



Dofinansowane przez
Unię Europejską

Młodzież polska i ukraińska w trosce o czyste powietrze.

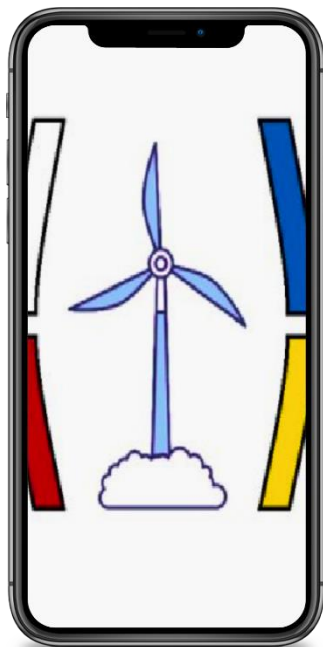
Materiały upowszechniające projekt

„Polska i Ukraina – dwie kultury,

wspólna troska o czyste powietrze”

w ramach programu Erasmus+ sektor „Młodzież”
akcja kluczowa 1. Mobilność edukacyjna osób

Nr umowy 2021-2-PL01- KA152-YOU-000038948





TYTUŁ:

**PROJEKT KONCEPCYJNY
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
O MOCY 42,24 [kWp]
DLA BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ TECHNICZNYCH W RYBNIKU**

ADRES:

**ZESPÓŁ SZKÓŁ TECHNICZNYCH W RYBNIKU
UL. TADEUSZA KOŚCIUSZKI 5, 44-200 RYBNIK**

ZAMAWIAJACY:

**URZĄD MIASTA RYBNIK
ul. Bolesława Chrobrego 2, 44-200 Rybnik**

BRANŻA:

**ELEKTRYCZNA
INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE**

SKŁAD ZESPOŁU PROJEKTOWEGO:

**mgr inż. Przemysław Kopacz - projektant
Filip Boehm – asystent projektanta
Maksymilian Mrozek – asystent projektanta**

DATA WYKONANIA:

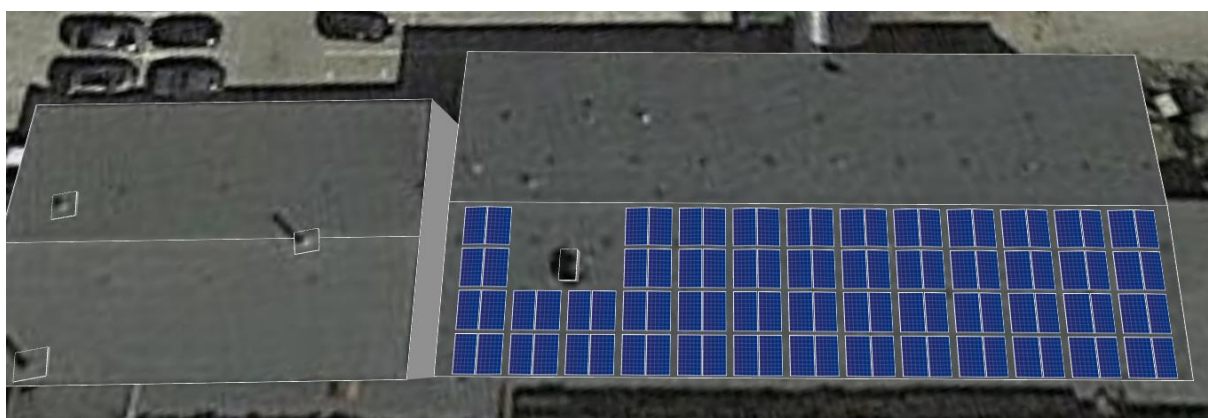
PAŹDZIERNIK, 2023 ROKU

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej (PV) dla budynku Zespołu Szkół Technicznych w Rybniku (dalej „ZST Rybnik”). Instalacja mieścić się ma na budynku Warsztatu Technicznego dawnego Rybnickiego Centrum Edukacji Zawodowej (Rys. 1), mieszczącego się przy ulicy Kościuszki 5. Instalacja służyć ma produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne szkoły.

Instalacja PV o mocy 42,24 [kWp] zbudowana w oparciu o panele fotowoltaiczne firmy Risen Energy Co. Ltd. będzie produkować napięcie stałe, które następnie zostanie przekształcone na napięcie zmienne za pomocą falownika SolarEdge SE33.3K. Taka instalacja zmniejszy zapotrzebowanie na energię elektryczną, zmniejszy ilość zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska oraz pozwoli na kolejne inwestycje polepszające innowacyjność szkoły.

Projekt koncepcyjny pozwoli określić szacowane koszty wykonania instalacji oraz możliwe dofinansowania inwestycji.



Rys. 1. Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku RZEC.

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- projekt koncepcyjny instalacji fotowoltaicznej;
- dobór i usytuowanie modułów PV na dachu wraz z konstrukcją;
- dobór inwertera fotowoltaicznego;
- dobór optymalizatorów
- projekt instalacji elektrycznej dołączenie instalacji fotowoltaicznej do istniejącej sieci budynku placówki oświatowej;

2. Podstawa opracowania

Podstawa opracowania:

- art. 29 ust. 4 pkt. 3 lit. c ustawy Prawo Budowlane z późniejszymi zmianami
 - "[...] 4. Nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia, o którym mowa w art. 30, wykonywanie robót budowlanych polegających na:
 - [...] 3) instalowaniu: [...]
- c) pomp ciepła, wolno stojących kolektorów słonecznych, urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW z zastrzeżeniem, że do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej,



zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a,

- zlecenie inwestora;
- przeprowadzona wizja lokalna
- uzgodnienia z inwestorem;
- obowiązujące normy i przepisy;
 - PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układyzasilania,
 - PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji, i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór,
 - PN-HD 60364-4-41:2017-09 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41:Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym.”,

3. Zakres opracowania

- informacje o obiekcie, w którym będzie wykonana instalacja PV,
- opis instalacji PV dla przedmiotowego obiektu,
- wybór najbardziej optymalnego miejsca zamontowania modułów fotowoltaicznych pod względem wydajności energetycznej;
- określenie wpływu instalacji na środowisko;
- opis instalacji PV dla przedmiotowego obiektu,
 - dobór oraz montaż 96 sztuk monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych o mocy do 440 [W], posiadających certyfikat zgodności z obowiązującymi normami;
 - dobór i montaż 48 sztuk optymalizatorów mocy, dobranych do podłączenia dwóch modułów fotowoltaicznych do jednego optymalizatora;
 - montaż okablowania i rozdzielni DC systemu fotowoltaicznego;
 - montaż okablowania i złączy od strony napięcia zmiennego AC systemu fotowoltaicznego;
 - dobór i montaż inwertera fotowoltaicznego DC/AC o maksymalnej mocy 50 [kW];
- opis mocy instalacji fotowoltaicznej oraz obliczenia elektryczne,
- charakterystykę zagrożenia pożarowego;
- opis instalacji elektrycznej wraz z zabezpieczeniami, kablami oraz innymi podzespołami instalacji;

4. Opis przyłącza

ZST w Rybniku pobiera energię elektryczną z siedzi na podstawie grupy taryfowej B21, natomiast moc umowna wynosi 120 [kW].

