

# **Audyt efektywności energetycznej**

**Zespół Szkół Technicznych w Tczewie**  
**ul. Parkowa 1, 83-110 Tczew**

**w ramach zadania:**

**“Kompleksowa modernizacja energetyczna budynków  
stanowiących własność Powiatu Tczewskiego”**



**BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII Sp. z o.o.**  
80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31  
tel./faks: 58 347-55-35

# AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

sporządzony zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii  
z dnia 5 października 2017 r. (Dz.U.2017 r. poz. 1912)  
dla przedsięwzięcia służącego poprawie  
efektywności energetycznej

1. Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej

## ***Modernizacja oświetlenia i instalacja ogniw fotowoltaicznych PV***


2. Podmiot u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie:

Nazwa: **Zespół Szkół Technicznych w Tczewie**  
**Placówka oświatowa**  
Adres: **ul. Parkowa 1, 83-110 Tczew**

3. Miejsce lokalizacji przedsięwzięcia

Adres: **ul. Parkowa 1, 83-110 Tczew**

Opracowanie zostało wykonane w ramach programu operacyjnego "Regionalny Program Operacyjny Województwa pomorskiego na lata 2014-2020", oś priorytetowa - 10. Energia, działanie - 10.01 Efektywność energetyczna – mechanizm ZIT, poddziałanie - 10.01.01. Efektywność energetyczna – mechanizm ZIT – wsparcie dotacyjne.

<b>KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO</b>		<b>Data wykonania</b>	
		<b>28.08.19</b>	
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		<b>Modernizacja oświetlenia i instalacja ogniw fotowoltaicznych PV</b>	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)		Modernizacja wbudowanego oświetlenia wewnętrznego w budynku na oprawy LED. Instalacja ogniw PV na pokrycie potrzeb własnych obiektu o mocy <b>4,5 kWp</b>	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		Zespół Szkół Technicznych w Tczewie  ul. Parkowa 1, 83-110 Tczew	
Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii	
<b>2020</b>	-	<b>15</b>	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:	<b>20 827</b>	kWh/rok	<b>1,79</b> toe/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:	<b>52 067</b>	kWh/rok	<b>4,48</b> toe/rok
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>			
Imię i Nazwisko:	dr inż. Andrzej Szajner		
Nr telefonu:	58 347 5535		
Podpis:	 <div> <b>dr inż. Andrzej Szajner</b>  uprawnienia do sporządzania  świadczeń charakterystyki energetycznej  nr MliR/10293/1/2014  Audytor KAPE nr 0063 </div>		

## **2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**

### **2.1. Dane ogólne:**

Budynek Zespołu Szkół Technicznych w Tczewie zużywa energię elektryczną na potrzeby wynikające z funkcjonowania obiektu i potrzeby socjalne. Modernizacja oświetlenia spowoduje obniżenie zużycia energii na oświetlenie. Wymiana oświetlenia i zastosowania sterowania oświetleniem przyniesie oszczędności energii. Instalacja źródła odnawialnego pracującego na pokrycie części potrzeb własnych spowoduje zmniejszenie poboru energii z sieci elektroenergetycznej i obniżenie kosztów eksploatacji obiektu. Usytuowanie i struktura obiektu umożliwia lokalizację baterii ogniw fotowoltaicznych (PV) na dachu budynku. Moc ogniw PV odpowiada zapotrzebowaniu na energię obiektu.

### **2.2. Dokumentacja projektowa:**

- Inwentaryzacja oświetlenia z doborem zamienników
- Inwentaryzacja odbiorników energii elektrycznej
- Dokumentacja budowlana
- Audyt energetyczny budynku, aktualizacja 08.2019 r.

