

# PROJEKT KONCEPCYJNY

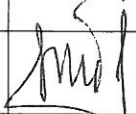
BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH  
DLA PRZEDSIĘBIORSTWA GOSPODARKI MIEJSKIEJ Sp. z o.o.

OBIEKT : OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW w POLKOWICACH

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 I PV1	5
4.2	Ocena techniczna	5
5.	Bilans energetyczny PV1 i PV2	5
6	Ocena wyników	6
7.	Kosztorys szacunkowy PV1	7
8	Efekty końcowe PV1	8
9	Wnioski końcowe PV1	8
10	Kosztorys szacunkowy PV2	8
11	Efekty końcowe PV2	8
12	Wnioski końcowe PV2	9

Lp	Część rysunkowa	Format
E01	Rozmieszczenie paneli na dz. nr 134/1	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 Polkowicach

Obiekt położony na działce nr 134/1 w Polkowicach przy ul. Strefowej, której powierzchnia jest zabudowana urządzeniami oczyszczalni na znacznej części. Warunki gruntowe dobre. Teren płaski. Wystawa działki południowo-zachodnia. Odchylenie od południa 30° na zachód.

W czasie wizji lokalnej i oględzin terenu ujawniono dwa obszary niezacienionego terenu zielonego które posiadają potencjał do posadowienia na nich gruntowej instalacji PV. Tereny te (PV1, PV2) w chwili obecnej są pokryte roślinnością niskopienną ozdobną, (krzewy, drzewa) które w przypadku przeznaczenia tej części działki pod budowę PV musiały by zostać przeniesione. Przygotowanie tego terenu pod konstrukcję wsporczą PV jest technicznie wykonalne i nie wymaga znacznych nakładów finansowych.

Z oględzin wynika również, że wytypowane przestrzenie mają zapewnione dobre oświetlenie słoneczne w ciągu całego dnia w porze letniej. W okresie zimy w związku z niskim położeniem słońca nad horyzontem w godzinach rannych możliwe jest częściowe zacienienie pola PV1 od wysokich drzew rosnących we wschodniej granicy działki 134/1. Również pole PV2 w okresie zimy może okresowo znaleźć się w strefie cienia od drzew rosnących we wschodniej i południowej granicy działki 134/1.

Parametry projektowanych generatorów PV na obu tych polach wskazano w dalszej części opracowania a rozmieszczenie przedstawiono na Rys E01.

Na podstawie oględzin nie stwierdzono by montaż projektowanych instalacji PV na obu wskazanych obszarach działki 134/1 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, w szczególności nie ogranicza funkcjonowania oczyszczalni i nie wprowadza dodatkowych uciążliwości dla środowiska. Teren działki 134/1 nie jest objęty ochroną konserwatorską i ochroną przyrody. Instalacja gruntowa 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 dwóch wzajemnie rezerwujących się i odrębnie opomiarowanych linii energetycznych o przydziale mocy **P=300 kW** każda.

Wykorzystanie przydziału mocy na obu przyłączach znacznie się różni co potwierdzają również wskazania poboru energii. I tak

1. Kierunek 1 - obciążenie średnie : **45,7kW—44,8 kW (15%)**

2. Kierunek 2 – obciążenie średnie : **148,7 kW – 145kW (49%)**

Oczyszczalnia pracuje z obciążeniem równomiernym całodobowym przez okres całego roku i ten stan nie koreluje z czasem efektywnej produkcji energii w PV. Dane dotyczące poboru energii w 2018 i 2019 roku na obu (Er1 i Er2) kierunkach przedstawiono w Tab.nr 1

Tab nr 1

Lp	Rok	Er1 [kWh]	Śr.cena netto PLN/ kWh	Roczny koszt [PLN]	Er2 [kWh]	Śr.cena netto PLN/kWh	Roczny Koszt PLN
1	2018	494 863	0,39	192 996,0	1 352 995	0,36	475 825,53
2	2019	472 526	0,39	183 944,1	1 369 949	0,36	481 788,6

Średnie całodobowe obciążenie roczne wyniosło :

**Er1 – 53,94 kW**

**Er2 - 156,38 kW**

**dla Tr= 8760 h**

Średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego na obu kierunkach

(stały całoroczny i całodobowy pobór.)

