

**Metodyka wyliczania i potwierdzania efektu ekologicznego
w ramach naboru wniosków o dofinansowanie inwestycji
ze środków NFOŚiGW zgromadzonych na rachunku
Funduszu Modernizacyjnego
w ramach programu priorytetowego
Kogeneracja dla Ciepłownictwa**



**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ**

Spis treści

1.1	WSTĘP.....	3
1.2	OSZACOWANIE OBNIŻENIA EMISJI DWUTLENKU WĘGLA W WYNIKU REALIZACJI PROJEKTU.....	4
1.2.1	<i>Obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>Roczna emisja dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu</i>	<i>7</i>
1.3	PRZYKŁADY	13
1.4	OBLICZENIA OSZCZĘDNOŚCI W EMISJI DWUTLENKU WĘGLA WYNIKAJĄCYCH Z REALIZACJI PROJEKTU W OZE.....	18
1.4.1	<i>Roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona (uniknięta) w wyniku realizacji projektu</i>	<i>19</i>
1.4.2	<i>Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu (na potrzeby własne funkcjonowania OZE)</i>	<i>23</i>
1.5	PRZYKŁADY	25
1.5.1	<i>Roczna emisja dwutlenku węgla uniknięta (zaoszczędzona) w wyniku wykonania projektu (emisja uniknięta)</i>	<i>27</i>

1.1 Wstęp

Celem programu „Kogeneracja dla Ciepłownictwa” jest promowanie wykorzystywania wysoko-sprawnej kogeneracji w ciepłownictwie.

Program skierowany jest do przedsiębiorców w rozumieniu ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (t.j.: Dz. U. z 2021 r. poz. 162, z późn. zm.) prowadzących działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania energii, **zainstalowanej mocy cieplnej i/lub elektrycznej źródeł energii nie mniejszej niż 50 MW¹, realizujący projekt w ramach systemu ciepłowniczego², o zamówionej mocy cieplnej, na dzień składania wniosku, nie mniejszej niż 50 MW³.**

Program przewiduje wsparcie następujących rodzajów inwestycji:

- 1) inwestycje dotyczące budowy lub/i przebudowy jednostek wytwórczych o łącznej mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 10 MW⁴, pracujących w warunkach wysokosprawnej kogeneracji⁵ (z wyłączeniem energii wytworzonej w jednostce kogeneracji opalanej węglem) wraz z podłączeniem ich do sieci przesyłowej, w których do produkcji energii wykorzystuje się:
 - ciepło odpadowe,
 - energię ze źródeł odnawialnych,
 - paliwa gazowe, mieszanki gazów, gaz syntetyczny lub wodór.
- 2) elementem uzupełniającym inwestycji w pkt. 1) może być:
 - a) przyłącze do sieci należące do beneficjenta projektu (wytwórcy energii);
 - b) magazyn ciepła - warunkiem udzielenia wsparcia na magazyn ciepła jest zintegrowanie go ze źródłem, o którym mowa w pkt 1.

Numeracja wzorów i tabel jest oddzielna dla każdego rozdziału, które mogą stanowić odrębne części. W odwołaniach do numerów wzorów i tabel podane są więc skrótowo nazwy lub numery właściwych rozdziałów.

¹ Warunek może zostać potwierdzony poprzez wykazanie, że w ramach grupy kapitałowej zainstalowana moc cieplna i/lub elektryczna źródeł energii wynosi nie mniej niż 50 MW.

² Wymóg odnosi się osobno do każdego systemu ciepłowniczego. Nie dopuszcza się sumowania mocy wszystkich systemów, w ramach których inwestor prowadzi działalność.

³ W przypadku spółki typu „project finance” wymóg prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania ciepła lub wytwarzania w skojarzeniu ciepła i energii elektrycznej może zostać potwierdzony poprzez wskazanie, że głównym udziałowcem Wnioskodawcy jest inny podmiot spełniający powyższe warunki, posiadający powyżej 50% udziałów w kapitale Wnioskodawcy i prowadzący działalność w ramach systemu objętego wnioskiem o dofinansowanie.

⁴ Łącznie moc elektryczna i cieplna.

⁵ W rozumieniu ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (t.j. Dz.U. z 2021 r., poz. 716 z późn.zm.) obowiązującej na dzień złożenia wniosku o dofinansowanie.

1.2 Oszacowanie obniżenia emisji dwutlenku węgla w wyniku realizacji projektu

1.2.1 Obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu w ramach programu priorytetowego

W celu obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu należy skorzystać z następującego wzoru:

$$\Delta E = E_2 - E_1 \text{ [t/rok]} \quad (1)$$

gdzie:

ΔE – oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikające z realizacji projektu

E_2 – roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona/uniknięta w wyniku realizacji projektu [t/rok],

E_1 – roczna emisja dwutlenku węgla z wybudowanej instalacji – po realizacji projektu [t/rok].

1.2.2 Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu

Roczną emisję dwutlenku węgla po realizacji projektu E_1 określa się z następującej zależności:

$$E_1 = 10^{-3} * Q_1 * W_1 \text{ [t/rok]} \quad (2)$$

gdzie;

Q_1 – ilość energii dostarczonej z paliwem zużyty w ciągu roku [GJ/rok]

W_1 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla ze stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Q_1 określa się ze wzoru

$$Q_1 = P_1 * U_1 \text{ [GJ/rok]} \quad (3)$$

gdzie:

U_1 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg] lub [MJ/m³]

P_1 – roczne zużycie paliwa w instalacji [t/rok], [tys. m³/rok]

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla w odniesieniu do wartości opałowej spalnego paliwa dla typowych i często spotykanych paliw zestawiono w tabeli nr 1.

Tabela nr 1. Wskaźniki emisji dwutlenku węgla ze spalania różnych paliw (w odniesieniu do wartości opałowej)⁶

Lp.	Rodzaj paliwa	jednostka	Wskaźnik emisji
-----	---------------	-----------	-----------------

⁶ Podane wartości w tabeli pochodzą z aktualnego zestawienia KOBIZE „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji”. Powinny być aktualizowane zgodnie z publikowanymi corocznie przez KOBIZE zestawieniami na kolejny rok.

