

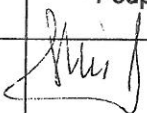
**PROJEKT KONCEPCYJNY**  
**BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH**  
**DLA PRZEDSIĘBIORSTWA GOSPODARKI MIEJSKIEJ Sp z . o.o.**

OBIEKT : OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW w KOMORNIKACH

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	4
4	Koncepcja budowy instalacji PV	5
4.1	Wariant z wyboru	5
4.2	Ocena techniczna	5
4.3	Perspektywa rozwoju	5
5	Bilans energetyczny	5
6.	Ocena wyników	6
7	Efekty końcowe	7
8	Wnioski końcowe	7

Lp	Część rysunkowa	Format
E01	Rozmieszczenie paneli dachu ( mapa)	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. Oczyszczalnia Ścieków w Komornikach

Obiekt położony na działce nr 196/23 w obrębie Komorniki. Jest zabudowana na znacznym obszarze budynkiem administracyjnym oraz urządzeniami oczyszczalni ścieków. Warunki gruntowe dobre. Teren płaski. W czasie oględzin i wizji lokalnej stwierdzono brak na terenie działki warunków do posadowienia gruntowej instalacji fotowoltaicznej. (małe tereny zieleni). Jedyną możliwą powierzchnią do wykorzystania jest część połaci południowej i zachodniej dachu skośnego budynku administracyjnego, pokrytego dachówką o kącie nachylenia  $30^\circ$  w stosunku do horyzontu. Obie te połacie mają różne warunki oświetlenia w okresie dnia co skutkuje różnymi wydajnościami energetycznymi obu połaci w okresie całego roku. Elementami które mogły by powodować okresowe zaciemnienie obu tych części dachu są drzewa od strony zachodniej i wschodniej które należałoby przyciąć minimalnie do płowy ich wysokości.

Na podstawie oględzin nie stwierdzono by montaż projektowanej instalacji PV na dachu budynku administracji stwarzał jakiegokolwiek zagrożenia lub ograniczenia dla istniejącego otoczenia oraz funkcjonowania obiektu. 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 196/23 nie jest objęty ochroną konserwatorską i ochroną przyrody. Instalacja dachowa PV nie jest wymieniona w Rozporządzeniu RM z dnia 10 września 2019 jako przedsięwzięcie mające znaczące oddziaływanie na środowisko i nie wymaga specjalnej opinii środowiskowej.

#### 3.1 Warunki zasilania

Obiekt jest zasilany w energię elektryczną z sieci operatora Tauron z mocą przydzieloną  $P=45$  kW. która to wielkość limituje maksymalną moc projektowanej instalacji PV. Wykorzystanie przydziału mocy jest w granicach od 31% do 38,8% w zależności od pory roku. Oczyszczalnia pracuje z obciążeniem równomiernym całodobowym przez okres całego roku i ten stan nie koreluje z czasem efektywnej produkcji energii w PV. W roku 2019 całkowity pobór energii elektrycznej w tym obiekcie wyniósł  $E_r = 109\,750$  kWh

co przy średnio- rocznej cenie za 1 kWh na poziomie 0.45 PLN/kWh wygenerowało roczne koszty netto o wartości

$K_r = 53\,284,60$  PLN

Z powyższego wynika że średnioroczne stałe całodobowe obciążenie w roku 2019 wyniosło

$P_{dob} = 12,528$  kW

i ma niewielką tendencję zniżkową w porównaniu z rokiem 2018.(12.86kW). Dane dotyczące poboru i kosztów energii elektrycznej na obiekcie w latach 2018-2019 przedstawiono w Tab. nr 1

Tab nr 1

Lp	Rok	$E_r$ [kWh]	Średni cena netto PLN/ kWh	Roczny koszt netto [PLN]
1	2018	112667	0,45	55 250,00
2	2019	109750	0,45	53 284,60

#### **4. Koncepcja budowy instalacji PV**

##### **4.1 Wariant z wyboru**

##### **Instalacja dachowa na dwóch połaciach dachu budynku administracji**

Z pomiarów wykonanych w czasie wizji lokalnej wynika że na opisanej połaciach dachu istnieje przestrzeń umożliwiającą montaż dwóch generatorów PV o łącznej ilości 58 szt. standardowych paneli na konstrukcji systemowej dla dachów płaskich z pokryciem ceramicznym montowanych pod kątem zgodnym z nachyleniem połaci tj. 35°. Konfigurację obu generatorów i rozmieszczenie paneli przedstawiono na rys E01. Z analizy ich położenia wynika że generator oznaczony jako PV1 o ilości paneli 31 szt. i wystawie południowo-wschodniej ma zapewnione dobre całoroczne warunki oświetlenia natomiast generator PV2 o wystawie wschodniej w godzinach popołudniowych będzie oświetlony wyłącznie światłem pośrednim. Spowoduje to znaczny spadek wydajności energetycznej tej połaci dachu w skali roku. Dla analogicznych instalacji rozmieszczonych na połaciach wschód – zachód wskaźnik sprawności osiąga realną wartość 0,68- 075

