

# PROJEKT WYKONAWCZY

Nazwa zadania : Opracowanie kompletnej dokumentacji projektowo – kosztorysowej na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w mieście Chojnice

Obiekt : Dach Sali gimnastycznej – montaż instalacji fotowoltaicznej i wiatrowej.  
Szkoła Podstawowa nr 3 im. Pamięci Kolejarzy Chojnickich; Chojnice ul.  
Dworcowa 6, dz. nr geod. 2191/11, obręb 0001

Jednostka projektowa: AutomaEKO Bartosz Iwicki  
81-006 Gdynia, ul. Morska 364

Inwestor : Gmina Miejska Chojnice  
ul. Stary Rynek 1; 89-600 Chojnice

Branża : Konstrukcyjna

Projektant : mgr inż. Łukasz Dymura upr. POM/0125/POOK/11



Branża : Elektryczna

Projektant : mgr inż. Ryszard Gordziej, upr. 84/Gd/01



Chojnice, 2015



**PROGRAM  
REGIONALNY**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt finansowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007 - 2013



**AutomaEKO**  
ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII



## PROJEKT WYKONAWCZY

Nazwa zadania : Opracowanie kompletnej dokumentacji projektowo -  
kosztorysowej na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w  
mieście Chojnice

Obiekt : Dach Sali gimnastycznej - montaż instalacji fotowoltaicznej i  
wiatrowej.  
Szkoła Podstawowa nr 3 im. Pamięci Kolejarzy Chojnickich; Chojnice  
ul. Dworcowa 6, dz. nr geod. 2191/11, obręb 0001

Jednostka projektowa: AutomaEKO Bartosz Iwicki  
81-006 Gdynia, ul. Morska 364

Inwestor : Gmina Miejska Chojnice  
ul. Stary Rynek 1; 89-600 Chojnice

Branża : Konstrukcyjna

Projektant : mgr inż. Łukasz Dymura upr. POM/0125/POOK/11

Branża : Elektryczna

Projektant : mgr inż. Ryszard Gordziej, upr. 84/Gd/01

mgr inż. Ryszard GORDZIEJ  
84-200 Wejherowo ul. M. Konopnickiej 17b  
Uprawnienia budowlane do projektowania, nadzorowania  
i kierowania robotami budowlanymi, instalacyjnymi  
bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych oraz elektroenergetycznych  
nr 84/Gd/01 z dnia 28.05.2001r.

## Oświadczenie

Oświadczam, że niniejsze opracowanie: "Opracowanie kompletnej dokumentacji projektowo – kosztorysowej na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w mieście Chojnice" – montaż instalacji fotowoltaicznej i wiatrowej na dachu sali gimnastycznej Szkoły Podstawowej nr 3 na działce nr 2191/11 przy ul. Dworcowej 6 w Chojnicach zostało wykonane zgodnie z umową, ofertą, obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej oraz normami, w stanie kompletnym z punktu widzenia celu, któremu ma służyć. (art. 20 ust. 4, art. 20 ust 1 pkt 1b, art. 21a ust 1 - Prawo budowlane).

Branża: Konstrukcyjna

Projektant:.....

mgr inż. Łukasz Dymura upr. POM/0125/POOK/11

Branża: Elektryczna

Projektant:.....

mgr inż. Ryszard Gordziej, upr. 77/Gd/01

## Zawartość opracowania

1. A. Branża elektryczna
2. B. Branża budowlana

# Spis treści

## A. Branża elektryczna

### I Część opisowa

1. Przedmiot opracowania
2. Zakres opracowania
3. Podstawa opracowania
4. Szczegóły techniczne
  - 4.1. Linie kablowe
  - 4.2. Rozdzielnica fotowoltaiczna
  - 4.3. Zakres prac w rozdzielniczy głównej
  - 4.4. Pomiar wyprodukowanej energii wraz z systemem wizualizacji
  - 4.5. Instalacja fotowoltaiczna – połączenia i konfiguracja urządzeń
  - 4.6. Instalacja wiatrakowa – połączenia i konfiguracja urządzeń
  - 4.7. Zabezpieczenia strony DC
5. Producenci i typy zastosowanych materiałów i urządzeń
6. Informacja dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia
  - 6.1. Podstawa opracowania
  - 6.2. Zakres robót oraz kolejność ich realizacji
  - 6.3. Wskazanie zagrożeń mogących wystąpić podczas realizacji robót budowlanych

### II Obliczenia techniczne

1. Dobór zabezpieczeń i przewodów
2. Obliczenia zwarciorowe
3. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej
4. Obliczenia spadków napięć
5. Zestawienie urządzeń i elementów

### III Część rysunkowa

- rys. nr 1 – Rzut dachu – Okablowanie instalacji
- rys. nr 2 – Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej
- rys. nr 3 – Rzut dachu – Instalacja odgromowa
- rys. nr 4 – Schemat blokowy połączeń urządzeń
- rys. nr 5 – Schemat połączenia czujnika pv
- rys. nr 6 – Schemat elektryczny instalacji wiatrowej

## I Opis techniczny

### 1. Przedmiot opracowania

Stan istniejący – nie dotyczy.

Stan projektowany – Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy elektrowni fotowoltaicznej o mocy 40kWp oraz wiatrakowej o mocy 320 W obejmujący swoim zakresem montaż i konfigurację urządzeń systemu fotowoltaicznego i wiatrakowego zlokalizowanej na dachu sali gimnastycznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Chojnicach.

W związku z podłączeniem systemu fotowoltaicznego do sieci elektrycznej nie ma konieczności magazynowania energii przez dodatkowe urządzenia, całość wyprodukowanej energii zostanie oddana na potrzeby budynku. Instalacja fotowoltaiczna zostanie włączona do rozdzielni głównej zlokalizowanej na poziomie piwnicy. Instalacja wiatrakowa będzie pracowała w systemie autonomicznym, ładując akumulatory z których będzie zasilane oświetlenie zewnętrzne.

### 2. Zakres opracowania

Projekt obejmuje następujący zakres prac i instalacji:

- Instalacje zasilające,
- Instalacje ochronne,
- budowę linii kablowych DC,
- montaż modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów,
- budowę kablowych linii 0,4 kV,
- przystosowanie rozdzielnic głównej budynku do współpracy z generatorem solarnym,
- instalację mierników wyprodukowanej energii elektrycznej w rozdzielni głównej budynku w celu pomiaru ilości wyprodukowanego prądu.

W celu diagnostyki instalacji fotowoltaicznej oraz monitoringu pozyskanej energii ze słońca wraz z udostępnieniem danych do zdalnego odczytu należy zamontować System Zarządzania Energią.

### 3. Podstawa opracowania

Projekt opracowano w oparciu o:

- aktualnie obowiązujące normy, przepisy i wytyczne w zakresie budowy instalacji fotowoltaicznych i kablowych linii nn,
- uzgodnienia z Inwestorem,
- wizję lokalną,
- wymienione niżej obowiązujące przepisy:
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002
  - Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz. U. Nr 94/24/1983
  - Ustawa o dozorze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000
  - Prawo budowlane
  - Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr. 113/728/1998

wymienione niżej Polskie Normy:

- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN-IEC 60364-4-42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie
- PN-IEC 60364-4-47:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364-4-481:1994 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych
- PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne
- PN-IEC 60364-5-53:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia
- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenie. Sprawdzenie odbiorcze
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe
- IEC 60364-7-712:2007. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- IEC 60634-5-55 pkt.551.7 Wymagania dotyczące odłączenia instalacji PV

- IEC 61215 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
- IEC 60439-1 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic
- IEC 60904 Photovoltaic devices
- IEC 60891 Photovoltaic devices
- IEC 60364 Low - voltage electrical installations
- IEC 61140 Protection against electric shock- Common aspects for installation and equipment
- IEC61643 Low - voltage surge protective devices Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods
- Normy IEC/ISO 11801, CENELEC EN50173,
- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej.
- DIN VDE 0100-712- spadki napięć na kablach DC
- DIN EN61646, DIN IEC61215, DIN VDE 0126-1-1 - warunki pracy falowników

#### 4. Szczegóły techniczne

##### 4.1. Linie kablowe

Plany i schematy linii kablowych związanych z budową instalacji fotowoltaicznej przedstawiono na rysunkach. Przy zbliżeniach i skrzyżowaniach z istniejącą infrastrukturą techniczną zachować normatywne odległości projektowanych linii kablowych od urządzeń i sieci istniejących. Ponadto przy każdym skrzyżowaniu i zbliżeniu z istniejącą infrastrukturą techniczną linie kablowe prowadzić w rurach osłonowych PCV (dla instalacji wewnętrznych), w korytach kablowych metalowych (dla wszystkich instalacji kablowych nadachowych).

Lokalizację modułów fotowoltaicznych, inwerterów i szafy kablowo - pomiarowej pokazano na rysunkach. Konstrukcja składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego. Projektuje się wolnostojące aerodynamiczne konstrukcje nośne. Konstrukcje zapewniają pochylenie paneli pod kątem 25°. Wykonane są z aluminium, a akcesoria, takie jak klemy i śruby mocujące ze stali nierdzewnej.

Oprzewodowanie modułów pv z inwerterami wykonać kablami solarnymi Cu 6mm<sup>2</sup> odpornymi na wysokie temperatury i promieniowanie UV.

##### 4.2. Rozdzielnica fotowoltaiczna

Projektowana rozdzielnica fotowoltaiczna RPV znajdować się będzie wewnątrz budynku, przy rozdzielnicie głównej. Wewnątrz należy zamontować szynę połączeń wyrównawczych i podłączyć do niej wszystkie metalowe elementy, do których jest dostęp – zapewnić uziemienie dostępnych części przewodzących urządzeń elektrycznych.

Rozdzielnica fotowoltaiczna RPV została wyposażona:

- w zabezpieczenia linii kablowych składające się z:
  - wyłączników nadprądowych S303 o charakterystyce B i prądzie znamionowym 32A,
  - wyłączników różnicowoprądowych o prądzie znamionowym 40A i prądzie różnicowym 30mA,
  - Ogranicznik przepięciowy B+C o prądzie znamionowym 12,5kA,
  - wyłącznika nadprądowego S301 o charakterystyce B i prądzie znamionowym 6A,
  - wyłącznika różnicowoprądowego o prądzie znamionowym 16A i prądzie różnicowym 30mA,



- w układ sterowania i monitoringu pracą inwerterów.

Schemat elektryczny i widok rozdzielnic fotowoltaicznej RPV pokazano na rysunku 2 i 6.

#### 4.3. Zakres prac w rozdzielnic głównej

W celu przystosowania rozdzielnic głównej budynku do współpracy z instalacją PV niezbędne jest wykonanie następujących robót:

- w polu nr 1A zainstalować 3-biegunowy wyłącznik instalacyjny S303 o charakterystyce B i prądzie wyłączalnym 63A,
- pod zaciski wyłącznika S303 podłączyć projektowany kabel YLYżo 5x25mm<sup>2</sup> wykorzystując istniejący kanał kablowy,
- w polu nr 2A na głównych szynach zamontować przekładnik prądowy 100A/5A kl.1,
- z przekładnika prądowego wyprowadzić przewód YDY4x2,5 w kierunku miernika przepływu mocy,
- z głównych szyn wyprowadzić w kierunku miernika przepływu mocy przewody YDY4x2,5 mm<sup>2</sup> zabezpieczając je bezpiecznikami topikowymi 6A,
- z głównych szyn wyprowadzić w kierunku jednostki głównej komunikacyjnej przewody YDYżo3x0,5 mm<sup>2</sup> zabezpieczając je wyłącznikiem nadprądowym B1,
- na drzwiach pola nr 3 zamontować miernik przepływu mocy,
- z miernika przepływu mocy wyprowadzić w kierunku rozdzielnic fotowoltaicznej RPV poprzez jednostkę główną komunikacyjną linię sterowniczą F/UTP 4x2x24AWG (linię zakończyć na zaciski sterownika mocy inwerterów),
- z jednostki głównej komunikacyjnej wyprowadzony będzie przewód RJ45 w kierunku monitora LCD 32".

