

OPRACOWANIE: PROJEKT WYKONAWCZY	
OBIEKT: Budynek Urzędu Miasta Legionowo, Centrum Informacyjno-Administracyjne, ul. Józefa Piłsudskiego 41, 05-120 Legionowo	
INWESTOR: Gmina Miejska Legionowo ul. Józefa Piłsudskiego 41, 05-120 Legionowo	
Temat: Montaż dwóch instalacji fotowoltaicznych o mocy 49,14 kWp każda na budynku Urzędu Miasta Legionowo, ul. Józefa Piłsudskiego 41, 05-120 Legionowo	
BRANŻA: INSTALACJE ELEKTRYCZNE	
OPRACOWAŁ: mgr inż. Przemysław Kania PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Witold Makówka 177/86/WŁ	
LEGIONOWO, 20.10.2022 r.	

OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW	3
OPIS TECHNICZNY	4
1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	4
2. PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3. PRZEDMIOT INWESTYCJI.....	5
4. ZAKRES OPRACOWANIA	6
5. ZAKRES ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU NA ŚRODOWISKO.....	6
6. POWIERZCHINA ZABUDOWY	6
7. WARUNKI GEOTECHNICZNE	6
8. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE OBSZARU INWESTYCJI	6
9. BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	7
9.1. KONSTRUKCJE WSPORCZE.....	7
9.1.1. ISTNIEJĄCE POKRYCIE DACHOWE	7
9.1.2. WPŁYW OBCIĄŻENIA DACHU NOWOPROJEKTOWANĄ INSTALACJĄ	8
9.2. MODUŁY FOTOWOLTAICZNE.....	8
9.3. FALOWNIKI.....	9
9.4. OPRZEWODOWANIE	10
10. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA	11
11. DOBÓR PRZEWODÓW DC	11
12. KABŁOWA LINIA NISKIEGO NAPIĘCIA 0,4 kV (Dobór kabli i zabezpieczeń).....	13
13. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA I ODGROMOWA	15
14. WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ.....	16
15. ROZDZIELNICA NISKIEGO NAPIĘCIA RG - stan projektowany	21
16. MONITORING PRACY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	21
17. UWAGI KOŃCOWE	22
18. SPIS RYSUNKÓW	23
PLAN BIOZ.....	24

OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW

Projekt elektryczny - projektant

Ja niżej podpisany Witold Makówka nr uprawnień 177/86/WŁ, zgodnie z *art.20 ustawy Prawo Budowlane (Dz.U.nr 89 poz.414 z dnia 07.07.1994r. z późniejszymi zmianami)* oświadczam, że projekt budowlany (branża elektryczna) dotyczący:

MONTAŻU DWÓCH INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH O MOCY 49.14 kWp KAŻDA NA BUDYNKU URZĘDU MIASTA LEGIONOWO, został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

OPIS TECHNICZNY

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu wykonawczego dwóch instalacji fotowoltaicznych o mocy **49,14 kWp każda na Budynku Urzędu Miasta Legionowo.**

Przy projektowaniu instalacji fotowoltaicznej uwzględniono wymagania ochrony ludzi i pomieszczeń od niebezpieczeństw mogących wystąpić w instalacjach elektrycznych takich jak:

- porażenie prądem elektrycznym,
- przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi,
- nadmiernym wzrostem temperatury mogącej spowodować pożar lub inne szkody.

Do opracowania przyjęto następujące założenia:

- połączenie instalacji fotowoltaicznej będzie w wewnętrznej istniejącej rozdzielni elektrycznej,
- łączna moc zainstalowana projektowanych instalacji nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej obiektu (odpowiednich punktów poboru energii PPE), w związku z czym zakłada się, że cała wyprodukowana energia elektryczna zostanie skonsumowana przez potrzeby własne obiektu. W przypadku nadwyżki energii wyprodukowanej przez źródło wytwórcze w stosunku do chwilowego poboru z sieci zewnętrznej, rozliczanie energii wprowadzonej do sieci OSD odbywać się będzie zgodnie z ustawą z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii w brzmieniu obowiązującym na dzień sporządzenia niniejszego projektu.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą niniejszego opracowania są:

1. zlecenie inwestora,
2. uzgodnienia z inwestorem,
3. podkłady budowlane,
4. obowiązujące normy i przepisy:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku z późniejszymi zmianami, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz.690 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2012 poz. 462 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 nr 213 poz. 1397 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 6 sierpnia 2009 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. 2009 nr 124 poz. 1030 z późn. zm.),
- Kryteria przyłączenia oraz wymagania techniczne małych instalacji przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia OSD PGE Dystrybucja S.A. wydane dnia 14 września 2014 r. przez Zespół PTPIREE ds. kryteriów przyłączenia OZE (zgodnie z zapisami IRiESD)
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478 z późn. zm.).

