Załącznik nr 4 do Regulaminu

**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 Część 2) Budowa lub/i przebudowa jednostek wytwórczych o łącznej mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 1 MW**



**NARODOWY FUNDUSZ**

**OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ**

**Spis treści**

[*1.1* Wstęp 2](#_Toc451769721)

[1.2 Oszacowanie obniżenia emisji dwutlenku węgla w wyniku realizacji projektu 4](#_Toc451769722)

[1.2.1 Obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu 4](#_Toc451769723)

[1.2.2 Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu 4](#_Toc451769724)

[1.2.3 Roczna emisja dwutlenku węgla przed wykonaniem projektu 6](#_Toc451769725)

[1.3 Przykłady 12](#_Toc451769726)

[1.4 Obliczenia oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu w OZE 18](#_Toc451769727)

[1.4.1 Roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona ( uniknięta) w wyniku realizacji projektu 18](#_Toc451769728)

[1.4.2 Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu (na potrzeby własne funkcjonowania OZE) 22](#_Toc451769729)

[1.5 Przykłady 25](#_Toc451769730)

[1.5.1 Roczna emisja dwutlenku węgla uniknięta (zaoszczędzona) w wyniku wykonania projektu (emisja uniknięta) 27](#_Toc451769731)

* 1. Wstęp

Celem programu „**Kogeneracja dla Ciepłownictwa Część 2) Budowa lub/i przebudowa jednostek wytwórczych o łącznej mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 1 MW**” jest promowanie wykorzystywania wysokosprawnej kogeneracji w ciepłownictwie.

Program skierowany jest do przedsiębiorców w rozumieniu ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców realizujący projekt w ramach systemu ciepłowniczego, o zamówionej mocy cieplnej, na dzień składania wniosku, nie mniejszej niż 50 MW[[1]](#footnote-1).

Program przewiduje wsparcie następujących rodzajów inwestycji:

1. Inwestycje dotyczące budowy lub/i przebudowy jednostek wytwórczych o łącznej mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 1 MW , pracujących w warunkach wysokosprawnej kogeneracji (z wyłączeniem energii wytworzonej w jednostce kogeneracji opalanej węglem) wraz z podłączeniem ich do sieci, w których do produkcji energii wykorzystuje się:
* ciepło odpadowe,
* energię ze źródeł odnawialnych,
* paliwa gazowe, mieszanki gazów, gaz syntetyczny lub wodór.
1. elementem uzupełniającym inwestycji w pkt. 1) może być:
	* 1. przyłącze do publicznej sieci ciepłowniczej należące do beneficjenta projektu (wytwórcy energii);
		2. przyłącze do sieci elektroenergetycznej;
		3. przyłącze gazowe;
		4. 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. Oszacowanie obniżenia emisji dwutlenku węgla w wyniku realizacji
	projektu
		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:

**ΔE = E2-E1 [t/rok] ( 1 )**

gdzie:

**ΔE –** oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikające z realizacji projektu

**E2**– roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona/uniknięta w wyniku realizacji projektu [t/rok],

**E1**– roczna emisja dwutlenku węgla z wybudowanej instalacji – po realizacji projektu [t/rok].

* + 1. Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu

Roczną emisję dwutlenku węgla po realizacji projektu E1 określa się z następującej zależności:

**E1 = 10-3 \* Q1 \* W1 [t/rok] ( 2 )**

gdzie;

Q1 – ilość energii dostarczonej z paliwem zużytym w ciągu roku [GJ/rok]

W1 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla ze stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Q1 określa się ze wzoru

**Q1 = P1\*U1 [GJ/rok] ( 3 )**

gdzie:

U1 – wartość opałowa paliwa [ MJ/kg] lub [MJ/m3]

P1 – roczne zużycie paliwa w instalacji [t/rok], [tys. m3/rok]

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla w odniesieniu do wartości opałowej spalanego 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)[[2]](#footnote-2)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 |
| 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 1 wskaźnik emisji dwutlenku węgla można obliczyć z zależności:

**W1 = 3660 \* C1 / U1  [kg/GJ] ( 4 )**

gdzie:

C1 – udział masowy węgla pierwiastkowego w paliwie [kg/kg], [kg/Nm3]

U1 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm3]

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku określa się ze wzoru:

