

PROGRAM FUNKCJONALNO – UŻYTKOWY

NAZWA ZAMÓWIENIA:

Budowa małej instalacji fotowoltaicznej o mocy 250 kW_p na terenie
boczniczy kolejowej Zaplecze Techniczne Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej

ADRES OBIEKTU:

Lawinowa 71 a, 92-010 Łódź

NAZWA I ADRES ZAMAWIAJĄCEGO:

Łódzka Kolej Aglomeracyjna sp. z o.o.
Al. Marsz. J. Piłsudskiego 12, 90-051 Łódź

KODY WG WSPÓLNEGO SŁOWNIKA ZAMÓWIEŃ – CPV:

09 331 200-0 Słoneczne moduły fotoelektryczne
09 331 000-8 Baterie słoneczne
09 332 000-5 Instalacje słoneczne
45 310 000-3 Roboty instalacyjne elektryczne
45 223 810-7 Konstrukcje gotowe
45 310 000-3 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
45 311 100-1 Roboty w zakresie okablowania elektrycznego
45 312 310-3 Ochrona odgromowa
45 315 100-9 Instalacyjne roboty elektrotechniczne
45 315 300-1 Instalacje zasilania elektrycznego
45 315 600-4 Instalacje niskiego napięcia
51 112 000-0 Usługi instalowania sprzętu sterowania i przesyłu energii elektrycznej
71 232 310-0 Usługi projektowania systemów zasilania energią elektryczną
71 320 000-7 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

TRYB REALIZACJI ZAMÓWIENIA:

Zaprojektuj i wybuduj

OPRACOWANIE:

mgr inż. Piotr Nowakowski
dr inż. Ryszard Wnuk

Warszawa
Lipiec 2021

Spis treści

I.	Część opisowa	4
1.	Opis ogólny przedmiotu zamówienia.....	4
1.1	Charakterystyka zamówienia.....	4
1.2	Opis instalacji fotowoltaicznej.....	5
1.3	Wpływ na środowisko naturalne.....	6
2.	Wykaz prac związanych z budową instalacji fotowoltaicznej.....	7
3.	Wymagania wobec Wykonawcy	8
4.	Wymagania zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia	8
4.1	Wymagania dotyczące dokumentacji.....	9
4.2	Przygotowanie terenu budowy, prowadzenie budowy	9
4.3	Wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej	11
4.4	Wymagania w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy	12
4.5	Wymagania stawiane urządzeniom i instalacji.....	12
4.5.1.	Wymagania materiałowe	12
4.5.2.	Wymagania ogólne dla systemu fotowoltaicznego	13
4.5.3.	Konstrukcje wsporcze.....	13
4.5.4.	Moduły fotowoltaiczne	13
4.5.5.	Inwertery (falowniki, przekształtniki) w instalacji fotowoltaicznej.....	15
4.5.6.	Okablowanie DC i AC.....	17
4.5.7.	Rozdzielnice DC/AC	18
4.5.8.	System komunikacji i wizualizacji.....	18
4.6	Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa, przepięciowa.....	19
4.7	Odbiory robót	20
4.8	Wymagania Zamawiającego dotyczące gwarancji i serwisowania od dnia podpisania protokołu odbioru końcowego robót budowlanych	20

5. Regulacje prawne dotyczące projektu, montażu oraz robót budowlanych odnoszące się do realizacji zamówienia „Budowa małej instalacji fotowoltaicznej o mocy 250 kW _p na terenie bocznicy kolejowej Zaplecze Techniczne Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej	22
II. Część informacyjna	28
6. Wniosek o określenie warunków przyłączenia	28
7. Analiza stanu aktualnego	28
7.1 Charakterystyka energetyczna obiektu	28
7.2 Uwarunkowania klimatyczne lokalizacji	31
8. Szacowane zyski energetyczne i efekt ekologiczny proponowanej instalacji PV	33
8.1 Przyjęte dane wejściowe do koncepcji systemu fotowoltaicznego	33
8.2 Metodyka obliczeń energetycznych	37
8.3 Analiza energetyczna	38

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. OPIS OGÓLNY PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1.1 Charakterystyka zamówienia

Przedmiot zamówienia obejmuje zaprojektowanie, zbudowanie i przeprowadzenie procedury podłączenia do sieci dystrybucyjnej instalacji fotowoltaicznych (PV) na wskazanym w niniejszym Programie Funkcjonalno – Użytkowym (PFU) obszarze na terenie bocznicy kolejowej Zaplecze Techniczne Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej (ŁKA) sp. z o.o., zlokalizowanej w Łodzi (92-010) przy ul. Lawinowej 71 a. Przedsięwzięcie realizowane będzie w systemie „zaprojektuj i zbuduj”. Przewiduje się realizację instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 250 kW_p.

Systemy fotowoltaiczne stanowią układy wytwarzające energię elektryczną, podłączone do sieci elektroenergetycznej, stanowiące tzw. systemy sieciowe. Wytworzona w generatorze fotowoltaicznym energia elektryczna będzie w pierwszej kolejności zużywana na potrzeby własne ŁKA zasilania obiektu hali utrzymaniowo-naprawczej pojazdów kolejowych oraz infrastruktury zlokalizowanej na terenie zewnętrznym (np. oświetlenie, urządzenia sterowania ruchem kolejowym), a jej nadmiar będzie wprowadzany do sieci elektroenergetycznej.

System fotowoltaiczny będzie przyłączony do sieci dystrybucyjnej PKP Energetyka S.A.. Obiekt posiada przyłącze energetyczne 15 kV od stacji transformatorowej ST4 Łódź Widzew, moc 200kW, a rozliczenie następuje wg taryfy B23 (moc w chwili obecnej 200 kW) oraz dodatkowo wg taryfy C21 (moc 50 kW).

1.2 Opis instalacji fotowoltaicznej

Wykonawca zrealizuje gruntową instalację fotowoltaiczną o mocy 250,24 kW_p na 4 obszarach, oznaczonych numerami 1, 2, 3, 4 wskazanych na Rysunku 1. Liczba modułów fotowoltaicznych wynosi 736 sztuk, przy zastosowaniu modułu o mocy jednostkowej 340 W_p.



Rysunek 1. Obszary 1-5 przeznaczone pod budowę instalacji fotowoltaicznej

Umieszczenie instalacji na każdym obszarze wskazano i opisano na rysunkach w części II informacyjnej niniejszego PFU. Poniżej w Tabeli 1 określono liczby modułów w poszczególnych sekcjach, wraz z mocami. Każda sekcja składa się z 4 rzędów modułów nad sobą umieszczonych. Pola modułów (paneli) mają szerokość (w rzucie pionowym) ok. 3,5 m, a wysokość od poziomu gruntu wynosi ok. 2,5 m.

Planowana jest prawdopodobna rozbudowa instalacji fotowoltaicznej o ok. 100 kW_p, a do tego celu rekomenduje się wykorzystanie obszaru 5 i części obszaru 4 zaznaczonych na Rysunku 1.

Tabela 1. Liczba modułów i ich szeregów wraz z mocami

Obszar	Liczba szeregów	Liczba modułów	Moc sekcji modułów w poszczególnych obszarach [kW _p]	Powierzchnia modułów [m ²]	Liczba inwerterów [sztuk]
1	2	204	69,36	344,2	1
2	1	212	72,08	357,7	1
3	1	132	44,88	222,7	1
4	1	188	63,92	317,2	1
Razem		736	250,24	1241,8	4

Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna powinna być oparta na technologii modułów monokrystalicznych. Instalacja działa w trybie on-grid z możliwością regulacji współczynnika mocy oraz mocy czynnej na wyjściu.

Moduły fotowoltaiczne, tworzące panele PV, powinny być zainstalowane zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w rozdziale 3.5.4 oraz w części II informacyjnej, dotyczącymi ich parametrów oraz usytuowania określonego poprzez odchylenie azymutalne i pochylenie względem poziomu, zapewniającymi maksymalne zyski energetyczne dla położenia i warunków meteorologicznych Łodzi.

Instalacja fotowoltaiczna powinna być zrealizowana zgodnie z aktualnymi wymaganiami technicznymi (uznanymi jako minimalne).

W ogólności proces inwestycyjny budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 250 kW_p, jako małej instalacji odnawialnego źródła energii, musi przebiegać w określonych krokach, z których najważniejsze są następujące:

- wykonanie projektu koncepcyjnego z doбором odpowiednich urządzeń;
- ustalenie warunków zabudowy;
- ustalenie Warunków Przyłączenia do OSD;
- opracowanie dokumentacji techniczno-projektowej;
- uzyskanie pozwolenia na budowę;
- zawiadomienie o rozpoczęciu robót budowlanych;
- budowa instalacji fotowoltaicznej;
- opracowanie dokumentacji techniczno-projektowej powykonawczej;
- przyłączenie instalacji do sieci elektroenergetycznej;
- zawarcie umów regulujących pobór i wprowadzenie energii do sieci;
- zawiadomienie o zakończeniu budowy;
- wpis do rejestru małych wytwórców;
- przeprowadzenie sprawdzeń i odbiorów zgodnie z zapisami kodeksów sieciowych, zgodnie z terminami wskazanymi przez OSD.

Potwierdzenie konieczności ustalenia warunków zabudowy należy uzyskać we właściwym urzędzie gminy (ze względu na różne orzecznictwo sądowe w zakresie interpretacji zapisów MPZP w zakresie infrastruktury technicznej terenu).

1.3 Wpływ na środowisko naturalne

Z rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2019 r. poz. 1839) wynika, iż planowana inwestycja nie wymaga sporządzania raportu oddziaływania na środowisko.

Przeprowadzenie prac w ramach planowanego przedsięwzięcia nie wpłynie negatywnie na środowisko.

2. WYKAZ PRAC ZWIĄZANYCH Z BUDOWĄ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Przedmiot zamówienia opisanego w PFU obejmuje kompleksowe prace projektowe oraz budowlane w zakresie budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy 250,24 kW_p, wraz z przyłączeniem do istniejącej sieci elektrycznej, jak następuje:

- 1) Uzyskanie warunków przyłączenia do PKP Energetyka S.A.,
- 2) Wykonanie projektów: budowlanego i wykonawczego wraz z wszelkimi uzgodnieniami i uzyskaniem pozwolenia na budowę przedmiotowej instalacji w branży:
 - a) elektrycznej,
 - b) konstrukcyjno - budowlanej.
- 3) Budowę instalacji fotowoltaicznej o mocy 250,24 kW_p obejmującą:
 - a) wykonanie konstrukcji wsporczych pod moduły fotowoltaiczne,
 - b) dostawę i montaż modułów fotowoltaicznych,
 - c) dostawę, montaż i konfigurację inwerterów fotowoltaicznych,
 - d) dostawę i montaż okablowania i zabezpieczeń,
 - e) dostawę, montaż i konfigurację systemu monitorowania.
- 4) Przygotowanie i uzgodnienie z PKP Energetyka S.A. instrukcji współpracy instalacji fotowoltaicznej z OSD, w tym zrealizowanie, zgodnie z otrzymanymi warunkami przyłączenia od PKP Energetyka S.A., Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej (EAZ) instalacji fotowoltaicznej.
- 5) Uruchomienie i przeprowadzenie rozruchu technologicznego kompletnej instalacji fotowoltaicznej wraz z przekazaniem jej do eksploatacji, w tym uzyskanie pełnej dokumentacji formalno-prawnej, wymaganej obowiązującymi przepisami, niezbędnej do jej uruchomienia oraz eksploatacji.
- 6) Wykonanie dokumentacji powykonawczej, w tym zdjęciowej oraz geodezyjnej w wersji elektronicznej oraz wykonanie projektu powykonawczego, w tym również w wersji elektronicznej i protokołu z uruchomienia instalacji wraz z wynikami pomiarów oraz

przeprowadzenie termowizyjnej inspekcji instalacji, zgodnie z zasadami badań termowizyjnych.

- 7) Przeprowadzenie szkolenia z obsługi instalacji fotowoltaicznej dla pracowników Zamawiającego. Sporządzenie instrukcji użytkowania instalacji w języku polskim w formie papierowej i elektronicznej.

Oferta Wykonawcy powinna uwzględniać wszystkie dostawy i usługi niezbędne do realizacji przedsięwzięcia. Wykonawca zrealizuje nie wymienione w niniejszym PFU prace, a konieczne do poprawnego funkcjonowania wszystkich instalacji.

3. WYMAGANIA WOBEC WYKONAWCY

- 1) Wykonawca jest odpowiedzialny za wykonanie przedmiotu zamówienia zgodnie z warunkami technicznymi i jakościowymi opisanymi w specyfikacji istotnych warunków zamówienia i programie funkcjonalno-użytkowym.
- 2) Wykonawca jest zobowiązany przedłożyć odpowiednie dokumenty opisujące parametry techniczne stosowanych wyrobów, wymagane prawem certyfikaty i inne dokumenty dopuszczające dane materiały (wyroby) do użytkowania. Przedłożone certyfikaty powinny być sporządzone przez akredytowane jednostki badawcze.
- 3) Ustalenia i decyzje dotyczące wykonania zamówienia uzgadnianie będą przez Wykonawcę z ustanowionym przez Zamawiającego Inspektorem Nadzoru inwestorskiego.
- 4) Wykonawca zobowiązany jest do odpowiedniego zabezpieczenia terenu budowy w okresie trwania realizacji kontraktu aż do zakończenia i odbioru ostatecznego robót.
- 5) W miejscach przylegających do dróg wewnętrznych ŁKA oraz torów kolejowych, Wykonawca czasowo ogrodzi lub wyraźnie oznakuje teren budowy, w sposób uzgodniony z Inspektorem Nadzoru inwestorskiego.
- 6) Wykonawca zobowiązany jest do prowadzenia robót zgodnie z umową, dokumentacją projektową, poleceniami Inspektora Nadzoru inwestorskiego oraz innymi ustaleniami z Zamawiającym.
- 7) Obowiązkiem Wykonawcy jest także dbanie o wysoką jakość i staranność wykonywania robót, dokładność montażu, a także o należyty efekt końcowy.

