

Inwestor: MIEJSKI OŚRODEK SPORTU I REKREACJI W RADOMIU SP. Z O.O.
UL. NARUTOWICZA 9, 26-600 RADOM

Temat: PROJEKT TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU MIEJSKIEGO
OŚRODKA SPORTU I REKREACJI W RADOMIU PRZY UL.
NARUTOWICZA 9 (DZ. NR 76/15 OBR. 90)
– PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Adres: UL. NARUTOWICZA 9
26-600 RADOM
(DZ. NR 76/15 OBR. 90)

Kategoria obiektu: XXVI

Stadium: PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY ZAMIENNY

Branża: ELEKTRYCZNA

PROJEKTOWAŁ:

mgr inż. Jerzy Toczyński
NR UPR: UAN.V.8388/105/90

SPRAWDZIŁ:

mgr inż. Jarosław Zarębski
NR UPR: LOD/0940/POOE/08

Maj, 2017

Radom, maj 2017 rok

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy Prawo budowlane (Dz.U. 207 z 2003r., poz. 2016 z późn. zmianami) oświadczamy, że Projekt budowlano-wykonawczy zamienny termomodernizacji budynku Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu przy ul. Narutowicza 9 (Dz. Nr 76/15 Obr. 90) – Projekt instalacji fotowoltaicznej został wykonany zgodnie z obowiązującym prawem i zasadami wiedzy technicznej, i jest kompletny z punktu widzenia celu, jakiemu ma służyć.

Jakiegokolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

Projektant

Sprawdzający

mgr inż. Jerzy Toczyński
NR UPR: UAN.V.8388/105/90

mgr inż. Jarosław Zarębski
NR UPR: LOD/0940/POOE/08

Spis treści:

BRANŻA ELEKTRYCZNA

1. Przedmiot opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Zakres opracowania
4. Instalacja fotowoltaiczna
 - 4.1. Moduły fotowoltaiczne
 - 4.2. Inwerter (przetwornica)
 - 4.3. Opis przyjętego rozwiązania
 - 4.4. Rozdzielnica RPV
 - 4.5. Modernizacja rozdzielnic głównej budynku
5. Układ pomiarowy
6. Ochrona przeciwporażeniowa
7. Instalacja odgromowa
8. Prowadzenie tras kablowych
9. Instalacja odgromowa
10. Uwagi końcowe
11. Obliczenia
 - 11.1. Dobór elementów instalacji fotowoltaicznej
 - 11.2. Dobór kabli modułów fotowoltaicznych
 - 11.3. Obliczenia wartości prądów znamionowych zabezpieczeń, prądów zwarciovych i spadków napięć na przewodach strony AC
 - 11.4. Dobór przekładników pomiarowych zainstalowanych w układzie pomiarowym
12. Wykaz ważniejszych materiałów
13. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia
14. Rys. E-01 – Plan i przekrój instalacji fotowoltaicznej
15. Rys. E-02 – Plan instalacji fotowoltaicznej – rzut poddasza
16. Rys. E-03 – Plan instalacji fotowoltaicznej – rzut parteru
17. Rys. E-04 – Schemat instalacji fotowoltaicznej
18. Rys. E-05 – Schemat układu pomiarowego
19. Rys. E-06 – Plan instalacji odgromowej - rzut dachu
20. Obliczenia instalacji fotowoltaicznej

BRANŻA KONSTRUKCYJNA

Branża elektryczna

1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt zamienny budowlano-wykonawczy instalacji fotowoltaicznej w ramach termomodernizacji budynku Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu przy ul. Narutowicza 9 (Dz. Nr 76/15 Obr. 90). W odniesieniu do projektu podstawowego ulegają zmianie następujące elementy: moduły fotowoltaiczne o mocy 430 Wp w ilości 230 szt. ustawione pojedynczo w rzędzie na podkonstrukcji stalowej.

2. Podstawa opracowania:

- zlecenie Inwestora,
- wizja lokalna,
- Warunki przyłączenia 7/2015 z dn. 12.01.2015 r. wydane przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Skarżysko-Kamienna,
- przepisy i normy, w tym m.in.:

Ustawy

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jedn. Dz.U. 2016 poz. 290),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz.U. 2015 poz. 478),
- Ustawa z dnia 17 maja 1989 roku Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 193 poz. 1287),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (tekst jedn. Dz. U. 2009 nr 178 poz. 1380, z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz. U. 2003 nr 169 poz. 1650, z późniejszymi zmianami)

Normy

- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zestaw norm.
- PN-EN 62305-1-4 Ochrona odgromowa- część 1-4
- NSEP-E-004.2013 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-EN 60445 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego
- PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje przewodów barwami albo cyframi.
- PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
- PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
- PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE).
- PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa.

- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- Część 2: Wymagania dotyczące badań,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
- PN-EN 62116:2011 Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia w sieci w przypadku falowników fotowoltaicznych włączonych do sieci energetycznej,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna – Terminologia.

3. Zakres opracowania.

Projekt obejmuje:

- montaż modułów fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów,
- rozdzielnicę systemu,
- układ pomiarowy po stronie nN,
- połączenia kablowe elementów instalacji.

4. Instalacja fotowoltaiczna.

Projektowana instalacja słoneczna - fotowoltaiczna składać się będzie z 230 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy łącznej 98,9 kWp, współpracujących z inwerterami o mocy 25 kW, i 12 kW. Kolektory PV tworzyć będą generator PV. Energia elektryczna produkowana przez generator zostanie dostarczona do rozdzielni głównej nN istniejącej stacji transformatorowej Inwestora, poprzez rozdzielnicę główną budynku i istniejący kabel łączący ją z rozdzielnią nN stacji transformatorowej. Produkowana przez generator PV energia elektryczna mierzona będzie przez układ pomiarowy kontrolny umieszczony w rozdzielnicy RPV, wskazujący ilość wyprodukowanej energii elektrycznej, niezbędną do uzyskania świadectw pochodzenia w rozumieniu ustawy Prawo energetyczne.

Elektrownia fotowoltaiczna podłączona będzie do rozdzielni niskiego napięcia w stacji transformatorowej „Stadion Broni” poprzez istniejącą rozdzielnicę główną RG budynku z wykorzystaniem istniejącego kabla nN pomiędzy tą rozdzielnicą a rozdzielnią nN w stacji transformatorowej. Elektrownia nie będzie pracować w trybie pracy wyspowej.

Zgodnie z Warunkami przyłączenia główny układ pomiarowo-rozliczeniowy umożliwiający dwukierunkowy pomiar energii czynnej i biernej znajdować się będzie w pomieszczeniu rozdzielni nN stacji transformatorowej „Stadion Broni”. Projekt układu pomiarowego stanowi odrębne opracowanie.

Moduły fotowoltaiczne.

Podstawowym elementem instalacji są moduły fotowoltaiczne o mocy 430 Wp, których parametry techniczne spełniają wszystkie normy jakościowe obowiązujące w krajach UE. Bardzo wydajny moduł monokrystaliczny produkowany jest na bazie 6" ogniw wielowarstwowych na nowoczesnej linii technologicznej.

Panele fotowoltaiczne to urządzenia, które za pomocą zjawiska fotowoltaicznego służą do zamiany energii słonecznej na prąd elektryczny. Moduły fotowoltaiczne umieszczone zostaną na konstrukcji na dachu.

Moduły połączone zostaną szeregowo w łańcuchy (stringi). Do połączenia elektrycznego modułów należy zastosować kable solarne odporne na promieniowanie UV. Łańcuchy wytwarzać będą napięcie prądu stałego DC.

Zastosowanie do produkcji modułu komponentów wysokiej jakości pozwala na uzyskiwanie większej ilości energii i gwarantuje długą żywotność urządzenia. Moduł pokryty jest szkłem hartowanym o grubości 4mm, o niskiej zawartości żelaza.

Obudowa modułu wykonana jest z anodowanego aluminium (grubość 40mm). Wyposażony jest w kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne. Wymiary modułu 1960x1308x40mm; waga: ok. 35,5kg.

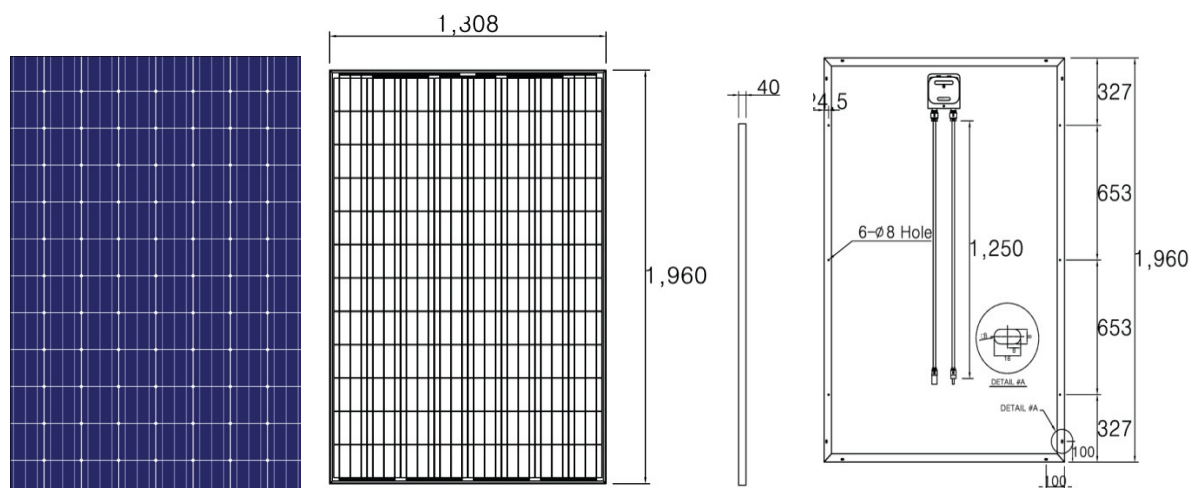
Moc nominalna pojedynczego modułu wynosi 400Wp.

