

Tytuł opracowania

# ANALIZA EFEKTYWNOŚCI WYKONANIA I EKSPLOATACJI INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

BUDYNEK PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ im. KARDYNAŁA  
STEFANA WYSZYŃSKIEGO WE WROCISZEWIE  
Wrociszew 20, 05-660 Warka  
**IX KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO**

Inwestor:

**Urząd Miejski w Warce, Plac Stefana  
Czarnieckiego 1, 05-660 Warka**

Jednostka projektowa:

Zakład Ochrony Środowiska i Usług Inżynierskich  
„EKOTERMA” Tomasz Ciężczyk  
26-630 Jedlnia Letnisko ul. Brzozowa 25/ tel/fax 048-322-17-22  
REGON 670158854

26-630 Jedlnia-Letnisko  
ul. Brzozowa 25

Imię i nazwisko:		Nr uprawnień:	Podpis:
INSTAL. ELEKTR.	PROJEKTANT  mgr inż. Tomasz Ciężczyk	Upr. Bud.Nr . Wa 389/02	
	OPRACOWANIE  mgr inż. Tomasz Ciężczyk		

Jedlnia-Letnisko 22 Sierpień 2023r.

# OPIS TECHICZNY

## 1. Przedmiot opracowania.

Opracowanie niniejsze zawiera analizę zasadności wykonania i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku dla Publicznej Szkoły Podstawowej im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego we Wrociszewie, Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 2. Podstawa opracowania.

Podstawą poniższego opracowania jest:

- zlecenie Inwestora,
- wytyczne i uzgodnienia z Inwestorem,
- wizja lokalna i wykonana inwentaryzacja
- umowa na dostarczanie energii elektrycznej dla obiektu
- 

## 3. Lokalizacja.

Inwestycja zlokalizowana Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 4. Wprowadzenie

Zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz ciągły wzrost kosztów jej wytwarzania i sprzedaży skłania odbiorców do poszukiwania rozwiązań, mających na celu obniżenie kosztów pozyskania energii elektrycznej. Z drugiej strony z uwagi na malejące zasoby tradycyjnych surowców energetycznych oraz coraz większą dbałość o środowisko naturalne promowane są instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii (energię wiatru, słońca itp.), tzw. „zieloną” energię.

Jednym z takich rozwiązań, które może zostać zastosowane praktycznie w każdych warunkach, jest mikro elektrownia w postaci dachowej instalacji fotowoltaicznej. Nie wymaga ona specyficznych warunków lokalizacyjnych (jakie muszą być spełnione np. dla elektrowni wiatrowych lub biogazowni), nie oddziałuje ujemnie na otoczenie. Jediną jej wadą jest możliwość wytwarzania energii elektrycznej tylko w ciągu dnia. W związku z tym, z uwagi na ograniczone możliwości jej magazynowania, energia ta powinna być zużywana na bieżąco (przy założeniu, że nie będzie odsprzedawana, tylko wykorzystywana na własne potrzeby). Obiektami, które pozwalają na racjonalne wykorzystanie energii elektrycznej wytwarzanej przez instalację fotowoltaiczną, są zatem wszelkie budynki, w których jest ona zużywana przede wszystkim w ciągu dnia: zakłady pracy pracujące na 1 lub 2 zmiany, urzędy, szkoły, biura itp.

Niniejszym opracowanie oszacowuje efektywność wykonania i eksploatacji dachowej mikroinstalacji fotowoltaicznej na dachu budynku o pow. całkowitej ok. 280 m<sup>2</sup> ukierunkowanego wschód - zachód.

## 2. Karta audytu energetycznego

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>			<b>Data wykonania</b>	
			30.12.2022 Aktualizacja 23.08.2023	
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej			Wykorzystanie energii odnawialnej promieniowania słonecznego do zasilania urządzeń elektroenergetycznych	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)			Montaż siłowni fotowoltaicznej na dachu budynku Publiczna Szkoła Podstawowa we Wrociszewie	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane			Publiczna Szkoła Podstawowa im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego, we Wrociszewie Wrociszew 20, 05-660 Warka	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej *:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii	
I kw. 2023 r.	III kw. 2023 r.	xxx	24	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>				
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	8 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	0,73	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	25 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	2,19	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	6,55			[ton/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i Nazwisko:	mgr inż. Tomasz Ciężczyk			
Nr uprawienia:	Wa 389/02			
Nr telefonu:	502 469 423			
Podpis:				

\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

\*\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.

