

STADIUM OPRACOWANIA	PROJEKT WYKONAWCZY
INWESTYCJA	„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 48,72 kWp na dachu budynku Domu Studenckiego „Młodość” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie”
ADRES INWESTYCJI	Ul. Urzędnicza 68, 30-074 Kraków dz. ewid. nr 6/13
INWESTOR	Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
DATA OPRACOWANIA	Marzec 2024
BRANŻA	Elektryczna
RODZAJ ROBÓT	Instalacje elektryczne

PODMIOT ODPOWIEDZIALNY ZA PROJEKT		
<i>Marek Słowik F.H. MULTI-CHEM - FOTOWOLTAIKA</i>		
Dane projektanta	Uprawnienia	Podpis
Inż. Piotr Ptak	upr. bud. do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ogr. w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. MAP/0143/PWOE/06	

PROJEKTANT:

Inż. Piotr Ptak
ul. Pocztowa 5,
32-020 Wieliczka

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Niniejszym oświadczam, że projekt wykonawczy branży elektrycznej dla inwestycji:

Nazwa: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 48,72 kWp na dachu budynku Domu Studenckiego „Młodość” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

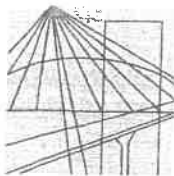
Lokalizacja: ul. Urzędnicza 68, 30-074 Kraków, dz. ewid. nr 6/13

Inwestor: Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej, jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć i po uzyskaniu stosownych pozwoleń może być skierowany do realizacji.

.....

(pieczęć i podpis)



MAP OIIB/KK/0054-0046/06

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1-5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r. Nr 207 poz. 2016 z późn. zm.*), § 3 ust. 1, § 12 ust. 1 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2005 r. Nr 96, poz. 817*), w związku z § 28 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan inż. Piotr Ptak

urodzony dnia 03.06.1970 r. w Wieliczce
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0143/PWOE/06

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych.**

UZASADNIENIE

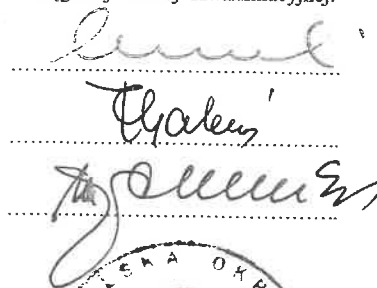
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Piotr Ptak posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

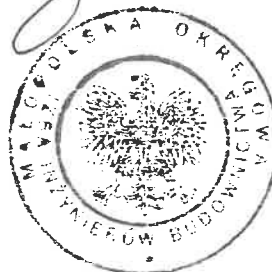
Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Marian Jamborski



Otrzymują:

1. Pan Piotr Ptak
ul. Pocztowa 5
32-020 Wieliczka
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń**

**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,*
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,*
- 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,*
- 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,*
- 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.*

II. Na mocy § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2005 r. Nr 96 poz. 817), niniejsze uprawnienia uprawniają do:

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania.



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-DYK-F2T-92Z *

Pan Piotr Ptak o numerze ewidencyjnym MAP/IE/2821/01
adres zamieszkania ul. Pocztowa 5, 32-020 Wieliczka
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-01-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-12-20 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



Spis zawartości:

- Strona tytułowa
- Oświadczenie Projektanta
- Uprawnienia Projektanta
- Izba Projektanta
- Spis zawartości
- Opis techniczny:
 - Podstawa opracowania
 - Przedmiot opracowania projektu
 - Założenia projektowe
 - Sposób wpięcia instalacji do sieci elektroenergetycznej
 - Lokalizacja i charakterystyka obiektu
 - Opis rozwiązań projektowych
 - Linie kablowe AC i DC
 - Instalacja uziemienia i połączeń wyrównawczych
 - Ochrona przeciwporażeniowa
 - Ochrona przeciwprzepięciowa
 - Ochrona przeciwpożarowa
 - Monitorowanie pracy instalacji
 - Zestawienie podstawowych materiałów
 - Symulacja rocznego uzysku energetycznego
 - Parametry techniczne projektowanych rozwiązań
 - Uwagi końcowe
- Załączniki:
 - Plan zagospodarowania terenu (E-01)
 - Schemat elektryczny projektowanej instalacji fotowoltaicznej (E-02)
 - Proponowana trasa kablowa AC (E-03)
 - Raport z symulacji rocznych uzysków energetycznych (zał. 1)

OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowią następujące materiały wyjściowe:

- zlecenie Inwestora,
- uzgodnienia z Inwestorem,
- inwentaryzacja stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonego wywiadu technicznego istniejącego obiektu,
- Ustawa - Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 z późniejszymi zmianami,
- Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii z dnia 20 lutego 2015 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002r. z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych (CPR) z późniejszymi zmianami,
- obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych,
- wytyczne branżowe.

2. Przedmiot opracowania projektu

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy **48,72 kWp** mającej na celu zasilenie budynku Domu Studenckiego „Młodość” w energię elektryczną wykorzystującą promieniowanie słoneczne. Celem projektu jest wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Domu Studenckiego „Młodość” zlokalizowanego przy ulicy Urzędniczej 68 w Krakowie, na działce nr 6/13.

Projektowane przedsięwzięcie służyć będzie produkcji energii elektrycznej z odnawialnego źródła na bieżące potrzeby własne obiektu, skutkujące obniżeniem kosztów związanych z opłatami za zakup energii elektrycznej, oraz uzyskaniem efektu ekologicznego w postaci redukcji emisji do atmosfery dwutlenku węgla oraz innych szkodliwych gazów. Nadmiar wyprodukowanej energii elektrycznej wprowadzony będzie do sieci elektroenergetycznej OSD celem jej wartościowego rozliczenia na zasadzie net-billingu zgodnie z nowelizacją Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii z dnia 29 października 2021r. z późniejszymi zmianami. Monitorowanie pracy instalacji fotowoltaicznej będzie realizowane za pośrednictwem oprogramowania wybranego producenta ze zdalnym dostępem.

Energia generowana przez instalację będzie prawie całkowicie konsumowana przez użytkownika. Obecne przepisy przyłączenia instalacji o mocy poniżej 50 kW do sieci OSD nie wymagają stosowania wewnętrznych układów pomiarowych, a także nie wymagają uzyskania pozwolenia na budowę oraz pozyskania warunków przyłączeniowych od Operatora Sieci Dystrybucyjnej.

Planowana mikroinstalacja fotowoltaiczna wykonana będzie na potrzeby budynku zamieszkania zbiorowego o kubaturze powyżej 1000 m³ dlatego też zaprojektowano rozwiązania zapewniające bezpieczeństwo pożarowe instalacji oraz obiektu, a także ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym.

3. Założenia projektowe

Projektuje się mikroinstalację on-grid tj. z podłączeniem do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej. Wytworzony przez moduły fotowoltaiczne stały prąd elektryczny zamieniony będzie przez inwerter na prąd przemienny o wymaganych parametrach, a kolejno wykorzystywany będzie do pracy urządzeń elektrycznych w instalacji odbiorczej licznikowej. Nadwyżka generowanego prądu wysyłana będzie do Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