### **2.3. Inne dokumenty**

- Faktury
- Wizja lokalna
- Dane zużycia energii elektrycznej w obiekcie
- **Normy i rozporządzenia:**
  - Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (t.j.Dz. U.2019.545 )
  - Ustawa o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz.U.2018.2389 z późn. zm.)
  - Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U.2017.1912)
  - 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 (t.j. Dz.U. z 2018 r. poz. 1984)
  - 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.2002.690); tj.7.06.2019 r.

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

- Obniżenie kosztów energii elektrycznej

### 3. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Lp	Opis	Energia finalna	wi	Energia pierwotna	Emisja CO2	
		kWh/rok	-	kWh/rok	kg/MWh	kg/rok
Przed modernizacją						
1	Modernizacja oświetlenia	45 326	2,5	113 316	812	92 013
2	Ogniwa PV	0	2,5	0	812	0
	Razem	45 326		113 316		92 013
Po modernizacji						
1	Modernizacja oświetlenia	30 200	2,5	75 499	812	61 305
2	Ogniwa PV	-5 700	2,5	-14 250	812	-11 571
	Razem	24 500		61 249		49 734
	Oszczędności	20 827		52 067		42 278

Nośnik energii :	energia elektr.
wi :	2,5
Wskaźnik emisji CO2, kg/MWh:	812

#### Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu energetycznego)

1	Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	<b>20 827</b>	[kWh/rok]	<b>1,79</b>	[toe/rok]
2	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	<b>52 067</b>	[kWh/rok]	<b>4,48</b>	[toe/rok]
3	Szacowana wielkość redukcji emisji CO2***:	<b>42,3</b>			ton/rok

\*\*\*) Na podstawie [www.kobize.pl](http://www.kobize.pl)

Wskaźniki emisyjności CO2 dla energii elektrycznej, na podstawie informacji za rok 2017; IOŚ-PIB, KOBIZE 12.2018

**1GJ/toe**  
**1kWh/toe**

41,868 GJ/toe  
11 630 kWh/toe

#### Nakłady na przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej

	Nakłady brutto
1	Modernizacja oświetlenia
2	Ogniwa PV
3	<b>Razem</b>
4	Dotacja
5	<b>Dotacja RPO WP</b>

#### 4. Inwentaryzacja oprav oświetleniowych

##### 4.1 Zasilanie w energię

Budynek jest zasilany w energię elektryczną o niskim napięciu z dwóch przyłączy. Taryfa C12a jest taryfą dwustrefową.

Moc zamówiona dla obiektu	40,0	kW
Moc oświetlenia	24,3	kW
Roczne zużycie energii elektrycznej w obiekcie	39 111	kWh/rok

##### 4.2 Opis oświetlenia

Oświetlenie obiektu składa się głównie z oprav świetłókwoczch 2x36W w salach lekcyjnych, na korytarzach, kuchni, strzelnicy. W oświetleniu korytarzy występują też oprawy rastrowe 4x18W. W bibliotece zastosowano świetlówki kompaktowe o mocy 24W każda oraz świetlówki 2x36W. Większość oprav świetlówek 2x38W została wymienionych na nowe. Oświetlenie sali gimnastycznej zostało zmodernizowane kilka lat temu. Obecnie jest ono oświetlone 8 oprawami typu LED - LUG Petrol o mocy 250 kW każda.

Typ oprawy	Sztuk	Moc jedn. [W]	Moc [kW]
Świetlówki 2 x 36 W	260	72	18,7
Świetlówki 2 x 18 W	1	36	0,0
Żarówka 60 W	48	60	2,9
Lampa sodowa 250 W	8	250	2,0
Świetlówki kompaktowe 24 W	10	24	0,2
Halogeny 150 W	3	150	0,5
<b>łącznie</b>	<b>330</b>		<b>24,3</b>