3. PRZEDMIOT INWESTYCJI

Przedmiotem inwestycji jest montaż dwóch instalacji fotowoltaicznych o mocy 49,14 kWp każda na dachu budynku Centrum Informacyjno - Administracyjnego Urzędu Miasta w Legionowie.

4. ZAKRES OPRACOWANIA

W ramach przedsięwzięcia projektuje się:

- montaż konstrukcji wsporczych pod moduły fotowoltaiczne,
- montaż modułów fotowoltaicznych,
- montaż falowników DC/AC,
- budowę linii kablowych łączących falowniki z rozdzielnią główną,
- zabudowę kompletnie wyposażonych rozdzielnic fotowoltaicznych.

5. ZAKRES ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU NA ŚRODOWISKO

Przedmiotowa instalacja zlokalizowana będzie na dachu budynku. Powierzchnia przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniu nie przeznaczonym do stałego przebywania ludzi.

Instalacja i eksploatacja paneli fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływała na występującą z sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych a także w trakcie eksploatacji na przedmiotowej działce pozostanie nienaruszona.

6. POWIERZCHINA ZABUDOWY

Bez zmian.

7. WARUNKI GEOTECHNICZNE

Zakres rzeczowy niniejszego opracowania nie zmienia sposobu użytkowania obiektu. Obciążenie statyczne instalacją fotowoltaiczną, mogące mieć wpływ na warunki geotechniczne, zawiera się w przewidzianych obciążeniach użytkowych stropodachów.

8. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE OBSZARU INWESTYCJI

Projektuje się montaż dwóch instalacji fotowoltaicznych na dachu budynku Centrum Informacyjno-Administracyjnego, który podzielono na osiem stref ze względu na ich położenie. Różnorodna efektywność produkcyjna dla każdej ze strefy, oraz efekt zacienienia, będą zmniejszały

zastosowane optymalizatory PV. Zadaniem optymalizatorów jest także zmniejszanie napięcia do poziomu bezpiecznego w obwodzie niepracującym. Rozmieszczenie modułów zobrazowano na rysunku E-01, natomiast zestawienie ilościowe modułów podano w tabeli poniżej:

	Azymut — nachylenie	Ilość rzędów * ilość modułów w rzędzie	Łączna ilość modułów	Moc modułów
	228° - 15°	3*2 + 5*3 + 8*4	53	24115
	138° - 15°	1*2 + 8*5 + 2*6 + 1*9 + 1*10	73	33215
	215° - 15°	2*2 + 4*3 + 3*4 + 2*6 + 2*7 + 3*12	90	40950
		Łączna moc zainstalowana:	216	98280

Instalacje będą się składać łącznie z następujących urządzeń i materiałów:

- konstrukcje wsporcze do mocowania modułów fotowoltaicznych,
- moduły fotowoltaiczne o mocy 455 Wp każdy w ilości 2 x 108 sztuk,
- linie kablowe DC,
- kompletnie wyposażone rozdzielnice DC stanowiące zabezpieczenia części stałoprądowych,
- falowniki w ilości 2 szt., zamocowane na dachu,
- rozdzielnice fotowoltaiczne niskiego napięcia, obie zamontowane na dachu,
- instalacja odgromowa.

9. BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

9.1. KONSTRUKCJE WSPORCZE

Projektuje się zastosowanie konstrukcji wsporczych z profili aluminiowych, śrubowych elementów łącznych ze stali nierdzewnej oraz obciążników betonowych. Jest to system balastowy, który nie ingeruje w pokrycie dachu. Konstrukcje wraz z modułami utworzą rzędy. Moduły skierowane będą bezpośrednio pod kątem 15° względem poziomu.

9.1.1. ISTNIEJĄCE POKRYCIE DACHOWE

Ze względu na zły stan pokrycia dachowego wykonanego w postaci membrany PVC posadowienie opisywanych instalacji fotowoltaicznych na dachu może zostać wykonane po uprzedniej renowacji lub wymianie pokryć i obróbek dachowych.

9.1.2. WPŁYW OBCIĄŻENIA DACHU NOWOPROJEKTOWANĄ INSTALACJĄ

Wpływu obciążenia dachu nowoprojektowaną instalacją fotowoltaiczną został zbadany na podstawie (dostępnej do wglądu u Inwestora) ekspertyzy technicznej sporządzonej w lipcu 2017 r. przez uprawnionego projektanta w specjalności konstrukcyjno-budowlanej. Za ekspertyzą stwierdza się, że:

- stropodach żelbetowy o grubości 24 cm oparty na ścianach i słupach nadaje się do zamontowania przedmiotowych paneli fotowoltaicznych.

