

Przedsiębiorstwo Projektowo-Budowlane "EKOBUD" s.c.  
Ewa i Remigiusz Owczarek  
Dmosin Drugi nr 89 B, 95-061 Dmosin NIP: 833-11-81-146

**PRACOWNIA PROJEKTOWA**

93-312 Łódź, ul. Tuszyńska 155

Tel./fax: (0-42) 632-19-72 lub tel: (0-42) 632-08-91

[www.ekobud.net.pl](http://www.ekobud.net.pl)

E-mail: [biuro@ekobud.net.pl](mailto:biuro@ekobud.net.pl) lub [ekobud3@wp.pl](mailto:ekobud3@wp.pl)

## PROJEKT WYKONAWCZY

Projekt: **Budowa i wyposażenie budynku Zespołu Placówek Oświatowych w Piotrkowicach wraz z niezbędną infrastrukturą**

Miejsce realizacji: **Gmina Chmielnik  
Plac Kościuszki 7  
26-020 Chmielnik**

**26-020 Piotrkowice, gm. Chmielnik**

Inwestor: **działka nr ew. 395/6, 395/7 oraz 466  
jednostka ew.: 260404\_5, obręb: 0016  
województwo: świętokrzyskie, powiat: kielecki**

Branża:	<b>Instalacja Fotowoltaiczne</b>	
Projektant:	<b>Janusz Bojanowski</b> upr. bud.195/68, 248/89 WŁ w specjalności instalacji, sieci urządzeń elektrycznych	
Współpraca:	Przemysław Sił	
Sprawdzający:	<b>Inż. Zbigniew Wojnarowski</b> upr. bud. GP.II-8346-263/76 w specjalności instalacyj- no - inżynieryjnej w zakr. sieci elektrycznych bez ograniczeń	

## Spis treści

<u>1 Moduły fotowoltaiczne</u>	<u>4</u>
...1.1 Moduły fotowoltaiczne - pokrycie dachu.....	4
<u>2 Inwertery fotowoltaiczne</u>	<u>5</u>
<u>3 System zarządzania energią</u>	<u>7</u>
...3.1 Opis systemu.....	7
...3.2 Monitoring i wizualizacja uzysków energetycznych modułów fotowoltaicznych.....	7
...3.3 Diagnostyka instalacji.....	8
...3.4 Graficzny interfejs użytkownika.....	8
<u>4 Rozdzielnica RDC</u>	<u>8</u>
...4.1 Ochrona przeciwprzepięciowa.....	8
<u>5 Rozdzielnica fotowoltaiczna RPV</u>	<u>8</u>
<u>6 Okablowanie</u>	<u>9</u>
...6.1 Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC).....	9
...6.2 Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC).....	9
...6.3 Trasy kablowe.....	9
<u>7 Branża elektryczna</u>	<u>10</u>
<u>8 Branża teletechniczna</u>	<u>10</u>
<u>9 Branża konstrukcyjna</u>	<u>10</u>
<u>10 Branża sanitarna</u>	<u>10</u>

## OPIS TECHNICZNY

### 1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku soświatowego w Piotrkowicach gm. Chmielnik

### 2 PODSTAWA OPRACOWANIA I NORMY

- PN-HD 60364-7-712:2007 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;
- v - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne;
- PN-80/B-02010/Az1 – Zmiana do PN-80/B-02010 z października 2006
- PN-B-02011:1977/Az1 – Zmiana do PN-B-02011:1977 z lipca 2009

### 3 DEFINICJE I POJĘCIA

Pojęcia związane wg normy PN-HD 60364-7-712:

- **Ogniwo PV** – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- **Moduł PV** – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- **Kolektor PV** – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;
- **Łańcuch PV** - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa kolektora PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC inwertera PV;
- **Inwerter PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **STC, Standard Test Conditions** **STC (Standard Test Conditions)** w skrócie: prostopadle promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m<sup>2</sup>, przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

