

# **PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY ZAINSTALOWANEJ 32,24kWp**

**Branża: ELEKTRYCZNA**

**Lokalizacja inwestycji: Zespół Szkoły Podstawowej,  
Przedszkola i Gimnazjum  
w Zagnańsku  
adres: Turystyczna 59**

**Zamawiający: GMINA ZAGNAŃSK,  
26-050 ZAGNAŃSK,  
adres: UL. SPACEROWA 8**

**Projektował: mgr inż. Daniel Dzedzic upr.  
SWK/0102/PWOE/13  
SWK/IE/0106/13**

---

**Kielce, WRZESIEŃ 2015 r.**

## SPIS TREŚCI

|  |  |
|--|--|
| Opis techniczny .....                              |  |
| Podstawa opracowania.....                          |  |
| Zakres projektu .....                              |  |
| Lokalizacja i charakter obiektu.....               |  |
| Opis zamierzenia.....                              |  |
| Podstawowe elementy systemu fotowoltaicznego ..... |  |
| Panel fotowoltaiczny.....                          |  |
| Konstrukcja wsporcza panelu fotowoltaicznego ..... |  |
| Inwertery .....                                    |  |
| Okablowanie .....                                  |  |
| Zabezpieczenia.....                                |  |
| Obliczenia techniczne.....                         |  |
| Dobór inwerterów do paneli fotowoltaicznych .....  |  |
| Dobór kabli i zabezpieczeń.....                    |  |
| Obliczenia zabezpieczenia po stronie DC: .....     |  |
| Schemat instalacji: .....                          |  |

## **Opis techniczny**

### **Podstawa opracowania**

#### **a) Podstawą opracowania dokumentacji jest:**

Zlecenie inwestora

#### **b) Techniczną podstawą opracowania dokumentacji jest:**

- inwentaryzacja terenu
- uzgodnienia z inwestorem
- obowiązujące normy i przepisy
- program funkcjonalno-użytkowy do programu budowy mikroinstalacji prosumenckich

### **Zakres projektu**

- Zaprojektowanie instalacji fotowoltaicznej na dachu Zespół Szkół Podstawowej, Przedszkola i Gimnazjum w Zagnańsku
- Dobór inwertera
- Dobór zabezpieczeń
- Zaprojektowanie instalacji wyrównania potencjałów i uziemiającej.

### **Lokalizacja i charakter obiektu**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ma być zlokalizowana w miejscowości Zagnańsk, ul. Turystyczna 59. Podmiotem dla którego realizowane jest przyłączenie jest Zespół Szkół Podstawowa, Przedszkole i Gimnazjum w Zagnańsku.

Przedmiotem opracowania zgodnie z wytycznymi inwestora jest mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy 32,24kWp z 124 panelami fotowoltaicznymi o mocy jednostkowej 260Wp. Urządzeniami przekształcającymi wyprodukowaną energię na parametry dostosowane do wymogów urządzeń odbiorczych będą trzy inwertery o mocy 3x10kW dostosowanej do mocy paneli fotowoltaicznych. Panele instalacji fotowoltaicznej będą montowane na dachu budynku.

Napięcie zasilania 230/400V, 50Hz w układzie zasilania TN-S.

System ochrony od porażień prądem elektrycznym wg PN-IEC 60364 - 4 -Ochrona przed dotykiem pośrednim. Ochrona dodatkowa realizowana będzie poprzez szybkie samoczynne

odłączenie zasilania w wymaganym czasie, zastosowano po stronie AC wyłączniki nadprądowe o znamionowym prądzie zwarciovym wyłączalnym 6kA, i charakterystyce typu C oraz po stronie DC bezpieczniki topikowe cylindryczne typu: gPV 10x38na 1000V o znamionowym prądzie 12A.

## Opis zamierzenia

Projekt dotyczy systemu fotowoltaicznego o mocy zainstalowanych paneli wynoszącej 124szt x 260Wp = **32,24kWp**. Panele produkują energię elektryczną w postaci prądu stałego. Zostały zaprojektowane moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne o mocy jednostkowej min.260Wp. Zamontowane zostaną one na konstrukcjach do dachu. Panele należy zamontować na połaci południowej budynku zgodnie z rys. E-2-rzut dachu szkoły-instalacja fotowoltaiczna. Podział i rozmieszczenie ogniw został wykonany z uwzględnieniem elementów zacinających jaki są kominy oraz lukarnie budynku.