4. WYMAGANIA ZAMAWIAJĄCEGO W STOSUNKU DO PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

4.1 Wymagania dotyczące dokumentacji

W ramach wykonania przedmiotu zamówienia w zakresie opracowania dokumentacji projektowej Wykonawca sporządzi kompletne projekty: budowlany i wykonawczy, uwzględniające branżę elektryczną, konstrukcyjno-budowlaną oraz projekt zagospodarowania terenu. Projekty jw. zawierają:

- 1) Koncepcję proponowanych rozwiązań technologicznych zaakceptowanych przez Zamawiającego przed podjęciem dalszych prac.
- 2) Badania geologiczne gruntu na reprezentatywnym miejscu wyselekcjonowanego obszaru, o ile nie są aktualne lub nie zostały wykonane. Teren przeznaczony pod montaż instalacji to teren nieutwardzony gruntowy, położony między torami kolejowymi stacji Łódź Widzew i torami Zaplecza Technicznego.
- 3) Projekt budowlany obejmujący:
 - a) branżę elektryczną,
 - b) branżę konstrukcyjno-budowlaną,
 - c) plan zagospodarowania terenu.
- 4) Projekt wykonawczy branż jw. Przed rozpoczęciem realizacji zadania niezbędne jest uzyskanie od Inspektora Nadzoru zatwierdzenia wszelkich rozwiązań projektowych zawartych w projektach wykonawczych.
- 5) Harmonogram realizacji inwestycji wraz ze specyfikacją najważniejszych etapów budowy.
- 6) Specyfikację techniczną wykonania i odbioru robót.
- 7) Instrukcję ruchu i eksploatacji instalacji.
- 8) Dokumentację powykonawczą instalacji.
- 9) Operat powykonawczy wraz z inwentaryzacją geodezyjną oraz protokołami z pomiarów i sprawdzeń odbiorczych.

Każda z wyżej wymienionej dokumentacji powinna zostać sporządzona w formie pisemnej i elektronicznej.

Wykonawca zapewni nadzór autorski przez cały okres trwania realizowanej inwestycji.

Wykonawca podejmie wszelkie inne roboty budowlane towarzyszące, wymagane przy realizacji inwestycji.

4.2 Przygotowanie terenu budowy, prowadzenie budowy

W ogólności wszelkie roboty powinny być wykonywane zgodnie z:

- Dokumentacją projektową;

- Obowiązującymi przepisami w tym techniczno- budowlanymi, BHP i ppoż.;
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru poszczególnych rodzajów robót;
- Aktualnymi normami, zasadami wiedzy technicznej, instrukcjami producentów.

Realizowane przez Wykonawcę prace budowlane w ramach przedmiotowej inwestycji powinny zostać wykonane zgodnie z Polskimi Normami, aktualnymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej, a w szczególności:

- 1) Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tj. Dz.U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.);
- 2) Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych warunków bezpieczeństwa i higieny pracy (tj. Dz.U. z 2003 r. nr 169 poz. 1650 ze zm.);
- 3) Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2018 r. poz. 1286 ze zm.);
- 4) Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych oraz innych pracach związanych z wysiłkiem fizycznym (tj. Dz.U. z 2018 r. poz. 1139);
- 5) „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych”, wyd. Arkady, Warszawa 1990;
- 6) Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. nr 47 poz. 401);
- 7) Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (tj. Dz.U. z 2018 r. poz. 963).

Do zadań Wykonawcy należy przygotowanie, organizacja oraz późniejsze administrowanie placem budowy. Podczas wykonywania robót Wykonawca jest zobowiązany do należytego przygotowania placu budowy i takiej organizacji prac, aby nie zakłócać pracy obiektu i zapewnić jego funkcjonowanie jako Zaplecza Technicznego ŁKA.

Wykonawca ma obowiązek złożyć właściwym miejscowo organom administracyjnym wnioski o wydanie dziennika budowy oraz zawiadomienie o zamierzonym terminie rozpoczęcia budowy. Wykonawca ma obowiązek przechowywać na terenie budowy dziennik budowy oraz dokonywać do niego wpisów przez osoby uprawnione i zobowiązane prawem do dokonywania wpisów.

Wykonawca przez cały okres realizacji inwestycji jest odpowiedzialny za: sprzątnięcie, bieżący wywóz śmieci, odpadów oraz należyte przygotowanie placu budowy, obejmujące:

- 1) Zorganizowanie, w uzgodnieniu z Zamawiającym, placu budowy i jego zabezpieczenie oraz zaplecza budowy, w tym przygotowanie i rozmieszczenie tablic informacyjnych w okresie budowy.
- 2) Podłączenie, w uzgodnieniu z Zamawiającym, niezbędnych do realizacji budowy mediów (woda, energia elektryczna, węzły sanitarne).

Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu powinien być realizowany protokolarnie przy udziale Inspektora Nadzoru inwestorskiego zgodnie z art. 25. pkt 3. ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tj. Dz.U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.).

Pozostałe obowiązki:

- 1) Wykonawca ma obowiązek na bieżąco zgłaszać Inspektorowi Nadzoru inwestorskiego gotowość do odbioru robót zanikających i ulegających zakryciu,
- 2) Wykonawca ma obowiązek zatrudnić do realizacji inwestycji kierownika budowy oraz kierownika robót elektrycznych w branżach konstrukcyjno-budowlanej oraz elektrycznej.
- 3) Kierownik budowy winien przebywać na budowie lub być osiągalny na żądanie.

Polecenia Inspektora Nadzoru inwestorskiego lub innej osoby upoważnionej przez Zamawiającego do ich wydawania, będą wykonywane w czasie przez niego wyznaczonym, pod groźbą wstrzymania prac, przy czym konsekwencje finansowe opóźnień ponosi Wykonawca.

4.3 Wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej

Wykonawca będzie przestrzegał przepisów ochrony przeciwpożarowej. Wykonawca będzie utrzymywać na terenie placu budowy oraz w pomieszczeniach socjalnych i magazynowych sprawny sprzęt przeciwpożarowy wymagany na podstawie odpowiednich przepisów.

Materiały łatwopalne będą składowane w sposób zgodny z odpowiednimi przepisami i zabezpieczone przed dostępem osób trzecich. Wykonawca przestrzegać będzie przepisów ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 869) oraz Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. nr 109 poz. 719 ze zm.).

4.4 Wymagania w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy

Wykonawca ma obowiązek prowadzić prace zgodnie z aktualnymi przepisami w zakresie BHP. Przed przystąpieniem do robót budowlanych wykonawca ma obowiązek sporządzić plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ) i przedłożyć go do weryfikacji Zamawiającemu i Inspektorowi Nadzoru inwestorskiego. Realizacja prac powinna odbywać się zgodnie z przepisami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tj. Dz.U. z 2003 r. nr 169 poz. 1650 ze zm.), Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. nr 47 poz. 401).

Prace przy urządzeniach elektroenergetycznych powinny być prowadzone zgodnie z przepisami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1210).

4.5 Wymagania stawiane urządzeniom i instalacji

4.5.1. Wymagania materiałowe

Wszelkie materiały muszą mieć aktualne deklaracje zgodności, certyfikaty, atesty itp. dopuszczające do stosowania w budownictwie ze szczególnym uwzględnieniem wymagań w zakresie ochrony pożarowej. Zaleca się zainstalowanie modułów fotowoltaicznych pochodzących od rzetelnych producentów/dostawców ze względu na dobrą jakość produktu, dostępność, parametry, gwarancję, ubezpieczenie, serwis i sposób reklamacji.

Wszystkie zastosowane materiały muszą spełniać warunki ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1213) oraz być oznakowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. z 2016 r. poz. 1966 ze zm.).

Wykonawca zobowiązany jest do użycia materiałów przewidzianych w uzgodnionym projekcie, a w razie konieczności użycia materiałów równorzędnych uzgodni zmiany z Inspektorem Nadzoru. W każdym przypadku Wykonawca zobowiązany jest do dołożenia wszelkich starań, aby zastosowane materiały i urządzenia były jak najwyższej jakości, a określone przez ich producentów okresy gwarancyjne jak najdłuższe.

Niedopuszczalne jest stosowanie do robót montażowych - wyrobów i materiałów nieznanego pochodzenia.

4.5.2. Wymagania ogólne dla systemu fotowoltaicznego

Małe instalacje fotowoltaiczne muszą spełniać wymagania techniczne i eksploatacyjne określone w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 716 ze zm.).

Moduły fotowoltaiczne muszą posiadać gwarancję producenta na co najmniej 120 miesięcy, a inwertery na co najmniej 60 miesięcy.

System powinien posiadać odpowiednie zabezpieczenia przeciwprzepięciowe i odgromowe, o ile to wynika z projektu instalacji.

Urządzenia wchodzące w skład instalacji muszą:

- być fabrycznie nowe,
- posiadać instrukcję obsługi i użytkowania w języku polskim.

Wszystkie urządzenia, które zostaną zastosowane w projekcie będą posiadać ważne Certyfikaty, Potwierdzenia lub Deklaracje Zgodności z obowiązującymi normami.

Wymagany uzysk energetyczny netto z 1 kW_p systemu fotowoltaicznego powinien wynieść nie mniej niż 963 kWh/kW_p rocznie, z uwzględnieniem korekty klimatycznej.

4.5.3. Konstrukcje wsporcze

Konstrukcja wsporcza gruntowa (przewiduje się konstrukcję wolnostojącą wbijaną) pod instalacje słoneczne powinna zostać wykonana zgodnie z obowiązującymi standardami rynkowymi. Powinna być to konstrukcja dedykowana do systemów słonecznych. Elementy łączące aluminiowe profile konstrukcji wsporczej wykonane powinny być ze stali nierdzewnej. Konstrukcja montażowa powinna umożliwiać montaż modułów PV zgodnie z warunkami określonymi w niniejszym PFU.

4.5.4. Moduły fotowoltaiczne

W instalacjach fotowoltaicznych należy zastosować monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne o mocy zapewniającej realizację budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy co najmniej 250 kW_p.

Moduły fotowoltaiczne muszą posiadać certyfikat zgodności z normą PN-EN 61215:2017
 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

Moduły fotowoltaiczne powinny być trwałe, wydajne, odporne na obciążenia mechaniczne i odporne na korozję. Zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny zapewnić uzyski energetyczne w warunkach promieniowania bezpośredniego jak i rozproszonego.

Poniżej przedstawiono charakterystykę modułów fotowoltaicznych. Parametry jak niżej należy uznać jako minimalne, a uzysk energii z paneli fotowoltaicznych nie powinien być mniejszy niż 963 kWh/kW_p rocznie (określony w Części Informacyjnej PFU), z uwzględnieniem korekty klimatycznej.

Tabela 2. Parametry modułów fotowoltaicznych

Lp.	Parametr	Wartość, opis
1.	Typ ogniw	Krzemowe monokrystaliczne
2.	Sprawność modułu w warunkach STC	Większa niż 20%
3.	Współczynnik temperaturowy P _{max}	Nie mniejszy niż -0,36 %/°C
4.	Dopuszczalny prąd zwrotny (IRM)	Nie mniej niż 20 A
5.	Technologia przeciwdziałająca degradacji indukowanym napięciem (PID)	Tak
6.	Możliwość współpracy z falownikami beztransformatorowymi	Tak
7.	Tolerancja mocy	Od 0 do 3%
8.	Wytrzymałość na obciążenie statyczne	Minimum 5400 Pa
9.	Gwarancja liniowa na moc	Nie krótsza niż 25 lat
10.	Roczny, liniowy spadek mocy	Nie większy niż 0,8%/rok
11.	Gwarancja na wady ukryte	Nie mniej niż 10 lat
12.	Obramowanie	Aluminium/stop aluminium
13.	Szkło pokrycia	Hartowane min. 3 mm grubości

Moduły fotowoltaiczne muszą spełniać następujące wymagania i norm: IEC 61215-1:2016, IEC 61730-1:2016.

W koncepcji przewidziano zastosowanie modułów o mocy 340 kW_p każdy. Ich liczba w instalacji wynosi 736.

4.5.5. Inwertery (falowniki, przekształtniki) w instalacji fotowoltaicznej

Należy zastosować trójfazowe beztransformatorowe falowniki fotowoltaiczne stringowe. Wszystkie falowniki podłączane do sieci nn muszą być certyfikowane zgodnie z rozporządzeniem Komisji UE 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającym kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (Dz.U. UE. seria L z 2016 r. nr 112 poz. 1 ze zm.). Parametry jakościowe inwertera muszą spełniać wymagania zawarte w kodeksie sieci, dotyczące wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci - NC RfG.

W przypadku, gdy strona AC (DC) inwertera nie jest wyposażona w ograniczniki przepięć II lub I+II (zgodnie z wytycznymi CLC/TS 50539-12, należy w nie wyposażać skrzynki przyłączeniowe AC (DC).

Falowniki należy zainstalować pod konstrukcjami wsporczymi szeregów modułów instalacji gruntowej.

Falowniki mają mieć możliwość pracy ze zmiennym współczynnikiem mocy oraz zmienną mocą znamionową regulowaną na polecenie operatora/inwestora z poziomu systemu dyspozytorskiego. W Tabeli 3 przedstawiono minimalne parametry falowników fotowoltaicznych.

Tabela 3. Parametry falowników instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Parametr	Wartość, opis
1.	Typ	Beztransformatory
2.	Europejski współczynnik sprawności	Nie mniejszy niż 98%
3.	Klasa ochrony	IP65
4.	Liczba faz	3
5.	Współczynnik zawartości harmonicznych THD	Mniejszy niż 3%
6.	Zakres temperatury pracy	-25°C ÷ +60°C
7.	Transmisja danych	RS485 + Ethernet
8.	Gwarancja	Minimum 5 lat
9.	Sterowanie mocą i zmiana współczynnika mocy	Tak
10.	Spełnienie norm	• IEC 62109-1, • IEC 62109-2, • IEC 62116, • IEC 61727.

Wymagane zabezpieczenia są następujące:

- Zabezpieczenie przed pracą wyspową;
- Wbudowany rozłącznik DC;
- Detekcja izolacji;
- Zabezpieczenie nadprądowe AC;
- Ochronnik przeciwprzepięciowy DC i AC.

Przewidziano zainstalowanie falowników jak w Tabeli 4 poniżej.

