

L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ – INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE  
ZAWODY III STOPNIA  
PROBLEM TECHNICZNY I ZARYS ROZWIĄZANIA

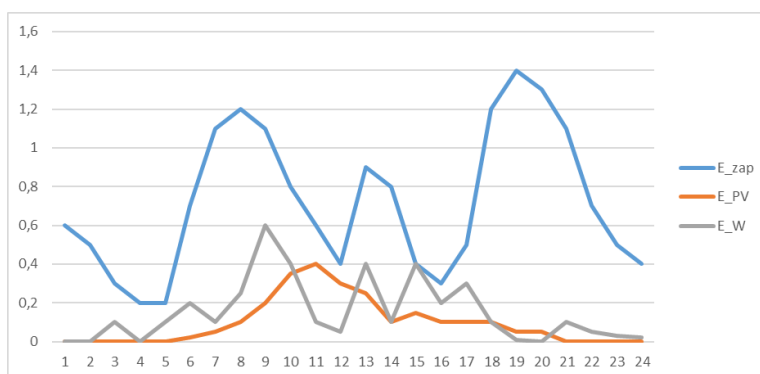
Autor: Dariusz Baczyński  
Koreferent: Stanisław Wincenciak

Na rysunku oraz w tabeli przedstawiono typowe dobowe przebiegi: zapotrzebowania na energię w budynku jednorodzinny oraz produkcji energii w źródle fotowoltaicznym i wiatrowym.

Oznaczenia:

- Budynek jednorodzinny zapotrzebowanie na energię w poszczególnych godzinach doby **E<sub>zap</sub>**.
- Źródło fotowoltaiczne - produkcja energii w poszczególnych godzinach doby **E<sub>PV</sub>** dla źródła o mocy znamionowej 1kWp.
- Źródło wiatrowe - produkcja energii w poszczególnych godzinach doby **E<sub>W</sub>** dla źródła o mocy znamionowej 1kW.

godzina	E <sub>zap</sub> [kWh]	E <sub>PV</sub> [kWh]	E <sub>W</sub> [kWh]
1	0,6	0	0
2	0,5	0	0
3	0,3	0	0,1
4	0,2	0	0
5	0,2	0	0,1
6	0,7	0,02	0,2
7	1,1	0,05	0,1
8	1,2	0,1	0,25
9	1,1	0,2	0,6
10	0,8	0,35	0,4
11	0,6	0,4	0,1
12	0,4	0,3	0,05
13	0,9	0,25	0,4
14	0,8	0,1	0,1
15	0,4	0,15	0,4
16	0,3	0,1	0,2
17	0,5	0,1	0,3
18	1,2	0,1	0,1
19	1,4	0,05	0,01
20	1,3	0,05	0
21	1,1	0	0,1
22	0,7	0	0,05
23	0,5	0	0,03
24	0,4	0	0,02
	17,2	2,32	3,61



**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ – INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE  
ZAWODY III STOPNIA  
PROBLEM TECHNICZNY I ZARYS ROZWIĄZANIA**

Założenia:

- Koszt wybudowania jednego źródła PV o mocy znamionowej 1 kWp to 8000 zł.
- Koszt wybudowania jednego źródła wiatrowego o mocy znamionowej 1kW to 16000 zł
- Koszt wybudowania jednego magazynu energii o mocy 1kW i pojemności 1kWh to 4000 zł
- Koszt zakupu 1kWh z sieci to 1,4 zł
- Cena odkupu 1kWh przez sieć to 0,5 zł
- Okres eksploatacji poszczególnych źródeł (PV, wiatr) i magazynu energii to 10 lat

Energia na potrzeby budynku (w poszczególnych godzinach doby) może być kupiona z sieci lub wyprodukowana przez własne źródła. Gdy w danej godzinie źródła produkują więcej energii niż wynosi zapotrzebowanie budynku to nadmiar energii może być sprzedany do sieci lub przeniesiony do magazynu.

**Proszę przeprowadzić dyskusję, ile należy wybudować źródeł fotowoltaicznych i wiatrowych, aby koszt energii (w ciągu 10 lat) dla mieszkańców budynku był jak najmniejszy.**

Można wybudować dowolną liczbę źródeł PV i wiatrowych oraz magazynów energii charakteryzujących się parametrami technicznymi, produkcją w ciągu doby oraz kosztami wybudowania podanymi powyżej. Należy przyjąć założenie, że wszystkie doby w roku są takie same jak przedstawiona doba typowa oraz że rok składa się z 365 dni.

**Czy zastosowanie magazynu energii może zmniejszyć ten koszt (przy założeniu, że magazyn energii ma sprawność 100%)?**

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ – INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE  
ZAWODY III STOPNIA  
PROBLEM TECHNICZNY I ZARYS ROZWIĄZANIA**

## **Rozwiązanie**

**Kluczowe aspekty zadania, na które należało zwrócić uwagę podczas rozwiązywania:**

1. Należy zauważyć, że bilans energetyczny układu składającego się z budynku i źródeł należy rozpatrywać w poszczególnych godzinach typowej doby.
2. Należy wziąć pod uwagę, że okres eksploatacji źródeł i magazynu energii to 10 lat - co oznacza, że najłatwiej będzie wszystkie koszty i zyski obliczyć dla takiego okresu.

