

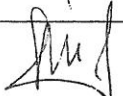
**PROJEKT KONCEPCYJNY**  
**BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH**  
**DLA PRZEDSIĘBIORSTWA GOSPODARKI MIEJSKIEJ Sp. z o.o.**

OBIEKT : BAZA PRZEDSIĘBIORSTWA

BRANŻA: KONSTRUKCYJNA I INSTALACYJNA ELEKTRYCZNA

INWESTOR: PRZEDSIĘBIORSTWO GOSPODARKI MIEJSKIEJ Sp. z. o.o.

ADRES: UL. HENRYKA DĄBROWSKIEGO 2  
59 - 100 POLKOWICE

Lp.	Zakres	Imię i nazwisko,	Data	Podpis
1.	Opracowanie	Lucjan Łopuszański	05.2020	

POLKOWICE maj 2020

## SPIS TREŚCI

Lp	Część opisowa	Strona
1	Cel i podstawa opracowania	3
2	Zakres opracowania	3
3	Opis techniczny obiektu	4
3.1	Warunki zasilania ob. Biurowiec	4
3.2	Warunki zasilania BM-W	5
4.	Koncepcja PV dla Biurowca	5
4.1	Wariant I	6
4.2	Wariant 2	6
4.3	Wariant 3	6
4.4	Wybór wariantu	6
5	Bilans energetyczny ob. Biurowiec	7
6	Ocena wyników	7
7	Kosztorys szacunkowy	8
8	Efekty końcowe .Stopa zwrotu	8
9	Wnioski końcowe	9
10	Koncepcja PV dla BM-W	9
10.1	Wybór wariantu	9
11	Bilans energetyczny ob. BM-W	9
12	Kosztorys szacunkowy	10
13	Efekty końcowe .Stopa zwrotu	10
14	Wnioski końcowe	11

Lp	Część rysunkowa (elektr)	Format
E01	Rozmieszczenie paneli na dachu budynku biurowo-administracyjnego i magazynu soli	A3
E02	Rozmieszczenie paneli na dachu budynku magazynowo-warsztatowego	A3

## 1. Cel i podstawa opracowania

Celem niniejszego opracowania jest wypracowanie koncepcji budowy instalacji fotowoltaicznej na obiekcie mającej na celu kompensację bieżących poborów energii elektrycznej i poprawę bilansu energetycznego obiektu a w efekcie końcowym znaczące zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej i zwiększenie efektywności energetycznej Przedsiębiorstwa PGM jako całości (redukcja kosztów i CO<sub>2</sub>).

W opracowaniu poddano analizie istniejące możliwości techniczne budowy instalacji PV i wypracowano koncepcję ewentualnego wykorzystania terenu otaczającego obiekt

Projekty opracowano na podstawie:

- Zlecenia inwestora
- Informacji uzyskanych od przedstawicieli inwestora -
- Wizji lokalnej na obiekcie
- Materiałów własnych

### 1.1. Materiały wykorzystane przy sporządzaniu opracowania:

- Inwentaryzacja geotechniczna i geodezyjna
- Aktualne przepisy ustawy Prawo budowlane oraz Ustawy OZE.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r.Nr 54,poz.348 ze zm.)
- Normy:
  - PN-HD 60364 -5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
  - 
  - PN-HD 60364- 7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Fotowoltaiczne systemy zasilania.
  - PN-EN 62446-1:2016-08E Wymagania dot. instalacji PV podłączonych do sieci energetycznej
  - PN-EN 32305- 1,2,3 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- Karty katalogowe inwerterów i paneli PV.
- Tabele nasłonecznienia dla Polski południowej (Lit1)

## 2. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje :

### 1. Opis techniczny obiektu i warunków zasilania

### 2. Projekt koncepcyjny budowy instalacji PV na obiekcie.

Wybór optymalnej lokalizacji i sposobu jej montażu

Wyliczenie optymalnej i możliwej do uzyskania mocy instalacji PV w istniejących i możliwych do uzyskania warunkach .(perspektywa i warianty rozbudowy)

