

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
INSTYTUT ELEKTROENERGETYKI
ZAKŁAD ELEKTROWNI I GOSPODARKI
ELEKTROENERGETYCZNEJ

LABORATORIUM
RACHUNEK EKONOMICZNY W ELEKTROENERGETYCE

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA 2

Wyznaczanie i badanie kosztów oraz
cen wytwarzanej energii elektrycznej

Opracował : dr inż. Andrzej Pawłęga

WARSZAWA 2012 ROK

1. CEL I ZAKRES ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest poznanie:

- klasyfikacji kosztów,
- metodyki wyznaczania kosztów wytwarzania energii elektrycznej i jej zastosowania do obliczania kosztów jednostkowych,
- wpływu czynników kształtujących poziom kosztów jednostkowych wytwarzania energii elektrycznej,
- poziomu cen rynkowych wytwarzania energii elektrycznej.

Podmiotami analizowanymi w ćwiczeniu są : podmiot gospodarczy, źródła energii elektrycznej i elektrownie o różnych technologiach wytwarzania energii elektrycznej.

Zakres ćwiczenia obejmuje zastosowanie oprogramowania Excel do :

- obliczania i analizy porównawczej składników kosztów,
- obliczania kosztów jednostkowych wytwarzania energii elektrycznej w źródłach energii i elektrowniach,
- badań ilościowych wpływu czynników techniczno-ekonomicznych na koszty jednostkowe wytwarzania energii elektrycznej,
- badania zmian cen rynkowych wytwarzania energii elektrycznej oraz ich porównania z kosztami wytwarzania energii elektrycznej; na podstawie dostępnych danych statystycznych.

2. WPROWADZENIE

Przyjmuje się, że przedmiotem poniżej analizy będą koszty obliczane w okresie rocznym, jako jednym z podstawowych okresów obrachunkowych w elektroenergetyce.

Koszty całkowite K_c działalności podmiotu można wyznaczyć z zależności

$$K_c = K_{zk} + K_w$$

gdzie :

K_{zk} - koszty zwrotu kapitału,

K_w - koszty własne,

przy czym koszty własne zawierają dwa składniki

$$K_w = K_{sw} + K_z(x)$$

gdzie :

K_{sw} – własne koszty stałe,

$K_z(x)$ - koszty zmienne,

x – ilościowy produkt działalności.

Zależność na koszty całkowite K_c , po uwzględnieniu tych składników, przyjmuje postać

$$K_c = K_{zk} + K_{sw} + K_z(x)$$

lub

$$K_c = K_s + K_z(x)$$

przy czym, koszt stały K_s jest sumą

$$K_s = K_{zk} + K_{sw}$$

Koszt zwrotu kapitału K_{zk} można obliczyć z zależności uproszczonej

$$K_{zk} = p K_i$$

gdzie:

p – stopa zwrotu kapitału ; stopa kapitału; oprocentowanie kapitału,

K_i – wartość początkowa majątku trwałego (kapitał trwały).

Koszty zwrotu kapitału są korzyściami (zyskami) podmiotu w okresie jego działalności, z tytułu zainwestowania kapitału w majątek wytwórczy.

Składniki stałych i zmiennych kosztów własnych można wyznaczyć na podstawie rodzajowego lub kalkulacyjnego układu kosztów rocznych jakimi posługuje się podmiot przy sporządzaniu rachunku wyników działalności.

W rachunku kosztów, oprócz kosztów całkowitych w wymiarze bezwzględny (pieniężny), oblicza się też koszty na produkt jednostkowy, tzn. koszty jednostkowe przeciętne (dalej koszty jednostkowe). Określa się je dzieląc koszt całkowity przez ilość produktu x otrzymywanego w danym okresie.