5. Stan istniejący

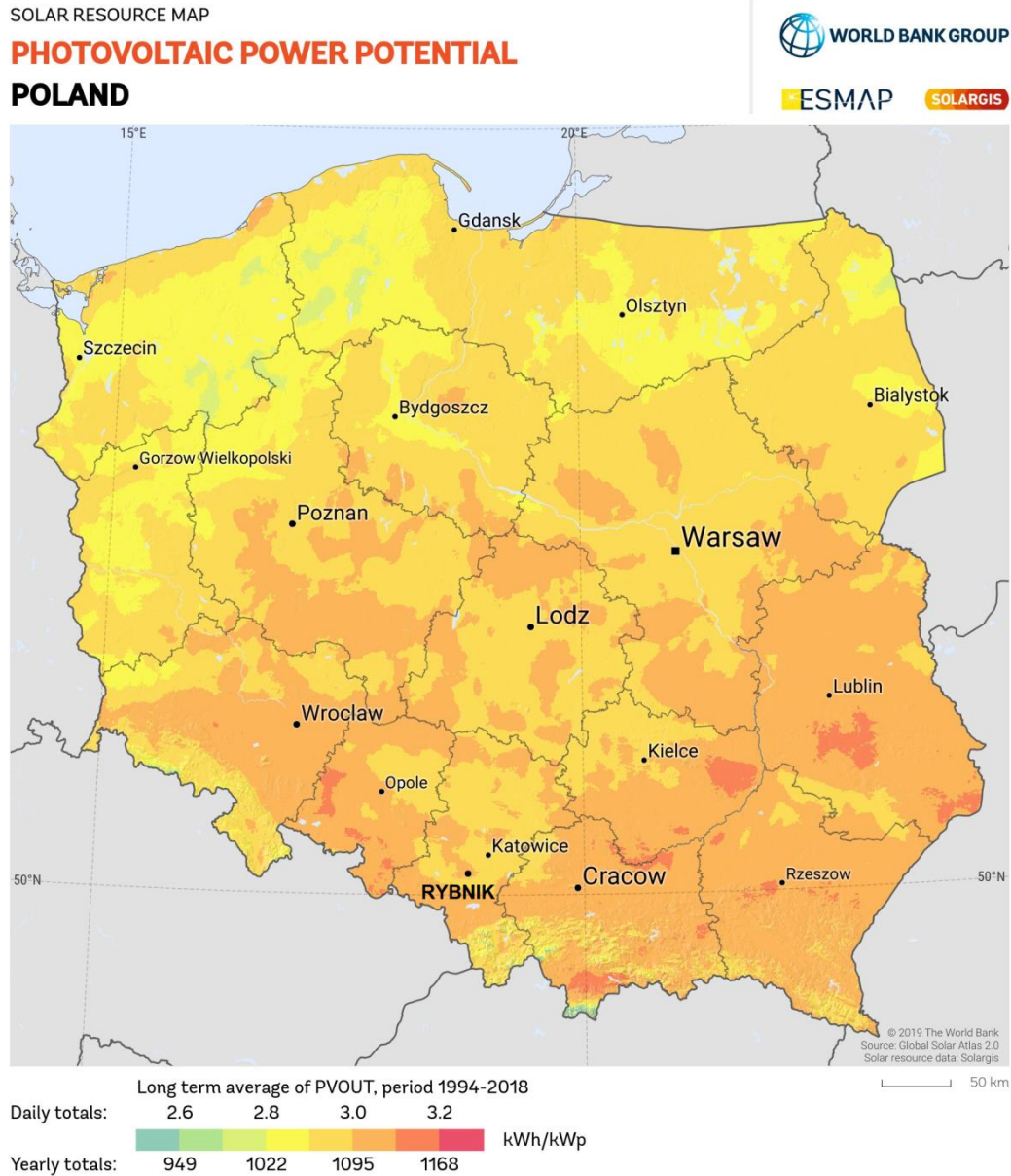
Instalacja fotowoltaiczna ma zostać umieszczona na dachu dwukondygnacyjnego budynku należącego do ZST w Rybniku, w którym mieszczą się obecnie Warsztaty Techniczne. Wszystkie moduły PV zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem dedykowanych mocowań i konstrukcji ramowej z balasem zabezpieczającym konstrukcję. W budynku RCEZ znajduje się również rozdzielnia główna Zespołu Szkół Technicznych, której przyłączy zostanie wykorzystane do podłączenia instalacji. Zostaną także poprowadzone do koryta kablowe. Projekt nie będzie ingerował w istniejącą strukturę i układ sieci zasilającej.



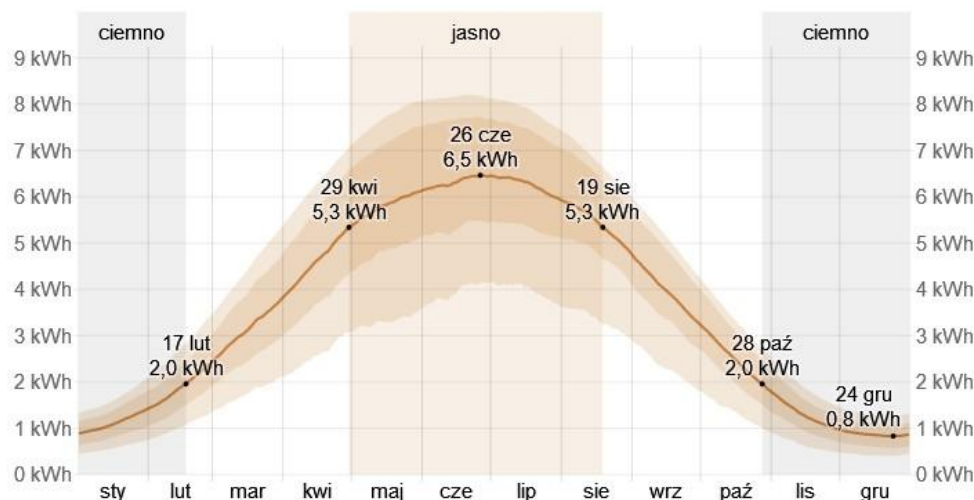
Budynek jest podłączony w sieci TN-C i TN-S.

6. Warunki meteorologiczne lokalizacji

Rybnik znajduje się w strefie o większym potencjalne fotowoltaicznym w skali kraju, określanym, jako uśredniona w skali roku moc dzienna i roczna wyrażona w [kWh] i [kWp], co przedstawiono na poniżej mapie (Rys. 2). Bardziej szczegółowe dane dotyczące miasta Rybnik przedstawiono na kolejnej grafice (Rys. 3).



Rys. 2. Potencjał fotowoltaiczny w Polsce



Rys. 3. Potencjał fotowoltaiczny w Rybniku w skali roku

Dane klimatyczne zawierają także liczbę godzin światła dziennego w skali roku i pokazują drastyczne zmiany długości dnia. Najkrótszy dzień trwa niewiele ponad 8 godzin, natomiast najdłuższy ponad 16 godzin (Rys. 4).



Rys. 4. Długość dnia w skali roku w Rybniku.

