

2022r.

## AUDYT ENERGETYCZNY INSTALACJI PV

### SZKOŁA

#### 1. Podmiot u którego zostanie lub zostało zrealizowane przedsięwzięcie

Nazwa: Gmina Ciasna

Adres: ul. Nowa 1a 42-793 Ciasna

#### 2. Miejsce lokalizacji przedsięwzięcia

Adres: 42-793 Sieraków Śląski ul. Szkolna 4 dz nr. ewid. 106 obr. Sieraków Śląski

#### 3. Audyt sporządził:

Imię i Nazwisko:

**mgr inż Robert Wolski**

czerwiec 2022 r.

<b>1. Karta efektywności energetycznej</b>		
Karta efektywności energetycznej		Data wykonania <b>27.06.2022</b>
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej		
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej	Instalacja fotowoltaiczna	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej	Budowa instalacji fotowoltaicznej	
Dane podmiotu upoważnionego ( numer PESEL albo nazwa ), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie jakie zostało zrealizowane	Gmina Ciasna ul. Nowa 1a 42-793 Ciasna	
Parametry przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej		
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	<b><u>5 748,00</u></b>	<b>[kWh/rok]</b>
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	<b><u>17 244</u></b>	<b>[kWh/rok]</b>
Moc instalacji pv:	<b><u>6,00</u></b>	<b>[kW]</b>
Planowane koszty całkowite	<b><u>27 600,00</u></b>	<b>[ zł brutto ]</b>
Efekt ekonomiczny	<b><u>3 081,08</u></b>	<b>[ zł brutto ]</b>
SPBT	<b><u>8,96</u></b>	<b>[ zł brutto ]</b>
Dane sporządzającego audyt odnawialnego źródła ciepła		
Imię i Nazwisko	mgr inż. Robert Wolski	
Nr uprawnień	RR II 4/AZ/7132/174/02	
Nr telefonu	48 606 289 540	
Podpis		
<p>*** Na podstawie wskaźników emisji CO<sub>2</sub> zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.</p> <p><b>Spis treści</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karta efektywności energetycznej</li> <li>2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu</li> <li>3. Zasada działania paneli fotowoltaicznych</li> <li>4. Właściwości paneli fotowoltaicznych</li> <li>5. Optymalizacja rozwiązań technologicznych</li> <li>6. Planowany zakres robót</li> <li>7. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej</li> <li>8. Bilans cieplny instalacji fotowoltaicznej</li> <li>9. Ankieta techniczno - ekonomiczna instalacji fotowoltaicznej</li> <li>10. Efekt ekologiczny</li> </ol>		

## 2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

### 2.1. Cel i zakres opracowania

Audyt energetyczny instalacji fotowoltaicznej przedstawia analize ekologiczno - ekonomiczną dla montażu instalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędnymi instalacjami elektrycznymi. Ma również za zadanie sprawdzić, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych. Audyt może służyć również dla celów pozyskania środków na termomodernizację z różnych źródeł finansowania np. Funduszu termomodernizacyjnego przyznawanego przez BGK, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska, Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska, itp.

### 2.2. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej ( Dz. U. Nr 94, poz. 551 )
2. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów ( Dz.U. 2008 nr 223 poz. 1459 ) znowelizowana Ustawą o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 23 stycznia 2020 r ogłoszonej w Dz.U. z dnia 12 marca 2020 r poz 412.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ( Dz. U. Nr 43 z 2002 r poz. 346 )
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
6. PN-EN ISO 13790 – z 2009r „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”
7. Polska Norma PN – EN – ISO 6946 1999 „Komponenty budowlane i elementy budynków. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”
8. Polska Norma; PN-83/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”
9. Polska Norma: PN-ISO 9836 „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. Z 2002 r nr 75 poz. 690)

### 2.3. Inne dokumenty

Ankieta danych dot przedmiotowej instalacji opracowana przez audytora na podstawie zebranych informacji

### 2.4. Data wizji lokalnej

czerwiec - lipiec 2022 r.

### 2.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

Audyt opracowano na potrzeby uzyskania dofinansowania z funduszy przeznaczonych na poprawę efektywności energetycznej.

W ramach audytu dokonano oceny efektywności polegającej na budowie instalacji fotowoltaicznej.