Formuła kosztu jednostkowego k_c jest następująca

$$k_c = K_o/x = K_s/x + K_z(x)/x$$

Przy założeniu upraszczającym, stosowanym w elektroenergetyce, że koszty zmienne są wprost proporcjonalne do ilości produktu, zależność powyższą można zastąpić wzorem

$$k_c = K_s/x + k_z = k_s(x) + k_z$$

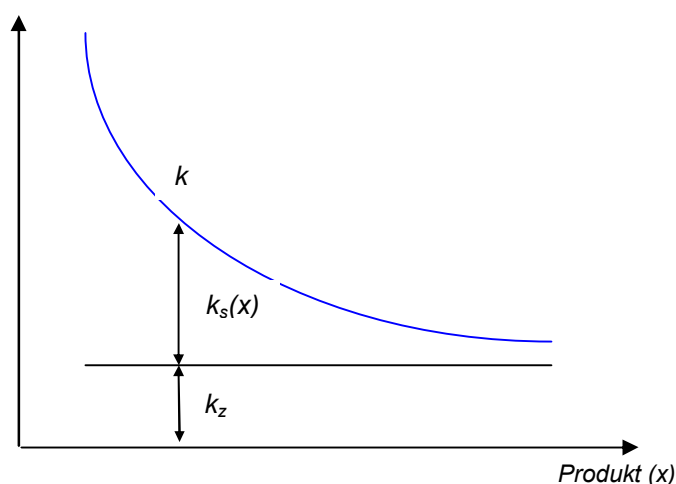
gdzie :

$k_s(x)$ – jednostkowy koszt stały zależny od ilości produktu,

k_z – jednostkowy koszt zmienny; $k_z = \text{const}$.

Graficzną postać zależności na koszt jednostkowy k_c w funkcji ilości produktu x , przy założeniu, że $k_z = \text{const}$ oraz nie występuje przeciążenie układu wytwórczego, przedstawiono na rysunku.

Koszty jednostkowe



W przypadku energii elektrycznej, roczne koszty własne K_{we} jej wytwarzania mają postać

$$K_{we} = K_{swe} + K_{ze}(x)$$

gdzie:

K_{se} – roczne koszty stałe, ,

K_{ze} – roczne koszty zmienne (eksploatacyjne zmienne) wytwarzania energii elektrycznej.

Ogólnie do podstawowych kosztów stałych K_{swe} wytwarzania energii elektrycznej zalicza się :

- raty amortyzacji,
- koszty remontów,
- koszty wynagrodzenia i świadczeń na rzecz pracowników,
- podatki i opłaty (np. od nieruchomości, koncesyjny),
- koszty finansowe (odsetki od kredytów),
- pozostałe koszty stałe.

Z kolei do podstawowych kosztów zmiennych $K_{ze}(x)$ wytwarzania energii elektrycznej zalicza się :

- koszty nośników energii (podstawowego, np. węgiel oraz pomocniczych, np. olej opałowy) wraz z kosztami transportu,
- koszty materiałów eksploatacyjnych z kosztami ich transportu (oleje smary, środki chemiczne, itp.)
- koszty korzystania ze środowiska (emisji CO₂),
- koszty pozostałe.

Koszt całkowity K_{ce} wytwarzania energii elektrycznej można określić wzorem

$$K_{ce} = K_{zk} + K_{we} = K_{zk} + K_{swe} + K_{ze}(A) = K_{zk} + K_a + K_{ese} + K_{ze}(A)$$

gdzie:

K_{zk} – koszt zwrotu kapitału,

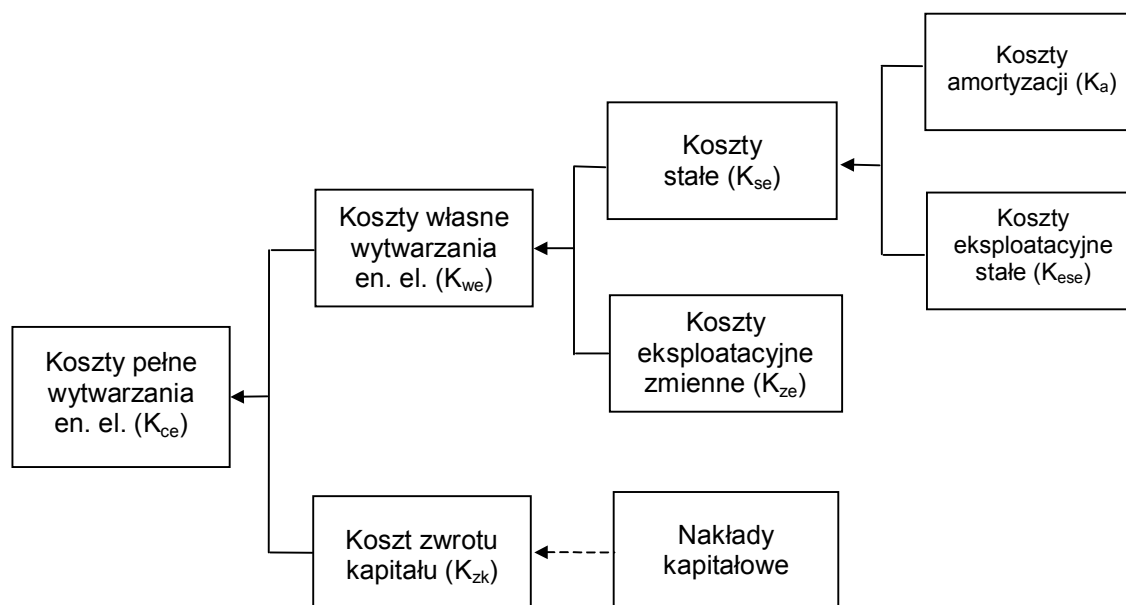
K_a - koszty amortyzacji równe odpisowi amortyzacyjnemu; podstawą ich wyznaczania jest wartość początkowa majątku trwałego elektrowni oraz sposób amortyzacji,

K_{ese} - koszty eksploatacyjne stałe wytwarzania energii elektrycznej,

$K_{ze}(A)$ - koszty eksploatacyjne zmienne wytwarzania energii elektrycznej,

A - ilość wytworzonej energii elektrycznej.

Schemat składników kosztu całkowitego (pełnego) wytwarzania energii elektrycznej przedstawiono na rysunku.



W obliczeniach szacunkowych przyjmuje się, że koszty stałe wytwarzania energii elektrycznej K_{se} oraz koszt zwrotu kapitału K_{zk} są proporcjonalne do wartości początkowej majątku trwałego elektrowni K_i . Z kolei wartość początkowa majątku z reguły jest proporcjonalna do mocy zainstalowanej elektrowni P_i . Powyższe proporcje można zapisać w postaci

$$K_{se} = K_i (s + r_{ese})$$

$$K_i = k_P P_i$$

gdzie:

s – stopa amortyzacji,

r_{ese} – względna stawka kosztów eksploatacyjnych stałych,

k_P – jednostkowy koszt mocy zainstalowanej; jednostkowa wartość początkowa majątku trwałego elektrowni; zł/kW.

Przyjmując uproszczenie, że koszty eksploatacyjne zmienne $K_{ze}(A)$ wytwarzania energii elektrycznej w przedziale stanów normalnego obciążenia elektrowni są wprost proporcjonalne do ilości wytwarzanej energii elektrycznej netto A_n , zależność na koszty K_{ze} można zapisać następująco

$$K_{ze} = k_{An} A_n$$

gdzie:

k_{An} – jednostkowy koszt zmienny wytwarzania energii elektrycznej netto; zł/kWh,

A_n – ilość wytworzonej energii elektrycznej netto; kWh.

Ilość energii elektrycznej netto A_n zazwyczaj oblicza się ze wzoru

$$A_n = A \cdot (1 - \varepsilon) = P_i \cdot T_i \cdot (1 - \varepsilon) = P_i \cdot n \cdot 8760 \cdot (1 - \varepsilon)$$

gdzie:

A – roczna energia elektryczna brutto zmierzona na zaciskach generatorów elektrowni; kWh,

T_i – czas użytkowania mocy zainstalowanej P_i w roku,

n – stopień wykorzystania mocy zainstalowanej P_i w roku,

ε – wskaźnik zużycia energii elektrycznej przez elektrownię na swoje potrzeby.

Koszty zmienne $K_{ze}(A)$ wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach ciepłych, obejmują koszty paliw i energii (na rozruch, pracę, odstawienie jednostki wytwórczej) oraz koszty pozostałe.