1	Węgiel kamienny	kg/GJ	94,77
2	Węgiel brunatny	kg/GJ	111,90
3	Ropa naftowa	kg/GJ	73,30
4	Gaz ziemny	kg/GJ	55,33
5	Inne produkty naftowe	kg/GJ	73,30
6	Koks naftowy	kg/GJ	97,50
7	Koks i półkoks (w tym gazowy)	kg/GJ	107,00
8	Gaz ciekły	kg/GJ	63,10
9	Benzyny silnikowe	kg/GJ	69,30
10	Benzyny lotnicze	kg/GJ	70,00
11	Paliwa odrzutowe	kg/GJ	71,50
12	Olej napędowy (w tym olej opałowy lekki)	kg/GJ	73,33
13	Olej opałowy	kg/GJ	76,56
14	Gaz rafineryjny	kg/GJ	57,60
15	Gaz koksowniczy	kg/GJ	44,40
16	Gaz wielkopieczowy	kg/GJ	260,00
17	Biopaliwa tj. biogaz, biomasa, itp.*	kg/GJ	0,00

* - dla wszystkich paliw uznawanych za odnawialne źródła energii zakłada się brak emisji dwutlenku węgla czyli wartość współczynnika emisji dwutlenku węgla zawsze wynosi zero.

Dla paliw nietypowych, nie umieszczonych w tabeli nr 1 wskaźnik emisji dwutlenku węgla można obliczyć z zależności:

$$W_1 = 3660 * C_1 / U_1 \quad [\text{kg/GJ}] \quad (4)$$

gdzie:

C_1 – udział masowy węgla pierwiastkowego w paliwie [kg/kg], [kg/Nm³]

U_1 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku określa się ze wzoru:

$$P_1 = \frac{3.6 \cdot 10^5 \cdot Q_{\text{esg}} + 100Q_{\text{csg}}}{(\eta_{\text{esg}} + \eta_{\text{csg}}) \cdot U_1} + \frac{3.6 \cdot 10^5 \cdot Q_{\text{espg}} + 100Q_{\text{cspg}}}{(\eta_{\text{espg}} + \eta_{\text{cspg}}) \cdot U_1} \quad [\text{t/rok}] \quad (5)$$

gdzie:

Q_{esg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji projektu** [GWh/sezon]

Q_{espg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **po realizacji projektu** [GWh/sezon]

Q_{csg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon]

Q_{cspg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon]

η_{esg} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{espg} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

η_{csg} – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{cspg} – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

U_1 – jak we wzorze (4)

Ilość energii elektrycznej Q_{ek} lub cieplnej Q_{ck} wyprodukowanej w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$, w przypadku dostarczania energii cieplnej do celów grzewczych określa się na podstawie wykresu uporządkowanego obciążeń cieplnych

$$Q_{ek} = M_{ek} * t_k * 10^{-3} \text{ [GWh/sezon]} \quad (6)$$

gdzie:

M_{ek} – średnia moc elektryczna układu produkującego energetyczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWe]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego [h] określony na podstawie Polskich Norm lub danych meteorologicznych IMiGW

$$Q_{ck} = 3,6 * M_{ck} * t_k \text{ [GJ/sezon]} \quad (7)$$

gdzie:

M_{ck} – średnia moc cieplna układu produkującego energię elektryczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWc]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego (określanego wg danych IMGWiŚ lub Polskiej Normy) [h]

Sprawność wytwarzania energii elektrycznej η_{ek} lub cieplnej η_{ck} obliczana jest na podstawie danych projektowych producentów instalacji w odniesieniu do energii zawartej w paliwie określonej za pomocą wartości opałowej, następująco

$$\eta_{ek}, \eta_{ck} = 100 * Q_k / U_1 \quad (8)$$

gdzie:

$Q_k - Q_e, Q_c$ – uzyskana energia elektryczna/ciepła z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

U_1 – wartość opałowa 1kg/1Nm³ paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

1.2.3 Roczna emisja dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu

Roczną emisję dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu określa się w sytuacji gdyby projekt nie został zrealizowany a ta sama ilość energii elektrycznej i ciepłej zostałaby dostarczona z dotychczas eksploatowanej instalacji oraz/lub z krajowej lub lokalnej sieci energetycznej i ciepłej. Tę emisję dwutlenku węgla określono jako zastąpioną.

$$E_2 = E_{z1} + E_{dod} \quad (9)$$

gdzie:

E_{z1} – zastąpiona emisja dwutlenku węgla jaka zostałaby wyprodukowana w zlikwidowanej instalacji lub w wyniku ograniczonej produkcji z dotychczasowej instalacji

E_{dod} – zastąpiona emisja dwutlenku węgla jaka zostałaby wyprodukowana z energii dodatkowo pobranej z krajowego lub lokalnego systemu zaopatrzenia w energię elektryczną i ciepłą

Zastąpiona emisja dwutlenku węgla jaka zostałaby wyprodukowana w zlikwidowanej instalacji lub w wyniku ograniczonej produkcji z dotychczasowej instalacji

$$E_{z1} = 10^{-3} * Q_{z1} * W_2 \quad [\text{t/rok}] \quad (14)$$

gdzie:

Q_{z1} – ilość energii dostarczonej z paliwem zużyтым w ciągu roku [GJ/rok]

W_2 – wskaźnik emisji dwutlenku węgla z dotychczas stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Q_{z1} określa się ze wzoru

$$Q_{z1} = P_{z1} * U_2 \quad [\text{GJ/rok}] \quad (15)$$

gdzie:

U_2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg] lub [MJ/m³]

P_{z1} – roczne zużycie paliwa w instalacji [t/rok], [tys m³/rok]

Ilość paliwa jakie zostałaby zużyte w ciągu roku w określa się ze wzoru:

$$P_{z1} = \frac{3.6 * 10^5 * Q_{e2sg} + 100 Q_{c2sg}}{(\eta_{e2sg} + \eta_{c2sg}) * U_2} + \frac{3.6 * 10^5 * Q_{e2spg} + 100 Q_{c2spg}}{(\eta_{e2spg} + \eta_{c2spg}) * U_2} \quad [\text{t/rok}] \quad (16)$$

gdzie:

Q_{e2sg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GWh/sezon]

Q_{e2spg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GWh/sezon]

Q_{c2sg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GJ/sezon]

Q_{c2spg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GJ/sezon]

η_{e2sg} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w instalacji – średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{e2spg} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w instalacji – średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

η_{c2sg} – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w instalacji – średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{c2spg} – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w instalacji – średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

U_2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

Ilość energii elektrycznej Q_{ek} lub cieplnej Q_{ck} , wyprodukowanej w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$, w przypadku dostarczania energii cieplnej do celów grzewczych określa się na podstawie wykresu uporządkowanego obciążeń cieplnych.