## 5. Optymalizacja energetyczno-techniczna

### 5.1 Modernizacja oświetlenia i instalacji elektrycznej w niezbędnym zakresie

Oświetlenie wewnętrzne w Zespole Szkół Technicznych zakwalifikowano do częściowej wymiany. Oprawy są sukcesywnie wymieniane na nowe. Obecnie większość opraw (ok.80%) została już wymieniona wraz ze świetłówkami 2x36W. Oprawy te nie wymagają wymiany. Zaleca się wymianę pozostałych starych opraw oświetleniowych na energooszczędne z wkładami typu LED, a w nowych stopniową wymianę wkładów świetłówkowych na LED, pod warunkiem uzyskania gwarancji od wykonawcy. Oświetlenie na sali gimnastycznej zostało zmodernizowane na lampy typu LED kilka lat temu. Do modernizacji generalnie pozostało oświetlenie w pomieszczeniach administracyjnych, bibliotece, toaletach, szatniach, kuchni i strzelnicy. Przy wymianie należy zwrócić uwagę, by nowe oświetlenie było cieplej barwy. Oświetlenie powinno zapewnić wygodę widzenia, zdolność rozróżniania szczegółów bez nadmiernego zmęczenia wzroku. Oświetlenie powinno spełniać wymagania normy PN-EN-12461-1. Dla oświetlenia powinna zostać wykonana dokumentacja projektowa, która zapewni właściwe natężenie światła w poszczególnych częściach budynku (pomieszczenia administracyjne, korytarze, biblioteka, toalety, itp.)

#### Zestawienie opraw do wymiany i proponowane zamienniki

Pomieszczenie	Oprawy istniejące	Oprawy nowe
Korytarze, klasy, pokoje administracyjne, kuchnia, biblioteka, strzelnica	Świetłówki 2 x 36 W	LED 49 W
Korytarz	Świetłówki 2 x 18 W	LED 24 W
Sale, toalety, szatnie	Żarówka 60 W	Oprawy LED 35 W
Sala gimnastyczna	LED 250 W	BEZ ZMIAN
Biblioteka	Świetłówki kompaktowe 24 W	LED 16 W
Strzelnica	Halogeny 150 W	LED 50 W

#### Zestawienie nakładów inwestycyjnych

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń	Ilość	Cena jednostkowa uśredniona	Koszt całkowity (brutto)
		szt.	zł/szt.	zł
1	wymiana wkładów na LED 49 W	260	150	47 970
2	wymiana wkładów na LED 24 W	1	150	185
3	Oprawy LED 35 W	48	230	13 579
4	wymiana wkładów na LED 20W	10	50	615
5	wymiana naświetlaczy halogenowych na LED 50 W	3	150	554
6	wprowadzenie sekcyjności			7 500
	<b>Razem</b>			<b>70 402</b>

<b>Bilans energii i kosztów</b>					
<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie</b>		<b>Stan przed modernizacją</b>	<b>Stan po modernizacji</b>	<b>Oszczędności</b>
1	Klasy, pokoje administracyjne, część korytarzy	kW	17,71	12,05	<b>5,66</b>
2	Korytarze i WC	kW	0,04	0,02	<b>0,01</b>
3	toalety, szatnie	kW	2,88	1,68	<b>1,20</b>
4	biblioteka	kW	0,24	0,20	<b>0,04</b>
5	strzelnica	kW	1,46	0,78	<b>0,68</b>
6	moc razem	kW	22,33	14,73	<b>7,59</b>
7	praca roczna klasy, pokoje administracyjne	h	2 200	2 200	
8	praca roczna korytarze i WC	h	900	900	
9	strzelnica	h	2 200	2 200	
10	Zużycie energii klasy, pokoje administracyjne, biblioteka	MWh/rok	39,49	26,96	<b>12,54</b>
11	Zużycie energii korytarze i WC	MWh/rok	2,62	1,53	<b>1,09</b>
12	Zużycie energii strzelnica	MWh/rok	3,21	1,71	<b>1,50</b>
13	Zużycie energii razem	MWh/rok	45,33	30,20	<b>15,13</b>
14	Opłata zmienna	zł/MWh	583,34	583,34	
15	Koszt roczny	zł/rok	26 441	17 617	<b>8 824</b>
16	Nakłady brutto	zł			<b>70 402</b>
17	Okres zwrotu inwestycji SPBT	lat			<b>8,0</b>