Jednostkowy koszt zmienny wytwarzania energii elektrycznej netto k_{An} w elektrowniach spalających paliwa wyraża zależność

$$k_{An} = c_p \cdot b_p + k_{poz} = 3,6 \cdot 10^3 \cdot c_p \frac{1}{\eta_n} + k_{poz}$$

gdzie :

c_p –jednostkowa cena paliwa z uwzględnieniem transportu; w zł na kJ energii chemicznej paliwa,

b_p – zużycie energii chemicznej paliwa na wytworzenie jednostki energii elektrycznej netto; kJ/(kWh),

η_n - sprawności netto wytwarzania energii elektrycznej,

k_{poz} – pozostałe koszty eksploatacyjne zmienne na wytworzenie jednostki energii elektrycznej netto; zł/(kWh).

W elektrowniach użytkujących źródła energii odnawialnej, takie jak energię wiatru, słoneczną, potencjalną i kinetyczną wody, postać powyższej zależności sprowadza się do składnika pozostałych kosztów eksploatacyjnych zmiennych k_{poz} .

Sprawności netto wytwarzania energii elektrycznej oblicza się z zależności

$$\eta_n = A_n / A_{ch}$$

gdzie : A_{ch} - energia chemiczna paliwa zużytego na wytworzenie energii elektrycznej A_n .

Uwaga. W powyżej podanym wzorze obydwa rodzaje energii muszą być określone w tych samych jednostkach, np. GJ lub MWh; 1MWh = 3,6 GJ .

Gdy cena c'_p jest podawana na jednostkę masy paliwa (w zł/t), jednostkową cenę c_p na jednostkę energii chemicznej paliwa oblicza się ze wzoru

$$c_p = 10^{-3} \frac{c'_p}{W_p}$$

c'_p - jednostkowa cena paliwa z uwzględnieniem transportu, w zł na tonę paliwa,
 W_p - wartość opałowa paliwa, w kJ/kg.

Uwzględniając powyższe zależności, jednostkowy koszt całkowity wytwarzania energii elektrycznej oblicza się ze wzoru

$k_{ce} = K_{ce} / A_n = [K_i \cdot (p+s+r_{ese}) + K_{ze}] / A_n = k_P \cdot (p+s+r_{ese}) / [T_i \cdot (1-\varepsilon)] + k_{A_n}$
 gdzie : p – stopa zwrotu kapitału; stopa dyskontowa.

Stosując metodę obliczeń opracowaną na zlecenie Komisji Europejskiej, jednostkowy zastępczy koszt roczny wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach spalających paliwa ma postać (w zł/MWh) .

$$k_{ce} = \frac{K_{ce}}{A_n} = \frac{k_P(1+p_b) \cdot r}{8760 \cdot n \cdot (1-\varepsilon)} + \frac{K_{ese}}{8760 \cdot n \cdot (1-\varepsilon)} + k_{A-pal} + k_{pal} + k_{CO_2} + k_{t,CO_2}$$

gdzie:

k_P – jednostkowa wartość początkowa (nominalna) nakładów inwestycyjnych, w zł/MW,

p_b - odsetki od nakładów inwestycyjnych w okresie b lat budowy elektrowni; odpowiadają utracie korzyści w okresie budowy elektrowni,

r – współczynnik raty kapitałowej z inwestycji (współczynnik reprodukcji rozszerzonej),

K_{ese} – roczne koszty eksploatacyjne stałe, w zł/MW,

k_{A-pal} - jednostkowy zastępczy koszt zmienny wytwarzania energii elektrycznej poza jednostkowym zastępczym kosztem paliwa, w zł/MWh,

k_{pal} - jednostkowy zastępczy koszt paliwa, w zł/MWh,

k_{CO_2} - jednostkowy zastępczy koszt emisji CO₂ podlegającej rozliczeniu, w zł/MWh,

k_{t,CO_2} - jednostkowy zastępczy koszt transportu i składowania wychwyconego CO₂, w zł/MWh.

Odsetki p_b od nakładów inwestycyjnych w okresie b budowy elektrowni wyznacza się z zależności

$$p_b = \sum_{t=1}^b K_t^* (1 + p_l)^{b-(t-1)} - 1 \quad (6.9)$$

gdzie :

K_t^* - udział poniesionych nakładów inwestycyjnych na koniec roku t ; $\sum_{t=1}^b K_t^* (t) = 1$,

p_l – oprocentowanie odsetek.

