

Zadanie 1

Obliczyć zdyskontowane jednostkowe koszty wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach: węglowej, jądrowej i gazowo-parowej. Ich podstawowe dane zestawiono poniżej.

Parametr	Jednostka	Rodzaj elektrowni		
		Węglowa	Jądrowa	Gazowo-parowa
Nakłady inwestycyjne (bez zamrożenia)	€ / kW	1350	2700	700
Okres budowy	lata	5	7	3
Okres „życia” elektrowni	lata	30	30	25
Stopa dyskontowa	-	11%		
Koszty utrzymania i remontów	€ / kW·rok	39	48	20
Jednostkowe zużycie energii pierwotnej	kJ / kWh	9500	10900	7200
Koszty paliwa (energii pierwotnej)	€ / GJ	1,6	0,5	3
Czas użytkowania mocy zainstalowanej: w 1. roku w dalszych latach	h / rok	4900 5400	4900 5400	4900 5400

Rozwiązanie

Zdyskontowany jednostkowy koszt wytwarzania wyraża się wzorem:

$$k^j = \frac{I_{[0]} + \sum_{t=1}^N \frac{KU_t + A_t k_{pt}}{(1+p)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{P_t T_t}{(1+p)^t}},$$

gdzie: $I_{[0]}$ - nakłady inwestycyjne z uwzględnieniem zamrożenia w okresie budowy elektrowni, N - okres „życia” elektrowni, KU_t - koszty utrzymania i remontów w roku t , A_t - ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w roku t ($A_t = P_t T_t$), k_{pt} - koszt paliwa zużytego na wytworzenie jednostki energii, p - stopa dyskonta, P_t - moc zainstalowana elektrowni w roku t , T_t - czas wykorzystania mocy zainstalowanej w roku t .

Ponieważ szukamy kosztu jednostkowego 1 kWh zakładamy, że $P_t = 1$ kW.

Nakłady inwestycyjne obliczamy ze wzoru:

$$I_{[0]} = \sum_{t=0}^{t=b-1} I_t (1+p)^{-t},$$

gdzie: b - okres budowy, lat; I_t - nakłady inwestycyjne w roku t (nominalne).

Przy założeniu równomiernego rozkładu nakładów na poszczególne lata budowy mamy zatem:

$$I_t = I / b,$$

gdzie: I - całkowite nakłady inwestycyjne.

Dla elektrowni węglowej:

$$I_t = 1350 \text{ €/kW} / 5 \text{ lat} = 270 \text{ €/kW}$$

$$\begin{aligned} I_{[0]} &= 270 \cdot (1+0,11)^4 + 270 \cdot (1+0,11)^3 + \dots + 270 \cdot (1+0,11)^0 = \\ &= 409,9 + 369,2 + 332,7 + 299,7 + 270 = 1681,5 \text{ €/kW} \end{aligned}$$

Koszty utrzymania i remontów:

$$\begin{aligned} \sum KU_t \cdot (1+p)^{-t} &= 39 \cdot (1+0,11)^{-1} + 39 \cdot (1+0,11)^{-2} + \dots + 39 \cdot (1+0,11)^{-30} = \\ &= 35,13 + 31,65 + \dots + 1,70 = 339,06 \text{ €/kW} \end{aligned}$$

Koszty paliwa:

$$\begin{aligned} \sum A_t k_{pt} &= 1 \text{ kW} \cdot 4900 \text{ h/a} \cdot 9500 \text{ kJ/kW} \cdot \text{h} \cdot 1,6 \text{ €/GJ} \cdot 10^{-6} \cdot (1+0,11)^{-1} + \\ &+ 1 \text{ kW} \cdot 5400 \text{ h/a} \cdot 9500 \text{ kJ/kW} \cdot \text{h} \cdot 1,6 \text{ €/GJ} \cdot 10^{-6} \cdot (1+0,11)^{-2} + \dots + \\ &+ 1 \text{ kW} \cdot 5400 \text{ h/a} \cdot 9500 \text{ kJ/kW} \cdot \text{h} \cdot 1,6 \text{ €/GJ} \cdot 10^{-6} \cdot (1+0,11)^{-30} = \\ &= 67,09 + 66,02 + \dots + 3,58 = 706,73 \text{ €/kW} \end{aligned}$$