### 3. Sporządzenie bilansu energetycznego obiektu.

Wyliczenie rocznej ilości produkcji energii elektrycznej w okresie 3 lat od wybudowania instalacji z uwzględnieniem rocznych ubytków energii związanych ze starzeniem się paneli PV w korelacji z warunkami standardowej gwarancji na panele PV. Wyliczenie spodziewanego % wskaźnika oszczędności energii

### 4. Wyliczenie szacunkowych kosztów montażu instalacji PV

Obliczeń dokonano wg aktualnych cen średnio-rynkowych.

### 3. Opis techniczny obiektu. *Baza Główna Przedsiębiorstwa*

Obiekt tworzy kompleks budynków zabudowanych na działce nr 93 (obręb 2 Polkowice) i składa się z bazy warsztatowo-garażowej, magazynów, zaplecza technicznego oraz budynku biurowca. Budynki zaplecza jednokondygnacyjne z dachami płaskimi krytymi papą o wystawach przeważnie południowych z dużym potencjałem budowy instalacji PV praktycznie na każdym z nich. Budynek biurowca dwukondygnacyjny z pokryciem częściowo ceramicznym (dachówka) a częściowo papą. Powierzchnia dachu biurowca częściowo zabudowana urządzeniami klimatyzacji które zdecydowanie obniżają możliwości zabudowania na nim instalacji PV chociaż istnieje obiektywnie pewna przestrzeń do tego celu. A analizy pozostałych możliwych do zabudowania powierzchni wynika jednak że jej potencjał w porównaniu z resztą jest niewielki. Część zabudowań obiektu położona przy południowej granicy działki 93 ma szczególnie dobre warunki dla montażu instalacji PV z uwagi na duże niczym nie zabudowane i z dobrym dostępem połączenie dachów. W najbliższym otoczeniu nie ma obiektów które mogłyby zaciemniać projektowane instalacje. Na podstawie oględzin nie stwierdzono też by montaż projektowanych instalacji PV stwarzał jakiegokolwiek zagrożenia lub ograniczenia dla istniejącego otoczenia oraz funkcjonowania poszczególnych budynków całego kompleksu. Planowany montaż instalacji PV nie zmienia dotychczasowego sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu oraz sąsiednich obiektów budowlanych i nie wprowadza dodatkowych uciążliwości dla środowiska. Teren działki 93 nie jest objęty ochroną konserwatorską i ochroną przyrody. Instalacje dachowe PV nie są wymienione w Rozporządzeniu RM z dnia 10 września 2019 jako przedsięwzięcie mające znaczące oddziaływanie na środowisko i nie wymagają wydania specjalnej opinii środowiskowej. Na terenie działki 96 nie ma możliwości budowy gruntowej instalacji PV.

#### 3.1 Warunki zasilania obiektu "Biurowiec"

Cały kompleks jest zasilany z sieci OSD Tauron kablem energetycznym YAKY 4 x 240 mm doprowadzającym prąd do złącza ZK na ścianie budynku biurowca.

Budynek biurowca zasilany z tego złącza do odrębnie opomiarowanej rozdzielni głównej na parterze budynku. Pomiar energii dla OSD Tauron (nr 287130 w RG budynku z przydziałem mocy  $P_{ADM} = 24$  kW

Średnioroczne wykorzystanie przydziału mocy w granicach od 26.6% do 55% w zależności od pory roku. Zgodnie z wykorzystaniem (biura) budynek pobiera energię elektryczną w czasie 8 godzinowego dnia pracy wyłącznie w dni robocze co skutkuje średnim czasem obciążenia  $T_r = 2464$  h. Wartość ta uwzględnia 49 wolnych weekendów i 8 dni w roku ustawowo wolnych od pracy. W 2019 roku obiekt wykazał pobór energii

$E_r = 31\,804$  kWh co przy

co przy średnio- rocznej cenie za 1 kWh na poziomie 0.44 PLN/kWh wygenerowało roczne koszty w wartości

$K_r = 13\,993,76$  PLN.

