

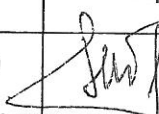
**PROJEKT KONCEPCYJNY**  
**BUDOWY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH**  
**DLA PRZEDSIĘBIORSTWA GOSPODARKI MIEJSKIEJ sp. z o.o.**

OBIEKT : OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW w MOSKORZYNIE

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	5
4.2	Ocena techniczna	5
5	Bilans energetyczny	5
6	Ocena wyników	7
7	Kosztorys szacunkowy	8
8.	Efekty końcowe. Stopa zwrotu	8
9.	Wnioski końcowe	8
10	Perspektywa rozwoju	9

Lp	Część rysunkowa	Format
E01	Rozmieszczenie paneli na dz. nr 107/4	A3
E02	Rozmieszczenie paneli na dz. nr 108/1	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 Moskorzynie*

Obiekt położony na działce 107/4 obręb Moskorzyn. Znaczna część powierzchni działki jest zabudowana urządzeniami oczyszczalni ścieków i budynkiem obsługi. Warunki gruntowe dobre. Teren płaski. Wystawa działki południowo-zachodnia z azymutem 30° na zachód od kierunku południowego. Od południa znajduje się wąski pas zieleni wzdłuż ogrodzenia który ma potencjał do zabudowy gruntową instalacją PV choć w ograniczonym zakresie z uwagi na zadrzewienie od wschodu i zachodu. Podobnie pozostałość konstrukcji betonowej o wymiarach 8.5 x 26 m nadaje się na zabudowę paneli PV jednakże od wschodu we wczesnych godzinach porannych wystąpi spore zacienienie tego obszaru drzewami i obiektami infrastruktury oczyszczalni.

Na podstawie oględzin nie stwierdzono by montaż projektowanej instalacji PV na wszystkich trzech wskazanych obszarach obu działek 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 107/4 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 mocą przydzieloną **P=39 kW**, która to wielkość limituje maksymalną moc projektowanej instalacji PV. Wykorzystanie przydziału mocy jest w granicach od 35,89 % do 76,9% 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

**Er = 58 091 kWh**

co przy średnio- rocznej cenie za 1 kWh na poziomie 0.42 PLN/kWh wygenerowało roczne koszty netto o wartości

**Kr = 24 456 PLN**

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

**Pdob = 6,63 kW**

i ma tendencję zniżkową w porównaniu z rokiem 2018.(7.03 kW). 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	61667	0,42	25900
2	2019	58091	0,42	24456

#### 4. Koncepcja budowy instalacji PV

##### 4.1 Wariant 1

**Instalacja gruntowa na pasie zieleni części działki 107/4 oraz na istniejącej konstrukcji betonowej**

Z pomiarów wykonanych w czasie wizji lokalnej wynika że na opisanym pasie zieleni od strony południowej istnieje realna przestrzeń o wymiarach 22 x 12 m którą można wykorzystać pod montaż instalacji PV o następującej konfiguracji; Dwa rzędy standardowych paneli o mocy jednostkowej 340 Wp ułożonych w pionie pod kątem 30° w stosunku do horyzontu na konstrukcji wsporczej mocowanej do gruntu. W takim ułożeniu jest możliwe zamontowanie łącznie 44 szt. paneli w 2 rzędach po 22 szt. w rzędzie w układzie pionowym pojedynczego panela co pozwoliło by uzyskać moc :  $P_{GPV1} = 14,96$  kWp.

Ponadto z pomiarów wykonanych w czasie wizji lokalnej wynika że na konstrukcji betonowo-metalowej będącej pozostałością po urządzeniach technologicznych oczyszczalni istnieje realna przestrzeń o wymiarach 8,5 x 26 m którą można wykorzystać pod montaż instalacji PV w następującej konfiguracji: 48 szt. paneli Pv w układzie pionowym w 6 rzędach po 8 szt. w rzędzie pochylonych w stosunku do horyzontu pod kątem 30°. Pozwala to zbudować generator PV o mocy  $P_{GPV2} = 16,32$  kWp na standardowych panelach o mocy jednostkowej 340 Wp. Tak więc łączna moc obu generatorów traktowanych jako jedyny z możliwych wariantów zabudowy wyniosłaby:  $P_{GPV} = 31,28$  kWp. Rozmieszczenie paneli w tym wariantcie przedstawiono na Rys.E01