Ilość energii elektrycznej Q_{e2k} :

$$Q_{e2k} = M_{e2k} * t_k * 10^{-3} \quad [\text{GWh/sezon}] \quad (17)$$

gdzie:

M_{e2k} – średnia moc elektryczna układu produkującego energię elektryczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWe]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego [h] określony na podstawie Polskich Norm lub danych meteorologicznych IMiGW

Ilość energii cieplnej Q_{c2k}

$$Q_{c2k} = 3,6 * M_{c2k} * t_k \quad [\text{GJ/sezon}] \quad (18)$$

gdzie:

M_{c2k} – średnia moc cieplna układu produkującego energię elektryczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWc]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego (określanego wg danych IMGWiŚ lub Polskiej Normy) [h]

Sprawność wytwarzania energii elektrycznej η_{e2k} lub cieplnej η_{c2k} obliczana jest na podstawie dotychczasowych danych eksploatacyjnych instalacji w odniesieniu do energii zawartej w paliwie określonej za pomocą wartości opałowej, następująco

$$\eta_{e2k}, \eta_{c2k} = 100 \cdot Q_{2k} / U_{pal} \quad [\%] \quad (19)$$

gdzie:

$Q_{2k} - Q_e, Q_c$ – uzyskana energia elektryczna/ciepłna z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

U_{pal} – wartość opałowa 1kg/1Nm³ paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

Zastąpiona emisja dwutlenku węgla E_{dod} , jaka zostałaby wyprodukowana z dodatkowo pobranej z krajowego lub lokalnego systemu zaopatrzenia w energię elektryczną i ciepłą określa się ze wzoru

$$E_{dod} = 3600 \cdot E_{edod} + E_{cdod} \quad [kg/rok] \quad (20)$$

gdzie:

E_{edod} – zastąpiona emisja dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii elektrycznej

E_{cdod} – zastąpiona emisja dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanego ciepła

Zastąpioną emisję dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii elektrycznej określa się jako sumę emisji z wyprodukowanej energii elektrycznej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy i emisji z wyprodukowanej energii elektrycznej sprzedanej do krajowego systemu elektroenergetycznego.

Dla energii elektrycznej wyprodukowanej na potrzeby własne przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w typowej (przeciętnej) elektrowni zasilającej Krajową Sieć Elektroenergetyczną z uwzględnieniem strat przesyłu

– kolumna nr 5 w tabeli nr 2.

Dla energii elektrycznej wyprodukowanej i sprzedanej do Krajowej Sieci Elektroenergetycznej przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w typowej (przeciętnej) elektrowni zasilającej Krajową Sieć Elektroenergetyczną bez uwzględnienia strat przesyłu

– kolumna nr 4 w tabeli nr 2.

$$E_{dod} = 3600 \cdot (Q_{eunW} \cdot W_{eW} + Q_{eunSP} \cdot W_{eSP}) \quad [kg/rok] \quad (21)$$

gdzie:

Q_{eunW} – wartość rocznej produkcji energii elektrycznej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i wykorzystanej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii elektrycznej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy)

W_{eW} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zasilających krajowy system elektroenergetyczny z uwzględnieniem strat przesyłu (z tab. 2 kol 5)

Q_{eunSP} – wartość rocznej produkcji energii elektrycznej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i sprzedanej do Zakładu Energetycznego zasilającego Krajowy System Elektroenergetyczny (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii elektrycznej sprzedawanej do Zakładu Energetycznego)

W_{eSP} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zasilających krajowy system elektroenergetyczny bez uwzględnienia strat przesyłu (z tab. 2 kol 4).

Zastąpioną emisję dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii cieplnej określa się jako sumę emisji z wyprodukowanej energii cieplnej wykorzystanej na potrzeby własne i emisji z wyprodukowanej energii cieplnej sprzedanej odbiorcom zewnętrznym.
Dla energii cieplnej wyprodukowanej na potrzeby własne przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w przedsiębiorstwie odpowiedniego typu zaopatrującym miejską sieć ciepłowniczą, z uwzględnieniem strat przesyłu ciepła w miejskiej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 5 w tabeli nr 2.

Dla energii cieplnej wyprodukowanej i sprzedanej odbiorcom zewnętrznym przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w przedsiębiorstwie odpowiedniego typu zaopatrującym miejską/lokalną sieć ciepłowniczą, bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła w miejskiej/lokalnej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 4 w tabeli nr 2.

$$E_{cdod} = Q_{cunW} * W_{cW} + Q_{cunSP} * W_{cSP} \quad [\text{kg/rok}] \quad (22)$$

Q_{cunW} – wartość rocznej produkcji użytecznej energii cieplnej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i wykorzystywanej na potrzeby własne (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej użytecznej energii cieplnej wykorzystanej na potrzeby własne) z uwzględnieniem strat przesyłu ciepła.

W_{cW} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii cieplnej z dostępnych lokalnie systemów ciepłowniczych określonych z tab.2 zależnie od stosowanego w tych systemach paliwa i z uwzględnieniem strat przesyłu ciepła (kolumna nr 5 w tabeli nr 2)

Q_{cunSP} – wartość rocznej produkcji użytecznej energii cieplnej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i sprzedawanej odbiorcom zewnętrznym (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej użytecznej energii cieplnej i sprzedawanej odbiorcom zewnętrznym) bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła

W_{cSP} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii cieplnej z dostępnych lokalnie systemów ciepłowniczych określonych z tab.2 zależnie od stosowanego w tych systemach paliwa bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła (kolumna nr 4 w tabeli nr 2).

Tabela nr 2 Wskaźniki emisji dwutlenku węgla dla standardowych źródeł ciepła i energii elektrycznej odniesione do jednostki dostarczonej energii elektrycznej lub cieplnej

Lp.	Rodzaj źródła energii cieplnej/elektrycznej	jednostka	Wskaźnik emisji CO ₂ tylko dla produkcji energii (loco producent)	Wskaźnik emisji CO ₂ dla produkcji energii z uwzględnieniem strat przesyłu (loco odbiorca)
1	2	3	4	5
1	Typowa elektrownia zasilająca krajową sieć elektroenergetyczną	kg/GJ en elektr	267,6	304,0
2	Typowa ciepłownia z kotłami węglowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	126,5	143,7
3	Typowa elektrociepłownia z kotłami węglowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	120,0	136,0
4	Typowa ciepłownia z kotłami gazowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	65,5	74,4

Wyprodukowaną ilość energii elektrycznej i cieplnej w instalacji po wykonaniu projektu ponad ilość energii cieplnej i elektrycznej produkowanej w dotychczasowym układzie określa się z poniższych zależności.