Do dalszych obliczeń przyjęto :

$E_M = 2650$  kWh - średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego (stały całoroczny i całodobowy pobór.)

Z powyższego wynika że średnioroczne całodobowe obciążenie w roku 2019 wyniosło

**12.95 kW**

i ma tendencję zwyżkową w porównaniu z rokiem 2018. Dane dotyczące poboru i kosztów energii elektrycznej na obiekcie w latach 2018-2019 przedstawiono

w Tab. nr 1

Tab nr 1

Lp	Rok	Er [kWh]	Średni cena netto PLN/ kWh	Roczny koszt netto [PLN]
1	2018	31 209	0,44	13 731,96
2	2019	31804	0,44	13 993,76

### 3.2 Warunki zasilania obiektu: Zaplecze magazynowo-warsztatowe

Z tego samego złącza ZK na ścianie budynku biurowca zasilana jest część magazynowo-warsztatowa Bazy odrębnie opomiarowana (pomiar nr 125914) i z przydziałem mocy  $P_{MW} = 45 \text{ kW}$  Pomiar zlokalizowany w rozdzielni Głównej Bazy. Wykorzystanie przydziału mocy w granicach : 32,8 – 38 % w zależności od pory roku. Zgodnie z wykorzystaniem (stanowiska pracy fizycznej) budynek pobiera energię elektryczną w czasie 8 godzinnego dnia pracy wyłącznie w dni robocze co skutkuje średnim czasem obciążenia  $Tr = 2464 \text{ h}$ . Wartość ta uwzględnia 49 wolnych weekendów i 8 dni w roku ustawowo wolnych od pracy. W 2019 roku rzeczywisty czas pracy Twork wyniósł 2016 h roboczych a obiekt wykazał pobór energii:

$Er = 98 718 \text{ kWh}$  co przy

co przy średnio- rocznej cenie za 1 kWh na poziomie 0.44 PLN/kWh wygenerowało roczne koszty w wartości

$Kr = 43 435,92 \text{ PLN}$ .

Do dalszych obliczeń przyjęto :

$E_M = 8226 \text{ kWh}$  - średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego (stały całoroczny i całodobowy pobór.)

Z powyższego wynika że średnioroczne całodobowe obciążenie w roku 2019 wyniosło **17.62 kW**

i ma tendencję zwyżkową w porównaniu z rokiem 2018. Dane dotyczące poboru i kosztów energii elektrycznej na obiekcie w latach 2018-2019 przedstawiono

Tab nr 2

Lp	Rok	Er [kWh]	Średni cena netto PLN/ kWh	Roczny koszt netto [PLN]
1	2018	98163	0,44	43191,7
2	2019	98718	0,44	43435,92

### 4 Koncepcja budowy instalacji PV dla obiektu „Biurowiec”

Ponieważ czas pracy i poboru energii elektrycznej dla tego obiektu koreluje w znacznym stopniu z czasem operacji słonecznej i produkcji energii w PV( praca na jedną zmianę) można ustalić optymalną moc instalacji PV która zapewniałaby osiągnięcie maksymalnych uzysków energii z PV do bezpośredniej konsumpcji w czasie pracy obiektu. W takim przypadku doświadczenie inżynierskie wskazuje iż optymalną wartością mocy projektowanej instalacji jest ta która zapewnia jak największą kompensację poboru energii w obiekcie w czasie jego poboru ( autokonsumpcja) lecz go nie przekracza. Wyraźnym wskazaniem jest więc uzyskanie mocy **30 kWp** instalacji PV ponieważ jej roczna produkcja energii elektrycznej wynosi ok. 30000 kWh i jest w maksymalnym stopniu zbliżona do rocznego poboru energii w tym obiekcie .

