



AUDYT INSTALACJI PV Z OSZACOWANIEM PLANOWANEGO DO UZYSKANIA EFEKTU EKOLOGICZNEGO

1. Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej

***„Budowa instalacji fotowoltaicznych na budynkach Uniwersytetu Łódzkiego
– ETAP II.”***

2. Podmiot u którego zostanie lub zostało zrealizowane przedsięwzięcie:

Imię i nazwisko lub nazwa: **Uniwersytet Łódzki**

Adres: **al. Narutowicza 68
90-136 Łódź**

3. Miejsce lokalizacji przedsięwzięcia

Adres: **Łódź, Rewolucji 37/39; POW 3/5**

4. Audyt sporządził

Imię i nazwisko: **mgr inż. Piotr Szewczyk**

5. Data sporządzenia audytu: **luty 2021**

Spis treści:

1. Charakterystyka przedsięwzięcia
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu
3. Inwentaryzacja budynków
4. Optymalizacja energetyczno-techniczna
5. Określenie rocznych oszczędności kosztów
6. Zestawienie usprawnień
7. Podsumowanie
8. Załączniki

Załącznik nr 1

- *Obliczenie wielkości zużycia oraz całościowych i jednostkowych opłat za zużycie energii elektrycznej*

Załącznik nr 2

- *Szacunkowa produkcja instalacji PV dla wskazanych lokalizacji przy uwzględnieniu warunków optymalnych*

Załącznik nr 3

- *Wyliczenie planowanego do osiągnięcia efektu ekologicznego przy uwzględnieniu różnych wskaźników*

Charakterystyka przedsięwzięcia

1. Charakterystyka technologiczna

Wyszczególnienie			Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Rodzaj paliwa		Energia elektryczna	Energia elektryczna
	a. Stałe	t/rok		
	b. Ciekłe	m3/rok		
	c. Gazowe	Nm3/rok		
2.	Typ zasilania		Sieć energetyki zawodowej	Sieć energetyki zawodowej + PV

2. Charakterystyka energetyczna

1.	Moc zainstalowana Pi	kW	450,00	450,00
2.	Moc zapotrzebowana Pz	kW	360,00	360,00
3.	Straty mocy na przesyle	kW		
4.	Potrzeby własne źródła	kW		
5.	Ilość zużywanej energii z sieci	MWh/rok	887,13	659,85
6.	Sprawność eksploatacyjna	%	100%	100%
7.	Zużycie energii końcowej sieciowej	GJ/rok	3 193,67	2 375,47

3. Prognoza rynku energii

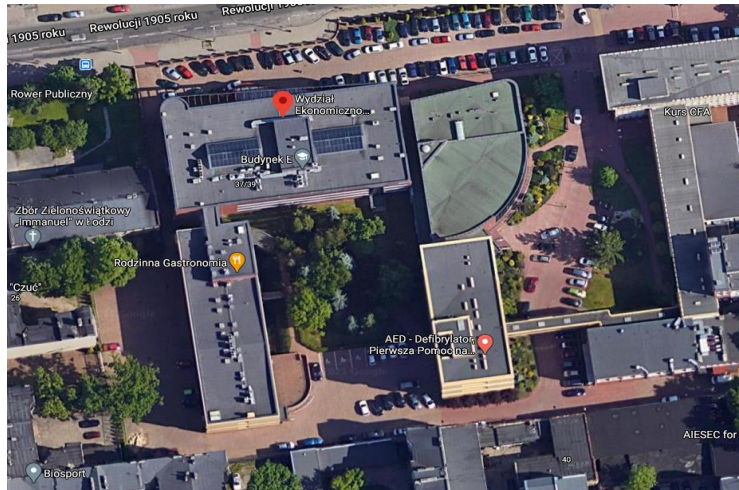
Rok		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zapotrzebowanie na energię sieciową	MWh/rok	887,13	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85	659,85
Prognoza efektów ekonomicznych	zł/rok		55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683