Charakterystyka techniczna panelu:

Ogniwa fotowoltaiczne	96 szt. multikrystalicznych 6"
Przednia pokrywa	Szkoło hartowane o niskiej zawartości żelaza 4 mm
Tylna pokrywa	Biały poliester
Obudowa	Srebrny anodowany stop aluminium (40 mm)
Kable i Złącza	12 AWG (4mm ²) kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne, dł. 1,25 m
Puszka	NEMA st. ochronny IP67; wewn. diody obejściowe 4 szt.
Wymiary	1960 X 1308 X 40 mm
Waga	35 kg

Specyfikacja elektryczna:

Moc nominalna [Wp]	Pmpp	430
Napięcie przy mocy nominalnej [V]	Vmpp	49.2
Prąd przy mocy nominalnej [A]	Impp	8.74
Napięcie obwodu otwartego [V]	Voc	61.29
Prąd zwarcia [A]	Isc	9.24
Poziom efektywności modułu [%]		16.80
Tolerancja wyjścia[%]		±3



Łańcuch PV 11-modułowy wytwarzać będzie napięcie prądu stałego DC o wartości 674,19 V, natomiast 10-modułowy 612,9 V.

4.1. Inwerter (przetwornica).

Inwerter fotowoltaiczny jest beztransformatorowym falownikiem fotowoltaicznym z 2 układami monitorowania punktu MPP, który przekształca prąd stały wytwarzany przez generator fotowoltaiczny na trójfazowy prąd przemienny o parametrach wymaganych przez publiczną sieć elektroenergetyczną i dostarcza go do niej.

Inwertery są wyposażone w wiele funkcji pozwalających na sprawne użytkowanie elektrowni fotowoltaicznej:

- automatyka załączania i wyłączania.
- zdalne monitorowanie sieci poprzez Internet,
- pomiary w sieci i wizualizacja danych,
- komunikacja z PC,
- rejestrowanie i zapisywanie pomiarów,
- synchronizacja sieci (regulacja),
- ograniczanie prądu wejściowego i wyjściowego,
- współpraca z innymi systemami energetycznymi oraz systemami zarządzania.

Falownik posiada jako seryjne wyposażenie moduł Speedwire/Webconnect do obsługi technologii komunikacji opartej na standardzie sieci komputerowych Ethernet. Umożliwia on zoptymalizowaną pod kątem falownika transmisję danych z prędkością 10/100 Mb/s pomiędzy urządzeniami Speedwire w instalacjach fotowoltaicznych a oprogramowaniem Sunny Explorer. Funkcja Webconnect umożliwia bezpośrednią transmisję danych pomiędzy falownikami z małej instalacji składającej się z maksymalnie 4 falowników zarejestrowanych na portalu internetowym a tym portalem bez konieczności stosowania dodatkowego urządzenia komunikacyjnego. Użytkownik może uzyskać dostęp do własnej instalacji zarejestrowanej na Sunny Portal z dowolnego komputera podłączonego do Internetu.

Inwerter wyposażony w funkcję OptiTrac Global Peak, która umożliwia w każdej chwili precyzyjne dopasowanie punktu roboczego falownika do punktu mocy maksymalnej MPP. Dzięki temu systemowi falownik rozpoznaje szereg optymalnych punktów generowania mocy w dostępnym zakresie pracy, które w szczególności mogą wystąpić przy częściowo zacienionych ciągach ogniw fotowoltaicznych.

Inwertery wyposażone są w następujące zabezpieczenia:

- bezpiecznik na wejściu – rozłącznik izolacyjny DC,

- ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC (dioda zwarciova),
- ochrona przeciwprzepięciowa DC (warystory kontrolowane termicznie lub ochronniki przepięciowe typu 2),
- wytrzymałość zwarciova wyjścia (AC) – regulacja natężenia prądu,
- monitorowanie sieci (SMA Grid Guard 3),
- uniwersalną jednostkę monitorującą prądy uszkodzeniowe (rozpoznaje prądy stałe i prądy różnicowe, w przypadku skokowego wzrostu prądu różnicowego odłącza falownik od sieci).

Inwertery należy wyposażyć w fabryczne ochronniki przepięciowe typu 2, które monitorują moduły fotowoltaiczne i ograniczają niebezpieczne przepięcia.

Proponowane inwertery spełniają wszystkie wymagania nowoczesnej elektrowni fotowoltaicznej.

Charakterystyka techniczna inwerterów:

Typ inwertera	25kW	12kW
Maksymalna moc wejściowa	25550 W	12275 W
Maksymalne napięcie wejściowe	1000 V	1000 V
Zakres napięcia MPP/znamionowe napięcie wejściowe	390 V-800 V/600 V	440 V-800 V/580 V
Minimalna moc wejściowa/początkowe napięcie wejściowe	150 V/188 V	150 V/188 V
Maksymalny prąd wejściowy wejście A/wejście B	33 A/33 A	18 A/10 A
Liczba niezależnych wejść MPP/ciągów dla wejść MPP	2/A:3, B:3	2/A:2, B:2
Moc znamionowa (230V,50Hz)	25000 W	12000 W
Maksymalna moc pozorna AC	25000 VA	12000 VA
Nominalne napięcie AC	3/N/PE;220/380 V 3/N/PE;230/400 V 3/N/PE;240/415 V	3/N/PE;220/380V 3/N/PE;230/400V 3/N/PE;240/415V
Nominalny zakres napięcia AC	180 V-280 V	160 V-280 V
Częstotliwość zasilania AC/zakres	50 Hz / 44 Hz do 55 Hz 60 Hz / 54 Hz do 65 Hz	50 Hz,60 Hz/-5 Hz...+5 Hz
Wskaźnik częstotliwości sieci/Napięcie znamionowe sieci	50 Hz/230 V	50 Hz/230 V
Maksymalny prąd wyjściowy	36,2 A	19.2 A
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej	1	1
Regulowany współczynnik przemieszczenia	0 przewzbudzony... 0 niedowzbudzony	0,8 przewzbudzony... 0,8 niedowzbudzony
Przewód fazowy/fazy połączenia	3/3	3/3
Maksymalna wydajność/wydajność europejska	98.4%/98.0%	98.3%/97.9%

Inwertery należy umieścić na poddaszu budynku w miejscu wskazanym na planie. Pracą inwerterów zarządzać będzie, przy pomocy specjalistycznego oprogramowania, jednostka centralna. Dodatkowo w układzie zastosowany zostanie moduł z sensorami nasłonecznienia i warunków atmosferycznych. Zastosowane oprogramowanie umożliwi wizualizację pracy instalacji fotowoltaicznej i jej elementów.

4.2. Opis przyjętego rozwiązania.

Moduły fotowoltaiczne zostaną rozmieszczone na dachu budynku w pojedynczych i podwójnych rzędach z modułami ułożonymi poziomo z nachyleniem wynoszącym ok. 25° w stosunku do powierzchni ziemi, z odchyleniem 18° na zachód od kierunku południowego.

Zaprojektowano 3 inwertery 25 kW współpracujące każdy z 66 modułami w układzie wejście A 3x11 modułów, wejście B 3x11 modułów oraz 1 inwerter 12 kW współpracujący z 32 modułami w układzie wejście A 2x11 modułów, wejście B 1x10 modułów.

Pozwoli to bardzo duże uniezależnienie całego generatora fotowoltaicznego od lokalnych zmian nasłonecznienia (zacienienia).

Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 230/400 V. Do przesyłu informacji i sterowania poszczególnych inwerterów projektuje się kabel Ethernet UTP kat. 5. Dodatkowo w układzie zastosowany zostanie Sensor Box z sensorami nasłonecznienia i warunków atmosferycznych.

Z inwerterów prąd przesłany zostanie do rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej, a następnie za pomocą kabla przesyłowego doprowadzony będzie do rozdzielnicy głównej budynku i dalej poprzez istniejący kabel do rozdzielnicy nN stacji transformatorowej.

4.3. Rozdzielnica RPV.

W rozdzielnicy głównej instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od poszczególnych inwerterów, ochronnik przepięciowy, styczniki, czujniki kontroli fazy, automatyka zabezpieczeniowa, i układ pomiarowy zliczający ilość wyprodukowanej energii. W rozdzielnicy RPV należy również zainstalować rozłącznik typu DPX-IS 250 4P 160 A z wyzwalaczem wzrostowym 230 V. Rozłącznik będzie jednocześnie pełnił rolę głównego wyłącznika prądu generatora fotowoltaicznego. Cewkę wyzwalacza wzrostowego należy połączyć z zainstalowanymi przy drzwiach wejściowych budynku przyciskami wyłącznika głównego budynku oraz z układem zabezpieczeń NS. Jako przewód zastosować przewód o odporności ogniowej PH90 HDGs 2x1 mm².

Pomiar parametrów odbywać się będzie za pomocą urządzenia monitorującego typu PMVF20 (firmy LOVATO), który w przypadku wykrycia nieprawidłowej wartości parametrów monitorowanych spowoduje zadziałanie cewki wybijakowej wyłącznika mocy i natychmiastowe odłączenie instalacji fotowoltaicznej.

Z rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej prąd doprowadzony zostanie do istniejącej rozdzielnicy głównej budynku kablem typu YKY 5x95 mm².