- stropodach żelbetowy o grubości 10cm wylany na blasze trapezowej T55x188 opartej na belkach stalowych IPN550 w rozstawie 2,5m i rozpiętościach 15 m i 12 m oraz na belkach stalowych IPN450 w rozstawie 2,5m i rozpiętości 10 m, nadaje się do zamontowania przedmiotowych paneli fotowoltaicznych.

9.2. MODUŁY FOTOWOLTAICZNE

Moduły fotowoltaiczne są to urządzenia, które wykorzystują zjawisko fotoelektryczne do zamiany promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Połączone między sobą tworzą łańcuchy, z których energia o określonych parametrach, przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych do falowników. Łączna moc modułów fotowoltaicznych po stronie napięcia DC wynosi 98,28 kWp. W projektowanych instalacjach fotowoltaicznej zostanie zastosowanych łącznie 216 modułów z powłoką przeciwodblaskową wysokiej absorpcji światła słonecznego. Moduły fotowoltaiczne zostaną połączone z falownikami zgodnie z schematem zamieszczonym na rysunku E-02.

Parametry techniczne, jakie powinny spełniać moduły fotowoltaiczne:

Osiągi przy STC	jednostka	kryterium	wartość	Propozycja wykonawcy
Moc znamionowa Pmax.	Wp	Min.	455	
Tolerancja mocy	W	Max.	0 / +5	
Napięcie w MPP Umpp	V	Min.	40,00	
Prąd w MPP Impp	A	Max.	11,50	
Napięcie jałowe Uoc	V	Max.	50,50	
Prąd zwarciaowy Isc	A	Max.	12,00	
Sprawność modułu	%	Min.	20,0	
Współczynniki temperaturowe				
- mocy	%/°C	Min.	-0,40	
- napięcia jałowego	%/°C	Min.	-0,30	

- prądu zwarcioviego	%/°C	Max.	0,05	
Temperatura ogniw przy NOCT	°C	-	45	
Maksymalne napięcie systemowe	V	Min.	1000	
Odporność na prąd wsteczny	A	Min.	20	
Wymiary zewnętrzne (długość szerokość grubość)	mm	±80 ±40 ±5	2120 1052 35	
Waga	kg	Max.	25,0	

9.3. FALOWNIKI

Zastosowane falowniki umożliwiają przetworzenie wytworzonego poprzez moduły prądu o stałym napięciu na prąd przemienny 400V. W nowoprojektowanych instalacjach zastosowano falowniki o mocy 50 kW. Łączna moc zastosowanych falowników wynosi 2 x 50 kW.

Falowniki będą połączone z rozdzielnicą główną niskiego napięcia znajdującą się na pierwszym piętrze budynku. Połączenie między falownikiem, a rozdzielnicą główną niskiego napięcia zrealizować za pomocą przewodów miedzianych ułożonych w korytach kablowych wykonanych ze stali ocynkowanej ogniowo. Montaż falowników wykonać zgodnie z instrukcją montażu producenta. Przed uruchomieniem falownika i podaniem napięcia po stronie AC, falownik należy skonfigurować zgodnie ze standardem sieci dystrybucyjnej obowiązującym w kraju i regionie instalacji falownika.

Tabela 2. Parametry techniczne jakie powinny spełniać inwertery.

	Projekt	Propozycja
MOC ZNAMIONOWA INWERTERA	50 kW	
WYJŚCIE		
Nominalna moc wyjściowa AC [W]	≥ 50000	
Maksymalna moc wyjściowa [W]	≥ 50000	
Napięcie wyjściowe AC [V]	400/230	
Zakres napięcia wyjściowego AC [V]	184 – 264,5	
Częstotliwość AC (nominalna) [Hz]	50 ± 5	
Maksymalny ciągły prąd wyjściowy (na fazie) [A]	≥ 75	
Waga [kg]	≤ 50	
Monitorowanie sieci, ochrona przed pracą wyspową	Tak	
WEJŚCIE		
Maksymalna moc wejściowa DC* (wedle STC) [Wp]	≥ 65000	
Maksymalne napięcie wejściowe [V]	≥ 1000	
Nominalne napięcie wejściowe DC [V]	≥ 620	
Maksymalny prąd wejściowy MPPT [A]	≥ 33	
Ochrona przed odwrotną polaryzacją (+/-)	Tak	
Sprawność minimalna [%]	98	
Stopień szczelności obudowy IP	Min. IP65	