##### 4.2 Ocena techniczna proponowanego rozwiązania.

Z analizy lokalizacji obu proponowanych instalacji wynika że ich oświetlenie będzie ograniczone od wschodu i zachodu. Pełne oświetlenie będzie możliwe wyłącznie w godzinach przed i popołudniowych w granicach 3-4 godzin od zenitu. Każda z proponowanych lokalizacji będzie miała inne warunki oświetlenia co wymusza zastosowanie odrębnych układów inwerterowych na obu konstrukcjach na etapie realizacji projektu.

O ocenie przydatności i celowości proponowanego rozwiązania zadecydują wskaźniki energetyczne i kosztowe przedstawione w dalszej części opracowania. Istniejący przydział mocy 39 kW nie wymaga zmian. Z uwagi na powyższe uwarunkowania do obliczeń efektywności energetycznej instalacji należy przyjąć obniżony wskaźnik sprawności instalacji do  $\eta = 0,80$

Generator posadowiony na konstrukcji betonowej pozostałej po urządzeniach technologicznych oczyszczalni będzie ponadto narażony na działanie żrących wylewów ze zbiorników ścieków co może znacznie ograniczyć jego żywotność. Instalacja ma poza tym wielkość krytyczną i nie ma już żadnej możliwości jej rozbudowy z uwagi na brak przestrzeni.

#### 5. Bilans energetyczny

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

$$E_{PVR1} = 1.14 \times 1050 \times 31,28 \text{ kWp} \times 0.8 = 29\,954,0 \text{ kWh}$$

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

1.  $E_R = 58\,091 \text{ kWh}$  - roczny pobór energii w 2019 r. w obiekcie
2.  $E_M = 4840 \text{ kWh}$  - średni miesięczny pobór energii w obiekcie liczony jako 1/12 poboru rocznego (stały całoroczny i całodobowy pobór.)

Ponieważ dobową strukturą 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. Chociaż instalacja w tym wariantcie ma moc poniżej 50 kWp i ma status „Mikroinstalacji” nie ma w chwili obecnej możliwości prawnych bezpośredniej kompensacji poboru energii w ramach programu Prosument przez Spółkę Prawa Handlowego.

Z informacji branżowych wynika że trwają prace nad umożliwieniem takiego sposobu rozliczania i może on w niedalekiej przyszłości zaistnieć jednakże na chwilę obecną takie rozwiązanie jeszcze nie funkcjonuje.

W Tab. nr 2 przedstawiono ilości godzin słonecznych ( $T_{sol}$ ) w 2019 roku dla lokalizacji Polkowice uzyskane z Portalu Weather 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[%]

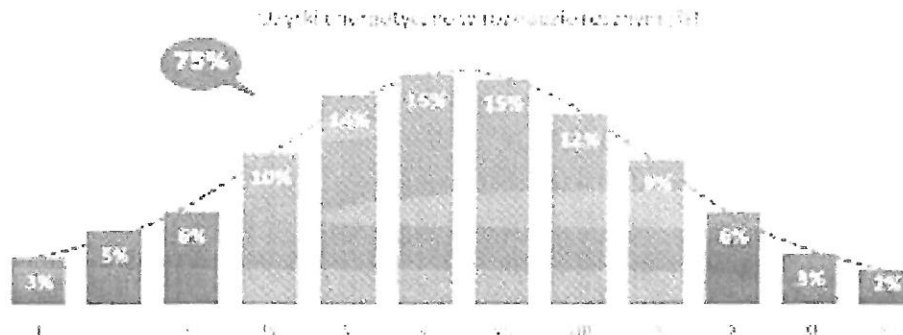
Jul Aug Sep Oct Nov Dec

**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**

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

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

**EGZ 1 2**

Wariantu I z podziałem na energię skonsumowaną bezpośrednio przez obiekt ( najkorzystniejsza opcja ) oraz przekazaną ( odsprzedaną ) do sieci operatora Tauron . Wyniki obliczeń przedstawiono w w Tab.nr 3.