W pierwszym kroku należy obliczyć koszt zużytej w ciągu 10 lat energii bez uwzględniania źródeł PV i wiatrowych. Jest to podstawowy punkt odniesienia w czasie dalszych analiz. Celem kolejnych kroków jest uzyskanie niższych kosztów.

### **Scenariusz 1 - podstawowy - brak źródeł odnawialnych**

Suma zapotrzebowania dobowego to 17,2 kWh

Koszt energii w ciągu 10 lat dla scenariusza 1 to  $= 17,2 \text{ kWh} \cdot 365 \text{ dni} \cdot 10 \text{ lat} \cdot 1,4 \text{ zł/kWh} = 87892 \text{ zł}$

W drugim kroku należy wykonać symulacje kosztu energii uwzględniające produkcję z OZE. Oczywiście w koszcie 10 letnim energii trzeba także uwzględnić koszt samych źródeł. Należy pamiętać o tym, że koszt zakupu energii z sieci jest inny (wyższy) od kwoty uzyskiwanej za sprzedaż energii do sieci (sprzedaż nadwyżek produkcji niezużytych przez budynek).

### **Scenariusz 2 - włączenie źródeł OZE - dodatkowo źródła PV i wiatrowe w różnych kombinacjach**

# L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ – INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE ZAWODY III STOPNIA PROBLEM TECHNICZNY I ZARYS ROZWIĄZANIA

Na rysunku przedstawiono przykład obliczeń ilości wyprodukowanej energii i kosztu użytkowania energii w ciągu 10 lat, na który składa się koszt energii pobranej z sieci, koszt źródeł oraz dochody ze sprzedaży nadwyżki energii do sieci. Obliczenia przedstawiono dla kombinacji 4 źródeł fotowoltaicznych i 1 źródła wiatrowego.

Scenariusz 2 - włączenie źródeł OZE - dodatkowo źródła PV i wiatrowe:				8000 koszt jednego źródła PV		16000 koszt jednego źródła wiatrowego		
				4 liczba źródeł PV		1,4 koszt zakupu 1kWh z sieci		
				1 liczba źródeł PW		0,5 cena odkupu 1kWh przez sieć		
jedno źródło			określona liczba źródeł		bilans energetyczny			
E_zap	E_PV	E_W	E_PV	E_W	koszt zakupu z sieci			
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh] z E	zł	zł	przychód ze sprzedaży do sieci
1	0,6	0	0	0	0,6	0,84	0	
2	0,5	0	0	0	0,5	0,7	0	
3	0,3	0	0,1	0	0,2	0,28	0	
4	0,2	0	0	0	0,2	0,28	0	
5	0,2	0	0,1	0	0,1	0,14	0	
6	0,7	0,02	0,2	0,08	0,42	0,588	0	
7	1,1	0,05	0,1	0,2	0,8	1,12	0	
8	1,2	0,1	0,25	0,4	0,55	0,77	0	
9	1,1	0,2	0,6	0,8	-0,3	0	0,15	
10	0,8	0,35	0,4	1,4	-1	0	0,5	
11	0,6	0,4	0,1	1,6	-1,1	0	0,55	
12	0,4	0,3	0,05	1,2	-0,85	0	0,425	
13	0,9	0,25	0,4	1	-0,5	0	0,25	
14	0,8	0,1	0,1	0,4	0,3	0,42	0	
15	0,4	0,15	0,4	0,6	-0,6	0	0,3	
16	0,3	0,1	0,2	0,4	-0,3	0	0,15	
17	0,5	0,1	0,3	0,4	-0,2	0	0,1	
18	1,2	0,1	0,1	0,4	0,7	0,98	0	
19	1,4	0,05	0,01	0,2	1,19	1,666	0	
20	1,3	0,05	0	0,2	1,1	1,54	0	
21	1,1	0	0,1	0	1	1,4	0	
22	0,7	0	0,05	0	0,65	0,91	0	
23	0,5	0	0,03	0	0,47	0,658	0	
24	0,4	0	0,02	0	0,38	0,532	0	
					4,31	12,824	2,425	
			3795,635	koszt roczny energii				
			37956,35	koszt 10 letni energii				
			85956,35	koszt 10 letni energii po uwzględnieniu kosztu źródeł				

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ – INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE  
ZAWODY III STOPNIA  
PROBLEM TECHNICZNY I ZARYS ROZWIĄZANIA**

W tabeli przedstawiono wyniki dla różnych kombinacji źródeł PV i wiatrowych.

liczba PV	liczba PW	Koszt
0	0	87892,00
0	1	85444,9
1	0	84036,8
1	1	82082,45
2	1	81840,75
1	2	84891,35
2	2	87113,4
3	2	89335,45
2	3	93043,05
3	3	95265,1
2	0	81495,6
0	2	85297,3
3	0	80925,4
0	3	90405,7
3	1	83734,3
1	3	90821
4	0	81669,2
5	0	82905,75
6	0	84799,3
4	1	85956,35