4. Efekty modernizacji i wyniki analizy ekonomicznej

Szacowana roczna oszczędność energii elektrycznej z sieci	%	26%
Szacowana roczna oszczędność energii elektrycznej z sieci	MWh/rok	227,28
Szacowana wielkość produkcji z PV	MWh/rok	227,28
Całkowity koszt energii wyjściowy (netto)	zł/rok	217 347,10
Całkowity koszt energii docelowy (szacowany, netto)	zł/rok	161 663,99
Szacowane roczne oszczędności kosztów (netto)	zł/rok	55 683,11
Jednostkowy koszt energii wyjściowy (średnia, netto)	zł/MWh	245,00
Szacowane koszty całkowite przedsięwzięcia (netto)	zł	1 724 960,00
Łączna moc zainstalowana OZE	MW	0,43124

2.1. Dane ogólne:

Przedmiotem audytu są instalacje zasilania w energię elektryczną budynków użyteczności publicznej, w którym mieszczą się Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny Uniwersytetu Łódzkiego. Obecnie budynki zasilane jest w energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej poprzez dwa punkt przyłączenia.



2.2. Dokumentacja projektowa:

- Dane dotyczące zażycia energii i wyniki wstępnego doboru instalacji oraz uzysków
- Dobór wielkości instalacji i szacunkowe uzyski energii elektrycznej wynikające z zastosowania
- proponowanego wariantu modernizacyjnego - otrzymanego od zamawiającego
- Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831)
- Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 2008 nr 223, poz 1459)
- Ustawą z dnia 29 sierpnia 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2014 poz. 1200 z późn. zm.)
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2004 nr 202 poz. 2072).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2015 poz. 1606).
- 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. 2009 nr 43 poz. 346).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 347).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 24 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów (Dz.U. 2015 poz. 1405).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376)..
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ((Dz.U. nr 75. poz. 690 z późn. zm) w wersji obowiązującej od 2021r. (od 1 stycznia 2019r.-w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285).
- Polska Norma PN-EN ISO 6946:2017-10 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.”
- Polska Norma PN-EN ISO 13370:2017-09 „Ciepłe właściwości użytkowe budynków – Przenoszenie ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- Polska Norma PN-EN ISO 14683:2017-09 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Polska Norma PN-EN 12831-1:2017-09 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”. □

2.4. Data wizji lokalnych

- nie dotyczy

2.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Wzrost wykorzystania energii z OZE w ogólnym bilansie energetycznym
- Zmiana miksu energetycznego
- Obniżenie zapotrzebowania na energię ze źródeł konwencjonalnych
- Obniżenie kosztów energii elektrycznej
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następującego usprawnienia:
 - zastosowanie instalacji fotowoltaicznych PV

3. Inwentaryzacja techniczna budynku

3.1 Opis budynku

Budynki użyteczności publicznej dydaktyczno-naukowej zlokalizowane na terenie położonym pomiędzy ulicami Kilińskiego, Rewolucji 1905 r. i P.O.W. zasilane są z sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja S.A. Budynki zasilane są z dwóch odrębnych przyłączy.

Energia w budynku zużywana jest na potrzeby oświetlenia, urządzeń biurowych, urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych.

3.2 Zasilanie

Budynki zasilane są przyłączem kablowym moc zamówiona dla każdego z PPE wynosi

Rewolucji 1905 r. 37/39 - 60 kW - taryfa C21,

POW 3/5 - 300 kW - taryfa B22.