$P\_{1}=\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{esg} + 100Q\_{csg}}{(η\_{esg}+ η\_{csg})\*U\_{1}}+\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{espg}+100Q\_{cspg} }{(η\_{espg}+ η\_{cspg})\*U\_{1} }$ **[ t/rok ] ( 5 )**

gdzie:

**Qesg** – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji
projektu** [GWh/sezon]

**Qespg**– ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **po realizacji
projektu** [GWh/sezon]

Qcsg – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon]

Qcspg- ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **po realizacji projektu** [GJ/sezon]

ηesg – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie grzewczym [ % ]

ηespg- sprawność wytwarzania energii elektrycznej w eksploatowanej instalacji. średnia w sezonie poza-grzewczym [%]

ηcsg- sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie grzewczym [%]

ηcspg - sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w eksploatowanej instalacji, średnia w sezonie poza-grzewczym [ % ]

U1 – jak we wzorze ( 4 )

Ilość energii elektrycznej Qek lub cieplnej Qck 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

**Qek = Mek \* tk \*10-3 [GWh/sezon] ( 6 )**

gdzie:

Mek – średnia moc elektryczna układu produkującego energetyczną i cieplną w sezonie
grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWe]

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

**Qck = 3,6 \* Mck \* tk [GJ/sezon] ( 7 )**

gdzie:

Mck – średnia moc cieplna układu produkującego energię elektryczną i cieplną w sezonie
grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWc]

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

Sprawność wytwarzania energii elektrycznej ηek lub cieplnej ηck obliczana jest na podstawie
danych projektowych producentów instalacji w odniesieniu do energii zawartej w paliwie
określonej za pomocą wartości opałowej, następująco

**ηek , ηck = 100\*Qk/U1 ( 8 )**

gdzie:

Qk – Qe,Qc – uzyskana energia elektryczna/cieplna z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

U1 – wartość opałowa 1kg/1Nm3 paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm3]

* + 1. 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 cieplnej zostałby dostarczona z dotychczas eksploatowanej instalacji oraz/lub z krajowej lub lokalnej cieci
energetycznej i cieplnej. Tę emisję dwutlenku węgla określono jako zastąpioną.

**E2 = Ezl + Edod ( 9 )**

gdzie:

**Ezl** – zastąpiona emisja dwutlenku węgla jaka zostałaby wyprodukowana w zlikwidowanej
instalacji lub w wyniku ograniczonej produkcji z dotychczasowej instalacji

**Edod** – zastąpiona emisja dwutlenku węgla jaka zostałaby wyprodukowana z energii dodatkowo pobranej z krajowego lub lokalnego systemu zaopatrzenia w energię elektryczną i cieplną

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

**Ezl = 10-3 \* Qzl \* W2 [t/rok] ( 14 )**

gdzie:

Qzl – ilość energii dostarczonej z paliwem zużytym w ciągu roku [GJ/rok]

W2 – wskaźnik emisji dwutlenku węgla z dotychczas stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Qzl określa się ze wzoru

**Qzl = Pzl\*U2 [GJ/rok] ( 15 )**

gdzie:

U2 – wartość opałowa paliwa [ MJ/kg] lub [MJ/m3]

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

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

$P\_{zl}= \frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{e2sg} + 100Q\_{c2sg}}{(η\_{e2sg}+ η\_{c2sg})\*U\_{2}}+\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{e2spg}+100Q\_{c2spg} }{(η\_{e2spg}+ η\_{c2spg})\*U\_{2} }$ **[t/rok] (16)**

gdzie:

Qe2sg – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem
projektu** [GWh/sezon]

Qe2spg – ilość energii elektrycznej wyprodukowana w sezonie poza-grzewczym **przed
wykonaniem projektu** [GWh/sezon]

Qc2sg – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed
wykonaniem projektu** [GJ/sezon]

Qc2spg – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **przed
wykonaniem projektu** [GJ/sezon]

ηe2sg – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w instalacji – średnia w sezonie
grzewczym [ % ]

ηe2spg – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w instalacji – średnia w sezonie
poza-grzewczym [%]

ηc2sg – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w instalacji średnia w sezonie
grzewczym [%]

ηc2spg – sprawność wytwarzania użytecznej energii cieplnej w instalacji średnia w sezonie
poza-grzewczym [ % ]

U2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm3]

Ilość energii elektrycznej Qek lub cieplnej Qck, 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 Qe2k:**

**Qe2k = Me2k \* t2k \*10-3 [GWh/sezon] ( 17 )**

gdzie:

Me2k – średnia moc elektryczna układu produkującego energię elektryczną i cieplną w sezonie

grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWe]

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

**Ilość energii cieplnej Qc2k**

**Qc2k = 3,6 \* Mc2k \* t2k [GJ/sezon] ( 18 )**

gdzie:

Mc2k – średnia moc cieplna układu produkującego energię elektryczną i cieplną w sezonie
grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWc]

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

Sprawność wytwarzania energii elektrycznej ηe2k lub cieplnej ηc2k obliczana jest na podstawie dotychczasowych danych eksploatacyjnych instalacji w odniesieniu do energii zawartej
w paliwie określonej za pomocą wartości opałowej, następująco

**ηe2k , ηc2k = 100\*Q2k/Upal [ % ] ( 19 )**

gdzie:

Q2k – Qe,Qc – uzyskana energia elektryczna/cieplna z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

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

Zastąpiona emisja dwutlenku węgla **Edod**, jaka zostałaby wyprodukowana z dodatkowo
pobranej z krajowego lub lokalnego systemu zaopatrzenia w energię elektryczną i cieplną określa się ze wzoru

**Edod = 3600 \* Eedod + Ecdod [kg/rok ] ( 20 )**

gdzie:

Eedod – zastąpiona emisja dwutlenku węgla z dodatkowo wyprodukowanej energii elektrycznej

Ecdod – 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.

**Eedod = 3600 \* ( QeunW \* WeW + QeunSP\* WeSP) [kg/rok] ( 21 )**

gdzie:

QeunW – 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)

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

QeunSP – 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)

WeSP – 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 siec ciepłowniczą, bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła w miejskiej/lokalnej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 4 w tabeli nr 2.

**Ecdod = QcunW\*WcW + QcunSP \* WcSP [kg/rok] ( 22 )**

QcunW – 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.

WcW - 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)

QcunSP – 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

WcSP – 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 CO2 tylko dla produkcji energii (loco producent)**  | **Wskaźnik emisji CO2 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):**

**Qeun** = (**Qesg**+ **Qespg**) - (**Qe2sg**+ **Qe2spg**)

gdzie:

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

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

**Qe2sg** – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed wykonaniem
projektu** [GWh/sezon] – jak we wzorze (16)

**Qe2spg**– 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):**

**Qcun** = (**Qcsg**+ **Qcspg**) - (**Qc2sg**+ **Qc2spg**)

gdzie:

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

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

**Qc2sg** – ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym **przed
wykonaniem projektu** [GJ/sezon] – jak we wzorze (16)

**Qc2spg**– ilość użytecznej energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym **przed
wykonaniem projektu** [GJ/sezon]– jak we wzorze (16)

* 1. Przykłady

***Przykład nr 1***

**Założenia wyjściowe**

Budowa nowej instalacji kogeneracyjnej opartej o spalanie miału 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 miałem 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 ) tsg = 222 doby \* 24 h/dobę = 5328 h.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego tspg = 8760 – 5328 = 3522 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

 ηesg = 10,0 %

 ηespg = 9,1 %

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

 ηcsg = 68,0 %

 ηcspg = 67,1 %

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

Ilość energie elektrycznej

**Qek = Mek \* tk \*10-3 [GWh/sezon] ( 6 )**

 Qesg = 0,65 \* 5328/100 = 3,46 [GWh/sezon]

 Qespg = 0,6 \* 3522/100 = 2,11 [GWh/sezon]

Ilość energie cieplnej

**Qck = 3,6 \* Mck \* tk [GJ/sezon] ( 7 )**

 Qcsg = 3,6 \* 4,4 \* 5328 = 84395 [GJ/sezon]

 Qcspg = 3,6 \* 4,0 \* 3522 = 50717 [GJ/sezon]

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

$P\_{1}=\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{esg} + 100Q\_{csg}}{(η\_{esg}+ η\_{csg})\*U\_{1}}+\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{espg}+100Q\_{cspg} }{(η\_{espg}+ η\_{cspg})\*U\_{1} }$ **[ t/rok ] ( 5 )**

$P\_{1}=\frac{3.6\*10^{5}\*3,46 + 100\*84395}{(10+68)\*22}+\frac{3.6\*10^{5}\*2,11+100\*50717 }{(9,1+ 67,1)\*22 }=9122$ **[ t/rok ]**

Q1 – ilość energii dostarczonej z paliwem zużytym w ciągu roku [GJ/rok]