\*\*\* 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.

### 3. Dobór rozwiązania dla rozważanego obiektu

Założono, że z uwagi na istniejący stan zagospodarowania działki, na której zlokalizowany jest budynek Szkoły, jedynym dostępnym miejscem na montaż instalacji jest jego dach. Bryła budynku jest zbliżona do prostokąta o wymiarach 16 x 18,0 m, wysokość w kalenicy wynosi 18,0 m, a powierzchnia całkowita jest równa 280 m<sup>2</sup>. Z uwagi na orientację obiektu względem głównych kierunków świata (oś dłuższa budynku północ - południe) najefektywniejsze umiejscowienie instalacji jest kierunek południowy, której powierzchnia netto (po odliczeniu pow. okien dachowych, kominów, kominków wentylacyjnych, wyższych obiektów itp.) wynosi ok. 250 m<sup>2</sup>.

### 4. Dobór instalacji

Na podstawie omówionych wcześniej założeń przyjęto rozwiązanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 72 paneli monokrystalicznych 390-410Wp (gdzie Wp oznacza moc szczytową przy pełnym nasłonecznieniu), o powierzchni całkowitej 129,0 m<sup>2</sup> i powierzchni zabudowy ok. 250 m<sup>2</sup> (odstęp między rzędami paneli PV), falownika trójfazowego 29,80 kW/3 faz on grid, okablowania oraz dwukierunkowego licznika energii. Całkowita moc tej instalacji jest równa 29,8 kWp. Liczba paneli i ich rozmieszczanie w kierunku 1/2 - 36 szt. wschodnim i 1/2 36 szt. w kierunku zachodnim zapewnia prawidłowe nasłonecznienie siłowni PV.

Analizując dotychczasowe miesięczne zużycie energii kształtujące się na poziomie 1200 kWh/mies., przyjęto, że instalacja w miesiącach wiosenno-letnich będzie pokrywała zapotrzebowanie w ok. 88%, w pozostałym okresie, z uwagi na mniejsze nasłonecznienie, produkowana ilość energii będzie mniejsza. Prognozowaną wielkość miesięcznie produkowanej energii elektrycznej (przy uwzględnieniu lokalnych warunków heliograficznych) przedstawiono w tabeli 1.

Prognozowana roczna produkcja  $E_{pr} = 15,8 \text{ MWh}$ .

TABELA 1. Przewidywana miesięczna produkcja energii elektrycznej

I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
282	282	1695	1680	1129	2830	2830	2250	4000	3000	1850	560	220

Przewidywana chwilowa moc maksymalna generatora fotowoltaicznego  
– 29,8 kWp, 29,80 tys kWh/rok

## 5. Analiza opłacalności

W przeprowadzonej analizie opłacalności zakupu i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej przyjęto następujące założenia:

- średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej 1200 kWh
- aktualny koszt energii elektrycznej brutto (uwzględniający opłaty stałe i zmienne) ponoszony przez właściciela wynosi 0,73 zł/kWh
- szacowany roczny wzrost cen energii elektrycznej 5%
- roczny spadek mocy modułów 0,7%
- koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej - **ok.120 000,00 zł brutto**

**Słownie: sto dwadzieścia tysięcy brutto**

Uwaga:

założono że obiekt jest już wyposażony w energooszczędne źródła światła typu LED /

– roczne koszty przeglądów, konserwacji i drobnych napraw bieżących 0,5% wartości początkowej instalacji.

Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną analizowanego budynku przy dotychczasowym sposobie użytkowania wynosi założono - 15 000 kWh do 20 000,0 kWh. Szacowana ilość energii elektrycznej produkowana w ciągu roku przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną wyniesie 29 800,00 kWh, stąd w rocznym bilansie energetycznym budynku różnica równa 9,800,00 kWh będzie musiała zostać zakupiona z sieci energetycznej. Poniesione nakłady inwestycyjne zwrócą się w 24 roku eksploatacji instalacji.