Energia z paneli będzie odprowadzana poprzez kable solarne o przekroju 4mm<sup>2</sup>, które będą tworzyły stringi. Stringi będą podłączone poprzez zabezpieczenie nadprądowe i przeciwprzepięciowe do inwertera. Następnie energia będzie „transformowana” na prąd przemienny o napięciu 400V/230V za pomocą inwerterów i przesyłana do instalacji elektrycznej w budynku. Zaprojektowano inwertery fotowoltaiczne o mocy 3x10kW o maksymalnej zalecanej mocy paneli PV 12,5kWp wyposażone w interfejs komunikacyjny typu RS485. Sieć energetyki zawodowej stanowi bufor dla instalacji PV. W przypadku zaniku napięcia zasilania sieciowego inwertery zostają automatycznie wyłączone.

Zabezpieczenia AC i DC zostaną zamontowane w typowych, skrzynkach elektrycznych.

Wymiana licznika energii elektrycznej odbywać się będzie na koszt zakładu energetycznego.

Zastosować należy 3 fazowy dwukierunkowy, wielostrefowy licznik energii elektrycznej pozwalający na przepływ i pomiar energii elektrycznej od sieci oraz do sieci.

Uwaga: Moc projektowanej instalacji 32,24kWp, na etapie wykonawstwa w przypadku gdyby umowa z dostawcą energii była poniżej tej mocy należy wystąpić do Rejonu Energetycznego Kielce celem zwiększenia mocy przyłączeniowej zasilanego obiektu.

Zaprojektowano system wyrównujący potencjały w instalacji fotowoltaicznej, polegający na połączeniu wszystkich konstrukcji paneli PV z przewodem uziemiającym o przekroju min. 16mm<sup>2</sup>. Przewód uziemiający należy sprowadzić do punktu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej po stronie DC i AC. Przewód uziemiający należy połączyć z GSU budynku.

Należy dokonać połączeń pomiędzy GSU i ochronnikami przepięciowymi po stronie AC i DC. Należy zmierzyć wartość rezystancji uziemienia GSU wyprowadzić, wartość ta nie może przekraczać  $R < 10\Omega$ . W razie nie spełnienia warunku uziemienie rozbudować w celu uzyskania żądanej wartości.

## **Podstawowe elementy systemu fotowoltaicznego**

System fotowoltaiczny, to instalacja, która wyposażona jest w odpowiednią grupę urządzeń umożliwiających wykorzystanie energii słonecznej na wyprodukowanie energii elektrycznej.

System wykorzystany w projekcie jest systemem On-Grid. System ten podłączony jest do sieci energetycznej w celu zasilania urządzeń 230V/400V.

## **Panel fotowoltaiczny**

Do celów projektowych został użyty panel polikrystaliczny o mocy 260Wp. Moc paneli określana jest w standardowych warunkach pracy modułów: przy nasłonecznieniu  $1000\text{W}/\text{m}^2$ , temperaturze modułu  $25^\circ\text{C}$  i współczynnika  $AM=1,5$ . Wymiary panelu w milimetrach wynoszą  $1666 \times 992 \times 40$ . Masa pojedynczego panelu  $19,5\text{kg}$ . Kąt nachylenia zamontowanych paneli PV będzie zgodny z kątem nachylenia istniejącego dachu na budynku i będzie wynosił  $45^\circ$ . Parametry minimalne które powinien panel spełniać to:  $P_{mpp} = -0,405 \text{ \%}/\text{K}$  /  $U_{oc} = -114 \text{ mV}/\text{K}$  /  $I_{sc} = +4,1 \text{ mA}/\text{K}$

## **Konstrukcja wsporcza panelu fotowoltaicznego**

Konstrukcje na których zostaną zamontowane panele fotowoltaiczne będą systemowe dedykowane stalowo -aluminiowe, cynkowane ogniowo. Składać się ona będzie z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu skośnego.

## **Inwertery**

Zaprojektowano trzy inwertery o mocy  $10\text{kW}$ , z graficzny wyświetlaczem LCD do wizualizacji przebiegu parametrów energii, prądu chwilowego i parametrów operacyjnych

systemu. Menu inwertera powinno pozwalać na wyświetlanie oraz programowalne menu żądanych parametrów w różnej konfiguracji. Zalecana maksymalna moc paneli dla projektowanego urządzenia to PV 12,5kWp, przy czym dla pierwszego będzie wynosić: 10,4kWp, dla drugiego i trzeciego będzie to 10,92kWp wyposażony w interfejs komunikacyjny typu RS485. Zastosowany inwerter w przypadku zaniku napięcia zasilania sieciowego musi zostać automatycznie wyłączony.