**Q1 = P1\*U1 [GJ/rok] ( 3 )**

Q1 = 9122 \* 22 = 200684 GJ/rok

W1 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla z stosowanego paliwa – węgiel kamienny – wynosi z tabeli nr 1

W1= 94,77 kg/GJ

Roczna emisja dwutlenku węgla z wybudowanej instalacji

**E1 = 10-3 \* Q1 \* W1 [t/rok] ( 2 )**

E1 = 10-3 \* 200684 \* 94,77 = 19019 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:

**Eedod = 3600 \* Qeun\* We ( 21 )**

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

 We = 304,0 kg/GJ

 Qeun = Qesg + Qespg

 Qeun = 3,46 + 2,11 = 5,57 GWh

 Eedod = 3,6 \* 5,57 \* 304,0 = 6096 t/rok

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

**Ecdod = 0,001 \* Qcun\*WcLSC [ GJ ] ( 22 )**

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

WcLSC = 143,7 kg/GJ

Qcun = Qcsg + Qcspg

Qeun = 84395 + 50707 = 135112 GJ/rok

Ecdod = 0,001 \* 135112 \* 143,7 = 19416 t/rok

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

E2 = Eedod + Ecu = 6096 + 19416 = 25512 t/rok

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi

**ΔE = E2 – E1 = 25512 - 19035 = 6477 t/rok**

**Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi:**

**ΔE = 6477 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 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 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) tsg = 222 doby \* 24 h/dobę = 5328 h.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego tspg = 8760 – 5328 = 3522 h

Średnia wartość opałowa 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

 ηesg = 16,6 %

 ηespg = 14,1 %

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

 ηcsg = 63,4 %

 ηcspg = 61,4 %

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

Ilość energie elektrycznej

**Qek = Mek \* tk \*10-3 [GWh/sezon] ( 6 )**

 Qesg = 1,95 \* 5328 = 10,4 [GWh/sezon]

 Qespg = 1,1 \* 3522 = 3,9 [GWh/sezon]

Ilość energii cieplnej

**Qck = 0,278 \* Mck \* tk [GJ/sezon] ( 7 )**

 Qcsg = 3,6 \* 7,5 \* 5328 = 143856 [GJ/sezon]

 Qcspg = 3,6 \* 5 \* 3522 = 63396 [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 W1 = 0 ilości paliwa można nie liczyć bo roczna emisja dwutlenku węgla będzie równa zero E1 = 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 wyprodukowana energie elektryczną

**Eedod = 3600 \* Qeun\* We ( 21 )**

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

 We = 267,6 kg/GJ

 Qeun = Qesg + Qespg

 Qeun = 10,4 + 3,9 = 14,3 GWh

 Eedod = 3,6 \* 14,3 \* 267,6 = 13776 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

**Ecdod = 0,001 \* Qcun\*WcLSC [ GJ ] ( 22 )**

WcLSC = 126,5 kg/GJ

 Qcun = Qcsg + Qcspg

 Qeun = 143856 + 63396 = 207252 GJ/rok

 Ecdod = 0,001 \* 207252 \* 126,5 = 26217 t/rok

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

E2 = Eedod + Ecu = 13776 + 26217 = 39993 t/rok

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi

 **ΔE = E2 – E1 = 39993 - 0 = 39993 t/rok**

**Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi
ΔE = 39993 ton w ciągu roku**

* 1. 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:

**ΔE = E1-E2 [t/rok] ( 1 )**

gdzie:

**E1**– roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona (uniknięta) w wyniku realizacji projektu [t/rok],

**E2**– 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 E2 = 0 [t/rok].**

* + 1. Roczna emisja dwutlenku węgla zastąpiona ( uniknięta) w wyniku realizacji
		projektu

Wielkość emisji dwutlenku węgla zastąpioną (uniknietą) 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 cieplnej w lokalnej sieci
ciepłowniczej.

**E1 = E1e + E1c = 10-3 \* ( Q1e \* W1KSE  + Q1c \* W1LSC  ) [t/rok] ( 2 )**

gdzie:

E1e – roczna emisja dwutlenku węgla związana z produkcją energii elektrycznej z instalacji po realizacji projektu

E1c – roczna produkcja dwutlenku węgla związana z produkcją energii cieplnej z instalacji po realizacji projektu

W1KSE – 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).