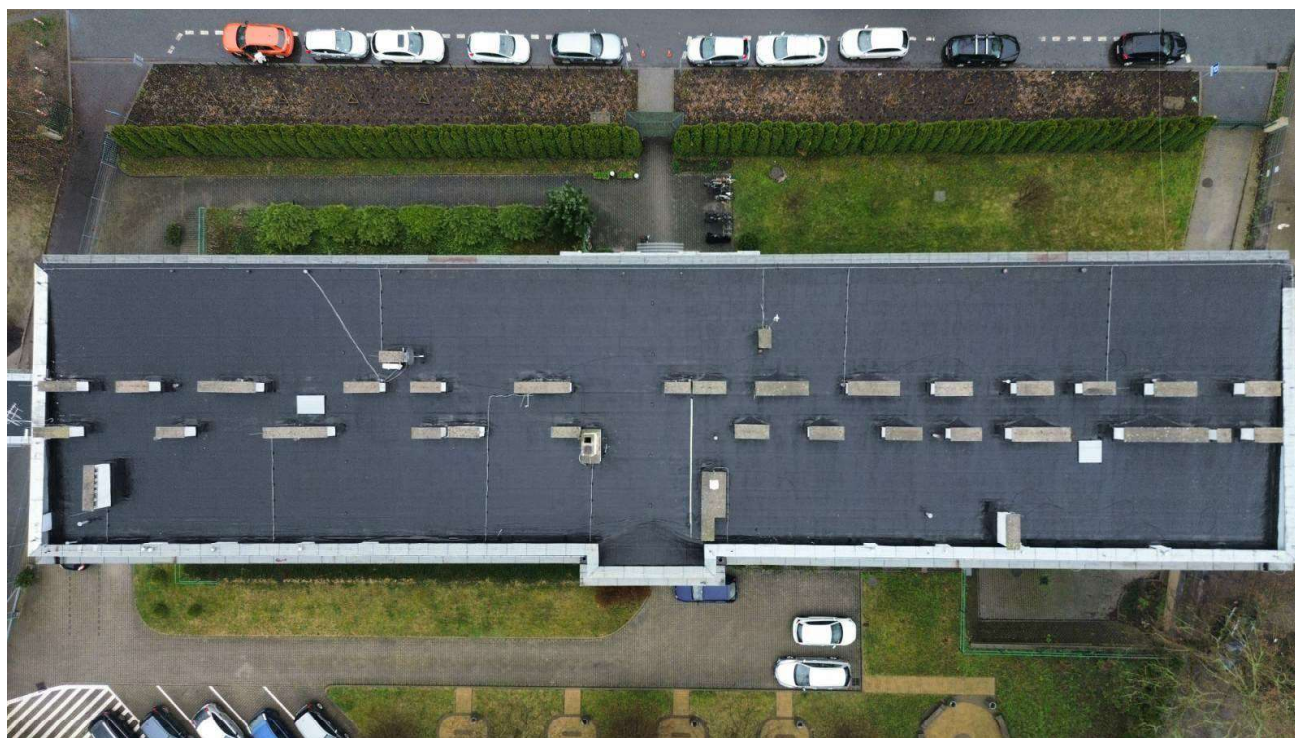
Przyjęto następujące założenia:

- zaprojektowanie dachowej mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej od 48,72 kWp,
- projektowana instalacja służyć będzie do produkcji energii elektrycznej, która zostanie wykorzystana bezpośrednio na potrzeby własne obiektu, skutkując obniżeniem opłat za energię, oraz uzyskaniem efektu ekologicznego w postaci redukcji emisji do atmosfery dwutlenku węgla oraz innych szkodliwych gazów,
- projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie wpięta do wewnętrznej instalacji elektrycznej licznikowej budynku Domu Studenckiego „Młodość” (bezpośrednio w rozdzielnicę głównej zlokalizowanej na parterze),
- przyłączenie projektowanej elektroenergetycznej instalacji fotowoltaicznej do sieci OSD nastąpi po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej na podstawie zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji sporządzonego przez wybranego Wykonawcę,
- projektowana mikroinstalacja wyposażona zostanie w układ umożliwiający wizualizację pracy, odczyty błędów oraz uzysków energetycznych dziennych, miesięcznych i rocznych, możliwość odczytów bieżącej produkcji, a także możliwość podglądu pracy poszczególnych modułów (bądź pary modułów),
- projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wpłynie na pogorszenie: bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektu, nośności i stateczności konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, izolacyjności cieplnej budynku.

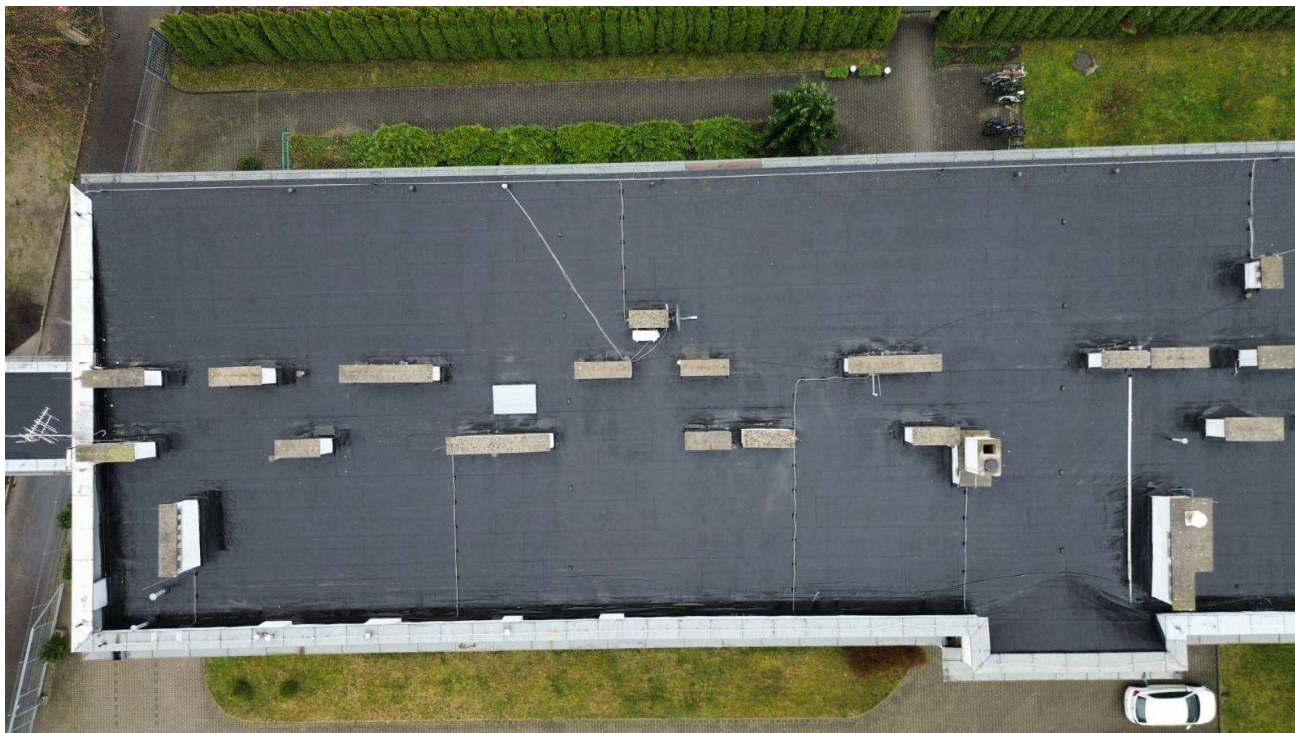
4. Lokalizacja i charakterystyka obiektu

Instalacja projektowana jest dla budynku Domu Studenckiego „Młodość” Uniwersytetu Rolniczego zlokalizowanego przy ul. Urzędniczej 68 na działce o numerze ewidencyjnym 6/13 w Krakowie. Moduły fotowoltaiczne, optymalizatory mocy oraz konstrukcja wsporcza wraz z częścią okablowania DC zostaną zlokalizowane na dachu budynku, natomiast falowniki z rozdzielnicami DC oraz AC zostaną zlokalizowane w pomieszczeniu technicznym wewnątrz budynku. Budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej, murowany, trzypiętrowy o wymiarach w rzucie 15 x 60 m. Dach płaski, konstrukcji betonowej o minimalnym spadku (ok. 3°) w kierunku zachodnim, pokryty papą.