Po stronie AC zasilanie 3 –fazowe. Inwerter w drugiej klasie ochronności, wyposażony w system zoptymalizowanego zarządzania zacienieniem przy użyciu globalnego śledzenia MPP. System chłodzenia inwertera- wentylator z regulacją temperatury, zmienną prędkością.

## **Okablowanie**

Do połączenia paneli PV między sobą oraz z inwerterem zaprojektowano typowe kable fotowoltaiczne o przekroju 4mm<sup>2</sup> odporne na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne. Kable z podwójną izolacją na napięcie stałe 1600 VDC. Temperatura pracy kabli w granicach -40 do +70 stopni C. Kable w podwójnej izolacji przykręcane do konstrukcji wsporczych paneli. Między inwerterami, a projektowaną rozdzielnią elektryczną zaprojektowano kable typu YKY5x4mm<sup>2</sup>, na napięcie 1kV AC, natomiast między projektowaną rozdzielnicą a istniejącą rozdzielnią w budynku zaprojektowano kabel typu YKY5x10mm<sup>2</sup>, na napięcie 1kV AC.

## **Zabezpieczenia**

Zastosowano zabezpieczenia w postaci wyłączników nadprądowych oraz ochronników przeciwprzepięciowych. Zabezpieczenia prądu stałego (DC) należy zainstalować między panelami PV i inwerterem. Natomiast zabezpieczenia prądu przemiennego (AC) należy zamontować między inwerterem a rozdzielnią do której przyłączana jest instalacja fotowoltaiczna. Jako zabezpieczenia po stronie AC przewidziano:

-Ochronniki przepięciowe typu 2 klasy C

-Zabezpieczenia nadprądowe 3- fazowe o charakterystyce typu C o prądzie 16A

Jako zabezpieczenia po stronie DC przewidziano:

- zabezpieczenie przepięciowe typ II C ochronnik przepięciowy 1000V[DC], 20kA
  - zabezpieczanie przetężeniowe bezpieczniki cylindryczne gPV 10x38 /1000V/PV
- Maksymalny prąd: 12A- montowane na biegunie ujemnym i dodatnim.
- Wszystkie prace wykona zgodnie z PN-EN 62305-1, PN-EN 62305-2, PN-EN 62305-3, PN-EN 62305-4.

## **Obliczenia techniczne**

### **Dobór inwertera do paneli fotowoltaicznych**

Zalecany stosunek mocy czynnej inwerterów do łącznej mocy modułów fotowoltaicznych powinien wynosić między 85%-90%.

#### **Moc inwerterów:**

3x 10kW

#### **Konfiguracja połączeń paneli:**

Maksymalne napięcie na panelu przy temperaturze 25°C w stanie jałowym:

$$U_{oc}=37,99V$$

Maksymalna liczba paneli łączonych szeregowo dla inwertera 10kW:

$$L_{psz} \leq 1000/37,99=26,3 \text{ szt.}$$

Maksymalny prąd dla jednej gałęzi :

$$I_{DCmax} < I_{sc} \quad 32A < 8,9A, \quad L_p \text{ równ.} = 32/8,9=3,6$$

**Najbardziej optymalne podłączenie 2 gałęzie po 20 paneli na wejście inwertera pierwszego 10kW oraz 2 gałęzie po 21 paneli na wejście inwertera drugiego i trzeciego 10kW.**

## Dobór kabli i zabezpieczeń

Schemat instalacji wg rysunku E-1

Obliczenia zabezpieczenia po stronie AC:

### Obliczenia mocy szczytowej i prądów szczytowych dobór kabla nN między inwerterami a projektowaną rozdzielnią nN

Moc zainstalowana

$$P_i = 10 \text{ kW}$$

Ilość odbiorców składających się na moc zainstalowaną

$$n = 1$$

Współczynnik mocy wynosi

$$\cos \varphi = 0,93$$

Współczynnik jednoczesności wyniesie

$$k_j = 1$$

Moc szczytowa wyniesie

$$P_s = P_i * k_j = 10 \text{ kW}$$

Prąd szczytowy wyniesie

$$I_s = P_s / (U * \cos \varphi * \sqrt{3}) = 15,5 \text{ A}$$

Proponuje się następujący amperaż bezpiecznika

$$I_b = 16 \text{ A}$$

Bezpiecznik dobrano S 303 typu C 16A

### Obliczenia mocy szczytowej i prądów szczytowych dobór kabla nN między projektowaną rozdzielnią nN a istniejącą

Moc zainstalowana

$$P_i = 30 \text{ kW}$$

Ilość odbiorców składających się na moc zainstalowaną

$$n = 1$$

Współczynnik mocy wynosi

$$\cos \varphi = 0,93$$

Współczynnik jednoczesności wyniesie

$$k_j = 1$$

Moc szczytowa wyniesie

$$P_s = P_i * k_j = 30 \text{ kW}$$

Prąd szczytowy wyniesie

$$I_s = P_s / (U * \cos \varphi * \sqrt{3}) = 46,6 \text{ A}$$

Proponuje się następujący amperaż bezpiecznika

$$I_b = 50 \text{ A}$$

Bezpiecznik dobrano S 303 typu C 50A



**Dobór przekroju kabla nN YKY do długotrwałego dopuszczalnego obciążenia między inwerterami a projektowaną rozdzielnią nN**

Dobierany rodzaj zasilania to Kabel YKY o przekroju

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

Dopuszczalne długotrwałe obciążenie wyniesie

$$I_{dd} = 36 \text{ A}$$

Współczynnik poprawkowy od temperatury 40°C i ułożenia kabli w rurce

$$k = 0,91$$

Skorygowana dopuszczalna długotrwała obciążalność wyniesie

$$I_{dd} = \mathbf{32,76 \text{ A}}$$

Prąd szczytowy wg obliczeń wyniesie

$$I_s = 15,5 \text{ A}$$

**Dobór przekroju kabla jest prawidłowy**

**Dobór przekroju kabla nN YKY do długotrwałego dopuszczalnego obciążenia między projektowaną rozdzielnią nN a istniejącą rozdzielnią nN**

Dobierany rodzaj zasilania to Kabel YKY o przekroju

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

Dopuszczalne długotrwałe obciążenie wyniesie

$$I_{dd} = 63 \text{ A}$$

Współczynnik poprawkowy od temperatury 40°C i ułożenia kabli w rurce

$$k = 0,91$$

Skorygowana dopuszczalna długotrwała obciążalność wyniesie

$$I_{dd} = \mathbf{57,33 \text{ A}}$$

Prąd szczytowy wg obliczeń wyniesie

$$I_s = 46,6 \text{ A}$$

**Dobór przekroju kabla jest prawidłowy**

### **Sprawdzenie kabla YKY5x4mm z względem dobranego zabezpieczenia:**

$$1,6xJ_b < 1,45xJ_{dd}$$

$$1,6 \times 16 = 25,6A < 1,45 \times 32,76 = 47,5A$$

$$25,6A < 47,5A$$

**Wniosek : przewody WLZ. dobrano prawidłowo.**

### **Sprawdzenie kabla YKY5x10mm z względem dobranego zabezpieczenia:**

$$1,6xJ_b < 1,45xJ_{dd}$$

$$1,6 \times 50 = 80A < 1,45 \times 57,33 = 83,13A$$

$$80A < 83,13A$$

**Wniosek : przewody WLZ. dobrano prawidłowo.**

### **Obliczenia zabezpieczenia po stronie DC:**

Prąd wkładki bezpiecznika inwerter 10kW:

$$I_n \geq (I_{sc}/K) \quad K=0.9 \quad I_2 \geq [8,9/0,9]$$

$$12A > 9,89A \text{ -warunek zachowany!}$$

### **Napięcie ogranicznika:**

$$U_n = (k \cdot U_{oc} + U_{oc} \cdot \text{temp}) \cdot 1,2 \quad U_n = 966,23V$$

$$U_{ogr} = 1000V \quad U_{ogr} > U_n$$

Ogranicznik najbliższy w szeregu ( $\leq 1000V$ )

**Zastosować należy bezpiecznik 12A 1000V i ogranicznik klasy II na napięcie 1000V.**

### **Sprawdzenie obwodu DC inwerterów:**

$$k \cdot U_{oc} + U_{oc} \cdot \text{temp} < U_{DCmax-inwerter}$$

$$805,19 < 845V \text{ -warunek spełniony}$$

Gdzie:

-Uoc-maksymalne napięcie w stringu w stanie jałowym

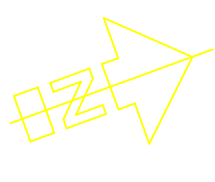
-Uoc.temp= -114 mV/K dla temp -40C° Uoc.temp=7,41V