4.4. Modernizacja rozdzielnicy głównej budynku.

W związku z wykonaniem instalacji fotowoltaicznej w rozdzielnicy głównej budynku należy zainstalować wyłącznik typu DPX 250 3P 160 A z wyzwalaczem podnapięciowym, jako zabezpieczenie kabla łączącego rozdzielnicę RPV z rozdzielnicą główną budynku.

Układ pomiarowy.

Do obliczeń wyprodukowanej przez generator PV energii elektrycznej będzie służył układ pomiarowy półpośredni.

Do układu pomiarowego w układzie półpośrednim dobrano:

- licznik trójfazowy podstawowy typu ZMD405,
- trzy przekładniki prądowe jednofazowe typu IMW 150/5A, 5VA/0,2/FS5, $I_{th}=60I_{pn}$, $I_{dyn}=150I_{pn}$, $U_n=0,72$ kV,
- listwę pomiarową SKa-P1.

Wypożyczenie szafy pomiarowej uzupełniają:

- rozłącznik bezpiecznikowy typu RBK1 z bezpiecznikami 160 A,
- ochronnik przepięciowy typu DEHNventil DV M TT 255.

Połączenia układu pomiarowego wykonać:

- obwody prądowe przewodem DY 2,5 mm²,
- obwody napięciowe przewodem DY 1,5 mm².

Do wykonania montażu układu pomiarowego dobrano rozdzielnicę typu Instal-Blok o wymiarach 2000x600x400 (wys.-szer.-gł.).

5. Ochrona przeciwporażeniowa.

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-C-S. Ochrona podstawowa, ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Powszechnym elementem ochrony będzie zastosowanie instalacji wyrównawczej. Przy każdym inwerterze należy zamontować miejscową szynę połączeń wyrównawczych, do której trzeba podłączyć obudowy inwerterów, modułów fotowoltaicznych, ochronniki przepięciowe i pozostałe elementy metalowe instalacji. Szynę połączeń wyrównawczych należy umieścić również w rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej. Szynę połączeń wyrównawczych rozdzielnicy RPV połączyć należy z główną szyną połączeń wyrównawczych rozdzielnicy głównej budynku przewodem LgY 16 mm².

6. Instalacja odgromowa.

Do ochrony odgromowej modułów fotowoltaicznych projektuje się maszty odgromowe o wysokości 1,5 i 2,0 m zgodnie z projektem instalacji odgromowej.

7. Prowadzenie linii kablowych.

Przewody DC instalacji fotowoltaicznej prowadzić zgodnie z wytycznymi producenta modułów fotowoltaicznych.

Przewody instalacji AC w budynku prowadzić w rurach instalacyjnych, na poddaszu i pionowo z poddasza na parter natynkowo, a następnie kanałem kablowym pod trybuną do pomieszczenia rozdzielniczy głównej. Przewody prowadzone pionowo na ścianie obudować płytą gipsowo-kartonową. Przewody sterownicze prowadzić w rurach lub listwach instalacyjnych osobnymi trasami od przewodów silnopięciowych.

Uwagi końcowe.

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Po zakończeniu prac należy wszelkie zmiany nanieść na dokumentację powykonawczą.

Zainstalowane na dachu do ochrony odgromowej iglice mogą częściowo zacieniać najniższy rząd paneli fotowoltaicznych w okresie od 13 listopada do 27 stycznia. Ponieważ na ten okres przypada tylko niecałe 5 % produkcji rocznej energii, a ewentualne zacienienie dotyczyć będzie pojedynczych paneli wobec tego straty z tego tytułu są pomijalne w stosunku do zysków z większego wykorzystania powierzchni dachu i umieszczenia na nim większej ilości paneli.

8. Obliczenia.

8.1. Dobór elementów instalacji fotowoltaicznej.

Doboru inwerterów i podziału modułów na stringi dokonano przy pomocy oprogramowania. Obliczenia dołączone są do projektu.

8.2. Dobór kabli modułów fotowoltaicznych.

Inwerter	Łańcuch	Szacunkowa długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodu [mm ²]	Straty w przewodach [%]
Inw. I [25,0 kW]	A1	21	6	0,25
	A2	18	6	0,21
	A3	16	6	0,19
	RDC1A	47	10	1,00
	B1	20	6	0,24
	B2	18	6	0,21
	B3	17	6	0,20
	RDC1B	44	10	0,94
Inw. II [25,0 kW]	A1	24	6	0,29
	A2	25	6	0,30
	A3	15	6	0,18
	RDC2A	41	10	0,88
	B1	24	6	0,29
	B2	30	6	0,36
	B3	16	6	0,19
	RDC2B	35	10	0,75
Inw. III [25,0 kW]	A1	23	6	0,27
	A2	32	6	0,38
	A3	18	6	0,21
	RDC3A	28	10	0,60
	B1	22	6	0,26
	B2	29	6	0,35
	B3	20	6	0,24
	RDC3B	24	10	0,51
Inw. IV [12,0 kW]	A1	14	6	0,17
	A2	16	6	0,19
	RDC4A	23	10	0,328
	B1	15	6	0,21
	RDC4B	23	10	0,15

8.3. Obliczenia wartości prądów znamionowych zabezpieczeń, prądów zwarciovych i spadków napięć na przewodach strony AC.

Obliczenia prądów znamionowych poszczególnych obwodów wykonane przy pomocy programu Pająk 2.12.

1.	Inwerter I-1	Un=400V, In=42,0A, Pn=28,8kW, cos Fi=0,99 (Ku=1)
2.	Inwerter I-2	Un=400V, In=42,0A, Pn=28,8kW, cos Fi=0,99 (Ku=1)
3.	Inwerter I-3	Un=400V, In=42,0A, Pn=28,8kW, cos Fi=0,99 (Ku=1)
4.	Inwerter I-4	Un=400V, In=18,7A, Pn=12,8kW, cos Fi=0,99 (Ku=1)

Dobór poszczególnych urządzeń i kabli wykonano przy pomocy programu Pająk 2.12.

Zabezpieczenie kabla zasilającego YKY 5x95 mm² w rozdzielnicy RGB:

WYŁĄCZNIK	DPX 250 3P 160 A	Iw=160A, Ics=16 kA, Icu=16kA
-----------	------------------	------------------------------

Od strony odbioru:

1.	Inwerter I-1	WYŁĄCZNIK	S 313 50 C 3P 50 A 10kA	Iw=50A, Ics=10kA, Icu=10kA
2.	Inwerter I-2	WYŁĄCZNIK	S 313 50 C 3P 50 A 10kA	Iw=50A, Ics=10kA, Icu=10kA
3.	Inwerter I-3	WYŁĄCZNIK	S 313 50 C 3P 50 A 10kA	Iw=50A, Ics=10kA, Icu=10kA
4.	Inwerter I-4	WYŁĄCZNIK	S 313 25 C 3P 25 A 10kA	Iw=25A, Ics=10kA, Icu=10kA

	rozdzielnica RPV	KABEL	YKY 5x95	L=70m, Iz=179,0A (30°C, B2), Icw(0.1s)=34.55kA, Tau=1650s
1.	Inwerter I-1	KABEL	YKY 5x16	L=5m, Iz=68,0A (30°C, B1), Icw(0.1s)=5.81kA, Tau=900s
2.	Inwerter I-2	KABEL	YKY 5x16	L=5m, Iz=68,0A (30°C, B1), Icw(0.1s)=5.81kA, Tau=900s
3.	Inwerter I-3	KABEL	YKY 5x16	L=5m, Iz=68,0A (30°C, B1), Icw(0.1s)=5.81kA, Tau=900s
4.	Inwerter I-4	KABEL	YKY 5x10	L=5m, Iz=50,0A (30°C, B1), Icw(0.1s)=3.64kA, Tau=680s

Przy pomocy programu Pająk 2.12 wykonano obliczenia spadków napięć i prądów zwarciovych trójfazowych i jednofazowych. Spadki napięć na przewodach obliczono dla najdalszego punktu danego obwodu.

Spadki napięć:

	rozdzielnica RPV	KABEL	YKY 5x95	dUwl=0,938 % Iwl=144,7A
1.	Inwerter I-1	KABEL	YKY 5x16	dUwl=0,109% Iwl=42,0A
2.	Inwerter I-2	KABEL	YKY 5x16	dUwl=0,109% Iwl=42,0A
3.	Inwerter I-3	KABEL	YKY 5x16	dUwl=0,109% Iwl=42,0A
4.	Inwerter I-4	KABEL	YKY 5x10	dUwl=0,084% Iwl=18,7A

Zwarcia trójfazowe:

	rozdzielnica RPV		Ikp''=3,818kA Ikm=6,345kA
1.	Inwerter I-1	Pn=28,8kW (Ku=1)	Ikp''=3,53kA Ikm=5,822kA
2.	Inwerter I-2	Pn=28,8kW (Ku=1)	Ikp''=3,53kA Ikm=5,822kA
3.	Inwerter I-3	Pn=28,8kW (Ku=1)	Ikp''=3,53kA Ikm=5,822kA
4.	Inwerter I-4	Pn=12,8kW (Ku=1)	Ikp''=3,381kA Ikm=5,556kA

Zwarcia jednofazowe:

	rozdzielnica RPV		$Ik1p''=3,855kA$ $Ik_m=6,445kA$
1.	Inwerter I-1	$P_n=28,8kW$ ($K_u=1$)	$Ik1p''=3,463kA$ $Ik_m=5,739kA$
2.	Inwerter I-2	$P_n=28,8kW$ ($K_u=1$)	$Ik1p''=3,463kA$ $Ik_m=5,739kA$
3.	Inwerter I-3	$P_n=28,8kW$ ($K_u=1$)	$Ik1p''=3,463kA$ $Ik_m=5,739kA$
4.	Inwerter I-4	$P_n=12,8kW$ ($K_u=1$)	$Ik1p''=3,289kA$ $Ik_m=5,424kA$