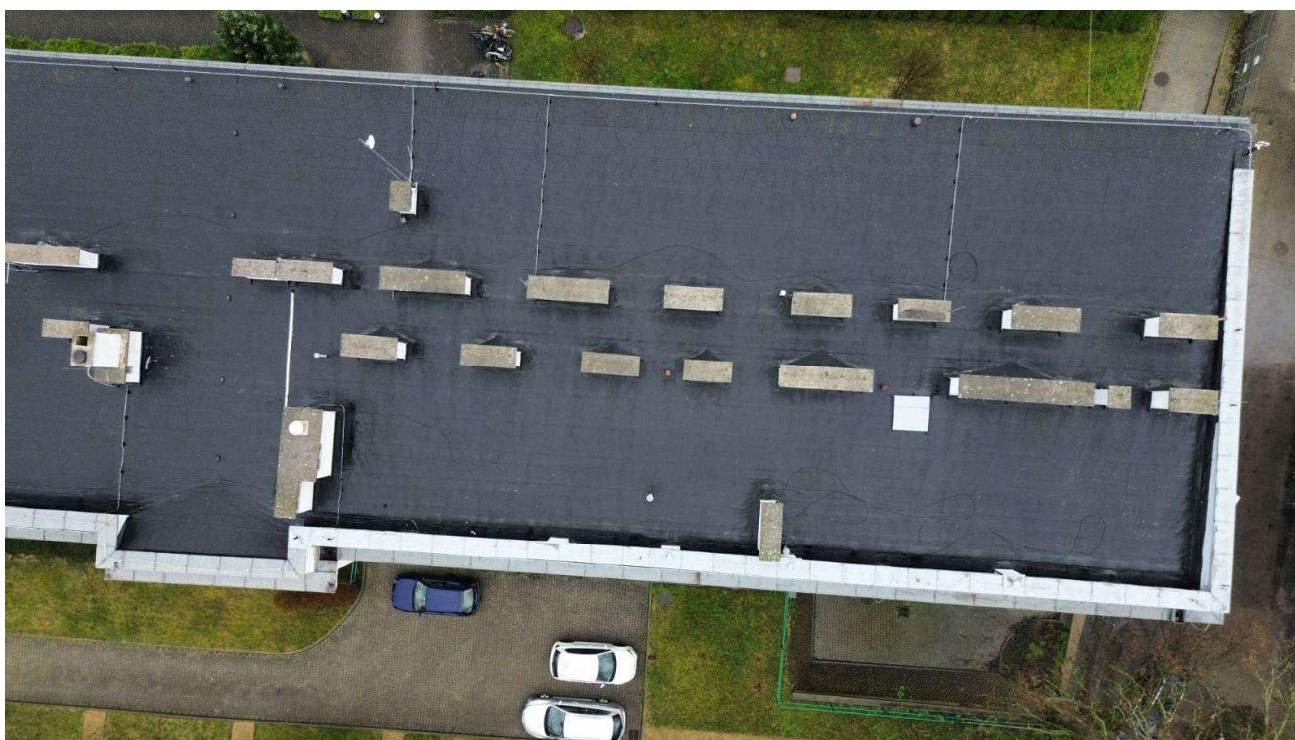
Pod montaż modułów fotowoltaicznych wybrano dach budynku, na konstrukcji balastowej na trójkątach podnoszącej moduły. Obszar przeznaczony pod montaż konstrukcji podnoszącej moduły wraz z planowanym ich rozmieszczeniem i trasą kablową DC został przedstawiony na planie zagospodarowania terenu (rys. E-01). Stan faktyczny połąci dachowej budynku pod wykorzystanie na montaż instalacji fotowoltaicznej został przedstawiony na fotografiach poniżej (rys. 1, 2, 3).



Rys. 1. Dach budynku Domu Studenckiego „Młodość” – całość.



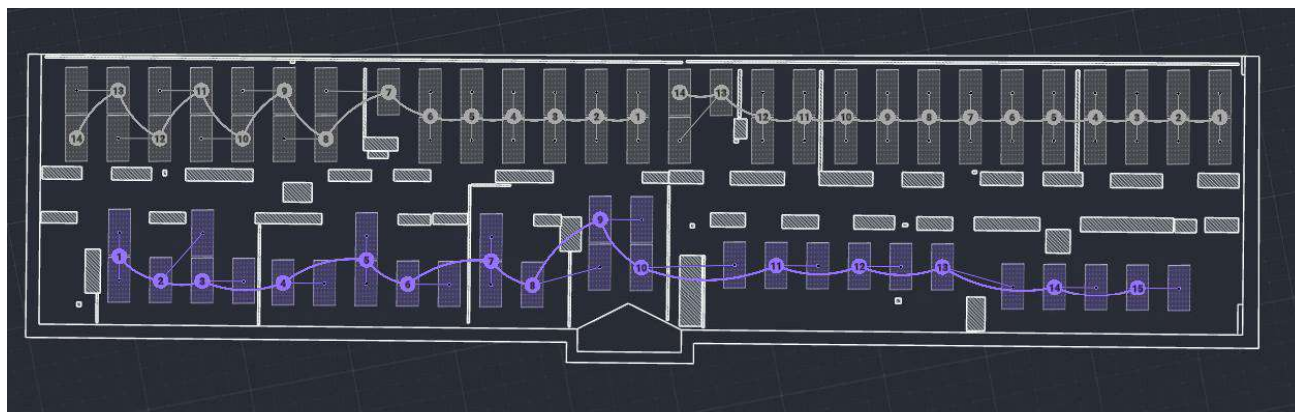
Rys. 2. Dach budynku Domu Studenckiego „Młodość” – strona północna.



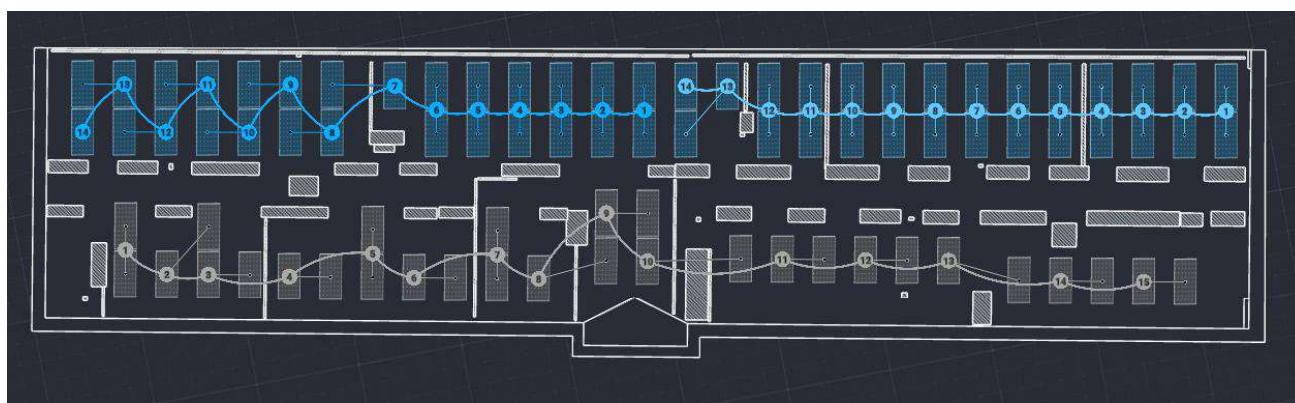
Rys. 3. Dach budynku Domu Studenckiego „Młodość” – strona południowa.

5. Opis rozwiązań projektowych

Projektuje się moduły fotowoltaiczne wykonane z ogniw w technologii N type o mocy min. 580 Wp każdy, które zostaną zamontowane na konstrukcji balastowej na trójkątach podnoszących pochylenie modułu względem dachu o 15° . Moduły skierowane będą w kierunku niemal idealnie południowym (azymut 190°) oraz ustawione pod kątem 15° do poziomu dachu. Takie ukierunkowanie modułów fotowoltaicznych zapewni największe wykorzystanie własnej energii produkowanej w okresie największego zużycie energii w budynku. Łączna moc projektowanej mikroinstalacji wyniesie 48,72 kWp. Moduły będą współpracowały z dwoma falownikami o mocy wyjściowej wynoszącej 25 kW. Sposób rozłożenia modułów, podział na falowniki oraz połączenia ich w łańcuchy wraz z optymalizatorami mocy pokazują poniższe rysunki (dla falownika nr 1 rys. 4, dla falownika nr 2 rys. 5):



Rys. 4. Wizualizacja rozmieszczenia modułów oraz połączenie z optymalizatorami dla falownika 1.