Wartość rocznej produkcji energii elektrycznej wyprodukowanej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii elektrycznej):

$$Q_{eun} = (Q_{esg} + Q_{espg}) - (Q_{e2sg} + Q_{e2spg})$$

gdzie:

Q_{esg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji projektu** [GWh/sezon] – jak we wzorze (5)

Q_{espg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **po realizacji projektu** [GWh/sezon] – jak we wzorze (5)

Q_{e2sg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GWh/sezon] – jak we wzorze (16)

Q_{e2spg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GWh/sezon] – jak we wzorze (16)

Wartość rocznej produkcji energii cieplnej wyprodukowanej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii cieplnej):

$$Q_{cun} = (Q_{csg} + Q_{cspg}) - (Q_{c2sg} + Q_{c2spg})$$

gdzie:

Q_{csg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon] – jak we wzorze (5)

Q_{cspg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon] – jak we wzorze (5)

Q_{c2sg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GJ/sezon] – jak we wzorze (16)

Q_{c2spg} – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **przed wykonaniem projektu** [GJ/sezon] – jak we wzorze (16)

1.3 Przykłady

Przykład nr 1

Założenia wyjściowe

Budowa nowej instalacji kogeneracyjnej opartej o spalanie miazgu węglowego

Instalacja zasila w ciepło technologiczne i energię elektryczną linie technologiczne w zakładzie produkcyjnym tj. energia elektryczna i cieplna będzie przeznaczona na potrzeby własne.

Założenia do budowy instalacji

Budowa instalacji składającej się z kotła parowego opalanego miazgiem węglowym o mocy cieplnej maksymalnej 5,8 MWc i silnika parowego z generatorem o mocy elektrycznej 0,67 MWe .

Instalacja dostarcza maksymalnie na cele technologiczne maksymalnie 4,6 MWc w postaci pary niskoprężnej . Wymagana maksymalna moc cieplna w paliwie 6,7 MWc.

Instalacja będzie wykorzystywana cały rok,

- w sezonie grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 4,4 MWc, średnia moc elektryczna 0,65 MWe, moc cieplna w doprowadzanym paliwie 6,5 MWc
- w sezonie poza-grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 4 MWc, średnia moc elektryczna 0,59 MWe, moc cieplna w doprowadzanym paliwie 6,0 MWc

Czas trwania sezonu grzewczego (z PN-82/B-02403) $t_{sg} = 222 \text{ doby} * 24 \text{ h/dobę} = 5328 \text{ h}$.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego $t_{spg} = 8760 - 5328 = 3522 \text{ h}$

Średnia wartość opałowa węgla – 22 MJ/kg

Obliczenia

1. Obliczenia ilości paliwa i energii w paliwie zużywanej przez wybudowaną instalację

a) Sprawność wytwarzania energii elektrycznej - na podstawie w/w założeń projektowych

$$\eta_{esg} = 10,0 \%$$

$$\eta_{espg} = 9,1 \%$$

b) Sprawność wytwarzania energii cieplnej - na podstawie w/w założeń projektowych

$$\eta_{csg} = 68,0 \%$$

$$\eta_{cspg} = 67,1 \%$$

Ilość energii elektrycznej i ciepłej wyprodukowane w sezonie grzewczym i poza-grzewczym (wg wzorów (6) i (7))

Ilość energii elektrycznej

$$Q_{ek} = M_{ek} * t_k * 10^{-3} \quad [\text{GWh/sezon}] \quad (6)$$

$$Q_{esg} = 0,65 * 5328/100 = 3,46 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

$$Q_{espg} = 0,6 * 3522/100 = 2,11 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

Ilość energii ciepłej

$$Q_{ck} = 3,6 * M_{ck} * t_k \quad [\text{GJ/sezon}] \quad (7)$$

$$Q_{csg} = 3,6 * 4,4 * 5328 = 84395 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

$$Q_{cspg} = 3,6 * 4,0 * 3522 = 50717 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku w instalacji po przebudowie (wg wzoru (5))

$$P_1 = \frac{3,6 * 10^5 * Q_{esg} + 100 Q_{csg}}{(\eta_{esg} + \eta_{csg}) * U_1} + \frac{3,6 * 10^5 * Q_{espg} + 100 Q_{cspg}}{(\eta_{espg} + \eta_{cspg}) * U_1} \quad [\text{t/rok}] \quad (5)$$

$$P_1 = \frac{3,6 * 10^5 * 3,46 + 100 * 84395}{(10 + 68) * 22} + \frac{3,6 * 10^5 * 2,11 + 100 * 50717}{(9,1 + 67,1) * 22} = 9122 \quad [\text{t/rok}]$$

Q_1 – ilość energii dostarczonej z paliwem zużyтым w ciągu roku [GJ/rok]

$$Q_1 = P_1 * U_1 \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

$$Q_1 = 9122 * 22 = 200684 \text{ GJ/rok}$$

W_1 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla z stosowanego paliwa – węgiel kamienny – wynosi z tabeli nr 1

$$W_1 = 94,77 \text{ kg/GJ}$$

Roczna emisja dwutlenku węgla z wybudowanej instalacji

$$E_1 = 10^{-3} * Q_1 * W_1 \quad [\text{t/rok}] \quad (2)$$

$$E_1 = 10^{-3} * 200684 * 94,77 = 19019 \text{ t/rok}$$

Roczna emisja dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu (emisja uniknięta).

W wyniku zbudowania instalacji zostanie zlikwidowana produkcja ciepła w starej instalacji (ograniczenia pracy kotłów węglowych) oraz zostanie dodatkowo produkowana energia elektryczna.

Obniżenie emisji dwutlenków węgla powstaje w wyniku uniknięcia emisji dwutlenku węgla z obniżonej produkcji energii cieplnej w dotychczasowej ciepłowni oraz z unikniętej emisji dwutlenku węgla związanej z produkcją i przesyłem energii elektrycznej z Krajowej Sieci Energetycznej.

