

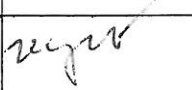
PROJEKT KONCEPCYJNY
BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH
DLA PRZEDSIĘBIORSTWA GOSPODARKI MIEJSKIEJ Sp. z o.o.

OBIEKT : STACJA UZDATNIANIA WODY (SUW) w SUCHEJ GÓRNEJ
(wariant 100 kW)

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	4
4.1	Wariant I	4
4.2	Wariant II	5
4.3	Wybór wariantu.wnioski	5
5	Bilans energetyczny	5
6.	Ocena wyników	7
7	Kosztorys szacunkowy	8
8	Efekty końcowe	8
9	Wnioski końcowe	8

Lp	Część rysunkowa	Format
E01	Rozmieszczenie paneli na dz. nr 266	A3
E02	Rozmieszczenie paneli na dz. nr 267	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 CO₂).

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. *Stacja Uzdatniania Wody w Suchej Górnej*

Obiekt położony na działce nr 266 (obręb Sucha Górna) zabudowanej dwoma zbiornikami na wodę oraz budynkiem technologicznym. Warunki gruntowe dobre, teren płaski. Znaczna część działki nr 266 o wystawie południowej jest niezabudowana i nadaje się na wykorzystanie pod budowę gruntowej instalacji PV. Przygotowanie tego terenu wiąże się z koniecznością przesadzenia części ozdobnych krzewów i przycięcia drzew we wschodnim roku działki wg Rys. E01. Są to zabiegi kosmetyczne i nie wpłyną na środowisko przyrodnicze działki. Na podstawie oględzin nie stwierdzono również by montaż projektowanej instalacji PV 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 266 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.

Również quasi płaska betonowa powierzchnia pokrycia zbiorników wody o średnicy ok 14m o wystawie dookólnej może być użyta do montażu instalacji PV jako uzupełnienie instalacji na gruncie.

3.1 Warunki zasilania

Obiekt jest zasilany w energię elektryczną z sieci operatora Tauron z mocą przydzieloną $P=200$ kW, która to wielkość limituje maksymalną moc projektowanej instalacji PV. Wykorzystanie przydziału mocy jest w granicach od 28% do 44% w zależności od pory roku. Stacja 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

$$E_r = 525\,218 \text{ kWh}$$

co przy średnio- rocznej cenie za 1 kWh na poziomie 0.38 PLN/kWh wygenerowało roczne koszty w wartości

$$K_r = 197\,609,88 \text{ PLN}$$

Z powyższego wynika że średnioroczne całodobowe obciążenie w roku 2019 wyniosło 59.95 kW i ma tendencję zniżkową 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	E_r [kWh]	Średni cena netto PLN/ kWh	Roczny koszt netto [PLN]
1	2018	561 842	0,38	213 499,96
2	2019	525 218	0,38	197 609,9

4. Koncepcja budowy instalacji PV

4.1 Wariant I

Instalacja gruntowa na części działki nr 266 uzupełniona instalacją na pokryciu dachowym zbiorników wody.

Z pomiarów wykonanych w czasie wizji lokalnej wynika że na opisanym wcześniej gruncie działki 266 jest do dyspozycji przestrzeń o wymiarach 62 x 22 m. Na powierzchni tej jest możliwość budowy dwurzędowego generatora PV na konstrukcji wsporczej i systemowej mocowanej w gruncie, z dwoma panelami w pionie (o wymiarach standardowych) pochylonych w stosunku do horyzontu pod kątem 35°

o łącznej ilości 248 szt. (124 szt. w rzędzie) o dostępnej i popularnej na chwilę obecną jednostkowej mocy panela $P_{pv} = 340 \text{ Wp}$. Dla tych założeń łączna moc generatora PV na gruncie wyniosła by :