-k max ilość paneli PV w stringu

$U_{DCmax-inwerter} = 797,37V$

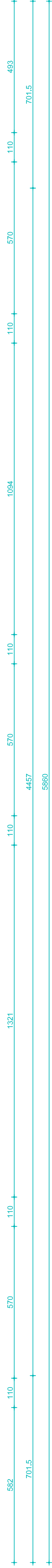
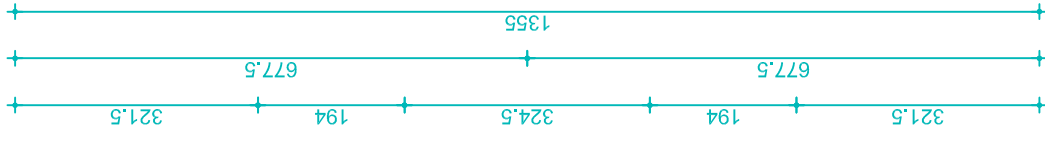
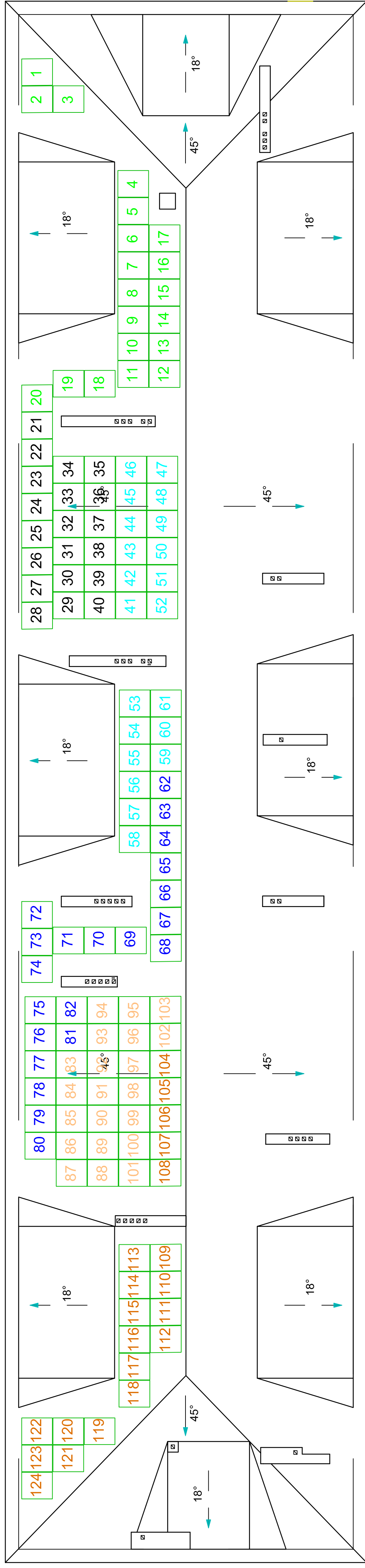
**Rozłączniki po stronie prądu stałego dobrano na prąd bezpiecznika DC plus 10% zapasu i napięcie ograniczenia plus 20%.**

**Schemat instalacji:**



A|

panel fotowoltaiczny  
PV 260W-124 szt.



A|

|            |  |
|------------|--|
| Investor   | NOVATIO PASSIV<br>ul. Rynek Górný 6<br>26-010 Bodzentyn  |
| Obiekt     | GMINA ZAGNAŃSK, 26-050 ZAGNAŃSK, UL. SPACEROWA, 8  |
| Adres      | ZESPÓŁ SZKOLY PODSTAWOWEJ, PRZEDSZKOLA I GIMNAZJUM W ZAGNAŃSKU<br>26-050 ZAGNAŃSK, UL. TURYSTYCZNA 59                            |
| TEMAT      | PROJEKTOWANIE, WYKONANIE I CECHY OGÓLNE TEMPOREKONSTRUKCJA<br>INSTALACJI ZESTAWU PANELI FOTOWOLTAICZNYCH I GIMNAZJUM W ZAGNAŃSKU |
| MISJC      | REZULTAT DACHU SZKOLY - INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA  |
| Podpis     | Podpis   |
| Data       | Data   |
| Projektant | Inst. mgr. Daniel Dzięciak   |
|            | 09.2015r.  |