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z wyprodukowaną energią elektryczną:

$$E_{\text{edod}} = 3600 * Q_{\text{eun}} * W_e \quad (21)$$

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 2 kol 5 poz. 1

$$W_e = 304,0 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{\text{eun}} = Q_{\text{esg}} + Q_{\text{espg}}$$

$$Q_{\text{eun}} = 3,46 + 2,11 = 5,57 \text{ GWh}$$

$$E_{\text{edod}} = 3,6 * 5,57 * 304,0 = 6096 \text{ t/rok}$$

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z brakiem konieczności podłączania się do Lokalnej Sieci Ciepłowniczej (LSC).

$$E_{\text{cdod}} = 0,001 * Q_{\text{cun}} * W_{\text{cLSC}} \quad [\text{GJ}] \quad (22)$$

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 2 kol. 5 poz. 2

$$W_{\text{cLSC}} = 143,7 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{\text{cun}} = Q_{\text{csg}} + Q_{\text{cspg}}$$

$$Q_{\text{cun}} = 84395 + 50707 = 135112 \text{ GJ/rok}$$

$$E_{\text{cdod}} = 0,001 * 135112 * 143,7 = 19416 \text{ t/rok}$$

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

$$E_2 = E_{\text{edod}} + E_{\text{cu}} = 6096 + 19416 = 25512 \text{ t/rok}$$

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 25512 - 19035 = 6477 \text{ t/rok}$$

Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi:

$$\Delta E = 6477 \text{ ton w ciągu roku}$$

Przykład nr 2

Założenia wyjściowe

Stan przed przebudową

Ciepłownia węglowa z kotłami wodnymi o mocy cieplnej maksymalnej 50 MWc

Średnia moc cieplna w sezonie poza-grzewczych 5MWc. Ciepłownia opalana miałem węglowym o wartości opałowej 22 MJ/kg. Średnia sprawność cieplna kotłowni w sezonie grzewczym 83%, średnia sprawność cieplna kotłowni w sezonie poza-grzewczym 80%.

Założenia do przebudowy instalacji

Budowa instalacji składającej się z kotła parowego opalanego biomasa (zrębki pochodzenia leśnego i rolnego) o mocy cieplnej maksymalnej 10,8 MWc i turbiny parowej przeciwprężnej z generatorem o mocy elektrycznej 2,1 MWe. Instalacja dostarcza maksymalnie 8,0 MWc w postaci pary niskoprężnej.

Ciepło z pary grzewczej w stacji wymienników ciepła będzie zamieniane na ciepło w gorącej wodzie wykorzystywanej do ogrzewania budynków osiedli mieszkaniowych i przygotowania CWU. Energia elektryczna będzie sprzedawana do sieci zarządzanej przez Zakład Energetyczny.

Wymagana moc cieplna w paliwie 12,6 MWc. Instalacja będzie wykorzystywana cały rok:

- w sezonie grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 7,5 MWc, średnia moc elektryczna 1,95 MWe
- w sezonie poza-grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 5 MWc, średnia moc elektryczna 1,1 MWe

Czas trwania sezonu grzewczego (z PN-82/B-02403) $t_{sg} = 222 \text{ doby} * 24 \text{ h/dobę} = 5328 \text{ h}$.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego $t_{spg} = 8760 - 5328 = 3522 \text{ h}$

Średnia wartość opałowia biomasy – 12 MJ/kg

Obliczenia

1. Obliczenia ilości paliwa i energii w paliwie zużywanej przez instalację po wykonaniu przebudowy

a) Sprawność wytwarzania energii elektrycznej - na pdst w/w założeń projektowych

$$\eta_{esg} = 16,6 \%$$

$$\eta_{\text{espg}} = 14,1 \%$$

b) Sprawność wytwarzania energii cieplnej - na pdst w/w założeń projektowych

$$\eta_{\text{csg}} = 63,4 \%$$

$$\eta_{\text{cspg}} = 61,4 \%$$

Ilość energii elektrycznej i cieplnej wyprodukowane w sezonie grzewczym i poza-grzewczym (wg wzorów (6) i (7))

Ilość energii elektrycznej

$$Q_{\text{ek}} = M_{\text{ek}} * t_{\text{k}} * 10^{-3} \quad [\text{GWh/sezon}] \quad (6)$$

$$Q_{\text{esg}} = 1,95 * 5328 = 10,4 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

$$Q_{\text{espg}} = 1,1 * 3522 = 3,9 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

Ilość energii cieplnej

$$Q_{\text{ck}} = 0,278 * M_{\text{ck}} * t_{\text{k}} \quad [\text{GJ/sezon}] \quad (7)$$

$$Q_{\text{csg}} = 3,6 * 7,5 * 5328 = 143856 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

$$Q_{\text{cspg}} = 3,6 * 5 * 3522 = 63396 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku w instalacji po przebudowie (wg wzoru (5))

- w związku z tym że po wykonaniu przebudowy instalacji paliwem jest biomasa, dla której wskaźnik emisji dwutlenku węgla wynosi zero tj $W_1 = 0$ ilości paliwa można nie liczyć bo roczna emisja dwutlenku węgla będzie równa zero $E_1 = 0,0$

Roczna emisja dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu (emisja uniknięta).

W wyniku zastosowania zbudowanej instalacji zostanie zlikwidowana produkcja ciepła w starej instalacji (ograniczenia pracy kotłów węglowych) oraz zostanie dodatkowo produkowana energia elektryczna.

Obniżenie emisji dwutlenku węgla powstaje w wyniku uniknięcia emisji dwutlenku węgla z obniżonej produkcji energii cieplnej w dotychczasowej ciepłowni oraz z unikniętej emisji dwutlenku węgla związanej z produkcją energii elektrycznej z Krajowej Sieci Energetycznej.

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z wyprodukowaną energią elektryczną

$$E_{\text{edod}} = 3600 * Q_{\text{eun}} * W_{\text{e}} \quad (21)$$

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 2 kol 4 poz. 1

$$W_e = 267,6 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{eun} = Q_{esg} + Q_{espg}$$

$$Q_{eun} = 10,4 + 3,9 = 14,3 \text{ GWh}$$

$$E_{edod} = 3,6 * 14,3 * 267,6 = 13776 \text{ t/rok}$$

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z ograniczeniem wytwarzania energii cieplnej w instalacji przed przebudową.

Obliczenia emisji dwutlenku węgla po przebudowie instalacji

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 2 kol 4 poz. 2

$$E_{cdod} = 0,001 * Q_{cun} * W_{cLSC} \quad [\text{GJ}] \quad (22)$$

$$W_{cLSC} = 126,5 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{cun} = Q_{csg} + Q_{cspg}$$

$$Q_{eun} = 143856 + 63396 = 207252 \text{ GJ/rok}$$

$$E_{cdod} = 0,001 * 207252 * 126,5 = 26217 \text{ t/rok}$$

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

$$E_2 = E_{edod} + E_{cu} = 13776 + 26217 = 39993 \text{ t/rok}$$

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 39993 - 0 = 39993 \text{ t/rok}$$

Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi

$$\Delta E = 39993 \text{ ton w ciągu roku}$$

1.4 Obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu w OZE

W celu obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu należy skorzystać z następującego wzoru:

$$\Delta E = E_1 - E_2 \quad [\text{t/rok}] \quad (1)$$

gdzie:

E_1 – roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona (uniknięta) w wyniku realizacji projektu [t/rok],

E_2 – roczna emisja dwutlenku węgla z instalacji po realizacji projektu [t/rok].