9.4. OPRZEWODOWANIE

Na dachu budynku przewody należy układać w korytach kablowych oraz w kanałach elektroinstalacyjnych odpornych na promieniowanie UV posiadających odpowiednie certyfikaty i dopuszczenia. Do prowadzenia tras kablowych strony DC należy stosować kable w podwójnej izolacji, przy czym zewnętrzna izolacja powinna być odporna na promieniowanie UV. Przewód powinien być zgodny z normą wyrobu dla przewodów. Żyłka kabla powinna być w postaci wielodrutowej. Kabel zastosowany do wykonania obwodów strony DC powinien spełniać wymogi normy EN 50618. Izolacja kabla powinna być nie niższa niż VDC U0/U:900/1500 V. Do wykonania tras kablowych strony AC należy zastosować przewody lub kable w zależności od miejsca montażu. Dopuszcza się stosowanie

zarówno przewodów i kabli z żyłami w postaci wielodrutowej jak i jednodrutowej. Zastosowane okablowanie powinno spełniać wymogi normy PN-EN 50575:2015-03. Minimalna klasa reakcji na ogień przewodów i kabli zastosowanych przy wykonaniu przedmiotowej instalacji to Dca-s2, d1, a3. Wszystkie urządzenia składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać deklaracje zgodności z obowiązującymi normami oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń wykonane wg obowiązujących norm.

10. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Wartość rezystancji uziemienia GSW nie powinna przekraczać 10 Ohm dla instalacji elektrycznej i osobno dla instalacji piorunochronnej. Całość instalacji w budynku wykonać w układzie TN-S. Jako środek ochrony przeciwporażeniowej przy dotyku pośrednim projektuje się dla większości obwodów samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona ta polega na połączeniu wszystkich części przewodzących dostępnych, które powinny mieć zaciski ochronne PE z przewodem ochronnym PE układu sieciowego. Urządzeniami ochronnymi, które powinny samoczynnie odłączać chronione urządzenia lub obwód w czasie nie przekraczającym 0,4s w obwodach odbiorczych (0,2s gdy istnieje zwiększone niebezpieczeństwo zagrożenia porażeniowego) są w przypadku zwarcia - bezpieczniki topikowe.

Wykonać połączenia wyrównawcze projektowanej instalacji elektrycznej (fotowoltaicznej) uziemione przez GSW, które należy umieścić na poziomie parteru i połączyć z uziomem wspólnym dla instalacji elektrycznej i odgromowej oraz przyłączyć do niej poprzez przewody wyrównawcze:

- zacisk ochronny PE rozdzielnicznej głównej,
- dostępne metalowe elementy instalacji fotowoltaicznej.

11. DOBÓR PRZEWODÓW DC

Parametry modułu 455Wp:

$$I_{SC} = 11,41 \text{ A}$$

$$I_{mpp} = 10,88 \text{ A}$$

$$U_{mpp} = 41,82 \text{ V}$$

$$U_{oc} = 49,85 \text{ V}$$

$$\eta = 20,4 \%$$

Napięcie łańcucha o największej liczbie modułów:

$$U_n = 897,30 \text{ V}$$

Prąd zwarciaowy (I_{sc}):

Odczytany z katalogu paneli o mocy 455 Wp:

$$I_{sc} = 11,41 \text{ A}$$

Dobrano przewód solarny $1 \times 6 \text{ mm}^2$ w klasie reakcji na ogień Dca-s2, d1, a3 o obciążalności długotrwałej $I_z = 70 \text{ A}$.

$$1,25 * I_{sc} < I_z$$

$$14,26 \text{ A} < 70 \text{ A}, \text{ Warunek spełniony}$$

Spadek mocy ($\Delta P\%$):

$$\Delta P_{\%} = \frac{L * I_{mpp}}{\gamma * s * U_{mpp}} * 100\%$$

I_{mpp} - natężenie łańcucha [A];

L - długość przewodu [m];

γ – konduktywność przewodu [$\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$];

s – przekrój przewodu [mm^2];

U_{mpp} – napięcie łańcucha pod obciążeniem [V];

Procentowy spadek mocy przy przewodach solarnych $1 \times 6 \text{ mm}^2$ $L = 150 \text{ m}$:

$$\Delta P\% = [(150 * 10,88) / (56 * 6 * 752,76)] * 100\% = 0,65 \%$$

Spadek napięcia na przewodzie o długości $L_{max} = 150 \text{ m}$:

$$\Delta u_{max} = (150 * 10,88) / (56 * 6) = 4,86 \text{ V}$$

Przewody solarne powinny charakteryzować się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe 0,6 / 1 kV,
- minimalna klasa reakcji na ogień: Dca-s2, d1, a3
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- żyły wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- powłoka: polwinitowa odporna na UV i warunki atmosferyczne,
 - o temperatura:
 - o na powierzchni przewodu max. 90°C
 - o po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C

Ponadto wykonując instalację należy przestrzegać poniższych zasad:

- przewody prowadzić możliwie jak najkrótszą drogą,
- zachować odległości od instalacji odgromowej,
- nie krzyżować z przewodami uziemiającymi,
- rozdzielać linie AC i DC,
- zachować odległości od kabli sieciowych i do transmisji danych,
- prowadząc przewody nie dopuścić do powstawania pętli indukcyjnych.