3.3 Moc zainstalowana

Zapotrzebowanie mocy zainstalowanej P_i :

$$P_i \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{- suma mocy wszystkich zainstalowanych urządzeń [kW]}$$

$$P_i = 450,0 \quad \text{kW}$$

3.4 Moc zapotrzebowana

Na podstawie analizy pracy ustalono współczynnik zapotrzebowania mocy $k_z = 0,8$

$$P_z = P_i \times k_z = 360,0 \quad \text{kW}$$

4. Optymalizacja energetyczno-techniczna

4.1 Proponowany wariant modernizacyjny

Proponuje się następujący wariant modernizacji istniejących instalacji zasilania w energię elektryczną:

Zastosowanie 2 instalacji fotowoltaicznych w systemie on-grid, tj. przyłączonych do istniejącej instalacji zasilania w energię elektryczną (poprzez rozdzielnie elektryczne), z przeznaczeniem na wykorzystanie produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne ewentualne nadwyżki odsprzedawane będą do sieci elektroenergetycznej. Instalacje będą przyłączone do 2 różnych PPE. Z uwagi na fakt, że w jednym przypadku planowana moc instalacji PV przekracza obecną moc zamówioną oraz obydwie instalacje mają mieć moc większą niż 50 kWp, należy wystąpić do OSD o wydanie warunków przyłączenia.

4.2 Bilans energii elektrycznej

Lp.	Wyszczególnienie		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie na moc	kW	360,00	360,00
2	Moc zainstalowana	kW	450,00	450,00
3	Zapotrzebowanie przedsiębiorstwa na	MWh/rok	887,13	887,13
4	Sprawność eksploatacyjna	%	100%	100%
5	Zużycie energii końcowej sieciowej	MWh/rok	887,13	659,85
6	Roczna oszczędność energii końcowej	MWh/rok		227,28
		%		25,62%

5. Określenie rocznych oszczędności kosztów

5.1 Zestawienie kosztów energii elektrycznej dla stanu wyjściowego i docelowego

W oparciu o istniejące dane dotyczące dotychczasowego zużycia oraz koszty zakupu energii elektrycznej z krajowego systemu wytwórczego, zamieszczone w Załączniku nr 1. do niniejszego opracowania, wyznaczono efekt ekonomiczny dla proponowanego wariantu modernizacyjnego. Kalkulację przeprowadzono oddzielnie dla każdego roku objętego harmonogramem spłat inwestycji przy uwzględnieniu prognozy wielkości produkcji energii elektrycznej przez instalację PV, sporządzanej przy użyciu programu PVGIS i zamieszczonej w Załączniku nr 2. Wyniki obliczeń przedstawia Tabela nr 2.

Tabela 2. Zestawienie kosztów energii elektrycznej dla stanu wyjściowego i proponowanego wariantu modernizacyjnego												
Lp.	Wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego	Koszty / efekty	1 rok	2 rok	3 rok	4 rok	5 rok	6 rok	7 rok	8 rok	9 rok	10 rok
		[zł / rok]										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Stan przed modernizacją	Koszt energii elektrycznej	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347	217 347
2	Stan po modernizacji	Koszt energii elektrycznej	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664	161 664
		Efekt ekonomiczny	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683	55 683

5.2 Zestawienie efektów usprawnień

Lp.	Opis		Stan wyjściowy	Stan po modernizacji
1	2		3	4
1	Koszty energii elektrycznej	zł/rok	217 347,10	161 663,99
2	Roczna oszczędność kosztu energii	zł/rok		55 683,11
3	Koszt przedsięwzięcia	zł		1 724 960,00
4	SPBT	lata		30,98
5	Roczne zużycie energii końcowej	MWh/rok	887,13	659,85
6	Roczne oszczędności energii końcowej	MWh/rok		227,28
7	Procentowa oszczędność energii	%		25,62%
8	wi	-	3,00	3,00
9	Roczne zużycie energii pierwotnej	MWh/rok	2 661,39	1 979,56
10	Roczne oszczędności energii pierwotnej	MWh/rok		681,83
11	Wskaźnik emisji CO2	kg/MWh	765,00	765,00
12	Emisja CO2:	ton	678,66	504,79
13	Redukcja CO2	ton		173,87

6. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

6.1 Energia końcowa i pierwotna

Lp	Opis	Energia końcowa - zakup energii z sieci elektroenergetycznej		wi	Energia pierwotna		Emisja CO ₂	
		GJ/rok	MWh/rok		-	GJ/rok	MWh/rok	kg/MWh
Przed modernizacją								
1	Źródło energii elektrycznej (energetyka zawodowa)	3 193,67	887,13	3,00	9 581,01	2 661,39	765,00	678 660
Po modernizacji								
1	Źródło energii elektrycznej (energetyka zawodowa + PV)	2 375,47	659,85	3,00	7 126,41	1 979,56	765,00	504 790
	Oszczędność	818,20	227,28		2 454,60	681,83		173 870,00

Nośnik energii :	Energia elektryczna
wi :	3
Wsk. emisji CO₂, kg/MWh	765,00

Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)					
1	Średnioroczna oszczędność energii końcowej:		[GJ/rok]		[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	2 454,60	[GJ/rok]	58,63	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	173,87			ton/rok

*** Na podstawie www.kobize.pl

1GJ/toe	41,868	GJ/toe
1kWh/toe	11 630	kWh/toe

7. Podsumowanie

Wybrany wariant usprawnienia i określenie efektów jego zastosowania

Rekomendowany wariant usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
<p>Zaleca się zastosowanie wariantu modernizacyjnego, polegającego na modernizacji układu zasilania w energię elektryczną, poprzez przyłączenie instalacji Odnawialnych Źródeł Energii w postaci instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy zainstalowanej 247,17 kWp (Rewolucji 1905 r. - 169,4 kWp oraz POW 3/5 - 77,77 kWp). Mając na uwadze uwarunkowania techniczne oraz dostępną powierzchnię montażową na dachu budynku, zaleca się posadowienie paneli na statycznej konstrukcji wsporczo-nośnej na dachu budynku- dach płaski pokrycie papa termozgrzewalna. Wielkość instalacji została podana i określona przez zamawiającego.</p>	<p>Audyt sporządzony w sposób bilansowy. Audyt obejmuje wykonanie bilansu energetycznego instalacji, której dotyczy przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej. Obliczenie efektów ekonomicznych na podstawie oszacowanych cen energii, ilości energii elektrycznej zaoszczędzonej z sieci energetyki zawodowej oraz szacunkowej wartości produkcji energii z PV, a także cen zakupu materiałów i robocizny. Obliczenie efektów ekologicznych na podstawie redukcji emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych, powstających w trakcie energetycznego spalania paliwa w produkcji energii elektrycznej w krajowym systemie energetycznym.</p>

Zestawienie efektów wybranego wariantu modernizacyjnego

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Oszczędność zużycia energii końcowej	MWh/a	227,28	
		GJ/rok	818,20	
		toe/rok	19,54	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3,00	Energia elektryczna
3	Oszczędność zużycia energii pierwotnej	MWh/a	681,83	
		GJ/rok	2 454,60	
		toe/rok	58,63	
4	Wskaźnik emisji CO ₂	kg CO ₂ /MWh	765,00	Energia elektryczna
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	MgCO ₂ /rok	173,87	
6	Roczna oszczędność kosztu energii	tys.zł/rok	55,68	
7	Koszt przedsięwzięcia	tys.zł	1 724,96	
8	Czas zwrotu	Lata	30,98	

9. ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	<i>Obliczenie wielkości zużycia oraz opłat za zużycie energii elektrycznej</i>
Załącznik 2	<i>Szacunkowe uzyski energii elektrycznej wynikające z zastosowania proponowanego wariantu modernizacyjnego</i>
Załącznik 3	<i>Planowany do osiągnięcia efekt ekologiczny</i>

Załącznik nr 1**Obliczenie rocznego zużycia oraz kosztów energii elektrycznej**

Rok 2019	Ilość zakupionej energii	Cena jednostkowa netto	Koszt energii netto		
			Całość	Energia	Przesył
m-c	kWh	zł/MWh	zł	zł	zł
styczeń - grudzień	887 131				
Razem	887 131	245,00	217 347,10	-	-