Dla wszystkich instalacji OZE wartość wskaźników emisji dwutlenku węgla odniesione do produkowanej energii przyjmuje się za zerowe tj. emisja dwutlenku węgla z tych instalacji nie występuje $E_2 = 0$ [t/rok].

1.4.1 Roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona (uniknięta) w wyniku realizacji projektu

Wielkość emisji dwutlenku węgla zastąpioną (unikniętą) w wyniku realizacji projektu określa się przyjmując że uniknięto emisji jaka by wystąpiła przy wyprodukowaniu tej samej ilości energii elektrycznej w krajowej sieci energetycznej i/lub ciepłej w lokalnej sieci ciepłowniczej.

$$E_1 = E_{1e} + E_{1c} = 10^{-3} * (Q_{1e} * W_{1KSE} + Q_{1c} * W_{1LSC}) \quad [t/rok] \quad (2)$$

gdzie:

E_{1e} – roczna emisja dwutlenku węgla związana z produkcją energii elektrycznej z instalacji po realizacji projektu

E_{1c} – roczna produkcja dwutlenku węgla związana z produkcją energii ciepłej z instalacji po realizacji projektu

W_{1KSE} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla standardowego źródła energii elektrycznej – typowej elektrowni zasilającej Krajową Sieć Elektroenergetyczną – wartość z tabeli nr 2

Zastąpiona emisja dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii elektrycznej określa się jako sumę emisji z wyprodukowanej energii elektrycznej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy i emisji z wyprodukowanej energii elektrycznej sprzedanej do krajowego systemu elektroenergetycznego.

Dla energii elektrycznej wyprodukowanej na potrzeby własne przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w typowej (przeciętnej) elektrowni zasilającej Krajową Sieć Elektroenergetyczną z uwzględnieniem strat przesyłu – kolumna nr 5 w tabeli nr 1 (poniżej).

Dla energii elektrycznej wyprodukowanej i sprzedanej do Krajowej Sieci Elektroenergetycznej przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w typowej (przeciętnej) elektrowni zasilającej Krajową Sieć Elektroenergetyczną bez uwzględnienia strat przesyłu – kolumna nr 4 w tabeli nr 2 (poniżej).

$$E_{1e} = 3600 * (Q_{1eW} * W_{eW} + Q_{1eSP} * W_{eSP}) \quad [GJ] \quad (21)$$

gdzie:

Q_{1eW} – wartość rocznej produkcji energii elektrycznej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i wykorzystanej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii elektrycznej na potrzeby własne lub lokalnego odbiorcy)

W_{eW} – wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zasilających krajowy system elektroenergetyczny z uwzględnieniem strat przesyłu (z tab. 1 kol 5)

Q_{1eSP} – wartość rocznej produkcji energii elektrycznej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i sprzedanej do Zakładu Energetycznego zasilającego Krajowy System Elektroenergetyczny (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej energii elektrycznej sprzedawanej do Zakłady Energetycznego)

W_{eSP} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji en elektrycznej w elektrowniach zasilających krajowy system elektroenergetyczny bez uwzględnienia strat przesyłu (z tab. 1 kol 4).

Zastąpiona emisja dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii cieplnej określa się jako sumę emisji z wyprodukowanej energii cieplnej wykorzystanej na potrzeby własne i emisji z wyprodukowanej energii cieplnej sprzedanej odbiorcom zewnętrznym. Dla energii cieplnej wyprodukowanej na potrzeby własne przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w przedsiębiorstwie odpowiedniego typu zaopatrującym miejską sieć ciepłowniczą, z uwzględnieniem strat przesyłu ciepła w miejskiej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 5 w tabeli nr 1.

Dla energii cieplnej wyprodukowanej i sprzedanej odbiorcom zewnętrznym przyjmuje się wskaźnik emisji dwutlenku węgla jak dla energii wyprodukowanej w przedsiębiorstwie odpowiedniego typu zaopatrującym miejską/lokalną sieć ciepłowniczą, bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła w miejskiej/lokalnej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 5 w tabeli nr 1.

$$E_{1c} = Q_{1cW} * W_{cW} + Q_{1cSP} * W_{cSP} \quad [GJ] \quad (22)$$

Q_{1cW} – wartość rocznej produkcji użytecznej energii cieplnej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i wykorzystywanej na potrzeby własne (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej użytecznej energii cieplnej wykorzystanej na potrzeby własne)

W_{cW} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii cieplnej z dostępnych lokalnie systemów ciepłowniczych określonych z tab.2 zależnie od stosowanego w tych systemach paliwa i z uwzględnieniem strat przesyłu ciepła (kolumna nr 5 w tabeli nr 1).

Q_{1cSP} – wartość rocznej produkcji użytecznej energii cieplnej ponad ilość produkowaną w dotychczasowej instalacji i sprzedawanej odbiorcom zewnętrznym (przy nowej instalacji odpowiada całkowitej ilości produkowanej użytecznej energii cieplnej i sprzedawanej odbiorcom zewnętrznym).

W_{cSP} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy produkcji energii cieplnej z dostępnych lokalnie systemów ciepłowniczych określonych z tab.1 zależnie od stosowanego w tych systemach paliwa bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła (kolumna nr 4 w tabeli nr 1)

Tabela nr 1 Wskaźniki emisji dwutlenku węgla dla standardowych źródeł ciepła i energii elektrycznej odniesione do jednostki dostarczonej energii elektrycznej lub cieplnej

Lp.	Rodzaj źródła energii cieplnej/elektrycznej	jednostka	Wskaźnik emisji CO ₂ tylko dla produkcji energii (loco producent)	Wskaźnik emisji CO ₂ dla produkcji energii z uwzględnieniem strat przesyłu (loco odbiorca)
1	2	3	4	5
1	Typowa elektrownia zasilająca krajową sieć elektroenergetyczną	kg/GJ en elektr	267,6	304,0
2	Typowa ciepłownia z kotłami węglowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	126,5	143,7
3	Typowa elektrociepłownia z kotłami węglowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	120,0	136,0
4	Typowa ciepłownia z kotłami gazowymi zasilająca miejską/lokalną sieć ciepłowniczą	kg/GJ en cieplnej	65,5	74,4

Roczna produkcja energii elektrycznej z instalacji Q_{1e} określa zależność:

$$Q_{1e} = Q_{1esg} + Q_{1espg} \quad (2) \text{ [GWh/rok]} \quad (3)$$

gdzie:

Q_{1esg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym [GWH/sezon]