## 6. Efekt ekonomiczny

Oszczędność zużycia energii elektrycznej:

1	2	3	4
1.	Zamówiona moc elektryczna w OSD	kW	$P_{\text{baz.}} = 15,00$
2.	Energia elektryczna pobierana przez oświetlenie w stanie bazowym – przed modernizacją /15tys kWh*2/3/	kWh	$E_{\text{baz.}} = 10\ 000,00$
3.	Zainstalowana moc źródeł energii odnawialnej po modernizacji	kW	$P_m = 29\ 800,0$
4.	Energia elektryczna wytworzona po modernizacji	kWh	$E_m = 29\ 800,0$
5.	Zużycie energii po modernizacji na potrzeby oświetlenia	kWh	$\Delta E_{\text{akt.}} = 1\ 500,0$
6.	Średnia cena energii elektrycznej	zł/kWh	$C_{\text{el.}} = 0,73$
7.	Osiągnięty efekt ekonomiczny	zł	$EE_{\text{el.}} = 6\ 250,0$
8.	SPBT	lat	24,0

## 7. Efekt ekologiczny.

Wskaźniki emisji przyjęto zgodnie z komunikatem dotyczącym emisji dwutlenku węgla przypadającej na 1 MWh energii elektrycznej ogłoszonym przez Kobize - WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i TSP dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji (grudzień 2022 ) wynosi **-182,1 g CO<sub>2</sub>/ MJ**

	Jednostka	CO <sub>2</sub>
Emisja przed modernizacją	Mg	6,55
Emisja po modernizacji	Mg	0,00
Ilość zaoszczędzonej emisji CO <sub>2</sub>	Mg	6,55

**Redukcja emisji MgCO<sub>2</sub>/rok – 6,55**

## 8. Podsumowanie

Z uwagi na 24-letni okres zwrotu poniesionych nakładów zaproponowana instalacja fotowoltaiczna wydaje się atrakcyjnym uzupełnieniem dotychczasowego sposobu zaopatrywania budynku w energię elektryczną. Ponieważ okres największego poboru energii (godziny pracy Szkoły zajmującej budynek) pokrywa się z najlepszym dobowym okresem jej produkcji (godz. 7.00-19.00) energia będzie zużywana na bieżąco, wyeliminowano tym samym koszty związane z jej ewentualnym magazynowaniem.

Ze względu na lokalizację budynku w sąsiedztwie wysokich drzew, trzeba będzie podjąć kroki w celu utrzymania optymalnego nastęncznienia dachu.

geoportal.gov.pl

Skala: 1:500



Główny Urząd Geodezji i Kartografii  
ul. Wspólna 2  
00-926 Warszawa

Uwaga: Ten wydruk ma charakter wyłącznie poglądowy i w żadnym razie nie może być traktowany jako dokument oficjalny.  
© 2022 GUGIK Wszystkie prawa zastrzeżone.

Lokalizacja obiektu

Tytuł opracowania

# ANALIZA EFEKTYWNOŚCI WYKONANIA I EKSPLOATACJI INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

BUDYNEK PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ im. KARDYNAŁA  
STEFANA WYSZYŃSKIEGO WE WROCISZEWIE  
Wrociszew 20, 05-660 Warka  
**IX KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO**

Inwestor:

**Urząd Miejski w Warce, Plac Stefana  
Czarnieckiego 1, 05-660 Warka**

Jednostka projektowa:

Zakład Ochrony Środowiska i Usług Inżynierskich  
„EKOTERMA” Tomasz Ciężczyk  
26-630 Jedlnia Letnisko ul. Brzozowa 25/ tel/fax 048-322-17-22  
REGON 670158854

26-630 Jedlnia-Letnisko  
ul. Brzozowa 25

Imię i nazwisko:		Nr uprawnień:	Podpis:
INSTAL. ELEKTR.	PROJEKTANT  mgr inż. Tomasz Ciężczyk	Upr. Bud.Nr . Wa 389/02	
	OPRACOWANIE  mgr inż. Tomasz Ciężczyk		

Jedlnia-Letnisko 22 Sierpień 2023r.

# OPIS TECHICZNY

## 1. Przedmiot opracowania.

Opracowanie niniejsze zawiera analizę zasadności wykonania i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku dla Publicznej Szkoły Podstawowej im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego we Wrociszewie, Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 2. Podstawa opracowania.