#### 4.1 *Wariant I* Instalacja PV na dachu biurowca

Z analizy dostępnej powierzchni dachu na tym budynku wynika, że możliwa jest budowa instalacji PV o liczbie paneli **9 szt** w układzie pionowym, w jednym rzędzie co przy mocy jednostkowej panela standardowego 340 Wp skutkuje mocą wypadkową:  $P_{A1} = 3,06 \text{ kWp}$ . Taki montaż w zasadzie uniemożliwiłby dalsze zagospodarowanie tej połaci dachu i montaż planowanych do zabudowy klimatyzatorów. Rozmieszczenie paneli przedstawiono na Rys.nr E01

#### 4.2 *Wariant II* Instalacja PV na dachu budynku magazynu soli

Z pobieżnej nawet analizy dostępnej powierzchni dachu budynku Biurowca wynika że nie ma możliwości zbudowania tam instalacji o większej mocy. Z uzyskanych informacji od Zarządcy obiektu wynika że jeden z budynków położony przy południowej granicy działki nr 93 zwany „Solniczką” mimo znacznego oddalenia (ok 60m) jest zasilany bezpośrednio z rozdzielni Głównej Biurowca istniejącym kablem YAKY 4 x 35 mm<sup>2</sup> co powoduje że istnieje realna możliwość powiązania energetycznego obu tych obiektów i budowy instalacji PV na dachu „Solniczki” która zasilana by instalacją wewnętrzną Biurowca. Dach ten ma wystawę południowo-wschodnią z azymutem 10° na wschód od kierunku południowego nie jest zacieniony w najmniejszym stopniu i ma zapewnione dobre oświetlenie przez cały rok. Na jego połaci możliwa jest budowa dwusegmentowego generatora PV o łącznej ilości 70 szt. standardowych paneli dających moc  $P_{SPV} = 23,8 \text{ kWp}$ . Istniejący kabel łączący RG w biurowcu z magazynem soli jest wystarczający do przeniesienia takiej mocy i nie ma potrzeby jego wymiany. Konstrukcja dachu wiaty jest drewniana i umożliwia montaż systemu mocowania dla dachów skośnych pokrytych papą. Położenie paneli w układzie mieszanym w płaszczyźnie połaci dachu.

#### 4.3 *Wariant III* Instalacja PV na dachu budynku magazynu soli + Instalacja na dachu biurowca

Jeśli zastosować kompilację obu wariantów to otrzymamy dwusegmentową instalację PV o łącznej ilości paneli 79 szt. i o łącznej mocy  $P_{PV1} = 26,86 \text{ kWp}$  która to moc stanowi 94% założonego celu (30 kWp) lecz przekracza wartość przydziału mocy co wymagałoby jej zwiększenia. Konfigurację instalacji PV w tym wariantcie przedstawiono na Rys.nr E01

#### 4.4 *Wybór wariantu . Wnioski.*

Z oceny technicznej i ekonomicznej wszystkich proponowanych rozwiązań wynikają następujące wnioski:

1. **Wariant I** - jako samodzielnie istniejący nie ma żadnego uzasadnienia i nie może być brany pod uwagę
2. **Wariant II** – jako samodzielnie istniejący jest optymalny zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym mimo że osiąga tylko 79% założonego celu energetycznego.
3. **Wariant III** – mimo największego zbliżenia się do założonego celu jest obciążony znacznie większymi dodatkowymi kosztami inwestycji z uwagi na budowę małej i niskoenergetycznej (3 kWp) instalacji (relatywnie duży koszt 1 kWp – konieczność stosowania kolejnego inwertera - mały roczny zwrot nakładów) i konieczność zwiększenia przydziału mocy.

#### Wniosek:

Jedynym optymalnym rozwiązaniem jest wybór Wariantu II.