## 6. Parametry instalacji PV

### 1. Tryb prosumenta

Lp.	Parametr	Jednostka	Wielkość
1	Roczne zużycie energii elektrycznej	kWh/rok	39 111
2	Średnie zapotrzebowanie na moc w dni robocze w okresie roku szkolnego w czasie pracy ogniw PV	kW	15,0
3	Średnie zapotrzebowanie na moc w weekendy i święta oraz w wakacje w czasie pracy ogniw PV	kW	1,5
4	Stawka zakupu energii	zł/MWh	583,3
5	Stawka ceny energii z upustem	zł/MWh	466,7
6	Moc szczytowa baterii ogniw PV	kW <sub>p</sub>	<b>4,5</b>
7	Wytwarzanie energii – zużycie bezpośrednie	kWh/rok	3 671
8	Zużycie energii zmagazynowanej w sieci operatora	kWh/rok	2 029
9	Wytwarzanie energii łącznie	kWh/rok	5 700
10	Nakłady	zł	24 908
11	Przychody	zł/rok	3 088
12	Okres zwrotu	lat	<b>8,1</b>

Uwaga:

Dla mocy ogniw PV 4,5 kWp wystąpi okresowa nadwyżka wytwarzanej energii w ogniwach PV nad zapotrzebowaniem na energię elektryczną, w weekendy i wakacje.

Okresowa nadwyżka energii elektrycznej będzie przekazywana i magazynowana w sieci operatora i odzyskiwana w stosunku ilościowym 0,8 w okresach zwiększonego zapotrzebowania na energię. Nie będzie to uznawane za prowadzenie działalności gospodarczej w obiekcie.

### 2. Tryb sprzedaży nadwyżek energii do sieci operatora

Parametry w przypadku sprzedaży okresowych nadwyżek energii do sieci operatora (bez trybu prosumenta)

13	Stawka zakupu nadwyżek energii w trybie prosumenta	zł/MWh	190,0
14	Przychody	zł/rok	2 527
15	Okres zwrotu SPBT	lat	<b>9,9</b>

## 7. Opłacalność instalacji PV

Przeprowadzono analizę zastosowania instalacji paneli fotowoltaicznych produkujących energię na potrzeby własne, pracującej jako instalacja prosumencka i przekazującej okresowe nadwyżki energii do sieci elektroenergetycznej. Jest to rozwiązanie bez układu magazynowania energii (brak akumulatorów). Elementy składowe układu:

- moduły fotowoltaiczne, o łącznej mocy: **4,5 kWp**
- inwertery (falowniki),
- konstrukcja wsporcza pod PV (system montażowy),
- okablowanie, sterowanie, monitoring

Roczne zużycie energii elektrycznej w obiekcie oraz średnie jednostkowe koszty nośników energii, obliczone na podstawie faktur za energię elektryczną, zestawiono w tabeli.

Nośnik energii	Energia elektryczna	
Cel	Pokrycie części potrzeb własnych, zasilanie całego obiektu	
Moc zamówiona	40	kW
Okres	2018/19	
Zużycie szacunkowe	39 111	kWh/rok
Całkowity koszt brutto	22 815	zł/rok
Średnia stawka zakupu energii (brutto)	0,5833	zł/kWh
Stawka energii w trybie prosumenta	0,4667	zł/kWh

Na potrzeby analizy dokonano oceny zużycia energii elektrycznej w ciągu roku, ze szczególnym uwzględnieniem okresu kwiecień - wrzesień. Dokonano oszacowania średniej mocy w obiekcie w ciągu doby oraz w dni robocze i w dni wolne od pracy.