- **NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)** - jest zdefiniowane jako temperatura osiągnięta przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków :
  - promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/m<sup>2</sup>
  - temperatura powietrza = 20°C
  - prędkość wiatru = 1 m/s
  - sposób montażu = nie zasłonięta tylna część panelu
- **Sprawność systemów solarnych ( $\eta\%$ )** - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m<sup>2</sup> (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000 W/m<sup>2</sup>, temp. 25°C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV.
- **No-Frost** - autonomiczny system do usuwania pokrywy śnieżnej z powierzchni modułów fotowoltaicznych

#### **4 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA - OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH**

Projektowany obiekt zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy nieprzekraczającej 18,2 kWp. Instalacja fotowoltaiczna zostanie połączona z projektowaną instalacją elektryczną obiektu. Instalacja fotowoltaiczna projektowana z możliwością oddawania nadmiaru energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej (instalacja typu ON-GRID).

Instalację fotowoltaiczną stanowić będą:

- moduły fotowoltaiczne z systemem samoczynnego odśnieżania umieszczone na dachu,
- inwertery fotowoltaiczne,
- rozdzielnica fotowoltaiczna prądu stałego (RDC) i prądu zmiennego (RPV),
- trasy kablowe,
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC).

Rozdzielnica prądu stałego (RDC) umieszczona zostanie na zewnątrz obiektu.

### **1 Moduły fotowoltaiczne**

#### **...1.1 Moduły fotowoltaiczne - pokrycie dachu**

Na dachu budynku zamontowane zostaną bezramkowe moduły wykonane w technologii szkło-szkło, wykorzystujące krzemowe, monokrystaliczne ogniwa fotowoltaiczne z przednią

metalizacją FC. Moduły na dachu będą montowane w układzie kaskadowym (tzn. dolna krawędź górnego panelu, zachodzić będzie na górną krawędź dolnego panelu). Z uwagi na wykonanie bezramkowe oraz zastosowanie technologii NO FROST na modułach fotowoltaicznych nie będzie gromadzić się śnieg, a układ kaskadowy modułów pozwoli na zsuwanie się pokrywy śnieżnej poza powierzchnię modułów. Dodatkowo montaż kaskadowy znacząco zwiększy estetykę wykonania instalacji. Moduły będą zamocowane na podkonstrukcji trwale zamontowanej do konstrukcji dachu.

Parametry zaprojektowanego pojedynczego modułu PV na dachu:

PARAMETRY MODUŁU	WARTOŚCI
Typ ogniw w module PV	Polikrystaliczne
Moc znamionowa modułu	Min.260 W
Wydajność ogniwa modułu PV w warunkach „STC”	Min.15,98%
Wymiary	1640x992 mm
Napięcie pracy	30,5 V
Prąd pracy	9,2 A
Voc	37,8 V
Isc	9,05 A
<b><u>DANE MECHANICZE</u></b>	
System ochrony	IP67
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	2x $\Phi 4\text{mm}^2$ , biegun dodatni oraz ujemny, długość 2x1,5 m
Klasa ochrony	II-klasa
Temperatura	-40 do +85°C

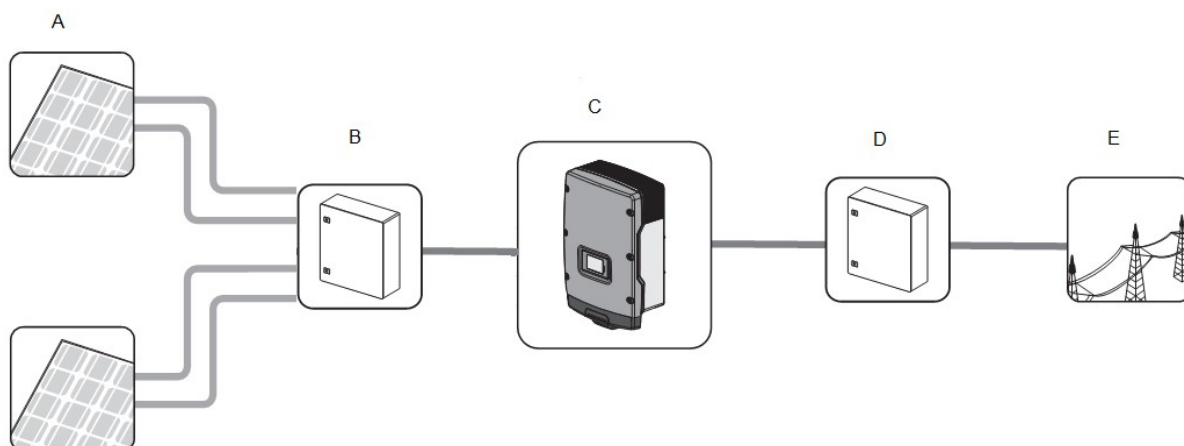
Rys. Widok projektowanego modułu PV

## 2 Inwertery fotowoltaiczne

Zadaniem inwerterów fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej energii przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej.