12. KABLOWA LINIA NISKIEGO NAPIĘCIA 0,4 kV (Dobór kabli i zabezpieczeń)

Dla zasilania urządzeń wytwarzających energię elektryczną zastosowano następujące odcinki linii kablowych niskiego napięcia:

Odcinek **Falownik PV1-RG:**

Wyznaczamy prąd obliczeniowy I_B :

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos \phi}$$

$$I_B = 50000 / (\sqrt{3} * 400 * 0,95) = 76 \text{ A}$$

Dobieramy wkładkę bezpiecznikową o prądzie znamionowym $I_N = 100A$ typu **gG**

Z katalogu producenta kabli dobieramy kabel o obciążalności długotrwałej większej niż prąd zadziałania zabezpieczenia tj.: **YnKXSžo 5x35 mm²**

Dane producenta:

- Minimalna klasa reakcji na ogień: Dca-s2, d1, a3

- Temperatura dopuszczalna:

Obliczeniowa: $t_0 = 30\text{ °C}$; długotrwała $t_g = 90\text{ °C}$; przy zwarcu: $t_z = 150\text{ °C}$

- Obciążalność długotrwała jednej żyły kabla

$$I_{dd} = 157\text{ A}$$

- Obciążalność długotrwała linii kablowej:

$$I_z = 0,77 * I_{dd} = 120,89\text{ A (sposób ułożenia kabla „E”)}$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \geq (k_z * I_n) / 1,45 = (1,6 * 100A) / 1,45 = 110,35\text{ A}$$

Warunki spełnione, kabel YnKXSžo 5x35mm² został prawidłowo dobrany.

Odcinek **Falownik PV2-RG:**

Wyznaczamy prąd obliczeniowy I_B :

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos \phi}$$

$$I_B = 50000 / (\sqrt{3} * 400 * 0,95) = 76\text{ A}$$

Dobieramy wkładkę bezpiecznikową o prądzie znamionowym $I_N = 100A$ typu **gG**

Z katalogu producenta kabli dobieramy kabel o obciążalności długotrwałej większej niż prąd zadziałania zabezpieczenia tj.: **YnKXSžo 5x35mm²**

Dane producenta:

- Minimalna klasa reakcji na ogień: Dca-s2, d1, a3
- Temperatura dopuszczalna:

Obliczeniowa: $t_0 = 30\text{ °C}$; długotrwała $t_g = 90\text{ °C}$; przy zwarcu: $t_z = 150\text{ °C}$

- Obciążalność długotrwała jednej żyły kabla

$$I_{dd} = 157\text{ A}$$

- Obciążalność długotrwała linii kablowej:

$$I_z = 0,77 * I_{dd} = 120,89\text{ A (sposób ułożenia kabla „E”)}$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \geq (k_z * I_n) / 1,45 = (1,6 * 100\text{ A}) / 1,45 = 110,35\text{ A}$$

Warunki spełnione, kabel YnKXSžo 5x35mm² został prawidłowo dobrany.

13. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA I ODGROMOWA

W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych projektuje się ograniczniki przepięć DC typu 1+2 oraz rozłączniki DC służące do wyłączenia układu w przypadku awarii lub prowadzenia prac konserwacyjnych, dla każdego z łańcuchów modułów. Całość zabudować w skrzynkach (obudowach) o stopniu ochrony nie gorszym niż IP65. Ograniczniki te należy połączyć z przewodami odprowadzającymi do GSU budynku - wartość rezystancji uziemienia ma być mniejsza niż 10 Ω. Stronę AC falowników zabezpieczyć ochronnikami przeciwprzepięciowymi typu B+C. W celu dodatkowego zabezpieczenia modułów fotowoltaicznych na dachu zamontowane zostaną dodatkowe zwody pionowe i poziome, które należy połączyć z istniejącą instalacją odgromową na dachu przy zachowaniu wymaganych odstępów izolacyjnych. Przy doborze masztów należy skorzystać z arkusza kalkulacyjnego do wyznaczania stref ochronnych dla ogniów fotowoltaicznych metodą kąta ochronnego wg PN-EN 62305-3 i zastosować maszty odgromowe z zachowaniem wymaganych odstępów izolacyjnych. Wszelkie doборы i obliczenia należy przeprowadzić po montażu kompletnej instalacji fotowoltaicznych na dachu z uwzględnieniem ewentualnych zmian wynikłych z zastosowania komponentów równoważnych oraz zmian wynikłych na etapie montażu modułów a także uwzględniając asortyment zastosowanego producenta elementów instalacji odgromowej. Należy przyjąć klasę ochrony odgromowej LPS III. Dodatkowe warunki ochrony odgromowej zawarto w punkcie 14.2.3.

14. WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

14.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego.

Budynek Centrum Informacyjno-Administracyjnego składa się z dwóch części A i B.