### 3. Zasada działania paneli fotowoltaicznych

Podstawą działania ogniw fotowoltaicznych jest zjawisko przetwarzania promieniowania optycznego (słonecznego) w energię elektryczną

Promieniowanie optyczne to strumień fotonów rozchodzący się z pewną częstotliwością, z których każdy niesie energię. Podstawowym materiałem z którego wykonuje się półprzewodniki jest krzem. Atomy krzemu składają się z jądra zbudowanego z protonów (posiadających ładunek dodatni) i neutronów oraz elektronów (posiadających ładunek ujemny), które krążą wokół jądra po różnych orbitach. Fotony zderzając się z elektronami przekazują im całą niesioną przez siebie energię i jeżeli jest ona wystarczająco duża, dochodzi do fotoemisji, czyli wybicia elektronów walencyjnych – położonych na orbicie najdalej usytuowanej od jądra (posiadających najwyższy poziom energii). Atom półprzewodnika pozbawiony elektronu zyskuje ładunek dodatni, a miejsce w którym brakuje elektronu nazywa się dziurą. Atom krzemu posiada 14 elektronów, wśród których 4 to elektrony walencyjne. Wiąże się to z możliwością oddania lub przejęcia 4 elektronów. W sieci krystalicznej elektrony sąsiednich atomów tworzą wiązania.

Pierwiastki czwartej grupy, takie jak krzem są półprzewodnikami samoistnymi, a przewodność jaką osiągają jest niewystarczająca do praktycznego ich wykorzystania. W celu poprawienia ich właściwości wprowadza się do struktury krystalicznej domieszki odpowiednich atomów. W zależności od wprowadzonego pierwiastka uzyskuje się półprzewodniki zawierające nadmiar lub niedobór elektronów w strukturze krystalicznej:

- półprzewodniki typu n uzyskuje się przez dodanie w procesie wzrostu kryształu domieszek pięciowartościowych, posiadających 1 elektron walencyjny więcej od krzemu (np. fosfor, arsen, antymon). Ten piąty elektron będzie słabo związany z jądrem i niewielka ilość energii będzie potrzebna aby zerwać to wiązanie,
- półprzewodniki typu p uzyskuje się analogicznie poprzez dodanie do kryształu pierwiastków trójwartościowych (np. bor, glin, ind), co spowoduje zdekompetyowanie jednego z wiązań i powstanie dziur elektronowych.

Po zetknięciu ze sobą obu półprzewodników, w pobliżu płaszczyzny złącza istnieją gradienty koncentracji dziur i elektronów, co powoduje ich dyfuzję. Elektrony z obszaru n przemieszczają się do obszaru p, przez co nowe dziury powstają w obszarze n. Wymusza to ciągły przepływ elektronów, a przemieszczanie elektronów powoduje pojawienie się różnicy potencjałów, czyli napięcia elektrycznego i przepływ prądu.

#### 4. Właściwości paneli fotowoltaicznych

Pojedyncze ogniwo fotowoltaiczne składa się z płytki krzemowej. Na górnej powierzchni płytki umieszczona jest elektroda w postaci siatki zbierająca elektrony, a na dolnej nanoszona jest elektroda dolna w postaci warstwy metalicznej.

Moc pojedynczego ogniwa przy napięciu 0,5-0,6 V i prądzie 2,5 A kształtuje się w granicach 1-2 W. Pojedyncze ogniwa łączy się w większe struktury nazywane panelami fotowoltaicznymi. Przy połączeniu równoległym całkowity prąd wygenerowany z modułu, będzie iloczynem natężenia pojedynczego ogniwa i ilości ogniw. Połączenie szeregowe daje możliwość zwiększenia napięcia i napięcie końcowe będzie iloczynem napięcia pojedynczego ogniwa i ilości ogniw.

Na pracę ogniwa wpływ mają zmiany temperatury pracy ogniwa. Wraz ze wzrostem temperatury:

- maleje napięcie układu,
- wzrasta prąd zwarcia,
- maleje moc i sprawność ogniwa.

Ogniwa fotowoltaiczne pracują przez cały dzień, od wschodu do zachodu słońca, przy czym natężenie promieniowania w ciągu dnia jest nieustannie zmienne, co wpływa w istotny sposób na charakterystykę modułów.

W charakterystyce modułów wyróżnia się trzy punkty:

- punkt optymalnego działania, który odpowiada mocy maksymalnej - punkt ten określa wartości napięcia i natężenia,
- punkt, w którym napięcie jest równe zeru i wartość produkcji prądu jest maksymalna,
- punkt, który odpowiada zerowej wartości prądu i maksymalnej wartości napięcia.

Sprawność paneli krystalicznych na dzień dzisiejszy dochodzi do 20% i zależy głównie od materiału z jakich są wykonane oraz od temperatury, przy czym zależność temperaturowa jest również zdeterminowana przez materiał.

W skład systemu fotowoltaicznego wchodzi następujące elementy:

- panele fotowoltaiczne,
- odbiornik generowanej energii
- urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Panele fotowoltaiczne dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, którego praktyczne wykorzystanie wymaga zastosowania inwertera, przekształcającego prąd stały na prąd zmienny, o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

## 5. Optymalizacja rozwiązań technologicznych

W celu wykorzystania energii słonecznej do wytwarzania energii elektrycznej, przewiduje się budowę instalacji na gruncie.