8.4. Dobór przekładników pomiarowych zainstalowanych w układzie pomiarowym.

Wartość mocy zwarciowej na szynach GPZ wynosi $S_k = 145$ MVA

impedancja zastępcza sieci w stacji GPZ

$$Z_{kQ} = \frac{c * U_n^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 * 15000^2}{145 * 10^6} = 1,71 \Omega$$

stąd

$$X_{kQ} = 0,995 * Z_{kQ} = 0,995 * 1,71 \Omega = 1,70 \Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 * X_{kQ} = 0,1 * 1,70 \Omega = 0,17 \Omega$$

Impedancja Z_{kQ} sprowadzona do napięcia 400 V wynosi:

$$Z_{kQn} = Z_{kQ} * \left(\frac{U_{T2}}{U_{T1}} \right)^2 = 1,7 \Omega * \left(\frac{0,4}{15} \right)^2 = 0,0012 \Omega = 1,2 m\Omega$$

stąd

$$X_{kQn} = 0,995 * Z_{kQn} = 0,995 * 1,2 m\Omega = 1,194 m\Omega$$

$$R_{kQn} = 0,1 * X_{kQn} = 0,1 * 1,194 m\Omega = 0,12 m\Omega$$

Dla zainstalowanego transformatora $S_n=630$ kVA, $u_k=6\%$,

Impedancja transformatora

$$Z_T \approx X_T = \frac{u_k * U_n^2}{100 * S_n} = \frac{6 * 0,4^2}{100 * 0,63} = 15,2 m\Omega$$

Kable pomiędzy transformatorem i rozdzielnią nN instalacji fotowoltaicznej

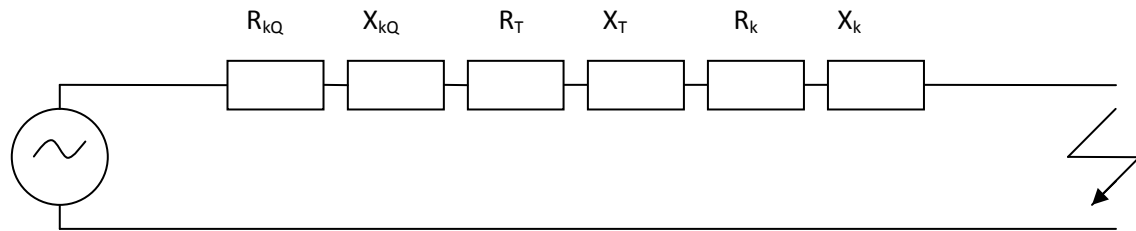
Rezystancja żyły roboczej kabla YAKY 4x185 mm² odczytana z tablic producenta wynosi 0,164 mΩ/m

$$R_{k1} = 250m * 0,164 m\Omega/m = 41 m\Omega$$

Rezystancja żyły roboczej kabla YKY 5x95 mm² odczytana z tablic producenta wynosi 0,193 mΩ/m

$$R_{k2} = 75m * 0,193 m\Omega/m = 14,48 m\Omega$$

Schemat obwodu zwarcioviego:



Zwarcie na szynach
rozdzielni nN instalacji
fotowoltaicznej

dla zwarcia trójfazowego

$$I_{k3}'' = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_k}$$

$$Z_k = \sqrt{(R_{kQ} + R_T + R_k)^2 + (X_{kQ} + X_T + X_k)^2}$$

$$Z_k = \sqrt{(0,12 + 0 + 55,5)^2 + (1,19 + 15,2 + 0)^2} = 57,98 \text{ m}\Omega$$

$$I_{k3}'' = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,058} = 3,99 \text{ kA}$$

Zwarcie należy uznać za odległe, ponieważ

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 58 \text{ m}\Omega > 2 * Z_Q = 2,4 \text{ m}\Omega$$

Dla przyjętego dla wyłączników czasu trwania zwarcia $T_k=0,2\text{s}$, przy elektromagnetycznej stałej czasowej T wynoszącej:

$$T = \frac{\tan \varphi_k}{\omega} = \frac{R_k}{\omega} = \frac{55,62}{2\pi 50} \cong \frac{0,29}{314} \cong 0,9 \text{ ms}$$

Współczynnik udaru

$$\chi = 1,02 + 0,98 * e^{-3 \frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 * e^{-3 * 3,39} \cong 1,02$$

a prąd udarowy

$$i_p = \chi * \sqrt{2} * I_{k3}'' = 1,02 * \sqrt{2} * 3,99 \cong 5,74 \text{ kA}$$

Aparaty wyposażenia stacji muszą spełniać warunki:

- znamionowy prąd szczytowy załączalny $I_{cm} > i_p = 5,74 \text{ kA}$,
- znamionowy prąd ograniczony wytrzymywany $I > I_k'' = 3,99 \text{ kA}$,
- znamionowy prąd wyłączalny zwarciovowy $I_{cn} > I_k'' = 3,99 \text{ kA}$.

ponieważ $T_k > 10T$ więc zastępczy prąd cieplny $I_{th} = I_{k3}''$

Moc przyłączeniowa generatora PV wynosi – 99,2 kW.

Dobór przekładników prądowych przeprowadza się do podanej wyżej mocy.

Projektuje się przekładniki prądowe typu IMW 150/5A, 5VA/0,2S/FS5, $I_{th}=60I_{pn}$, $I_{dyn}=150I_{pn}$, $U_n=0,72$ kV.

Sprawdzenie:

Dobór strony pierwotnej przekładników prądowych ze względu na obciążenie:

$$I_{obl} = I_{obc} = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} = 144,8 A$$

(dla mocy – P=99,2 kW, przy $\cos \varphi = 0,99$)

Prąd obliczeniowy I_{obl} płynący w obwodzie z przekładnikiem nie powinien być większy od prądu znamionowego pierwotnego I_{pN} przekładnika. Najkorzystniej jest, jeśli prąd obliczeniowy I_{obl} wynosi ok. 80% znamionowego prądu pierwotnego I_{pN} .

$$0,2I_N < I_{obl} < 1,2I_N$$

Dla dobranych przekładników $30A < I_{obl} = 144,8 A < 180 A$, czyli warunek jest spełniony.

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciorowej i dynamicznej przekładników:

Warunek $I_{th} > I_{thw}$ oraz $I_{dyn} > I_p$

z wyliczeń powyżej: $I_{thw}=3,99$ kA, a $I_p=5,74$ kA

$I_{th}=60I_{pn}=9,0$ kA, gdzie $I_{pN}=150$ A

więc $I_{th} > I_{thw}$ $9,0$ kA $>$ $3,99$ kA warunek spełniony

$I_{dyn}=2,5I_{th}=2,5 \times 9,0$ kA = $22,5$ kA

$I_{dyn} > I_p$ $22,5$ kA $>$ $5,74$ kA warunek spełniony

Obciążenie strony wtórnej przekładników prądowych:

Pobór mocy przez licznik: $S_1=0,125$ VA (ZMD405=0,125VA)

Strata mocy na stykach: $S_2=1,25$ VA,

Strata mocy na przewodach: $S_3=0,71$ VA (2x2m przewodów DY2,5mm²)
 $S=I^2 \times R=25A \times 0,0285\Omega=0,71$ VA

$S_{obl}=2,085$ VA

Dobrano przekładniki o mocy 5VA

Powinny one spełniać warunek:

$0,25 S_n < S_{obl} < S_n$ stąd $1,25$ VA $<$ $2,1$ VA $<$ 5VA warunek spełniony.

9. Instalacja odgromowa

Budynek posiada instalację odgromową, jednak ze względu na termomodernizację dachu i umieszczenia na dachu paneli fotowoltaicznych należy zdemontować istniejące na dachu zwody poziome i wykonać nową instalację z zachowaniem układu obecnego przewodów odprowadzających i dotychczasowych złączy kontrolnych. Zgodnie z informacjami udzielonymi przez pracownika technicznego rezystancja uziemienia otokowego budynku ma wartość prawidłową.

Budynek łącznika zgodnie z obliczeniami wykonanymi przy pomocy programu GromExpert wymaga ochrony odgromowej III klasy.

Dla ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano instalację piorunochronną składającą się z układu zwodów poziomych i pionowych. Zwody poziome projektuje się z drutu Fe/Zn ϕ 8 mm, montowane na uchwytych dystansowych rozstawionych w odległościach nie większych niż 1 m od siebie. Ochronę urządzeń na dachu zapewnią zwody pionowe o wysokościach 1,5 m, i 2,0 m. Układ zwodów poziomych i rozmieszczenie zwodów pionowych pokazane są na planie.

Należy również wymienić przewody odprowadzające z zachowaniem istniejącego układu. Przewody odprowadzające prowadzić w rurach izolacyjnych ochronnych pod okładziną termoizolacyjną. Złącza kontrolne umieścić w obudowach zlicowanych z powierzchnią ścian budynku.

Należy zmierzyć oporność istniejącego uziemienia instalacji odgromowej. Jeżeli wartość rezystancji przekracza będzie wartość 10Ω należy wykonać nowy uziom otokowy z płaskownika Fe/Zn 30x5. Płaskownik ten powinien znajdować się co najmniej 60 cm pod powierzchnią ziemi i co najmniej w odległości 1 m od ścian budynku. Do wnętrza budynku należy wprowadzić przewody łączące uziom z zaciskiem uziemiającym każdej szyny wyrównawczej. Połączenia należy wykonać jako spawane. Zaciski uziomowe do instalacji odgromowej należy wyprowadzić na zewnątrz budynku.