Q_{1espg} – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym [GWH/sezon]

Roczna produkcja energii cieplnej z instalacji Q_{1c} określa zależność

$$Q_{1c} = Q_{1csg} + Q_{1cspg} \quad (3) \quad [GJ/rok] \quad (4)$$

gdzie:

Q_{1csg} – ilość energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym [GWH/sezon]

Q_{1cspg} – ilość energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym [GWH/sezon]

Ilość energii elektrycznej Q_{ek} lub cieplnej Q_{ck} , wyprodukowanej w sezonie grzewczym $k = sg$ lub pozagrzewczym $k = spg$, w przypadku dostarczania energii cieplnej do celów grzewczych określa się na pdst projektowych danych technicznych planowanego przedsięwzięcia

Ilość energii elektrycznej Q_{e2k} :

$$Q_{1ek} = M_{1ek} * t_{1k} * 10^{-3} \quad [GWh/sezon] \quad (5)$$

gdzie:

M_{1ek} – średnia moc elektryczna układu produkującego energię energetyczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub poza-grzewczym $k=spg$ [MWe]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego [h] określony na pdst Polskich Norm lub danych meteorologicznych IMiGW

Ilość energii cieplnej Q_{1ck} :

$$Q_{1ck} = 3,6 * M_{1ck} * t_{1k} \quad [GJ/sezon] \quad (6)$$

gdzie:

M_{1ck} – średnia moc cieplna układu produkującego en elektryczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWc]

t_k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego (określanego wg danych IMGWiŚ lub Polskiej Normy) [h]

Roczną produkcję energii cieplnej z instalacji należy określić na pdst założeń projektowych w oparciu o przewidywane miesięczne zapotrzebowanie technologiczne.

W przypadku gdy planowana instalacja będzie wykorzystywana wyłącznie do celów ciepłowniczych i będzie jedynym źródłem ciepła , średnie w sezonie grzewczym zapotrzebowanie na ciepło do celów ogrzewania należy określić zgodnie z prawem energetycznym, na pdst mocy maksymalnej i średnich miesięcznych mocy wykorzystywanej i średnich miesięcznych temperatur

powietrza określonych dla danej miejscowości wg danych meteorologicznych IMiGW lub polskiej normy.

1.4.2 Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu (na potrzeby własne funkcjonowania OZE)

Należy określić ilość energii elektrycznej i/lub ciepłej niezbędnej do dostarczenia do instalacji celem zapewnienia możliwości zagospodarowania energii z OZE.

Roczną emisję dwutlenku węgla z instalacji po realizacji projektu E_2 określa się z następującej zależności:

$$E_2 = 1000 \cdot Q_2 \cdot W_2 \quad [\text{t/rok}] \quad (7)$$

Gdzie:

Q_2 – ilość energii dostarczonej z paliwem kopalnym użytym w ciągu roku [GJ/rok]

W_2 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla z stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Q_2 określa się ze wzoru:

$$Q_2 = P_2 \cdot U_2 \quad [\text{GJ/rok}] \quad (8)$$

gdzie:

U_2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg] lub [MJ/m³]

P_2 – roczne zużycie paliwa w instalacji [t/rok], [tys m³/rok]

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla dla typowych paliw zestawiono w tabeli nr 2

Tabela nr 2 Wskaźniki emisji dwutlenku węgla ze spalania różnych paliw⁷

Lp.	Rodzaj paliwa	jednostka	Wskaźnik emisji
1	Węgiel kamienny	kg/GJ	94,77
2	Węgiel brunatny	kg/GJ	111,90
3	Ropa naftowa	kg/GJ	73,30
4	Gaz ziemny	kg/GJ	55,33
5	Inne produkty naftowe	kg/GJ	73,30
6	Koks naftowy	kg/GJ	97,50
7	Koks i półkoks (w tym gazowy)	kg/GJ	107,00
8	Gaz ciekły	kg/GJ	63,10
9	Benzyny silnikowe	kg/GJ	69,30
10	Benzyny lotnicze	kg/GJ	70,00
11	Paliwa odrzutowe	kg/GJ	71,50
12	Olej napędowy (w tym olej opałowy lekki)	kg/GJ	73,33
13	Olej opałowy	kg/GJ	76,56

⁷ Podane wartości w tabeli pochodzą z aktualnego zestawienia KOBIZE „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji”. Powinny być aktualizowane zgodnie z publikowanymi corocznie przez KOBIZE zestawieniami na kolejny rok.

14	Gaz rafineryjny	kg/GJ	57,60
15	Gaz koksowniczy	kg/GJ	44,40
16	Gaz wielkopiecowy	kg/GJ	260,00
17	Biopaliwa tj. biogaz, biomasa, itp.*	kg/GJ	0,00

* - dla wszystkich paliw uznawanych za odnawialne źródła energii zakłada się brak emisji dwutlenku węgla czyli wartość współczynnika emisji dwutlenku węgla zawsze wynosi zero.

Dla paliw nietypowych, nie umieszczonych w tabeli nr 2 wskaźnik emisji dwutlenku węgla można obliczyć z zależności:

$$W_2 = 3660 * C_2 / U_2 \quad [\text{kg/GJ}] \quad (9)$$

gdzie:

C_2 – udział masowy węgla pierwiastkowego w paliwie [kg/kg], [kg/Nm³]

U_2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku określa się ze wzoru:

$$P_2 = \frac{3.6 \cdot 10^5 \cdot Q_{e2sg} + 100 Q_{c2sg}}{(\eta_{e2sg} + \eta_{c2sg}) \cdot U_2} + \frac{3.6 \cdot 10^5 \cdot Q_{e2spg} + 100 Q_{c2spg}}{(\eta_{e2spg} + \eta_{c2spg}) \cdot U_1} \quad [\text{t/rok}] \quad (10)$$

gdzie;

Q_{e2sg} – ilość energii elektrycznej zużyta w sezonie grzewczym [GWh/sezon]

Q_{e2spg} – ilość energii elektrycznej zużyta w sezonie poza-grzewczym [GWh/sezon]

Q_{c2sg} – ilość użytecznej energii cieplnej zużytej w sezonie grzewczym [GJ/sezon]

Q_{c2spg} – ilość użytecznej energii cieplnej zużytej w sezonie poza-grzewczym [GJ/sezon]

η_{e2sg} – udział procentowy dostarczonej energii elektrycznej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{e2spg} – udział procentowy dostarczonej energii elektrycznej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

η_{c2sg} – udział procentowy dostarczonej energii cieplnej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie grzewczym [%]

η_{c2spg} – udział procentowy dostarczonej energii cieplnej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