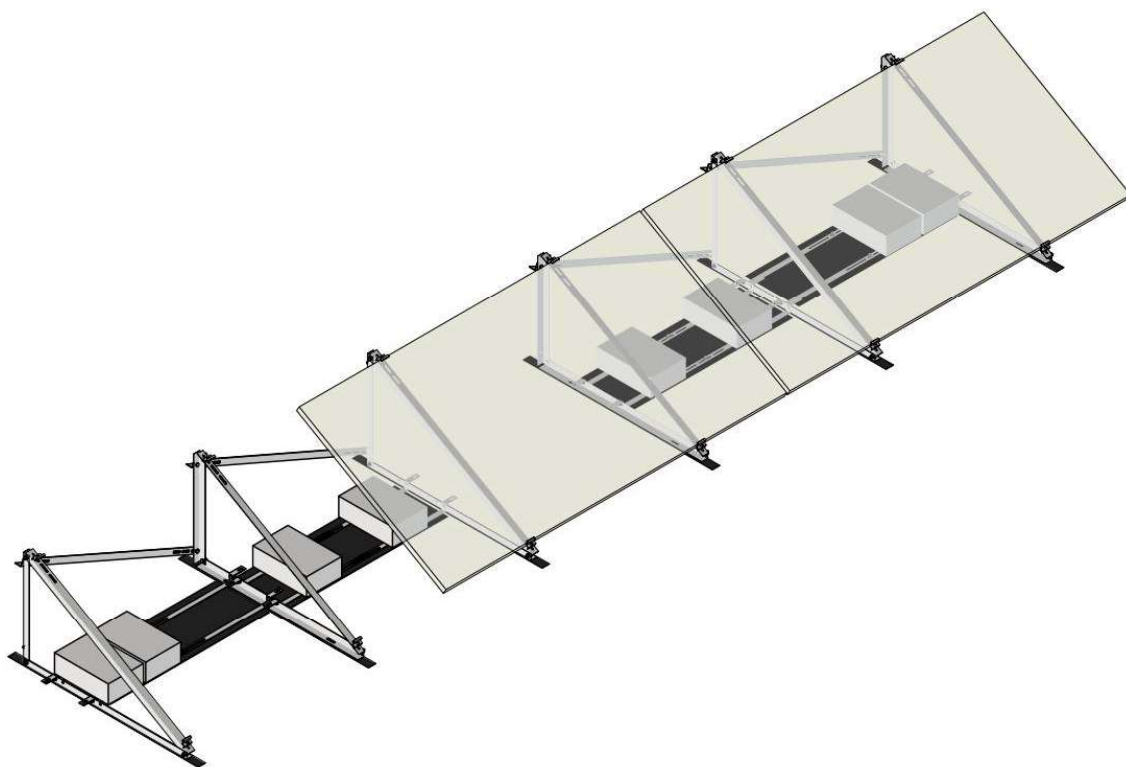


Rys. 5. Wizualizacja rozmieszczenia modułów oraz połączenie z optymalizatorami dla falownika 2.

Nadwyżki energii niewykorzystane w instalacji policznikowej wysyłane będą do operatora sieci poprzez licznik dwukierunkowy. Licznik dwukierunkowy zostanie wymieniony bądź odpowiednio zaprogramowany przez Zakład Energetyczny na podstawie zgłoszenia mikroinstalacji złożonej przez Wykonawcę po zamontowaniu projektowanej instalacji PV. Ze względu na usytuowanie modułów fotowoltaicznych na dachu budynku oraz montaż falowników wewnątrz budynku jako dodatkowe zabezpieczenie pod kątem ochrony przeciwpożarowej projektuje się zastosowanie optymalizatorów mocy montowanych pod modułami. Podział na łańcuchy i liczbę optymalizatorów w łańcuchu należy dobrać tak, aby umożliwić poprawę pracy systemu oraz zapewnić napięcie poniżej 25 V na każdy z łańcuchów po całkowitym wyłączeniu systemu. Ponadto zastosowanie optymalizatorów mocy pozwoli na zmaksymalizowanie uzysków energetycznych, ponieważ na dachu występuje duża ilość przeszkód (kominy wentylacyjne) generujących zacienienia. Zastosowanie aktywnej optymalizacji pozwoli działać modułom niezależnie, przez co cień padający na pojedyncze moduły nie będzie wpływał na pracę całego łańcucha.

Projektowany zakres obejmuje montaż fotowoltaicznej rozdzielniczy zmiennoprądowej RPV-AC oraz rozdzielniczy stałoprądowej RPV-DC. Schemat i wyposażenie rozdzielnic pokazano w dalszej części opracowania w części rysunkowej projektu (rys. E-02).

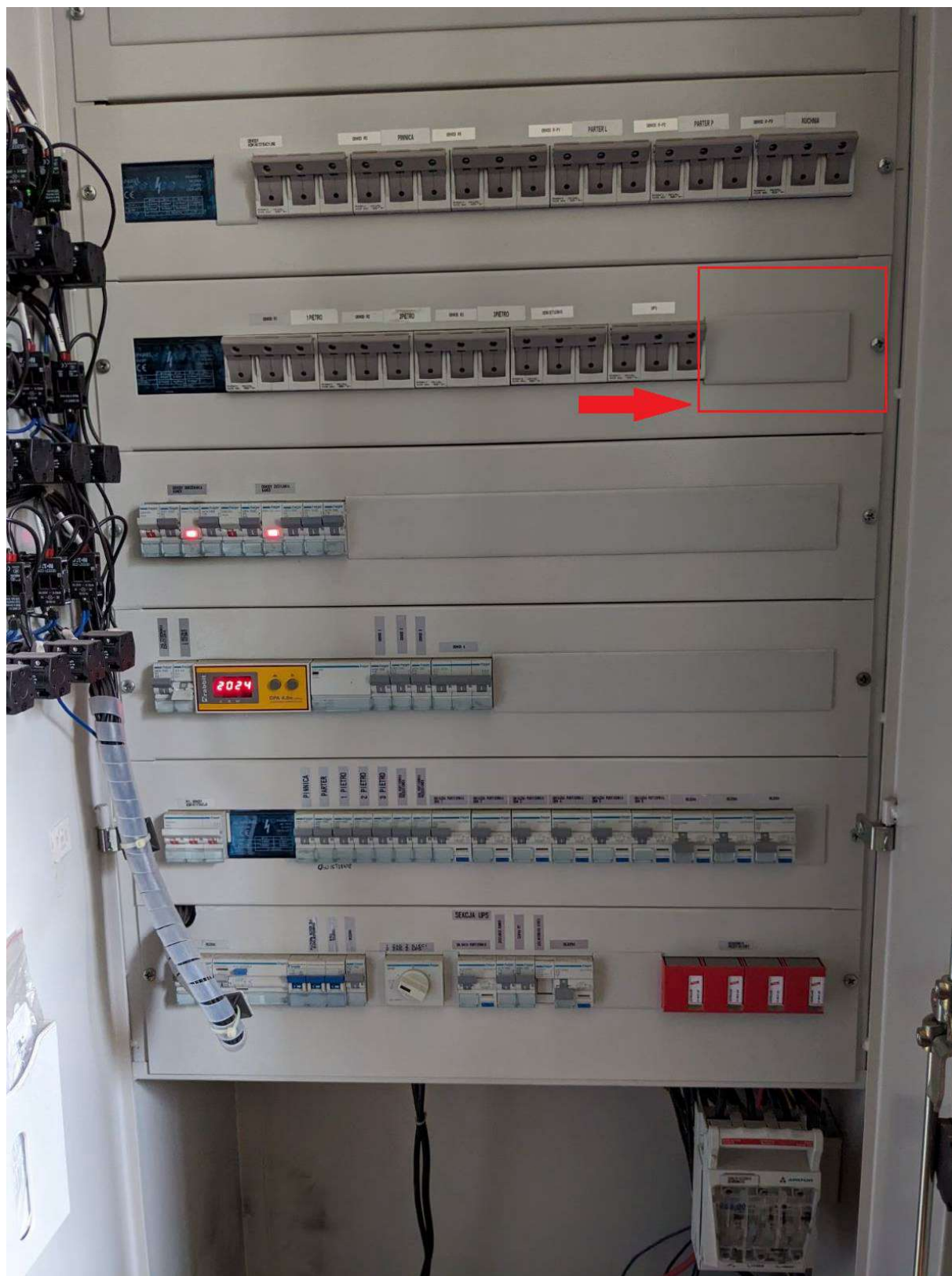
Projektowane moduły fotowoltaiczne należy połączyć ze sobą i zamontować na dedykowanej systemowej konstrukcji balastowej na trójkątach, montując po długim boku modułu. Balast w postaci np. bloczków betonowych należy umieścić zgodnie z zaleceniami wybranego producenta konstrukcji. Przykładowa konstrukcja balastowa na trójkątach do montażu modułów w poziomie (po długim boku) przedstawiona została na poniższej grafice (rys. 6).



Rys. 6. Konstrukcja balastowa na trójkątach.

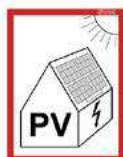
Ostatecznie sposób montażu konstrukcji oraz rozłożenie odpowiedniego obciążenia wykonać zgodnie z kartą montażową Producenta konstrukcji. Zaprojektowane moduły łączyć ze sobą szeregowo w łańcuchy w sposób przedstawiony na schemacie i rysunkach w pozostałej części opracowania. Moduły zamocować do uprzednio wykonanej konstrukcji za pomocą dedykowanych klem mocujących o odpowiedniej wysokości dobranej do ramki modułu fotowoltaicznego. Jeśli klemy producenta nie posiadają ząbków przebijających powłokę na ramie modułów pod klemy należy stosować podkładki uziemiające wykonane ze stali nierdzewnej A2.