Współczynnik raty kapitałowej r z inwestycji jest równy

$$r = \frac{p(1+p)^n}{(1+p)^n - 1} \quad (6.10)$$

p – realna stopa dyskontowa w okresie n lat eksploatacji elektrowni

Na jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej zasadniczy wpływ mają czynniki następujące: koszt jednostkowy mocy elektrowni, roczny czas użytkowania mocy zainstalowanej oraz jednostkowy koszt zmienny energii elektrycznej.

Powyższa metoda ma zastosowanie wtedy, gdy zakłada się, że w poszczególnych latach okresu eksploatacji koszty wytwarzania energii elektrycznej są takie same. W przypadku różnych kosztów w czasie, czego raczej się nie praktykuje, należy stosować metodę dyskontowania do roku zerowego (roku rozpoczęcia budowy przedsięwzięcia) zarówno kosztów jak i zakładanych ilości produktów, powiązanych z poszczególnymi latami okresu analiz.

Poniżej przytacza się, za opracowaniem wykonanym na zlecenie Komisji Europejskiej, jedno z wielu możliwych charakterystyk techniczno-ekonomicznych technologii wytwarzania energii elektrycznej oraz kosztów jednostkowych wytwarzania energii elektrycznej.

Tabela 1. Charakterystyka techniczno-ekonomiczna analizowanych technologii wytwarzania energii elektrycznej

Technologia	Moc jednostek MW	Sprawność netto %		Czas budowy lat	Czas eksploatacji lat	Jednostkowe nakłady inwestycyjne ² € ₂₀₀₅ /kW	Koszty jedn. eksploatacyjne, oprócz paliwa ³ € ₂₀₀₅ /kW	Emisja CO ₂ ⁴ kg CO ₂ /MWh		
		w 2007 ¹ r	w 2030 r					bezpośrednia	pośrednia	Całkowita
Generacja scentralizowana										
Elektrownie na węglu kamiennym z kotłami pyłowymi (PCC)	800 ⁶	47	54	3	40	1000÷1440	50÷67	725	95	820
Jw. z CCS	500	35	42	4	40	1700÷2700	76÷101	145	125	270
Elektrownie na węglu kamiennym z kotłami fluidalnymi (CFBC)	300	40	50	3	40	1250÷1500	67÷71	850	110	960
Elektrownie gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla (IGCC)	675	45	57	4	40	1400÷1650	61÷79	755	100	855
Jw. z CCS	600	35	47	4	40	1700÷2400	74÷95	145	125	270
Elektrownie z turbinami gazowymi (GT) ⁵	250	38	45	1	25	200÷400	6÷13	530	110	640
Elektrownie gazowo-parowe (CCGT)	650	58	65	3	25	480÷730	19÷26	350	70	420
Jw. z CCS	550	49	55	4	25	1000÷1300	37÷44	60	85	145
Elektrownie jądrowe 3 generacji	1600	35	36	6	40	1970÷3380	74÷107	0	15	15
Duże elektrownie wodne	75÷250	85	95	4	50	1230÷4500	40÷75	0	6	6
Generacja rozproszona										
Elektrownie wiatrowe na lądzie	3÷100	40	45	1	20	1000÷1370	33÷42	0	11	11
Elektrownie wiatrowe na morzu	100÷300	45	50	2	20	1750÷2750	71÷105	0	14	14
Małe elektrownie wodne	2÷10	80	90	3	50	2500÷6600	85÷130	0	6	6
Systemy fotowoltaiczne	1	10	20	0	25	4100÷6900	72÷114	0	45	45
Systemy heliologiczne-gazowe ⁷	50	40	45	2	40	4000÷6000	111÷121	120	15	135
Elektrownie na biomasę	5÷30	26	29	2	30	2900÷5790	124÷334	6	15÷36	21÷42
Elektrownie biogazowe	0,3	31	32	1	25	2960÷5790	237÷334	5	1÷240	6÷245
Agregaty z silnikami Diesla	50	45	48	1	25	550÷1350	29÷63	595	95	690

Objaśnienia do tabeli :

¹ Dla instalacji z CCS jest to 2015 rok, przewidywany rok ich uruchomienia

² W cenach z 2005 roku; założenie to odnosi się też do innych kosztów, których jednostki są wyrażone w €₂₀₀₅