$$P_{GPV} = 84,32 \text{ kWp}$$

Uzupełnienie projektowanego naziemnego generatora PV mogą stanowić 2 jednorzędowe generatory na obu zbiornikach wody. Ich dostępna użytkowa powierzchnia wynosi $14 \times 3 \text{ m}$ co umożliwia budowę jednorzędowych generatorów PV w układzie pionowym 2 szt paneli na obu zbiornikach o łącznej liczbie 44 szt (2 x 22 szt) co generuje łączną moc zbiornikowego generatora PV $P_{ZPV} = 14,96 \text{ kWp}$ dla identycznych paneli. W takim wariantcie sumaryczna moc instalacji PV na obiekcie wyniosła by :

$$P_{PV1} = P_{GPV} + P_{ZPV} = 99,28 \text{ kWp}$$

Konfigurację instalacji PV w tym wariantcie przedstawiono na Rys.nr E01. Montaż insolacji PV na obu zbiornikach winien być poprzedzony opinią projektanta - konstruktora o dopuszczalności obciążenia stropu obu zbiorników konstrukcją balastową.

4.2 Wariant II

Z informacji uzyskanych od Zarządu Przedsiębiorstwa wynika że istnieje realna możliwość pozyskania przez Przedsiębiorstwo działki nr 267 która przylega do działki nr 266 i stanowi jej przedłużenie w kierunku południowo- zachodnim. Z analizy jej wymiarów wynika że możliwa jest na niej zabudowa odrębnej instalacji fotowoltaicznej posadowionej na gruncie o mocy do 100 kW. Wartością graniczną mocy instalacji PV możliwej do zabudowania jest wartość przydziału mocy na obiekcie równa 200 kW. Wg tej koncepcji projektowany generator PV będzie miał moc:

$$P_{PV2} = 99,96 \text{ kWp}$$

i składałby się z 294 szt paneli o mocy jednostkowej 340 W zainstalowanych w 3 rzędach z dwoma panelami w pionie i pochylonych w stosunku do horyzontu pod kątem 35° . Istotnym aspektem jest możliwość korekcji azymutu ustawienia paneli na kierunek 0° w kierunku południowym co zdecydowanie poprawi wydajność systemu w stosunku do Wariantu I który takiej możliwości nie dawał z uwagi na geometrię i sposób istniejącego zagospodarowania działki 266

Sposób rozmieszczenia paneli na działce 267 przedstawiono na Rys. E02. II (bez korekcji azymutu) W tym wariantcie instalacja na działce nr 266 wg Wariantu I byłaby zbędna.

4.3 Wybór wariantu . Wnioski.

Z oceny obu proponowanych rozwiązań wynika że **Wariant II** ma zarówno technicznie jak i ekonomiczne większe uzasadnienie. Na działce 267 nie ma żadnej roślinności którą należałoby przesadzać lub usunąć a wybudowanie infrastruktury sieciowej do obsługi projektowanej instalacji PV jest na tym samym poziomie trudności i kosztów jak dla działki 266. Najbardziej istotnym elementem oceny przemawiającym na korzyść wariantu II jest docelowa wielkość mocy w granicach 100 kWp.

5. Bilans energetyczny

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

$$E_{PVR2} = 1.14 \times 1050 \times 99.96 \text{ kWp} \times 0.83 = 99\,311 \text{ kWh}$$

Z tabelarycznego (Tab. nr 1) zestawienia ilości pobranej przez obiekt energii elektrycznej i kosztów jej zakupu przyjęto do obliczeń następujące wskaźniki i wartości :

1. $E_R = 525\,218 \text{ kWh}$ - roczny pobór energii w 2019 r. w obiekcie
2. $E_M = 43768 \text{ kWh}$ - średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego (stały całoroczny i całodobowy pobór.)

Ponieważ dobowa struktura poboru energii elektrycznej w obiekcie (stały pobór) w ograniczonym stopniu koreluje z emisją światła słonecznego i produkcją energii w PV przyjęto do obliczeń rzeczywistych uzysków energii metodę tzw „godzin słonecznych” w poszczególnych miesiącach roku w korelacji z procentowym wskaźnikiem miesięcznej produkcji energii w standardowej instalacji PV i podobnych warunkach oświetlenia. .