Tabela 4. Zestawienie przewidzianych do zastosowania falowników

Lp.	Nr falownika	1	2	3	4
1.	Numer Sekcji	1	2	3	4
2.	Moc przemiennika [kW]	50	60	36	50
3.	Napięcie znamionowe zasilania [kV]	0,6			
4.	Napięcie wyjściowe [kV]	0,4			
5.	Prąd znamionowy wejściowy [A]	22			
6.	Prąd wyjściowy [A]	72,2			
7.	Częstotliwość [Hz]	50			
8.	Zdolność przeciążeniowa [%]	138,7	109,2	124,7	127,8
9.	Zakres regulacji napięcia [V]	220/380 - 230/400			
10.	Współczynnik zawartości harmonicznych THD [%]	< 3			

4.5.6. Okablowanie DC i AC

Kable powinny być dobrane zgodnie z Normą HD60364-7-712, przy zachowaniu standardów: EN 50396, HD22.2 test typ B; ISO 4892-2 (met. 1); HD 605/A1-2.4.20; EN 50268-2; EN 60332-1-2 lub równoważnych.

Instalacje fotowoltaiczne należy łączyć przeznaczonym do tego typu instalacji kablem solarnym oraz złączkami systemowymi kategorii MC4 lub równoważnymi. Kable solarne napowietrzne powinny cechować się podwyższoną odpornością na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne, odpornością na podwyższoną temperaturę pracy oraz odpornością na promieniowanie UV (kable naziemne).

Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV. Luźne odcinki przewodów należy przymocować do konstrukcji wsporczej instalacji przy pomocy opasek kablowych odpornych na promieniowanie UV. Złączki MC4 powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą. Przekrój kabli stałoprądowych powinien być dobrany według projektu z założeniem minimalizacji strat.

Okablowanie AC należy wykonać za pomocą kabli elektrycznych YKY lub równoważnych o przekroju dobranym tak, by spadek napięcia po stronie AC, po uwzględnieniu długości przewodów, nie przekroczył 1%. Okablowanie powinno być prowadzone w korytkach kablowych.

Opis okablowania, jego dobór i przebieg należy umieścić w projekcie instalacji fotowoltaicznej.

Minimalne wymagania dotyczące okablowania:

- II klasa ochrony,
- chroniące przed zwarciami,
- zakres temperatur pracy: od -40°C do 120°C,
- odporne na promieniowanie UV i działanie warunków atmosferycznych.

W związku z planowaną rozbudową instalacji fotowoltaicznej w przyszłości o ok. 100 kW_p, konieczne jest dobranie kabli o odpowiednio większym przekroju po stronie AC, które umożliwią podłączenie w późniejszym czasie dodatkowych przekształtników o mocy dobranej do całkowitej mocy modułów jak wyżej.

4.5.7. Rozdzielnice DC/AC

Rozdzielnice DC

Pomiędzy modułami fotowoltaicznymi należy zamontować rozdzielnicę DC wyposażoną we wkładki bezpiecznikowe DC o charakterystyce gPV montowane na podstawach bezpiecznikowych lub w rozłącznikach bezpiecznikowych oraz ograniczniki przepięć typu I lub I+II (zgodnie z wytycznymi CLC/TS 50539-12). Rozdzielnice powinny mieć dopuszczenie do stosowania w instalacjach stałoprądowych.

Dopuszcza się rezygnację z montażu rozdzielnic DC, w przypadku, gdy falownik jest wyposażony we wkładki bezpiecznikowe (lub liczba stringów połączonych równolegle za zewnątrz lub wewnątrz falownika jest mniejsza niż 2) oraz ograniczniki przepięć strony DC typu I lub I+II (zgodnie z wytycznymi CLC/TS 50539-12).

Na płycie czołowej każdej rozdzielnicy należy zamieścić trwałe oznaczenie odporne na warunki atmosferyczne, które umożliwi identyfikację rozdzielnicy zgodnie z dokumentacją projektową.

Wszystkie rozdzielnice należy wyposażać w zamki i zaopatrzyć w trwałe oznaczenie identyfikacyjne.

Rozdzielnice AC

Inwertery fotowoltaiczne należy połączyć z rozdzielnicami pośredniczącymi wykonanymi z obudowy termoutwardzalnej odpornej na promieniowanie UV oraz warunki atmosferyczne.

Rozdzielnice należy montować w miejscach osłoniętych od bezpośredniego działania promieniowania słonecznego np. pod konstrukcjami wsporczymi instalacji. Rozdzielnice należy wyposażać w rozłączniki bezpiecznikowe listwowe oraz ograniczniki przepięć typu II lub I+II (zgodnie z wytycznymi CLC/TS 50539-12).

Na elewacji każdej rozdzielnicy należy zamieścić trwałe oznaczenie odporne na warunki atmosferyczne, które umożliwi identyfikację rozdzielnicy zgodnie z dokumentacją projektową.

W każdej rozdzielnicy na drzwiach należy umieścić zalaminowany schemat ideowy instalacji.

Na płycie czołowej każdej rozdzielnicy zamieścić oznaczenie informujące o zasilaniu z instalacji fotowoltaicznej zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712.

Wszystkie rozdzielnice należy wyposażać w zamki.

4.5.8. System komunikacji i wizualizacji

Instalację fotowoltaiczną należy wyposażać w niezależny system monitorujący i zarządzający jej pracą.

System komunikacji i wizualizacji ma zapewnić:

- 1) Możliwość sterowania mocą czynną i współczynnikiem mocy.
- 2) Dostęp do pomiarów za pomocą przeglądarki internetowej oraz lokalnie.
- 3) Pełny zdalny i lokalny dostęp dla użytkownika (załączanie, wyłączanie, powiadomienie sms i e-mail o wystąpieniu awarii).
- 4) Rejestrację i archiwizację danych pomiarowych.
- 5) Możliwość edycji powyższych danych: minimalnych, średnich, maksymalnych, w interwałach odpowiednio 15-min., godzinowych, dobowych, miesięcznych oraz z dowolnie wybranego okresu.
- 6) Możliwość wizualizacji danych pomiarowych z poziomu przeglądarki oraz lokalnie.
- 7) Sygnalizację alarmów i błędów falowników.

Przewody komunikacyjne do falowników fotowoltaicznych należy układać w rurach osłonowych giętkich, odpornych na warunki atmosferyczne i UV z zapasem 50% umożliwiającym dołożenie kolejnych przewodów komunikacyjnych.

4.6 Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa, przepięciowa

Ochrona przeciwporażeniowa powinna zawierać rozwiązania techniczne, w tym połączenia wyrównawcze i ochronne zgodne z normą PN-HD 60364-7-712. Ochrona powinna uwzględniać postanowienia normy PN-HD 60364-4-41:2009. Instalacje elektryczne niskiego napięcia- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Po wykonaniu instalacji ochrona przeciwporażeniowa powinna podlegać sprawdzeniu z określeniem zastosowanych środków i sporządzeniem protokołu sprawdzenia zawierającym wyniki oględzin i prób.

Należy zapewnić kompleksową ochronę przed wyładowaniami atmosferycznymi i indukowanymi przepięciami. Wybór sposobu ochrony odgromowej i ochrony przed przepięciami należy uzależnić od przeprowadzonej analizy ryzyka z uwzględnieniem obecnie funkcjonujących rozwiązań ochrony odgromowej. Ochrona odgromowa powinna być zgodna z postanowieniami normy PN-EN 60305.

Ochrona przed przepięciami powinna obejmować ochronę poszczególnych elementów instalacji – tj. modułów, inwerterów, obwodów transmisji danych.

4.7 Odbiory robót

Miejsca wokół wykonanych instalacji i ich elementów przywrócić do stanu pierwotnego.

Po zakończeniu wszystkich prac budowlanych teren, który był objęty inwestycją należy oczyścić z pozostałości powykonawczych, w tym dokonać wywozu i zgodnej z przepisami prawa utylizacji wszystkich odpadów budowlanych.

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pomiarów i testów oraz przygotowania protokołów:

- 1) W zakresie sprawdzenia instalacji elektrycznych zgodnie z normami: PN-EN 60364-6:2008, PN-EN 60364-4-41, PN-EN 60364-7-712:2016.
- 2) W zakresie testów odbiorczych instalacji fotowoltaicznej zgodnie z normą PN-EN 62446-1.

Gotowość do odbioru robót, w tym również zanikających i ulegających zakryciu, Wykonawca zgłasza wpisem do Dziennika Budowy. Fakt gotowości przedmiotu zamówienia do odbioru końcowego winien być potwierdzony przez Inspektora Nadzoru Inwestorskiego.

Wykonanie każdego odbioru potwierdza się poprzez sporządzenie odpowiedniego do rodzaju odbioru protokołu odbioru.

Do odbioru końcowego Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć następujące dokumenty:

- Dokumentację rysunkową powykonawczą w wersji drukowanej i elektronicznej – z zatwierdzeniem zmian przez Projektanta.
- Oryginał dziennika budowy.
- Deklaracje zgodności, atesty, certyfikaty i inne dokumenty potwierdzające dopuszczenie zastosowanych urządzeń i materiałów do wbudowania w obiekt budowlany.
- Oświadczenie Kierownika Budowy o zakończeniu robót oraz o wykonaniu ich zgodnie z projektem oraz zasadami wiedzy technicznej, a także o uporządkowaniu i doprowadzeniu do wymaganego stanu terenu budowy.

4.8 Wymagania Zamawiającego dotyczące gwarancji i serwisowania od dnia podpisania protokołu odbioru końcowego robót budowlanych

- Okres gwarancji na roboty objęte przedmiotem zamówienia wynosi 5 lat, a w odniesieniu do wyspecyfikowanych urządzeń, zgodnie z okresami podanymi w niniejszym PFU;

- Czas reakcji serwisu określa się maksymalnie na 24 godziny od momentu zgłoszenia awarii w okresie gwarancji. Czas usunięcia wady/usterki określa się na 7 dni od dnia zgłoszenia wady przez Zamawiającego.
- W okresie trwania gwarancji Wykonawca wykona dwa przeglądy serwisowe, w drugim oraz w czwartym roku eksploatacji instalacji fotowoltaicznych;
- Wykonawca wskaże wyspecjalizowany serwis, który dokonywać będzie napraw usterek oraz przeglądów serwisowych;
- Wykonawca przekaże instrukcję eksploatacji i udzieli instruktażu przedstawicielom Zamawiającego.

5. REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE PROJEKTU, MONTAŻU ORAZ ROBÓT BUDOWLANYCH ODNOSZĄCE SIĘ DO REALIZACJI ZAMÓWIENIA „BUDOWA MAŁEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 250 KW_p NA TERENIE BOCZNICY KOLEJOWEJ ZAPLECZE TECHNICZNE ŁÓDZKIEJ KOLEI AGLOMERACYJNEJ

Przywołane w pracy

- 1) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tj. Dz.U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.).
- 2) Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1213).
- 3) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. z 2016 r. poz. 1966 ze zm.).
- 4) Norma PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych: Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- 5) IEC 61730-1:2007 wersja angielska: Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.
- 6) PN-EN 61730-1:2007/A1:2012 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)- Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.
- 7) PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)- Część 2: Wymagania dotyczące badań.
- 8) PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)- Część 2: Wymagania dotyczące badań.
- 9) CLC/TS 50539-12 Low-voltage surge protective devices – Surge protective devices for specific application including d.c.
- 10) IEC 62109-1 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych- Część 1: Wymagania ogólne.
- 11) IEC 62109-2 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych- Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące falowników.
- 12) PN-EN 62109-1:2010 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych- Część 1: Wymagania ogólne.
- 13) PN-EN 62109-2:2011 Bezpieczeństwo konwerterów mocy stosowanych w fotowoltaicznych systemach energetycznych- Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące falowników.
- 14) IEC 62116 Falowniki fotowoltaiczne włączone do publicznej sieci energetycznej - Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia.
- 15) IEC 61727 Systemy fotowoltaiczne (PV) - Charakterystyki uniwersalnych złączy standardowych.

- 16) PN_HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41:
- 17) PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.
- 18) PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.
- 19) PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa- Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- 20) PN-HD 60364-4-444:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa- Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi.
- 21) PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne.
- 22) PN-HD 60364-5-534:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie - Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- 23) PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Układy uziemiające i przewody ochronne.
- 24) PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.
- 25) PN-HD 60364-7-704:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje na terenie budowy i rozbiórki.
- 26) PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- 27) PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed obniżeniem napięcia.
- 28) PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo – Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.
- 29) PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych – Ochrona przeciwpożarowa.
- 30) PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie.
- 31) PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- 32) PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza.

- 33) PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza – Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- 34) PN-EN 62446-1 Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci- Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- 35) PN-EN 61215-1:2017-01 Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu - Część 1: Wymagania dotyczące badań.
- 36) PN-EN 61215-1-1:2016-10 Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu - Część 1-1: Wymagania szczególne dotyczące badań naziemnych modułów fotowoltaicznych (PV) wykonanych z krzemu krystalicznego.
- 37) PN-EN 61215-2:2017-05 Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu - Część 2: Metody badań.
- 38) Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie podmiotowych środków dowodowych oraz innych dokumentów lub oświadczeń, jakich może żądać zamawiający od wykonawcy (Dz.U. z 2020 r. poz. 2415).
- 39) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 716 ze zm.).

inne, które nie są cytowane w tekście, a odnoszące się do budowy przedmiotowej instalacji

- 40) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno- użytkowego (tj. Dz.U. z 2013 r. poz. 1129).
- 41) Ustawa z dnia 11 września 2019 r. - Prawo zamówień publicznych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1129 ze zm.).
- 42) 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 (tj. Dz.U. z 2018 r. poz. 583 ze zm.).
- 43) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (tj. Dz.U. z 2020 r. poz. 1219 ze zm.).
- 44) PN-EN 61724-1:2017-10 Wydajność systemu fotowoltaicznego - Część 1: Monitorowanie.

- 45) Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 741 ze zm.).
- 46) Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 514 ze zm.).
- 47) Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz.U. z 2016 r. poz. 806 ze zm.).
- 48) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 869).
- 49) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 nr 109 poz. 719 ze zm.).
- 50) Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tj. Dz.U. z 2003 r. nr 169 poz. 1650 ze zm.).
- 51) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47 poz. 401).
- 52) Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1210).
- 53) Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2019 r. w sprawie przygotowania zawodowego do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2019 r. poz. 831).
- 54) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. z 2003 r. nr 120 poz. 1126).
- 55) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. z 2007 r. nr 93 poz. 623 ze zm.).
- 56) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. z 2015 r. poz. 2117).
- 57) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz.U. z 2016 r. poz. 1968).
- 58) Dyrektywa 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów (Dz.U. UE. seria L z 2002 r. nr 11 poz. 4 ze zm.).
- 59) PN-EN 1090-1:2012 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.