Tab.nr 3

Lp	miesiąc	E <sub>M</sub> [kWh]	W% <sub>OPV</sub>	E <sub>PVM</sub> (kWh)	T <sub>SOL</sub> (h)	%T <sub>sol</sub> / T <sub>M</sub>	E <sub>PVK</sub> (kWh)	E <sub>PVS</sub> (kWh)	Uwagi
1	stycz	4840,9	3%	898,59	40,9	5,68%	271,16	627,43	
2	lut	4840,9	5%	1497,65	139,0	19,3%	921,57	575,63	
3	marzec	4840,9	6%	1797,2	134,1	18,62%	889	908,2	
4	kwiec	4840,9	10	2995,3	258,8	35,9%	1715,84	1279,46	
5	maj	4840,9	14	4193,4	217,0	30,1%	1438,71	2754,69	
6	czerw	4840,9	15	4492,95	364,6	50,6%	2417,28	2075,67	
7	lipiec	4840,9	15	4492,95	245,9	34,1%	1630,31	2862,64	
8	sierp	4840,9	12	3596,36	253,1	35,15%	1678	1918,36	
9	wrzes	4840,9	9	2695,77	199,0	27,6%	1319,37	1376,4	
10	paździer	4840,9	6	1797,2	166,3	23,09%	1102,56	694,62	
11	listopad	4840,9	3	898,59	86,1	11,9%	570,84	327,75	
12	grudzień	4840,9	2	599,0	57,1	7,9%	378,57	220,43	
	<b>Razem</b>	<b>58091</b>	<b>100%</b>	<b>29953</b>	<b>2161,9</b>		<b>14333,21</b>	<b>15621,28</b>	

P<sub>dob</sub> = 6,63 kW średnie stałe obciążenie dobowe

Gdzie T<sub>m</sub> = 720 h - liczba godzin w miesiącu

%T<sub>sol</sub> / T<sub>M</sub> - miesięczny % wskaźnik czasu konsumpcji bezpośredniej

E<sub>PVS</sub> – produkcja przekazana do sieci

E<sub>PVK</sub> - energia z PV skonsumowana bezpośrednio przez obiekt

E<sub>pvm</sub> = E<sub>pvr</sub> x wsk %

Suma kontrolna: E<sub>pVK</sub> E<sub>pVS</sub> = E<sub>pvm</sub>

## 6. Ocena wyników .

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

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

$$W_K = E_{PVK} / E_r \times 100\% = 24,67\%$$

**Obniżenie poboru energii elektrycznej ΔE<sub>ro</sub> : 14333 kWh/rok**

**do wartości: E<sub>r</sub>' = 43758 kWh ( zmniejszenie energii pierwotnej)**

**co skutkuje zmniejszeniem rocznych kosztów zakupu energii ΔK<sub>rk</sub> o: 6019,94 PLN netto**

dla średniorocznej ceny netto energii C<sub>sr</sub> = 0,42 PLN/kWh ( efekt finansowy bezpośredni)

Roczny koszt energii elektrycznej po zmniejszeniu wyniesie :

$$K_r' = K_r - \Delta K_{rk} = 24456 - 6019,94 = 18436,06 \text{ PLN}$$

2. Procentowy wskaźnik ilości energii przekazanej do sieci

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

EGZ	1	2
-----	---	---

$$W_s = E_{PVS} / E_r \times 100\% = 23,3\%$$

**W rozliczeniu zmniejszenie rocznych kosztów netto zakupu energii  $\Delta Krs$  o : 5701,66 PLN (efekt finansowy pośredni)**

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

3. Efekt finansowy przedsięwzięcia . Wskaźnik oszczędności rocznych **W%pv**

$$W\%pv = \Delta K_{rk}/K_r \times 100\% + \Delta K_{rs}/K_r \times 100\% = 47,91 \%$$

( wartość rocznych korzyści finansowych :  $\Delta K_r = 5701,49 + 6019,94 = 11\,721,44$  PLN)

### 7. Kosztorys szacunkowy realizacji tego rozwiązania

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  $K_{Total} = 108\,500,00$  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> ):	108 500 zł
Wartość rocznych korzyści (WRK):	11 721 zł
Czas życia inwestycji w latach (n):	10,0 lat