Z tego modelu obliczeń wynika że możliwość pokrycia zapotrzebowania na energię obiektu w bezpośredniej konsumpcji jest znacznie ograniczona a dodatkowe korzyści finansowe wynikają z odsprzedaży nadwyżek energii do sieci operatora. Przy tej mocy instalacji (99,96 kWp - nie jest to mikroinstalacja) nie ma możliwości bilansowania bezpośredniego energii pobranej i oddanej do sieci.

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

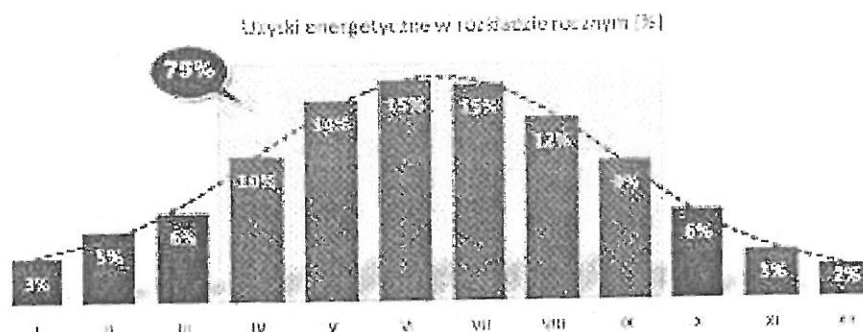
Accumulated Sunshine Hours (January 2019 – December 2019)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
40.9	139.0	134.1	258.8	217.0	364.6
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
96	100	90	80	76	70
Data availability[%]					

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

Na poniższym wykresie przedstawiono procentowe wskaźniki produkcji energii elektrycznej w poszczególnych miesiącach roku 2019 w standardowej instalacji fotowoltaicznej. ($W\%_{pv}$)



Powyższe dane pozwoliły opracować algorytm wyliczeń ilości energii wyprodukowanej w PV wg Wariantu II z podziałem na energię skonsumowaną bezpośrednio przez obiekt (najkorzystniejsza opcja) oraz przekazaną (odsprzedaną) do sieci operatora Tauron . Wyniki obliczeń przedstawiono w Tab.nr 3. Dla uproszczenia przyjęto do obliczeń wartość $E_{PVR2} = 100\ 000\ kWh$ (a nie 99 311) 980

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

EGZ 1 2

Tab.nr 3

Lp	miesiąc	E _M [kWh]	W% _{PV}	E _{PVM} (kWh)	T _{SOL} (h)	%T _{sol} / T _M	E _{PVK} (kWh)	E _{PVS} (kWh)	Uwagi
1	styczeń	43768	3	3000	40,9	5,68%	170,4	2829,6	
2	luty	43768	5	5000	139,0	19,3%	965	4035	
3	marzec	43768	6	6000	134,1	18,62%	1117,2	4882,8	
4	kwiecień	43768	10	10000	258,8	35,9%	3590	6410	
5	maj	43768	14	14000	217,0	30,1%	4214	9786	
6	czerw	43768	15	15000	364,6	50,6%	4515	10485	
7	lipiec	43768	15	15000	245,9	34,1%	5115	9885	
8	sierp	43768	12	12000	253,1	35,15%	4218	7782	
9	wrzesień	43768	9	9000	199,0	27,6%	2484	6516	
10	październik	43768	6	6000	166,3	23,09%	1385,5	4614,5	
11	listopad	43768	3	3000	86,1	11,9%	357	2643	
12	grudzień	43768	2	2000	57,1	7,9%	158	1842	
	Razem	525 218	100%	100 000	2161,9		28289	71711	