Łączna moc tak projektowanej instalacji wyniesie :

Tab.nr2

Lp	Generator DC	Ilość paneli	Moc $P_{GPV}$ [kWp]	Sprawność
1	PV1	31	10,54	0,87
2	PV2	27	9,18	0,70
	Razem	58	<b>19,72</b>	średnio 0,78

Warunkiem uzyskania dobrego całorocznego oświetlenia projektowanych generatorów PV1i PV2 jest przycięcie drzew wskazanych na Rys.E01 minimalnie do połowy ich aktualnej wysokości. Moc tak zaprojektowanego generatora jest znacznie mniejsza od przydziału mocy w obiekcie( 45kW) i większa niż średnioroczne stałe obciążenie całodobowe.

**Pdob= 12,528 kW**

##### **4.2 Ocena techniczna wariantu**

Dla właściwej oceny proponowanego rozwiązania należy uwzględnić szczególne warunki pracy instalacji wynikające przede wszystkim z asymetrii oświetlenia jak również z niewielkiej korelacji charakteru obciążenia z czasem operacji słonecznej. Można przyjąć że energia wytworzona w przez średnią całodobową moc instalacji **PV Pdpv = 8,869 kWp** zostanie bezpośrednio skonsumowana praktycznie w 100% ( autokonsumpcja) natomiast do sieci może zostać wprowadzona niewielka nadwyżka wynikająca z chwilowych różnic w zmiennych stanach obciążenia lecz jej udział w ogólnych wskaźnikach energetycznych i finansowych jest pomijalnie mały.

##### **4.3 Perspektywa i proponowany kierunek rozwoju instalacji**

Na obiekcie oczyszczalni ścieków w Komornikach nie ma obecnie możliwości rozwoju i powiększenia mocy instalacji PV która miała istotny wpływ na bilans energetyczny obiektu. Wynika to przede wszystkim z małej powierzchni dostępnego terenu, licznego i bujnego drzewostanu wokół działki 196/23 oraz braku możliwości poszerzenia dostępnego arealu. (teren Lasów Państwowych)

#### **5. Bilans energetyczny**

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

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

**EGZ 1 2**

$$E_{PVR1} = 1.14 \times 1050 \times 10,54 \text{ kWp} \times 0.87 = 10\,976 \text{ kWh/rok}$$
$$E_{PVR2} = 1.14 \times 1050 \times 9,18 \text{ kWp} \times 0.75 = 8\,241 \text{ kWh/rok}$$

**Łączna produkcja z tak zaprojektowanej instalacji wyniesie  $E_{PVR} = 19\,218 \text{ kWh/rok}$**

dla sprawności PV 2 obniżonego do wartości 0,75 z uwagi na warunki oświetlenia.  
Z tabelarycznego (Tab. nr 1) zestawienia ilości pobranej przez obiekt energii elektrycznej i kosztów jej zakupu przyjęto do obliczeń następujące wskaźniki i wartości :

1.  $E_R = 109\,750 \text{ kWh}$  - roczny pobór energii w 2019 r. w obiekcie
2.  $E_M = 9\,145,8 \text{ kWh}$  - średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego (stały całoroczny i całodobowy pobór.)

Na tym obiekcie również dobowa struktura poboru energii elektrycznej (stały pobór) w ograniczonym stopniu koreluje z emisją światła słonecznego i produkcją energii w PV lecz moc projektowanej instalacji PV praktycznie w 100% zawiera się w mocy stałego obciążenia dobowego i zostaje konsumowana bezpośrednio w całości .

## **6. Ocena wyników .**

Na podstawie uzyskanych danych wyliczono dla wybranego Wariantu następujące wskaźniki oszczędnościowe:

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

$$W_K = E_{PVK} / E_R \times 100\% = 17,51 \%$$

**Obniżenie poboru energii elektrycznej  $\Delta E_r$  o : 19 218 Kwh/rok**

**do wartości:  $E_r' = 90\,583 \text{ kWh}$  ( zmniejszenie energii pierwotnej)**

**co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii  $\Delta K_{rk}$  o: 8647,92 PLN netto**

dla średniorocznej ceny netto energii  $C_{sr} = 0,45 \text{ PLN/kWh}$  ( efekt finansowy bezpośredni)  
Roczny koszt energii elektrycznej po zmniejszeniu wyniesie :

$$K_r' = K_r - \Delta K_{rk} = 53\,284,6 - 8647,92 = 44\,636,68 \text{ PLN}$$

2. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci pominięto z uwagi na znikomą i trudną do oszacowania wartość.