³ Koszty obejmują koszt stały K_{sta} powiększony o koszt zmienny obliczony z zależności $k_{A-pal} \cdot n$, w zł/kW

⁴ Emisja określona przy uwzględnieniu całego cyklu życia elektrowni

⁵ Pracujące w podstawie obciążenia SEE

⁶ Bloki na parametry nadkrytyczne

⁷ Układ hybrydowy z kotłem gazowym

Tabela 2. Ceny historyczne i prognozowane paliw energetycznych

Rodzaj paliwa		Cena paliwa w €/toe		
		2007 r.	2010 r.	2020 r.
Gaz ziemny		250	250	300÷510
Węgiel		90	90	95÷155
Paliwo jądrowe		33	33	35÷53
Biomasa	małe obiekty	160	215÷235	235÷275
	duże obiekty	90	120÷135	135÷160
Biogaz		270	270	270

toe - tona ekwiwalentu ropy naftowej, 1toe = 41,87 GJ

Istotnym dostawcą energii elektrycznej w Polsce, obok elektrowni, są elektrociepłownie (EC) zawodowe i przemysłowe, których sprawność ogólna wynosi ok. 80 %.

Obliczenia kosztów jednostkowych wytwarzania energii elektrycznej w EC charakteryzuje większa złożoność niż dla elektrowni. Przyczyną tej złożoności są dwa produkty dostarczane jednocześnie przez EC, tj. energia elektryczna oraz ciepło. Wyznaczenie kosztu jednostkowego danego produktu wiąże się z określaniem jego udziału w kosztach całkowitych EC. Opracowano wiele metod podziału kosztów całkowitych, a więc i metod obliczania kosztów jednostkowych wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepła. W krajowej elektroenergetyce przeważa pogląd, że koszt jednostkowy produkcji energii elektrycznej w EC powinien być równy kosztowi jednostkowemu energii elektrycznej w granicznej elektrowni kondensacyjnej w SEE, tj. elektrowni która zamyka całkowity bilans mocy w SEE.

3. OBLICZENIA I ANALIZY

Zadanie 1

Podmiot gospodarczy zaplanował na kolejny rok następujące wartości parametrów ekonomicznych produkcji :

- koszty stałe : 60 000 zł,
- jednostkowy koszty zmienny : 10 zł/jednostkę,
- wielkość sprzedaży : 8 000 jednostek,
- cena produktu : 20 zł/jednostkę.

Należy obliczyć :

- koszty całkowite produkcji w funkcji sprzedaży produktu w zakresie od 2000 do 10 000 jednostek; w podanym zakresie przyjąć podziałkę 1000 jednostek,
- jednostkowe koszty całkowite w funkcji sprzedaży produktu jak wyżej,
- przedstawić graficznie ww. zależności,
- obliczyć przy jakim poziomie sprzedaży przychody zrównają się z kosztami;
- obliczyć jak zmieniają się koszty całkowite, gdy koszty stałe oraz jednostkowe koszty zmienne zwiększą się odpowiednio o 10 %

Uwaga. Przychód jest iloczynem ceny produktu oraz ilości jednostek wyprodukowanych.

Zadanie 2

Projektuje się system fotowoltaiczny (PV) wytwarzania energii elektrycznej o mocy zainstalowanej 3 kW oraz stopniu wykorzystania równym 0,1. Szacuje się, że jednostkowe nakłady inwestycyjne na budowę systemu wyniosą 24 000 zł/kW a roczne koszty eksploatacyjne stałe 320 zł/kW. Układ będzie eksploatowany przez 25 lat. Obliczyć koszt jednostkowy wytwarzania energii elektrycznej (w zł/kWh) metodą zalecaną przez Komisję Europejską, zakładając stopę dyskontową 6 %.