WYNIKI:

SPBP	9,3 lat
PBP	przekracza 10 lat
NPV	-22 232 zł
IRR	1,43%

ZESTAWIENIE TABELARYCZNE:

Lata	nakłady	korzyści	CF	SPBP	CF * (1+i) <sup>n</sup>	PBP
0	108 500 zł	0 zł	-108 500 zł	-108 500 zł	-108 500 zł	-108 500 zł
1	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-96 779 zł	11 058 zł	-97 442 zł
2	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-85 058 zł	10 432 zł	-87 011 zł
3	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-73 337 zł	9 841 zł	-77 170 zł
4	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-61 616 zł	9 284 zł	-67 885 zł
5	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-49 895 zł	8 759 zł	-59 127 zł
6	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-38 174 zł	8 263 zł	-50 864 zł
7	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-26 453 zł	7 795 zł	-43 069 zł
8	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-14 732 zł	7 354 zł	-35 715 zł
9	0 zł	11 721 zł	11 721 zł	-3 011 zł	6 938 zł	-28 777 zł
10	0 zł	11 721 zł	11 721 zł zwrot		6 545 zł	-22 232 zł

### 9. Wnioski końcowe

Z przedstawionego opracowania wynika że inwestycja w PV na tym obiekcie pozwala co prawda zmniejszyć koszty zakupu energii elektrycznej prawie o połowę ale z uwagi na długi okres zwrotu jest umiarkowanie opłacalna.( zwraca się w okresie ponad10 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 29653 kWh |
| 2. Po drugim roku                | do wartości 29356 kWh |
| 3. Po trzecim roku               | do wartości 29063 kWh |
| 4. Po czwartym roku              | do wartości 28772 kWh |
| 5. Po piątym roku                | do wartości 28485 kWh |
| 6. Po szóstym roku               | do wartości 28200 kWh |
| 7. Po 10 latach                  | do wartości 26957 kWh |

Oznacza to że w bieżącym bilansie nakładów i zwrotów docelowo w 10 roku braknie kwoty 1258 PLN wynikającej z ubytku 2995 kWh niewyprodukowanej w PV energii co wydłuży okres spłaty o ponad rok.

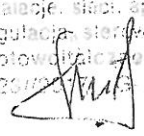
### **10. Perspektywa rozwoju instalacji PV w obiekcie**

Z uzyskanych informacji wynika że do działki 17/4 pd strony wschodniej przylega niezabudowana działka nr 108/1 będąca również własnością PGM. Działka ta ma powierzchnię wystarczającą do budowy naziemnej instalacji PV o mocy ok 250 kW w formule niekoncesjonowanej farmy fotowoltaicznej. ( do 500 kWp) Zaletą tego obszaru jest możliwość uzyskania azymutu 0° od kierunku południowego co znacząco zwiększy wydajność instalacji. Z informacji branżowych wynika że trwają prace legislacyjne dotyczące umożliwienia produkcji energii elektrycznej przez przedsiębiorstwa na własne potrzeby ale w lokalizacjach innych niż miejsca bezpośredniego poboru prądu . Dostawa prądu do Zakładu byłaby tylko obciążona kosztami przesyłu operatora sieci (OSD) Szacunkowy koszt takiej inwestycji wraz z infrastrukturą sieciową ( stacja Trafo ,linia SN) wg aktualnych cen wyniósłby ok 750 000PLN i opcję taką należy uwzględnić w planach rozwoju Przedsiębiorstwa. Szkic możliwej do wybudowania konfiguracji instalacji PV na tej działce przedstawiono na Rys.nr E02

Opracował:

Lucjan Łopuszański  
mgr inż. elektryk

Uprawnienia E1+D1 prace kontrolno-pomiarowe do 1 kV  
Urządzenia, instalacje, sieci, aparatura kontl.-pom.  
automatyka, regulacja, sterowanie zabezpieczenia  
Instalacje fotowoltaiczne bez ogr. nap  
12-1/E/034/1120/0001/1/3 1/D/034/304/2017





