

BIURO PROJEKTÓW

HOLDING OMEGATERM Sp. z o.o.

44-203 Rybnik, ul. Zajęcza 12

KRS 0000208491 ; REGON 273367170 ; NIP 642-21-55-024

tel/fax.; (032) 4223971

NAZWA OPRACOWANIA :

**PROJEKT WYKONAWCZY - ZAMIENNY
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
W BUDYNKU PŁYWALNI MIEJSKIEJ "MANTA"
BRANŻA: ELEKTRYCZNA**

ADRES: 44-300 WODZISŁAW ŚLĄSKI

OŚ. 1 MAJA 16

**INWESTOR: MIASTO WODZISŁAW ŚLĄSKI
UL. BOGUMIŃSKA 4
44-300 WODZISŁAW ŚL.**

PROJEKTOWAŁ : inż. Henryk Jędrzejczyk

nr upr 391/94 ;

Data opracowania: 14 listopad 2018

SPIS TREŚCI.....	2
1. Część ogólna.....	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Podstawa opracowania	3
1.3. Zakres opracowania	3
1.4. Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne.....	3
2. Część techniczna.....	4
2.1. Charakterystyka instalacji.....	4
2.2. Instalacja fotowoltaiczna.....	4
2.3. Część DC instalacji fotowoltaicznej	5
2.4. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej	5
2.5. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej	5
2.6. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej	5
2.7. Zespół zabezpieczeń falowników	6
2.8. Wizualizacja pracy falowników.....	6
2.9. Część AC instalacji fotowoltaicznej	7
2.10. Wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej	7
2.11. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej	7
2.12. Sterowanie mocą produkcji energii elektr. na własne potrzeby .	7
3. Obliczenia	8
3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej	8
3.2. Obciążenie znamionowe falownika	9
3.3. Wyznaczenie przestrzeni chronionej tworzonej przez zwody na dachu	9
3.4. Obliczenia prądów i spadków napięć.....	10
4. SPIS RYSUNKÓW.....	10
5. Uprawnienia projektanta.....	11
6. Oświadczenie projektanta.....	12
7. Rysunki i karty katalogowe oraz wizualizacje	13

1. Część ogólna

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt zamienny zastosowania modułów fotowoltaicznych o mocy 360 Wp zastępujący moduły PV 260 Wp do projektu podstawowego branży elektrycznej infrastruktury do produkcji i przesyłu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych dla budynku pływalni miejskiej "MANTA" oś. 1 Maja 16 , 44-300 Wodzisław Śl. tylko na własne potrzeby.

1.2. Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora.
- Audyt efektywności energetycznej opracowanie z 17-11-2018r.
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478) z późniejszymi zmianami Dz.U. z 2017r. poz. 1148 ,1213
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie , załącznik do obwieszczenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015r. (poz. 1422)

1.3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi zaprojektowanie następujących urządzeń i instalacji:

- projektu układu elektrowni fotowoltaicznej wraz z zabudową: modułów PV, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne, oraz falowniki ,
- układu pomiarowo-rozliczeniowego do pomiaru energii elektrycznej brutto, o mocy docelowej 47,52 kWp

1.4. Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne ;

- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała Przewodów
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa.
Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- Katalog TF Kable „Kable i przewody bezhalogenowe” - edycja wrzesień 2009
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
- H 71 0200 0134 k pl - ZMD300AT/CT firmy Landis+Gyr Sp. z o.o.
– dane techniczne

- Karty katalogowe zastosowanych urządzeń

2. Część techniczna

2.1. Charakterystyka instalacji

Zgodnie z obecnymi warunkami przyłączenia granice eksploatacji – miejsce dostarczania energii elektrycznej ustalono na zaciskach odpływowych rozłącznika rozdzielni głównej „RG” zlokalizowanej w budynku na poziomie parteru.

Zasilanie rozdzielni głównej odbywa się kablem z zewnętrznej sieci energetycznej .

2.2. Instalacja fotowoltaiczna

Instalacja fotowoltaiczna o mocy docelowej 47,52 kWp zostanie wykonana na dachu budynku.