Gdzie T_m = 720 h - liczba godzin w miesiącu

E_{pvm} – energia wyprodukowana przez PV w czasie T_m

%T_{sol} / T_M - miesięczny % wskaźnik czasu konsumpcji bezpośredniej

E_{pvs} – produkcja przekazana do sieci

E_{pvk} - energia z PV skonsumowana bezpośrednio przez obiekt

6. Ocena wyników .

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

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

$$W_K = E_{PVK} / E_r \times 100\% = 5,39\%$$

Obniżenie poboru energii elektrycznej ΔE_{ro} : 28289 Kwh/rok
(zmniejszenie energii finalnej)

co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii ΔK_{rk} o: 10749,82 PLN netto dla średniorocznej ceny netto energii C_{sr} = 0,38 PLN/kWh (efekt finansowy bezpośredni)

2. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci

$$W_s = E_{PVS} / E_r \times 100\% = 13,65\%$$

W rozliczeniu zmniejszenie rocznych kosztów netto zakupu energii ΔK_{rs} o : 26174,5 PLN
(efekt finansowy pośredni)

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

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

$$W\%_{pv} = \Delta K_{rk} / K_r \times 100\% + \Delta K_{rs} / K_r \times 100\% = 18,56\%$$

(wartość rocznych korzyści finansowych : ΔK_r = 36499,98 PLN)

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

EGZ 1 2

7. Kosztorys szacunkowy realizacji Wariantu II

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 wg Wariantu II wyniósłby $K_{Total} = 350\ 000,00$ PLN netto

8. Efekty końcowe . Stopa zwrotu nakładów na inwestycję.

Przykłady obliczeń wybranych parametrów ekonomicznych

DANE (pola oznaczone kolorem szarym można edytować):

Stopa dyskonta (i):	6,0%
Koszty inwestycyjne (K _i):	350 000 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	36 499 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	11,0 lat

WYNIKI:

SPBP	9,6 lat
PBP	przekracza 11 lat
NPV	-62 137 zł
IRR	2,36%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) ⁿ	PBP
0	350 000 zł	0 zł	-350 000 zł	-350 000 zł	-350 000 zł	-350 000 zł
1	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-313 501 zł	34 433 zł	-315 567 zł
2	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-277 002 zł	32 484 zł	-283 083 zł
3	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-240 503 zł	30 645 zł	-252 438 zł
4	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-204 004 zł	28 911 zł	-223 527 zł
5	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-167 505 zł	27 274 zł	-196 253 zł
6	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-131 006 zł	25 730 zł	-170 523 zł
7	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-94 507 zł	24 274 zł	-146 249 zł
8	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-58 008 zł	22 900 zł	-123 349 zł
9	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	-21 509 zł	21 604 zł	-101 745 zł
10	0 zł	36 499 zł	36 499 zł zwrot		20 381 zł	-81 364 zł
11	0 zł	36 499 zł	36 499 zł	0 zł	19 227 zł	-62 137 zł

9. Wnioski końcowe

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja jest opłacalna i zwraca się w okresie 6,9 roku 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 28006 kWh
2. Po drugim roku do wartości 27726 kWh
3. Po trzecim roku do wartości 27448 kWh
4. Po czwartym roku do wartości 27174 kWh
5. Po piątym roku do wartości 26902 kWh
6. Po szóstym roku do wartości 26633 kW

Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 11 roku braknie kwoty 629 PLN wynikającej z ubytku 1656 kWh niewyprodukowanej w PV energii . Kwota ta ma jednak minimalne znaczenie i nie spowoduje zasadniczej zmiany współczynników NPV i SPB . Po okresie spłaty zmniejszenie wydajności paneli w warunkach standardowej gwarancji max o 20% po 25 latach spowoduje konieczność dołożenia paneli w ilości kompensującej ubytek bez konieczności ich wymiany. Niewykorzystana w budowie Wariantu nr 1 powierzchnia działki umożliwia taką opcję.