7. Opis przyjętych rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 96-ciu modułów polikrystalicznych o łącznej mocy 42,24 [kWp] od strony DC, co przekłada się na 440 [W] wytwarzanej mocy na każdy panel fotowoltaiczny PV.

Wymaganiem jest, aby moduły fotowoltaiczne PV były odporne na warunki atmosferyczne przez cały rok, dostosowane do zmiennych warunków pogodowych występujących na danym terenie (deszcze, mrozy itp.), wydajne energetycznie (z maksymalnymi spadkami mocy do 85% całkowitej po 25 latach) a także odporne na korozję. Wybrane panele powinny zapewniać odpowiednio uzyski energii zarówno podczas bezchmurnych dni, jak i gdy naświetlenie słoneczne będzie rozproszone. Sprawność modułu nie powinna spadać poniżej 20%. Dodatkowo panele powinny cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- minimum 10 lat gwarancji na produkt;
- minimum 25 lat gwarancji na liniowy spadek mocy (85% mocy po 25 latach);

Każdy moduł będzie również musiał być montowany z zachowaniem poprawnej konstrukcji ramowej z balastami, montowanej za pomocą dedykowanych mocowań. Panele nachylone powinny być pod kątem 15°, przy zachowanym azymucie 105°, aby zapewnić najlepszą wydajność energetyczną i spełniać wymagania



producenta. Przy czym, należy zachować minimum 2 [cm] odstępu między panelami, a także zachować odstęp pomiędzy rzędami paneli, celem łatwego dostępu, w razie potrzebnej naprawy czy konserwacji.

Panele fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów, za pomocą dedykowanych przewodów elektrycznych. Należy również uwzględnić montaż końcówek dedykowanych do paneli fotowoltaicznych typu MC-4. W instalacji powinno zamontować się moduły możliwie najlepiej spełniające ww. parametry i warunki.

Każdy moduł PV ma zostać połączony szeregowo w łańcuchy podłączone wspólnie do inwertera DC/AC zgodnie ze schematem elektrycznym [załącznik 1]. Falownik powinien być wyposażony w wejścia umożliwiające podłączenie wymaganej ilości łańcuchów (stringów) modułów PV, oraz musi obsłużyć moc do 50 [kW]. Od strony DC należy zastosować zabezpieczenia przeciwzwarceniowe w postaci rozłączników bezpiecznikowych typu gPV umieszczonych w rozdzielnicach RDC. Ponadto, instalacja od strony napięcia stałego DC jak i przemiennego AC powinna być zabezpieczona ogranicznikami przepięć SCI. Panele należy połączyć w minimum trzy, takie same pod względem ilości podłączonych modułów, grupy. Inwerter wraz z rozdzielnicą RDC muszą zostać zamontowane zgodnie ze schematem elektrycznym. Wszystkie połączenia między modułami muszą być odporne na warunki środowiskowe, obejmujące zwłaszcza oddziaływanie promieniowania UV, z racji na konieczność prowadzenia przewodów w korytach kablowych jak i na powierzchni dachu budynku RCEZ. W razie konieczności zastosowania rurek na przewody, one również muszą być odporne na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV.

Od strony 400 [V] AC inwertera, należy zastosować odpowiednie zabezpieczenia obwodów, które umieścić powinno się w rozdzielnicach RAC zainstalowanej wewnątrz rozdzielni znajdującej się w budynku RCEZ. Przekrój przewodów prowadzonych między wyjściami AC 400 [V] inwertera należy wykonać kablem YKY o przekroju dostosowanym do mocy urządzenia. Kable należy prowadzić w korytach kablowych lub rurkach. Od rozdzielnic RAC należy poprowadzić kabel YKY o minimalnej grubości dostosowanej do mocy inwertera DC/AC, który posłuży do połączenia instalacji z siecią zasilającą budynek szkoły. W pomieszczeniu rozdzielni głównej, należy zainstalować także wyłącznik główny pożarowy, jeśli taki nie znajduje się jeszcze w budynku.

7.1 Symulacja uzysku energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej i wybór rozwiązania

Poniżej przedstawiono symulację uzysku energii elektrycznej z projektowanej instalacji fotowoltaicznej, wykonany za pomocą programu SolarEdge Designer. Wszystkie obliczenia są oparte o specjalistyczne wzory, automatycznie przeliczone w ww. programie. Obliczenia wykonano dla nachylenia paneli pod kątem 15° i azymutu 105°, zamontowanych w poziomie. Wszelkie uzyskane wyniki nie gwarantują rzeczywistych uzysków energii. Rozbieżności mogą wynikać z wielu czynników, takich jak zabrudzenia, zaciemnienia czy wahania sprawności modułów fotowoltaicznych.

Podczas projektowania instalacji rozważano wiele różnych rozwiązań i umiejscowień instalacji, aby uzyskać możliwie największą sprawność. Do rozważań wzięto pod uwagę takie czynniki jak:

- nasłonecznienie/zaciemnienie powierzchni dachu;
- koszty inwestycji;
- odległość od rozdzielni głównej nN budynku szkoły;
- uzysk energii elektrycznej;
- efekt ekologiczny;

Do podjętych rozwiązań należy przede wszystkim wymienić:

- Instalację na dachu budynku głównego ZST w Rybniku
 - Instalacja ta cechowała się bardzo dużą powierzchnią, na której można było zainstalować moduły PV (Rys. 5), jednakże ilość przeszkód, jak i znaczna odległość instalacji



od przyłącza elektrycznego zdeterminowały o odrzuceniu tego pomysłu. Poniżej przedstawiono przewidywane uzyski energetyczne (Rys. 6).

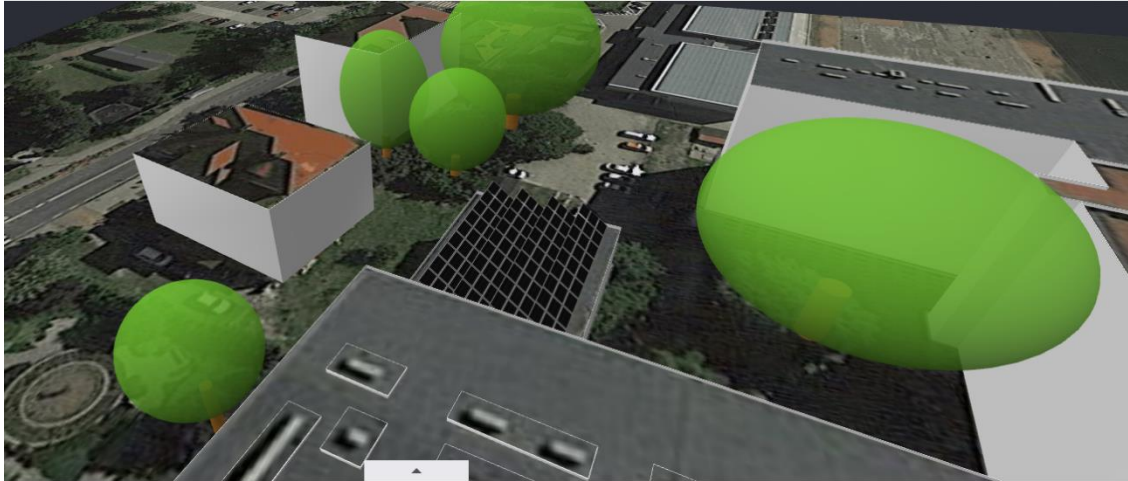


Rys. 5. Umieszczenie modułów fotowoltaicznych na dachu budynku głównego ZST w Rybniku.