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

$$W\%_{pv} = \Delta K_{rk} / K_r \times 100\% = 16,23 \%$$

( wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta K_r = 8647,92 \text{ PLN}$ )

Na podstawie analizy aktualnych cen rynkowych można przyjąć że koszt budowy instalacji PV na skośnym dachu z pokryciem ceramicznym zawiera się w przedziale od 2800 – 3200 PLN/kWp. Dla wartości średniej 3000 PLN/kWp koszt całkowity budowy instalacji wg tego Wariantu wyniósłby

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

EGZ 1 2

$K_{Total} = 58\,740,00$  PLN netto

**7. 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> ):	58 740 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	8 625 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	7,0 lat

WYNIKI:

SPBP	6,8 lat
PBP	przekracza 7 lat
NPV	-10 592 zł
IRR	0,69%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>n</sup>	PBP
0	58 740 zł	0 zł	-58 740 zł	-58 740 zł	-58 740 zł	-58 740 zł
1	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-50 115 zł	8 137 zł	-50 603 zł
2	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-41 490 zł	7 676 zł	-42 927 zł
3	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-32 865 zł	7 242 zł	-35 685 zł
4	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-24 240 zł	6 832 zł	-28 853 zł
5	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-15 615 zł	6 445 zł	-22 408 zł
6	0 zł	8 625 zł	8 625 zł	-6 990 zł	6 080 zł	-16 328 zł
7	0 zł	8 625 zł	8 625 zł zwrot		5 736 zł	-10 592 zł

**8. Wnioski końcowe**

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja w PV na tym obiekcie jest opłacalna jeśli oceniać ją wskaźnikami oszczędności energii i wskaźników ekonomicznych. Jednakże uzyskana wartość  $W_k = 17,51\%$  na ogół nie spełnia wymagań żadnego z konkursów wsparcia lub programów dofinansowujących lecz z uwagi na 100% bezpośrednią konsumpcję energii z PV na obiekcie i niskim kosztem budowy zwraca się w akceptowalnym okresie 7 lat.

Uwzględniając zmniejszenie się wydajności paneli z upływem czasu średnio o 1% rocznie przez pierwsze 10 lat użytkowania uzyskamy obniżenia energii wyprodukowanej w PV odpowiednio :

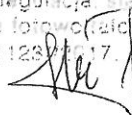
- po siódmym roku użytkowania do wartości **17 825 kWh (6,7%)**

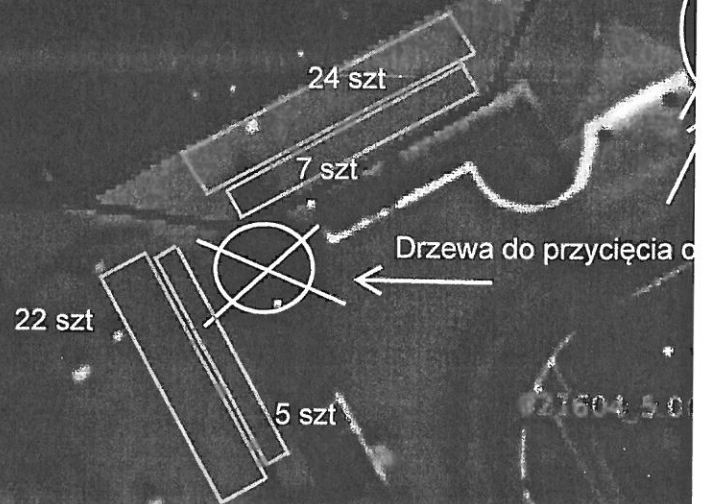
Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 7 roku braknie kwoty 603,76 PLN wynikającej z ubytku 1341,69 kWh niewyprodukowanej w PV energii . W praktyce oznacza to konieczność „dołożenia” 1 szt panela po okresie 7 letnim okresie użytkowania instalacji. Są to więc wartości o znikomym wpływie na efekty energetyczno -finansowe wybranego wariantu budowy instalacji PV .