021604\_5.0008.107/3

021604

8 x 6 szt = 48 s

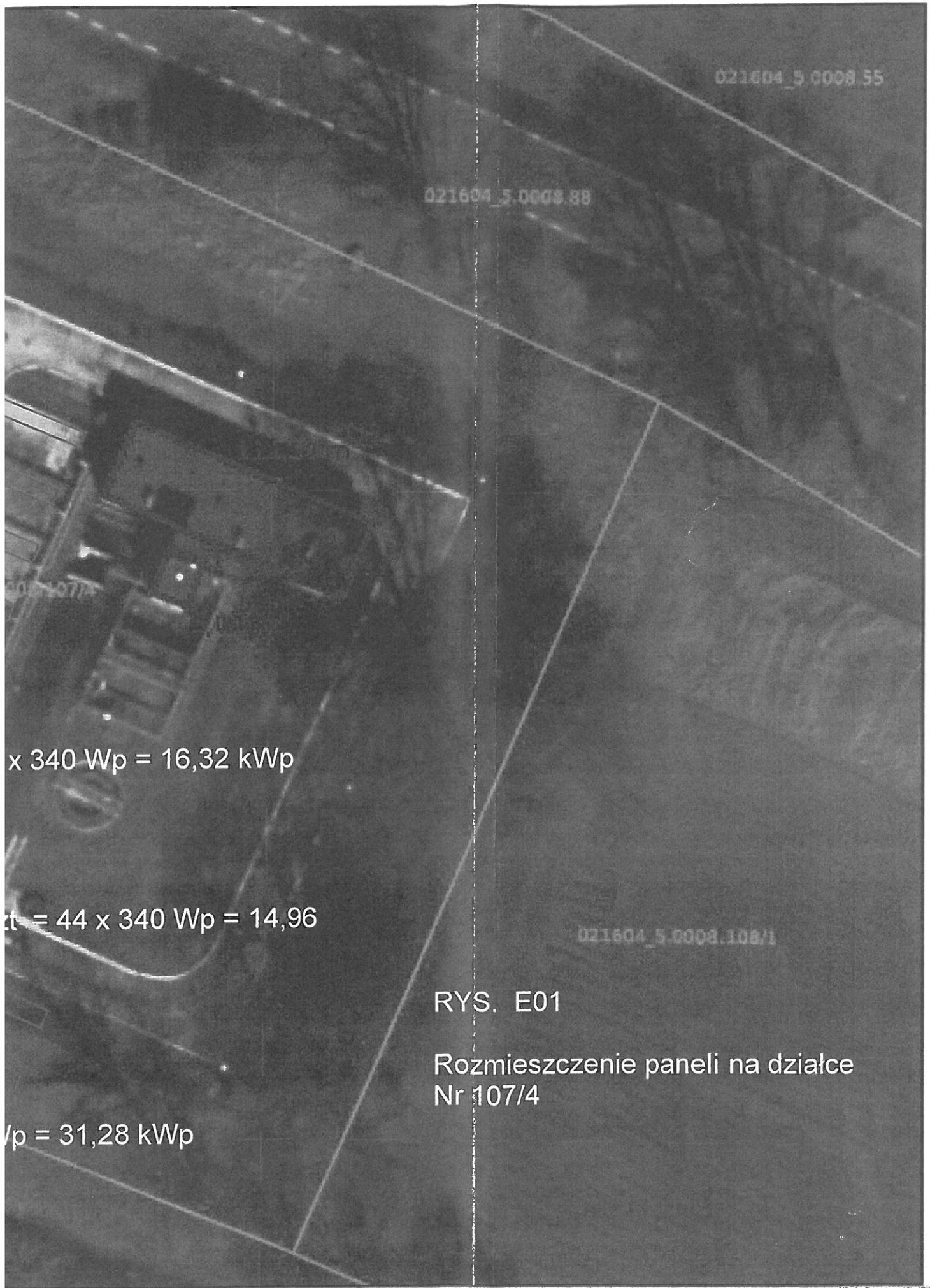
2 x 22

021604\_5.0008.78

021604\_5.0008.103

Łącznie 92 szt paneli x 340

021604\_5.0008.105



021604\_5.0008.55

021604\_5.0008.88

x 340 Wp = 16,32 kWp