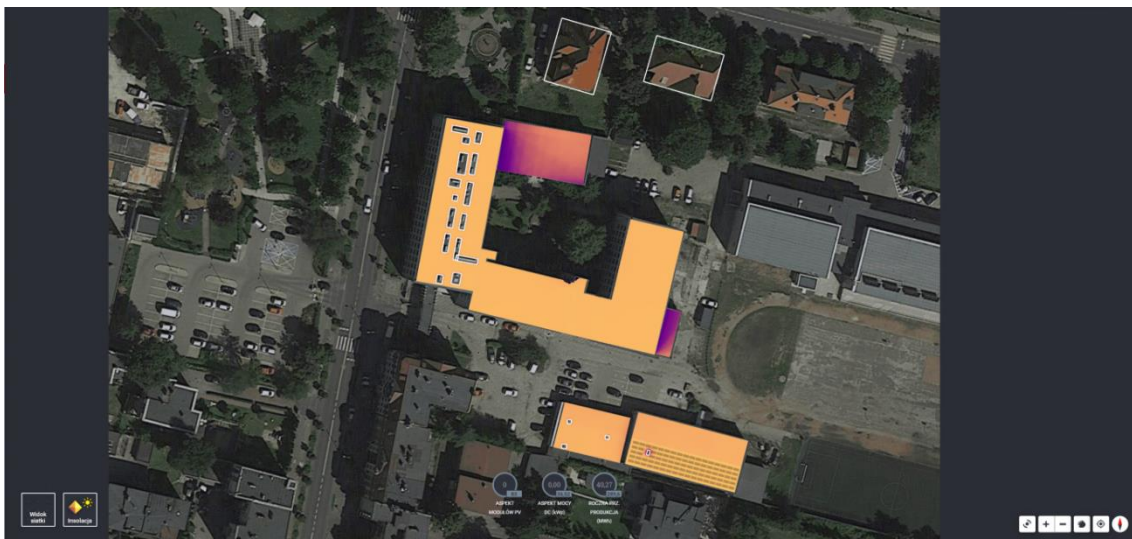


Rys. 6. Podsumowanie symulacji instalacji usadowionej na dachu budynku głównego ZST w Rybniku.

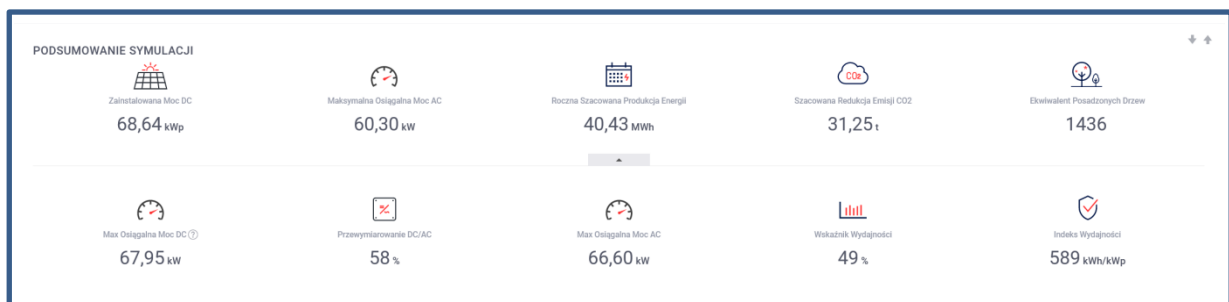
- Instalację na dachu sali gimnastycznej ZST w Rybniku
 - Rozwiązanie to miało na celu dostarczenie energii do projektowanej równoległej instalacji zasilającej innowacyjną halę zewnętrzną połączoną z kinem plenerowym, które to miały być zasilone bezpośrednio z instalacji fotowoltaicznej. Niestety, pomysł ten został również odrzucony z racji na położenie innych obiektów w okolicy, które znacząco zaciemniały dach sali gimnastycznej, powodując, że uzyski energii były niewystarczające, a instalacja byłaby niewydajna energetycznie. Poniżej przedstawiono mapę nasłonecznienia (Rys. 7 i 8) oraz przewidywane uzyski energetyczne (Rys. 9). Taka inwestycja spłaciłaby się po około 9 latach (nie wliczając kosztów mocowań, okablowania, rozdzielni i wykonania instalacji) co przy założeniu długości gwarancji modułów PV na 12 lat, jest kolejnym argumentem zmiany koncepcji instalacji.



Rys. 7. Przedstawienie przeszkód w okolicy planowanej instalacji na dachu sali gimnastycznej ZST w Rybniku.



Rys. 8. Mapa nasłonecznienia dachów budynków ZST w Rybniku.

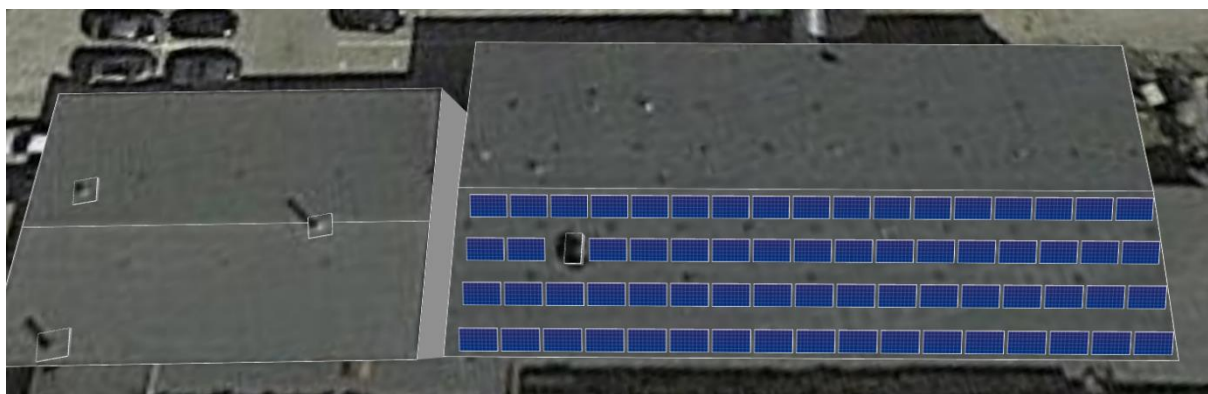


Rys. 9. Podsumowanie symulacji instalacji usadowionej na dachu Sali gimnastycznej ZST w Rybniku.