Ilość zużywanej energii	MWh/rok	887,131
Całkowity koszt energii wyjściowy	zł/rok	217 347,10
Jednostkowy koszt energii *	zł/MWh	245,00

*Średnia cena energii

Załącznik nr 2

Szacunkowa, optymalna produkcja instalacji PV dla wskazanej lokalizacji *

Dla określonego w audycie wariantu modernizacyjnego, polegającego na zastosowaniu instalacji PV, oszacowano wielkość produkcji energii elektrycznej wynikającej z zastosowanego usprawnienia, Szacunku dokonano przy pomocy aplikacji PVGIS*,

* <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

Miesiąc	Średnia dzienna produkcja [kWh]	Średnia miesięczna produkcja [kWh]
styczeń	177,654	5507,3
luty	294,225	8238,3
marzec	556,849	17262,3
kwiecień	889,623	26688,7
maj	996,723	30898,4
czerwiec	1050,936	31528,1
lipiec	1014,652	31454,2
sierpień	916,598	28414,5
wrzesień	736,753	22102,6
październik	459,490	14244,2
listopad	206,763	6202,9
grudzień	152,790	4736,5
Całość/rok		227278,0

Analiza wykorzystania produkcji energii z instalacji PV

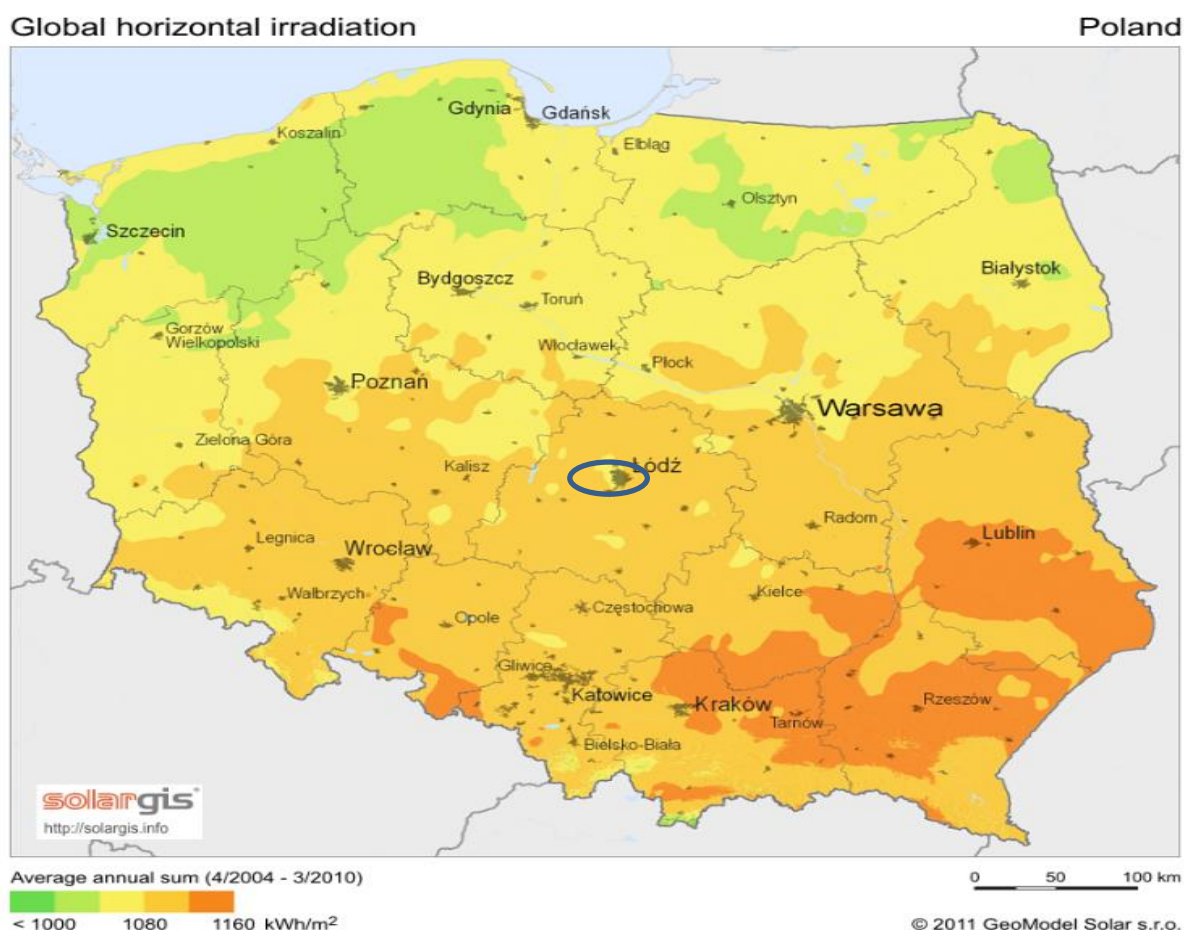
	MWh/rok	%
a) Całkowita produkcja PV	227,2780	100%
b) Bezpośrednie zużycie produkcji PV na potrzeby własne	68,1834	30,0%
c) Eksport	159,0946	70,0%
Całkowita wielkość wykorzystania produkcji PV (b+c)	227,2780	100,0%