#### 4.4. Pomiar wyprodukowanej energii wraz z systemem wizualizacji

Nie jest wykluczone, że nadprodukcja energii elektrycznej w okresie letnim może nie zostać oddana do sieci elektroenergetycznej. W takim wypadku należałoby sprawdzić układu pomiarowe (licznik rozliczeniowy) zainstalowane w złączu kablowym. Jeśli nie zdecydowano by się na odsprzedaż energii należy zastosować układy blokujące.

W celu pomiaru energii oddawanej przez instalację fotowoltaiczną dla projektowanego budynku, przewidziano inwertery z możliwością pomiaru sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całłościowo. Odczyt wyprodukowanej energii będzie wizualizowany na monitorach systemu zarządzania energią oraz poprzez interfejs WWW.

Celem wizualizacji pracy elektrowni oraz monitoringu ilości wyprodukowanej energii wykorzystany zostanie moduł komunikacyjny, który współpracować może z urządzeniami wielu wiodących producentów. Na potrzeby sterowania w rozdzielnic głównej zainstalować należy dodatkowy układ pomiarowy (na zasilaniu, za licznikiem rozliczeniowym). Licznik połączony zostanie z jednostką główną komunikacyjną za pomocą RS485. Urządzenie monitorujące jest w stanie ograniczyć moc inwertera lub go wyłączyć gdy zużycie energii zacznie spadać poniżej bieżącej produkcji.

System monitorujący należy wyposażyć w moduł komunikacyjny GPRS. Jest to wysokiej jakości węzeł komunikacyjny dla średnich i dużych elektrowni słonecznych. Urządzenie stale zbiera wszystkie dane z falowników po stronie systemu, informując o statusie instalacji w danym momencie. W swojej budowie zawiera wielofunkcyjny efektywny rejestrator danych, który oferuje mnóstwo opcji wyświetlania, archiwizacji i przetwarzania danych, nawet w sieciach z rygorystycznymi przepisami bezpieczeństwa. W przypadku zdarzeń "Błąd", moduł monitorujący poinformuje niezwłocznie poprzez e-mail lub wiadomości tekstowe. Dane pomiarowe będą przesyłane do portalu Internetowego WEB poprzez modem GSM.

System dodatkowo zostanie wyposażony w czujniki komunikacyjne. Są one instalowane bezpośrednio przy modułach, mierzą poziom radiacji oraz temperaturę paneli fotowoltaicznych. W połączeniu z jednostką główną komunikacyjną i portalem WEB daje możliwość śledzenia na żywo wydajności farmy PV. Daje również możliwość wykrycia zabrudzeń, zacinienia oraz stopniowo spadającej wydajności a tym samym zapewnia efektywność i bezpieczeństwo.

Scentralizowane zarządzanie i monitorowanie systemu PV zapewnia portal WEB. Dzięki niemu operatorzy instalacji i instalatorzy mają dostęp do kluczowych danych w dowolnym momencie. Wstępnie skonfigurowane standardowe dane mogą być łatwo dostosowane lub uzupełniane. Zarówno w formie tabeli danych jak i w postaci diagramów: rozwiązania proponowanego systemu monitorującego umożliwiają niemal nieograniczone opcje analizy danych pomiarowych lub wizualizacji wydajności. Uzyski wszystkich falowników w układzie porównywane są automatycznie, co pozwala na wykrycie nawet najmniejszych odchyłeń. Rozbudowane funkcje raportowania, również regularne aktualizacje za pośrednictwem poczty e-mail gwarantują najwyższe uzyski energii. Dane z systemu monitorującego wyświetlane będą na 32 calowym monitorze umieszczonym na parterze budynku.

Układ pomiarowy zostanie zabudowany w tym samym pomieszczeniu, w którym zostaną zabudowane inwertery. Licznik zostanie zabudowany w zamykanej tablicy pomiarowej, przystosowanej do plombowania. Opracowanie dokumentacji przyłączeniowej z Zakładem Energetycznym leży po stronie Wykonawcy. Wszystkie rozdzielnie pośrednie między inwerterami, a układem pomiarowym półpośrednim przystosować do plombowania.

#### 4.5. Instalacja fotowoltaiczna – połączenia i konfiguracja urządzeń

##### 4.5.1. Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne

Ogólne wskaźniki elektroenergetyczne projektowanej instalacji przedstawiają się następująco:

napięcie przyłączenia	$U = 400 \text{ V}$
moc zainstalowana modułów fotowoltaicznych	$P_{DC} = 40000 \text{ W}$
maksymalna moc oddawana do sieci el-en.	$P_{AC} = 34000 \text{ VA}$
planowana roczna produkcja energii	$A = 38,30 \text{ MWh}$

Wyprodukowana energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne. Nadmiar energii będzie oddawany do sieci elektroenergetycznej.

Wydajność elektrowni fotowoltaicznej wg PVGIS

Chojnice, położenie: 53o69'40" północ, 17o55'70" wschód, wysokość: 150 m npm

Miesiąc	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Styczeń	24.90	772	0.74	22.9
Luty	51.50	1440	1.53	42.9
Marzec	117.00	3630	3.61	112
Kwiecień	161.00	4830	5.19	156
Maj	171.00	5310	5.71	177
Czerwiec	173.00	5190	5.84	175
Lipiec	159.00	4930	5.43	168
Sierpień	144.00	4460	4.85	150
Wrzesień	122.00	3650	3.96	119
Październik	78.90	2450	2.47	76.7
Listopad	33.30	1000	1.01	30.4
Grudzień	21.80	676	0.65	20.2

Rocznie średnio	105	3200	3.43	104
Suma rocznie		38300		1250

Ed – Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej (kWh)

Em – Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej (kWh)

Hd – Średnia dobową sumą promieniowania na m<sup>2</sup> powierzchni (kWh/m<sup>2</sup>)

Hm – Średnia suma promieniowania docierająca do modułów na m<sup>2</sup> powierzchni (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.5.2. Opis ogólny instalacji fotowoltaicznej

Projektowana instalacja składa się z 160 modułów fotowoltaicznych podłączonych do 2 inwerterów sieciowych o mocy 17 kW każdy. Inwertery będą przetwarzały wyprodukowany prąd stały na prąd zmienny o napięciu przemennym 400V. Każdy z falowników będzie wytwarzał napięcie przemienne na każdej z faz, tworząc razem układ 3-fazowy.

Praca falowników będzie zsynchronizowana poprzez odpowiednie ustawienie ich parametrów. Wyjście AC każdego z falowników zabezpieczone będzie poprzez wyłączniki instalacyjne nadprądowe oraz wyłączniki różnicowo – prądowe.

Instalacja będzie nadzorowana przez system nadzoru składającego się z jednostki głównej komunikacyjnej i czujników komunikacyjnych.

#### 4.5.3. Moduły fotowoltaiczne i inwertery

W instalacji planuje się zastosowanie 160 modułów fotowoltaicznych o mocy 250 W każdy. Podstawowe parametry elektryczne modułów:

Wielkość	Wartość
Napięcie obwodu otwartego $U_{oc}$ [V]	37,5
Napięcie pracy $U_{MPP}$ [V]	30,8
Prąd zwarcia $I_{sc}$ [A]	8,67
Prąd maksymalny $I_{MPP}$ [A]	8,14
Moc znamionowa $P_{MAX}$ [W]	250

Wymiary: 1665mm x 999mm x 50mm

Moduły wyposażone są w kable przyłączeniowe, zakończone wtykami typu MC-4.

Ponadto, w instalacji zastosowane zostaną inwertery sieciowe o mocy 17 kW o podstawowych parametrach:

Strona wejściowa DC	
Wielkość	Wartość
Maksymalne napięcie wejściowe [V]	1000
Zakres napięć MPPT [V]	400 – 800
Napięcie startowe [V]	150
Liczba niezależnych modułów MPPT	2
Maksymalna moc wejściowa [W]	17410
Maksymalny prąd wejściowy [A]	Wejście „A” 33 A, Wejście „B” 11 A

Strona wyjściowa AC	
Wielkość	Wartość
Napięcie znamionowe [V]	400
Zakres napięcia na fazę [V]	160 – 280
Maksymalny prąd wyjściowy [A]	24,6
Moc znamionowa [W]	17000
Częstotliwość znamionowa [Hz]	50
Zakres częstotliwości [Hz]	44 – 55
Sprawność [%]	98,2
Zakres temperatury otoczenia [°C]	- 25; +60

#### 4.5.4. Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachu płaskim budynku (160 szt.) od strony południowo-zachodniej (azymut -15), z wykorzystaniem systemu mocowań na dach płaski.

Elementy mocujące - profile aluminiowe i uchwyty - zostaną uziemione poprzez połączenie z główną szyną wyrównawczą budynku. W miejscach występowania na budynku instalacji piorunochronnej należy zachować minimalne odległości modułów fotowoltaicznych od elementów instalacji odgromowej, co najmniej 0,5 m. W miejscach, gdzie nie występuje taka możliwość należy zastosować przewód odgromowy o izolacji wysokonapięciowej typu HVI-L. Dzięki swoim właściwościom przewód HVI-L zapewnia bezpieczny odstęp izolacyjny pomiędzy elementami LPS a elementami systemu PV odpowiadający odstępowi w powietrzu  $s=75$  cm. Podłączony do głowicy pod zwodem pionowym przewód może być układany bezpośrednio obok lub pod panelami PV.

#### 4.5.5. Podłączenie modułów fotowoltaicznych

Zamontowane na dachu moduły zostaną połączone w 8 stringów, po 4 do każdego z falowników:

2x inwerter sieciowy 17 kW: 80 modułów w układzie 4 szeregi po 20 modułów, z czego 3 szeregi podłączone są do wejścia A, a 1 do wejścia B.

Do łączenia kolejnych modułów w szeregach wykorzystane będą systemowe kable przyłączeniowe modułów. Szeregi będą łączone równolegle poprzez trójniki z końcówkami MC4. W każdy szereg włączona zostanie dioda blokująca, zabezpieczająca moduły przed prądem wstecznym.

Przy podłączaniu stringów (połączonych równolegle szeregów) kable przyłączeniowe modułów zostaną połączone kablami solarnymi 6 mm<sup>2</sup>, natomiast przedłużone zostaną zbiorczymi kablami solarnymi 10 mm<sup>2</sup> z wtykami typu MC-4. Na dachu kable solarne należy układać wzdłuż poziomych profili mocujących. Kable „powrotne” należy układać wzdłuż tych samych profili, równolegle do innych kabli, nie tworząc pętli. Kable należy mocować do profili w sposób uniemożliwiający ich ocieranie o konstrukcję oraz wciekanie wody do złązek kablowych. Miejsca wprowadzania kabli do koryt metalowych zabezpieczyć rurą osłonową peszla typu Peszel RKSGD-UV lub innej o parametrach zapewniających wysoką odporność na warunki atmosferyczne, rozpiętość temperatur i możliwe promieniowanie słoneczne.