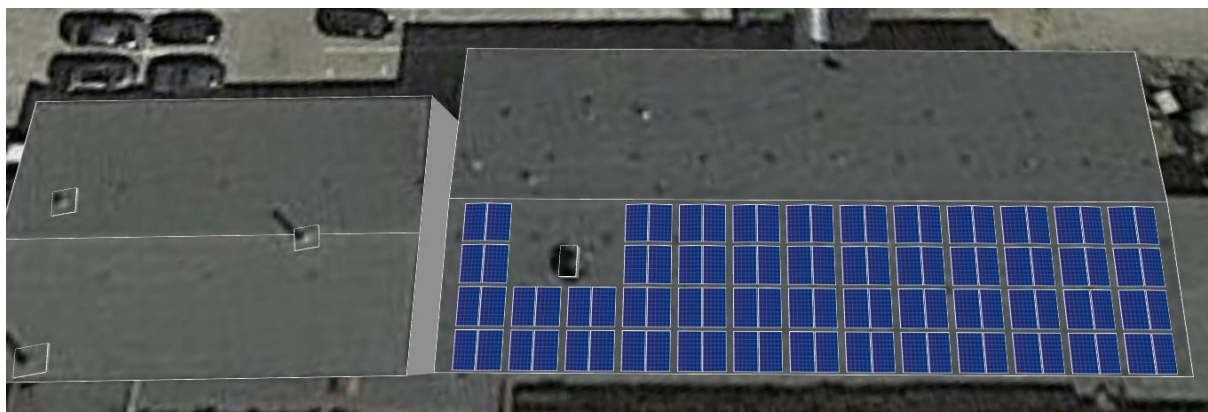
Ostatecznie zdecydowano się na umiejscowienie instalacji fotowoltaicznej PV na dachu budynku Warsztatów Technicznych, gdyż okazało się ono najbardziej korzystne ekonomicznie (Rys. 10), przede wszystkim dzięki zastosowaniu instalacji wschód-zachód, która znacząco polepsza uzysk energii elektrycznej. Rozważano dwa sposoby montowania modułów fotowoltaicznych (Rys. 11): ułożenie poziomie (a) oraz wschód-zachód (b).



Rys. 10. Szacowany roczny uzysk energii elektrycznej instalacji usadowionej na dachu Warsztatów Technicznych RCEZ ZST w Rybniku.

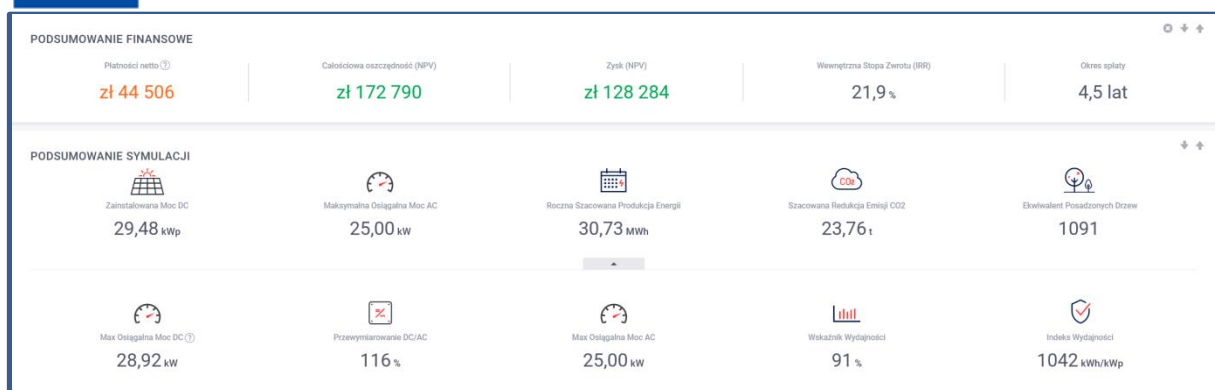


Rys. 11a. Ustawienie poziome instalacji PV.

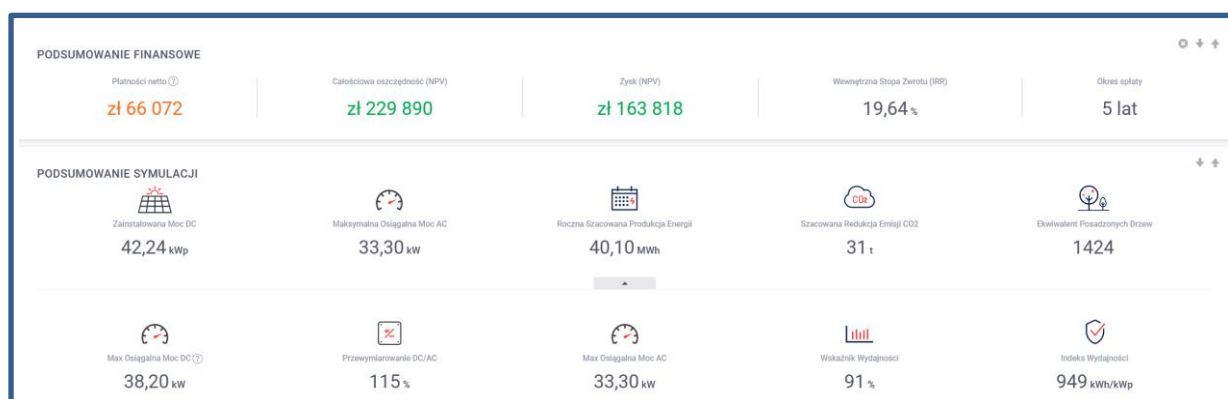


Rys. 11b. Ustawienie wschód-zachód instalacji PV.

Dzięki przyjętemu rozwiązaniu (b), proporcjonalnie wzrosły koszty inwestycji, ale równomiernie wzrósł uzysk energii, natomiast znacząco poprawił się efekt ekologiczny. Szczegółowe porównanie rozwiązań przedstawiono na poniższych grafikach (Rys. 12a i 12b).



Rys. 12a. Parametry ekonomiczne i ekologiczne instalacji poziomej.



Rys. 12b. Parametry ekonomiczne i ekologiczne instalacji wschód-zachód.

Zoptymalizowano instalację, zgodnie z obliczeniami powinna spłacić się po około 5 latach, uwzględniając obecne trendy cenowe podzespołów instalacji, wzrostu cen energii i brak konieczności przeprowadzania wykopów między budynkiem głównym o rozdzielnią nN budynku RCEZ. Należy także pamiętać, że przewidywane koszty nie obejmują kosztów mocowań, okablowania, rozdzielni i wykonania instalacji, które szacunkowo zwiększą koszt o około 100%. Podczas obliczeń zysków ekonomicznych, założono także dofinansowanie z tytułu ulgi termomodernizacyjnej. Nie ujęto żadnych dodatkowych ulg, dofinansowań czy dotacji ze środków krajowych czy unijnych, które mogłyby dalej obniżyć koszty instalacji o 50-80%. Wszystkie dane umieszczone zostały w formie raportu wygenerowanego przez program SolarEdge Designer [Załącznik 2].

7.2 Wartość ekologiczna inwestycji

W wyniku użytku energii elektrycznej pochodzącej z sieci, zwiększa się emisję CO₂ do atmosfery wynikającą ze spalania paliw należących do nieodnawialnych źródeł energii. Dzięki mikroinstalacji fotowoltaicznej na budynku szkoły, zakłada się osiągnięcie efektu ekologicznego w postaci redukcji tych zanieczyszczeń.