Załącznik nr 3

Planowany do osiągnięcia efekt ekologiczny

Dla określonego w audycie wariantu modernizacyjnego oszacowano możliwy do uzyskania efekt ekologiczny związany z redukcją emisji do atmosfery zanieczyszczeń gazowych i pyłowych, powstających w trakcie energetycznego spalania paliwa w procesie produkcji energii elektrycznej w krajowym systemie energetycznym.

Lokalizacja przedsięwzięcia pod kątem warunków klimatycznych.



Jak wynika z powyższej grafiki lokalizacja inwestycji znajduje się na obszarze, który charakteryzuje występowanie dobrych warunków dla inwestycji wykorzystujących energię promieniowania słonecznego do wytwarzania energii użytecznej.

Do obliczenia emisji zanieczyszczeń przyjęto wskaźniki zgodne z opracowaniem KOBIZE „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i TSP dla energii elektrycznej za 2018 rok”, grudzień 2019, oraz EMEP/EEA „Air pollutant emission inventory guidebook – 2013”.

Załącznik nr 3

Wskaźnik emisji		
*SO ₂	kg/MWh	0,6810
*NO _x	kg/MWh	0,6310
*CO	kg/MWh	0,2750
*CO ₂	kg/MWh	765,0000
Pył całkowity TSP	kg/MWh	0,0360
**Benzo(a)piren	kg/GJ	0,0130

*) Wartości przyjęte zgodnie z opracowaniem KOBIZE „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i TSP dla energii elektrycznej za 2018 rok”, grudzień 2019.

**) Wartości przyjęte zgodnie z EMEP/EEA „Air pollutant emission inventory guidebook – 2013”

Zestawienie efektów ekologicznych					
	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Efekt ekologiczny (zmniejszenie emisji)	
Zużycie energii konwencjonalnej	GJ/rok	9581,015	7126,41	2454,602	25,6%
	MWh/rok	887,131	659,85	227,278	25,6%
SO ₂	kg/rok	604,136	449,360	154,776	25,6%
NO _x	kg/rok	559,780	416,400	143,380	25,6%
CO	kg/rok	243,961	181,500	62,461	25,6%
CO ₂	kg/rok	678 655	504 788	173 867	25,6%
Benzo(a)piren	kg/rok	124,553	92,643	31,910	25,6%
Pył całkowity	kg/rok	31,937	23,755	8,182	25,6%