Średni pobór mocy (okres kwiecień-wrzesień):

Dni zajęć, godziny 8-16	8,0	kW
Weekendy i święta, wakacje, poza godz. pracy	1,5	kW

Bateria ogniw fotowoltaicznych		
Parametr	Wartość	Jednostka
System śledzący słońce	Umocowany	-
Orientacja	Południowa	-
Nachylenie	30,0	°
Jednostkowa moc ogniwa	300	Wp
Liczba ogniw:	15	szt
Powierzchnia 1 panela PV	1,64	m <sup>2</sup>
Całkowita moc ogniw	<b>4,50</b>	kWp
Typ	Mono-/ Polikrystaliczne	-
Powierzchnia paneli PV	24,6	m <sup>2</sup>

Produkcja jednostkowa panela PV\* 950 kWh/m<sup>2</sup>/rok

Oszczędność energii dzięki zastosowaniu instalacji PV 5 700 kWh/rok

Oszczędność kosztów dzięki zastosowaniu instalacji PV 3 088 zł/rok

\* dane dla stacji meteo Gdańsk; obliczone w programie RETScreen

Koszt jednostkowy kompletnej instalacji PV (brutto) 5 535 zł/kWp

Nakłady inwestycyjne, brutto **24 908 zł**

## 8. Załączniki do audytu

Załącznik 1	Taryfa i zużycie energii w obiekcie
Załącznik 2	Inwentaryzacja odbiorów energii dla doboru PV
Załącznik 3	Optymalizacja doboru ogniw PV
Załącznik 4	Sytuacja obiektu
Załącznik 5	Przykłady istniejącego oświetlenia

## Taryfa i zużycie energii w obiekcie

## Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie energii

Taryfa C12a dwustrefowa

## Składniki taryfy

	Szczyt	Poza szczytem	
	zł/MWh	zł/MWh	
Opł. przesyłowa	326,30	109,10	
Energia	300,00	300,00	
<b>Razem</b>	<b>626,30</b>	<b>409,10</b>	netto
<b>Razem</b>	<b>770,3</b>	<b>503,2</b>	brutto z VAT

W 2019 r. ceny energii wynosiły 214 zł/MWh i 316 zł/MWh (netto). Od 2020 r. nastąpi wzrost cen energii. Dla analizy przyszłych kosztów i cen przyjęto cenę energii elektrycznej w wysokości 300 zł/MWh (netto).

## w okresie pracy szkoły

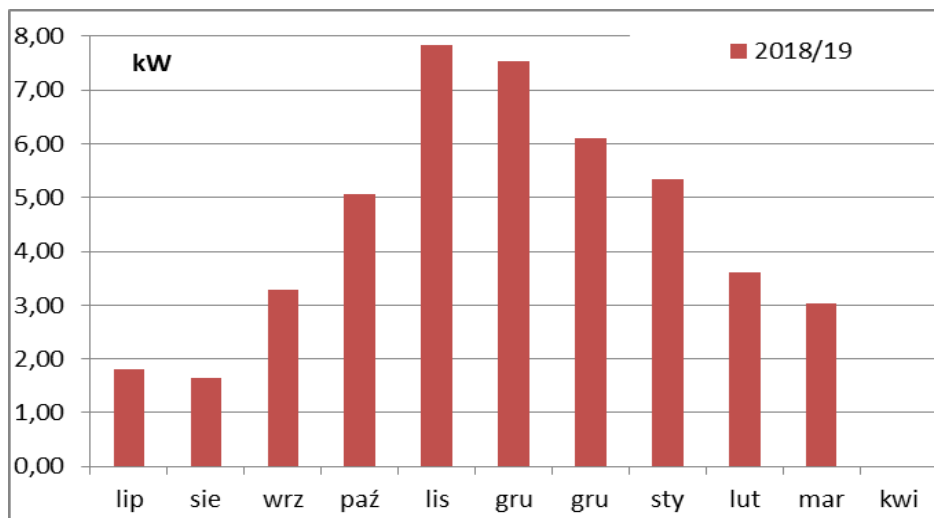
Średnia stawka	zł/MWh	<b>583,34</b>
Energia z upustem	zł/MWh	<b>466,67</b>