Inwerter po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) synchronizować się będzie z siecią OSE (Operatora Systemu Energetycznego). Po zaniku napięcia OSE inwertery będą przechodzić automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSE odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. „zabezpieczenie antywyspowe”).

Rysunek pokazuje w obrazowy sposób połączenie systemu fotowoltaicznego do sieci operatora energetycznego.



Schemat zasadniczy połączenia systemu fotowoltaicznego:

- A** – Grupy modułów fotowoltaicznych (tzw. łańcuchy modułów)
- B** – Rozdzielnice DC wraz ze zintegrowanymi zabezpieczeniami
- C** – Inwerter Fotowoltaiczny DC/AC
- D** – Rozdzielnica zbiorcza RPV.
- E** – Sieć Dystrybucyjna.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwerterów.

Inwertery będą posiadać:

- manualny rozłącznik po stronie generatora DC na czas serwisu
- wewnętrzną ochronę przepięciową strony DC klasy II
- system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej

**Tab. 1 Parametry inwerterów trójfazowych 20kW:**

Dane techniczne inwertera	Inwerter 1
1) Maksymalny prąd wejściowy DC	33A/27A
2) Minimalne napięcie wejściowe DC	200V
3) Maksymalne napięcie wejściowe DC	1000V
4) Zakres napięć MPP DC	420-800V
5) Liczba przyłączy DC	6
6) Moc znamionowa AC	20000W
7) Maksymalny prąd AC na wyjściu	28,9A
8) Przyłącze sieciowe AC	3~ N PE 400V/230V
9) Częstotliwość/zakres	50/60 Hz, (46-65Hz)
10) Współczynnik mocy	0-1 ind/poj
11) Wymiary (wys / szer / głęb (mm))	725/510/225
12) Waga	43,4 kg
13) Stopień ochrony IP	IP 66

### **3 System zarządzania energią**

#### **...3.1 Opis systemu**

W celu monitorowania poprawnej pracy instalacji fotowoltaicznej projektuje się System Zarządzania Energią (dalej zwany SZE). Umożliwi on prezentowanie ON-LINE uzysku energetycznego z instalacji fotowoltaicznej oraz ilości zaoszczędzonego CO<sub>2</sub> w stosunku do konwencjonalnej metody produkcji energii (węgiel kamienny) przeliczonej wg normy: ISO 50001 oraz ISO 14064.

Głównym elementem systemu będzie oprogramowanie komunikujące się z inwerterami. Jego podstawowym zadaniem będzie zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących pracy instalacji fotowoltaicznej oraz inwerterów fotowoltaicznych. Połączenie między poszczególnymi elementami systemu zrealizowane zostanie za pomocą magistrali (sieci) komunikacyjnej.

Przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP i sieci Ethernet będzie możliwe monitorowanie i zarządzanie SZE z ogólnobudynkowego systemu BMS. Użytkownik będzie miał możliwość analizowania i weryfikowania poprawnego funkcjonowania systemu. Dostęp do szczegółowych danych dotyczących instalacji zostanie ograniczony hasłem udostępnionym wybranym, upoważnionym użytkownikom .

Funkcje Systemu Zarządzania Energią:

- Wizualizacja stanu każdego inwertera w systemie fotowoltaicznym;
- Wizualizacja uzysków energetycznych;
- Diagnostyka awarii każdego inwertera w systemie fotowoltaicznym;
- Dostęp przez strony WWW do interfejsu dla wielu operatorów jednocześnie;
- Dostęp anonimowy bez konieczności podawania hasła, w celu wizualizacji uzysku na ogólnie dostępnej stronie – np. prezentacja zaoszczędzonego CO<sub>2</sub>,
- Przechowywanie danych pomiarowych i statystycznych w zabezpieczonej bazie SQL.