$$E_{MR1} = 39\,377 \text{ kWh}$$

$$E_{MR2} = 114\,162 \text{ kWh}$$

$$T_m = 720 \text{ h}$$

#### 4. Koncepcja budowy instalacji PV

##### 4.1 Wariant I – z wyboru jako jedyne możliwe rozwiązanie

##### Instalacja gruntowa na obu częściach działki 134/1 oznaczona jako PV1 i PV2

Z pomiarów wykonanych w czasie wizji lokalnej wynika że na powierzchni obszaru opisanego jako PV1 istnieje możliwość budowy gruntowej instalacji PV o liczbie paneli **360 szt** zamontowanych na standardowej konstrukcji wsporczej, w układzie dwóch paneli w pionie pochylonych w stosunku do horyzontu pod kątem  $20^\circ$ , w trzech rzędach o długości **60 m każdy**. W takim układzie generator PV1 uzyskałby moc  $P_{PV1} = 122,4 \text{ kWp}$  dla standardowych paneli o mocy jednostkowej **340 Wp**. Moc ta nie przekracza wartości mocy przydzielonej a PV1 byłby dedykowany do podłączenia i kompensacji poboru mocy na kierunku zasilania nr 1 (**Er1**)

Na powierzchni obszaru oznaczonego jako PV2 możliwe jest posadowienie gruntowej instalacji PV zamontowanej w sposób identyczny jak w przypadku PV1 dla łącznej ilości paneli **600 szt** w trzech rzędach o długości **100 m każdy**. Tak skonstruowany generator uzyskałby moc  $P_{PV2} = 204 \text{ kWp}$ . Ta wartość również jest mniejsza od mocy przydziału a generator byłby dedykowany do współpracy i kompensacji poboru mocy na kierunku zasilania nr 2 (**Er2**)

##### 4.2 Ocena techniczna Wariantu wyboru.

Z analizy całości planu zagospodarowania działki 134/1 wynika że są to dwa jedynie dostępne i możliwe do zagospodarowania obszary. Nie są one oczywiście pozbawione wad i wymagają nakładów na ich techniczne przystosowanie pod budowę PV

#### 5. Bilans energetyczny ( oddzielny dla PV1 i PV2)

Roczna produkcja energii elektrycznej w proponowanej instalacji PV wyniesie:

$$E_{PVR1} = 1.14 \times 1050 \times 122,4 \text{ kWp} \times 0.84 = 123\,071 \text{ kWh}$$

$$E_{PVR2} = 1,14 \times 1050 \times 204 \text{ kWp} \times 0,84 = 205\,118 \text{ kWh}$$

Chociaż dobową strukturą poboru energii elektrycznej w obiekcie ( stały pobór) w ograniczonym stopniu koreluje z emisją światła słonecznego i produkcją energii w PV to w tym przypadku z zastosowanego modelu obliczeń wynika że możliwość pokrycia zapotrzebowania na energię obiektu w bezpośredniej konsumpcji jest prawie 100% ponieważ średnia dobową moc instalacji PV  $P_{PVS}$  liczona do ilości godzin słonecznych w roku  $T_{sol} = 2161,9 \text{ h}$  wynosi:

$$P_{PVS1} = 56,92 \text{ kW}$$

$$P_{PVS2} = 94,87 \text{ kW}$$

Dla PV1 wartość  $P_{PVS1} = 56,92 \text{ kW}$  jest nieznacznie większa od średniego dobowego obciążenia **Er1 = 53,94 kW** co spowoduje że poza autokonsumpcją pewna minimalna część energii zostanie oddana do sieci. Dla różnicy  $\Delta P = 2,97 \text{ kW}$  i czasu pracy  $T_{sol} = 2161.9 \text{ h}$  Energia przekazana do sieci może osiągnąć maksymalną wartość  $E_{PVS1} = 6421 \text{ kWh}$  i o tyle zmniejszyć autokonsumpcję ( $E_{PVK}$ )

Dla PV2 wartość  $P_{PVS2} = 94,87 \text{ kW}$  i jest mniejsza od  $Er2 = 156,38 \text{ kW}$  co powoduje że praktycznie całość energii z PV zostanie poddana auto konsumpcji w czasie jej wytwarzania.