W dachu należy wykonać przepust na wejściu kabli do budynku i zabezpieczyć go przed wnikaniem wód opadowych lub zejść wolnym kanałem wentylacyjnym do budynku. W budynku kable solarne należy układać w rurze instalacyjnej sztywnej RL 22, rurze instalacyjnej karbowanej lub w korycie kablowym. W przypadku użycia koryta metalowego,

należy je uziemić zachowując ciągłość uziemienia na całej trasie. Nie jest dopuszczalne wykorzystanie już istniejących tras kablowych ani wykorzystanie trasy kabli solarnych do układania innych kabli !

Przepust na wejściu kabli do budynku należy po zakończeniu instalacji uszczelnić przeciwpożarowo przy pomocy zaprawy ogniochronnej CP 636 – klasa odporności ogniowej F2. Dokładną trasę kablową od modułów do falowników ustali wykonawca z Inwestorem.

#### 4.5.6. Podłączenie falowników

Prąd z modułów fotowoltaicznych będzie przetwarzany w inwerterach na prąd zmienny o napięciu przemiennym 400V. Każdy z falowników będzie wytwarzał napięcie przemienne na każdej z faz, tworząc razem układ 3-fazowy.

Praca falowników będzie zsynchronizowana poprzez odpowiednie ustawienie ich parametrów. Wyjście AC każdego z falowników zabezpieczone będzie poprzez wyłączniki instalacyjne nadprądowe oraz wyłączniki różnicowo – prądowe.

Po zainstalowaniu falowników należy sprawdzić połączenia. Należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi.

#### 4.5.7. Połączenia komunikacyjne

W systemie zastosowane zostaną urządzenia dozorowe instalacji fotowoltaicznej. Na potrzeby sterowania w rozdzielnicy głównej zainstalować należy dodatkowy układ pomiarowy (na zasilaniu, za licznikiem rozliczeniowym). Dodatkowy licznik energii elektrycznej połączony zostanie z jednostką główną komunikacyjną za pomocą protokołu RS485 przewodem F/UTP 4x2x24 AWG, natomiast jednostka główna komunikacyjna z inwerterami przewodem F/UTP 4x2x24 AWG.

Licznik połączony zostanie z głównymi szynami przewodem YDY 4x2,5 mm<sup>2</sup> poprzez przekładnik prądowy 100A/5A oraz bezpiecznik topikowy 6A.

Jednostka główna komunikacyjna zasilana będzie z głównych szyn poprzez przewody YDYżo 3x0,5 mm<sup>2</sup> zabezpieczone wyłącznikiem nadprądowym B1.

System monitoringu należy wyposażyć w moduł komunikacyjny GPRS dzięki czemu moduł poinformuje o wystąpieniu awarii niezwłocznie poprzez e-mail lub wiadomości tekstowe. Dane pomiarowe będą przesyłane do portalu Internetowego WEB poprzez modem GSM. System dodatkowo zostanie wyposażony w czujniki komunikacyjne, połączone przewodem YTKSYekw 4x1x0,5 mm<sup>2</sup> z jednostką główną komunikacyjną. Jest on instalowany bezpośrednio przy modułach, na profilu aluminiowym.

Scentralizowane zarządzanie i monitorowanie systemu PV zapewniać będzie portal WEB, Dzięki niemu operatorzy instalacji i instalatorzy mają dostęp do kluczowych danych w dowolnym momencie.

Podgląd najważniejszych danych zostanie przedstawiony na monitorze LCD 32" połączonym przewodem Ethernet RJ45 z jednostką główną komunikacyjną.

#### 4.5.8. Podłączenie do sieci i odbiorów

Falowniki od strony wyjścia AC zabezpieczone zostaną wyłącznikami nadprądowymi 32A oraz wyłącznikami różnicowoprądowymi 40A, 30mA. W rozdzielnicy PV po stronie AC należy zainstalować ochronnik przepięciowy.

Schemat podłączenia falowników przedstawia rysunek 2.

#### 4.5.9. Ochrona przepięciowa napięcia przemiennego

Zgodnie z wynikami obliczeń wg PN-EN 62305-2:2008 dla zachowania wymaganego poziomu ryzyka strat materialnych w obiekcie, należy zastosować skoordynowaną ochronę przepięciową. Ochrona przepięciowa jest realizowana na poziomie instalacji

elektrycznej budynków i nie jest przedmiotem niniejszego projektu. Ochrona przepięciowa ma być wykonana zgodnie z PN-IEC 60364-4-443 i PN-EN 62305- 4:2009. W rozdzielniczy należy zamontować ogranicznik przepięć klasy I+II – poziom ochrony 12.5kV.

#### 4.5.10. Wykonanie robót

Wszystkie prace należy wykonywać stosując się do podanych poniżej uwag:

Poniższe uwagi dotyczą wszystkich robót elektrycznych:

1. Należy skrupulatnie przestrzegać kolorystycznego oznakowania żył przewodowych i kabli (również w obrębie rozdzielniczy). Przewód zerowy (N) musi posiadać izolację koloru jasnoniebieskiego, a przewód ochronny (PE) – żółto-zielonego.
2. W żadnym miejscu instalacji przewód zerowy (N) i przewód ochronny (PE) nie mogą być połączone.
3. Wszystkie urządzenia i sprzęt, których konstrukcja wykonana jest z metalu lub zawierają one elementy metalowe, na których w przypadku uszkodzenia może pojawić się napięcie, muszą być obowiązkowo przyłączone do przewodu ochronnego.
4. Dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. W myśl tego doprowadzenie przewodów należy wykonać pod kątem prostym. Skośnie przeprowadzone kable, przewody i puste rury nie zostaną odebrane jako prawidłowo wykonane.

Lokalne tablice i rozdzielnice należy wykonać w oparciu o typowe obudowy z tworzyw sztucznych wyposażone w aparaturę o dużej niezawodności działania.

Należy zwrócić uwagę na prawidłowe uziemienie falownika, konstrukcji paneli do GSU oraz wykonać pomiary wartości rezystancji uziemienia, aby zweryfikować poprawność działania instalacji planowanych do istniejącego systemu zasilania. Ponadto przed uruchomieniem instalacji należy wykonać pomiary elektryczne wykonanych linii kablowych - rezystancja pętli zwarcia rezystancja izolacji.

#### 4.5.11. Wytyczne do wykonania Instalacji odgromowej

Projektuje się nową instalację odgromową składającą się z:

- Uziomu otokowego wykonanego z płaskownika FeZn 30x4,
- Złącz kontrolnych umieszczonych na elewacji,
- Przewodów odprowadzających wykonanych z płaskownika FeZn 25x4,
- Zwodów poziomych wykonanych z drutu FeZn $\Phi$ 8.

Rzut instalacji odgromowej pokazano na rys. 3. Konstrukcje wsporcze modułów fotowoltaicznych należy połączyć z sobą za pomocą przewodów miedzianych, bądź dedykowanych uchwytych zamontowanych w konstrukcji a następnie sprowadzić przewód miedziany 16 mm<sup>2</sup> przy zachowaniu odstępu izolacyjnego wolnym kanałem wentylacyjnym do połączenia z szyną wyrównawczą.

Konstrukcję zwodów pionowych połączyć ze sobą za pomocą drutu FeZn $\Phi$ 8, a następnie połączyć je z istniejącą instalacją odgromową.

Instalacja odgromową powinna być wykonana zgodnie z PN-EN 62305-3:2009. Poziom ochrony ustalić zgodnie z PN-EN 62305-2:2008. Połączenia wyrównawcze należy wykonać zgodnie z PN-EN 62305-3:2009 i PN-EN 62305-4:2009.

## 4.6. Instalacja wiatrakowa – połączenia i konfiguracja urządzeń

### 4.6.1. Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne

Ogólne wskaźniki elektroenergetyczne projektowanej instalacji przedstawiają się następująco:

napięcie systemu	$U = 24 \text{ V}$
moc zainstalowana generatorów wiatrowych	$P_{DC} = 320 \text{ W}$

Wyprodukowana energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne w systemie akumulatorowym. Poprzez wbudowany w turbiny wiatrowe regulator ładowania będzie odbywać się ładowanie akumulatorów żelowych, a następnie za pomocą inwertera bezpośrednio przyłączonego do akumulatorów będzie zasilane ledowe oświetlenie opraw halogenowych lub obwód oświetleniowy wybrany w porozumieniu z Inwestorem.

### 4.6.2. Opis ogólny instalacji wiatrakowej

Instalacja składa się z 2 turbin wiatrowych. Zostaną one połączone równolegle ładując 2 akumulatory żelowe 12 V.

Akumulatory zostaną połączone szeregowo w celu uzyskania napięcia systemu równego 24 V. Zgromadzona energia w akumulatorach będzie przekształcana na napięcie zmienne o wartości 230 V za pomocą przetwornicy napięciowej.

Przetwornica zasilac będzie oświetlenie zewnętrzne.

### 4.6.3. Dane techniczne urządzeń

W instalacji zastosowane zostaną generatory wiatrowe o mocy 160 W. Podstawowe parametry elektryczne modułów:

Wielkość	Wartość
Napięcie [V]	24
Prędkość startowa wiatru [m/s]	3,13
Energia [kWh/msc]	40 przy 5,5 m/s
Waga [kg]	5,9

Średnica wirnika: 1,17m, obszar roboczy łopat wirnika: 1,07 m<sup>2</sup>.

W instalacji zastosowane zostaną 2 akumulatory żelowe o parametrach:

Wielkość	Wartość
Napięcie U [V]	12
Pojemność [Ah]	200
Waga [kg]	60

Wymiary: 522mm x 238mm x 218 mm.

Ponadto to, w instalacji zastosowany zostanie przetwornica napięcia o parametrach:

Wielkość	Wartość
Napięcie stałe $U_{DC}$ [V]	24
Napięcie zmienne $U_{AC}$ [V]	230
Moc ciągła 25°C/40°C [W]	700/650
Moc AC [VA]	800

Wymiary: 104 mm x 194 mm x 305 mm.

#### 4.6.4. Podłączenie instalacji wiatrakowej

Montaż generatorów wiatrowych na dachu przeprowadzić zgodnie z częścią budowlaną projektu oraz instrukcją montażu wiatraka.

Wyprowadzenia mocy z generatorów wykonać kablami solarnymi 25 mm<sup>2</sup>. Kable należy połączyć równolegle bezpośrednio przy bateriach.

Należy stosować kable dedykowane o przekroju nie mniejszym niż 25 mm<sup>2</sup>. Na dachu kable solarne należy układać w metalowych korytkach kablowych.

W budynku kable solarne należy układać w rurze instalacyjnej sztywnej RL 22, rurze instalacyjnej karbowanej lub w korycie kablowym. W przypadku użycia koryta metalowego, należy je uziemić zachowując ciągłość uziemienia na całej trasie. Nie jest dopuszczalne wykorzystanie już istniejących tras kablowych.

Dokładną trasę kablową od wiatraków do akumulatorów ustali wykonawca z Inwestorem.