**E1e = 3600 \* ( Q1eW \* WeW  + Q1eSP\* WeSP) [ GJ ] ( 21 )**

gdzie:

Q1eW – 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 )

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

Q1eSP – 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 )

WeSP - 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 siec ciepłowniczą, bez uwzględnienia strat przesyłu ciepła w miejskiej/lokalnej sieci ciepłowniczej – kolumna nr 5 w tabeli nr 1.

**E1c = Q1cW\*WcW + Q1cSP \* WcSP [ GJ ] ( 22 )**

Q1cW – 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)

WcW - 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).

Q1cSP – 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).

WcSP - 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 CO2 tylko dla produkcji energii (loco producent)**  | **Wskaźnik emisji CO2 dla produkcji energii z uwzględnieniem strat przesyłu (loco odbiorca)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Typowa elektrownia zasilająca krajową siec 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 Q1e określa zależność:

**Q1e = Q1esg + Q1espg ( 2 ) [GWh/rok] ( 3 )**

gdzie:

Q1esg – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie grzewczym [GWH/sezon]

Q1espg – ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym [GWH/sezon]

Roczna produkcja energii cieplnej z instalacji Q1c określa zależność

**Q1c = Q1csg + Q1cspg ( 3 ) [GJ/rok] ( 4 )**

gdzie:

Q1csg – ilość energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie grzewczym [GWH/sezon]

Q1cspg – ilość energii cieplnej wyprodukowanej w sezonie poza-grzewczym [GWH/sezon]

Ilość energii elektrycznej Qek lub cieplnej Qck, 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 Qe2k:

**Q1ek = M1ek \* t1k \*10-3 [GWh/sezon] ( 5 )**

gdzie:

M1ek – średnia moc elektryczna układu produkującego energię energetyczną i cieplną w sezonie
grzewczym k=sg lub poza-grzewczym k=spg [MWe]

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

Ilość energii cieplnej Q1ck:

**Q1ck = 3,6 \* M1ck \* t1k [GJ/sezon] ( 6 )**

gdzie:

M1ck – średnia moc cieplna układu produkującego en elektryczną i cieplną w sezonie grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWc]

tk – 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. Roczna emisja dwutlenku węgla po realizacji projektu (na potrzeby własne
		funkcjonowania OZE)

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

Roczną emisję dwutlenku węgla z instalacji po realizacji projektu **E2** określa się
z następującej zależności:

 **E2 = 1000\*Q2 \* W2 [t/rok] ( 7 )**

Gdzie:

Q2 – ilość energii dostarczonej z paliwem kopalnym zużytym w ciągu roku [GJ/rok]

W2 - wskaźnik emisji dwutlenku węgla z stosowanego paliwa [kg/GJ]

Ilość energii dostarczonej z paliwem Q2 określa się ze wzoru:

**Q2 = P2 \*U2 [GJ/rok] ( 8 )**

gdzie:

U2 – wartość opałowa paliwa [ MJ/kg] lub [MJ/m3]

P2 – 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 paliw[[3]](#footnote-3)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 |
| 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:

**W2 = 3660 \* C2 / U2  [kg/GJ] ( 9 )**

gdzie:

C2 – udział masowy węgla pierwiastkowego w paliwie [kg/kg], [kg/Nm3]

U2 – wartość opałowa paliwa [MJ/kg], [MJ/Nm3]

Ilość paliwa zużytego w ciągu roku określa się ze wzoru:

$P\_{2}=\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{e2sg} + 100Q\_{c2sg}}{(η\_{e2sg}+ η\_{c2sg})\*U\_{2}}+\frac{3.6\*10^{5}\*Q\_{e2spg}+100Q\_{c2spg} }{(η\_{e2spg}+ η\_{c2spg})\*U\_{1} }$ **[ t/rok ] ( 10 )**

gdzie;

Qe2sg – ilość energii elektrycznej zużyta w sezonie grzewczym [GWh/sezon]

Qe2spg – ilość energii elektrycznej zużyta w sezonie poza-grzewczym [GWh/sezon]

Qc2sg – ilość użytecznej energii cieplnej zużytej w sezonie grzewczym [GJ/sezon]

Qc2spg – ilość użytecznej energii cieplnej zużytej w sezonie poza-grzewczym [GJ/sezon]

ηe2sg – udział procentowy dostarczonej energii elektrycznej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie grzewczym [ % ]

ηe2spg – udział procentowy dostarczonej energii elektrycznej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie poza-grzewczym [ % ]