- 60) PN-EN 1090-2:2018 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
- 61) PN-EN 1090-3:2019 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 3: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji aluminiowych.
- 62) PN-EN 1090-4:2018 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 4: Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno stalowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji poszycia dachów, sufitów, stropów i ścian.
- 63) PN-EN 1090-5:2019 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 5: Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno aluminiowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji poszycia dachów, sufitów, stropów i ścian.
- 64) PN-EN 1990:2004 Eurokod- Podstawy projektowania konstrukcji.
- 65) PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- 66) PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1- Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem.
- 67) PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru.
- 68) PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- 69) PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-3: Reguły ogólne- Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno.
- 70) PN-EN 1999-1-1:2011 Eurokod 9 - Projektowanie konstrukcji aluminiowych - Część 1-1: Reguły ogólne.
- 71) PN-EN 10088-1 Stale odporne na korozję - Część 1: Wykaz stali odpornych na korozję.
- 72) SEP N SEP-E-004:2014 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe Projektowanie i budowa.
- 73) PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne.
- 74) PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- 75) PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- 76) PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP).
- 77) PN-EN 61140:2005 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.
- 78) PN-EN 61140:2005/Al:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.

- 79) PN-EN 61140:2005 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.
- 80) PN-EN 61140:2005/A1:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.
- 81) PN-EN 61293:2000 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego – Wymagania bezpieczeństwa.

oraz wszelkie akty prawne, aktualne normy, przepisy odpowiednich krajowych i europejskich związków itp. związane z przedmiotem zamówienia.

II. CZĘŚĆ INFORMACYJNA

6. WNIOSEK O OKREŚLENIE WARUNKÓW PRZYŁĄCZENIA

Wniosek o określenie warunków przyłączenia Modułu Wytwarzania Energii typu B stanowi załącznik do części informacyjnej niniejszego opracowania.

Poniższe punkty 7-9 stanowią dodatkowe informacje i wytyczne dla Inwestora i Wykonawcy budowy małej instalacji fotowoltaicznej o mocy 250 kW na terenie bocznicy kolejowej Zaplecze Techniczne Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej.

7. ANALIZA STANU AKTUALNEGO

7.1 Charakterystyka energetyczna obiektu

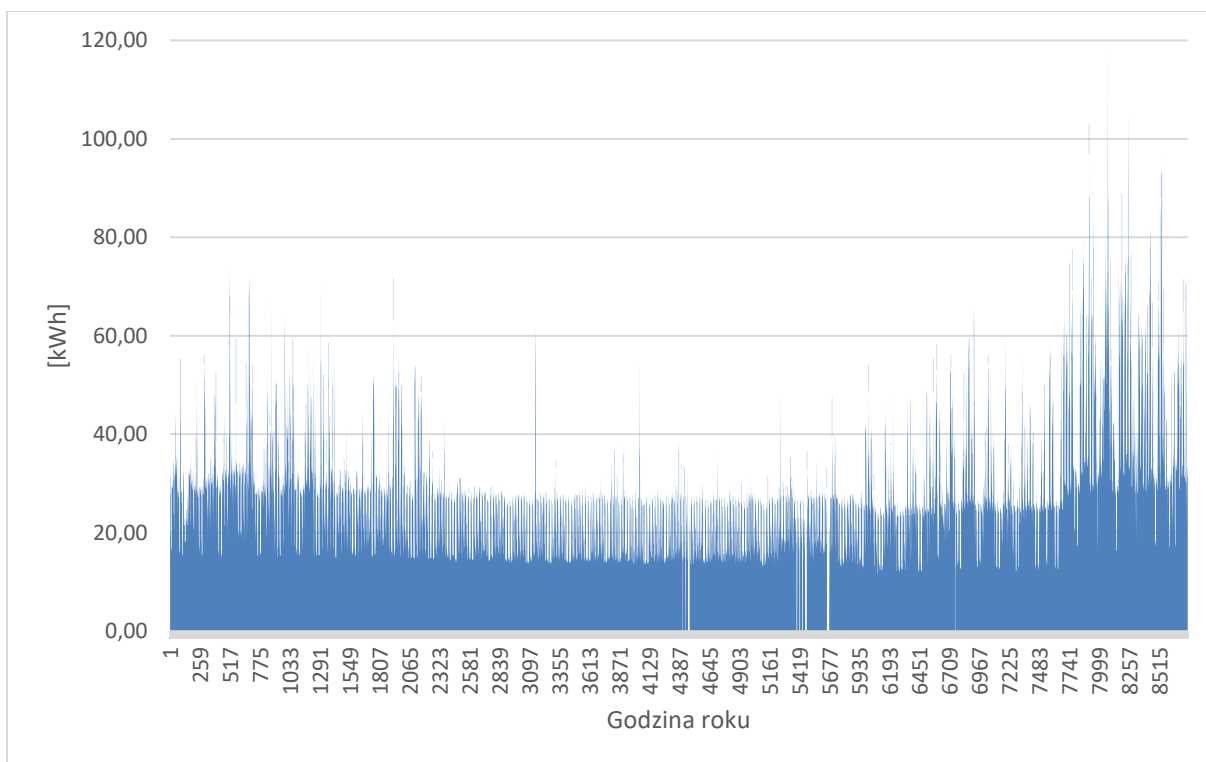
Łódzka Kolej Aglomeracyjna wyposażona jest w przyłącze elektroenergetyczne SN 15 kV od stacji transformatorowej ST4 Łódź Widzew o mocy umownej 200 kW. Pobór energii elektrycznej odbywa się na podstawie następujących umów:

- Taryfa C21 moc umowna 50 kW,
- Taryfa B23 moc umowna 200 kW.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej określono na podstawie otrzymanych danych pomiarowych w interwale 1-godzinnym.

Dane pomiarowe energii pobranej z sieci elektroenergetycznej obejmowały okres od 1 stycznia 2020 r. do 31 grudnia 2020 r., stanowiąc tym samym pełny rok kalendarzowy. Całkowite roczne zużycie energii elektrycznej w obiekcie wyniosło 230 682 kWh.

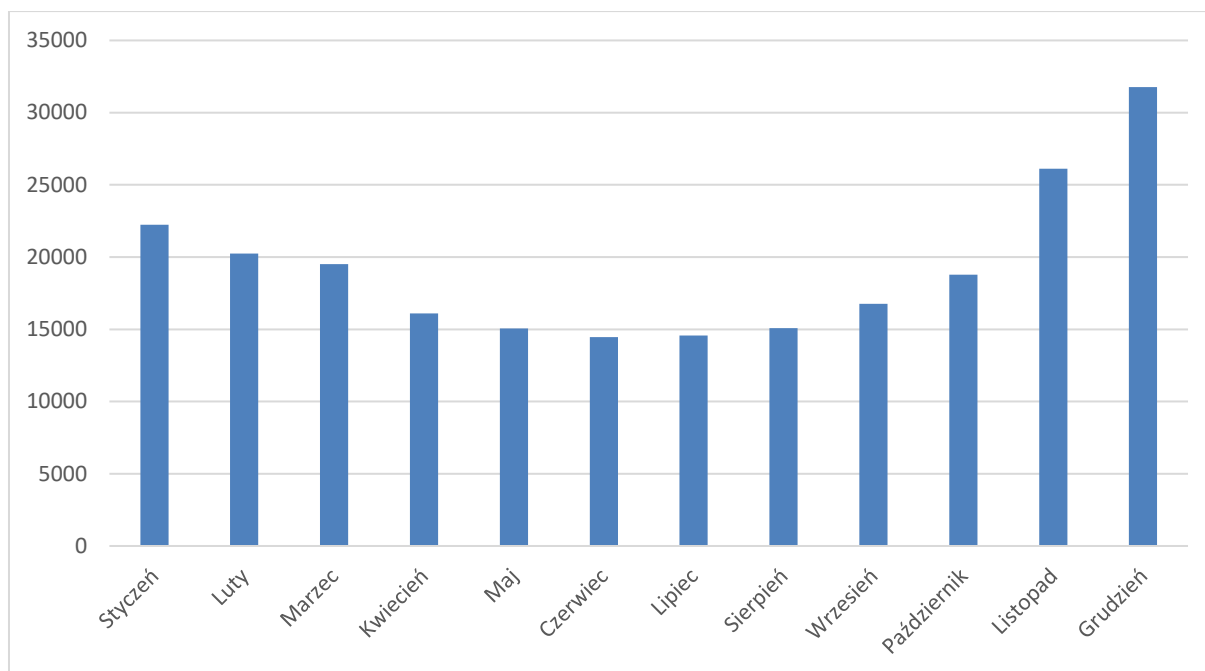
Na podstawie danych jw. utworzono godzinowy profil zużycia energii elektrycznej przedstawiony na Rysunku 2 poniżej.



Rysunek 2. Godzinowy profil zużycia energii elektrycznej w obiekcie

Średnie godzinowe zużycie energii elektrycznej wyniosło 26,6 kWh. Natomiast godzinowe zapotrzebowanie na energię elektryczną poniżej 30 kWh, odnotowano w ciągu 6656 godzin, co stanowi 76% godzin w roku. Największe dzienne zapotrzebowanie na energię elektryczną (1550 kWh) wystąpiło dnia 3 grudnia 2020 r., w którym to również odnotowano największe 1-godzinne zużycie energii na poziomie 119 kWh. Wartości zapotrzebowania na energię w ciągu jednej godziny przekraczające 100 kWh wystąpiły tylko przez 3 godziny w roku.

Utworzone na podstawie ww. danych zestawienie zużycia energii elektrycznej w poszczególnych miesiącach ukazuje Rysunek 3 poniżej.



Rysunek 3. Zużycie energii elektrycznej w poszczególnych miesiącach w 2019 roku, kWh

Średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej przez bocznice kolejową ŁKA w 2020 roku wyniosło 19 223 kWh. Obiekt wykazuje zwiększone zapotrzebowanie w miesiącach zimowych, notując najniższe wolumeny energii zużytej w okresie letnim. Największe zapotrzebowanie na energię elektryczną odnotowano w grudniu (31 76 kWh), co stanowiło odchylenie od wartości średniej o 65%, a najmniejsze w czerwcu (14 461 kWh) – odchylenie od wartości średniej na poziomie -25%. Różnica pomiędzy najbardziej i najmniej energochłonnym miesiącem wyniosła w bezwzględnym wolumenie energii 17 306 kWh. Zapotrzebowanie na energię w poszczególnych miesiącach wykazuje się niekoherentnością w stosunku do typowego profilu generacji energii w systemach fotowoltaicznych. Taki charakter zużycia energii elektrycznej w poszczególnych miesiącach oraz całkowity wolumen energii zużytej w 2019 roku wskazują na ograniczony potencjał do autokonsumpcji energii wytworzonej w generatorze fotowoltaicznym.

Całkowity jednostkowy koszt energii elektrycznej określono na podstawie faktury za maj 2020 r. od sprzedawcy energii elektrycznej (PGE Obrót S.A.) oraz przedsiębiorstwa świadczącego usługi dystrybucji energii (PKP Energetyka S.A.). Jednostkowy koszt zakupu energii elektrycznej czynnej w taryfie B23 przedstawia się następująco:

- I Strefa 362,00 zł/MWh netto;
- II Strefa 426,00 zł MWh netto;
- III Strefa 288,00 zł MWh netto.

Do obliczenia stawki za świadczenie usługi dystrybucji uwzględniono wyłącznie składniki zmienne obowiązującej taryfy tj.:

- Opłata jakościowa;
- Opłata sieciowa zmienna;
- Opłata OZE;
- Opłata kogeneracyjna.

Składników stałych taryfy nie uwzględniono w kalkulacji, gdyż wraz ze zmniejszeniem zużycia energii wynikającym z implementacji generatora fotowoltaicznego nie ulegną one zmianie.

Całkowity jednostkowy koszt dystrybucji energii elektrycznej wynosi 0,085 zł/kWh brutto.

Wyżej wymieniony całkowity jednostkowy koszt dystrybucji energii elektrycznej wraz z kosztem zakupu energii elektrycznej według taryfy i właściwej dla danej godziny strefy, został uwzględniony przy obliczeniu opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia.

Średnioważona jednostkowa cena energii elektrycznej (przy autokonsumpcji) wynosi zatem 0,49 zł/kWh brutto.

7.2 Uwarunkowania klimatyczne lokalizacji

Łódź znajduje się w województwie łódzkim o dokładnych współrzędnych geograficznych: szerokość geograficzna - 51°46'N, długość geograficzna 19°28'E. W związku z powyższym, do obliczeń uzysków energetycznych wykorzystano dane klimatyczne ze stacji meteorologicznej Łódź Lublinek, udostępnione przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju¹.

Z opracowanego i przedstawionego na stronie jw. arkusza typowego roku meteorologicznego, wykorzystano wielkości:

- temperatury termometru suchego,
- sumy napromieniowania całkowitego słonecznego powierzchni pochylonej pod kątem 30° względem poziomu i skierowanej na południe, w godzinnych interwałach czasowych typowego roku meteorologicznego, określone na podstawie pomiarów stacji jw.

Wartości natężenia promieniowania na płaszczyznę pochyloną pod kątem 30° i skierowaną na południe dla lokalizacji Łódź Lublinek zestawiono w Tabeli 5 poniżej.

¹ <https://archiwum.miiir.gov.pl/strony/zadania/budownictwo/charakterystyka-energetyczna-budynkow/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow-1/>

Tabela 5. Miesięczne wartości napromieniowania na płaszczyznę pochyloną pod kątem 30°

Miesiąc	Miesięczne napromieniowanie powierzchni jednostkowej modułów, [kWh/m ²]
Styczeń	40,4
Luty	41,2
Marzec	89,4
Kwiecień	106,9
Maj	162,0
Czerwiec	150,9
Lipiec	148,5
Sierpień	132,5
Wrzesień	84,6
Październik	64,1
Listopad	28,2
Grudzień	21,2
Rocznie	1070

Całkowita roczna wartość natężenia promieniowania dla tej lokalizacji wynosząca 1070 kWh/m² jest wyższa niż średnia wartość tego parametru dla Polski, która wynosi około 1000 kWh/m². Świadczy to o korzystnych warunkach nasłonecznienia, a parametr ten wpływa bezpośrednio na uzysk energetyczny instalacji fotowoltaicznej.