Dla przedmiotowej instalacji PV projektuje się dwa inwertery fotowoltaiczne sieciowe o mocy wyjściowej 25 kW każdy. Inwertery należy zasilić z projektowanej rozdzielnicą RPV-AC. Wszystkie komponenty instalacji tj.: rozdzielnicę RPV-AC, RPV-DC oraz falownik należy zamontować na ścianie w pomieszczeniu technicznym (21) w piwnicy budynku. Obwód AC fotowoltaiki wpiąć do rozdzielnicę główną zlokalizowanej na parterze, po prawej stronie od wejścia głównego. Istniejącą rozdzielnicę główną należy wyposażyć w wolnym miejscu na szynie z odpływami na rozdzielnice piętrowe w wyłącznik nadprądowy trzypolowy o charakterystyce B i prądzie znamionowym 80 A (miejsce zaznaczone na rysunku 7) zgodnie ze schematem E-02.



Rys. 7. Miejsce wpięcia obwodu instalacji fotowoltaicznej.

Całość instalacji fotowoltaicznej oznakować zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712 (lub norma równoważną). Dokładne rozmieszczenie montowanych urządzeń fotowoltaiki uzgodnić na roboczo na budowie z Inspektorem Nadzoru oraz Użytkownikiem obiektu. Przykładowe oznakowanie wraz z miejscem umieszczenia naklejki podano poniżej:



Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, oraz jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu – to także w tym miejscu



Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnicy RAC pod wyłącznikiem nadprądowym



Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnicy RAC



Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik



UWAGA!
URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE
POD NAPIĘCIEM!

Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części



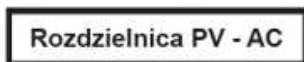
UWAGA!
URZĄDZENIE MOŻE BYĆ
POD NAPIĘCIEM NAWET
PO ROZŁĄCZENIU

Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnicy RDC

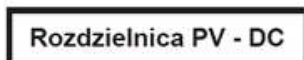


PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA

Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku



Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RAC zaraz nad drzwiczkami



Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnicy RDC zaraz nad drzwiczkami.

6. Linie kablowe AC i DC

Linia kablowa DC:

Dla połączenia falownika z modułami fotowoltaicznymi projektuje się doziemną linię DC wykonaną przewodem solarnym o przekroju 6 mm^2 typu H1Z2Z2-K. Przewody DC należy mocować pod modułami bezpośrednio do konstrukcji wsporczej modułów PV oraz ramek modułów fotowoltaicznych z pomocą uchwytów i opasek odpornych na działanie warunków zewnętrznych. Przewody pod modułami muszą być mocowane do konstrukcji w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie. W tym celu należy stosować uchwyty i klipsy zakładane na konstrukcję i ramki modułów. Przewody DC muszą być ułożone w taki sposób, aby nie występowała pętla indukcyjna, a pomiędzy łańcuchami i falownikiem prowadzone w trasach osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych przystosowanych do pracy w przestrzeniach otwartych, odpornych na promieniowanie UV. Optymalizatory mocy należy montować do konstrukcji, pod modułami fotowoltaicznymi. Sposób połączenia zgodnie z instrukcją oraz kartą danych technicznych producenta. Do budynku okablowanie DC należy sprowadzić w rurach osłonowych wykorzystując nieczynny komin spalinowy (rys. 8), którego zakończenie jest w dawnej kotłowni (pomieszczeniu technicznym), gdzie należy umieścić inwertery wraz z rozdzielnicami AC i DC. Otwory wejściowe do komina na dachu budynku oraz wyjściowe w pomieszczeniu dawnej kotłowni należy odpowiednio obrobić i zabezpieczyć, a przewody przymocować w sposób uniemożliwiający ich zerwanie pod własnym ciężarem. Dla wyrównania potencjałów należy połączyć grupy modułów za pomocą przewodu ochronnego LgY 16 mm^2 . Rezystancja uziemienia pola z konstrukcją balastową, ograniczników przepięć oraz falowników musi być mniejsza niż 10Ω .



Rys. 8. Nieczynny komin spalinowy do wykorzystania przy sprowadzeniu okablowania DC.

Dobór okablowania po stronie DC dla najgorszego przypadku (najdalszy łańcuch):

$$s_{min} [mm^2] = \frac{I \cdot l}{U \cdot k \cdot 0,01} = \frac{13,17 \cdot 110}{750 \cdot 50 \cdot 0,01} = 3,86$$

Dobrano przekrój 6 mm².

Linia kablowa AC:

Dla zasilania rozdzielnic zmiennoprądowej fotowoltaiki RPV-AC projektuje się budowę trasy kablowej przewodem N2XH-J 5x25mm². Przewód należy układać natynkowo w rurze ochronnej RL28 wewnątrz obiektu objętego opracowaniem. Rozdzielnice RPV-AC oraz RPV-DC umieścić w pomieszczeniu technicznym (21 – dawna kotłownia, rys. 9) na poziomie piwnicy. Z rozdzielnic RPV-AC wyprowadzić przy suficie w rurze ochronnej okablowanie AC (rys. 9) i w sposób najbardziej optymalny, uzgodniony z inwestorem doprowadzić do rozdzielnic głównej znajdującej się przy wejściu na parterze (przykład prowadzenia trasy AC zawiera rysunek E-03). Wpięcie obwodu AC fotowoltaiki należy wykonać policznikowo poprzez dołożenie zabezpieczenia B80A/3P na szynach głównej rozdzielnic budynku, tak jak pokazano to na schemacie elektrycznym (rys. E-02).



Rys. 9. Pomieszczenie techniczne (dawna kotłownia), w którym należy umieścić rozdzielnice i falowniki.

Dobór okablowania po stronie AC:

Moc wyjściowa: 50 kVA

Obliczeniowy prąd obciążenia I_B :

$$I_B [A] = \frac{S}{U_N} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 72,2$$

Dobrano zabezpieczenie o wartości: $I_N = 80 \text{ A}$.

Maksymalny długotrwały prąd dla wybranego przewodu: $I_Z = 85 \text{ A}$

Prąd zadziałania urządzenia: $I_2 = k \cdot I_N = 1,45 \cdot 80 = 116 \text{ A}$.

$$\begin{aligned} I_B &\leq I_N \leq I_Z \\ 72,2 \text{ A} &\leq 80 \text{ A} \leq 104 \text{ A} \\ I_2 &\leq 1,45 \cdot I_Z \\ 116 \text{ A} &\leq 123,3 \end{aligned}$$

Do połączeń inwerterów z rozdzielnicą RPV-AC należy zastosować przewód pięciodrutowy o min. przekroju żyły 10 mm^2 (N2XH-J 5x10mm²).

Dokładny przebieg trasy kablowej AC i DC uzgodnić bezpośrednio na budowie z Użytkownikiem obiektu oraz Inspektorem Nadzoru.

7. Instalacja uziemienia i połączeń wyrównawczych

Wszystkie moduły fotowoltaiczne zostaną objęte systemem połączeń wyrównawczych. Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie połączony z konstrukcją bazową modułu. Między konstrukcją, a ramą każdego panelu fotowoltaicznego należy umieścić podkładkę uziemiającą o ile stosowane klemy producenta nie przebijają powłoki na ramie modułu. Z racji braku możliwości uzyskania odstępów izolacyjnych od istniejącej instalacji odgromowej należy połączyć ją galwanicznie z konstrukcją instalacji fotowoltaicznej, w przypadku nie uzyskania wartości skutecznej uziemienia ochronnego wynoszącej poniżej 10Ω , należy wykonać osobne uziemienie w postaci uziomu poziomego bądź mieszane go poziomego i pionowego tak aby rezystancja uziemienia wynosiła nie więcej niż 10Ω . Na zakończeniu uziomu zamontować gruntowe złącze kontrolne. Uziom wykonać na zewnątrz obiektu w odległości nie mniejszej niż 1 m od zewnętrznej ściany budynku. Przy wykonywaniu uziomu zachować ostrożność aby nie uszkodzić istniejącej infrastruktury podziemnej. Całość należy sprowadzić do głównej szyny wyrównania potencjałów przy pomocy przewodów LgY 16 mm^2 . Do szyny przyłączyć także za pomocą LgY 16 mm^2 ograniczniki przepięć AC i DC oraz obudowę falownika.