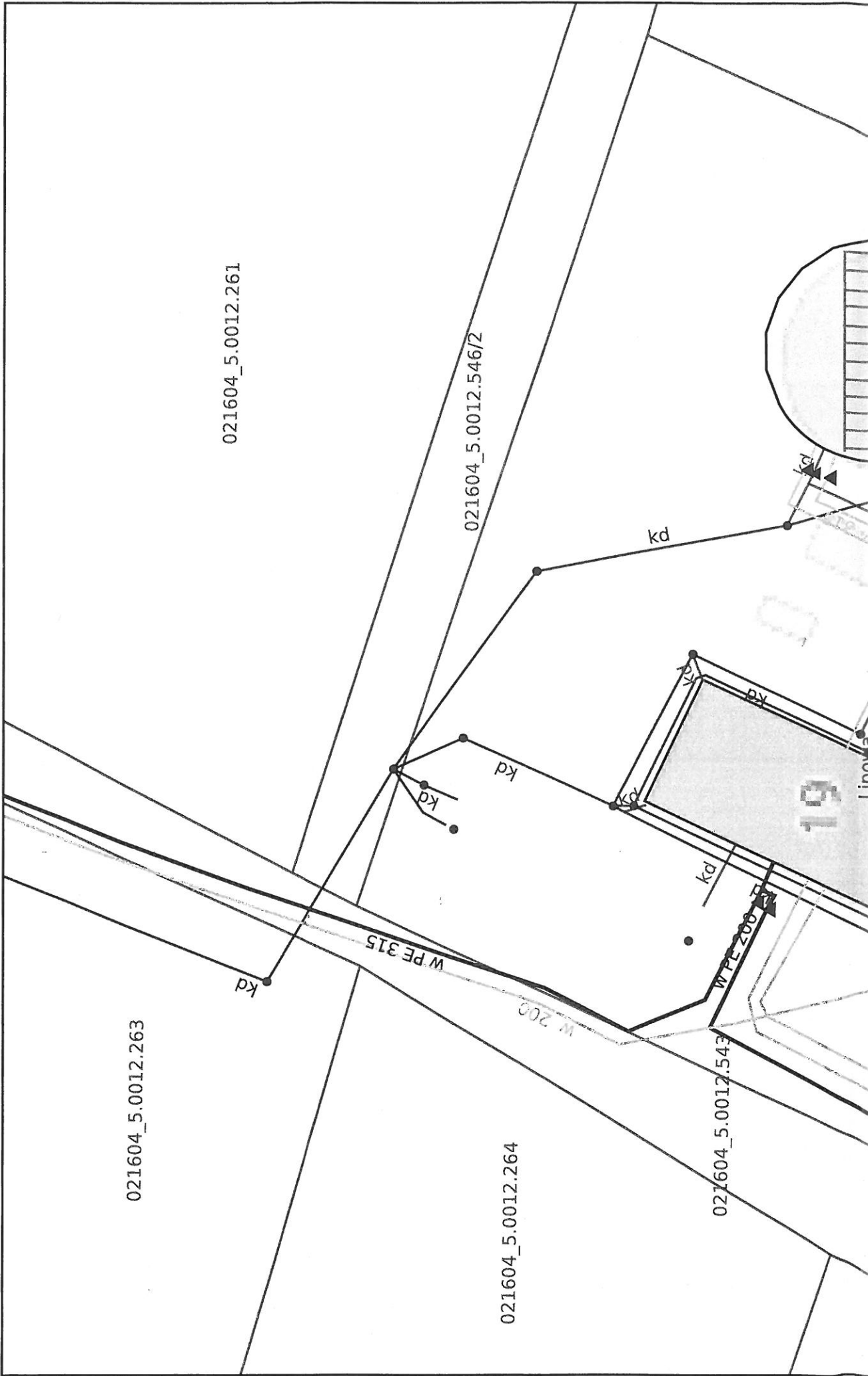
Opracował:





1:500

PGM Sp. z o.o. - Polkowice



021604_5.0012.263

021604_5.0012.261

021604_5.0012.546/2

021604_5.0012.264

021604_5.0012.543

kd

W PE 315

W 200

ka

W PE 200

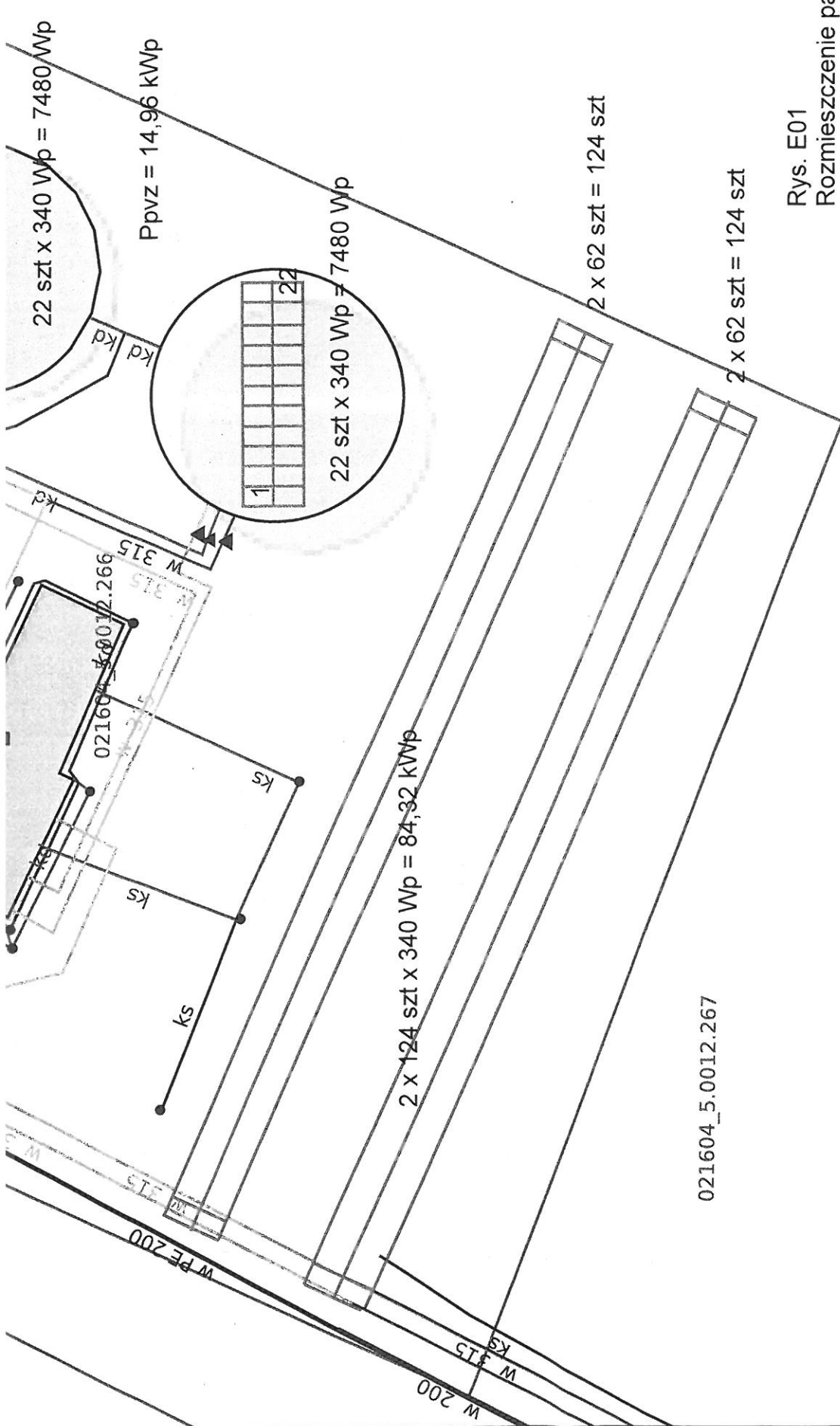
19

kd

py

kd

py



Łączna moc generatora PV na działce nr 266 Ppv = 99,28 kWp

Rys. E01
 Rozmieszczenie paneli
 Wariant I