Podstawą poniższego opracowania jest:

- zlecenie Inwestora,
- wytyczne i uzgodnienia z Inwestorem,
- wizja lokalna i wykonana inwentaryzacja
- umowa na dostarczanie energii elektrycznej dla obiektu
- 

## 3. Lokalizacja.

Inwestycja zlokalizowana Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 4. Wprowadzenie

Zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz ciągły wzrost kosztów jej wytwarzania i sprzedaży skłania odbiorców do poszukiwania rozwiązań, mających na celu obniżenie kosztów pozyskania energii elektrycznej. Z drugiej strony z uwagi na malejące zasoby tradycyjnych surowców energetycznych oraz coraz większą dbałość o środowisko naturalne promowane są instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii (energię wiatru, słońca itp.), tzw. „zieloną” energię.

Jednym z takich rozwiązań, które może zostać zastosowane praktycznie w każdych warunkach, jest mikro elektrownia w postaci dachowej instalacji fotowoltaicznej. Nie wymaga ona specyficznych warunków lokalizacyjnych (jakie muszą być spełnione np. dla elektrowni wiatrowych lub biogazowni), nie oddziałuje ujemnie na otoczenie. Jediną jej wadą jest możliwość wytwarzania energii elektrycznej tylko w ciągu dnia. W związku z tym, z uwagi na ograniczone możliwości jej magazynowania, energia ta powinna być zużywana na bieżąco (przy założeniu, że nie będzie odsprzedawana, tylko wykorzystywana na własne potrzeby). Obiektami, które pozwalają na racjonalne wykorzystanie energii elektrycznej wytwarzanej przez instalację fotowoltaiczną, są zatem wszelkie budynki, w których jest ona zużywana przede wszystkim w ciągu dnia: zakłady pracy pracujące na 1 lub 2 zmiany, urzędy, szkoły, biura itp.

Niniejszym opracowanie oszacowuje efektywność wykonania i eksploatacji dachowej mikroinstalacji fotowoltaicznej na dachu budynku o pow. całkowitej ok. 280 m<sup>2</sup> ukierunkowanego wschód - zachód.



## 2. Karta audytu energetycznego

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>			<b>Data wykonania</b>	
			30.12.2022 Aktualizacja 23.08.2023	
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		Wykorzystanie energii odnawialnej promieniowania słonecznego do zasilania urządzeń elektroenergetycznych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)		Montaż siłowni fotowoltaicznej na dachu budynku Publiczna Szkoła Podstawowa we Wrociszewie		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane		Publiczna Szkoła Podstawowa im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego, we Wrociszewie Wrociszew 20, 05-660 Warka		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej *:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii	
I kw. 2023 r.	III kw. 2023 r.	xxx	24	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>				
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	8 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	0,73	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	25 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	2,19	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	6,55			[ton/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i Nazwisko:	mgr inż. Tomasz Ciężczyk			
Nr uprawienia:	Wa 389/02			
Nr telefonu:	502 469 423			
Podpis:				

\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

\*\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.

\*\*\* 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.

### 3. Dobór rozwiązania dla rozważanego obiektu

Założono, że z uwagi na istniejący stan zagospodarowania działki, na której zlokalizowany jest budynek Szkoły, jedynym dostępnym miejscem na montaż instalacji jest jego dach. Bryła budynku jest zbliżona do prostokąta o wymiarach 16 x 18,0 m, wysokość w kalenicy wynosi 18,0 m, a powierzchnia całkowita jest równa 280 m<sup>2</sup>. Z uwagi na orientację obiektu względem głównych kierunków świata (oś dłuższa budynku północ - południe) najefektywniejsze umiejscowienie instalacji jest kierunek południowy, której powierzchnia netto (po odliczeniu pow. okien dachowych, kominów, kominków wentylacyjnych, wyższych obiektów itp.) wynosi ok. 250 m<sup>2</sup>.