Dobór wielkości i typu instalacji fotowoltaicznej jest wynikiem optymalizacji uwzględniającej następujące uwarunkowania:

- miejsce usytuowania instalacji,
- charakterystykę odbiorników energii elektrycznej,
- warunki przyłączenia określone przez operatora sieci elektroenergetycznej,
- ilość dostępnego miejsca,
- typ systemu fotowoltaicznego,
- lokalne warunki meteorologiczne.

Planowane do wybudowania instalacje fotowoltaiczne stanowią zespół prądotwórczy, klasyfikowany jako mikroźródło (do 40 kW), wykorzystujące energię odnawialną. Instalacja wytwarzać będzie energię elektryczną na potrzeby własne.

Występujący okresowo nadmiar energii, w przypadku braku chwilowego zapotrzebowania, zagospodarowany zostanie z postanowieniami Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii, w następujący sposób:

- oddawany będzie do publicznej sieci elektroenergetycznej. Ilość energii oddanej do sieci elektroenergetycznej
- 1 nie będzie przekraczać ilości energii pobranej i bilansowana będzie z ilością energii pobieranej z sieci w okresie 6 miesięcznym,
- 2 nie przewiduje się magazynowania energii w akumulatorach.

## 6. Planowany zakres robót

### Zakres robót

Budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie

### Kolejność realizacji

1. Montaż urządzeń
2. Wykonanie robót łączeniowych i przyłączeniowych
3. Dokonanie czynności pomiarowych i kontrolnych
4. Zgłoszenie wykonanych robót do odbioru

### Moduły fotowoltaiczne

Na potrzeby elektrowni projektuje się moduły o mocy 410 W każdy. Przewiduje się montaż paneli na gruncie. Na instalacji zostały zamontowane moduły fotowoltaiczne o mocy 285W w celu przyłączenia do Tauron jako prosument. Pozostałe panele zostaną dobrane zgodnie z mocą wynikającą z zużycia energii.

Moduły montować na konstrukcjach stalowych w sposób umożliwiający uzyskanie kąta pochylenia panel w zakresie 25-30.

Rozmieszczenie modułów powinno gwarantować dostęp serwisowy i eksploatacyjny do każdego pojedynczego modułu. Zastosowane odstępy między rzędami paneli, powinny zabezpieczać przed wzajemnym zacienianiem rzędów paneli w porach dnia, kiedy energia promieniowania słonecznego jest największa.

Bieżąca obserwacja pracy wszystkich elementów systemu oraz nadzór nad pracą inwerterów i generatorów fotowoltaicznych, prowadzona będzie przez centrum komunikacyjne, którego zadaniem będzie monitoring, diagnostyka, przechowywanie danych oraz wizualizacja pracy instalacji fotowoltaicznej.

## 7. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej

### Charakterystyka źródła energii elektrycznej

L.p.	Dane ogólne	Stan docelowy
1	2	3
1	Typ instalacji	Instalacja sieciowa typu on-grid
2	Rodzaj paneli fotowoltaicznych	panele fotowoltaiczne - monokrystaliczne
3	Sposób posadowienia instalacji	Posadowienie na gruncie
4	Moc instalacji fotowoltaicznej [kW]	6,00
5	Moc pojedynczych paneli [W]	410,00
6	Ilość paneli [ szt]	14
7	Moc inwertera [kW]	3,50
8	Powierzchnia czynna instalacji fotowoltaicznej [m2]	24,99
9	Producent paneli fotowoltaicznych	wyłoniony w drodze przetargu zgodnie z Ustawą
10	Koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej [ zł brutto ]	27 600,00



## 8. Bilans cieplny i ekonomiczny instalacji fotowoltaicznej

### Ocena cieplna

L.p.		jednostki	wartość
1.	Moc przydzielona	kW	22
2.	Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne (podstawie faktur )	kWh	8 109,00
3.	Moc instalacji fotowoltaicznej	kW	6,00
4.	Moc pojedynczego panela fotowoltaicznego	Wp	410,00
5.	Ilość zamontowanych paneli	szt	14,00
6.	Produkcja energii elektrycznej z 1 kW mocy instalacji fotowoltaicznej w orkesie rocznym	kWh	958,00
7.	Produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej w okresie rocznym	kWh	5 748,00

### Bilans cieplny instalacji fotowoltaicznej

L.p	Wyszczególnienie		Wartość
1	2		3
1.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	kWh/rok	<u>5 748</u>
2.	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ( energia elektryczna pochodząca z sieci elektroenergetycznej )	-	3,0
3.	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	kWh/rok	<u>17 244</u>

