Літо		
	n, %	P, кВт	$W_{\text{спож.}}$ кВт·год	n, %	P, кВт	$W_{\text{спож.}}$ кВт·год
1-5	20	0,4	$0,4 \times 5 = 2$	15	0,3	$0,3 \times 5 = 1,5$
6	25	0,5	0,5	20	0,4	0,4
7	40	0,8	0,8	35	0,7	0,7
8	45	0,9	0,9	30	0,6	0,6
9-11	30	0,6	$0,6 \times 3 = 1,8$	20	0,4	$0,4 \times 3 = 1,2$
12	25	0,5	0,5	20	0,4	0,4
13	30	0,6	0,6	25	0,5	0,5
14-17	30	0,6	$0,6 \times 4 = 2,4$	20	0,4	$0,4 \times 4 = 1,6$
18	60	1,2	1,2	50	1	1
19	100	2	2	80	1,6	1,6
20	80	1,6	1,6	80	1,6	1,6
21	80	1,6	1,6	60	1,2	1,2
22	80	1,6	1,6	40	0,8	0,8
23	50	1	1	40	0,8	0,8
24	20	0,4	0,4	15	0,3	0,3
Σ	-	-	18,9	-	-	14,2

Споживання активної енергії за місяць (30 діб):

- зима: $W_{\text{спож.}} = 18,9 \times 30 = 567$ кВт·год;

- літо: $W_{\text{спож.}} = 14,2 \times 30 = 426$ кВт·год;

2. Розрахунок кількості і потужності фотомодулів АСЕ.

$$P_w = 1000 \cdot \dots / k \cdot E \quad (1)$$

...

$$S = P_w / P_w \quad (2)$$

P_w –
Для розрахунку кількості та потужності фотомодулів скористаємось значеннями денної сонячної інсоляції для м. Запоріжжя.

Значення середньомісячних значень та денних значень (з урахуванням кількості діб) сонячної інсоляції для м. Запоріжжя наведено в табл. Б-1 та табл. Б-2 (додаток Б):

- під кутом 47° ;

- під кутом 62° .

Для заміського будинку обираємо кут нахилу фотомодулів, який призводить до підвищення рівня генерації електроенергії в зимовий період - кут 62° . Встановлення фотомодулів під кутом 62° призведе к незначному зниженню рівня генерації електроенергії - влітку. Встановлення фотомодулів - стаціонарне, яке направлене на південь (азимут поверхні $\alpha_H = 0$).

Числове значення денної сонячної інсоляції по годинам для м. Запоріжжя при встановленні фотомодулів під кутом 62° наведено в табл.2.

Таблиця 2.

Значення денної сонячної інсоляції м. Запоріжжя, Вт·год/м²

година																	міс	
1-4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20-24	Σ	
0	160	290	390	470	530	580	600	610	600	580	530	470	390	290	160	0	6650	червень
0	0	0	0	10	140	215	255	270	255	215	140	10	0	0	0	0	1510	грудень

З табл.2 сумарне значення сонячної інсоляції за світловий день:

$E_{\Sigma} = 6650 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ - для червня,

$E_{\Sigma} = 1510 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ - для грудня.

При використанні середніх даних за добу, розраховуємо сумарну потужність сонячних модулів з урахуванням споживання енергії $W_{\text{спож.}}$ за добу (табл.1) та E_{Σ} за світловий день за виразом (1):

-зимовий період – грудень: $W_{\text{спож.}}=18,9\text{кВт}\cdot\text{год}$; $E_{\Sigma}=1510 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.

$$\Sigma P_w = 1000 \cdot 18,9 / 0,7 \cdot 1510 = 17,89 \text{ кВт},$$

- літній період – червень: $W_{\text{спож.}}=14,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}$; $E_{\Sigma} = 6650 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.

$$\Sigma P_w = 1000 \cdot 14,2 / 0,5 \cdot 6650 = 4,2749 \text{ кВт}.$$

Сумарна потужність фотомодулів у разі цілорічного використання обирається коли сонячна інсоляція (E) мінімальна - це зимовий період (грудень), тобто $\Sigma P_w = 17,89 \text{ кВт}$.

Кількість виробленої електроенергії фотомодулями АСЕ за світловий день, вираз (3).

$$W_{\text{вир.}} = k \cdot P_w \cdot E / 1000 \quad (3)$$

P_w –

;

k -

,

,

$k = 0,5$

$k = 0,7$

;

В грудні – місяці :

$$W_{\text{вир.}} = 0,7 \cdot 17890 \cdot 1510 / 1000 = 18\,909,7 \text{ Вт}\cdot\text{год} = 18,91 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

В червні – місяці:

$$W_{\text{вир.}} = 0,5 \cdot 17890 \cdot 6650 / 1000 = 59\,484,25 \text{ Вт}\cdot\text{год} = 59,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

У разі використання середніх даних за годину, у виразі (2.16) сумарна потужність сонячних модулів розраховується з урахуванням споживання енергії $W_{\text{спож.}}$ за годину (табл.4) та денної сонячної інсоляції для кожної години (табл.6) відповідно у грудні та у червні.

Для розрахунку можливих варіантів розміщення фотомодулів на даху будівлі необхідно враховувати розміри даху будівлі.

Обираємо розміщення модуля - менша сторона модуля паралельна землі на даху будинку з розмірами: $A = 15\text{м}$; $B = 10\text{м}$; $S = 150 \text{ м}^2$

В табл. 2.8 наведено результати розрахунку максимальної кількості модулів з урахуванням розмірів даху. Модулі розташовані у вигляді матриці з n – рядків та m – стовпців.

Таблиця 3.

Результати розрахунку максимальної кількості модулів

Розміщення модулів	Розміри модуля, м	n - рядків матриці	m -стовпців матриці	Максимальна (max) кількість модулів
min	1x1,47	6	14	84
	1x1,63	6	14	84
	1x1,95	5	14	70

Обираємо потужність та кількість фотомодулів (табл. Б.3, додаток Б) при сумарній потужності фотомодулів $\Sigma P_w = 17,89$ кВт. Кількість модулів розраховуємо за виразом (2). Результати розрахунку декілька варіантів розміщення фотомодулів на даху будівлі зводимо в табл. 4.

Таблиця 4.

Результати розрахунку варіантів розміщення фотомодулів

Потужність модуля P_w , Вт	Вартість модуля, у.о.	Розміри модуля, м	Мах кількість модулів на даху	Для забезпечення $\Sigma P_w = 17,89$ кВт		Сумарна потужність, кВт
				кількість модулів	вартість, у.о.	
200	203	1x1,47	84	100	-	-
250	223	1x1,63	84	72	16056	18
300	244	1x1,95	70	60	14640	18
335	266	1x1,95	70	54	14364	18,09
345	270	1x1,95	70	53	14310	18,3

Обираємо парну кількість модулів. З табл. 4 можна встановити, що розміщення 54 модулів потужністю $P_w = 335$ Вт забезпечує найменшу вартість модулів – 14364 у.о., та сумарну потужність 18,09 кВт.

Параметри обраного сонячного модулю наведено в табл. 5.

Таблиця 5.

Параметри модулю PLM – 335P

Номінальний ККД, %	17,78
Максимальна потужність (потужність в точці максимальної потужності (ТМП) , P_{max} , Вт.....	334,6
Максимальна напруга (напруга в ТМП), U_{max} , В.....	37,6
Максимальний струм (струм в ТМП), I_{max} , А.....	8,9
Напруга ненавантаженого режиму (XX), U_{xx} , В.....	45,50
Струм короткого замикання, I_{kz} , А.....	9,44