### 4. Dobór instalacji

Na podstawie omówionych wcześniej założeń przyjęto rozwiązanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 72 paneli monokrystalicznych 390-410Wp (gdzie Wp oznacza moc szczytową przy pełnym nasłonecznieniu), o powierzchni całkowitej 129,0 m<sup>2</sup> i powierzchni zabudowy ok. 250 m<sup>2</sup> (odstęp między rzędami paneli PV), falownika trójfazowego 29,80 kW/3 faz on grid, okablowania oraz dwukierunkowego licznika energii. Całkowita moc tej instalacji jest równa 29,8 kWp. Liczba paneli i ich rozmieszczanie w kierunku 1/2 - 36 szt. wschodnim i 1/2 36 szt. w kierunku zachodnim zapewnia prawidłowe nasłonecznienie siłowni PV.

Analizując dotychczasowe miesięczne zużycie energii kształtujące się na poziomie 1200 kWh/mies., przyjęto, że instalacja w miesiącach wiosenno-letnich będzie pokrywała zapotrzebowanie w ok. 88%, w pozostałym okresie, z uwagi na mniejsze nasłonecznienie, produkowana ilość energii będzie mniejsza. Prognozowaną wielkość miesięcznie produkowanej energii elektrycznej (przy uwzględnieniu lokalnych warunków heliograficznych) przedstawiono w tabeli 1.

Prognozowana roczna produkcja  $E_{pr} = 15,8 \text{ MWh}$ .

TABELA 1. Przewidywana miesięczna produkcja energii elektrycznej

I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
282	282	1695	1680	1129	2830	2830	2250	4000	3000	1850	560	220

Przewidywana chwilowa moc maksymalna generatora fotowoltaicznego  
– 29,8 kWp, 29,80 tys kWh/rok

## 5. Analiza opłacalności

W przeprowadzonej analizie opłacalności zakupu i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej przyjęto następujące założenia:

- średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej 1200 kWh
- aktualny koszt energii elektrycznej brutto (uwzględniający opłaty stałe i zmienne) ponoszony przez właściciela wynosi 0,73 zł/kWh
- szacowany roczny wzrost cen energii elektrycznej 5%
- roczny spadek mocy modułów 0,7%
- koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej - **ok.120 000,00 zł brutto**

**Słownie: sto dwadzieścia tysięcy brutto**

Uwaga:

założono że obiekt jest już wyposażony w energooszczędne źródła światła typu LED /

– roczne koszty przeglądów, konserwacji i drobnych napraw bieżących 0,5% wartości początkowej instalacji.

Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną analizowanego budynku przy dotychczasowym sposobie użytkowania wynosi założono - 15 000 kWh do 20 000,0 kWh. Szacowana ilość energii elektrycznej produkowana w ciągu roku przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną wyniesie 29 800,00 kWh, stąd w rocznym bilansie energetycznym budynku różnica równa 9,800,00 kWh będzie musiała zostać zakupiona z sieci energetycznej. Poniesione nakłady inwestycyjne zwrócą się w 24 roku eksploatacji instalacji.

## 6. Efekt ekonomiczny

Oszczędność zużycia energii elektrycznej:

1	2	3	4
1.	Zamówiona moc elektryczna w OSD	kW	$P_{\text{baz.}} = 15,00$
2.	Energia elektryczna pobierana przez oświetlenie w stanie bazowym – przed modernizacją /15tys kWh*2/3/	kWh	$E_{\text{baz.}} = 10\ 000,00$
3.	Zainstalowana moc źródeł energii odnawialnej po modernizacji	kW	$P_m = 29\ 800,0$
4.	Energia elektryczna wytworzona po modernizacji	kWh	$E_m = 29\ 800,0$
5.	Zużycie energii po modernizacji na potrzeby oświetlenia	kWh	$\Delta E_{\text{akt.}} = 1\ 500,0$
6.	Średnia cena energii elektrycznej	zł/kWh	$C_{\text{el.}} = 0,73$
7.	Osiągnięty efekt ekonomiczny	zł	$EE_{\text{el.}} = 6\ 250,0$
8.	SPBT	lat	24,0

## 7. Efekt ekologiczny.

Wskaźniki emisji przyjęto zgodnie z komunikatem dotyczącym emisji dwutlenku węgla przypadającej na 1 MWh energii elektrycznej ogłoszonym przez Kobize - WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i TSP dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji (grudzień 2022 ) wynosi **-182,1 g CO<sub>2</sub>/ MJ**