zt = 44 x 340 Wp = 14,96

021604\_5.0008.108/1

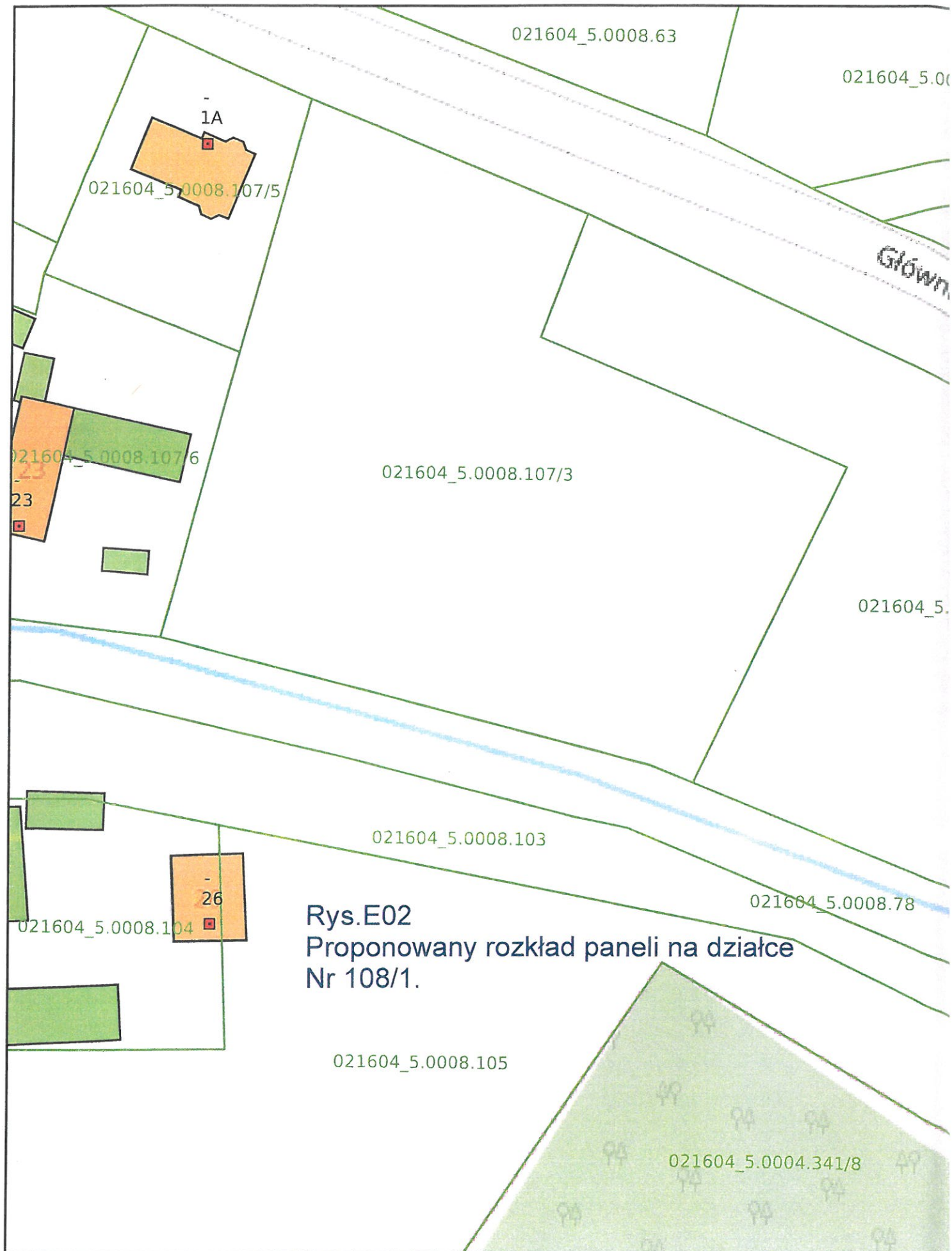
RYS. E01

Rozmieszczenie paneli na działce  
Nr 107/4

/p = 31,28 kWp



1:1000



Rys.E02  
Proponowany rozkład paneli na działce  
Nr 108/1.