Opracował:

Lucjan Topuszański  
mgr inż. elektryk

Uprawnienia EtyD1 prace kontrolno-pomiarowe do 1 kV  
 Urządzenia, instalacje, sieci, aparatura kontrol.-pom.  
 automatyka, regulacja, sterowanie zabezpieczenia  
 Instalacje fotowoltaiczne bez opr. nap  
 G-1/E/034/1123/2017, G-1/D/034/304/2017





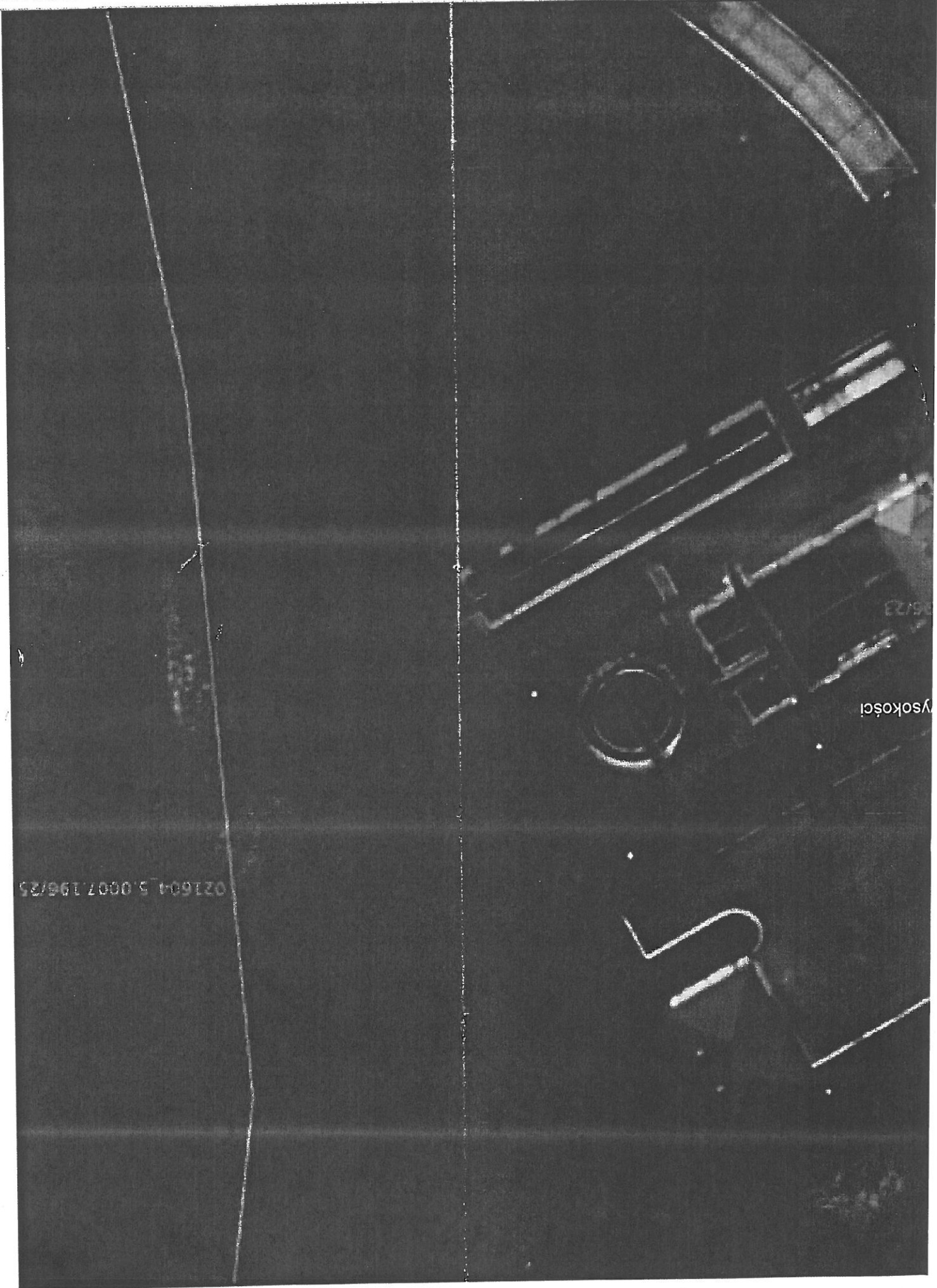
Rys. E01  
Widok na planowaną instalację PV

Łącznie 58 szt paneli PV o mocy 340 Wp  
Generator PV o mocy 19,72 kWp

021604\_5.0007.209/4



2019/11/12



ysokości

021604

021604 5.0007.19B/25

PGM Sp. z o.o. - Polkowice