#### 4.6.5. Podłączenie przetwornicy

Prąd z generatorów wiatrowych przez wbudowany regulator napięcia będzie ładował baterie. W przetwornicy zamieniany będzie na prąd zmienny o napięciu przemennym 230V. Schemat elektryczny pokazano na rys. 6.

Po zainstalowaniu falownika należy sprawdzić połączenia. Należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi.

#### 4.6.6. Podłączenie do sieci i odbiorów

System akumulatorowy będzie autonomiczny, nie przewiduje się podłączania do sieci elektroenergetycznej. Zgromadzona energia w bateriach zostanie użyta do oświetlenia zewnętrznego.

#### 4.6.7. Wykonanie robót

Wszystkie prace należy wykonywać stosując się do podanych poniżej uwag:

Poniższe uwagi dotyczą wszystkich robót elektrycznych:

1. Należy skrupulatnie przestrzegać kolorystycznego oznakowania żył przewodowych i kabli (również w obrębie rozdzielnic). Przewód zerowy (N) musi posiadać izolację koloru jasnoniebieskiego, a przewód ochronny (PE) – żółto-zielonego.
2. W żadnym miejscu instalacji przewód zerowy (N) i przewód ochronny (PE) nie mogą być połączone.
3. Wszystkie urządzenia i sprzęt, których konstrukcja wykonana jest z metalu lub zawierają one elementy metalowe, na których w przypadku uszkodzenia może pojawić się napięcie, muszą być obowiązkowo przyłączone do przewodu ochronnego.
4. Dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. W myśl tego doprowadzenie przewodów należy wykonać pod kątem



prostym. Skośnie przeprowadzone kable, przewody i puste rury nie zostaną odebrane jako prawidłowo wykonane.

#### 4.7. Zabezpieczenia strony DC

Ochronę przeciw przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe dedykowane dla instalacji fotowoltaicznej o napięciu granicznym 1000 VDC. Są to ograniczniki przepięć typu 2 pozwalające ograniczyć przepięcia do poziomu  $U_p \leq 4 \text{ kV}$  przy prądzie udarowym (8/20) 25 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każdy łańcuch modułów PV zostanie zabezpieczony jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane w skrzynkach przyłączeniowych stringbox. Obudowa skrzynki jest wykonana w II klasy ochronności zapewniając wymaganą ochronę izolacyjną.

Inwerter wyposażony jest również w rozłącznik DC, który pełnił będzie funkcję rozłącznika głównego strony DC. Inwerter posiada również wbudowane bezpieczniki po stronie DC zabezpieczające poszczególne rzędy paneli.

Inwerter instalacji wiatrakowej posiada wbudowane zabezpieczenie akumulatorów zabezpieczające je przed głębokim rozładowaniem.

#### 5. Producenci i typy zastosowanych materiałów i urządzeń

Typy zastosowanych materiałów i urządzeń podano dla określenia wymaganego standardu instalacji i należy je traktować, jako przykładowe. Dopuszcza się zastosowanie innych materiałów i urządzeń równoważnych pod kątem rozwiązań technicznych i jakości oraz posiadających wymagane dopuszczenia i certyfikaty.

Należy stosować wyłącznie urządzenia, wyroby i materiały posiadające świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub świadectwo kwalifikacji jakości, względnie oznaczonych znakiem jakości lub znakiem bezpieczeństwa, wydanymi przez uprawnione jednostki kwalifikujące.

#### 6. Informacja dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

##### 6.1. Podstawa opracowania

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126)

##### 6.2. Zakres robót oraz kolejność ich realizacji

Zakres robót:

- montaż modułów fotowoltaicznych,
- wykonanie instalacji DC oraz AC na potrzeby instalacji fotowoltaicznej,
- przebudowa rozdzielnic głównej nn.

Kolejność wykonywanych robót:

- zagospodarowanie placu budowy,
- roboty budowlano - montażowe,
- roboty wykończeniowe.

##### 6.3. Wskazanie zagrożeń mogących wystąpić podczas realizacji robót budowlanych

#### 6.3.1. Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót na wysokości

- upadek pracownika z wysokości (niewłaściwe zabezpieczenie, niewłaściwe ustawienie rusztowań),
- upadek przedmiotu z wysokości (niewłaściwe zabezpieczenie i składowanie materiałów budowlanych, niewłaściwe ogrodzenie terenu robót),

#### 6.3.2. Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót budowlano – montażowych

- upadek pracownika z wysokości,
- zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym przy montażu rozdzielnic oraz paneli,
- urazy ciała oraz porażenie prądem elektrycznym przy używaniu elektronarzędzi,
- zagrożenie trującymi pyłami (np. cięcie rur z tworzyw sztucznych),

#### 6.3.3. Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót wykończeniowych:

- upadek pracownika z wysokości (brak balustrad ochronnych przy podestach roboczych rusztowania; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem lub demontażem rusztowania),
- uderzenie spadającym przedmiotem osoby postronnej przechodzącej obok obiektu budowlanego (brak wygrodzenia strefy niebezpiecznej),
- zatrucie ciała i oczu materiałami malarskimi,
- uszkodzenia ciała wskutek nieostrożnego obchodzenia się ze sprzętem.

## II Obliczenia techniczne

### 1. Dobór zabezpieczeń i przewodów

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń. Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

gdzie:

$I_B$  – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym,

$I_z$  – obciążalność długotrwała przewodów,

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego,

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego.

$I_z$  przyjęto dla bezpieczników –  $1,6 \cdot I_n$ , a dla wyłączników instalacyjnych –  $1,45 \cdot I_n$ .

Obliczenia przewodu wychodzącego z inwertera do rozdzielnicy fotowoltaicznej RPV wynoszą:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 30,4 [A]$$

Dobrano wstępnie wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym  $I_n = 32 A$ .

Dobrano wstępnie przewód YDYżo 5x10 mm<sup>2</sup> o wytrzymałości prądowej  $I_z = 57 A$ .

$$I_2 = 1,45 \cdot 32 = 46,4 [A]$$

$$46,4 < 1,45 \cdot 57 = 82,3 [A]$$

Oba warunki zostały spełnione.

Obliczenia przewodu wychodzącego z rozdzielnicy fotowoltaicznej RPV do rozdzielnicy głównej RG wynoszą:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 60,8 [A]$$

Dobrano wstępnie wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym  $I_n = 63 A$ .

Dobrano wstępnie przewód YLYżo 5x25 mm<sup>2</sup> o wytrzymałości prądowej  $I_z = 96 A$ .

$$I_2 = 1,45 \cdot 63 = 91,4 [A]$$

$$91,4 < 1,45 \cdot 96 = 139,2 [A]$$

Oba warunki zostały spełnione.

Obliczenia przewodu wychodzącego z baterii akumulatorowych do przetwornika wynoszą:

$$I_B = \frac{P}{U_n} = \frac{700}{24} = 29,16 [A]$$

Dobrano wstępnie bezpiecznik rozłącznikowy o prądzie znamionowym  $I_n = 63 A$ .

Dobrano wstępnie przewód 1x25 mm<sup>2</sup> o wytrzymałości prądowej  $I_z = 119 A$ .

$$I_2 = 1,6 \cdot 63 = 100,8 [A]$$

$$100,8 < 1,6 \cdot 119 = 190,4 [A]$$

Oba warunki zostały spełnione.

Obliczenia przewodu wychodzącego z przetwornicy wiatrakowej do obwodów oświetleniowych wynoszą:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot 0,95} = 2,11 [A]$$

Dobrano wstępnie wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym  $I_n = 6 \text{ A}$ .

Dobrano wstępnie przewód YDYżo  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  o wytrzymałości prądowej  $I_z = 22 \text{ A}$ .

$$I_2 = 1,45 \cdot 6 = 8,7 [\text{A}]$$

$$8,7 < 1,45 \cdot 22 = 31,9 [\text{A}]$$

Oba warunki zostały spełnione.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach. Czasy wyłączenia zabezpieczeń przy zwarciu są mniejsze od czasów powodujących nagrzewanie przewodów i kabli do temperatury granicznej określonej wzorem:

$$\sqrt{t} = \frac{135 \cdot S}{I}$$

gdzie:

t – czas w sekundach,

S – przekrój przewodów w  $\text{mm}^2$ ,

I – wartość skuteczna prądu zwarciovego w A.

Odpowiednie czasy odczytano z charakterystyk czasowo-prądowych aparatów. Obciążalność długotrwałą przewodów przyjęto zgodnie z PN-IEC 60364-5-523. Wymagania, co do koordynacji przewodów z zabezpieczeniami są spełnione.

## 2. Obliczenia zwarciovowe

Obliczenia zwarciovowe przeprowadzono dla całego obiektu. Należy stosować aparaty o wytrzymałości zwarciovowej nie mniejszej niż 12,5kA.

## 3. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Zgodnie z kartą katalogową zabezpieczenia o charakterystyce B zadziałają z czasem 0.4s przy krotności 5 prądu znamionowego.

Dla wyłącznika instalacyjnego B32 –  $I_a = 5 \times 32 \text{ A} = 160 \text{ A}$

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} = \frac{400 \text{ V}}{160 \text{ A}} \leq 2,5 \Omega$$

Dla wyłącznika instalacyjnego B63 –  $I_a = 5 \times 63 \text{ A} = 315 \text{ A}$

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} = \frac{400 \text{ V}}{315 \text{ A}} \leq 1,27 \Omega$$

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych reaktancja pętli zwarciovych nie może być większa od obliczonych. Zgodnie z danymi impedancja pętli zwarciovowej dla całej linii zasilającej nie przekroczy wartości dopuszczalnej.

## 4. Obliczenia spadków napięć

Obliczenia spadków napięć dla obwodów dokonano na podstawie wzorów:

– dla obwodów trójfazowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

gdzie :

P – moc elektryczna obwodu [W],

l – długość obwodu elektrycznego [m],

γ – przewodność elektryczna materiału z jakiego wykonany jest obwód,

s – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [ $\text{mm}^2$ ],

$U_n$  – napięcie znamionowe [V].

Obliczenia przewodu wychodzącego z rozdzielnic fotowoltaicznej RPV do rozdzielnic głównej RG wynoszą:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 40}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,89 [\%]$$

Obliczenia przewodu wychodzącego z rozdzielnic fotowoltaicznej RPV do rozdzielnic głównej RG wynoszą:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 40}{56 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,71 [\%]$$

Obliczenia przewodu wychodzącego z przetwornicy wiatrakowej do rozdzielnic PV wynoszą:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot 800 \cdot 50}{56 \cdot 1,5 \cdot 230^2} = 0,9 [\%]$$

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2007 spadek napięcia na przewodach zasilających nie powinien przekraczać 1 %. Zgodnie z obliczeniami wymagania, co do nie przekraczania dopuszczalnych spadków napięć są spełnione dla całego obiektu.

– dla obwodów stałoprądowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \cdot I_n \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n}$$

gdzie:

$I_n$  – prąd znamionowy [A],

$l$  – długość obwodu elektrycznego [m],

$\gamma$  – przewodność elektryczna materiału z którego wykonany jest obwód,

$s$  – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [mm<sup>2</sup>],

$U_n$  – napięcie znamionowe [V].