8. Ochrona przeciwporażeniowa

Zgodnie z PN-IEC 60364-4-41 (lub normą równoważną) projektuje się następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.

Zgodnie z PN-HD 60364-7-712:2016 (lub normą równoważną):

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic AC i DC
- Ochrona dodatkowa – samoczynne szybkie wyłączenie w instalacji TN-C i TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC
- Ochrona przed dotykiem bezpośrednim poprzez zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych po stronie AC (ze względu na zastosowanie beztransformatorego falownika).

9. Ochrona przeciwprzepięciowa

Wykonać zgodnie z:

- PN-HD 60364-5-534:2016-04 (lub norma równoważna). Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-HD 60364-4-442:2012 (lub norma równoważna). Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.
- PN-HD 60364-4-443:2016 (lub norma równoważna). Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.
- PN-HD 60364-7-712:2016 (lub norma równoważna). Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wytyczne dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 62305-4:2011 (lub norma równoważna). Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach. Ochrona odgromowa.

Dla zabezpieczenia przed skutkami przepięć należy zastosować ograniczniki przepięć typu I+II dla ochrony instalacji po stronie DC oraz po stronie AC.

10. Ochrona przeciwpożarowa

Instalacja projektowana jest na budynku Domu Studenckiego „Młodość” traktowany jako budynek zamieszkania zbiorowego o kubaturze powyżej 1000 m³ dlatego też zaprojektowano rozwiązania zapewniające bezpieczeństwo pożarowe instalacji oraz obiektu, a także ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym.

Instalacja PV oparta będzie o system wykorzystujący optymalizatory mocy posiadające funkcję SafeDC gwarantującą automatyczne obniżenie wartości napięcia w optymalizatorach i w przewodach prądu stałego do 1 V na optymalizator w momencie wyłączenia falownika lub gdy utraci on zasilanie

prądem przemiennym. Automatyczne wyłączenie falownika może nastąpić po wykryciu zagrożenia lub nieprawidłowości w działaniu sieci czy samej instalacji.

Budynek posiada przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP). W przypadku zadziałania PWP nastąpi odłączenie instalacji fotowoltaicznej od wewnętrznej instalacji elektrycznej, w tym od sieci energetycznej. Zgodnie z obowiązującymi normami oraz NC RfG, po 5 sek. od momentu zaniku napięcia sieciowego falowniki fotowoltaiczne przestaną generować napięcie po stronie AC i przejdą w tryb stand-by.

Projektowany falownik wyposażony jest w rozłącznik prądu stałego DC. Połączenia DC zostaną wykonane za pomocą szybkozłazek wyłącznie tego samego typu i producenta. Trasy przewodów zostaną odpowiednio oznakowane: „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”. W pobliżu instalacji nie występują inne zagrożenia istotne z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej.

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych instalacja zostanie odpowiednio oznakowana naklejkami z wizerunkiem modułów na dachu, które umieszczone zostaną:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- w rozdzielni głównej budynku,
- przy złączu pomiarowym,
- przy głównym wyłączniku zasilania.

11. Monitorowanie pracy instalacji

Projektowana instalacja fotowoltaiczna (inwerter) musi posiadać zdalny dostęp poprzez sieć Ethernet. Dostęp musi być możliwy zarówno z urządzeń mobilnych jak i stacjonarnych Inwestora. Dostęp do portalu monitorowania instalacji PV musi być niepłatny i zabezpieczony dla osób nieupoważnionych. Wykonawca zobowiązany jest po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej do uruchomienia aplikacji monitorującej i zainstalowania jej na wybranych przez Inwestora urządzeniach. W przypadku występowania na obiekcie łącza do sieci Ethernet Inwestor udostępni go na potrzeby monitoringu instalacji PV. W przypadku braku łączności W-Fi w pomieszczeniu technicznym Wykonawca zobowiązuje się w ramach wykonywania instalacji fotowoltaicznej do położenia wraz z okablowaniem AC z rozdzielnicą głównej przewodu komunikacyjnego do podłączenia falowników do sieci Internet. System monitorowania musi posiadać wskazania dotyczące: produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej, uzysków energetycznych dziennych, miesięcznych i rocznych, rejestrację napięć AC i DC, a także możliwość podglądu pracy poszczególnych modułów (bądź pary modułów).

12. Zestawienie podstawowych materiałów

Lp.	Opis	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne o mocy min. 580 Wp	szt	84
2	Falownik PV o mocy 25 kW	szt	2
3	Konstrukcja balastowa dla instalacji 84 szt. modułów PV	kpl.	1
4	Rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej po stronie AC (RPV-AC)	szt	1
5	Rozdzielnica zbiorcza instalacji fotowoltaicznej po stronie DC (RPV-DC)	szt	1
6	Wyposażenie rozdzielnic głównej na potrzeby instalacji fotowoltaicznej	szt	1
7	Optymalizator mocy	szt	84
8	Okablowanie AC typu N2XH-J 5x25mm ²	m	50
9	Okablowanie AC typu N2XH-J 5x10mm ²	m	2
10	Okablowanie DC typu H1Z2Z2-K	kpl	1
11	Materiały pomocnicze: rury, korytka, złączki, uchwyty	kpl	1
12	System monitorowania instalacji PV	kpl	1

13. Symulacja rocznego uzysku energetycznego

Uwzględniając warunki atmosferyczne oraz miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, a także kąt ich nachylenia oraz ewentualne zacienienia, dokonano rocznej symulacji pracy projektowanej instalacji fotowoltaicznej w dedykowanym programie do projektowania instalacji fotowoltaicznych. Wyniki symulacji stanowi załącznik nr 1.

14. Parametry techniczne projektowanych rozwiązań

Moduły fotowoltaiczne:

Moc: 580 Wp

Technologia: N-type, bifacial

Sprawność: 22,45%

Wymiary: 2278 x 1134 x 30 [mm]

Waga: 28,5 kg

Falownik fotowoltaiczny:

Moc: 25 kW

Maksymalne napięcie wejściowe: 1000 V

Stopień ochrony: IP65

Sprawność europejska: 98%

Chłodzenie: aktywne

Obsługa optymalizatorów mocy

Optymalizatory mocy:

Znamionowa moc wejściowa: 1200 W

Stopień ochrony: IP68

Maksymalne dopuszczalne napięcie systemu: 1000 V

Dokładna specyfika wymaganych minimalnych parametrów technicznych komponentów określa Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót (STWiOR)

15. Uwagi końcowe

Całość robót wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami prawa budowlanego BHP i ppoż. oraz zasadami wiedzy technicznej. Przy wykonywaniu prac przestrzegać przepisów i zasad BHP obowiązujących w energetyce.

Wszystkie przywołane w treści dokumentacji (opis + rysunki) nazwy własne wyrobów i materiałów budowlanych oraz ich producentów, należ traktować jako przykładowe wskazanie standardu jakościowego i propozycję techniczną rozwiązania budowlanego. W realizacji zadania można stosować materiały zamienne o nie gorszych parametrach. Szczegóły techniczne wymaganych komponentów określono w Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót. Zmiany należy każdorazowo uzgodnić z projektantem i Inwestorem (Inspektorem Nadzoru).

Planowana inwestycja nie stwarza zagrożenia w zakresie ochrony środowiska. Inwestycja nie powoduje dodatkowych wymagań w zakresie obsługi komunikacyjnej, zaopatrzenia w media

i odprowadzania ścieków. W związku z powyższym planowana inwestycja nie będzie negatywnie oddziaływać na środowisko, otoczenie i zdrowie ludzi.

Całość przewidzianych prac oraz nadzoru powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia i doświadczenie. Prace powinny być wykonane na każdym etapie budowy zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi poszczególnych producentów instalowanych komponentów. O zamiarze przystąpienia do robót wykonawczych i o rozpoczęciu prac budowlanych należy powiadomić właściwe Urzędy Terenowe, jeżeli takowe jest wymagane, zgodnie z aktualnymi przepisami Prawa Budowlanego obowiązującego w Polsce.

Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać wymagane przepisami niezbędne pomiary i badania. Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Po wykonaniu mikroinstalacji fotowoltaicznej Wykonawca zobowiązany jest do zgłoszenia mikroinstalacji w imieniu Inwestora u Operatora Systemu Dystrybucyjnego

Po zakończeniu prac polegających na instalowaniu urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW, zgodnie z ustawą Prawo Budowlane Wykonawca powiadomi właściwego dla miejsca lokalizacji inwestycji komendanta powiatowego (miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej na podstawie przygotowanego kompletnego zawiadomienia.

Wykonawca przekaze Inwestorowi instrukcję obsługi instalacji fotowoltaicznej oraz przeszkoli wybraną przez Inwestora osobę z jej obsługi.

Wykonawca jest zobowiązany do zapoznania się z kompletną specyfikacją projektową obiektu i dokonaniem koordynacji montażowych niniejszych instalacji z innymi instalacjami. Przedmiar robót, specyfikacja, rysunki i część opisowa są dokumentacjami wzajemnie uzupełniającymi się. Wszystkie elementy ujęte w części opisowej, a nie pokazane na rysunkach oraz pokazane na rysunkach a nie ujęte w części opisowej winny być traktowane jakby były ujęte w obu. Przy wykonywaniu robót należy stosować materiały i wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie. Świadectwa dopuszczenia materiałów i wyrobów należy zachować do kontroli do odbioru końcowego robót. Montaż urządzeń i materiałów należy wykonywać zgodnie z wytycznymi producentów urządzeń i materiałów.

Załączniki:

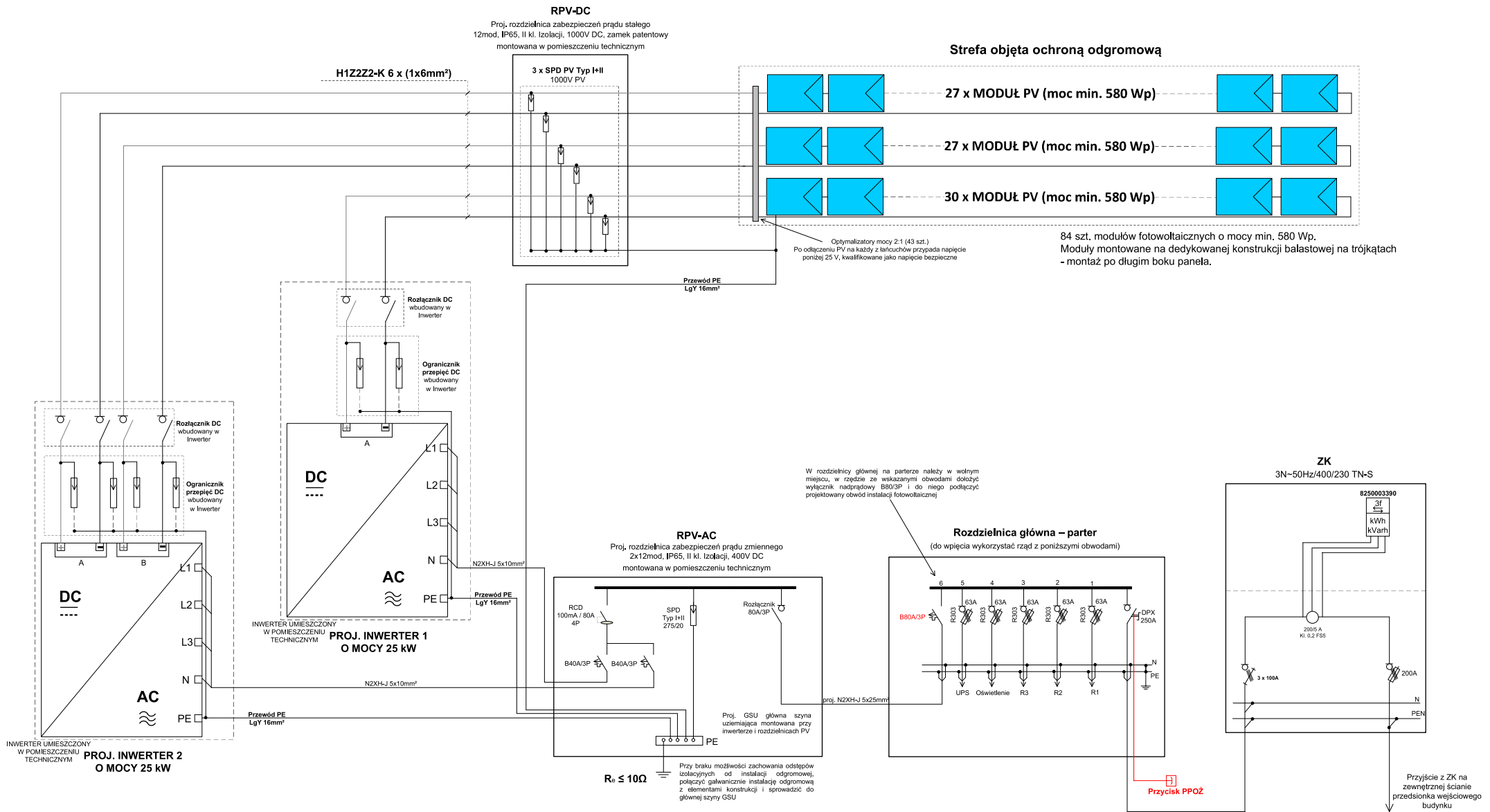
- E-01 – Plan zagospodarowania terenu.
- E-02 – Schemat elektryczny projektowanej instalacji fotowoltaicznej.
- E-03 – Proponowana trasa kablowa AC
- Zał. 1 – Raport z symulacji rocznych uzysków energetycznych.



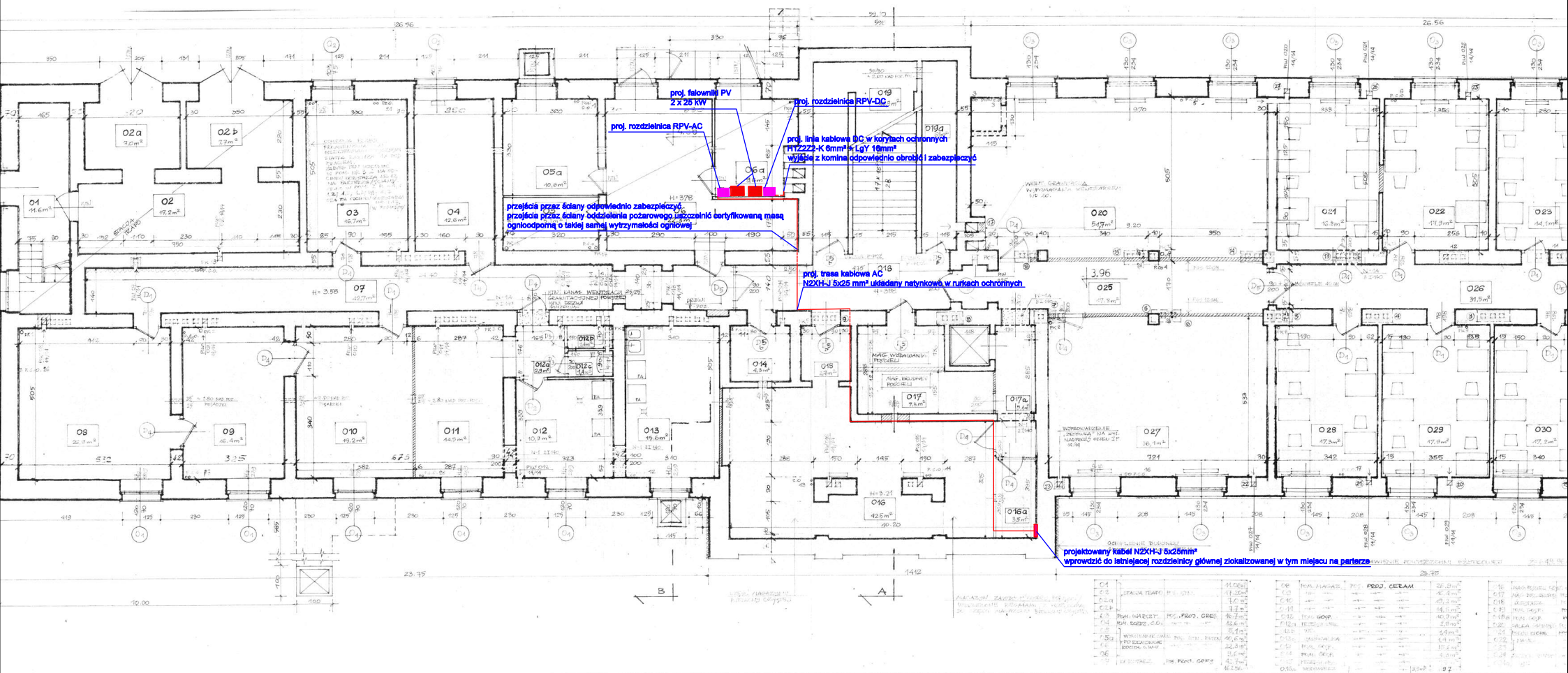
Proj. zejście trasy DC przez nieużywany komin spalinowy
Zejście odpowiednio obrobić i zabezpieczyć