Prosument

## Dane dostawcy energii

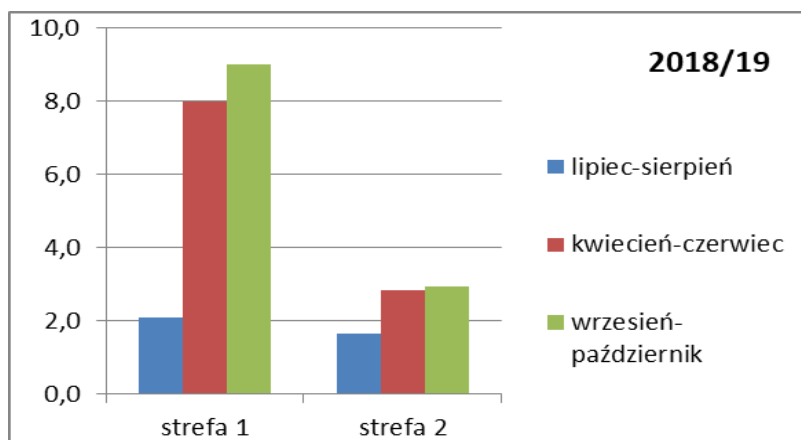
			kWh	kWh
	od	do	strefa 1	strefa 2
<b>2018</b>	13.05.18	21.06.18	765	2082
	22.06.18	24.07.18	342	1038
	25.07.18	23.08.18	220	927
	24.08.18	21.09.18	650	1562
	22.09.18	26.10.18	2643	1495
	27.10.18	19.11.18	1795	2536
	20.11.18	31.12.18	3006	4419
<b>2019</b>	01.01.19	20.02.19	2951	4379
	21.02.19	18.03.19	1310	1893
	19.03.19	17.05.19	1561	3537
	<b>Razem</b>	<b>rok</b>	<b>15 243</b>	<b>23 868</b>
<b>Razem w ciągu roku</b>				<b>39 111</b>

## Średnia moc godzinowa



## Średnia moc godzinowa w okresie pracy ogniw PV

	strefa 1	strefa 2
	kW	kW
lipiec-sierpień	2,1	1,7
kwiecień-czerwiec	8,0	2,8
wrzesień-październik	9,0	2,9

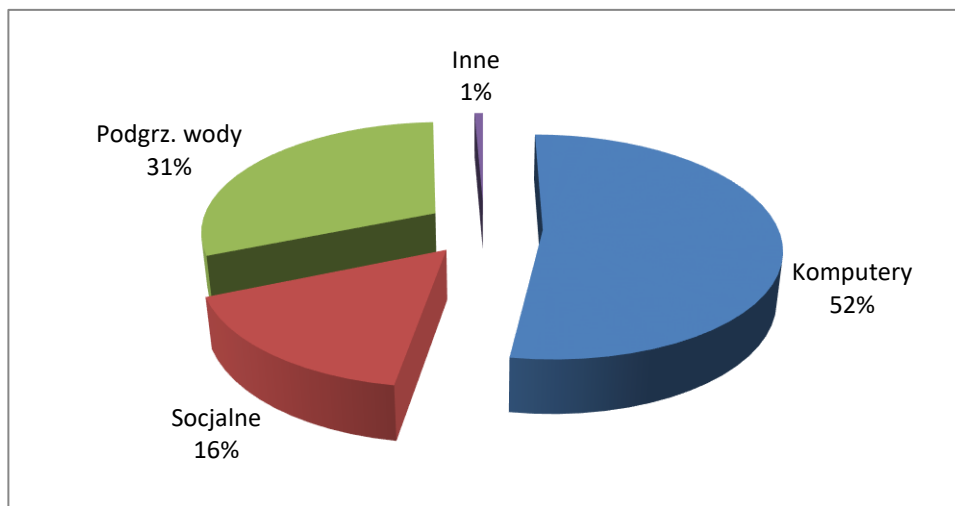


## Inwentaryzacja odbiorów energii dla doboru PV

## Dni robocze, rok szkolny

Lp.	Grupa odbiorników	kW
1	Komputery	5,5
2	Socjalne	1,7
3	Podgrz. wody	3,2
4	Inne	0,1
	<b>Razem</b>	<b>10,5</b>