Obliczenia przewodów DC wychodzących z modułów fotowoltaicznych do inwertera wynoszą:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \cdot 26,01 \cdot 50}{56 \cdot 10 \cdot 616} = 0,78 [\%]$$

Obliczenia przewodów DC wychodzących z baterii akumulatorowych do przetwornicy wiatrakowej wynoszą:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \cdot P_n \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2} = \frac{200 \cdot 320 \cdot 40}{56 \cdot 25 \cdot 24^2} = 3,17 [\%]$$

Zgodnie z obliczeniami wymagania, co do nie przekraczania dopuszczalnych spadków napięć są spełnione dla całego obiektu.

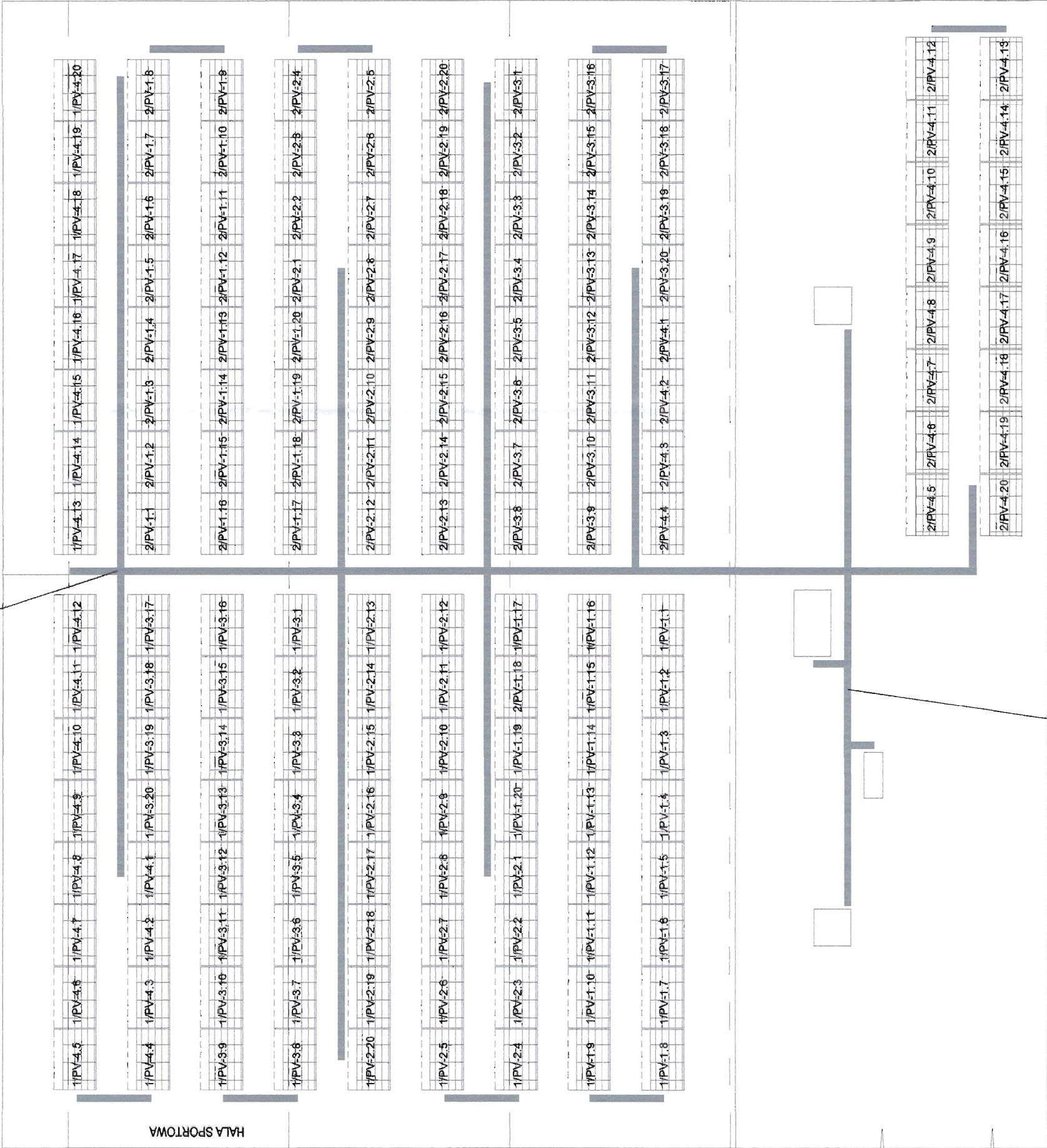
## 5. Zestawienie podstawowych urządzeń

Lp.	Nazwa	Ilość	jm.
1	Moduły fotowoltaiczne 250 W	160	szt.
2	Podkonstrukcja mocująca panele PV na dachu płaskim	270	m <sup>2</sup>
3	Generator wiatrowy 160 W	2	szt.
4	Akumulator żelowy 12 V 200 Ah	2	szt.
5	Inwerter fotowoltaiczny 17 kW	2	szt.
6	Przetwornica wiatrowa	1	szt.
7	Rozdzielnica fotowoltaiczna RWX-M 48 modułowa	1	kpl.
8	Skrzynka połączeniowa stringbox wraz z wyposażeniem	1	szt.
9	Wyposażenie rozdzielnic (wyłączniki nadprądowe 32 A, wyłączniki różnicowo-prądowe 40 A)	2	kpl.
10	Wyposażenie rozdzielnic (wyłączniki nadprądowe 6 A, wyłączniki różnicowo-prądowe 16 A, rozłączniki bezpiecznikowe 63A)	1	kpl.
11	System zarządzania energią z czujnikami	1	kpl.
12	Licznik energii na potrzeby systemu zarządzania energią	1	szt.
13	Monitor zarządzania energią 32"	1	szt.
14	Złączki MC4, trójniki	24	szt.
15	Oprzewodowanie DC	780	mb.
16	Oprzewodowanie AC	180	mb.
17	Oprzewodowanie sterownicze F/UTP 4x2x24 AWG	250	mb.
18	Korytka kablowe metalowe 100H30/3	150	mb.

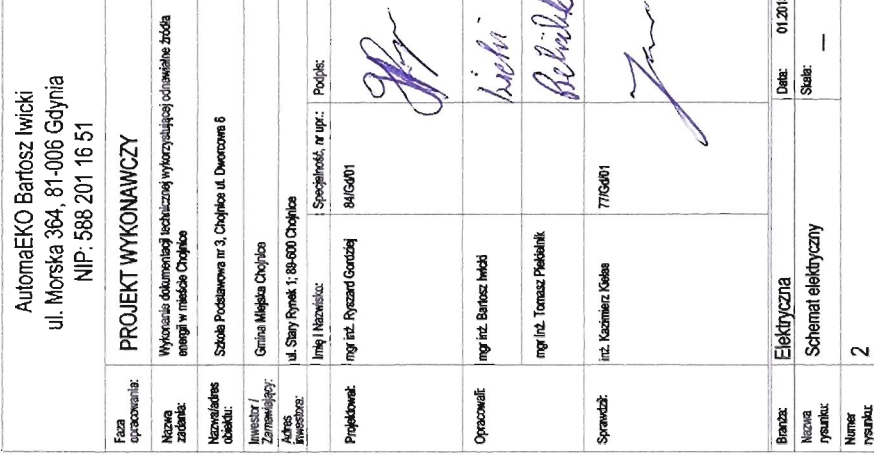


RZUT DACHU

Kable prowadzić w korytkach metalowych z pokrywą



AutomaEKO Bartosz Iwicki ul. Morska 364, 81-006 Gdynia NIP: 588 201 16 51			
PROJEKT WYKONAWCZY			
Faza opracowania:	Wykonanie dokumentacji technicznej wykorzystującej odnawialne źródła energii w mieście Chojnice		
Nazwa zadania:	Szkoła Podstawowa nr 3, Chojnice ul. Dworcowa 6		
Nazwa/adres obiektu:	Gmina Miejska Chojnice		
Inwestor / Zamawiający:	ul. Stary Rynek 1, 89-600 Chojnice		
Adres inwestora:	Imię i Nazwisko:	Specjalność, nr upr.:	Podpis:
Projektował:	mgr inż. Ryszard Gerdziej	84/Gd01	
Opracowali:	mgr inż. Bartosz Iwicki		
	mgr inż. Tomasz Piskiełnik		
Sprawdził:	inż. Kacimierz Kallias	77/Gd01	
Branża:	Elektryczna	Data:	01.2015
Nazwa rysunku:	Rzut dachu - Okablowanie instalacji	Skala:	-----
Numer rysunku:	1		

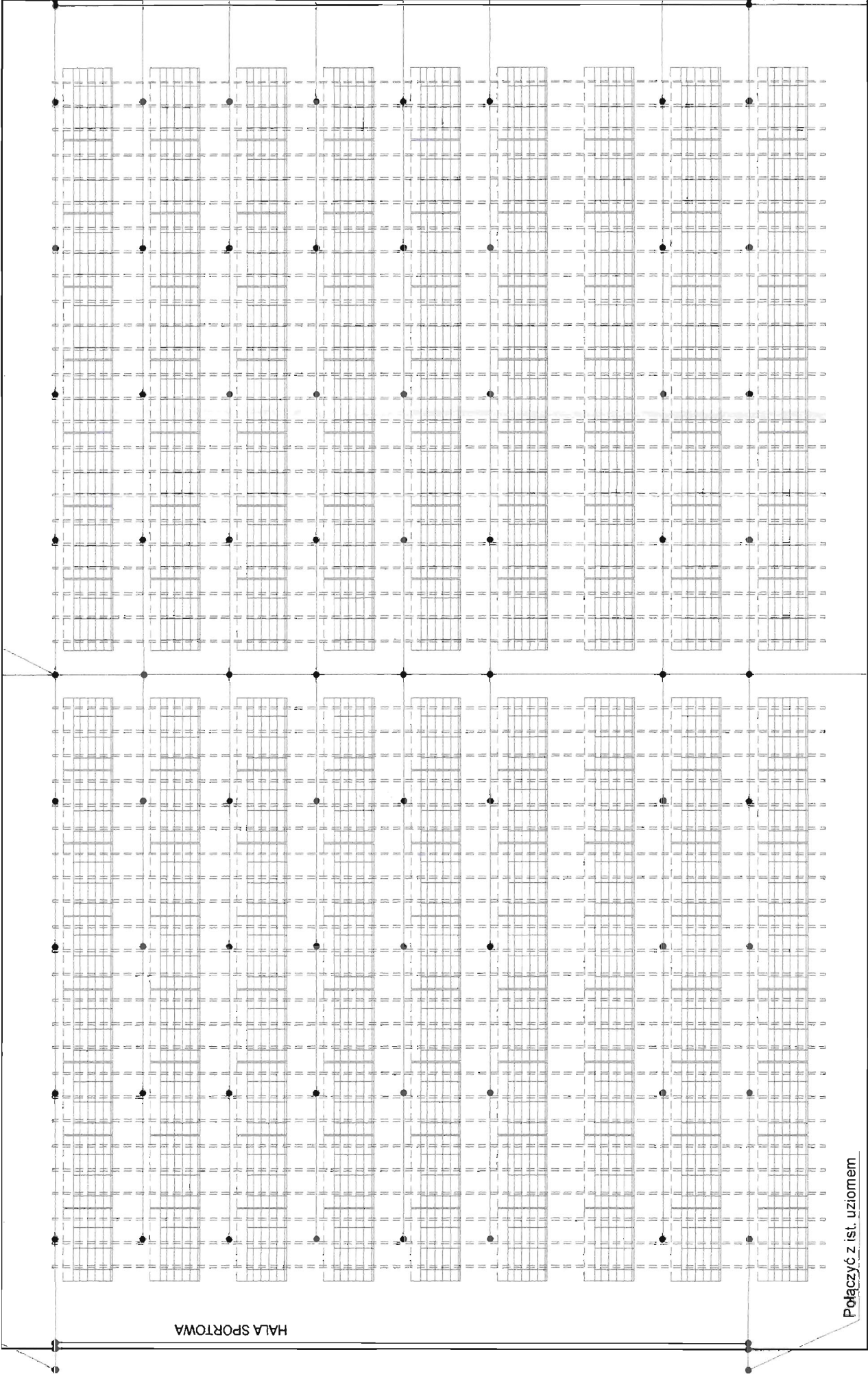




Instalacja odgromowa

Długość zwodów pionowych dobierać, tak aby moduły fotowoltaiczne znalazły się w jej strefie ochronnej