8. SZACOWANE ZYSKI ENERGETYCZNE I EFEKT EKOLOGICZNY PROPONOWANEJ INSTALACJI PV

8.1 Przyjęte dane wejściowe do koncepcji systemu fotowoltaicznego

Przewiduje się instalację generatora fotowoltaicznego o mocy 250,24 kW_p. Z uwagi na zbliżony wolumen energii wyprodukowanej i zapotrzebowania na energię w bilansie rocznym, proponuje się model zakładający częściowe wykorzystanie energii produkowanej w instalacji PV na potrzeby własne i sprzedaż nadwyżek do sieci.

Proponuje się system fotowoltaiczny o mocy 250,24 kW_p, złożony z 736 modułów o mocy jednostkowej 340 W_p każdy.

Do obliczenia zysków energetycznych systemu fotowoltaicznego założono zastosowanie modułów fotowoltaicznych o podstawowych parametrach przedstawionych w Tabeli 6 poniżej.

Tabela 6. Podstawowe parametry modułu fotowoltaicznego przyjęte do obliczeń

Lp.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1	Moc maksymalna pojedynczego modułu [P _{max}]	340	W _p
2	Napięcie robocze [V _{mpp}]	35	V
3	Prąd roboczy [I _{mpp}]	9,72	A
4	Napięcie jałowe [V _{oc}]	40,9	V
5	Prąd zwarcia [I _{sc}]	10,32	A
6	Sprawność modułu η _m	20,1	%
7	Wymiary modułu	1684 x 1002 x 36	mm
8	Powierzchnia modułu	1,687	m ²
9	Waga modułu	20,7	kg

Parametry jw. zostały podane w wyniku badań w warunkach Standard Test Conditions, czyli przy wartości nasłonecznienia 1000 W/m², 25°C oraz AM 1,5². Moc maksymalną ogniwa zbadaną w powyższych warunkach określamy jako moc szczytową, wyrażaną w W_p (Wat pik).

Rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych na gruncie przedstawiono poniżej.

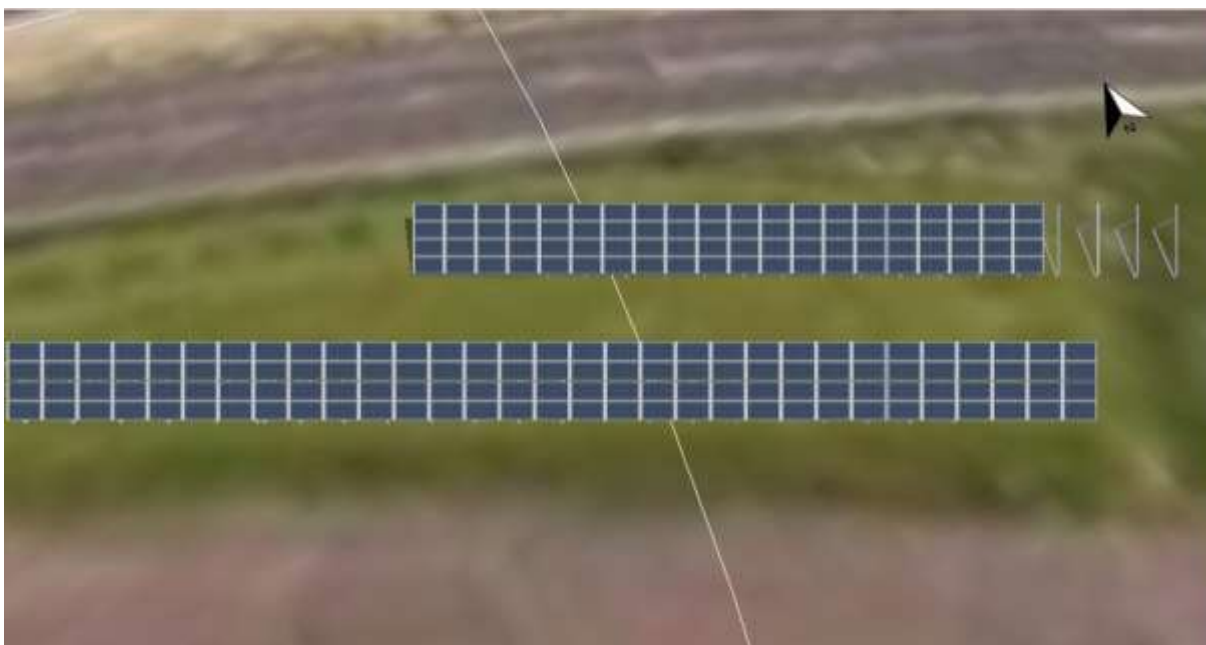
² AM (Air Mass) oznacza rozkład widmowy promieniowania słonecznego dla różnych pozornych wysokości Słońca określanych dla różnych stosunków długości drogi promieniowania słonecznego przez atmosferę przy promieniowaniu padającym pod pewnym kątem, do długości drogi przy przejściu przez atmosferę prostopadłym do powierzchni Ziemi. Air Mass 1,5 oznacza monochromatyczny rozkład widmowy promieniowania słonecznego dla pozornej wysokości 42° (długość drogi przebytej przez promieniowanie jest odwrotnie proporcjonalna do sinusa kąta pozornej wysokości Słońca).



Rysunek 4. Rozmieszczenie modułów PV na terenie ŁKA

Tabela 7. Podstawowe parametry techniczne dla obszaru nr 1

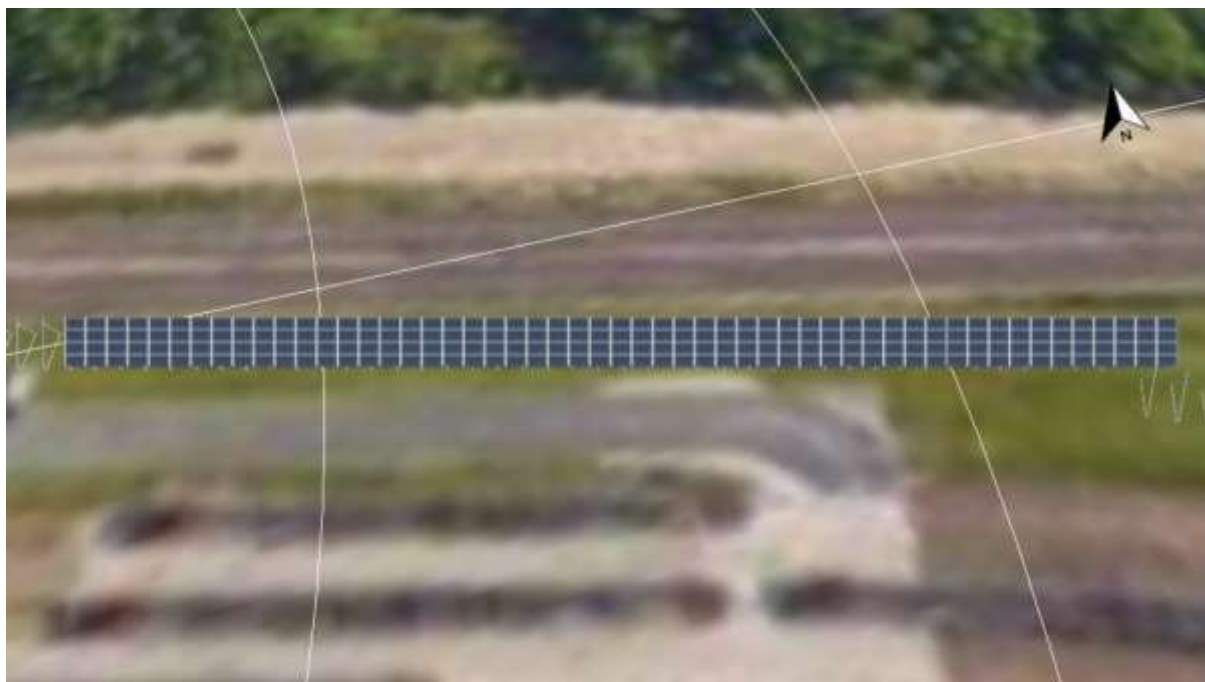
Liczba modułów PV	204
Nachylenie	30°
Orientacja	Południe 207°
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	344,2 m ²



Rysunek 5. Wizualizacja szeregów modułów PV – obszar nr 1

Tabela 8. Podstawowe parametry techniczne dla obszaru nr 2

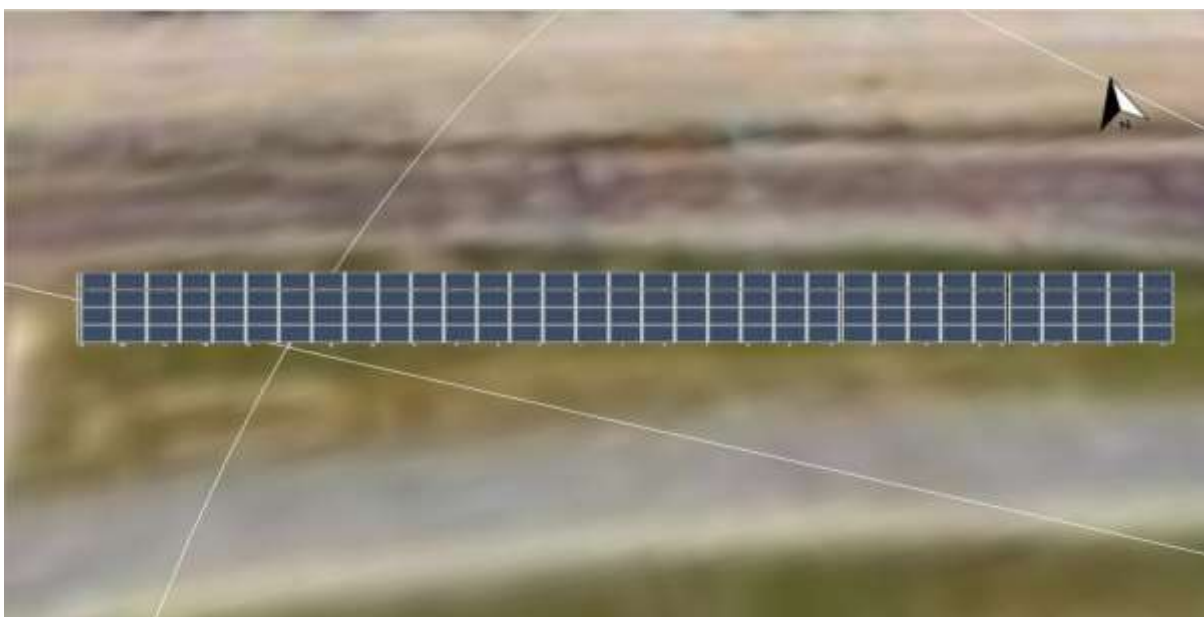
Liczba modułów PV	212
Nachylenie	30°
Orientacja	Południe 195°
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	357,7 m ²



Rysunek 6. Wizualizacja szeregów modułów PV – obszar nr 2

Tabela 9. Podstawowe parametry techniczne dla obszaru nr 3

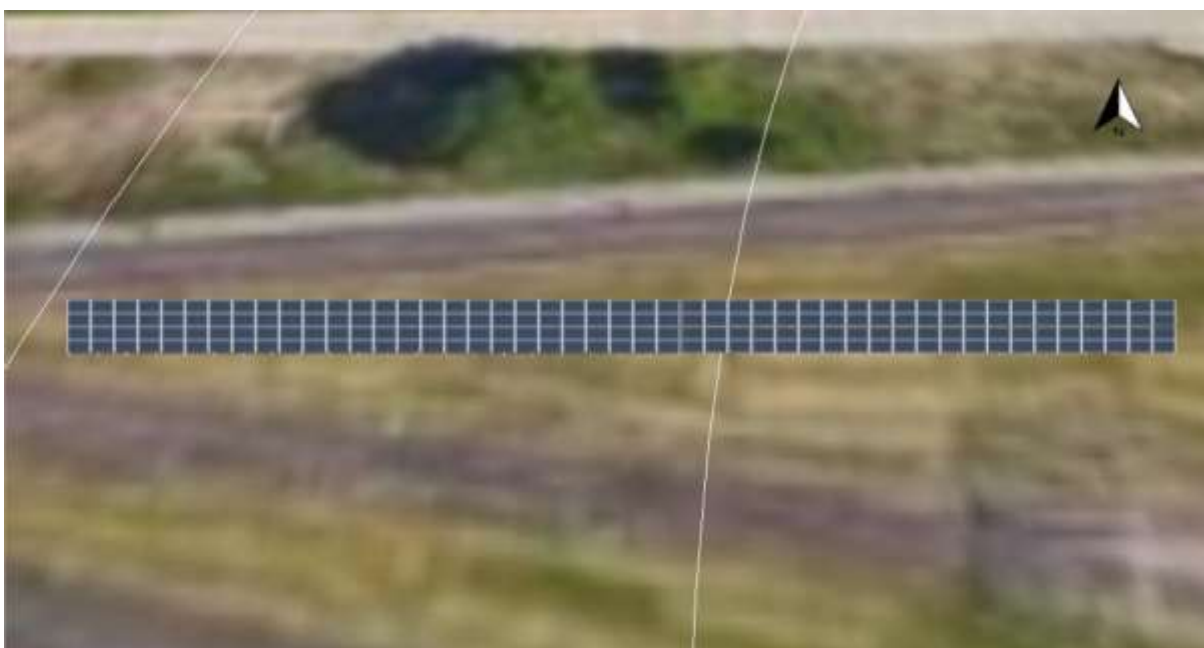
Liczba modułów PV	132
Nachylenie	30°
Orientacja	Południe 195°
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	222,7 m ²



Rysunek 7. Wizualizacja szeregów modułów PV – obszar nr 3

Tabela 10. Podstawowe parametry techniczne dla obszaru nr 4

Liczba modułów PV	188
Nachylenie	30°
Orientacja	Południe 180°
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	317,2 m ²



Rysunek 8. Wizualizacja szeregów modułów PV – obszar nr 4

Podstawowe parametry systemu zestawiono w Tabeli 11 poniżej.