Przy założeniu, iż instalacja wytwarzać będzie 42,24 [MWh] mocy rocznie, szacuje się, że zmniejszy to emisję CO₂ 31 [t], co jest ekwiwalentem 1424 posadzonych drzew (Rys. 13).



Rys. 13. Efekt ekologiczny instalacji fotowoltaicznej na ZST w Rybniku.

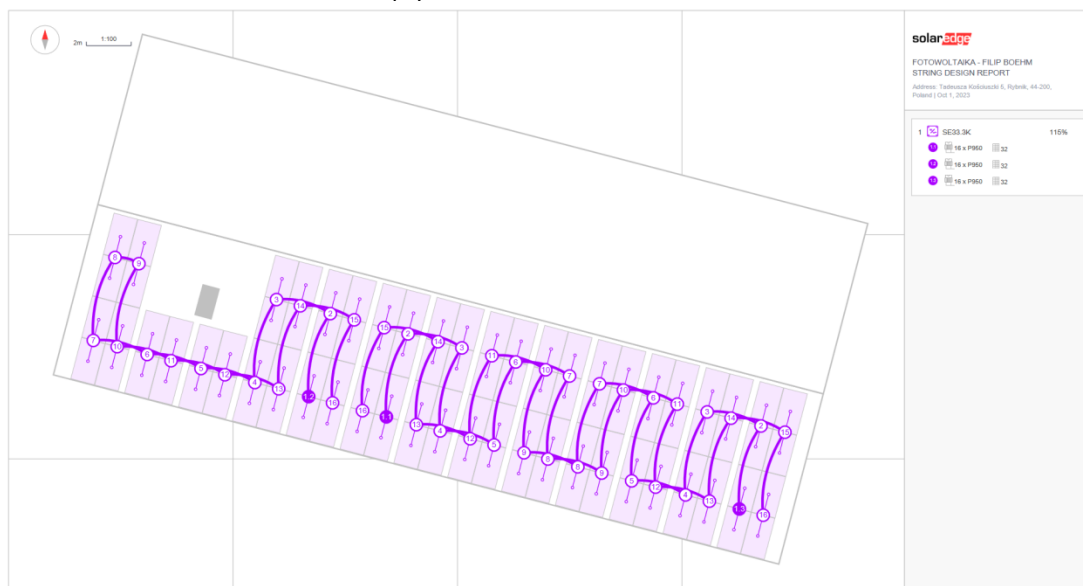
W związku z powyższym, wykonanie planowanej inwestycji przyniesie nie tylko ekonomiczne, ale i ekologiczne korzyści.

7.3 Panele fotowoltaiczne

Urządzenia te działają na zasadzie przetwarzania energii promieniowania słonecznego UV na energię elektryczną, dzięki zjawisku fotowoltaicznemu. Dzięki połączeniu takich paneli, uzyskuje się znaczną produkcję energii, jednakże prądu stałego DC. Wytworzona energia musi zostać przetworzona na napięcie zmienne AC w inwerterze, do którego dostarczona jest za pośrednictwem okablowania. Panele muszą być zamontowane z wykorzystaniem odpowiednich konstrukcji wsporczych, z racji na lekko pochyły charakter powierzchni dachu. Konstrukcja i mocowania muszą być wykonane ze stali ocynkowanej ogniowo lub z aluminium, oraz muszą być w pełni certyfikowane. W projekcie przewiduje się użycie najnowocześniejszych paneli dostępnych na rynku, dostępnych aktualnie w sprzedaży, oraz posiadające możliwie największą wydajność energetyczną, oraz moc minimum 440 [Wp]. Ponadto, ważnym jest kolor powłoki paneli. Zdecydowano się na kolor niebieski z racji na lepsze parametry termiczne oraz cenę i dostępność na rynku.

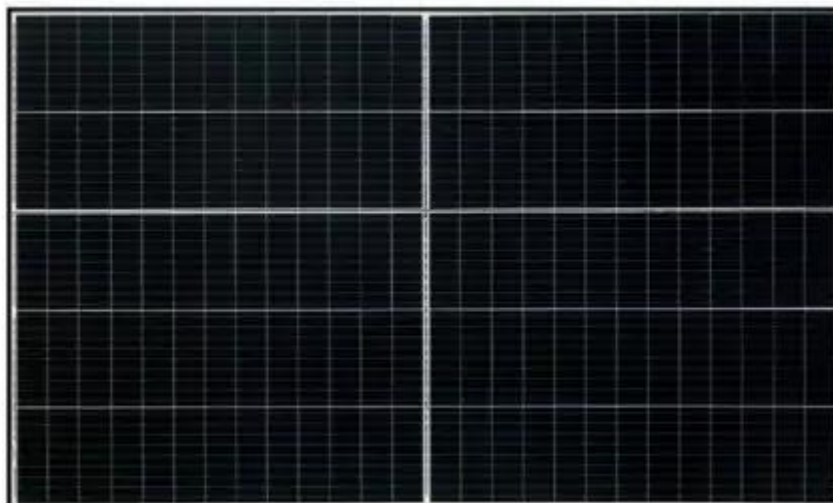
Panele obsługiwane są przez pojedynczy inwerter i połączone zostały w trzy, następujące grupy (Rys. 14):

- 1.1 1 łańcuch 32 modułów, 16 optymalizatorów
- 1.2 1 łańcuch 32 modułów, 16 optymalizatorów
- 1.3 1 łańcuch 32 modułów, 16 optymalizatorów



Rys. 14. Schemat połączeń grup modułów fotowoltaicznych w tak zwane łańcuchy (stringi).

W ostatecznym rozwiązaniu, zdecydowano się na zastosowanie paneli firmy Risen Energo Co. Ltd. z racji, że panele RSM130-8-440M (Rys. 15) spełniają wszystkie postawione wymagania. Ponadto, są to moduły stosunkowo tanie i łatwo dostępne na rynku, a także produkowane są w Polsce. Wszystkie niezbędne parametry i właściwości paneli znajdują się w [Załączniku 3].



Rys. 15. Panel fotowoltaiczny PV RSM130-8-440M.

7.4 Systemy mocujące moduły fotowoltaiczne

Mocowanie poszczególnych rzędów modułów powinno wykonywać się za pomocą złączy w standardzie MC-4, kablem solarnym o przekroju 6 [mm²]. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na działanie promieniowania UV oraz innych czynników szkodliwych.

Do wyposażenia budynku w ww. moduły fotowoltaiczne zastosowano dedykowane systemy mocujące CORAB PB-066 (Rys. 16) [Załącznik 4] przystosowane do montażu na dachu pokrytym papą termozgrzewalną. Mocowania te charakteryzują się wykonaniem z aluminium i posiadają dodatkowy balast, które są niezbędne w tego typu instalacjach.