W Tab nr 2 przedstawiono ilości godzin słonecznych ( $T_{sol}$ ) w 2019 roku dla lokalizacji Polkowice uzyskane z Portalu Wheather on Line

Tab.nr 2

Accumulated Sunshine Hours (January 2019 – December 2019)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
40.9	139.0	134.1	258.8	217.0	364.6	[hrs]
48	82	93	90	83	100	Data availability[%]

Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
245.9	253.1	199.0	166.3	86.1	57.1	[hrs]
96	100	90	80	76	70	Data availability[%]

Accumulated Value (January 2019 – December 2019) : **2161.9 hrs**

$T_{sol} = 2161.9 \text{ h}$

## 6. Ocena wyników .

Na podstawie powyższych danych wyliczono dla PV1 następujące wskaźniki oszczędnościowe:

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

$$E_{PVK} = E_{PVR1} - E_{PVS1} = 123070 - 6420 = 116 650 \text{ kWh}$$

$$W_K = E_{PVK} / Er \times 100\% = 24,69 \%$$

Obniżenie poboru energii elektrycznej  $\Delta Er$  o : 116 650 kWh/rok

do wartości:  $Er' = 355 876 \text{ kW}$  ( zmniejszenie energii pierwotnej)

co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii  $\Delta Kr_k$  o: 45 493,5 PLN netto dla średniorocznej ceny netto energii  $Csr = 0,39 \text{ PLN/kWh}$  ( efekt finansowy bezpośredni)  
Roczny koszt energii elektrycznej po zmniejszeniu wyniesie :

$$Kr' = Kr - \Delta Kr_k = 183 944,1 - 45493,5 = 138 450,5 \text{ PLN}$$

2. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci

$$Ws = E_{PVS} / Er \times 100\% = 1,35\%$$

W rozliczeniu zmniejszenie rocznych kosztów netto zakupu energii  $\Delta Kr_s$  o : 2343,3 PLN ( efekt finansowy pośredni )

dla aktualnej ceny skupu energii przez OSD Tauron wg tabel URE  $Csrs = 0,365 \text{ PLN/kWh}$

dla producentów poza aukcyjnych

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

$$W\%_{pv} = \Delta Krk / Kr \times 100\% + \Delta Krs / Kr \times 100\% = 26,01 \%$$

( wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta Kr = 47\,837,07$  PLN)

Dla PV2

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

$$E_{PVK} = 205\,118 \text{ kWh}$$

$$W_K = E_{PVK} / E_r \times 100\% = 14,97 \%$$

Obniżenie poboru energii elektrycznej  $\Delta E_r$  o : 205 118 kWh/rok

do wartości:  $E_r' = 1\,164\,832$  kWh ( zmniejszenie energii pierwotnej)

co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii  $\Delta Krk$  o: 73 842,45 PLN netto  
dla średniorocznej ceny netto energii  $C_{sr} = 0,36$  PLN/kWh ( efekt finansowy bezpośredni)  
Roczny koszt energii elektrycznej po zmniejszeniu wyniesie :

$$Kr' = Kr - \Delta Krk = 481788 - 73842,45 = 407\,946,15 \text{ PLN}$$

2. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci

$$W_s = E_{PVS} / E_r \times 100\% = 0 \%$$

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

$$W\%_{pv} = \Delta Krk / Kr \times 100\% = 15,33 \%$$

( wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta Kr = 73\,842,12$  PLN)

## 7. Kosztorys szacunkowy realizacji PV1

Na podstawie analizy aktualnych cen rynkowych można przyjąć że koszt budowy instalacji PV na gruncie zawiera się w przedziale od 3200 – 3800 PLN/kWp. Dla wartości średniej 3500 PLN/kWp koszt całkowity budowy instalacji PV2 wyniosłby  $K_{Total} = 428\,400,00$  PLN netto

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

EGZ 1 2

**8. Efekty końcowe . Stopa zwrotu nakładów na inwestycję. PV1**

DANE (pola oznaczone kolorem szarym można edytować):

Stopa dyskonta (i):	6,0%
Koszty inwestycyjne (K <sub>i</sub> ):	428 400 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	47 836 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	9,0 lat

WYNIKI:

SPBP	9,0 lat
PBP	przekracza 9 lat
NPV	-103 034 zł
IRR	0,10%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>n</sup>	PBP
0	428 400 zł	0 zł	-428 400 zł	-428 400 zł	-428 400 zł	-428 400 zł
1	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-380 564 zł	45 128 zł	-383 272 zł
2	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-332 728 zł	42 574 zł	-340 698 zł
3	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-284 892 zł	40 164 zł	-300 534 zł
4	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-237 056 zł	37 891 zł	-262 643 zł
5	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-189 220 zł	35 746 zł	-226 897 zł
6	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-141 384 zł	33 722 zł	-193 175 zł
7	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-93 548 zł	31 814 zł	-161 361 zł
8	0 zł	47 836 zł	47 836 zł	-45 712 zł	30 013 zł	-131 348 zł
9	0 zł	47 836 zł	47 836 zł zwrot		28 314 zł	-103 034 zł

**9. Wnioski końcowe PV1**

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja w PV1 na tym obiekcie jest na granicy opłacalności i zwraca się w okresie 9 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 :

1. Po pierwszym roku użytkowania do wartości kWh
2. Po drugim roku do wartości 121839 kWh
3. Po trzecim roku do wartości 120620 kWh
4. Po czwartym roku do wartości 119414 kWh
5. Po piątym roku do wartości 118220 kWh
6. Po szóstym roku do wartości 117038 kWh
7. Po 10 latach do wartości 110763 kWh

Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 10 roku braknie kwoty 4799,73 PLN wynikającej z ubytku 12307,1 kWh niewyprodukowanej w PV energii co wydłuży okres spłaty o ponad rok

**10. Kosztorys szacunkowy realizacji PV2**

Na podstawie analizy aktualnych cen rynkowych można przyjąć że koszt budowy instalacji PV na gruncie zawiera się w przedziale od 3200 – 3800 PLN/kWp. Dla wartości średniej 3500 PLN/kWp koszt całkowity budowy instalacji PV2 wyniosłby  $K_{Total} = 714\ 000,00$  PLN netto

**11. Efekty końcowe . Stopa zwrotu nakładów na inwestycję. PV2**



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

<b>EGZ</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
------------	----------	----------

DANE (pola oznaczone kolorem szarym można edytować):

Stopa dyskonta (i):	6,0%
Koszty inwestycyjne (K <sub>i</sub> ):	714 000 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	73 842 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	10,0 lat

WYNIKI:

SPBP	9,7 lat
PBP	przekracza 10 lat
NPV	-170 516 zł
IRR	0,62%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>-n</sup>	PBP
0	714 000 zł	0 zł	-714 000 zł	-714 000 zł	-714 000 zł	-714 000 zł
1	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-640 158 zł	69 662 zł	-644 338 zł
2	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-566 316 zł	65 719 zł	-578 619 zł
3	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-492 474 zł	61 999 zł	-516 619 zł
4	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-418 632 zł	58 490 zł	-458 130 zł
5	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-344 790 zł	55 179 zł	-402 951 zł
6	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-270 948 zł	52 056 zł	-350 895 zł
7	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-197 106 zł	49 109 zł	-301 786 zł
8	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-123 264 zł	46 329 zł	-255 456 zł
9	0 zł	73 842 zł	73 842 zł	-49 422 zł	43 707 zł	-211 749 zł
10	0 zł	73 842 zł	73 842 zł zwrot		41 233 zł	-170 516 zł

## 12. Wnioski końcowe PV2

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja w PV2 na tym obiekcie jest również na granicy opłacalności i zwraca się w okresie 10 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 :

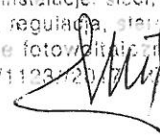
1. Po pierwszym roku użytkowania do wartości 203065 kWh
2. Po drugim roku do wartości 201035 kWh
3. Po trzecim roku do wartości 199024 kWh
4. Po czwartym roku do wartości 197035 kWh
5. Po piątym roku do wartości 195064 kWh
6. Po szóstym roku do wartości 193113 kWh
7. Po 10 latach do wartości 184605 kWh