Tabela 11. Podstawowe parametry proponowanej instalacji PV

Lp.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1	Moc nominalna systemu PV	250,24	kW _p
2	Liczba modułów	736	-
3	Powierzchnia systemu (wszystkich modułów)	1241,9	m ²
4	Waga systemu (wszystkich modułów)	15235	kg

8.2 Metodyka obliczeń energetycznych

Obliczenia zysku energetycznego wykonano dla warunków nasłonecznienia wg pomiarów stacji meteorologicznej Łódź Lublinek podanymi na stronie internetowej byłego Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju:

<https://www.gov.pl/web/archiwum-inwestycje-rozwoj/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow>

Z opracowanego i przedstawionego na stronie jw. arkusza typowego roku - meteorologicznego, wykorzystano wielkości:

- temperatury termometru suchego,
- sumy napromieniowania całkowitego słonecznego powierzchni pochylonej pod kątem 30° względem poziomu i skierowanej na południe,

w godzinnych interwałach czasowych typowego roku meteorologicznego, określone na podstawie pomiarów stacji jw.

Na podstawie zależności literaturowych³ oraz danych meteorologicznych i parametrów modułu obliczono wytworzoną w systemach energię elektryczną w każdej godzinie typowego roku meteorologicznego dla lokalizacji systemu w Łodzi.

Pochylenie modułów 30° względem poziomu przyjęto jako optymalne. Zwiększenie pochyleń do 45° spowodowałoby teoretycznie nieistotny wzrost napromieniowania o 0,3%, ale zwiększyłoby wysokość pola modułów, utrudniając warunki eksploatacyjne. Przyjęte pochyleń umożliwia czyszczenie powierzchni modułów przez opady atmosferyczne jak również zsuwanie się warstw śniegu.

W wykorzystanej metodyce wykonuje się obliczenie energii wytworzonej przez system PV dla każdej godziny typowego roku meteorologicznego.

³ Bogdan Szymański, *Instalacje fotowoltaiczne*, Geosystem Burek, Kortyza s.c., Kraków 2013.

Energię elektryczną wytworzoną przez system E_w [kWh] obliczono z zależności:

$$E_w = \frac{P \cdot H \cdot \eta_{inst.}}{STC}$$

- P - nominalna moc systemu fotowoltaicznego [kW];
 H - roczne napromieniowanie powierzchni czołowej modułów fotowoltaicznych [kWh];
 $\eta_{inst.}$ - sprawność instalacji, (1 – straty), przyjęto wartość 0,9, która ujmuje sprawność konwersji DC/AC (nie jest to wielkość związana ze sprawnością modułów);
 STC - gęstość strumienia napromieniowania w warunkach testowych, wynosi 1 kW/m².

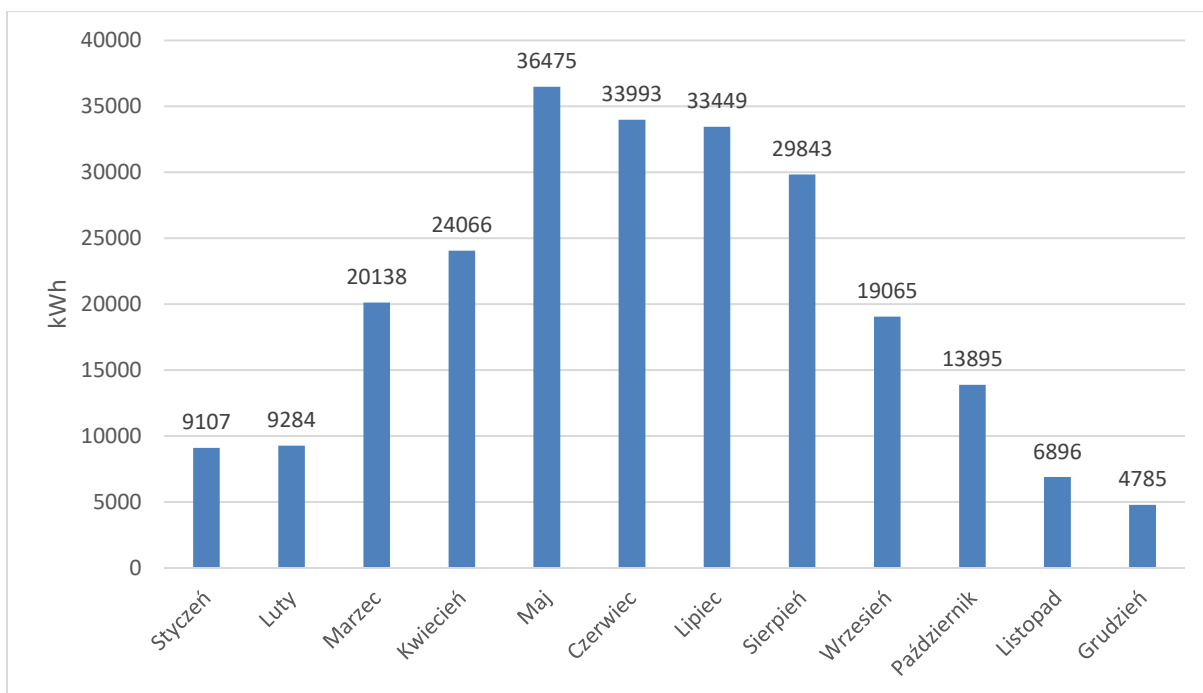
8.3 Analiza energetyczna

Wielkości energii elektrycznej AC wytworzonej w poszczególnych miesiącach roku, przedstawiono w Tabeli 12 i na Rysunku 9 poniżej.

Tabela 12. Uzysk energetyczny w poszczególnych miesiącach roku

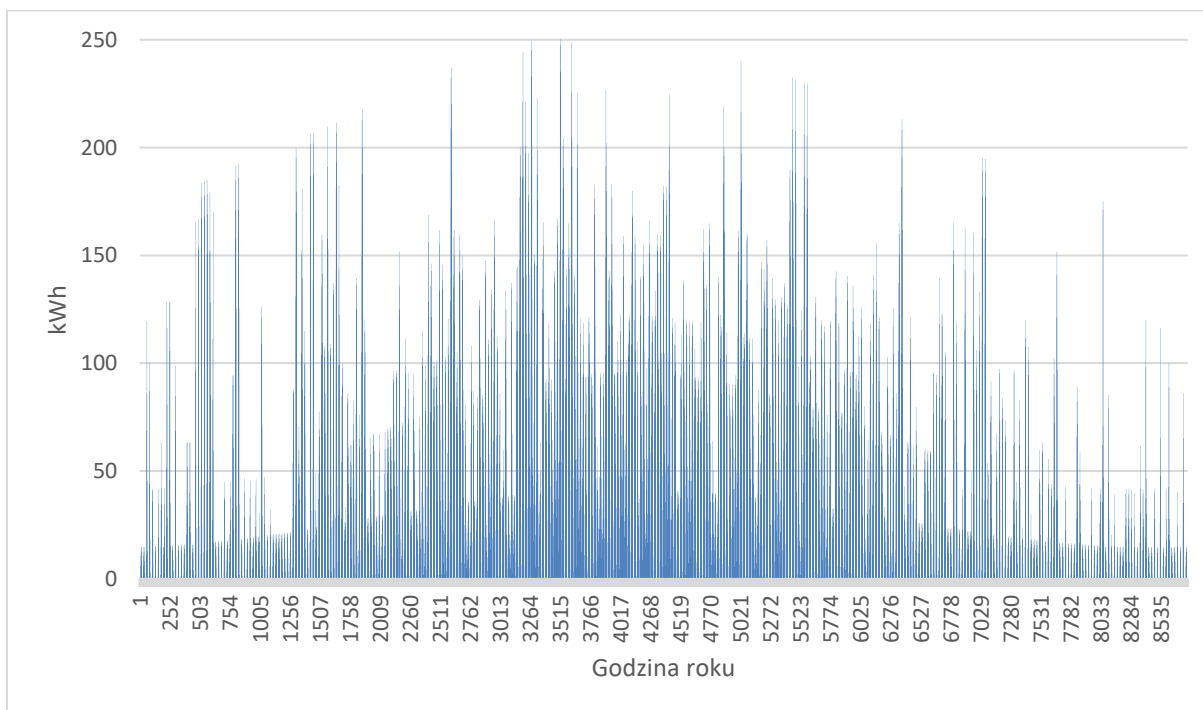
Miesiąc	Energia elektryczna wytworzona przez system PV [kWh]
Styczeń	9107
Luty	9284
Marzec	20138
Kwiecień	24066
Maj	36475
Czerwiec	33993
Lipiec	33449
Sierpień	29843
Wrzesień	19065
Październik	13895
Listopad	6896
Grudzień	4785
Rocznie	240996

Na wykresie poniżej zestawiono energię wytworzoną przez generator fotowoltaiczny w poszczególnych miesiącach. Rocznie system PV generuje 240 996 kWh, osiągając największy miesięczny uzysk energii w maju (36 475 kWh), a najmniejszy w grudniu (4 785 kWh).



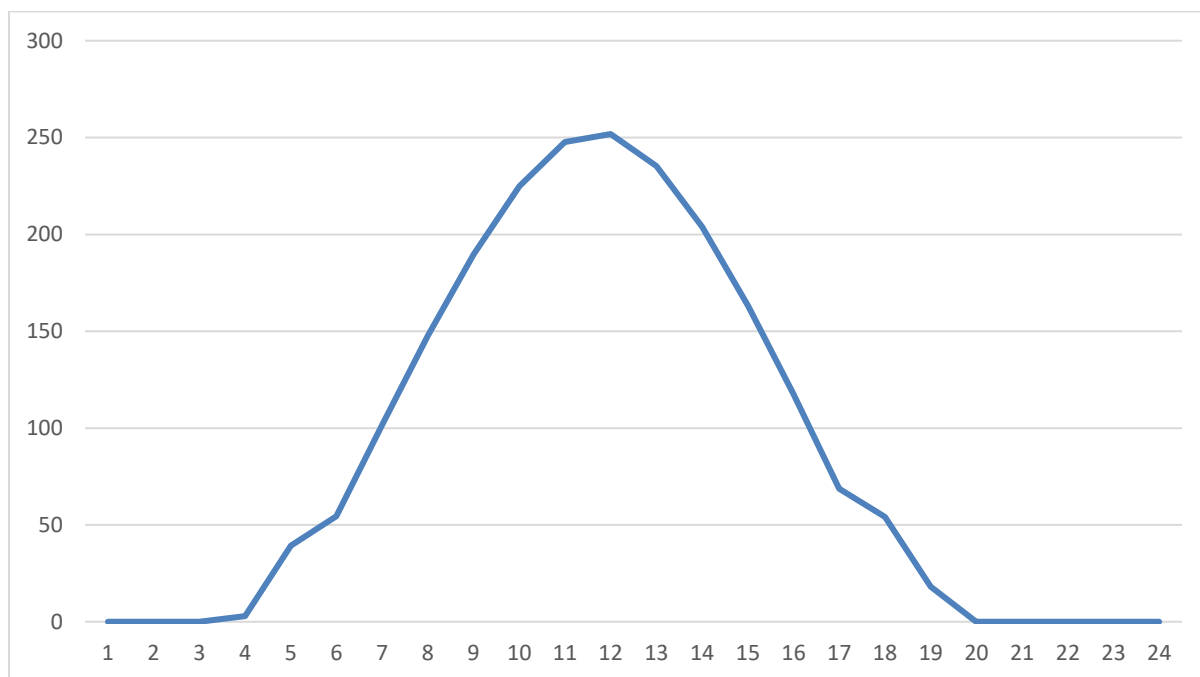
Rysunek 9. Energia wytworzona przez system PV w poszczególnych miesiącach

Rysunek 10 poniżej prezentuje energię wytworzoną przez system fotowoltaiczny w poszczególnych godzinach roku. Największą generację energii w ciągu jednej godziny (251,8 kWh) odnotowano 27 maja w godzinach 12:00 – 13:00. Największe 1-godzinne uzyski energetyczne tj. > 200 kWh odnotowano przez 54 godzin w roku.



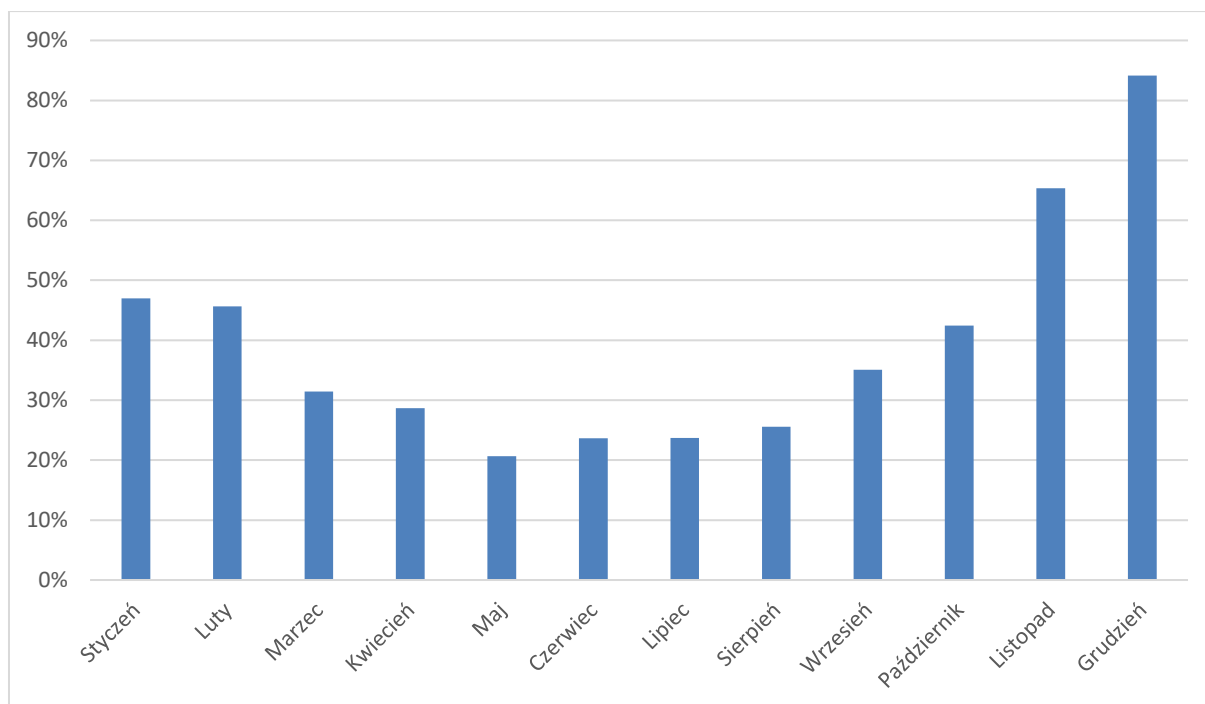
Rysunek 10. Godzinowy profil generacji energii przez system PV

Rysunek 11 poniżej przedstawia godzinowy profil generacji energii przez system fotowoltaiczny w dniu największego natężenia słonecznego – 27 maja. Tego dnia wystąpiła również największa 1-godzinna produkcja energii wynosząca 251,8 kWh. W tym dniu system fotowoltaiczny rozpoczął produkcję o godzinie 4:00, a zakończył o 19:00. W ciągu tego dnia wytworzono 2 121 kWh.