proj. linia kablowa DC w korytach ochronnych
H1Z2Z2-K 6mm² + LgY 16mm²

Nazwa zadania	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 48,72 kWp na dachu budynku Domu Studenckiego "Młodość" Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie		
Inwestor	Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie		
Adres inwestycji	Dom Studencki "Młodość", ul. Urzędnicza 68, 30-074 Kraków		
Tytuł rysunku	Rys. E-01 – Plan zagospodarowania terenu		
Projektował	Upr. bud.	Data	Podpis
Inż. Piotr Ptak	MAP/0143/PW/OE/08	03.2024 r.	
Opracował	Upr. bud.	Data	Podpis



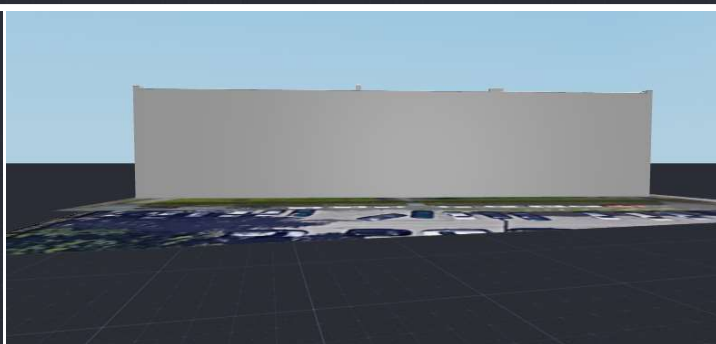
Nazwa zadania	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 48,72 kWp na dachu budynku Domu Studenckiego „Młodość” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie		
Inwestor	Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie		
Adres inwestycji	Dom Studencki „Młodość”, ul. Urzędnicza 68, 30-074 Kraków		
Tytuł rysunku	Rys. E-02 – Schemat elektryczny projektowanej instalacji fotowoltaicznej		
Projektował	Upr. bud.	Data	Podpis
Inż. Piotr Ptak	MAP/0143/PW/OE/06	03.2024 r.	
Opracował	Upr. bud.	Data	Podpis



Nazwa zadania	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 48,72 kWp na dachu budynku Domu Studenckiego "Młodość" Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie			
Inwestor	Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie			
Adres inwestycji	Dom Studencki "Młodość", ul. Urzędnicza 68, 30-074 Kraków			
Tytuł rysunku	Rys. E-03 – Proponowana trasa AC			
Projektował	Upr. bud.	Data	Podpis	
Inż. Piotr Ptak	MAP/0143/PWOE/06	03.2024 r.		
Opracował	Upr. bud.	Data	Podpis	

URZĘDNICZA 68, KRAKÓW

| 22 mar 2024



PODSUMOWANIE SYSTEMU



84 Moduły PV



2 Falowniki



43 Optymalizatory

PODSUMOWANIE SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

48,72 kWp



Maksymalna Osiągalna Moc AC

40,00 kW



Roczna Szacowana Produkcja Energii

44,20 MWh



Szacowana Redukcja Emisji CO2

* 31,29 t

** 30,28 t



Ekwiwalent Posadzonych Drzew

1437



Max Osiągalna Moc DC

47,49 kW



Przewymiarowanie DC/AC

95 %



Max Osiągalna Moc AC

50,00 kW



Wskaźnik Wydajności

78 %



Indeks Wydajności

907 kWh/kWp

* Wyliczenia szacowanej redukcji emisji CO2 zostały wyliczone w oparciu o opracowanie Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami za rok 2021 (wydanie 2022 rok) o wartości 708 kg/MWh.

** Zaktualizowano tę wartość według opracowania Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami za rok 2022 (wydanie grudzień 2023 rok) do wartości 685 kg/MWh.

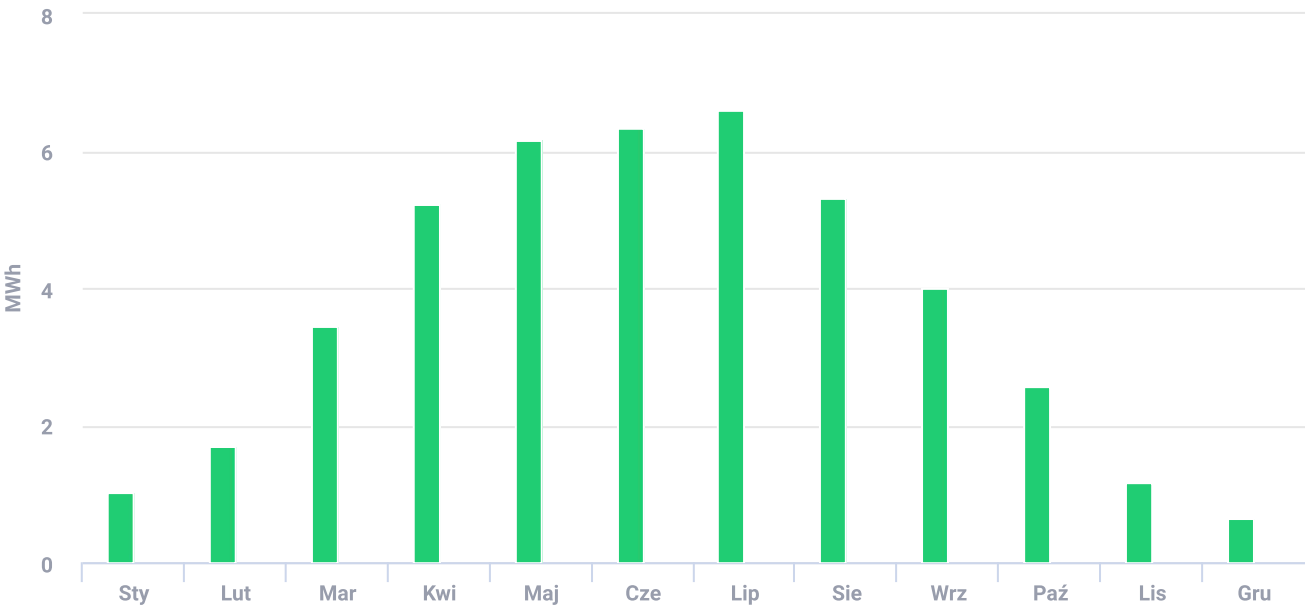
inż. Piotr Płak
upr. bud. nr ewid. 14AP/0143/PWOE/06
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

URZĘDNICZA 68, KRAKÓW

| 22 mar 2024

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE

Produkcja z PV Ucięta energia



Całkowita obciążona energia: 0%

DIAGRAM STRAT SYSTEMU

Całkowite poziome natężenia promieniow...

1,06 MWh/m²

Całkowite natężenie promieniowania na po...

+9,97%

Straty nasłonecznienia przez zacienienie

-8,43%

Straty związane z odbiciem światła

-2,51%

Energia po konwersji PV

50,60 MWh

Straty związane z natężeniem promieniow...

-1,75%

Straty temperaturowe

-0,5%

Straty elektryczne przez zacienienie

-7,84%

Współczynnik strat uzysków

-0,08%

Straty związane z optymalizatorem mocy

-0,78%

Straty związane z jakością modułów

+0,75%

Straty związane z opornością przewodów DC

-0,59%

Energia po uwzględnieniu strat DC

45,27 MWh

Straty związane ze sprawnością falownika

-2,37%

Energia możliwa do eksportu

44,20 MWh

URZĘDNICZA 68, KRAKÓW

| 22 mar 2024

PARAMETRY SYMULACJI



LOKALIZACJA I SIEĆ

Strefa czasowa	CET (Warsaw)
Stacja pogodowa	Kraków (8,67 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	235 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Albedo bifacial	0,30
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM)	0,05
Współczynnik strat cieplnych U _c (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat cieplnych U _c (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%