Wysokość:

- część A - 15,55 m (część budynku średniowysoka),
- część B - 11,95 m (część budynku niska),

Kategoria zagrożenia ludzi:

- część A - ZL III,
- część B - ZL I.

Klasa odporności pożarowej budynku i klasa odporności ogniowej dachu:

- część A - klasa odporności pożarowej B, klasa odporności ogniowej konstrukcji dachu R 30, przekrycia dachu E 30,
- część B - klasa odporności pożarowej C, klasa odporności ogniowej konstrukcji dachu R 15, przekrycia dachu E 15.

14.1.1. Właściwości pożarowe (np. klasyfikacja w zakresie reakcji na ogień oraz stopnia rozprzestrzeniania ognia) wyrobów stanowiących elementy urządzeń fotowoltaicznych.

Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems - Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TUV Rheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera, gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego, do którego może dojść w wyniku np. uszkodzenia izolacji przewodów. Zatem w niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla przedmiotowego budynku.

Przy projektowaniu przedmiotowej instalacji uwzględnia się:

- klasę reakcji na ogień dla okablowania strony AC i DC instalacji - opisaną w dalszej części opracowania,
- klasę reakcji na ogień pokrycia dachowego - opisaną w dalszej części opracowania.

14.1.2. Oddziaływanie potencjalnego pożaru urządzeń fotowoltaicznych na elementy obiektu budowlanego w kontekście właściwości pożarowych tych elementów.

W celu ograniczenia działania potencjalnego pożaru instalacji fotowoltaicznej na elementy budynku w kontekście właściwości pożarowych tych elementów przyjmuje się, zgodnie z dostępnymi badaniami, że użyte kable będą w klasie reakcji na ogień opisanej w punkcie 14.2.2. Dla budynków istniejących wymaga się elementów dachu o klasie reakcji na ogień oraz odporności ogniowej obowiązujących na dzień wznoszenia tych budynków/obiektów. W przypadku niniejszej instalacji fotowoltaicznej montowanej na dachu pola modułów fotowoltaicznych lokalizuje się na podłożu zawierającym niepalną izolację cieplną (wełna mineralna). Pola modułów PV będą (zgodnie z zasadami wiedzy technicznej) sytuowane w sposób taki aby dolna krawędź modułu była minimum 10 cm nad pokryciem dachu. Falowniki fotowoltaiczne należy zamontować na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2. Obudowa falownika powinna być wykonana w stopniu ochrony pozwalającym na jego użycie na zewnątrz (minimum IP65).

14.2. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego fotowoltaicznej instalacji elektrycznej.

14.2.1. Wyposażenie urządzeń fotowoltaicznych w wymagane środki ochrony przed pożarem spowodowanym przez urządzenia elektryczne (np. wskutek uszkodzenia izolacji przewodowania po stronie prądu stałego DC), wystąpienia prądu zwarciovego lub oddziaływania ciepłego emitowanego przez urządzenia elektryczne.

Dla przedmiotowej instalacji projektuje się:

Rozdzielnice DC:

- zabezpieczenie przeciwprzepięciowe - ograniczniki przepięć DC połączone przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej GSU.

Rozdzielnica AC:

- zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciovowe - bezpiecznik nadmiarowoprądowy
- zabezpieczenie przeciwprzepięciowe - ogranicznik przepięć AC połączony przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej GSU.

14.2.2. Ochrona przed zagrożeniami pożarowymi wynikającymi ze sposobu prowadzenia przewodowania w budynku oraz klasy reakcji na ogień kabli (np. prowadzonych w obrębie dróg ewakuacyjnych).

Sposób prowadzenia kabli dla przedmiotowej instalacji opisano w punkcie 9.4.

W zakresie określenia wymaganej klasy reakcji na ogień kabli proponuje się stosowanie normy SEP SEP-E-007:2017-09 Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień.

Dla kabli instalowanych poza obrębem dróg ewakuacyjnych należy stosować kable: Dca-s2, d1, a3.

Dla kabli instalowanych w obrębie dróg ewakuacyjnych należy stosować kable B2ca-s1b, d1, a1.

14.2.3. Ochrona odgromowa urządzeń fotowoltaicznych.

Budynek posiada instalację odgromową i należy ją dostosować do projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Przy montażu generatora PV należy dążyć do zachowania odstępów separacyjnych wyliczonych zgodnie z normą PN-EN 62305-3:2011. W przypadku zachowania odstępu separacyjnego należy wykonać połączenia wyrównawcze funkcjonalne metalowych elementów konstrukcji połączyć je z główną szyną wyrównania potencjałów GSU. W przypadku braku odstępu separacyjnego wyliczonego zgodnie z normą PN-EN 62305-3:2011, należy wykonać połączenia wyrównawcze ochronne metalowych elementów konstrukcji wsporczej z instalacją odgromową.