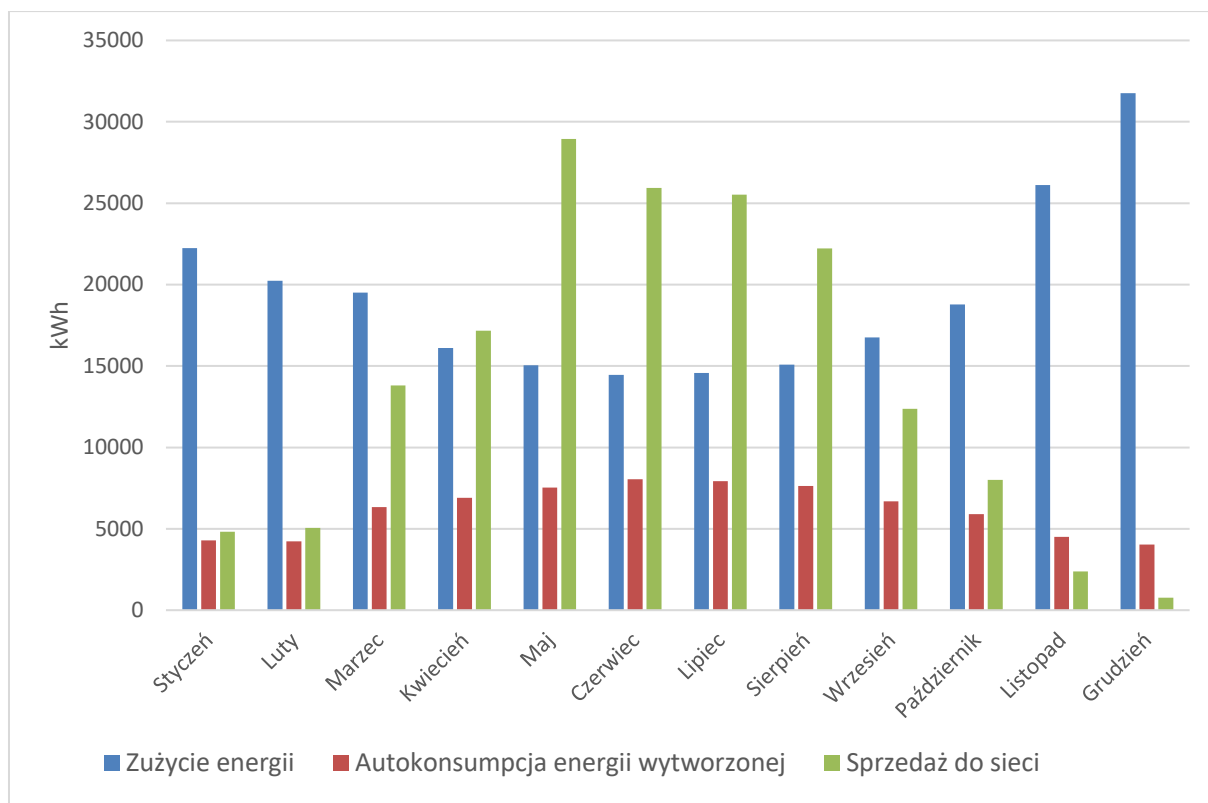
Rysunek 11. Generacja energii w dniu 27 maja, kWh

Znając godzinowe profile zużycia i generacji energii, określono stopień autokonsumpcji wytworzonej energii dla poszczególnych miesięcy. Charakter wykresu ukazującego udział autokonsumpcji (Rysunek 12) w całkowitej produkcji energii z PV jest tożsamy z zapotrzebowaniem na energię obiektu. Zatem stopień autokonsumpcji osiąga największe wartości w miesiącach zimowych, lecz przy najmniejszych wolumenach energii bezpośrednio wykorzystanej. Średnioroczny współczynnik autokonsumpcji wynosi 30,7%, co odpowiada energii bezpośrednio wykorzystanej w ilości 73 986 kWh/rok.



Rysunek 12. Autokonsumpcja generowanej energii w poszczególnych miesiącach

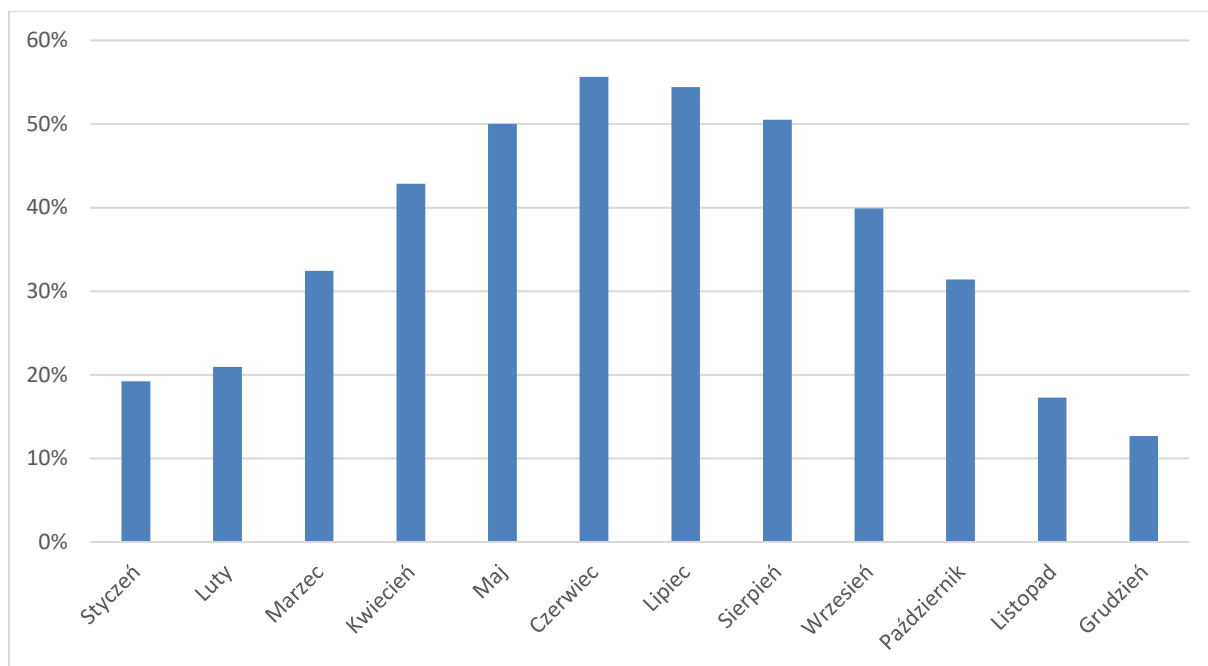
Porównanie zapotrzebowania na energię elektryczną budynku w poszczególnych miesiącach, energii wytworzonej przez system PV i bezpośrednio wykorzystanej oraz energii wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej ukazuje Rysunek 13 jak niżej. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w poszczególnych miesiącach nie koreluje z generacją energii z instalacji PV. W wyniku relatywnie wysokiej produkcji energii w miesiącach letnich i niższego zapotrzebowania, największe wolumeny energii wprowadzanej do sieci elektroenergetycznej przypadają właśnie na okres letni, które to kilkukrotnie przewyższają autokonsumpcję. W miesiącach zimowych, wolumeny energii bezpośrednio wykorzystanej i energii wprowadzanej do sieci kształtują się na zbliżonym poziomie. W grudniu, a więc w miesiącu, w którym zapotrzebowanie jest największe, jedynie 16% (760 kWh) energii wyprodukowanej trafia do sieci, a 84% (4 025 kWh) jest wykorzystane na potrzeby własne.



Rysunek 13. Zestawienie zużycia i generacji (autokonsumpcji) energii elektrycznej

Całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną obiektu wynosi 230 682 kWh/rok. System fotowoltaiczny pokryje, w bilansie rocznym 32% tego zapotrzebowania.

Rysunek 14 poniżej przedstawia stopień pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną obiektu przez system fotowoltaiczny w poszczególnych miesiącach. W miesiącach letnich system fotowoltaiczny pokrywa zapotrzebowanie obiektu w 50%, lecz w miesiącach zimowych energia generowana w systemie PV pozwala na pokrycie zapotrzebowania w kilkunastu procentach.



Rysunek 14. Stopień pokrycia zapotrzebowania przez instalację PV w poszczególnych miesiącach

Zestawienie wielkości charakteryzujących wytwarzanie energii elektrycznej przez system fotowoltaiczny.

Tabela 13. Wielkości produkcji energii przez system PV

Lp.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1	Wytworzona energia elektryczna AC	240 996	kWh/rok
2	Wytworzona energia elektryczna AC	201,3	kWh/m ² powierzchni modułu
3	Wytworzona energia elektryczna AC	963,0	kWh/kW _p mocy zainstalowanej

Efekt ekologiczny funkcjonowania instalacji fotowoltaicznej, na podstawie wskaźnika emisyjności dla produkcji energii elektrycznej podanego przez KOBIZE⁴, stanowi roczna redukcja emisji CO₂ na poziomie 173,3 Mg CO₂.

⁴ KOBIZE, WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO₂, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok, grudzień 2020 r.

Wniosek o określenie warunków przyłączenia

Modułu Wytwarzania Energii typu B lub C

instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej PKP Energetyka S.A.



PKP ENERGETYKA

miejsowość

dzień miesiąc rok

----------------------	----------------------	----------------------

wypełnia pracownik PKP Energetyka

numer

Adres Obszaru
Serwisowego
PKP Energetyka

(dla osób indywidualnych: imię i nazwisko, adres zamieszkania / zameldowania, nr telefonu, PESEL dla podmiotów gospodarczych: pełna nazwa firmy, siedziba i adres firmy, nr telefonu, NIP)

Wnioskodawca

dla obiektu
zlokalizowanego

województwo

powiat

gmina

miejsowość

numery i arkusz działki, na której zlokalizowane będzie urządzenie wytwórcze

o łącznej mocy w
wysokości

- Informacje zawarte we WNIOSKU o określenie warunków przyłączenia będą podstawą do przygotowania warunków przyłączenia, umowy o przyłączenie do sieci i umowy o świadczenie usług dystrybucji.
- Jeśli informacje dostarczone przez Wnioskodawcę ulegną zmianie, jest on zobowiązany do niezwłocznego pisemnego poinformowania PKP Energetyka S.A. Oddział w Warszawie - Dystrybucja Energii Elektrycznej o tych zmianach.
- PKP Energetyka S.A. Oddział w Warszawie - Dystrybucja Energii Elektrycznej po otrzymaniu WNIOSKU dokona jego weryfikacji pod względem kompletności i aktualności zawartych w nim danych i załączonych dokumentów. W przypadku stwierdzenia wystąpienia braków we WNIOSKU, Wnioskodawca zobowiązany jest do jego uzupełnienia na wezwanie PKP Energetyka S.A. Oddział w Warszawie - Dystrybucja Energii Elektrycznej.
- W przypadku urządzeń, instalacji lub sieci przyłączanych bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym wyższym niż 1kV sporządza się ekspertyzę wpływu tych urządzeń, instalacji lub sieci na system elektroenergetyczny, z wyjątkiem przyłączonych jednostek wytwórczych o łącznej mocy zainstalowanej nie większej niż 2 MW. Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej zapewnia sporządzanie ekspertyzy. Koszty wykonania ekspertyzy uwzględnia się odpowiednio w nakładach uwzględniających ustalenie opłaty za przyłączenie.
- Podmiot ubiegający się o przyłączenie źródła do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV wnosi zaliczkę w wysokości 30 zł za każdy kilowat mocy przyłączeniowej określonej we wniosku o określenie warunków przyłączenia, z zastrzeżeniem, że wysokość zaliczki nie może być wyższa niż wysokość przewidywanej opłaty za przyłączenie do sieci i nie wyższa 3 000 000 zł. W przypadku gdy wysokość zaliczki przekroczy wysokość opłaty za przyłączenie do sieci, różnica między wysokością wniesionej zaliczki a wysokością tej opłaty podlega zwrotowi wraz z ustawowymi odsetkami liczonymi od dnia wniesienia zaliczki. UWAGA: Zaliczkę wnosi się w ciągu czternastu dni od dnia złożenia wniosku o określenie warunków przyłączenia, pod rygorem pozostawienia wniosku bez rozpatrzenia.
- Wszystkie strony załączników muszą być ponumerowane i podpisane przez Wnioskodawcę.
- Dane należy wpisywać drukowanymi literami. W przypadku, gdy dana rubryka nie dotyczywnioskodawcy wpisać "Nie dotyczy".
- Wszystkie załączniki muszą być w języku polskim; możliwe jest złożenie obcojęzycznego oryginału wraz z tłumaczeniem potwierdzonym przez tłumacza przysięgłego.

PKP Energetyka S.A. Oddział w Warszawie - Dystrybucja Energii Elektrycznej zastrzega sobie prawo wystąpienia do Wnioskodawcy o uzupełnienie informacji w zakresie niezbędnym dla prawidłowego określenia warunków przyłączenia.



PKP ENERGETYKA

2. DANE TECHNICZNE

2.1 Wnioskowany poziom napięcia w miejscu dostarczenia energii elektrycznej:

☐ Typ B - od 200 kW do 10 000 kW ☐ Typ C - od 10 000 kW do 75 000 kW2.2 Moc maksymalna* kW

2.3 Ilość przyłączanych paneli fotowoltaicznych

typ	panele szt.	ilość paneli w sekcji (szt.)
typ	panele szt.	ilość paneli w sekcji (szt.)
typ	panele szt.	ilość paneli w sekcji (szt.)