#### **...3.2 Monitoring i wizualizacja uzysków energetycznych modułów fotowoltaicznych**

Moduły fotowoltaiczne zostaną podpięte do inwerterów fotowoltaicznych, które udostępnią informacje na temat aktualnie produkowanej energii do SZE. Odczyt wszystkich danych zostanie zrealizowany za pomocą konwerterów magistrali RS485/Ethernet. Dzięki temu w systemie wizualizacyjnym udostępnione zostaną następujące parametry:

- generowane napięcie;
- generowany prąd;
- generowana moc;
- temperatura pracy inwertera.

### **...3.3 Diagnostyka instalacji**

Użytkownik posiadający uprawnienia do poszczególnych elementów systemu będzie miał możliwość weryfikacji poprawności działania instalacji PV pod względem stabilności pracy wszystkich urządzeń oraz ilości wytworzonej energii.

### **...3.4 Graficzny interfejs użytkownika**

Graficzny interfejs użytkownika będzie umożliwiał monitorowanie, przeglądanie aktualnych i archiwalnych danych oraz analizowanie poprawności działania poszczególnych urządzeń. Dane będą mogły zostać przedstawione w postaci czytelnych kolorowych grafik obrazujących w intuicyjny sposób aktualny stan pracy poszczególnych elementów. Użytkownik w dowolnym momencie będzie miał możliwość sprawdzenia archiwalnych danych i zaprezentowania ich w postaci wykresów obejmujących dowolny zakres czasowy.

Wizualizacja umożliwia udostępnienie anonimowym użytkownikom strony WWW pokazującej aktualny stan wybranego procesu technologicznego bez konieczności logowania się do systemu. Funkcjonalność ta ułatwi możliwość prezentacji np. zaoszczędzonego CO<sub>2</sub> przez całą instalację fotowoltaiczną. Przeliczenia zaoszczędzonego CO<sub>2</sub> uwzględniać będą współczynniki udostępniane przez elektrownię Bełchatów.

## **4 Rozdzielnica RDC**

Moduły fotowoltaiczne i inwertery zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą rozłączników bezpiecznikowych z wkładkami o charakterystyce gPV oraz ochronników przepięciowych. W skrzynce RDC zostanie zainstalowany rozłącznik z wyzwalaczem wzrostowym, który w przypadku wyłączenia pożarowego w budynku odłączy instalację fotowoltaiczną.

Wszystkie urządzenia zabezpieczające zostaną umieszczone w skrzynce połączeniowo-ochronnej DC (rozdzielnicy RDC). Projektowana obudowa rozdzielcy RDC będzie hermetyczna (IP65) i będzie wykonana z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

### **...4.1 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Ochrona przeciwprzepięciowa projektowanego systemu fotowoltaicznego zostanie zrealizowana poprzez ochronnik przeciwprzepięciowy typu II zainstalowany w rozdzielnicy RDC.

Wszystkie części przewodzące obce zostaną przyłączone do instalacji wyrównania potencjałów.

## **5 Rozdzielnica fotowoltaiczna RPV**

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielnicy głównej – RG) projektuje się montaż zbiorczej rozdzielnicy obiektowej RPV, zlokalizowanej w pomieszczeniu technicznym 0.01



## 6 Okablowanie

### ...6.1 Okablowanie i złącza po stronie prądu stałego (DC)

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych będą wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4.

Parametry techniczne złącz przewodów systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30A
- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C - +90°C
- Stopień ochrony: IP65

Okablowanie między poszczególnymi kolektorami PV (grupą/stringami modułów PV) a inwerterami wykonane zostanie za pomocą kabli solarnych o poniższych parametrach:

- napięcie znamionowe: 0,6/1 kV
- pojedyncza wiązka
- podwójna izolacja
- przekrój miecz: 2,5 mm<sup>2</sup> / 4 mm<sup>2</sup> / 6 mm<sup>2</sup> / 10 mm<sup>2</sup>,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na 90°C,
- powłoka: polwinitowa odporna na UV,
- temperatura wg PN-93/E-90400:
  - na powierzchni przewodu: max. 90°C
  - po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C
  - instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C

### ...6.2 Okablowanie po stronie prądu zmiennego (AC)

Między inwerterami a rozdzielnicą główną instalacji fotowoltaicznej (RPV) oraz rozdzielnicą główną RG zostaną poprowadzone przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanego przewodu zostanie dobrany do warunków obciążenia długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523.