Połączyć z ist. uzieniem



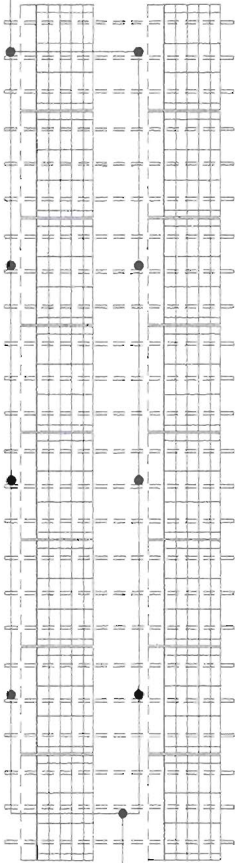
HALA SPORTOWA

UWAGI:

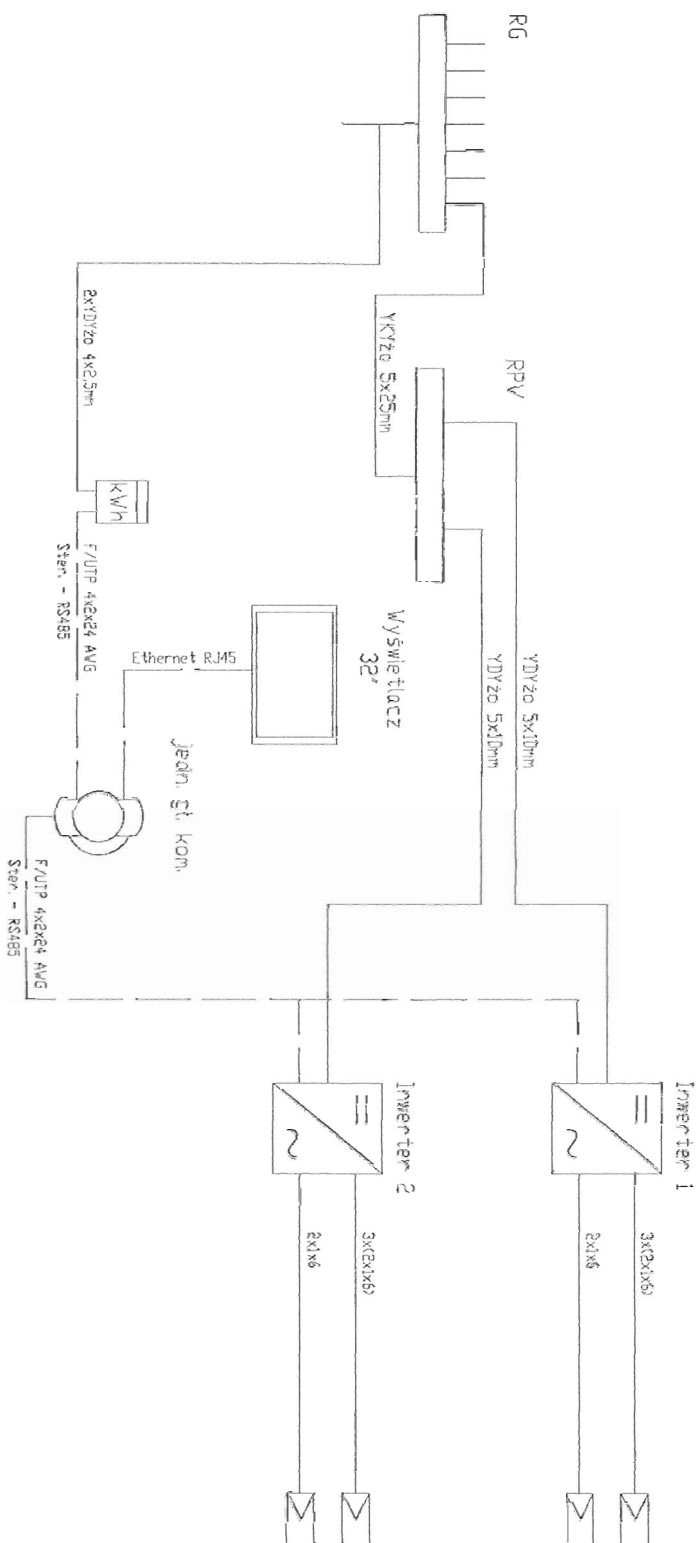
1. Dokonać pomiaru rezystancji uziemien podczas prac montażowych
2. Powiązania dokonać przy pomocy zacisku krzyżowego do istniejącej instalacji odgromowej
3. Strefę ochronną zwodów pionowych dobierać wg zasady kuli zgodnie z klasą LPS
4. Należy rozmieszczać zwody pionowe z zachowaniem odstępu izolacyjnego
5. Konstrukcje wsporcze modułów fotowoltaicznych połączyć ze sobą przewodem oraz sprowadzić go wolnym kanałem wentylacyjnym do połączenia z szyną wyrównawczą

Połączyć z ist. uzieniem

BUDYNEK SZKOŁY



AutomaEKO Bartosz Iwicki ul. Morska 364, 81-006 Gdynia NIP: 588 201 16 51	
Faza opracowania:	PROJEKT WYKONAWCZY
Nazwa zadania:	Wykonanie dokumentacji technicznej wykorzystującej odnawialne źródła energii w mieście Chojnice
Nazwa/adres obiektu:	Szkola Podstawowa nr 3, Chojnice ul. Dworcowa 6
Inwestor / Zamawiający:	Gmina Miejska Chojnice
Adres inwestora:	ul. Stary Rynek 1, 89-600 Chojnice
Projektował:	Imię i Nazwisko: mgr inż. Ryszard Gordziej 84/GJ/01 Specjalność, nr upr.: 84/GJ/01 Podpis: <i>Ryszard Gordziej</i>
Opracowali:	mgr inż. Bartosz Iwicki Podpis: <i>Bartosz Iwicki</i>
mgr inż. Tomasz Plekianik	Podpis: <i>Tomasz Plekianik</i>
Sprawił:	Inż. Kazimierz Kleś 77/GJ/01 Podpis: <i>Kazimierz Kleś</i>
Branża:	Elektryczna
Nazwa rysunku:	Rzut dachu - Instalacja odgromowa
Numer rysunku:	3
Data:	01.2015
Skala:	---



**AutomaEKO Bartosz Iwicki**  
 ul. Morska 364, 81-406 Gdynia  
 NIP: 588 201 16 51

# **PROJEKT WYKONAWCZY**

Faza opracowania:

Nazwa zadania: Wykonanie dokumentacji technicznej wytyczającej oraz instalacje zloz

Nazwa obiektu: Szkoła Podstawowa nr 3, Chojnice ul. Dniowa 8

Investor / Zamawiajacy: Gmina Miasto Chojnice

Adres inwestycji: ul. Stary Rynek 1, 84-800 Chojnice

Projektant: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

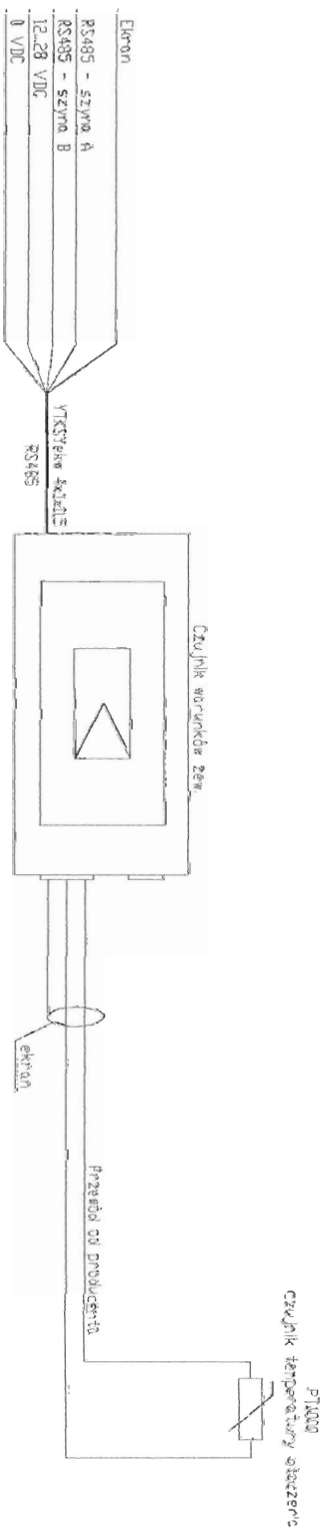
Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

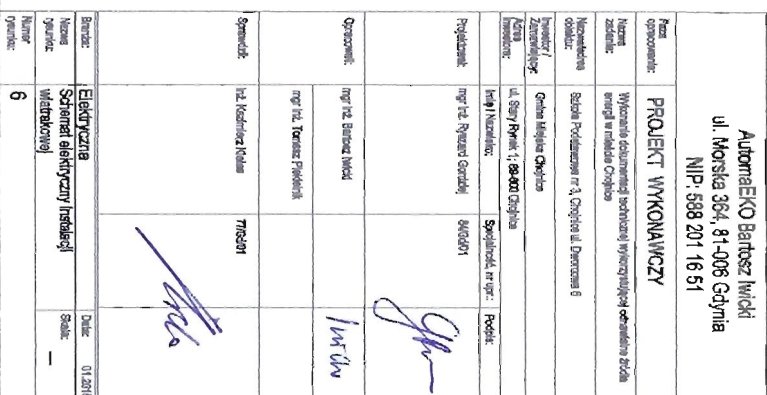
Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj

Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj


Opis: mgr inż. Ryszard Garszaj



<b>AutomaEKO Bartosz Iwicki</b> ul. Morska 364, 81-010 Gdynia NIP: 598 201 1651		<b>PROJEKT WYKONAWCZY</b> Wykonanie dokumentacji technicznej wytyczącej adresowania źródeł energii w mieście Gdynia	
Nazwa i adres obiektu Stacja Podstawowa nr 4, Obiektu ul. Dzierżyna 6		Inwestor / Zamawiający Gmina Między Chojnicami ul. Sławy Główna 1 80-000 Gdynia	
Projektant mgr inż. Bartosz Iwicki		Sporządził w upr. Pełniący mgr inż. Bartosz Iwicki	
Odbiorca mgr inż. Bartosz Iwicki		Inżynier mgr inż. Tomasz Frąckiewicz	
Sporządził mgr inż. Tomasz Frąckiewicz		Data 01.12.2015	
Numer rysunku 5		Skala ---	