ηc2sg – udział procentowy dostarczonej energii cieplnej w wyprodukowanej energii cieplnej,
średnia w sezonie grzewczym [ % ]

ηc2spg – udział procentowy dostarczonej energii cieplnej w wyprodukowanej energii cieplnej, średnia w sezonie poza-grzewczym [ % ]

U2 – jak we wzorze ( 3,4 )

Ilość energii elektrycznej lub cieplnej Qe2k, Qc2k 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

**Qe2k = Me2k \* t2k \*10-3 [GWh/sezon] ( 11 )**

gdzie:

Me2k – średnia moc elektryczna układu produkującego energetyczną i cieplną w sezonie
grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWe]

t2k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego [ h ] określony na pdst Polskich Norm lub danych meteorologicznych IMiGW

**Qc2k = 0,278 \* Mck \* tk [GJ/sezon] ( 12 )**

gdzie:

Mc2k – średnia moc cieplna układu produkującego en elektryczną i cieplną w sezonie grzewczym k=sg lub pozagrzewczym k=spg [MWc]

t2k – czas trwania sezonu grzewczego lub pozagrzewczego (określanego wg danych IMGWiŚ lub Polskiej Normy) [ h ]

Zapotrzebowanie dodatkowej energii elektrycznej lub cieplnej ηek, ηck 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

**ηek , ηck = 100\*Qk/Upal ( 13 )**

gdzie:

Qk – Qe,Qc – uzyskana energia elektryczna/cieplna z 1kg paliwa stosowanego w instalacji

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

* 1. 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 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) tsg = 222 doby \* 24 h/dobę = 5328 h.

Czas trwania sezonu poza-grzewczego tspg = 8760 – 5328 = 3522 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

 ηesg = 16,6 %

 ηespg = 14,1 %

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

 ηcsg = 63,4 %

 ηesg = 61,4 %

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

Ilość energii elektrycznej

**Q1ek = Mek \* tk \*10-3 [GWh/sezon] ( 5 )**

 Q1esg = 1,95 \* 5328 = 10,4 [GWh/sezon]

 Q1espg = 1,1 \* 3522 = 3,9 [GWh/sezon]

Ilość energii cieplnej

**Q1ck = 3,6 \* M1ck \* t1k [GJ/sezon] ( 6 )**

 Q1csg = 3,6 \* 7,5 \* 5328 = 143856 [GJ/sezon]

 Q1cspg = 3,6 \* 5 \* 3522 = 63396 [GJ/sezon]

W związku z tym, że po wykonaniu przebudowy instalacji paliwem jest biomasa, dla której wskaźnik emisji ditlenku węgla wynosi zero tj W1 = 0 ilości paliwa można nie liczyć, bo roczna emisja dwutlenku węgla będzie równa zero E1 = 0,0

* + 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 wyprodukowana energie elektryczną.

**E1e = 3600 \* Q1e\* WeKSE ( 21 )**

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

 WeKSE = 304,0 kg/GJ

 Q1e = Q1esg + Q1espg

 Q1e = 10,4 + 3,9 = 14,3 GWh

 E1e = 3,6 \* 14,3 \* 304,0 = 15650 t/rok

Uniknięta emisja dwutlenku węgla związana z ograniczeniem wytwarzania energii cieplnej .

**E1c = 0,001 \* Q1c\* WcLSC [ GJ ] ( 22 )**

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

WcLSC = 143,7 kg/GJ

 Q1c = Q1csg + Q1cspg

 Q1e = 143856 + 63396 = 207252 GJ/rok

 E1cdod = 0,001 \* 207252 \* 143,7 = 29782 t/rok

Wielkość emisji unikniętej w wyniku realizacji projektu

E2 = Eedod + Ecu = 15650 + 29782 = 45432 t/rok

Oszczędności w emisji dwutlenku węgla wynikających z realizacji projektu wynosi:

 **ΔE = E2 – E1 = 45432 - 0 = 45432 t/rok**

**Roczne obniżenie emisji dwutlenku węgla w wyniku zrealizowania projektu wynosi:**

**ΔE = 45432 ton w ciągu roku**

1. Wymóg odnosi się osobno do każdego systemu ciepłowniczego. Nie dopuszcza się sumowania mocy wszystkich systemów,
w ramach których inwestor prowadzi działalność. [↑](#footnote-ref-1)
2. 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. [↑](#footnote-ref-2)
3. 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. [↑](#footnote-ref-3)