### ...6.3 Trasy kablowe

W celu zasilania urządzeń zewnętrznych oraz doprowadzenia energii z modułów fotowoltaicznych do inwerterów wykonane zostaną trasy kablowe.

Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego będą uszczelnione certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

## **5 WYTYCZNE DLA BRANŻ**

### **7 Branża elektryczna**

- Lokalizację masztów odgromowych należy określić uwzględniając instalację fotowoltaiczną - należy zapewnić jak najmniejsze zacienienie modułów fotowoltaicznych,
- W rozdzielnicy głównej należy zapewnić pole na potrzeby systemu grzewczego - szacowana moc ok. 46 kW,
- W rozdzielnicy głównej należy zapewnić pole na potrzeby odbioru energii z instalacji fotowoltaicznej zgodnie z rysunkiem PV-05,
- Na przyłączy głównym budynku należy zapewnić miejsce do montażu przekładników dedykowanych na potrzeby poprawnego działania automatyki instalacji fotowoltaicznej,
- Podłączenie wyzwalacza wzrostowego rozłącznika DC z rozdzielnicy RDC z głównym wyłącznikiem prądu.

### **8 Branża teletechniczna**

- Doprowadzić sieć LAN do pomieszczenia z falownikami,
- Doprowadzić sieć LAN do szafy RPV,

### **9 Branża konstrukcyjna**

- Uwzględnić dodatkowe obciążenie dla stropu z uwagi na montaż konstrukcji z panelami fotowoltaicznymi na dachu – 25 kg/m<sup>2</sup>.

### **10 Branża sanitarna**

- Falowniki jako jednostki wytwórcze generują ciepło; zaprojektowane falowniki przy maksymalnym obciążeniu generować będą 1050 W ciepła; należy zapewnić w pomieszczeniu z falownikami temperaturę w przedziale między 10°C a 50°C.

## **6 INFORMACJE I WYTYCZNE DLA WYKONAWCY**

Prace instalacyjne należy skoordynować z pozostałymi branżami.

Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczególowej specyfikacji technicznej wykonania robót.

Przedstawione rozwiązania zostały zaakceptowane przez Inwestora. Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i na ich podstawie uzyskania akceptacji Głównego Projektanta i Inwestora.

Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować;

Główny projektant oraz Inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji może wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnianie przez wyroby deklarowanych parametrów.

Wszystkie roboty budowlane prowadzone muszą być przez osoby i firmy uprawnione zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót” oraz innymi przepisami szczegółowymi wymienionymi we wcześniejszych punktach niniejszego opisu.

## **7      INFORMACJE DLA INWESTORA**

Z uwagi na charakter planowanej inwestycji - montaż urządzeń fotowoltaicznych, oraz z lokalizacji tych obiektów brak jest jakiegokolwiek oddziaływania na działki sąsiednie. Moduły fotowoltaiczne nie emitują żadnego hałasu, żadnych substancji, nie wibrują, nie zaciniają oraz nie mają żadnego wpływu na zagospodarowanie działek sąsiednich. W żadnym przypadku nie pogarszają warunków użytkowania obiektów znajdujących się na terenie inwestycji oraz na działkach sąsiednich.

**Obszar oddziaływania inwestycji całkowicie zamyka się na działce Inwestora.**

<p>Projektant: <b>Janusz Bojanowski</b></p> <p>..... upr. bud.195/68, 248/89 WŁ w specjalności instalacji, sieci urządzeń elektrycznych</p>	<p>Sprawdzający: <b>inż. Zbigniew Wojnarowski</b></p> <p>..... upr. bud.. GP.II-8346-263/76w spec instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie sieci elektrycznych./bezograniczeń/</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------