Rys. 16. Sposób mocowania modułów fotowoltaicznych CORAB PB-066



7.5 Inwerter falownikowy DC/AC

Inwerter (falownik) to urządzenie energoelektroniczne, którego zadaniem jest przekształcanie energii elektrycznej prądu stałego, na prąd przemienny o parametrach sieciowych, tj. napięcia sinusoidalnie zmiennego o częstotliwości 50 [Hz] i napięciu skutecznym 230 [V]. W projekcie przewiduje się zastosowanie pojedynczego inwertera o minimalnej mocy 35 [kW], do którego poza ww. zadaniem, jest także ochrona sieci szkolnej przed oddawaniem energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej, poprzez automatyczne odłączenie instalacji w przypadku zaniku napięcia zasilania. Inwerter powinien posiadać również własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie odpowiednich parametrów energii elektrycznej, a także możliwość monitoringu pracy systemu.

W związku z powyższym, dobrano inwerter SolarEdge SE33.3 (Rys. 17), o parametrach zamieszczonych w [Załączniku 5], który ponadto spełnia wymagania obowiązujących norm.



Rys. 17. Inwerter SolarEdge SE33.3.

Inwerter przeznaczony jest do zainstalowania w wentylowanej rozdzielni nN za pomocą uchwyty ściennego, co zapewni odpowiednią pracę urządzenia. Przewody AC z inwerterów zostaną wprowadzone do skrzynki łączeniowej AC zgodnie ze schematem elektrycznym [Załącznik 1].

7.6 Monitoring pracy systemu

Wybrany inwerter wyposażony jest w złącze RS485 oraz w zintegrowany system monitorowania pracy sieci poprzez Ethernet, Wi-Fi i sieć GSM, dzięki czemu na bieżąco będzie można obserwować pracę systemu. W oparciu o te funkcje, należy stworzyć system monitoringu, umożliwiający transmisję danych na zewnątrz serwera dla potrzeb wizualizacji pracy systemu fotowoltaicznego.

7.7 Optymalizatory mocy

W instalacji planuje się montaż 48 szt. optymalizatorów mocy, do których ma być podłączone 96 modułów fotowoltaicznych, po 2 sztuki na optymalizator. Optymalizatory muszą swymi parametrami odpowiadać mocy modułów, do których zostaną dołączone.

Zastosowanie optymalizatorów mocy pozwala nie tylko na wyeliminowaniu skutków częściowego zacielenia modułów danym łańcuchem, ale również monitorowanie na poziomie pojedynczego modułu pracy instalacji. Dodatkowo optymalizatory mają pełnić funkcję wyłącznika pożarowego umożliwiając odłączenie każdego modułu w szeregu oddzielnie. Dopuszcza się zastosowanie innego rozwiązania, umożliwiającego

wyeliminowanie skutków częściowego zacienienia modułów na poszczególnym łańcuchu oraz monitorowanie na poziomie pojedynczego modułu pracy instalacji. Rozwiązanie powinno też umożliwić funkcję wyłącznika pożarowego umożliwiając odłączenie każdego modułu w szeregu oddzielnie.

Wykorzystane optymalizatory mocy SolarEdge P950-4R (Rys. 18) [Załącznik 6] spełniają wszystkie ww. warunki dla tego typu urządzeń, które są dedykowane do pracy z falownikiem SE33.3. Ponadto, jeden optymalizator może obsługiwać dwa moduły połączone szeregowo, oraz urządzenia te zapewniają możliwość monitorowania systemu z poziomu modułu, co polepsza ułatwia konserwację instalacji.



Rys. 18. Optymalizator mocy SolarEdge P950-4R.

7.8 Rozdzielnice RDC i RAC

W projektowanej instalacji koniecznym jest zamontowanie inwertera DC/AC w rozdzielnicy RAC, aby podłączyć instalację fotowoltaiczną do sieci AC 230/400 [V] 50 [Hz] obiektu. Rozdzielnica musi być wykonana zgodnie ze schematem. Projektuje się rozdzielnicę w obudowie z tworzywa sztucznego o stopniu ochrony IP65. W rozdzielnicy powinny znajdować się następujące zabezpieczenia: rozłącznik izolacyjny, ograniczniki przepięć TYP 1 i 2, wyłącznik różnicowo-prądowy o prądzie różnicowym wynoszącym 0,1 [A] oraz wyłącznik nadprądowy o charakterystyce minimum B50. Podłączenie rozdzielnicy do wewnętrznej sieci NN budynku szkolnego odbywać się ma w istniejącym złączu kablowym zasilającym budynek szkoły, poprzez linię kablową wykonaną kablem YKY 5x25 [mm²]. Wprowadzenie i podłączenie kabla w istniejącym złączu kablowym na potrzeby włączenia instalacji fotowoltaicznej nie wymaga jego przebudowy oraz uzgodnień z operatorem sieci dystrybucyjnej.

Rozdzielnica RDC wyposażona musi zostać w rozłączniki bezpiecznikowe z wkładkami 15 [A], dla każdego bieguna łańcuchów (stringów) osobno. Ponadto, należy zainstalować ograniczniki przepięć TYP 1 i 2. Obudowy rozdzielnic winny być wykonane w II klasie izolacji o stopniu ochrony IP65, odporne na promieniowanie UV.

Dodatkowo rozdzielnice muszą być zabezpieczone przed możliwością nieautoryzowanego otwarcia.

Schemat instalacji elektrycznej zamieszczony został w [Załączniku 1].

7.9 Okablowanie instalacji fotowoltaicznej

Przewody fotowoltaiczne DC mają za zadanie odprowadzanie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika i są przeznaczone do pracy z prądem stałym. Przewody solarne muszą być odporne na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV, posiadać podwójną izolację, wzmocnione przed



uszkodzeniami mechanicznymi. Końcówki kabli łączyć złączami MC-4, które zapewnią wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

Zostaną zastosowane przewody solarne typu H1Z2Z2-K wg. PN-EN 50618: BITNER BiT 1000solar PV 1x6 [mm²], 1/1 [kV], w kolorze czarnym (S68301) i czerwonym (S68301.05) [Załącznik 7]. Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączka tego samego typu i producenta - STAUBLI / Multi-Contact AG Basel MC-4.

Charakterystyka odporności przewodów solarnych:

- typ: H1Z2Z2-K wg. PN-EN 50618
- podwójnie izolowany
- odporność na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV wg. PN-EN 50618
- bezhalogenowy wg. PN-EN 50618
- klasa reakcji na ogień wg EN 50575 Dca-s2, d2, a1

Kable do części AC instalacji mają za zadanie doprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej placówki oświatowej. Przekrój przewodów AC dobrany został na podstawie obciążalności elektrycznej długotrwałej przewodu dla falownika o mocy 33.3 [kW] zgodnie z poniższą Tabelą 1.