### Analiza ekonomiczna

1.	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej [ zł brutto ]	27 600,00
2.	Średnioroczna oszczędność kosztów energii elektrycznej	3 081,08
3.	Cena jednostkowa energii [zł/kWh]	0,71
4.	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]	8,96

## 9. Ankieta techniczno ekonomiczna instalacji fotowoltaicznej

B	System produkcji energii energii	Stan docelowy
1	Charakterystyka źródła energii elektrycznej (rodzaj, posadowienie, liczba sztuk, producent, typ, powierzchnia czynna, moc elektryczna)	
2	Nominalna moc elektryczna instalacji [kW]	6,00
3	Produkcja energii elektrycznej całkowita (4+7) [kWh/a]	5 748,00
4	Produkcja energii elektrycznej przekazywanej do sieci [kWh/a]	3 448,80
5	Cena jednostkowa energii przekazywanej do sieci [zł/kWh]	0,71
6	Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej [zł/a]	2 448,65
7	Produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne [kWh/a]	2 299,20
8	Cena jednostkowa energii kupowanej [zł/kWh]	0,71
9	Oszczędności w zakupie energii elektrycznej [zł/a]	1 632,43
10	Roczne oszczędności oraz dochody ze sprzedaży energii elektrycznej [zł/a]	4 081,08
11	Koszty eksploatacji [zł/a]	1 000,00
12	Roczne dochody z prod.energii elektrycznej po odjęciu kosztów eksploatacji [zł/a]	3 081,08
13	Całkowite nakłady inwestycyjne (zgodnie z harmonogramem rzeczowo - finansowym) [zł]	27 600,00
14	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]	8,96
15	Czy podmiot ubiegający się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej jest przyłączony do sieci jako odbiorca końcowy, a moc zainstalowana mikroinstalacji, o przyłączenie której ubiega się ten podmiot, nie jest większa niż określona w wydanych warunkach przyłączenia (wybrać właściwe, w przypadku zaznaczenia NIE proszę opisać stan faktyczny)	<div> <div>TAK</div> <div>NIE</div> <div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div> </div>

## 10. Efekt ekologiczny

## STAN PRZED MODERNIZACJĄ

stan istniejący - energia elektryczna - WSKAŹNIKI (KOBIZE) EMISYJNOŚCI CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016 rok, (grudzień 2017 r.)						
Zapotrzebowanie energii końcowej	Wartości opałowa	Zapotrzebowanie paliwa	Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji	Zawartość siarki i popiołu	Emisja zanieczyszczeń
MWh/rok	GJ/Mg	Mg/rok		kg/MWh	%	kg/rok
8,11			SO <sub>x</sub>	0,818	x	6,63
			NO <sub>x</sub>	0,824	x	6,68
			CO	0,252	x	2,04
			CO <sub>2</sub>	0,812	x	6,58
			pył całkowity	0,053	x	0,43
			benzo(a)piren	x	x	x

## STAN PO MODERNIZACJI

stan po modernizacji - energia elektryczna - WSKAŹNIKI (KOBIZE) EMISYJNOŚCI CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016 rok, (grudzień 2017 r.)						
Zapotrzebowanie energii końcowej	Wartości opałowa	Zapotrzebowanie paliwa	Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji	Zawartość siarki i popiołu	Emisja zanieczyszczeń
MWh/rok	GJ/Mg	Mg/rok		kg/MWh	%	kg/rok
2,36			SO <sub>x</sub>	0,818	x	1,93
			NO <sub>x</sub>	0,824	x	1,95
			CO	0,252	x	0,59
			CO <sub>2</sub>	0,812	x	1,92
			pył całkowity	0,053	x	0,13
			benzo(a)piren	x	x	x

Efekt ekologiczny				
Zanieczyszczenie	Emisja w stanie istniejącym	Emisja po modernizacji	Efekt ekologiczny	Efekt ekologiczny
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	%
SO <sub>x</sub>	6,633	1,931	4,702	70,88
NO <sub>x</sub>	6,682	1,945	4,736	70,88
CO	2,043	0,595	1,448	70,88
CO <sub>2</sub>	6,585	1,917	4,667	70,88
pył całkowity	0,430	0,125	0,305	70,88
PM10 2)	0,316	0,092	0,224	70,88

1) Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2015 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2018 (grudzień 2017 r.) - tab 12. instytucje/handel /usługi i tab 14, a dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisji gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016 r ( grudzień 2017 r), Dla PM10: „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW” - KOBIZE styczeń 2015 r

2) Ilość pyłu PM10 w całości pyłu - 73,56%

3) średnia gęstość gazu ziemnego 0,75 kg/m<sup>3</sup>