Połączenia wyrównawcze ochronne powinny być wykonane przewodem o przekroju poprzecznym minimum 16 mm² Cu lub równoważnym w przypadku zastosowania innego materiału niż Cu. Połączenia wyrównawcze funkcjonalne powinny być wykonane przewodem o przekroju poprzecznym minimum 6 mm² Cu lub równoważnym w przypadku zastosowania innego materiału niż Cu.

14.2.4. Przejścia przez przegrodę oddzielenia przeciwpożarowego.

Przepusty przez ściany i stropy pomieszczenia zamkniętego, dla którego klasa odporności ogniowej jest wyższa lub równa EI 60 / REI 60 oraz o średnicy większej niż 4 cm, w którym prowadzone są przewody instalacji fotowoltaicznych należy wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody. Z kolei w przypadku przepustów przez ścianę oddzielenia ppoż. należy dokonać ich zabezpieczenia zgodnie z klasą danej ściany oddzielenia ppoż. Do zapewnienia odporności ogniowej przepustów z przewodami należy zastosować uszczelnienia dobrane do klasy odporności ogniowej materiału, z którego wykonana jest ściana oraz typu i rodzaju prowadzonego okablowania. Wykonany przepust powinien charakteryzować się klasą odporności ogniowej nie niższą niż klasa danej przegrody, przez którą przechodzi.

14.3. Informacje o zapewnieniu ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia na obiekty sąsiednie, w kontekście wymaganych warunków usytuowania obiektów budowlanych z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe (np. zachowania niepalności ścian oddzielenia przeciwpożarowego, nierozprzestrzeniania ognia i klasy odporności ogniowej dachu oraz przekrycia dachu).

Budynek Centrum Informacyjno-Administracyjnego składa się z dwóch części A i B.

Wysokość:

- część A - 15,55 m (część budynku średniowysoka),
- część B - 11,95 m (część budynku niska),

Kategoria zagrożenia ludzi:

- część A - ZL III,
- część B - ZL I.

Klasa odporności pożarowej budynku i klasa odporności ogniowej dachu:

- część A - klasa odporności pożarowej B, klasa odporności ogniowej konstrukcji dachu R 30, przekrycia dachu E 30,
- część B - klasa odporności pożarowej C, klasa odporności ogniowej konstrukcji dachu R 15, przekrycia dachu E 15.

Zaprojektowano instalację, które nie stanowi przekrycia dachu o którym mowa w § 216, §218 §219 §235 §271 §274 §287 rozporządzenia [1], w związku z powyższym nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrznych zgodnie np. Polską Normą PN~ENV 1187:2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Projektowany system należy traktować jako instalację posadowioną na dachu który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO / Broof. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczonych do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

14.4. Informacje o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych

14.4.1. Wyposażenie obiektu w przeciwpożarowy wyłącznik prądu, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, który w odniesieniu do urządzenia fotowoltaicznego powinien uruchamiać kontrolowane odłączenie napięcia.

Po stronie AC wyłączenie prądu w budynku realizowane jest poprzez przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

Dla instalacji zaprojektowano zabezpieczenie kontrolowanego odłączania napięcia po stronie DC poprzez optymalizatory mocy instalowane dla każdego panelu fotowoltaicznego.

14.4.2. Miejsce usytuowania elementów przeciwpożarowego wyłącznika prądu oraz innych wyłączników, rozłączników lub innych urządzeń elektrycznych do użytku przez ekipy ratownicze

Przyciski przeciwpożarowego wyłącznika prądu zlokalizowano przy głównych wejściach do budynku.

14.4.3. Plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych, przedstawiający na rzucie obiektu budowlanego lub terenu oraz przekroju obiektu budowlanego.

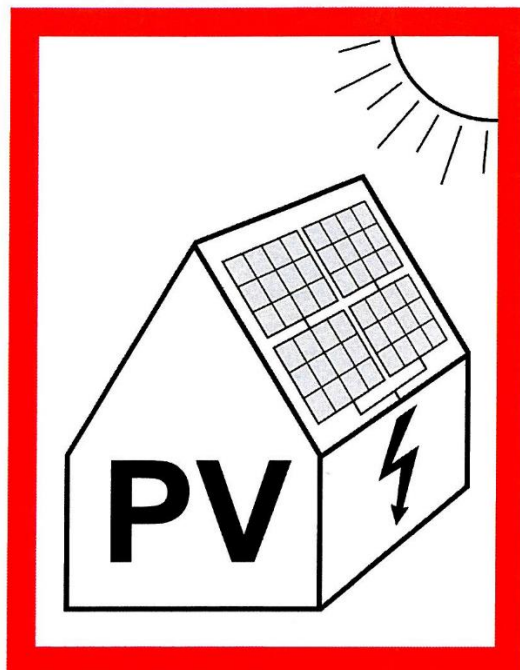
Plan urządzenia fotowoltaicznego stanowi załącznik rysunkowy do przedmiotowego projektu.