## 5. Bilans energetyczny

Roczna produkcja energii elektrycznej w proponowanej wg Wariantu II instalacji PV wyniesie:

$$E_{PVR2} = 1.14 \times 1050 \times 23,8 \text{ kWp} \times 0.85 = 24\,215 \text{ kWh}$$

Ponieważ godziny pracy w obiekcie w miesiącach późnej wiosny, lata i wczesnej jesieni są mniejsze od czasu pracy instalacji PV - wystąpi nadwyżka produkowanej energii która zostanie przekazana do sieci OSD Tauron i rozliczona z PGM FV po cenach URE. Spowoduje to oczywiście zmniejszenie korzystnej bieżącej autokonsumpcji i zmniejszenie kompensacji poboru energii (uszczuplenie zmniejszenia energii pierwotnej) ale pozwoli utrzymać wskaźniki finansowe na poziomie niewiele różniącym się od 100% autokonsumpcji. Do dalszych obliczeń zastosowano metodę tzw. „godzin słonecznych”, zestawionych z czasem pracy obiektu. Wyniki przedstawiono w Tab.nr 3

Tab.nr3

Lp	Miesiąc 2019	T <sub>SOL</sub> [h]	T <sub>WORK</sub> [h]	TR [h]	Uwagi
1	styczeń	40,9	176	135,1	
2	luty	139	160	21	
3	marzec	134,1	168	34	
4	kwiecień	258,8	168	-90,8	
5	maj	217	168	-49	
6	czerwiec	364,6	152	-212,6	
7	lipiec	245,9	184	-61,9-	
8	sierpień	253,1	168	-85,1	
9	wrzesień	199	168	-31	
10	październik	163,3	184	20,7	
11	listopad	86,1	152	65,9	
12	grudzień	57,1	168	110,9	
<b>Razem</b>	<b>Razem</b>	<b>2161,9</b>	<b>2016</b>	<b>-390,6</b>	

Tsol – ilości godzin słonecznych w 2019 roku w lokalizacji Polkowice wg Weather on Line.  
Twork – rzeczywiste godziny pracy Biurowca w poszczególnych miesiącach roku 2019  
TR – różnica pomiędzy czasem pracy obiektu a ilością godzin słonecznych (wartość ujemna wskazuje na dłuższy czas pracy PV niż godzin roboczych w miesiącu. W tym czasie energia pójdzie również do sieci)

Z powyższego wynika że ciągu całego 2019 roku projektowana instalacja PV przez 1801,3 godzin (Tsol-TR) pracowała na bezpośrednią autokonsumpcję energii przez obiekt (E<sub>PVK</sub>) a przez 360.6h (TR) oddawała w zasadzie całą energię do sieci OSD. (E<sub>PVS</sub> – produkcja przekazana do sieci)  
Pozwala to wyliczyć współczynnik autokonsumpcji  $W_{AK} = \frac{T_{sol} - TR}{T_{sol}} = 0,8332$  wyprodukowanej energii dla tak określonych warunków pracy obiektu.

## 6. Ocena wyników .

Na podstawie danych z Tab.nr 3 wyliczono dla wybranego Wariantu następujące wskaźniki oszczędnościowe:

Dla wyliczonej średniej mocy instalacji PV w czasie T<sub>sol</sub> P<sub>śr</sub> = 11,2 kWp (P<sub>SPV</sub> = 23,8 kWp) obliczono wartości energii :

1. Wartość energii konsumpcji bezpośredniej (E<sub>PVK</sub>) (zmniejszenie energii pierwotnej)
2. Wartości energii przekazanej do sieci (E<sub>PVS</sub>)

$$E_{PVS} = TR \times P_{\text{śr}} = 4038,72 \text{ kWh}$$

$$E_{PVK} = E_{PVR2} - E_{PVS} = 24\,215 - 4038,72 = 20\,176,28 \text{ kWh}$$

3. Procentowy wskaźnik oszczędności energii wynikający z konsumpcji bezpośredniej z PV

$$W_K = E_{PVK} / E_r \times 100\% = 63,43\%$$

co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii  $\Delta K_{rk}$  o: 8877,56 PLN netto dla średniorocznej ceny netto energii  $C_{sr} = 0,44$  PLN/kWh (efekt finansowy bezpośredni)

4. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci  $E_{PVS}$

$$W_s = E_{PVS} / E_r \times 100\% = 12,6\%$$

W rozliczeniu zmniejszenie rocznych kosztów netto zakupu energii  $\Delta K_{rs}$  o: 1474,13 PLN (efekt finansowy pośredni)

dla aktualnej ceny skupu energii przez OSD Tauron wg tabel URE  $C_{srs} = 0,365$  PLN/kWh dla producentów poza aukcyjnych

5. Efekt finansowy przedsięwzięcia . Wskaźnik oszczędności rocznych  $W\%_{pv}$

$$W\%_{pv} = \Delta K_{rk} / K_r \times 100\% + \Delta K_{rs} / K_r \times 100\% = 73,9\%$$

(wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta K_r = 10\,351,69$  PLN)

Sprawdzenie metodą różnicy bezpośredniej daje wynik  $E_r / E_{pv} = 76,13\%$  a nie 63,43% co jest oczywiste gdyż w tym obliczeniu założeniem jest że cała energia z PV zostanie skonsumowana na miejscu co w rzeczywistości nie ma miejsca.

## 7. Kosztorys szacunkowy realizacji Wariantu II

Na podstawie analizy aktualnych cen rynkowych można przyjąć że koszt budowy instalacji PV na dachu zawiera się w przedziale od 2800 – 3200 PLN/kWp. Dla wartości średniej 3000 PLN/kWp koszt całkowity budowy instalacji wg Wariantu II wyniosłby  $K_{Total} = 71\,400$  PLN netto

## 8. Efekty końcowe . Stopa zwrotu nakładów na inwestycję.

DANE (pola oznaczone kolorem szarym można edytować):

Stopa dyskonta (i):	6,0%
Koszty inwestycyjne (K <sub>i</sub> ):	71 400 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	10 351 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	7,0 lat

WYNIKI:

SPBP	6,9 lat
PBP	przekracza 7 lat
NPV	-13 617 zł
IRR	0,37%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>-n</sup>	PBP
0	71 400 zł	0 zł	-71 400 zł	-71 400 zł	-71 400 zł	-71 400 zł
1	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-61 049 zł	9 765 zł	-61 635 zł
2	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-50 698 zł	9 212 zł	-52 423 zł
3	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-40 347 zł	8 691 zł	-43 732 zł
4	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-29 996 zł	8 199 zł	-35 533 zł
5	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-19 645 zł	7 735 zł	-27 798 zł
6	0 zł	10 351 zł	10 351 zł	-9 294 zł	7 297 zł	-20 501 zł
7	0 zł	10 351 zł	10 351 zł zwrot		6 884 zł	-13 617 zł



## 9. Wnioski końcowe

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja jest opłacalna i zwraca się w okresie 7lat Uwzględniając zmniejszenie się wydajności paneli z upływem czasu średnio o 1% rocznie przez pierwsze 10 lat użytkowania uzyskamy obniżenia energii wyprodukowanej w PV odpowiednio :

1. Po pierwszym roku użytkowania do wartości 23972 kWh
2. Po drugim roku do wartości 23733 kWh
3. Po trzecim roku do wartości 23495 kWh
4. Po czwartym roku do wartości 23260 kWh
5. Po piątym roku do wartości 23028 kWh
6. Po szóstym roku do wartości 22797 kWh
7. Po siódmym roku do wartości 22569 kWh

Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 7 roku braknie kwoty 745 PLN wynikającej z ubytku 1695 kWh niewyprodukowanej w PV energii . Kwota ta ma jednak minimalne znaczenie i nie spowoduje zasadniczej zmiany współczynników NPV i SPB .