Zgodnie z wykonana oceną montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku dla którego wykonano wyliczenie statyczne dachów ocenę jego stanu technicznego oraz obliczenia sprawdzające możliwość zamocowania paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem techniki montażu systemowej konstrukcji samonośnej wsporczej w projekcie podstawowym dokonano zamiany modułów 260Wp na moduły 360Wp .

Na dachu o spadku 46% dokonano zamiany 130 modułów PV o mocy 260 Wp na moduły o mocy 360 Wp w ilości 100szt.

Natomiast na stropodachu płaskim dokonano zamiany 18 modułów PV o mocy 260 Wp na moduły o mocy 360 Wp w ilości 22szt. oraz zabudowano 10 szt. modułów o mocy 360 Wp na elewacji budynku przylegającej do w/w dachu płaskiego .

Przykładowe dane modułu fotowoltaicznego PV o mocy 360 Wp:

Parametr , Jednostka , Wartość :

Moc nominalna ogniwa P 360Wp

Napięcie jałowe ogniwa $U_{oc} < 47,2$ V

Maksymalne napięcie pracy V 1000

Szerokość ogniwa 992 mm

Wysokość ogniwa 1956 mm

Grubość ogniwa 40 mm

Waga ogniwa 26 kg

moduły muszą posiadać dużą odporność na wiatr i obciążenie śniegiem – oświadczenie wykonawcy, że moduły przeszły test zgodnie z norma IEC 61215 na obciążenia mechaniczne 5400 Pa (2400Pa)

2.3. Część DC instalacji fotowoltaicznej

Połączenia poszczególnych generatorów do falownika FV1- FV3 zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 10 mm². Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie ultrafioletowe.

Falowniki zostaną zabudowane na poziomie parteru obok projektowanej podtynkowej rozdzielnic RPV w pomieszczeniu wejściowym do szatni. Rozdzielnica RPV zostanie wyposażona w łączeniową aparaturę modułową zabudowaną na szynach montażowych TH-35 produkcji Legrand.

2.4. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Wykonać zgodnie z projektem podstawowym.

2.5. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

Falowniki SE.15.ER-01 firmy SOLAR EDGE uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany.

2.6. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed wyidukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe produkcji DEHN typu DEHNguard M PV SCI 1000 FM. Są to ograniczniki przepięć typu 2 pozwalające ograniczyć przepięcia do poziomu Up 4 kV przy prądzie udarowym (8/20) 25 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każdy łańcuch modułów PV zostanie zabezpieczony

ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane w rozdzielnicy RPV.

2.7. Zespół zabezpieczeń falowników

Falowniki SE.15.ER-01 firmy SOLAR EDGE posiadają zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można w zależności od wymagań operatora sieci odpowiednio nastawiać.

Zgodnie z wytycznymi operatora sieci Tauron Dystrybucja dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w falownikach zabezpieczenia należy nastawić na następujące wartości:

- zabezpieczenie podnapięciowe: $U=195\text{ V}$, $t=100\text{ms}$,
- zabezpieczenie nadnapięciowe: $U=253\text{V}$, $t=100\text{ms}$,
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe: $f=47,5\text{Hz}$, $t=100\text{ms}$,
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe: $f=51,0\text{Hz}$, $t=100\text{ms}$,
- zabezpieczenie od pracy wyspowej: $t=100\text{ms}$,
- ponowne przyłączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu: $t=180\text{s}$.

Role rozłączników poszczególnych generatorów pełnić będzie ESS (Elektronic Solar Switch), zabudowany w każdym z falowników.

Falowniki SE.15.ER-01 firmy SOLAR EDGE posiadają zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspową dla instalacji fotowoltaicznej. Pracują one na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci falownik nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Falownik cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Falowniki SE.15.ER-01 firmy SOLAR EDGE posiadają blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym.

2.8. Wizualizacja pracy falowników

Od złącza RS485 falownika ułożyć kabel sterowniczy typu LiYCY-P2x2x0,5 który należy prowadzić w rurze ochronnej równoległe z układanymi kablami do pomieszczenia technicznego budynku. Przewiduje się komunikację falownika z aparaturą Sunny Webbox, umożliwiającą wizualizację pracy tych falowników. Aparatura Sunny Webbox zostanie zabudowana w pomieszczeniu technicznym budynku i należy ją następnie przyłączyć do istniejącej sieci Ethernet.