	Jednostka	CO <sub>2</sub>
Emisja przed modernizacją	Mg	6,55
Emisja po modernizacji	Mg	0,00
Ilość zaoszczędzonej emisji CO <sub>2</sub>	Mg	6,55

**Redukcja emisji MgCO<sub>2</sub>/rok – 6,55**

## 8. Podsumowanie

Z uwagi na 24-letni okres zwrotu poniesionych nakładów zaproponowana instalacja fotowoltaiczna wydaje się atrakcyjnym uzupełnieniem dotychczasowego sposobu zaopatrywania budynku w energię elektryczną. Ponieważ okres największego poboru energii (godziny pracy Szkoły zajmującej budynek) pokrywa się z najlepszym dobowym okresem jej produkcji (godz. 7.00-19.00) energia będzie zużywana na bieżąco, wyeliminowano tym samym koszty związane z jej ewentualnym magazynowaniem.

Ze względu na lokalizację budynku w sąsiedztwie wysokich drzew, trzeba będzie podjąć kroki w celu utrzymania optymalnego nastęncznienia dachu.

geoportal.gov.pl

Skala: 1:500



Główny Urząd Geodezji i Kartografii  
ul. Wspólna 2  
00-926 Warszawa

Uwaga: Ten wydruk ma charakter wyłącznie poglądowy i w żadnym razie nie może być traktowany jako dokument oficjalny.  
© 2022 GUGIK Wszystkie prawa zastrzeżone.

Lokalizacja obiektu

Tytuł opracowania

# ANALIZA EFEKTYWNOŚCI WYKONANIA I EKSPLOATACJI INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

BUDYNEK PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ im. KARDYNAŁA  
STEFANA WYSZYŃSKIEGO WE WROCISZEWIE  
Wrociszew 20, 05-660 Warka  
**IX KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO**

Inwestor:

**Urząd Miejski w Warce, Plac Stefana  
Czarnieckiego 1, 05-660 Warka**

Jednostka projektowa:

Zakład Ochrony Środowiska i Usług Inżynierskich  
„EKOTERMA” Tomasz Ciężczyk  
26-630 Jedlnia Letnisko ul. Brzozowa 25/ tel/fax 048-322-17-22  
REGON 670158854

26-630 Jedlnia-Letnisko  
ul. Brzozowa 25

Imię i nazwisko:		Nr uprawnień:	Podpis:
INSTAL. ELEKTR.	PROJEKTANT mgr inż. Tomasz Ciężczyk	Upr. Bud.Nr . Wa 389/02	
	OPRACOWANIE mgr inż. Tomasz Ciężczyk		

Jedlnia-Letnisko 22 Sierpień 2023r.

# OPIS TECHICZNY

## 1. Przedmiot opracowania.

Opracowanie niniejsze zawiera analizę zasadności wykonania i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku dla Publicznej Szkoły Podstawowej im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego we Wrociszewie, Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 2. Podstawa opracowania.

Podstawą poniższego opracowania jest:

- zlecenie Inwestora,
- wytyczne i uzgodnienia z Inwestorem,
- wizja lokalna i wykonana inwentaryzacja
- umowa na dostarczanie energii elektrycznej dla obiektu
- 

## 3. Lokalizacja.

Inwestycja zlokalizowana Wrociszew 20, 05-660 Warka

## 4. Wprowadzenie

Zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz ciągły wzrost kosztów jej wytwarzania i sprzedaży skłania odbiorców do poszukiwania rozwiązań, mających na celu obniżenie kosztów pozyskania energii elektrycznej. Z drugiej strony z uwagi na malejące zasoby tradycyjnych surowców energetycznych oraz coraz większą dbałość o środowisko naturalne promowane są instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii (energię wiatru, słońca itp.), tzw. „zieloną” energię.

Jednym z takich rozwiązań, które może zostać zastosowane praktycznie w każdych warunkach, jest mikro elektrownia w postaci dachowej instalacji fotowoltaicznej. Nie wymaga ona specyficznych warunków lokalizacyjnych (jakie muszą być spełnione np. dla elektrowni wiatrowych lub biogazowni), nie oddziałuje ujemnie na otoczenie. Jediną jej wadą jest możliwość wytwarzania energii elektrycznej tylko w ciągu dnia. W związku z tym, z uwagi na ograniczone możliwości jej magazynowania, energia ta powinna być zużywana na bieżąco (przy założeniu, że nie będzie odsprzedawana, tylko wykorzystywana na własne potrzeby). Obiektami, które pozwalają na racjonalne wykorzystanie energii elektrycznej wytwarzanej przez instalację fotowoltaiczną, są zatem wszelkie budynki, w których jest ona zużywana przede wszystkim w ciągu dnia: zakłady pracy pracujące na 1 lub 2 zmiany, urzędy, szkoły, biura itp.