## 10. Koncepcja budowy instalacji PV dla obiektu : Zaplecze magazynowo-warsztatowe

Podobnie jak dla obiektu Biurowca czas pracy w tym obiekcie koreluje z czasem produkcji energii elektrycznej w PV co umożliwi zastosowanie podobnej metody obliczeń. I tak:

### Wariant I – z wyboru

Budowa instalacji PV na dachu hali magazynowo-warsztatowe wg Rys E02. Z uwagi na konstrukcję hali ( stropy żelbetowe) można zastosować balastową konstrukcję systemową dla paneli w układzie

pionowym pochyłonymi w stosunku do horyzontu pod kątem 22°. Uniknie się w ten sposób kłopotliwej perforacji pokrycia połąci dachu wykorzystując w maksymalnym stopniu dostępną powierzchnię. W wariantie I możliwe jest ułożenie 147 szt. paneli o mocy jednostkowej 340 Wp co pozwoli uzyskać moc generatora  $P_{MW1} = 49,98 \text{ kWp}$  . Instalacja PV o takiej mocy jest w stanie wyprodukować ok 50 000 kWh energii elektrycznej w ciągu roku i w sposób zdecydowany zmniejszyć koszty rocznego jej poboru lecz jej moc przekracza przydział mocy w tym obiekcie. Z analizy obciążenia w rzeczywistym czasie pracy ( 2016 h ) wynika że obiekt pobiera średnią moc bliską wartości przydziału a niewykluczone że w pewnych okresach ją przekracza.(brak danych) Stanowi to podstawę do podjęcia decyzji o zwiększeniu przydziału mocy do wartości 50 kW co wyeliminuje przypadki jej przekraczania i niepotrzebne koszty a jednocześnie pozwoli efektywniej wykorzystać potencjał powierzchni dachu dla instalacji PV.

### 10.1 Wybór wariantu .

Wybór powyższego wariantu jest optymalnym rozwiązaniem.

## 11. Bilans energetyczny

Roczna produkcja energii elektrycznej w proponowanej wg Wariantu I instalacji PV wyniesie:

$$E_{PVMW} = 1.14 \times 1050 \times 49,98 \text{ kWp} \times 0.83 = 49\ 655 \text{ kWh}$$

Współczynnik  $\eta = 0.83$ ) uwzględnia zmniejszoną wydajność generatora PV z uwagi na niski kąt

pochylenia paneli (22°)

Ponieważ charakter obciążenia dla tego obiektu jest identyczny jak dla budynku biurowca (8 godzinny dzień pracy) to w celu obliczenia pozostałych wskaźników energetycznych zastosowano wyliczony już parametr  $W_{AK}$ .

$$W_{AK} = T_{sol} / T_{sol} - TR / T_{sol} = 0,8332 \text{ i tak:}$$

Dla wyliczonej średniej mocy instalacji PV w czasie  $T_{sol}$   $P_{\acute{s}r} = 22,96 \text{ kWp}$  ( $P_{SPV} = 49,98 \text{ kWp}$ ) obliczono wartości energii :

1. Wartość energii konsumpcji bezpośredniej ( $E_{PVK}$ ) (zmniejszenie energii pierwotnej)
2. Wartość energii przekazanej do sieci ( $E_{PVS}$ )

$$E_{PVK} = E_{PVMW} - E_{PVSWM} = 49655 - 8279,37 = 41377 \text{ kWh}$$
$$E_{PVSWM} = TR \times P_{\acute{s}r} = 8279 \text{ kWh}$$

3. Procentowy wskaźnik oszczędności energii wynikający z konsumpcji bezpośredniej z PV

$$W_K = E_{PVK} / E_r \times 100\% = 41,91\%$$

co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii  $\Delta K_{rk}$  o: 18 205,72 PLN netto dla średniorocznej ceny netto energii  $C_{sr} = 0,44 \text{ PLN/kWh}$  (efekt finansowy bezpośredni)

4. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci  $E_{PVS}$

$$W_s = E_{PVS} / E_r \times 100\% = 8,3\%$$

W rozliczeniu zmniejszenie rocznych kosztów netto zakupu energii  $\Delta K_{rs}$  o: 3021,97 PLN (efekt finansowy pośredni)

dla aktualnej ceny skupu energii przez OSD Tauron wg tabel URE  $C_{sr} = 0,365 \text{ PLN/kWh}$   
dla producentów poza aukcyjnych