2.9. Część AC instalacji fotowoltaicznej

W projektowanej rozdzielnicy RPV strona zmiennoprądowa (AC) falownika zostanie w rozdzielni zabezpieczona wyłącznikiem nadmiarowo prądowym S314 B32.

Wyprowadzenie mocy z rozdz. RPV zostanie zrealizowane za pomocą projektowanego kabla YKY 5x25 który zostanie przyłączony do wyłącznika nadmiarowo prądowego i zwarciovego typu DPX-E 125 80A 4P Icu 16 kA firmy Legrand . Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony rozdz. RPV stanowić będzie RB-3 100A .

2.10. Wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej

Zabudowany w rozdz. RPV wyłącznik nadmiarowoprądowy i zwarciovego typu DPX-E 125 80A 4P Icu 16 kA firmy Legrand będzie wyłącznikiem głównym instalacji fotowoltaicznej. Wyłącznik będzie wyposażony w zespół styków pomocniczych oraz wyzwalacz podnapięciowy współpracujący z istniejącym wyłącznikiem p.poż budynku . Przyłączenie wyzwalacza podnapięciowego do obwodów p.poż. należy wykonać w rozdzielni RG wykorzystując do tego celu kabel dedykowany dla systemów bezpieczeństwa z polepszoną charakterystyką ogniową typu NHXH-FE 180/E 30 3x1,5 mm². projektowane falowniki posiadają blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym (blokada od pracy wyspowej). Wyłączenie więc napięcia zasilającego rozdzielnię RG spowoduje brak możliwości generowania do sieci inwestora napięcia od strony falownika.

2.11. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej

Ze względu na wartość prądu obciążenia nie przekraczającego wartości 100 A, nie zostanie zaprojektowany półpośredni układ pomiaru energii elektrycznej brutto dla instalacji fotowoltaicznej .

Do opomiarowania energii brutto wytworzonej przez instalację fotowoltaiczną zastosowany zostanie licznik czterokwadratowy klasy 1 pomiaru energii biernej i czynnej typu ZMD310CT44 firmy Landis Gyr wyposażony w moduł komunikacyjny P32 umożliwiający transmisję danych pomiarowych. Powyższy licznik zostanie zabudowany w zamykanej tablicy pomiarowej TP 02/V firmy ZPUE. W pobliżu tablicy pomiarowej zostanie również zabudowane gniazdo serwisowe 230 V AC, zasilone z instalacji wewnętrznej .

2.12. Sterowaniem mocą produkcji energii tylko na własne potrzeby

Zastosowano sterowanie mocą ograniczenia chwilowej produkcji energii

elektrycznej przez instalacje PV dla dopasowania obciążenia instalacji mocą przy produkcji chwilowej instalacji PV wyższej od mocy zapotrzebowanej w taki sposób aby moc nie była wprowadzana do sieci i była tylko wykorzystywana na własny użytek. Dla w/w realizacji zastosowano następujące urządzenia : SUNNY HOME MANAGER + ENERGY METER dla 3 falowników . Połączenia wykonać zgodnie z rys. poglądowym wizualizacji produkcji energii słonecznej na własne potrzeby.

3. Obliczenia

3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej: 47,52kWp

Napiecie zasilania: 0,4kV

Prąd obciążenia: 68,67A

Wyrowadzenie mocy z rozdz. RPV do rozdzielni RG zostanie zrealizowane za pomocą kabla typu YKY 5x25 mm² . Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony rozdz. RPV stanowić będzie RB-3 100A.

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 5x25 mm² wynosi 87 A.