Niniejszym opracowanie oszacowuje efektywność wykonania i eksploatacji dachowej mikroinstalacji fotowoltaicznej na dachu budynku o pow. całkowitej ok. 280 m<sup>2</sup> ukierunkowanego wschód - zachód.

## 2. Karta audytu energetycznego

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>			<b>Data wykonania</b>	
			30.12.2022 Aktualizacja 23.08.2023	
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		Wykorzystanie energii odnawialnej promieniowania słonecznego do zasilania urządzeń elektroenergetycznych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)		Montaż siłowni fotowoltaicznej na dachu budynku Publiczna Szkoła Podstawowa we Wrociszewie		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane		Publiczna Szkoła Podstawowa im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego, we Wrociszewie Wrociszew 20, 05-660 Warka		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej *:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii	
I kw. 2023 r.	III kw. 2023 r.	xxx	24	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>				
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	8 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	0,73	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	25 500,0	[GJ/rok] lub [kWh/rok]	2,19	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	6,55			[ton/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i Nazwisko:	mgr inż. Tomasz Ciężczyk			
Nr uprawienia:	Wa 389/02			
Nr telefonu:	502 469 423			
Podpis:				

\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

\*\* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.

\*\*\* 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.

### 3. Dobór rozwiązania dla rozważanego obiektu

Założono, że z uwagi na istniejący stan zagospodarowania działki, na której zlokalizowany jest budynek Szkoły, jedynym dostępnym miejscem na montaż instalacji jest jego dach. Bryła budynku jest zbliżona do prostokąta o wymiarach 16 x 18,0 m, wysokość w kalenicy wynosi 18,0 m, a powierzchnia całkowita jest równa 280 m<sup>2</sup>. Z uwagi na orientację obiektu względem głównych kierunków świata (oś dłuższa budynku północ - południe) najefektywniejsze umiejscowienie instalacji jest kierunek południowy, której powierzchnia netto (po odliczeniu pow. okien dachowych, kominów, kominków wentylacyjnych, wyższych obiektów itp.) wynosi ok. 250 m<sup>2</sup>.

### 4. Dobór instalacji

Na podstawie omówionych wcześniej założeń przyjęto rozwiązanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 72 paneli monokrystalicznych 390-410Wp (gdzie Wp oznacza moc szczytową przy pełnym nasłonecznieniu), o powierzchni całkowitej 129,0 m<sup>2</sup> i powierzchni zabudowy ok. 250 m<sup>2</sup> (odstęp między rzędami paneli PV), falownika trójfazowego 29,80 kW/3 faz on grid, okablowania oraz dwukierunkowego licznika energii. Całkowita moc tej instalacji jest równa 29,8 kWp. Liczba paneli i ich rozmieszczanie w kierunku ½ - 36 szt. wschodnim i ½ 36 szt. w kierunku zachodnim zapewnia prawidłowe nasłonecznienie siłowni PV.

Analizując dotychczasowe miesięczne zużycie energii kształtujące się na poziomie 1200 kWh/mies., przyjęto, że instalacja w miesiącach wiosenno-letnich będzie pokrywała zapotrzebowanie w ok. 88%, w pozostałym okresie, z uwagi na mniejsze nasłonecznienie, produkowana ilość energii będzie mniejsza. Prognozowaną wielkość miesięcznie produkowanej energii elektrycznej (przy uwzględnieniu lokalnych warunków heliograficznych) przedstawiono w tabeli 1.

Prognozowana roczna produkcja  $E_{pr} = 15,8 \text{ MWh}$ .