Elementy przewodzące wykorzystywane do ochrony odgromowej muszą być dokładnie połączone tak, aby zachować ciągłość połączeń. Korzystać z osprzętu przeznaczonego do drutu Fe/Zn ϕ 8 mm.

10. Wykaz ważniejszych materiałów.

L.p.	Nazwa materiału	J.m.	Ilość
1.	Rozdzielnica RPV wg schematu	kpl.	1
2.	Wyłącznik DPX ³ 160 3P 160A	szt.	1
3.	Inwerter 25 kW	szt.	3
4.	Inwerter 12kW	szt.	1
5.	Moduły fotowoltaiczne 430 Wp	szt.	230
6.	Sunny Webbox	szt.	1
7.	Sunny Sensorbox	szt.	1
8.	Układ pomiarowy	kpl.	1
9.	Kabel YKY 5x95 mm ²	m	75
10.	Kabel YKY 5x16 mm ²	m	15
11.	Kabel YKY 5x10 mm ²	m	5
12.	Kable solarne 6 mm ²	m	1200
13.	Kable solarne 10 mm ²	m	750
14.	Przewody typu UTP 4x2x0,75 mm ²	m	400
15.	Iglice 1,5 m	szt.	99
16.	Iglice 2,0 m	szt.	9
17.	Drut Fe/Zn ϕ 8 mm	m	1000

UWAGA:

Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

Projektant celem pełniejszego zobrazowania rozwiązania projektowanego powołał się na konkretne urządzenia. Wszystkie urządzenia wskazane w projekcie są przykładowe, a odwołanie do nich miało na celu informować wykonawcę o standardzie zastosowanych do realizacji urządzeń i w żadnym przypadku nie jest obowiązkowe.

Zgodnie z zasadami zamówień publicznych można zastosować materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nieobniżające standardu i niezmienające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie. W przypadku innych rozwiązań i elementów projektu należy pisemnie tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego zadziałania w przypadku zagrożenia oraz zapewnia ochronę i bezpieczeństwo ludzi oraz urządzeń.

Równoważność techniczną musi po weryfikacji potwierdzić w formie pisemnej – przedstawiciel Inwestora lub Projektant.

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Część opisowa:

1. Zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów.
4. Istniejące obiekty budowlane na działce
5. Elementy zagospodarowania działki mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi
6. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót
7. Niebezpieczeństwa podczas eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych
8. Wydzielenie i oznakowanie miejsc prowadzenia robót budowlanych
9. Przechowywanie oraz przemieszczanie materiałów, wyrobów, substancji oraz preparatów niebezpiecznych

Załączniki:

1. Wytyczne BHP przy obsłudze urządzeń elektrycznych
2. Wytyczne BHP przy pracach na wysokości i na drabinach
3. Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach na wysokości
4. Instrukcja postępowania przy udzielaniu pomocy poszkodowanym w wypadkach

1. Zakres Opracowania.

Niniejsze opracowanie dotyczy instalacji elektrycznych inwestycji pt. „Projekt termomodernizacji budynku Miejskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji w Radomiu przy ul. Narutowicza 9 (dz. nr 76/10 obr. 90) – Projekt instalacji fotowoltaicznej”.

2. Podstawa Opracowania.

- 1) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych,
- 2) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych,
- 3) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzaju robót budowlanych, stwarzających zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi,
- 4) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- 5) Wizja lokalna terenu przyszłej rozbudowy.

3. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów.

Na całość robót składają się następujące elementy:

- roboty przygotowawcze,
- montaż rozdzielnic,
- montaż elementów instalacji fotowoltaicznej,
- układanie kabli,
- wykonanie pomiarów i prób pomontażowych.

4. Istniejące obiekty budowlane na działce

Budynki MOSiR w Radomiu.

5. Elementy zagospodarowania działki mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

Największe zagrożenie mogą spowodować prace w pobliżu urządzeń pod napięciem i prowadzone na wysokości.

6. Zagrożenia występujące podczas realizacji robót

6.1. Zagospodarowanie placu budowy

Wymaga się, aby przed rozpoczęciem robót budowlanych Inwestor zapewnił możliwość sprawdzenia prawidłowego przygotowania placu budowy przez Kierownika Budowy. Jest to warunek konieczny do przystąpienia do jakichkolwiek robót budowlanych.

Zagospodarowanie placu budowy musi spełniać odpowiednie wymagania, a w szczególności:

- Inwestor zapewni łączność telefoniczną.
- Inwestor zapewni pomieszczenia higieniczno-sanitarne i socjalne.
- Inwestor doprowadzi energię elektryczną i wodę na plac budowy.

- Inwestor zapewni możliwość dojazdu z drogi do miejsca składowania materiałów poprzez utwardzenie pasa terenu o szerokości około 3 m wraz z placem do zawracania.
- Nachylenie pochylni przeznaczonych do ręcznego przenoszenia ciężarów nie może być większe niż 10%.
- Strefy niebezpieczne (miejsca niebezpieczne), w których istnieją możliwości zagrożenia (np. z powodu możliwości spadania z góry materiałów lub przedmiotów) zostaną odpowiednio oznakowane. Strefa niebezpieczna nie może wynosić mniej niż 1/10 wysokości, z której mogą spaść przedmioty, jednak nie mniej niż 6 m.
- Składowiska materiałów budowlanych i urządzeń technicznych powinny być wykonane w sposób zabezpieczający przed możliwością przewrócenia, zsunięcia lub rozsunięcia się składowanych materiałów i elementów.
- Opieranie składowanych materiałów i elementy o płoty, słupy linii napowietrznych, budynki wznoszone i tymczasowe jest zabronione.
- Odległość składowiska materiałów budowlanych nie może być mniejsza niż 0.75 m od ogrodzeń i zabudowań, oraz 5 m od stałego stanowiska pracy.
- Teren przeznaczony na składowisko materiałów musi zostać wyrównany, wypoziomowany i utwardzony.
- Stosy materiałów workowanych powinny być układane krzyżowo i nie przekraczać 10 warstw.
- Układanie prefabrykatów (sposób ułożenia i liczba warstw) powinno być zgodne z instrukcją producenta.
- Wyciąganie materiałów z dolnych warstw stosów oraz podkopywanie zwałów materiałów sypkich jest zabronione.
- Podczas mechanicznego załadunku i wyładunku materiałów budowlanych przemieszczanie ich nad ludźmi oraz nad kabiną kierowcy jest zabronione. Na czas ww. czynności kierowca winien opuścić kabinę.
- Materiały chemiczne szkodliwe dla zdrowia należy przechowywać w szczelnych opakowaniach, na których powinny być podane przez producenta ich nazwa i uwagi o szkodliwości dla zdrowia.
- Zabrania się wykonywania robót budowlanych w nocy i o zmroku w przypadku, gdy nie ma odpowiedniego oświetlenia sztucznego.
- Urządzenia elektryczne powinny być wykonane, utrzymywane i eksploatowane zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Prace związane z podłączeniem, badaniem, konserwacją i naprawą urządzeń elektrycznych mogą być wykonywane tylko przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.
- Skrzynki rozdzielcze prądu do zasilania urządzeń mechanicznych na placu budowy powinny być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych.
- Zabronione jest urządzenie stanowisk pracy, składowisk materiałów oraz ustawiania i pracy maszyn i urządzeń budowlanych w odległości bliższej niż 2 m od napowietrznej linii NN.
- Pomosty komunikacyjne powinny być zaopatrzone w sztywne poręcze umieszczone na wysokości 1.10 m, poprzeczkę w połowie tej wysokości oraz krawężniki (bortnice) o wysokości minimum 0.15 m.

Instalacje rozdziału energii elektrycznej na terenie budowy powinny być zaprojektowane i wykonane oraz utrzymywane i użytkowane w taki sposób, aby nie stanowiły zagrożenia pożarowego lub wybuchowego, lecz chroniły pracowników przed porażeniem prądem elektrycznym.

Roboty związane z podłączeniem, sprawdzaniem, konserwacją i naprawą instalacji i urządzeń elektrycznych mogą być wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.

Nie jest dopuszczalne sytuowanie stanowisk pracy, składowisk wyrobów i materiałów lub maszyn i urządzeń budowlanych bezpośrednio pod napowietrznymi liniami elektroenergetycznymi lub w odległości liczonej w poziomie od skrajnych przewodów, mniejszej niż:

- a) 3,0 m – dla linii o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 KV,
- b) 5,0 m – dla linii i napięciu znamionowym powyżej 1 KV, lecz nie przekraczającym 15 KV,
- c) 10,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 15 KV, lecz nie przekraczającym 30 KV,
- d) 15,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 30 KV, lecz nie przekraczającym 110 KV,
- e) 30,0 m – dla linii o napięciu znamionowym powyżej 110 KV.

Żurawie samojezdne, koparki i inne urządzenia ruchome, które mogą zbliżyć się na niebezpieczną odległość do w/w napowietrznych lub kablowych linii elektroenergetycznych, powinny być wyposażone w sygnalizatory napięcia.

Rozdzielnice budowlane prądu elektrycznego znajdujące się na terenie budowy należy zabezpieczyć przed dostępem osób nieupoważnionych.

Rozdzielnice powinny być usytuowane w odległości nie większej niż 50,0 m od odbiorników energii.

Przewody elektryczne zasilające urządzenia mechaniczne powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi, a ich połączenia z urządzeniami mechanicznymi wykonane w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracy osób obsługujących takie urządzenia.