STADIUM:	<b>Projekt konstrukcyjny</b>
TEMAT:	PROJEKT INSTALACJI OZE W CHOJNICACH – SZKOŁA PODSTAWOWA NR3
ADRES INWESTYCJI:	89 -620 CHOJNICE, UL. DWORCOWA 6, DZ. NR EW. 2191/11
INWESTOR:	Gmina Miejska Chojnice ul. Stary Rynek 1 89-600 Chojnice

IMIĘ I NAZWISKO:	NR UPRAWNIENI:	DATA:	PODPIS:
<i>Projektant</i> mgr inż. Łukasz Dymura	POM/0125/POOK/11	LUTY 2015	

## **Zawartość opracowania:**

### Opis techniczny

Przedmiot i podstawa opracowania

Konstrukcja

Uwagi końcowe

### Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

### Dokumentacja rysunkowa

## Opis techniczny



## 1. Przedmiot i podstawa opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji Odnawialnych Źródeł Energii w Chojnicach – Szkoła Podstawowa nr3 w Chojnicach przy ulicy Dworcowej 6. Panele rozmieszczone są na 1-kondygnacyjnej Sali gimnastycznej i fragmencie budynku szkoły, 2-kondygnacyjny. Oba dachy są płaskie. W skład projektowanej instalacji wchodzi:

- a) Instalacja fotowoltaiczna – wykorzystująca promieniowanie słoneczne do produkcji energii elektrycznej. Źródło wytwórcze będą stanowiły panele fotowoltaiczne polikrystaliczne o mocy 250W każdy, natomiast źródłem nasłonecznienia będzie naturalna energia promieniowania słonecznego. Panele zamocowane zostaną za pomocą systemu montażowego dla dachów płaskich. Kąt nachylenia paneli wynosi  $25^{\circ}$ , panele ukierunkowane są na  $-15^{\circ}$  od południa. Zaprojektowano 160szt. paneli.
- b) Instalacja z turbiną wiatrową typu poziomego (HAWT) do wytwarzania energii elektrycznej na własne potrzeby. Projektuje się dwie turbiny wiatrowe zamocowane do ściany zewnętrznej budynku od strony zachodniej.

Podstawę opracowania stanowi:

- 1) zlecenie Inwestora;
- 2) archiwalna dokumentacja wymiany stropodachu Sali gimnastycznej w Szkole Podstawowej nr3 w Chojnicach z 2011 roku opracowana przez Pana Mirosława J. Ciemińskiego;
- 3) opinia techniczna sporządzona przez Usługi Projektowe Budowlane mgr inż. Ryszard Andczak, Chojnice ul. Leśna 2/16.
- 4) wizja lokalna dachu obiekt w styczniu 2015r.;
- 5) Polskie Normy i przepisy Prawa Budowlanego, w tym podstawowe normy:
  - PN-82/B-02000 - Obciążenie budowli. Zasady ustalenia wartości.
  - PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
  - PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologicznie.
  - PN-80/B-02010/Az1:2006 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
  - PN-77/B-02011/Az1: 2009 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.
  - PN-81/B-03020 - Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.



- PN-90/B-03200 - Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-03264: 2002 - Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

## **2. Konstrukcja**

### **2.1 Ogólny opis konstrukcji**

Sala gimnastyczna o konstrukcji stalowej w postaci ramy stalowej w rozstawie co 6m i rozpiętości 30m. Przykrycie z blachy nośnej o wysokim profilu BTR135.320.960 i gr. 1,25mm ze stali S320GD układanej jako pozytyw. Blacha pracuje w układzie trójprzęsłowym. Izolacja termiczna z dwóch warstw wełny mineralnej, pokryta dwiema warstwami papy termozgrzewalnej.

### **2.2 Opinia o możliwości rozmieszczenia instalacji fotowoltaicznych na dachu budynku**

Po przeprowadzeniu analizy statyczno-wytrzymałościowej stwierdzono, że możliwe jest umieszczenie na dachu instalacji fotowoltaicznej. Masa jednego panelu o wymiarach 1,665x0,99m wynosi 20kg co daje  $\sim 0,12\text{kN/m}^2$ , a wraz ze stelażem mocującym  $\sim 0,15\text{kN/m}^2$ .

W celu umożliwienia przymocowania paneli do dachu bez przebijania pokrycia i płyt korytkowych przeanalizowano możliwość ustawienia instalacji i dociążeniu ją balastem o ciężarze dobranym wg wytycznych producenta systemu montażowego, dopuszcza się maksymalne dociążenie do  $0,40\text{kN/m}^2$ . Obliczenia statyczne wykazują, że nośność rygli ramy jak i blachy nośnej jest wystarczająca.

### **2.3 Opinia o możliwości montażu turbin wiatrowych do ściany zewnętrznej budynku od strony wschodniej**

Zaprojektowane turbiny wiatrowe są stosunkowo małe oraz ich ciężar wynosi około 7kg. Zgodnie z wytycznymi urządzenia nie powodują one znaczących drgań na konstrukcję.

Mocowanie turbin wiatrowych z wykorzystaniem systemowych rozwiązań, z uwzględnieniem gumowych podkładek tłumiących. Pręty mocujące M12 na

przestrzał ściany, skręcony nakrętkami po obu stronach. Od strony zewnętrznej ściany elementy stalowe zabezpieczone antykorozyjnie np. poprzez malowanie lub zastosowanie elementów ocynkowanych.

### **3. Uwagi końcowe**

- 1) Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku szkoły nie spowoduje nadmiernych obciążeń konstrukcji budynków
- 2) Montaż podkonstrukcji aluminiowej bez ingerencji w warstwy wykończeniowe dachu, należy zastosować płytki balastowe o odpowiednim ciężarze. Ciężar należy dostosować według wytycznych producenta, balast nie może przekraczać  $0,40\text{kN/m}^2$ .
- 3) Instalację odgromową dachu należy dostosować do układu paneli wg projektu elektrycznego.
- 4) Montaż turbin wiatrowych nie spowoduje nadmiernych obciążeń oraz drgań konstrukcji budynku.
- 5) Wszelkie zmiany należy uzgadniać z Projektantem.

*Opracował:*

*mgr inż. Łukasz Dymura*



## Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

## Wskazanie środków zapobiegawczych

W celu likwidacji lub zmniejszenia mogących wystąpić zagrożeń podczas realizacji powyższego zadania inwestycyjnego proponuje się podjęcie następujących środków zapobiegawczych:

- oznakowanie tymczasowej drogi ewakuacyjnej;
- oznakowanie i zabezpieczenie stref niebezpiecznych;
- posiadanie gaśnic podręcznych znajdujących się w dobrze oznakowanym i dostępnym miejscu na budowie;
- posiadanie przez robotników podstawowego sprzętu bhp jak kaski, ubiór ochronny, rękawice, itp.;
- posiadanie przez kierownika budowy podstawowego sprzętu reanimacyjnego ratującego życie, apteczki, itp.;
- stosowanie materiałów budowlanych oraz wykorzystywanie sprzętu dopuszczonego do stosowania oraz posiadającego odpowiednie atesty;
- ograniczenie wstępu na plac budowy jedynie do osób do tego przygotowanych (*odpowiednie szkolenia, sprawność fizyczną, stan zdrowia, wyposażenie i ubiór, itd.*) oraz do osób, których przebywanie jest konieczne dla procesu budowy;
- przechowywanie w stałym miejscu (*biuro kierownika budowy*) i udostępnianie dokumentacji budowy oraz instrukcji obsługi maszyn i urządzeń, bhp, pierwszej pomocy, itp.;
- konsultacje z projektantem konstrukcji wszelkich niebezpiecznych robót budowlanych (*nadzór budowlany*), zlecenie wykonania projektów wykonawczych.

## Zastrzeżenia i uwagi końcowe

Niniejsze opracowanie wskazuje zagrożenia i podstawowe informacje ich likwidacji lub zmniejszania podczas realizacji zadania inwestycyjnego. Wymaga ono jednak pełnej akceptacji bądź weryfikacji przez kierownika budowy (*lub osoby odpowiedzialnej za bezpieczeństwo podczas budowy*). W tym celu opracowanie niniejsze wymaga autoryzacji kierownika budowy przed rozpoczęciem prac.

Zabezpieczenia ludzi przed powyższymi zagrożeniami należy określić w „*Planie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia*”, który powinien być sporządzony przez kierownika budowy zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo Budowlane (*Dz. U. z 2000r nr 106 poz. 1126 z późniejszymi zmianami*). Zakres i formę „*Planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia*” określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca

2003r (Dz. U. z 2003r. nr 120 poz. 1126). W „*Planie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia*” należy uwzględnić wszystkie zagrożenia, także te wymienione w innych projektach realizowanych w ramach wspólnego pozwolenia na budowę lub wspólnego zgłoszenia zamiaru wykonania robót budowlanych.