TABELA 1. Przewidywana miesięczna produkcja energii elektrycznej

I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
282	282	1695	1680	1129	2830	2830	2250	4000	3000	1850	560	220

Przewidywana chwilowa moc maksymalna generatora fotowoltaicznego  
– 29,8 kWp, 29,80 tys kWh/rok



## 5. Analiza opłacalności

W przeprowadzonej analizie opłacalności zakupu i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej przyjęto następujące założenia:

- średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej 1200 kWh
- aktualny koszt energii elektrycznej brutto (uwzględniający opłaty stałe i zmienne) ponoszony przez właściciela wynosi 0,73 zł/kWh
- szacowany roczny wzrost cen energii elektrycznej 5%
- roczny spadek mocy modułów 0,7%
- koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej - **ok.120 000,00 zł brutto**

**Słownie: sto dwadzieścia tysięcy brutto**

Uwaga:

założono że obiekt jest już wyposażony w energooszczędne źródła światła typu LED /

– roczne koszty przeglądów, konserwacji i drobnych napraw bieżących 0,5% wartości początkowej instalacji.

Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną analizowanego budynku przy dotychczasowym sposobie użytkowania wynosi założono - 15 000 kWh do 20 000,0 kWh. Szacowana ilość energii elektrycznej produkowana w ciągu roku przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną wyniesie 29 800,00 kWh, stąd w rocznym bilansie energetycznym budynku różnica równa 9,800,00 kWh będzie musiała zostać zakupiona z sieci energetycznej. Poniesione nakłady inwestycyjne zwrócą się w 24 roku eksploatacji instalacji.

## 6. Efekt ekonomiczny

Oszczędność zużycia energii elektrycznej:

1	2	3	4
1.	Zamówiona moc elektryczna w OSD	kW	$P_{\text{baz.}} = 15,00$
2.	Energia elektryczna pobierana przez oświetlenie w stanie bazowym – przed modernizacją /15tys kWh*2/3/	kWh	$E_{\text{baz.}} = 10\ 000,00$
3.	Zainstalowana moc źródeł energii odnawialnej po modernizacji	kW	$P_m = 29\ 800,0$
4.	Energia elektryczna wytworzona po modernizacji	kWh	$E_m = 29\ 800,0$
5.	Zużycie energii po modernizacji na potrzeby oświetlenia	kWh	$\Delta E_{\text{akt.}} = 1\ 500,0$
6.	Średnia cena energii elektrycznej	zł/kWh	$C_{\text{el.}} = 0,73$
7.	Osiągnięty efekt ekonomiczny	zł	$EE_{\text{el.}} = 6\ 250,0$
8.	SPBT	lat	24,0

## 7. Efekt ekologiczny.

Wskaźniki emisji przyjęto zgodnie z komunikatem dotyczącym emisji dwutlenku węgla przypadającej na 1 MWh energii elektrycznej ogłoszonym przez Kobize - WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i TSP dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji (grudzień 2022 ) wynosi **-182,1 g CO<sub>2</sub>/ MJ**

	Jednostka	CO <sub>2</sub>
Emisja przed modernizacją	Mg	6,55
Emisja po modernizacji	Mg	0,00
Ilość zaoszczędzonej emisji CO <sub>2</sub>	Mg	6,55

**Redukcja emisji MgCO<sub>2</sub>/rok – 6,55**

## 8. Podsumowanie

Z uwagi na 24-letni okres zwrotu poniesionych nakładów zaproponowana instalacja fotowoltaiczna wydaje się atrakcyjnym uzupełnieniem dotychczasowego sposobu zaopatrywania budynku w energię elektryczną. Ponieważ okres największego poboru energii (godziny pracy Szkoły zajmującej budynek) pokrywa się z najlepszym dobowym okresem jej produkcji (godz. 7.00-19.00) energia będzie zużywana na bieżąco, wyeliminowano tym samym koszty związane z jej ewentualnym magazynowaniem.

Ze względu na lokalizację budynku w sąsiedztwie wysokich drzew, trzeba będzie podjąć kroki w celu utrzymania optymalnego następcznienia dachu.

geoportal.gov.pl

Skala: 1:500



Główny Urząd Geodezji i Kartografii  
ul. Wspólna 2  
00-926 Warszawa

Uwaga: Ten wydruk ma charakter wyłącznie poglądowy i w żadnym razie nie może być traktowany jako dokument oficjalny.  
© 2022 GUGIK Wszystkie prawa zastrzeżone.

Lokalizacja obiektu