Okresowe kontrole stanu stacjonarnych urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa powinny być przeprowadzane, co najmniej jeden raz w miesiącu, natomiast kontrola stanu i oporności izolacji tych urządzeń, co najmniej dwa razy w roku, a ponadto:

- a) przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych,
- b) przed uruchomieniem urządzenia, jeżeli urządzenie było nieczynne przez ponad miesiąc,
- c) przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu.

W przypadkach zastosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych w w/w instalacjach, należy sprawdzać ich działanie każdorazowo przed przystąpieniem do pracy.

Dokonywane naprawy i przeglądy urządzeń elektrycznych powinny być odnotowywane w książce konserwacji urządzeń.

Należy zapewnić dostateczną ilość wody zdatnej do picia pracownikom zatrudnionym na budowie oraz do celów higieniczno - sanitarnych, gospodarczych i przeciwpożarowych.

Ilość wody do celów higienicznych przypadająca dziennie na każdego pracownika jednocześnie zatrudnionego nie może być mniejsza niż:

- a) 120 l – przy pracach w kontakcie z substancjami szkodliwymi, trującymi lub zakaźnymi albo powodującymi silne zabrudzenie pyłami, w tym 20 l w przypadku korzystania z natrysków,
- b) 90 l - przy pracach brudzących, wykonywanych w wysokich temperaturach lub wymagających zapewnienia należytej higieny procesów technologicznych, w tym 60 l w przypadku korzystania z natrysków,
- c) 30 l – przy pracach nie wymienionych w pkt. „a” i „b”.

Niezależnie od ilości wody określonej w pkt. „a”, „b”, „c” należy zapewnić, co najmniej 2,5 l na dobę na każdy metr kwadratowy powierzchni terenu poza budynkami, wymagającej polewania (tereny zielone, utwardzone ulice, place itp.)

Pracownikom zatrudnionym w warunkach szczególnie uciążliwych należy zapewnić:

- posiłki wydawane ze względów profilaktycznych,
- napoje, których rodzaj i temperatura powinny być dostosowane do warunków wykonywania pracy

Posiłki profilaktyczne należy zapewnić pracownikom wykonującym prace:

- związane z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 1500 kcal u mężczyzn i powyżej 1 000 kcal u kobiet, wykonywane na otwartej przestrzeni w okresie zimowym; za okres zimowy uważa się okres od dnia 1 listopada do dnia 31 marca.

Napoje należy zapewnić pracownikom zatrudnionym:

- przy pracach na otwartej przestrzeni przy temperaturze otoczenia poniżej 10°C lub powyżej 25 °C.

Pracownik może przyrządzać sobie posiłki we własnym zakresie z produktów otrzymanych od pracodawcy.

Pracownikom nie przysługuje ekwiwalent pieniężny za posiłki i napoje.

Na terenie budowy powinny być urządzone i wydzielone pomieszczenia higieniczno – sanitarne i socjalne – szatnie (na odzież roboczą i ochronną), umywalnie, jadalnie, suszarnie oraz ustępy.

Dopuszczalne jest korzystanie z istniejących na terenie budowy pomieszczeń i urządzeń higieniczno – sanitarnych inwestora, jeżeli przewiduje to zawarta umowa.

Zabrania się urządzania w jednym pomieszczeniu szatni i jadalni w przypadkach, gdy na terenie budowy, na której roboty budowlane wykonuje więcej niż 20 – pracujących.

W takim przypadku, szafki na odzież powinny być dwudzielne, zapewniające możliwość przechowywania oddzielnie odzieży roboczej i własnej.

W pomieszczeniach higieniczno – sanitarnych mogą być stosowane ławki, jako miejsca siedzące, jeżeli są one trwale przytwierdzone do podłoża.

Jadalnia powinna składać się z dwóch części:

- a) jadalni właściwej, gdzie powinno przypadać co najmniej 1,10 m² powierzchni na każdego z pracowników jednocześnie spożywających posiłek,
- b) pomieszczeń do przygotowywania, wydawania napojów oraz zmywania naczyń stołowych.

W przypadku usytuowania pomieszczeń higieniczno – sanitarnych w kontenerach dopuszcza się niższą wysokość tych pomieszczeń, tj. do 2,20 m.

6.2. Sprzęt zmechanizowany, pomocniczy i urządzenia

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] rozdział 7, a w szczególności:

- Dopuszcza się stosowanie urządzeń, maszyn i sprzętu które posiadają odpowiednie dokumenty dopuszczające je do użytkowania.
- Ruchome części mechanizmów zagrażające bezpieczeństwu powinny być zaopatrzone w osłony zapobiegające wypadkom.
- Na stanowiskach pracy przy sprzęcie zmechanizowanym powinny być wywieszone instrukcje bezpiecznej obsługi i konserwacji.
- Sprzęt zmechanizowany przed rozpoczęciem pracy powinien być sprawdzony pod względem sprawności technicznej i bezpieczeństwa.
- Zabranie się przeciążania sprzętu ponad obciążenie dopuszczalne.
- Użytkowanie i posługiwanie się narzędziami i urządzeniami powinno być zgodne z instrukcją producenta. Nie wolno używać narzędzi uszkodzonych oraz nie odpowiadającym normom i warunkom technicznym. Narzędzia takie należy niezwłocznie wycofać z użytku.

6.3. Roboty montażowe

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] rozdział 15, a w szczególności:

- Pracownicy pracujący na wysokości muszą być zabezpieczeni przed upadkiem poprzez używanie pasa bezpieczeństwa bądź szelek wraz z linką zamocowaną do stałego elementu konstrukcji.

- roboty montażowe konstrukcji stalowych mogą być wykonywane na podstawie projektu montażu oraz planu BIOZ, przez pracowników zapoznanych z instrukcją organizacji montażu oraz rodzajem używanych maszyn i innych urządzeń technicznych.
- Prowadzenie montażu jest zabronione przy wietrze powyżej 10m/s, przy złej widoczności o zmierzchu, we mgle i w porze nocnej jeżeli stanowiska pracy nie mają wymaganego oświetlenia.

6.4. Ochrona osobista pracowników

Należy przestrzegać zasad opisanych w [1] a w szczególności:

- Przed przystąpieniem do pracy pracownik musi być wyposażony odzież roboczą i ochronną zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.
- Pracownicy narażeni na urazy mechaniczne, porażenia prądem, upadki z wysokości, oparzenia, zatrucia, promieniowanie, wibrację oraz inne szkodliwe czynniki i zagrożenia związane z wykonywaną pracą powinni być zaopatrzeni w sprzęt ochrony osobistej.
- Sprzęt ochrony osobistej pracowników powinien posiadać atesty oraz instrukcje określające sposób jego użytkowania, konserwacji i przechowywania.

6.5. Pierwsza pomoc

Na budowie będzie urządzony punkt pierwszej pomocy wyposażony w apteczkę i w wykaz numerów telefonów alarmowych.

6.6. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, przeprowadza się jako:

- szkolenie wstępne,
- szkolenie okresowe.

Szkolenia te przeprowadzane są w oparciu o programy poszczególnych rodzajów szkolenia.

Szkolenia wstępne ogólne („instruktaż ogólny”) przechodzą wszyscy nowo zatrudniani pracownicy przed dopuszczeniem do wykonywania pracy.

Obejmuje ono zapoznanie pracowników z podstawowymi przepisami bhp zawartymi w Kodeksie pracy, w układach zbiorowych pracy i regulaminach pracy, zasadami bhp obowiązującymi w danym zakładzie pracy oraz zasadami udzielania pierwszej pomocy.

Szkolenie wstępne na stanowisku pracy („Instruktaż stanowiskowy”) powinien zapoznać pracowników z zagrożeniami występującymi na określonym stanowisku pracy, sposobami ochrony przed zagrożeniami, oraz metodami bezpiecznego wykonywania pracy na tym stanowisku.

Pracownicy przed przystąpieniem do pracy, powinni być zapoznani z ryzykiem zawodowym związanym z pracą na danym stanowisku pracy.

Fakt odbycia przez pracownika szkolenia wstępnego ogólnego, szkolenia wstępnego na stanowisku pracy oraz zapoznania z ryzykiem zawodowym, powinien być potwierdzony przez pracownika na piśmie oraz odnotowany w aktach osobowych pracownika.

Szkolenia wstępne podstawowe w zakresie bhp, powinny być przeprowadzone w okresie nie dłuższym niż 6 – miesięcy od rozpoczęcia pracy na określonym stanowisku pracy.

Szkolenia okresowe w zakresie bhp dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, powinny być przeprowadzane w formie instruktażu nie rzadziej niż raz na 3 – lata, a na stanowiskach pracy, na których występują szczególne zagrożenia dla zdrowia lub życia oraz zagrożenia wypadkowe – nie rzadziej niż raz w roku.

Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach operatorów żurawi, maszyn budowlanych i innych maszyn o napędzie silnikowym powinni posiadać wymagane kwalifikacje.

Powyższy wymóg nie dotyczy betoniarek z silnikami elektrycznymi jednofazowymi oraz silnikami trójfazowymi o mocy do 1 KW.

Na placu budowy powinny być udostępnione pracownikom do stałego korzystania, aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące:

- wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,
- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy.

W/w instrukcje powinny określać czynności do wykonywania przed rozpoczęciem danej pracy, zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania danej pracy, czynności do wykonywania po jej zakończeniu oraz zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników.

Nie wolno dopuścić pracownika do pracy, do której wykonywania nie posiada wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad BHP.

Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowiskach pracy sprawują odpowiednio kierownik budowy (kierownik robót) oraz mistrz budowlany, stosownie do zakresu obowiązków.