*mgr inż. Łukasz Dymura*



## Dokumentacja rysunkowa

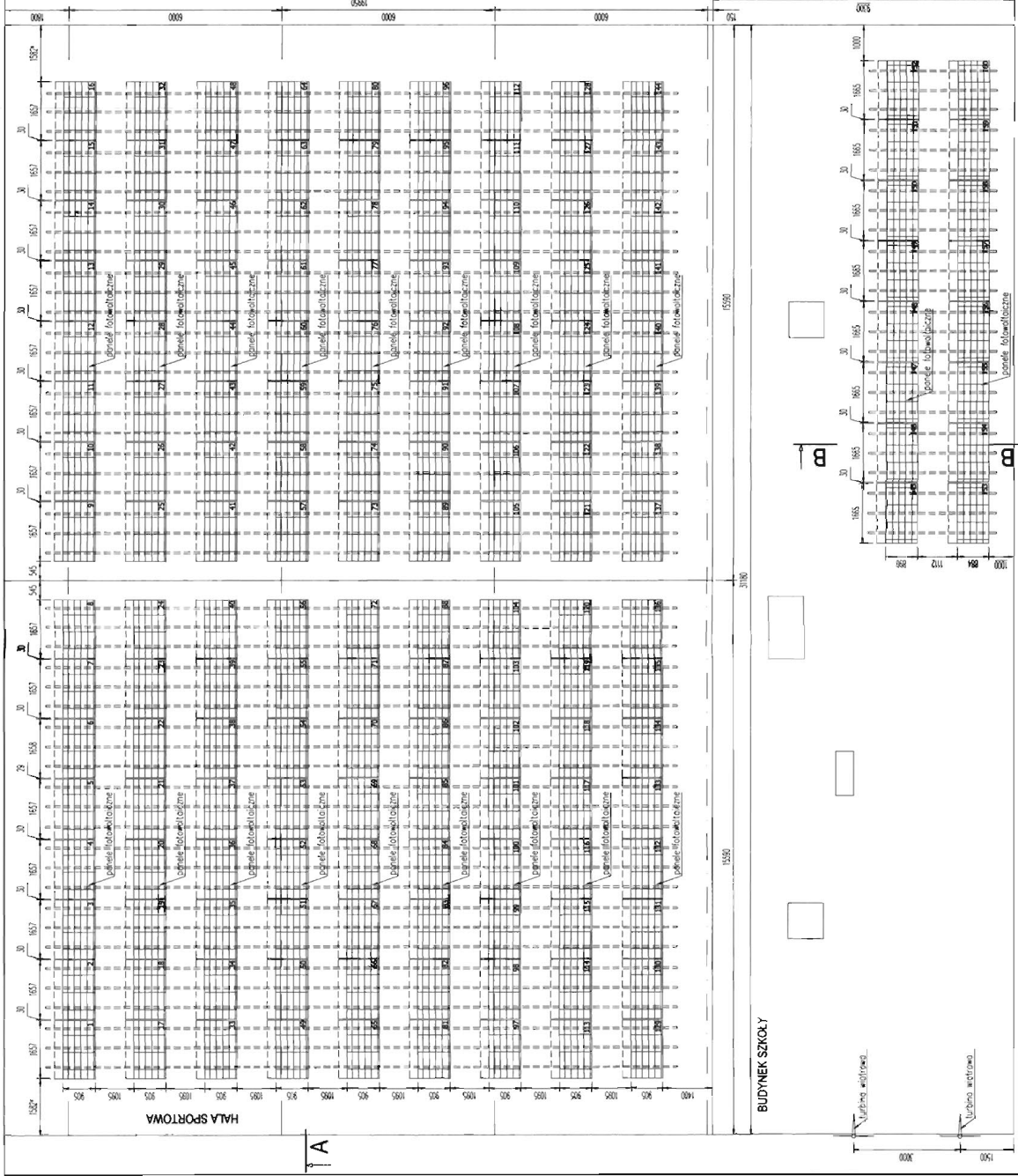
## Zestawienie rysunków

<b>NR RYSUNKU</b>	<b>TEMAT RYSUNKU</b>	<b>SKALA</b>
K-001	PLAN SYTUACYJNY	1:500
K-002	RZUT DACHU	1:100
K-003	PRZEKRÓJ A-A, PRZEKRÓJ B-B	1:50
K-004	SCHEMAT MONTAŻU WIATRAKA	1:50

135mox120f 17000y : 7M18PM : 07112002 5005




## RZUT DACHU, 1:100



**UWAGI:**

1. Wymiary podano w milimetrach.
2. Dach płaski kryty papką.
3. Wszystkie wymiary należy potwierdzić w naturze.
4. Na rysunku przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych paneli fotowoltaicznych w ilości 160sztuk o mocy 250W każdy.
5. Całkowita moc instalacji PV 40kWp, o turbin wiatrowych 320W.
6. Panele fotowoltaiczne mocowane na dachu za pomocą systemu montażowego TRC Aero lub równoważnego.
7. Konstrukcja wspiera aluminiowa, ustawiona pod kątem 25 stopni i skierowana na południe.
8. Na budynku zostaną zamontowane dwie turbiny wiatrowe o mocy 160W każda. Turbiny montowane do ściany od strony zachodniej.
9. Typ wiatłców wg opracowania brązowego.
10. Mocowanie podkonstrukcji bez przebiegania pokrycia dachu, przy odpowiednim dociegnięciu podkonstrukcji. Maksymalny ciężar balasta do 40kg/m<sup>2</sup>.
11. – wymiary należy potwierdzić na budowie.

Investor:	GMINA WIEJSKA CHORĄCZE ul. Światy Bóguski 1, 89-400 Chorążce		Strona:	1
Nazwa:	Projekt instalacji OZE w Chorążcach - Składowo Podsiarowane m.3 ul. Dworkowa 6, 89-400 Chorążce		Strona:	1
Typ projektu:	RZUT DACHU		Skala:	1:100
	IMI NAZISKO	NUMER PRACOWNI	SPECYJALNOŚĆ	PODS
Projektant	mgr inż. Lukasz Dymura	PDM/0705/PDOK/1/1	spec. konstr.-budowlana	
Opracował/a	mgr inż. Martina Fajfajlo			
Specjalizacja				
Data:	11.02.2015	opracowanie OZE - udzielenie pozwolenia na budowę		

[illegible]

**PRZEKROJ B-B, 1:50**

[illegible][illegible]

SCHEMAT MONTAŻU WIATRAKA, 1:50

ZESTAWIENIE STALI

Poz.	Profil	Długość [mm]	Szt.	Masa			Materiał / Uwagi
				1mb [kg/m]	1szt. [kg]	całkowita [kg]	
1	Rura ø63,5 x 4,5	6290	2	6,55	41,2	82,4	ocynkowany, S355
2	Pręt gwintowany M12	600	20	0,73	0,4	8,7	ocynkowany, kl. 8.9
S1	Nakrętka M12-4-B-Fe/Zn5	-	40	-	0,0	0,7	PN-86/M-82144
	Podkładka 13 Fe/Zn5	-	40	-	0,0	0,3	PN-78/M-82005
				Razem [kg]			92,0
				Dodatek na spoiny 1,8%			1,7
				RAZEM [kg]			93,7
Masa dla elementów w ilości sztuk :				1	93,7	kg	

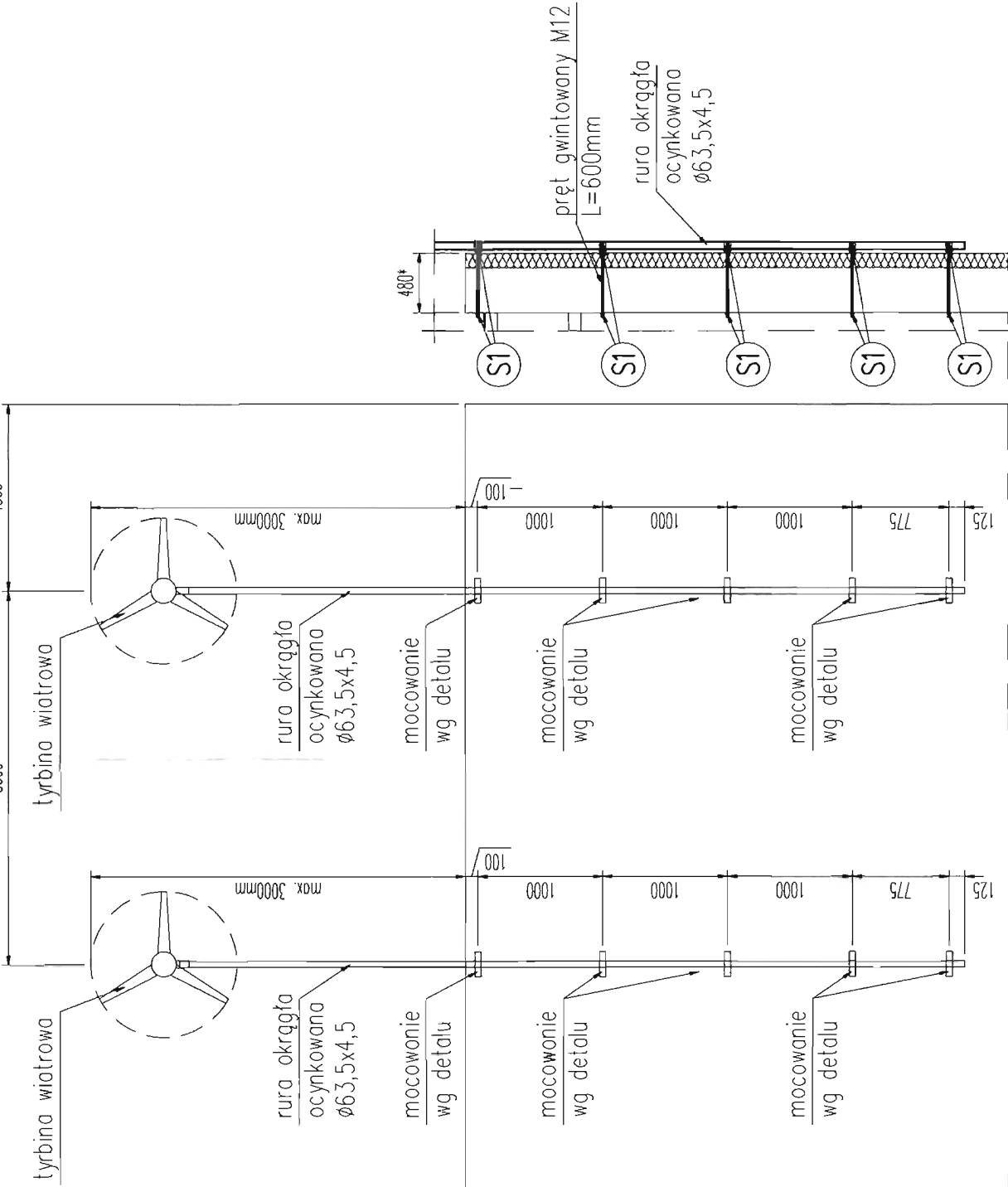
DETAL MOCOWANIA  
SYSTEMOWE POŁĄCZENIE



CHARAKTERYSTYKA ŚRUB:

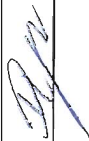
NAKRĘTKA M12-4-B-Fe/Zn5 PN-86/M-82144 40szt.  
PODKŁADKA 13 Fe/Zn5 PN-78/M-82005 40szt.

Systemowe mocowanie montowane do ściany na przestrzał za pomocą dwóch prętów gwintowanych M12.



UWAGI:

- Wymiary podano w milimetrach.
- Dach płaski kryty papą.
- Wszystkie wymiary należy potwierdzić w naturze.
- Na rysunku K-002 przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych paneli fotowoltaicznych w ilości 160sztuk o mocy 250W każdy.
- Całkowita moc instalacji PV 40kWp, a turbin wiatrowych 320W.
- Panele fotowoltaiczne mocowane na dachu za pomocą systemu montażowego ~~TRC-Aero-tub~~ równowaznego.
- Konstrukcja wsporcza aluminiowa, ustawiona pod kątem 25 stopni i skierowana na południe.
- Na budynku zostaną zmontowane dwie turbiny wiatrowe o mocy 160W każdo. Turbiny montowane do ściany od strony zachodniej.
- Typ wiatraków wg opracowania branzowego.
- Mocowanie podkonstrukcji bez przebijania pokrycia i płyt korytkowych, przy odpowiednim dociężeniu podkonstrukcji. Maksymalny ciężar balastu do 40kg/m2.
- \* – wymiary należy potwierdzić na budowie.
- Należy potwierdzić grubość ściany, a następnie dostosować długość pręta gwintowanego M12.

Inwestor:		GMINA MIEJSKA CHOJNICE ul. Stary Rynek 1, 89-600 Chojnice		Stadium: PROJEKT WYKONAWCZY	
Temat:		Projekt instalacji OZE w Chojnicach – Szkoła Podstawowa nr3 ul.Dworcowa 6, 89-620 Chojnice		Bransza: KONSTRUKCYJNA	
Tytuł rysunku:		SCHEMAT MONTAŻU WIATRKA		Skala: 1: 50	
				Nr rewizji: -	
				Nr rysunku: K-004	
FUNKCJA	IMIE NAZWISKO	NUMER UPRAWNIEN	SPECJALNOŚĆ	PODPIS	
Projektant	mgr inż. Łukasz Dymura	POM/0125/P00K/11	spec. konstr.-budowlana		
Opracował/a	mgr inż. Mariena Forajta				
Sprawdzający					
Data:	10.02.2015	Koplowanie, przetwarzanie oraz udostępnianie osobom trzecim jedynie za pisemną zgodą opracowujących			