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

gdzie:

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_Z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

I_2 jest równy odpowiednio 1,6 dla wkładek bezpiecznikowych i 1,45 dla łączników samoczynnych z przekaźnikami przeciążeniowymi.

$$I_B(47,52 \text{ kW}) = 68,67 \text{ A}$$

$$I_N = 80 \text{ A}$$

$$I_Z = 87 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \times 68,67 \text{ A} = 99,57 \text{ A}$$

$$I_B(47,52 \text{ kW}) = 68,67 \text{ A} \leq I_N = 80 \text{ A} \leq I_Z = 87 \text{ A} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 68,67 \text{ A} = 99,57 \leq 1,45 \times 87 \text{ A} = 126,15 \text{ A} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

3.2. Obciążenie znamionowe falownika FV1

SE15.ER-01 SOLAR EDGE

Moc znamionowa falownika: 15 kW

Prąd obciążenia: 23 A

Jako połączenie pomiędzy danym falownikiem FV1 a rozdzielnią RPV dobrano kable typu YKY 5x6 mm² o obciążalności prądowej 36 A.

Dla kabla typu YKY 5x6mm² wprowadzono wsp. korekcyjny dla kabli wielożyłowych – do 6 kabli ułożonych na podporach lub na ścianie (odstęp między kablami równy średnicy kabla, odległość od ściany $\geq 2\text{cm}$) = 0,87; czyli obciążalność powyższego kabla wyniesie $0,87 \times 36\text{A} = 31,32\text{ A}$.

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowoprądowy typu S 314 B 25 A.

$$I_B(15\text{kW}) = 22,9\text{ A}$$

$$I_N = 25\text{ A}$$

$$I_Z = 31,32\text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \times 36\text{A} = 52,2\text{ A}$$

$$I_B(15\text{kW}) = 23\text{ A} \leq I_N = 25\text{ A} \leq I_Z = 31,32\text{ A} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 22,9\text{ A} = 33,20\text{ A} \leq 1,45 \times 31,32\text{ A} = 45,41\text{ A} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

3.3. Wyznaczenie przestrzeni chronionej tworzonej przez zwody

Określając obszar przestrzeni chronionej, należy uwzględnić wymagania dotyczące katów ochronnych oraz odstępów izolacyjnych uniemożliwiających powstawanie przeskoków iskrowych pomiędzy chronionymi urządzeniami i instalacjami a zwodami lub elementami urządzenia piorunochronnego.

Wymagany odstęp izolacyjny s wyznaczamy ze wzoru:

$$S = k_i * (k_c/k_m) * l, \text{ gdzie}$$

k_i – wsp. zależny od klasy LPS: 0,08

k_c – wsp. zależny od rozptywu prądu w przewodach LPS: 0,5

k_m – wsp. zależny od materiału odstepu izolacyjnego: 1,00

l – długość mierzona wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego: 25,00 m.

Dla tak przyjętych danych wartość wymaganego odstępu izolacyjnego wynosi s: 1,0 m. Jako zwody zastosowano odpowiednio rozstawione maszty odgromowe wysokości 1,5 m ze zwodem izolowanym.

3.4. Obliczenia prądów i spadków napięć:

dla obwodów trójfazowych

gdzie::

P- moc obliczeniowa (szczytowa), [kW] 47,52

Un1, Un - napięcie fazowe, międzyprzewodowe, [V] 400

cos<p - współczynnik mocy, przyjmuje się 0,95

$I_b = 47520 / (1,73 * 400 * 0,95)$

$I_b = 72,29 \text{ A}$

dla obwodów trójfazowych

gdzie: $\Delta U_{\%} = 100 * P / (\gamma * s * U_n^2)$

P- moc czynna, [W] 47520

l- długość przewodu, [m] 40

s - przekrój żył linii, [mm²] 25

dla Cu: 55 [m/(W * mm²)]

γ- konduktywność przewodu, [m/Smm²] 55 dla Al: 35 [m/(W * mm²)]

Unf- napięcie fazowe, [V] 230

Un - napięcie międzyprzewodowe, [V] 400

$\Delta U_{\%} = 100 * 47520 * 40 / (55 * 25 * 160000) = 0,86\%$

4. SPIS RYSUNKÓW :

1 wizualizacja instalacji PV zagospodarowanie dachu budynku

2 Schematy instalacji fotowoltaicznej.

3. Wizualizacja montażu konstrukcji PV

4. Karta katalogowa falownika - Solar Edge

5. Karta katalogowa optyimizera mocy - Solar Edge

6. Karta katalogowa - Panel NUSC360

7. Wizualizacja ograniczenia mocy produkowanej PV tylko na własne potrzeby