5. Efekt finansowy przedsięwzięcia . Wskaźnik oszczędności rocznych  $W\%_{pv}$

$$W\%_{pv} = \Delta K_{rk} / K_r \times 100\% + \Delta K_{rs} / K_r \times 100\% = 41,9\% + 6,9\% = 48,8\%$$

(wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta K_r = 21\,227,55 \text{ PLN}$ )

Sprawdzenie metodą różnicy bezpośredniej daje wynik  $E_r / E_{pv} = 50,29\%$  a nie 41,91% co jest oczywiste gdyż w tym obliczeniu założeniem jest że cała energia z PV zostanie skonsumowana na miejscu co nie polega na prawdzie.

## 12. Kosztorys szacunkowy realizacji Wariantu II

Na podstawie analizy aktualnych cen rynkowych można przyjąć że koszt budowy instalacji PV dachowej zawiera się w przedziale od 2800 – 3200 PLN/kWp. Dla wartości średniej 3000 PLN/kWp koszt całkowity budowy instalacji wg Wariantu II wyniósłby  $K_{Total} = 150\,000 \text{ PLN netto}$

## 13. Efekty końcowe . Stopa zwrotu nakładów na inwestycję.

**PRACOWNIA PROJEKTOWA KATARZYNA SKAZA-OZIMEK**  
**55-040 Bielany Wrocławskie ul. Modrzewiowa 13**

EGZ 1 2

DANE (pola oznaczone kolorem szarym można edytować):

Stopa dyskonta (i):	6,0%
Koszty inwestycyjne (K <sub>i</sub> ):	150 000 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	21 227 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	8,0 lat

WYNIKI:

SPBP	7,1 lat
PBP	przekracza 8 lat
NPV	-18 185 zł
IRR	2,84%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>n</sup>	PBP
0	150 000 zł	0 zł	-150 000 zł	-150 000 zł	-150 000 zł	-150 000 zł
1	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-128 773 zł	20 025 zł	-129 975 zł
2	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-107 546 zł	18 892 zł	-111 083 zł
3	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-86 319 zł	17 823 zł	-93 260 zł
4	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-65 092 zł	16 814 zł	-76 446 zł
5	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-43 865 zł	15 862 zł	-60 584 zł
6	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-22 638 zł	14 964 zł	-45 620 zł
7	0 zł	21 227 zł	21 227 zł	-1 411 zł	14 117 zł	-31 503 zł
8	0 zł	21 227 zł	21 227 zł zwrot		13 318 zł	-18 185 zł

#### 14. Wnioski końcowe

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja jest opłacalna i zwraca się w okresie 7lat  
 Uwzględniając zmniejszenie się wydajności paneli z upływem czasu średnio o 1% rocznie  
 przez pierwsze 10 lat użytkowania uzyskamy obniżenia energii wyprodukowanej w PV odpowiednio :

1. Po pierwszym roku użytkowania do wartości kWh
2. Po drugim roku do wartości 49158 kWh
3. Po trzecim roku do wartości 48666kWh
4. Po czwartym roku do wartości 48180 kWh
5. Po piątym roku do wartości 47698 kWh
- 10
6. Po szóstym roku do wartości 47221 kWh
7. Po siódmym roku do wartości 46749 kWh

Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 7 roku braknie kwoty  
 1278 PLN wynikającej z ubytku 2905 kWh niewyprodukowanej w PV energii co praktycznie przedłuży  
 okres zwrotu .

Opracował:

Lucjan Łopuszański  
 mgr inż. elektryk

Uprawnienia E1+D1 prace kontrolno-pomiarowe do 1 kV  
 Urządzenia, instalacje, sieci, aparatura kontr -pom.  
 automatyka, regulacja, sterowanie zabezpieczenia  
 Instalacje fotowoltaiczne bez ogr. nap  
 G-1/E/034/1123/2017, G-1/D/034/304/2017



1:600