14.4.3. Oznaczenie obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa zgodnie obowiązującymi normami.

o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej.

Instalacja zostanie oznakowana poniższym znakiem w następujących miejscach:

- w złączu instalacji elektrycznej,
- w miejscu pomiaru,
- w jednostce odbiorcy lub w tablicy rozdzielczej, do której podłączone jest zasilanie z falownika.



15. ROZDZIELNICA NISKIEGO NAPIĘCIA RG - stan projektowany

Dla zasilania przedmiotowej inwestycji należy wprowadzić kable zasilające falowniki PV1 i PV2 do pomieszczenia rozdzielni głównej niskiego napięcia RG i włączyć w pola rezerwowe odpowiednio do sekcji odbiorów ogólnoużytkowych i do sekcji odbiorów administracyjnych. Rozłączniki wyposażać w zabezpieczenia nadprądowe według rysunku nr E-04. Kable zasilające wprowadzić zabezpieczając dławnikami.

16. MONITORING PRACY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Układ monitoringu parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej jest zintegrowany z falownikami. Urządzenie oferuje niezawodny sposób monitoringu danych i zapisu danych. Wszystkie zdarzenia są dostępne do podglądu z dowolnego miejsca na świecie poprzez dostęp do witryny www. Oprogramowanie pozwala na lokalny zapis i przechowywanie danych oraz wizualizację parametrów pracy instalacji.

17. UWAGI KOŃCOWE

Prace wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary wymagane przepisami. Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

Po zakończeniu robót budowlanych polegających na instalowaniu urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW, zgodnie z Art. 29 ust. 2 pkt 16b Ustawy Prawo budowlane Inwestor powiadomi właściwego dla miejsca lokalizacji inwestycji komendanta powiatowego (miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej. Forma powiadomienia: pisemna lub jako dokument elektroniczny. Celem zawiadomienia jest pozyskanie przez Państwową Straż Pożarną (PSP) informacji na potrzeby przygotowania do prowadzenia działań ratowniczych oraz realizacji zadań w obszarze kontrolno-rozpoznawczym. Zawiadomienie powinno zawierać szczegółowe informacje o lokalizacji urządzenia fotowoltaicznego i terminie rozpoczęcia jego użytkowania oraz z punktu widzenia potrzeb związanych z planowaniem i prowadzeniem działań ratowniczych w obiektach lub na terenach z urządzeniami fotowoltaicznymi co do zasady informacje w zakresie przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczych, w szczególności:

- plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych,
- opis wyposażenia w przeciwpożarowy wyłącznik prądu lub innych rozwiązań przeznaczonych do wykorzystania przez ekipy ratownicze w celu odłączenia zasilania elektrycznego, np. rozłącznika DC,
- informacje o oznaczeniu obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa.

Dla budynków dla których istnieje wymóg sporządzenia oraz wdrożenia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, instrukcję tą należy uaktualnić w zakresie objętym przedmiotowym projektem

Projektowana instalacja nie zmienia warunków ochrony przeciwpożarowej budynku w szczególności: klasyfikacji budynku, gęstości obciążenia ogniowego, oceny zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych, podziału budynku na strefy pożarowe oraz strefy dymowe, usytuowania budynków z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe - w tym odległości od obiektów sąsiadujących, warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, wyposażenia w gaśnice, zaopatrzeniu w wodę do zewnętrznego gaszenia oraz doprowadzenia dróg pożarowych.

18. SPIS RYSUNKÓW

- E – 01 Rzut dachu – rozmieszczenie modułów.
- E – 02 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznych
- E – 03 Rzut dachu – trasy kablowe, koryta
- E – 04 Schemat elektryczny włączenia instalacji fotowoltaicznych do rozdzielni głównej RG
- E – 05 Plan urządzenia fotowoltaicznego

PLAN BIOZ

ZAKRES ROBÓT DLA CAŁEGO ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO ORAZ KOLEJNOŚĆ REALIZACJI POSZCZEGÓLNYCH OBIEKTÓW

Zakres robót

Budowa dwóch instalacji fotowoltaicznych składających się z następujących elementów:

- a) konstrukcji do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu budynku,
- b) paneli fotowoltaicznych,
- c) inwertera,
- d) okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC).

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie.

Wykaz istniejących obiektów budowlanych.

n/d

Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem z wysokości.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielniach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEDŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH! NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1 kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP.

Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,

- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem,
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia,
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączzonego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) Zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) Środki i warunki bezpiecznego wykonywania prac,
- c) Liczbę pracowników do pracy,
- d) Dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) Planowanie przerw w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

Przepisy związane

- a) Ustawa z dnia 7 lipca 1999 r. - Prawo budowlane z późniejszymi zmianami,
- b) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami,
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.