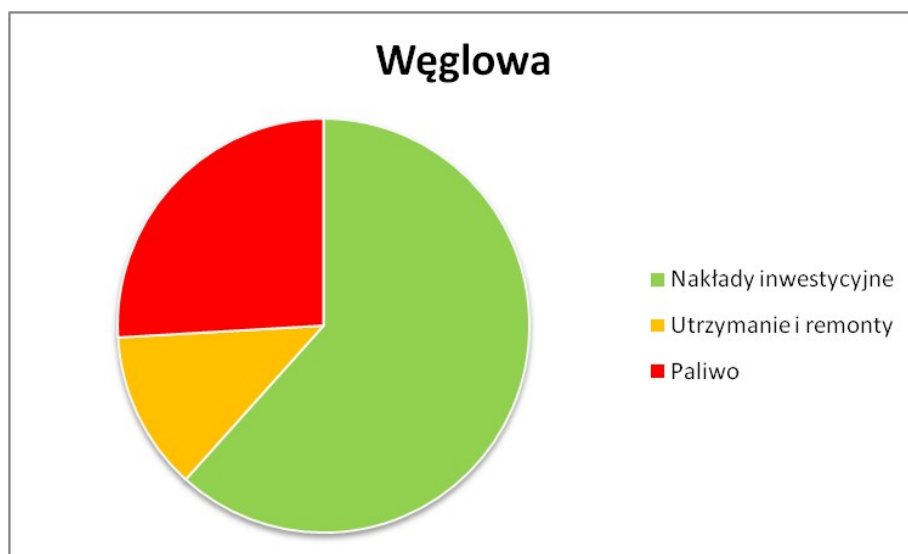
$$\sum P_t T_t \cdot (1+p)^{-t} = 1 \text{ kW} \cdot 4900 \text{ h/a} \cdot (1+0,11)^{-1} + 1 \text{ kW} \cdot 5400 \text{ h/a} \cdot (1+0,11)^{-2} + \dots + 1 \text{ kW} \cdot 5400 \text{ h/a} \cdot (1+0,11)^{-30} = 4414 + 4383 + \dots + 236 = 46496 \text{ kWh}$$

Zdyskontowany koszt jednostkowy:

$$k^j = (1681,5 + 339,06 + 706,73) / 46496 = 0,0587 \text{ €/kWh}$$

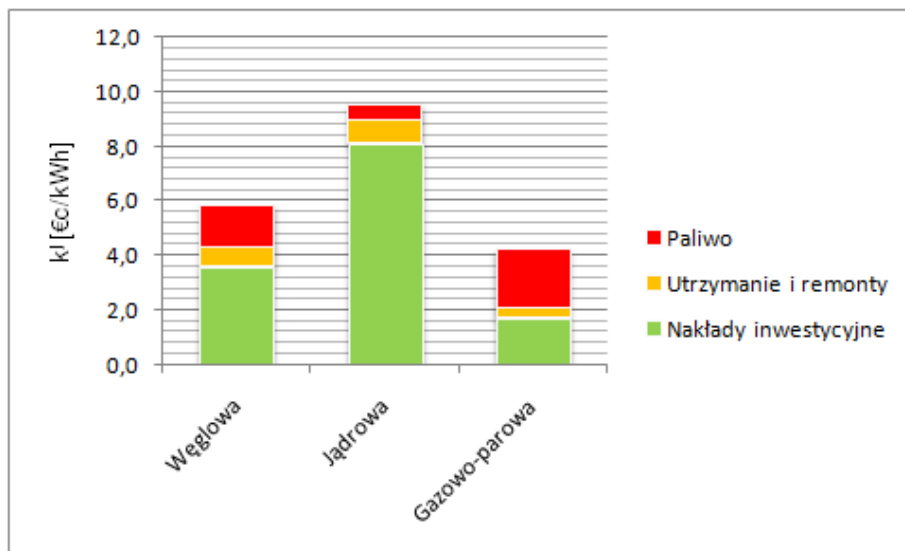
w tym:

- nakłady inwestycyjne: $1681,5 / 46496 = 0,0362 \text{ €/kWh}$ (61,7%)
- utrzymanie i remonty: $339,06 / 46496 = 0,0073 \text{ €/kWh}$ (12,4%)
- paliwo: $706,73 / 46496 = 0,0152 \text{ €/kWh}$ (25,9%)



Rys 1. Udział poszczególnych składników w zdyskontowanym koszcie jednostkowym wytwarzania energii elektrycznej dla elektrowni ciepłej opalanej węglem.

Analogiczne obliczenia dla pozostałych dwóch typów elektrowni.



Rys. 2. Porównanie zdyskontowanych koszty jednostkowym wytwarzania energii elektrycznej dla różnych typów elektrowni.

Wnioski

Najdroższą technologią wytwarzania jest... najtańszą jest...

Koszt jednostkowy wytwarzania w elektrowni ... jest ... raza / o ...% większy niż w elektrowni ...

Największy udział w koszcie jednostkowym wytwarzania w elektrowni ... ma ...

Jest tak ponieważ...

itp