łączna moc zainstalowana modułu wytwarzania: kW2.4 Moc przyłączeniowa w miejscu dostarczania energii do sieci PKP Energetyka S.A.: kW2.5 Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej: MWha) wyprodukowana (brutto): MWhb) wprowadzona do sieci PKP Energetyka S.A. (netto): MWh

2.6 Pozostałe parametry urządzeń wytwórczych:

1. Moc przyłączeniowa i ilość energii elektrycznej na potrzeby własne urządzeń wytwórczych:

a) z przyłącza służącego do wyprowadzenia mocy: kW kWh

b) z przyłącza dodatkowego: kW kWh

2. Przewidywany termin rozpoczęcia dostarczania/poboru energii elektrycznej

		-			-				
dzień			miesiąc			rok			

3. Minimalna moc potrzeb urządzeń wytwórczych, wymaganych do zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i mienia, w przypadku ograniczeń w dostarczaniu i poborze energii elektrycznej wynosi²:

4. Stopień skompensowania mocy biernej (tg φ):

a) związanej z odbiorem energii elektrycznej czynnej na potrzeby własne:

b) związanej z wprowadzeniem wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci:

5. Inne uwagi Wnioskodawcy:

3. DANE ZNAMIONOWE PANELA FOTOWOLTAICZNEGO

Producent:

Wymiary panela szer./wys:

Rodzaj panela:

Sprawność panela: [%]

Moc znamionowa czynna: [kW]

Napięcie znamionowe: [V]

* Moc Maksymalna ("P_{max}") - maksymalną wartość mocy czynnej, którą moduł wytwarzania energii jest w stanie generować w sposób ciągły, pomniejszoną o każde zapotrzebowanie związane wyłącznie z pracą tego modułu wytwarzania energii i niewprowadzane do sieci (m.in. określa przynależność do danego typu: A, B, C lub D)



PKP ENERGETYKA

4. DANE ZNAMIONOWE PRZEKSZTAŁNIKA DC/AC

Producent/kraj:
 Moc przemiennika: [kW] Ilość [szt.]
 Napięcie znamionowe zasilania: [kV]
 Napięcie wyjściowe: [kV]
 Prąd znamionowy wejściowy: [A]
 Prąd wyjściowy: [A]
 Częstotliwość: [Hz]
 Zdolność przeciążeniowa: [%]
 Zakres regulacji napięcia:
 Współczynnik zawartości harmoniczných THD: [%]

5. PRZEWIDYWANE WARTOŚCI PARAMETRÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH SIECI I TRANSFORMATORÓW WCHODZĄCYCH W SKŁAD INSTALACJI I URZĄDZEŃ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Parametry transformatorów:
 Przekładnia:
 Ilość: [szt.]
 Moc znamionowa transformatora: [MVA]
 Napięcie znamionowe strony DN: [kV]
 Napięcie znamionowe strony GN: [kV]
 Zakres regulacji napięcia: [kV]
 Napięcie zwarcia: [%]
 Obciążeniowe straty mocy: [kW]
 Straty mocy biegu jałowego: [kW]
 Parametry sieci:
 Typ linii: Przekrój [mm²]: Całkowita długość linii [km]:

6. ZAŁĄCZNIKI

- Dokument potwierdzający tytuł prawny Wnioskodawcy do korzystania z obiektu, w którym będą używane urządzenia, instalacje lub sieci elektroenergetyczne należące do Wnioskodawcy.
- Podmiot ubiegający się o przyłączenie źródła do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV dołącza w szczególności wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego albo, w przypadku braku takiego planu, decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla nieruchomości określonej we wniosku, jeżeli jest ona wymagana na podstawie przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu powinny potwierdzać dopuszczalność lokalizacji danego źródła energii na terenie objętym planowaną inwestycją, która jest objęta wnioskiem o określenie warunków przyłączenia.
- Karty katalogowe przewidywanych do zabudowy urządzeń wytwórczych wraz z certyfikatami, atestami, znakami bezpieczeństwa, legalizacji i homologacji.
- Wykres krzywej mocy i energii oddawanej do sieci w ciągu roku.
- Wypis z KRS lub zaświadczenie o wpisie do ewidencji działalności gospodarczej i decyzję o nadaniu nr NIP.
- Pełnomocnictwa dla osób upoważnionych przez Wnioskodawcę do występowania w jego imieniu.

Oświadczam, że dane przedstawione w niniejszym WNIOSKU odpowiadają stanowi faktycznemu.

.....
 Data

.....
 Podpis i pieczęć Wnioskodawcy

OBJAŚNIENIA:

- Należy określić wartość dla danego roku
- Dotyczy podmiotów z mocą przyłączeniową na potrzeby własne powyżej 300 kW.



PKP ENERGETYKA

Informacja na temat przetwarzania danych osobowych:

1. Administratorem danych osobowych zawartych w niniejszym wniosku jest PKP Energetyka S.A. z siedzibą: ul. Hoża 63/67, 00-681 Warszawa. Z PKP Energetyka można się skontaktować poprzez: adres e-mail: daneosobowe@pkpenergetyka.pl lub pisemnie na adres siedziby wskazany powyżej.
2. W PKP Energetyka S.A. został wyznaczony inspektor ochrony danych, z którym można się skontaktować we wszystkich sprawach związanych z przetwarzaniem danych osobowych poprzez e-mail: iodo@pkpenergetyka.pl.
3. Zebrane dane będą przetwarzane w celach związanych z rozpatrzeniem i realizacją wniosku, a w sytuacji zawarcia umowy na potrzeby jej realizacji oraz dochodzenia ewentualnych roszczeń z niej wynikających.
4. W przypadku Wnioskodawców - osób fizycznych, osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą lub wspólników Spółek cywilnych - podstawą prawną przetwarzania ich danych wynikającą z ogólnego rozporządzenia o ochronie danych (RODO) jest:
 - a. podjęcie działań przed zawarciem umowy oraz na potrzeby jej realizacji, zgodnie z art. 6 ust. 1 lit. b RODO;
 - b. wypełnianie obowiązków prawnych zgodnie z art. 6 ust. 1 lit. c RODO określonych przepisami prawa energetycznego;
 - c. prawnie uzasadniony interes PKP Energetyka S.A., o którym mowa w art. 6 ust. 1 lit. f RODO związany z realizacją niniejszego wniosku oraz umowy w sytuacji jej zawarcia.
5. Podstawą prawną przetwarzania danych osób wskazanych do kontaktu we wniosku, innych niż osoby, o których mowa w pkt 4, jest prawnie uzasadniony interes PKP Energetyka, o którym mowa w art. 6 ust. 1 lit. f RODO, związany z realizacją wniosku oraz wykonania postanowień umowy w sytuacji jej zawarcia.
6. Dane będą udostępniane podmiotom uprawnionym do ich otrzymywania na podstawie przepisów prawa, w tym Urzędowi Regulacji Energetyki w razie niezasadności ekonomiczno-technicznej przyłączenia. Dane będą przekazywane również podmiotom przetwarzającym dane osobowe na zlecenie PKP Energetyka S.A. w tym m.in.: obsługującym systemy informatyczne, prowadzącym obsługę finansowo-księgową, prowadzącym zewnętrzne archiwa dokumentacji, realizującym audyty; przy czym takie podmioty przetwarzają dane na podstawie umowy z PKP Energetyka S.A. i wyłącznie zgodnie z jej poleceniami.
7. Dane przetwarzane będą przez czas realizacji niniejszego wniosku, a po jej zakończeniu przez czas określony przepisami prawa energetycznego. W sytuacji zawarcia umowy dane będą przetwarzane do czasu wygaśnięcia ewentualnych roszczeń z niej wynikających.
8. Każda osoba ma prawo: dostępu do swoich danych, żądania ich sprostowania, usunięcia oraz ograniczenia ich przetwarzania, jak również wyrażenia sprzeciwu w przypadku przetwarzania danych w oparciu o uzasadniony interes, o którym mowa w ust. 4 lit. c oraz 5 powyżej.
9. W celu skorzystania z powyższych praw, należy skontaktować się z PKP Energetyka S.A. lub z inspektorem ochrony danych (dane kontaktowe wskazane w ust. 1 i 2 powyżej).
10. Każda osoba ma również prawo wniesienia skargi do Prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych.
11. Podanie danych jest dobrowolne. W przypadku braku podania danych nie będzie możliwe rozpatrzenie i realizacja niniejszego wniosku.

**Załącznik nr 1 do wniosku Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej sp. z o.o.
o określenie warunków przyłączenia Modułu Wytwarzania Energii typu B
instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej PKP Energetyka S.A.**

Ad. Punkt 2.3 wniosku

Tabela 1. Liczba przyłączanych paneli fotowoltaicznych

Lp.	Typ modułu	Sekcja	Liczba modułów w sekcji
1.	Monokrystaliczne	1	204
2.	Monokrystaliczne	2	212
3.	Monokrystaliczne	3	132
4.	Monokrystaliczne	4	188
5.	Monokrystaliczne	5	74
6.	Monokrystaliczne	6	220
Razem			1030

Ad. Punkt 4 wniosku

Tabela 2. Dane znamionowe przekształtników DC/AC

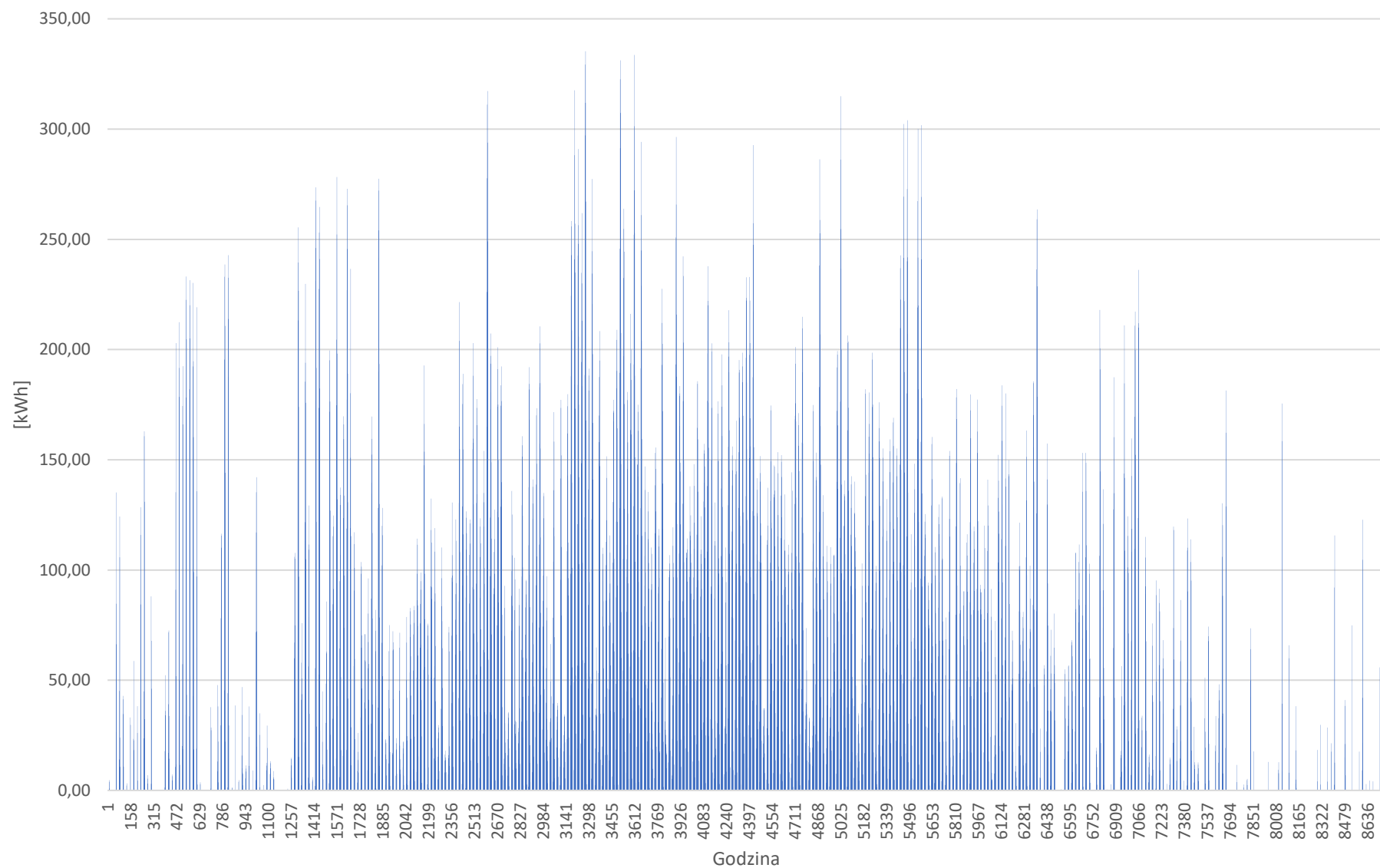
Lp.	Nr falownika	1	2	3	4	5	6
1.	Numer Sekcji	1	2	3	4	5	6
2.	Moc przemiennika [kW]	50	60	36	50	20	60
3.	Napięcie znamionowe zasilania [kV]	0,6					
4.	Napięcie wyjściowe [kV]	0,4					
5.	Prąd znamionowy wejściowy [A]	22					
6.	Prąd wyjściowy [A]	72,2	86,7	52	72,2	33,5	86,7
7.	Częstotliwość [Hz]	50					
8.	Zdolność przeciążeniowa [%]	138,7	109,2	124,7	127,8	125,8	124,66
9.	Zakres regulacji napięcia [V]	220/380 - 230/400					
10.	Współczynnik zawartości harmonicznych THD [%]	< 3					

**Załącznik nr 2 do wniosku Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej sp. z o.o.
o określenie warunków przyłączenia Modułu Wytwarzania Energii
typu B instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej PKP
Energetyka S.A.**

**Wykres energii oddawanej do sieci w ciągu roku przez Moduł Wytwarzania -
instalacja fotowoltaiczna o mocy 350,2 kW_p zlokalizowanej na terenie bocznicy
kolejowej Zaplecze Techniczne Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej, ul. Lawinowa 71
a w Łodzi.**

**(Uwzględniono wielkość i rozkład autokonsumpcji energii wyprodukowanej w
Module Wytwarzania)**

Wykres energii oddawanej do sieci w poszczególnych godzinach w ciągu roku



Energia oddawana do sieci w poszczególnych miesiącach w ciągu roku