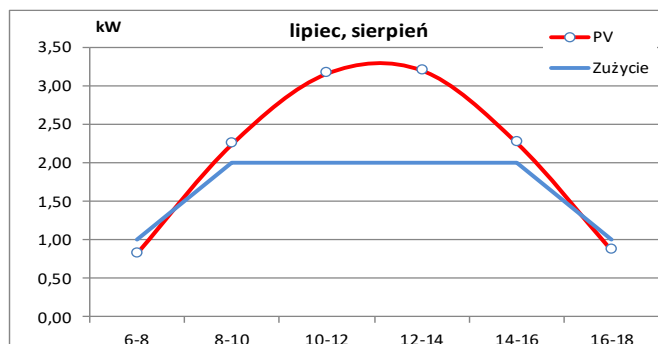
Moc średnia w okresie wytwarzanie energii w ogniwach  
PV



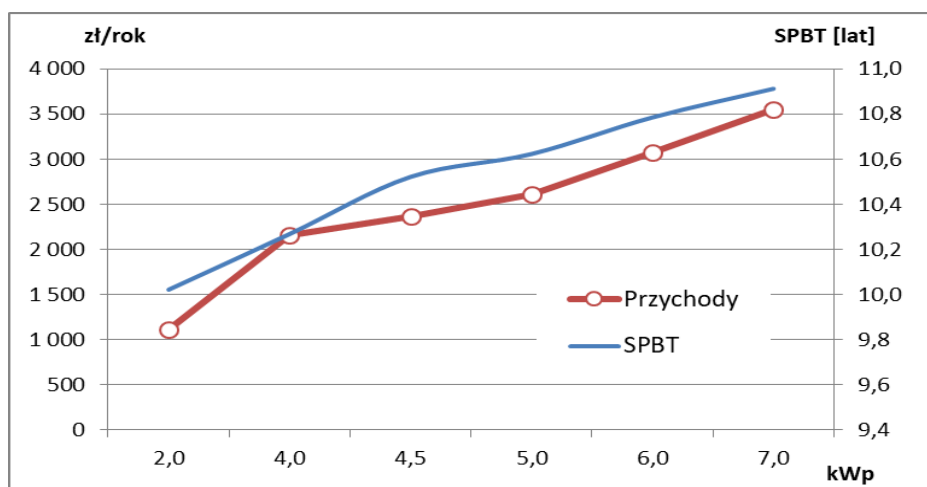
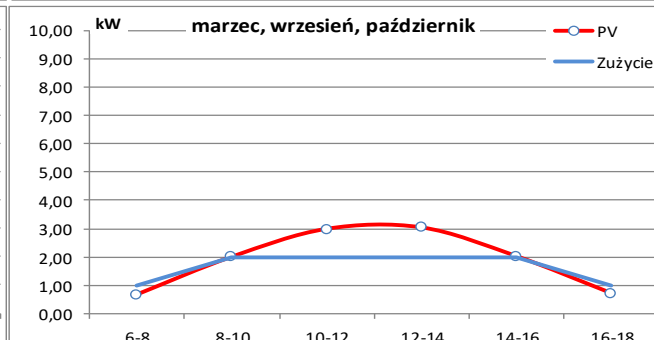
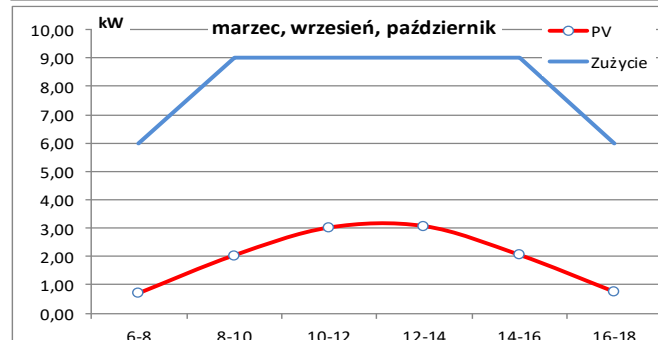
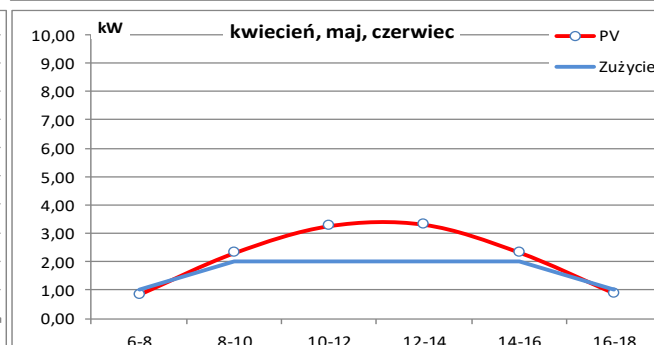
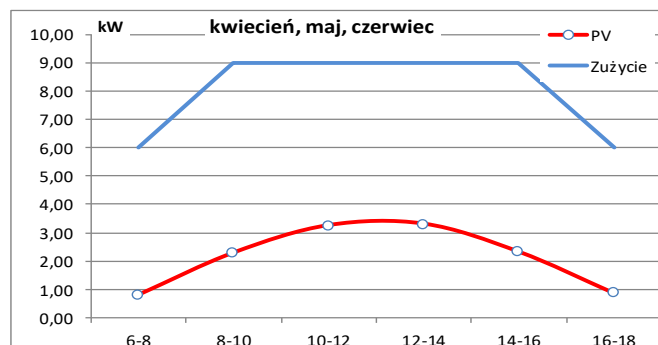
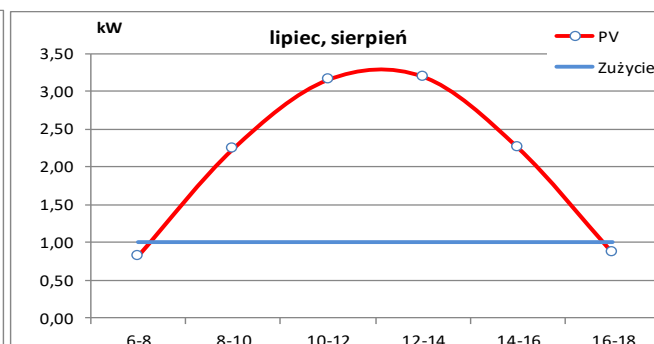
## Optymalizacja doboru ogniw PV

## Moc ogniw PV 4,5 kWp

## Godziny zajęć



## Po godzinach zajęć



#### Załącznik nr 4

##### Sytuacja obiektu

##### Zespół Szkół Technicznych w Tczewie

##### Lokalizacja paneli PV

Moc łączna: 4,5 kW (15 paneli PV, wymiary 1 m szerokość x 1,65 m wysokość)

**Uwaga: Wytyczne lokalizacji uzgodnione z Konserwator Zabytków Miasta Tczewa**

Jeden rząd umieszczony na północnej części dachu

Pochylenie do 30%, wysokość nad dach poniżej 1m.





**Przykłady istniejącego oświetlenia**



*Zdj.1 Oświetlenie korytarza*



*Zdj.2 Oświetlenie Sali lekcyjnej*



*Zdj.3 Oświetlenie siłowni*