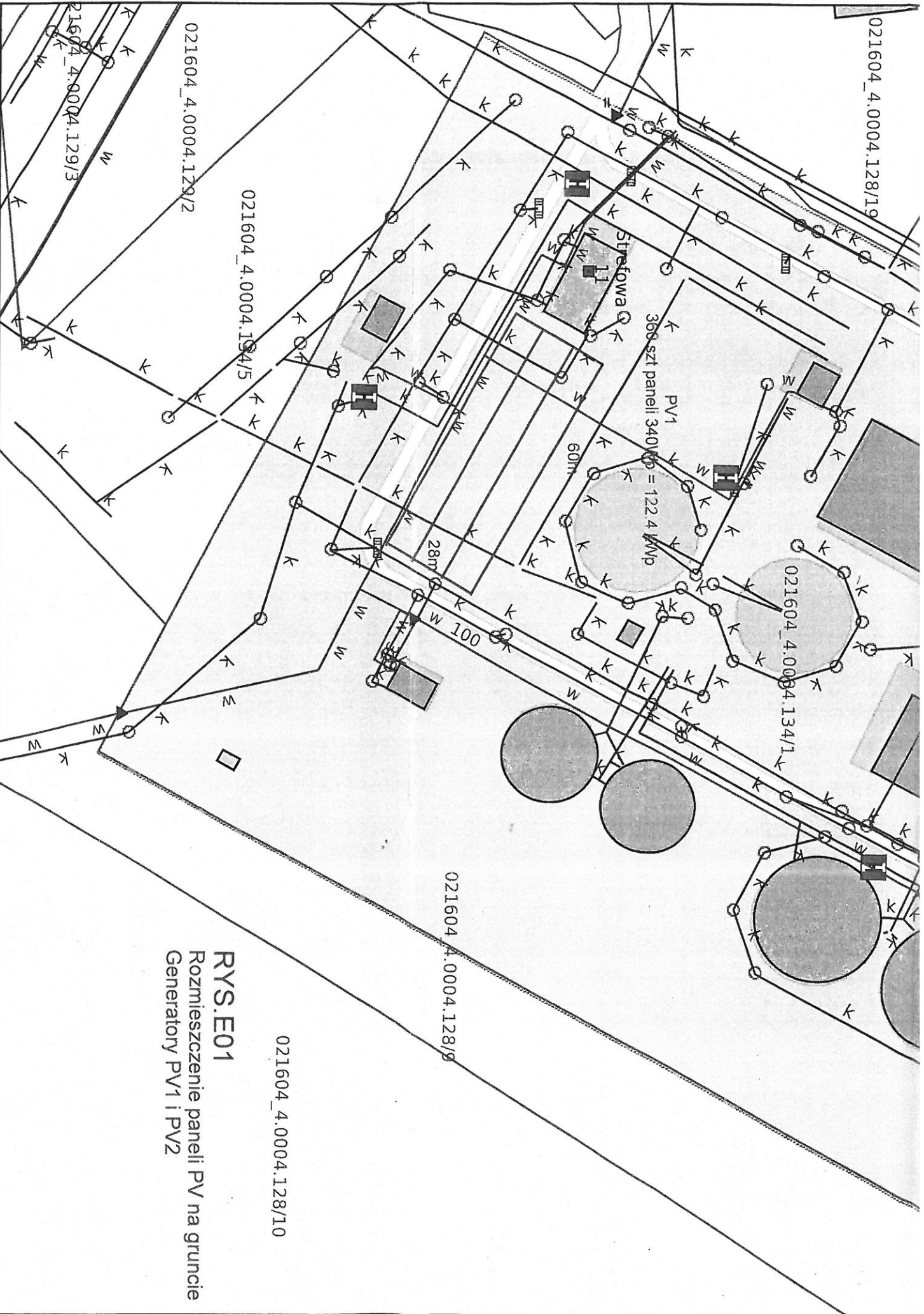
Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 10 roku braknie kwoty 7384 PLN wynikającej z ubytku 20511.7 kWh niewyprodukowanej w PV energii co wydłuży okres spłaty o ponad rok

Opracował:

Lucjan Łopuszański  
mgr inż. elektryk

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





**RYS.E01**  
 Rozmieszczenie paneli PV na gruncie  
 Generatory PV1 i PV2

021604\_4.0004.128/10

021604\_4.0004.128/9

021604\_4.0004.128/19

021604\_4.0004.129/2

021604\_4.0004.134/5

021604\_4.0004.129/3

021604\_4.0004.134/1



1:1500

PGM Sp. z o.o. - Polkowice

021604\_4.0004.224

021604\_4.0004.128/20

021604\_4.0004.128/8

PV2 600 szt. paneli x 340 Wp = 204 kWp

38m

100m