6.7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.

Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowiskach pracy sprawują odpowiednio kierownik budowy (kierownik robót) oraz mistrz budowlany, stosownie do zakresu obowiązków.

Nieprzestrzeganie przepisów bhp na placu budowy prowadzi do powstania bezpośrednich zagrożeń dla życia lub zdrowia pracowników.

- przyczyny organizacyjne powstania wypadków przy pracy:

a) niewłaściwa ogólna organizacja pracy

- 1) nieprawidłowy podział pracy lub rozplanowanie zadań,
- 2) niewłaściwe polecenia przełożonych,
- 3) brak nadzoru,
- 4) brak instrukcji posługiwania się czynnikami materialnym,
- 5) tolerowanie przez nadzór odstępstw od zasad bezpieczeństwa pracy,
- 6) brak lub niewłaściwe przeszkolenie w zakresie bezpieczeństwa pracy i ergonomii,
- 7) dopuszczenie do pracy człowieka z przeciwwskazaniami lub bez badań lekarskich;

b) niewłaściwa organizacja stanowiska pracy:

- 1) niewłaściwe usytuowanie urządzeń na stanowiskach pracy,
- 2) nieodpowiednie przejścia i dojścia,
- 3) brak środków ochrony indywidualnej lub niewłaściwy ich dobór

- przyczyny techniczne powstania wypadków przy pracy:

a) niewłaściwy stan czynnika materialnego:

- 1) wady konstrukcyjne czynnika materialnego będące źródłem zagrożenia,
- 2) niewłaściwa stateczność czynnika materialnego,
- 3) brak lub niewłaściwe urządzenia zabezpieczające,
- 4) brak środków ochrony zbiorowej lub niewłaściwy ich dobór,
- 5) brak lub niewłaściwa sygnalizacja zagrożeń,

- 6) niedostosowanie czynnika materialnego do transportu, konserwacji lub napraw;
- b) niewłaściwe wykonanie czynnika materialnego:
 - 1) zastosowanie materiałów zastępczych,
 - 2) niedotrzymanie wymaganych parametrów technicznych;
- c) wady materiałowe czynnika materialnego:
 - 1) ukryte wady materiałowe czynnika materialnego;
- d) niewłaściwa eksploatacja czynnika materialnego:
 - 1) nadmierna eksploatacja czynnika materialnego,
 - 2) niedostateczna konserwacja czynnika materialnego,
 - 3) niewłaściwe naprawy i remonty czynnika materialnego.

Osoba kierująca pracownikami jest obowiązana:

- organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- dbać o sprawność środków ochrony indywidualnej oraz ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem,
- organizować, przygotowywać i prowadzić prace, uwzględniając zabezpieczenie pracowników przed wypadkami przy pracy, chorobami zawodowymi i innymi chorobami związanymi z warunkami środowiska pracy,
- dbać o bezpieczny i higieniczny stan pomieszczeń pracy i wyposażenia technicznego, a także o sprawność środków ochrony zbiorowej i ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem,

Na podstawie:

- oceny ryzyka zawodowego występującego przy wykonywaniu robót na danym stanowisku pracy
- wykazu prac szczególnie niebezpiecznych,
- określenia podstawowych wymagań bhp przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych,
- wykazu prac wykonywanych przez co najmniej dwie osoby,
- wykazu prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej

Kierownik budowy powinien podjąć stosowne środki profilaktyczne mające na celu:

- zapewnić organizację pracy i stanowisk pracy w sposób zabezpieczający pracowników przed zagrożeniami wypadkowymi oraz oddziaływaniem czynników szkodliwych i uciążliwych,
- zapewnić likwidację zagrożeń dla zdrowia i życia pracowników głównie przez stosowanie technologii, materiałów i substancji nie powodujących takich zagrożeń.

W razie stwierdzenia bezpośredniego zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników osoba kierująca, pracownikami obowiązana jest do niezwłocznego wstrzymania prac i podjęcia działań w celu usunięcia tego zagrożenia.

Pracownicy zatrudnieni na budowie, powinni być wyposażeni w środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze, zgodnie z tabelą norm przydziału środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego opracowaną przez pracodawcę.

Środki ochrony indywidualnej w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników tych środków powinny zapewniać wystarczającą ochronę przed występującymi zagrożeniami (np. upadek z wysokości, uszkodzenie głowy, twarzy, wzroku, słuchu).

Kierownik budowy obowiązany jest informować pracowników o sposobach posługiwania się tymi środkami.

6.8. Uwagi końcowe

Oprócz uwag zawartych powyżej, wszelkie roboty należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych. Wszelkie wątpliwości odnośnie rozwiązań projektowych należy konsultować z Projektantem. Wszyscy pracownicy pracujący na budowie muszą posiadać aktualne badania lekarskie dopuszczające do danych robót.

7. Niebezpieczeństwa podczas eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych

Należy bezwzględnie przestrzegać przepisów i zasad zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 20 września 2001r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. 2001 r. Nr 118 poz. 1263).

8. Wydzielenie i oznakowanie miejsc prowadzenia robót budowlanych

- Umieszczenie w widocznym miejscu tablicy informacyjnej budowy
- Oznakowanie terenu budowy tablicami: „*Teren budowy. Niepowołanym wstęp wzbroniony*”
- W trakcie wykonywania wykopów otwartych zostanie wydzielona strefa niebezpieczna przez ustawienie poręczy drewnianych, rozwinięcie taśmy ostrzegawczej i umieszczenie tablic: „*Uwaga wykopy*”.
- W trakcie prowadzenia robót na wysokości zostanie wydzielona strefa niebezpieczna poprzez rozwinięcie taśm ostrzegawczych i umieszczenie tablic: „*Uwaga roboty na wysokości*”.
- Rozdzielnie prądu oraz inne urządzenia elektryczne będą posiadać tablice ostrzegawcze informujące o niebezpieczeństwie porażenia prądem.

9. Przechowywanie oraz przemieszczanie materiałów, wyrobów, substancji oraz preparatów niebezpiecznych

Materiały, wyroby, substancje oraz preparaty niebezpieczne muszą być przechowywane i transportowane ściśle wg wskazań producenta umieszczonych obowiązkowo na opakowaniu. Osoby mające do czynienia z materiałami niebezpiecznymi przed przystąpieniem do prac muszą zapoznać się z instrukcją producenta.

Możemy mieć do czynienia z następującymi materiałami niebezpiecznymi:

- środki (materiały) do wykonania izolacji przeciwwilgociowych malowanych,
- plastyfikatory do betonów i zapraw,
- impregnaty do drewna;

Wszystkie roboty budowlane powinny być prowadzone pod nadzorem osób do tego uprawnionych, z zachowaniem warunków zawartych w polskich przepisach i normach budowlanych oraz zgodnie ze sztuką budowlaną.

Opracował: mgr inż. Jerzy Toczyński

Radom, maj 2017 r.

ZAŁĄCZNIK NR 1

Wytyczne BHP przy obsłudze urządzeń elektrycznych

1. Do obsługi urządzeń mechanicznych o napędzie elektrycznym lub elektronarzędzi, mogą być dopuszczeni pracownicy o odpowiednich kwalifikacjach, przeszkoleni oraz zapoznani ze szczegółową instrukcją stanowiskową.
2. Przed przystąpieniem do obsługi urządzenia lub elektronarzędzia pracownik zobowiązany jest sprawdzić jego stan techniczny a to:
 - Czy przewody zasilające nie posiadają widocznych uszkodzeń
 - Czy stan osprzętu do sterowania i załączania nie budzi zastrzeżeń
 - Czy przewody zasilające są prawidłowo zadławione
 - Czy urządzenie lub elektronarzędzie posiada ciągłość przewodu zerowego lub uziemiającego
3. W pomieszczeniach lub terenie o szczególnym zagrożeniu porażeniem wolno używać elektronarzędzi o napięciu zasilania 24 V, lub innym nie przekraczającym 100 V z zastrzeżeniami, że są to urządzenia o II klasie izolacji (izolacja podwójnie wzmocniona).
4. Przechowywanie elektronarzędzi winno się odbywać w suchych pomieszczeniach.
5. Wszelkie zauważone niedomagania lub uszkodzenia włącznie z wymianą bezpieczników, może usuwać jedynie elektromonter o odpowiednich kwalifikacjach.
6. Elektronarzędzia powinny być sprawdzone pod względem stanu izolacji w okresach jedno miesięcznych oraz każdorazowo przy zdawaniu lub odbiorze przez wyznaczonych elektromonterów.
7. Obsługujący urządzenia przenośne lub elektronarzędzie zobowiązany jest stosować kolejność włączania i wyłączania ze źródła zasilania.
8. Obsługujący urządzenie lub elektronarzędzie zobowiązany jest zabezpieczyć w odpowiedni sposób przewody zasilające przed mechanicznym uszkodzeniem.
9. W przypadku odłączenia urządzenia ze źródła zasilania przez wyjęcie wtyczki z gniazda, przewód zasilający należy wraz z wtyczką zwinąć w krąg, celem zabezpieczenia przed przypadkowym włączeniem.
10. W przypadku podjęcia akcji ratowniczo –gaśniczej należy pamiętać, że:
 - W pierwszej kolejności należy przeprowadzić ratowanie zagrożonego życia ludzkiego,
 - Wyłączyć w miarę możliwości dopływ prądu elektrycznego do urządzeń i pomieszczeń objętych pożarem,
 - Do gaszenia instalacji urządzeń elektrycznych będących pod napięciem – stosować gaśnice śniegowe, proszkowe, halonowe, nigdy zaś gaśnic pianowych ani wody.