Zadanie 3

Detaliczny odbiorca energii elektrycznej zamierza zainstalować system PV scharakteryzowany w zadaniu 1. Odbiorca zużywa rocznie 4,5 MWh energii elektrycznej, dostarczanej z systemu elektroenergetycznego. Przeciętą ceną jej dostarczania (sprzedaż wraz z usługą sieciową) wynosi 0,52 zł/kWh. O ile zmniejszy się ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci po zainstalowaniu systemu fotowoltaicznego? Ile wyniosą łączne koszty energii zużywanej przez odbiorcę po zainstalowaniu systemu PV. Przy jakiej kwocie pomocowych środków finansowych w postaci rocznej dotacji koszty energii zużywanej (w tym częściowo pobieranej z PV) zrównają się z kosztami zakupu energii z sieci?

Zadanie 4

Projektuje się małą elektrownię wiatrową o mocy zainstalowanej 10 kW oraz stopniu jej wykorzystania równym 0,2. Szacuje się, że jednostkowe nakłady inwestycyjne na budowę elektrowni wyniosą 5 500 zł/kW a roczne koszty eksploatacyjne stałe 160 zł/kW. Elektrownia będzie eksploatowana przez 20 lat. Obliczyć koszt jednostkowy wytwarzanie energii elektrycznej (w zł/kWh) metodą zalecaną przez Komisję Europejską, zakładając stopę dyskontową 6 %. O ile koszt jednostkowy różni się od średniej sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym w 2011 roku, ustalonej przez Prezesa URE (<http://www.ure.gov.pl/porta1/pdb/271/>). O ile zmniejszy się ilość emitowanego CO₂, przyjmując za odniesienie energię elektryczną produkowaną w elektrowni na węgiel kamienny z kotłami pyłowymi?

Zadanie 5

Analizuje się budowę systemu wytwarzania energii elektrycznej z mikroturbiną gazową o mocy 30 kW. System charakteryzują następujące parametry techniczne : jednostkowe nakłady inwestycyjne – 2 800 zł/kW, sprawność wytwarzania energii elektrycznej brutto – 0,4, stopień wykorzystania mocy elektrycznej - 0,7, jednostkowa cena paliwa w przeliczeniu na paliwo umowne – 990 zł/ t, pozostałe koszty eksploatacyjne zmienne – 0,6 gr/kWh, stawka rocznych kosztów eksploatacyjnych stałych – 12%, okres eksploatacji układu – 25 lat, nominalna stopa dyskontowa – 10 %, stopa inflacji dla kosztów paliwa – 6%.

Obliczyć i przeanalizować roczne koszty stałe, koszty zmienne oraz jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej.

Uwaga. Tona paliwa umownego $\equiv 41,87$ GJ.

Przy obliczaniu zastępczych kosztów paliwa należy uwzględnić stopę dyskontową obliczaną z zależności $(p_n - i)/(i + 1)$, gdzie i – stopa inflacji, p_n – nominalna stopa dyskontowa

Zadanie 6

Porównać i przeanalizować całkowite koszty jednostkowe wytwarzania energii elektrycznej dla technologii podanych w zadaniach 2, 4 oraz 5. Określić różnicę między powyższymi kosztami a średnioważoną ceną energii elektrycznej na Towarowej Giełdzie Energii za miesiąc sierpień 2012 roku. (<http://www.tge.pl/pl/374/raporty-miesieczne-tge-sa-za-rok-2012>)

Pytania :

1. Co to jest koszt zwrotu kapitału?
2. Ile wynosi stopa amortyzacji dla okresu eksploatacji : 1) 10 lat, 2) 20 lat, jeżeli kumulacja odpisów amortyzacyjnych jest prostoliniowa
3. Do jakiej kategorii kosztów – stałych czy zmiennych – zalicza się koszty amortyzacji. Uzasadnić odpowiedź.
4. Koszty zmienne K_z są proporcjonalne do ilości produktu x . Jak ta relacja oddziałuje na koszty jednostkowe całkowite?
5. Podmiot otrzymuje produkt x w ilości : 1) 100 jednostek, 2) 200 jednostek. Uzasadnić, dla którego przypadku całkowite koszty jednostkowe wytwarzania produktu będą mniejsze ?
6. Od jakich parametrów podstawowych zależy ilość energii elektrycznej netto wytwarzanej w elektrowni?
7. Jak stopień wykorzystania mocy zainstalowanej elektrowni wpływa na jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej. Uzasadnić odpowiedź.
8. Jak sprawność elektrowni wpływa na jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej. Uzasadnić odpowiedź.