U_2 – jak we wzorze (3,4)

Ilość energii elektrycznej lub cieplnej Q_{e2k} , Q_{c2k} zużytej w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$, w przypadku dostarczania energii cieplnej do celów grzewczych określa się na podstawie wykresu uporządkowanego obciążeń cieplnych

$$Q_{e2k} = M_{e2k} * t_{2k} * 10^{-3} \quad [\text{GWh/sezon}] \quad (11)$$

gdzie:

M_{e2k} – średnia moc elektryczna układu produkującego energetyczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWe]

t_{2k} – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego [h] określony na pdst Polskich Norm lub danych meteorologicznych IMiGW

$$Q_{c2k} = 0,278 * M_{ck} * t_k \quad [GJ/sezon] \quad (12)$$

gdzie:

M_{c2k} – średnia moc cieplna układu produkującego en elektryczną i ciepłą w sezonie grzewczym $k=sg$ lub pozagrzewczym $k=spg$ [MWc]

t_{2k} – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego (określanego wg danych IMGWiŚ lub Polskiej Normy) [h]

Zapotrzebowanie dodatkowej energii elektrycznej lub cieplnej η_{ek} , η_{ck} niezbędnej do prawidłowego działania instalacji wykonanej w ramach projektu obliczana jest na pdst danych projektowych producentów instalacji w odniesieniu do energii zawartej w paliwie określonej za pomocą wartości opałowej, następująco

$$\eta_{ek} , \eta_{ck} = 100 * Q_k / U_{pal} \quad (13)$$

gdzie:

$Q_k - Q_e, Q_c$ – uzyskana energia elektryczna/ciepła z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

U_{pal} – wartość opałowa 1kg/1Nm³ paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm³]

1.5 Przykłady

Przykład nr 1

Założenia wyjściowe

Założenia do budowy instalacji

Budowa instalacji składającej się z kotła parowego opalanego biomasą (zrębki pochodzenia leśnego i rolnego) o mocy cieplnej maksymalnej 10,8 MWc i turbiny parowej przeciwprężnej z generatorem o mocy elektrycznej 2,1 MWe. Instalacja dostarcza maksymalnie 8,0 MWc w postaci pary niskoprężnej.

Ciepło z pary grzewczej w stacji wymienników ciepła będzie zamieniane na ciepło w gorącej wodzie wykorzystywanej do celów technologicznych w zakładzie.

Wymagana moc cieplna w paliwie 12,6 MWc. Instalacja będzie wykorzystywana cały rok:

- w sezonie grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 7,5 MW_c, średnia moc elektryczna 1,95 MW_e
- w sezonie poza-grzewczym średnia moc cieplna eksploatacyjna 5 MW_c, średnia moc elektryczna 1,1 MW_e

Czas trwania sezonu grzewczego (z PN-82/B-02403) $t_{sg} = 222 \text{ doby} * 24 \text{ h/dobę} = 5328 \text{ h}$.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego $t_{spg} = 8760 - 5328 = 3522 \text{ h}$

Średnia wartość opałowa biomasy – 12 MJ/kg

Obliczenia

1. Obliczenia ilości paliwa i energii w paliwie zużywanej wytwarzanej przez instalację po wykonaniu przebudowy

a) Sprawność wytwarzania energii elektrycznej - na pdst w/w założeń projektowych

$$\eta_{esg} = 16,6 \%$$

$$\eta_{espg} = 14,1 \%$$

b) Sprawność wytwarzania energii cieplnej - na pdst w/w założeń projektowych

$$\eta_{csg} = 63,4 \%$$

$$\eta_{esg} = 61,4 \%$$

Ilość energii elektrycznej i cieplnej wyprodukowane w sezonie grzewczym i poza-grzewczym (wg wzorów (6) i (7))

Ilość energii elektrycznej

$$Q_{1ek} = M_{ek} * t_k * 10^{-3} \quad [\text{GWh/sezon}] \quad (5)$$

$$Q_{1esg} = 1,95 * 5328 = 10,4 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

$$Q_{1espg} = 1,1 * 3522 = 3,9 \quad [\text{GWh/sezon}]$$

Ilość energii cieplnej

$$Q_{1ck} = 3,6 * M_{1ck} * t_{1k} \quad [\text{GJ/sezon}] \quad (6)$$

$$Q_{1csg} = 3,6 * 7,5 * 5328 = 143856 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

$$Q_{1cspg} = 3,6 * 5 * 3522 = 63396 \quad [\text{GJ/sezon}]$$

W związku z tym, że po wykonaniu przebudowy instalacji paliwem jest biomasa, dla której wskaźnik emisji dwutlenku węgla wynosi zero tj $W_1 = 0$ ilości paliwa można nie liczyć, bo roczna emisja dwutlenku węgla będzie równa zero $E_1 = 0,0$

1.5.1 Roczna emisja dwutlenku węgla uniknięta (zaoszczędzona) w wyniku wykonania projektu (emisja uniknięta)

Eksploatacja zbudowanej instalacji pozwala uniknąć emisja dwutlenku węgla w wyniku nie podłączania odbiorców energii z instalacji do Krajowej Sieci Energetycznej i Lokalnej Sieci Ciepłowniczej.

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z wyprodukowaną energią elektryczną.

$$E_{1e} = 3600 * Q_{1e} * W_{eKSE} \quad (21)$$

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 1 kol 5 poz. 1

$$W_{eKSE} = 304,0 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{1e} = Q_{1esg} + Q_{1espg}$$

$$Q_{1e} = 10,4 + 3,9 = 14,3 \text{ GWh}$$

$$E_{1e} = 3,6 * 14,3 * 304,0 = 15650 \text{ t/rok}$$

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z ograniczeniem wytwarzania energii cieplnej .

$$E_{1c} = 0,001 * Q_{1c} * W_{cLSC} \quad [\text{GJ}] \quad (22)$$

Wskaźnik emisji dwutlenku węgla określa się z tabeli nr 1 kol 5 poz. 2

$$W_{cLSC} = 143,7 \text{ kg/GJ}$$

$$Q_{1c} = Q_{1csg} + Q_{1cspg}$$

$$Q_{1c} = 143856 + 63396 = 207252 \text{ GJ/rok}$$

$$E_{1cdod} = 0,001 * 207252 * 143,7 = 29782 \text{ t/rok}$$

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

$$E_2 = E_{cdod} + E_{cu} = 15650 + 29782 = 45432 \text{ t/rok}$$

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 45432 - 0 = 45432 \text{ t/rok}$$

Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi:

$$\Delta E = 45432 \text{ ton w ciągu roku}$$