ZAŁĄCZNIK NR 2

Wytyczne BHP przy pracach na wysokości i na drabinach

1. Przy pracach na wysokości i na drabinach nie wolno zatrudniać pracowników uznanych przez lekarza za niezdolnych do wykonywania tych prac.
2. Stanowisko pracy na wysokości należy skutecznie zabezpieczyć pasem bezpieczeństwa i liną asekuracyjną.
3. Pracownik przystępujący do pracy na wysokości winien posiadać pełną sprawność fizyczną i psychiczną.
4. Wszelkie materiały na stanowiskach na wysokości należy w sposób pewny zabezpieczyć przed ich upadkiem.
5. Narzędzia pracownik winien przechowywać w specjalnych torbach roboczych lub skrzynkach.
6. Nie wolno pozostawiać na czas przerw w pracy luźno ułożonych materiałów i narzędzi.
7. Nie wolno organizować w jednym pionie więcej niż jedno stanowisko pracy.
8. Przed przystąpieniem do robót na wysokości należy sprawdzić całą powierzchnię stanowiska pracy, celem usunięcia ewentualnych nieprawidłowości lub zagrożeń.

9. Liny asekuracyjne należy mocować na stałej konstrukcji budynku lub w specjalnie w tym celu zamontowanych elementów.
10. Transport materiałów na stanowiska pracy na wysokości nie może ograniczać ruchów pracownika lub kolidować z urządzeniami zabezpieczającymi go przed upadkiem.
11. Przejścia i dojścia do stanowisk pracy winny być zabezpieczone oporęczaniem i krawężnikami.
12. Pracownik wykonujący pracę bezpośrednio na niezabezpieczonej krawędzi, winien być ubezpieczony przez innego pracownika.
13. Nie wolno wykonywać pracy na wysokości podczas opadów atmosferycznych, mgły i wiatru przekraczającego 10 m. / sek.
14. Teren położony pod stanowiskiem pracy na wysokości winien być zabezpieczony przed dostępem innych osób za pomocą wyгородzenia strefy niebezpiecznej i oznaczony tablicami ostrzegawczymi.
15. Nie wolno z wysokości zrzucać żadnych materiałów lub narzędzi.
16. Nie wolno podejmować samowolnie prac na wysokości bez polecenia przełożonych i określenia warunków bezpiecznego ich wykonania.
17. W razie stwierdzenia podczas pracy jakichkolwiek zmian od warunków określonych poleceniem, pracę należy przerwać i zgłosić mistrzowi.
18. Na budowie można używać tylko drabin handlowych lub wykonanych na miejscu po uznaniu ich przez mistrza jako sprawne technicznie.
19. Drabiny przestawne należy ustawiać pod kątem 70 stopni, czyli $\frac{1}{4}$ długości drabiny od punktu oparcia.
20. Szczęble drabiny winny być rozstawione w odległości nie większych jak 30 cm z prawidłowym zamocowaniem do podłuznic.
21. Przed wejściem na drabinę należy sprawdzić czy podłuznice są zamocowane ściągami, szczęble pewnie zamocowane, a drabina nie posiada mechanicznych uszkodzeń.
22. Drabinę po ustawieniu należy zabezpieczyć przed poślizgiem.
23. Nie wolno opierać drabin o niesprawdzone elementy budowli.
24. Każda drabina powinna posiadać taką długość, aby wystawała min. 75 cm ponad krawędź poziomu wyjściowego.
25. Drabiny o długościach ponad 6 m i ustawione pod kątem mniejszym jak 70 stopni winny posiadać dwustronne bariery.
26. Nie wolno łączyć drabin handlowych pomostami i obciążać ich materiałami.
27. Podczas pracy na drabinie nie wolno wychylać się na boki, gdyż grozi to utratą stateczności i upadkiem drabiny.
28. Drabiny rozkładane malarskie winny posiadać ściągi zabezpieczające szerokość rozwarcia.
29. Wszelkie drabiny należy ustawiać jedynie na wyrównanym i utwardzonym terenie.
30. Drabiny ustawione przy rurach lub słupach należy wiązać linkami do tych elementów.
31. Nie wolno we własnym zakresie przerabiać drabin, celem przystosowania ich do ustawiania na schodach lub pochylniach.

ZAŁĄCZNIK NR 3

INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRZY PRACACH NA WYSOKOŚCI

I. Uwagi ogólne:

1. Przez prace na wysokości należy rozumieć wykonywanie czynności lub przebywanie i poruszanie się na pomostach, stropach, galeriach, urządzeniach, których poziom wzniesiony jest pod poziomem lub innym roboczym więcej niż:
 - 2,0 m, gdy praca wykonywana ma charakter robót budowlano – montażowych, remontowych lub rozbiórkowych,
 - 1,0 m, gdy praca o charakterze stałym lub tymczasowym odbywa się w zakładach lub bazach zaplecza budowlanego, albo przy obsłudze maszyn.
2. Prace na wysokości może wykonywać osoba, która przeszła specjalistyczne badania lekarskie z wynikiem pozytywnym.
3. Prace na wysokości powyżej 2 m. jako prace szczególnie niebezpieczne powinny być wykonywane według ustaleń podanych w protokole z uwzględnieniem szczególnych warunków bhp, stosowanych zabezpieczeń i podziałem obowiązków.
4. Prace na wysokości należy wykonywać pod bezpośrednim nadzorem osoby wyznaczonej przez kierownika budowy.
5. Prace na wysokości można rozpocząć po uprzednim przeprowadzeniu szczegółowego instruktażu stanowiskowego, zapoznaniu z projektem technicznym, projektem robót (plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia) oraz kartą analizy ryzyka.

II. Przed rozpoczęciem pracy

1. Prace na wysokości wykonywać z pomostów roboczych, rusztowań oraz podestów ruchomych wiszących, na których powinny być zainstalowane balustrady składające się z poręczy ochronnych umieszczonych na wysokości 1,1 m., krawężników o wys. 0,15 m. oraz poprzeczek umieszczonych w połowie wysokości balustrady.
2. Prace na wysokości powinny być organizowane i wykonywane w sposób nie zmuszający pracownika do wychylania się poza obręb balustrady lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.
3. Jeżeli ze względu na rodzaj i warunki wykonywania pracy zastosowanie balustrad jest niemożliwe należy stosować inne skuteczne środki zabezpieczające przed upadkiem z wysokości np. szelki bezpieczeństwa z aparatem samohamownym i urządzeniem kotwiącym.
4. Przy pracach wykonywanych na rusztowaniach należy w szczególności:
 - Zapewnić stabilność rusztowań, odpowiednią ich wytrzymałość na przewidywane obciążenia,
 - Zapewnić odpowiednią komunikację pionową i dojścia do stanowisk pracy,
 - Dokonać odbioru technicznego,
 - Zapewnić bezpieczeństwo przy komunikacji pionowej i dojściach do stanowisk pracy.

III. Czynności w czasie pracy:

1. Pomost roboczy powinien spełniać następujące wymagania;
 - Powierzchnia powinna być wystarczająca dla pomieszczenia pracowników, narzędzi i materiałów,
 - W sposób widoczny oznaczone dopuszczalne obciążenia,
 - Podłoga pomostu powinna być pozioma, nie śliska, równa oraz trwale umocowana.
2. Przy pracach na słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych, kominach, konstrukcjach budowlanych bez stropów, a także przy usuwaniu lub rozbiórce rusztowań oraz przy pracach na drabinach na wysokości powyżej 2,0 m. nad poziomem terenu lub podłogi należy:
 - Przed rozpoczęciem prac sprawdzić stan techniczny konstrukcji lub urządzeń, na których mają być wykonywane prace: ich stabilność, wytrzymałość na przewidywane obciążenie oraz zabezpieczenie przed nie przewidywaną zmianę położenia, a także stan techniczny

stałych elementów konstrukcji lub urządzeń mających służyć do mocowania linek bezpieczeństwa,

- Zapewnić stosowanie przez pracowników odpowiedniego do rodzaju wykonywanych prac sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości,
- Zapewnić stosowanie przez pracowników kasków ochronnych.

Wymagania te dotyczą również prac wykonywanych na galeriach, pomostach, podestach i innych podwyższeniach, jeżeli praca wymaga od pracownika wychylania się poza balustradę lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.

3. Zabezpieczyć teren wokół rusztowań przed upadkiem materiałów, narzędzi przy pomocy siatki ochronnej.
4. Wyznaczyć strefę niebezpieczną w obrębie rusztowania (1/10 wysokości rusztowania nie mniej niż 6,0 m.).
5. Zabrania się składowania materiałów, narzędzi na pomostach roboczych ponad dopuszczalne obciążenia oraz pozostawiania ich po zakończeniu pracy.
6. W razie stwierdzenia sytuacji awaryjnej np.: uszkodzenia pomostu, urządzeń zabezpieczających, złych warunków atmosferycznych (mgła, ograniczona widoczność, prędkość wiatru przekraczająca 10 m/s) pracę na wysokości należy przerwać, a pracowników wycofać w bezpieczne miejsce.
7. O przerwaniu pracy i jego powodach należy powiadomić kierownika budowy.

IV. Postępowanie w razie awarii lub miejscowego zagrożenia:

1. Przerwać pracę, wycofać pracowników z miejsca zagrożenia, zawiadomić kierownika budowy.
2. Miejsce awarii lub zagrożenia skutecznie ogrodzić, zabezpieczyć przed dostępem osób postronnych w widoczny w dzień i w nocy sposób.

Przystąpić do usuwania awarii pod nadzorem kompetentnych osób lub służb.