Tab. 1. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów i kabli o izolacji PVC

Oznaczenia	A1				A2				B1				B2				C			
Miejsce i sposób ułożenia przewodów	w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych pod tynkiem								w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych na ścianie								na ścianie			
	Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody i kable wielożyłowe			
Liczba przewodów obciążonych	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>	<i>I_{dd}</i>	<i>I_b</i>
1,5	16,5	16	14,5	13	18,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	17,5	16	16	16	21	20	18,5	16
2,5	21	20	19	16	19,5	16	18,5	16	25	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25
4	28	25	25	25	27	25	24	20	34	32	30	25	32	32	29	25	38	35	34	32
6	36	35	33	32	34	32	31	25	43	49	38	35	40	35	36	35	49	40	43	40
10	49	40	45	40	48	40	41	40	60	50	53	50	55	50	49	40	67	63	60	50
16	65	63	59	50	60	50	55	50	81	80	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80
25	85	80	77	63	80	80	72	63	107	100	94	80	95	80	85	80	119	100	102	100
35	105	100	94	80	98	80	88	80	133	125	117	100	118	100	105	100	148	125	126	125
50	128	125	114	100	117	100	105	100	160	160	142	125	141	125	125	125	178	160	153	125
70	160	160	144	125	147	125	133	125	204	200	181	160	178	160	158	125	228	200	195	160
95	183	160	174	160	177	160	159	125	245	200	219	200	213	200	190	160	273	250	238	200
120	223	200	199	160	204	200	182	180	285	200	253	250	248	200	218	200	317	315	275	250
150	254	250	229	200	232	200	208	200	-	-	-	-	-	-	-	-	365	315	317	315
185	288	250	260	250	263	250	236	200	-	-	-	-	-	-	-	-	418	400	361	315
240	339	315	303	250	308	250	277	250	-	-	-	-	-	-	-	-	489	400	427	400
300	389	315	348	315	354	315	316	315	-	-	-	-	-	-	-	-	562	500	492	400

Oznaczenia: *I_{dd}*- obciążalność przewodów *I_b*- prąd znamionowy zabezpieczeń przetężeniowych

W związku z powyższym sugeruje się zastosowanie przewodu H07RN-F (OnPD) 5x50 [mm²] [Załącznik 8].

8. Moc instalacji fotowoltaicznej

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = LM * P_{STC PV}$$

gdzie:

PPV – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp]

LM – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt]

PSTC PV – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego [Wp]



Moc DC instalacji fotowoltaicznej wynosi 42,24 kWp. Moc AC instalacji fotowoltaicznej równa jest mocy wyjściowej falownika i wynosi 33,3 kW.

9. Opis przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej i magazyny energii

W celu podłączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej należy wyprowadzić kabel z instalacji elektrycznej obiektu i doprowadzić do projektowanego falownika. Według przepisów dotyczących instalacji OZE o mocy mniejszej niż 50 [kW], wszystkie tego typu instalacje muszą zostać zgłoszone do dystrybutora energii elektrycznej. W przypadku budynku, jakim jest szkoła, sugeruje się zamontowanie licznika dwukierunkowego z racji na niewielkie zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku, w stosunku do jej produkcji przez panele fotowoltaiczne w najbardziej wydajnym okresie jakim są miesiące lipiec-sierpień. W takim wypadku istniejący licznik służący do pomiaru energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należałoby wymienić na nowy - dwukierunkowy. Wymiany licznika dokona Zakład Energetyczny na podstawie zgłoszenia.

Podczas projektowania instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku ZST w Rybniku, rozważano zainstalowanie magazynów energii, w związku z znacznie mniejszym charakterem zużycia energii elektrycznej placówki w okresie wakacyjnym. Takie rozwiązanie pozwoliłoby na wykorzystanie nagromadzonej przez ten okres energii po rozpoczęciu nowego roku szkolnego, kiedy to zużycie energii gwałtownie wzrasta. Jednakże, magazyny energii znacząco podniosłyby koszt instalacji fotowoltaicznej, a przez wzgląd na zużywaną poziom zużywanej mocy (rzędu 24 [MWh]), magazyny te bardzo szybko by się wyczerpały. W związku z tym koncepcja ta została odrzucona.

10. Zakres prac instalacyjnych oraz wytyczne w zakresie wykonania instalacji

Planowany przebieg prac:

- dostawa wszystkich elementów instalacji fotowoltaicznej,
- doprowadzenie linii zasilającej do falownika,
- montaż modułów fotowoltaicznych,
- ułożenie przewodów łączących moduły fotowoltaiczne,
- ułożenie przewodów łączących moduły fotowoltaiczne z falownikiem,
- montaż falownika i zabezpieczeń strony DC i AC,
- połączenie modułów z falownikiem,
- podłączenie instalacji do licznika energii elektrycznej,
- sprawdzenie pracy układu,
- wykonanie pomiarów instalacji,
- uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji inwestorowi,
- przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji.

Wytyczne w zakresie wykonania instalacji:

- w przypadku montażu instalacji fotowoltaicznej na dachach najlepiej pola modułów fotowoltaicznych lokalizować na podłożu niepalnym lub zawierającym niepalną izolację cieplną.
- jeżeli w danej lokalizacji występują tylko dachy pokryte materiałem palnym, pole modułów PV powinno się sytuować w taki sposób, aby dolna krawędź modułu była minimum 10 cm nad pokryciem dachu.
- po stronie DC należy wykonać połączenia za pomocą szybkozłączy jednego typu i jednego producenta.
- przy dokręcaniu śrub w aparatach elektrycznych lub klemach modułów fotowoltaicznych należy stosować odpowiednie momenty, wskazane przez producenta. Do określania siły z jaką dokręcono



dany element należy zastosować wkrętaki i klucze dynamometryczne. Wszystkie błędy związane z niewłaściwym momentem dokręcenia mogą przełożyć się na nadmierne nagrzewanie się połączeń co może skutkować pożarem.

- na dachach płaskich należy stosować metalowe kanały kablowe, bez ostrych krawędzi.
- na dachach skośnych - tam gdzie to możliwe przewody należy prowadzić pionowo oraz przewody poza modułami należy prowadzić zawsze w dedykowanych osłonach, trwale przymocowanych do dachu.
- przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń, zaś w obszarach pod modułami złączki solarne należy podpiąć do konstrukcji / ramy modułu tak aby nie leżały luźno na powierzchni dachowej.

11. Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Dla instalacji elektrycznych powyżej 6kW niezbędne jest przeprowadzenie analizy zagrożenia pożarowego, oraz wdrożenie wszelkich niezbędnych rozwiązań, celem dostosowania ochrony p.poż. dla budynku placówki oświatowej. Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji wskazane w § 4 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r. z późniejszymi zmianami w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej.

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 42,24 [kWp] niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2. 6kt. 16. 5) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami.

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami;
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej z późniejszymi zmianami;
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów z późniejszymi zmianami;
- Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami;
- PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań;
- PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór;



11.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji fotowoltaicznej PV

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

- nieprawidłowe użycie złątek (źle dobrane, niekompatybilne);
- nieprawidłowo zaciśnięte zestyki;
- brak prawidłowo zatrzaskniętych wtyków lub gniazd, powstałe w wyniku błędów montażowych;
- błędne wykonanie połączeń umożliwiające wnikanie wilgoci w złączach, skrzynkach połączeniowych i przetwornikach;
- poluzowanie zacisków śrubowych w puszkach przyłączeniowych lub wyłącznikach izolacyjnych powstałe najczęściej w wyniku błędów montażowych;
- złe, niezgodne ze sztuką wykonanie połączenia lutowanego w skrzynce przyłączeniowej modułu PV;
- nieprawidłowe połączenie izolatorów przepięć lub – w przypadku zewnętrznych puszek – zastosowanie w nieodpowiedniej klasie zabezpieczeń przed czynnikami zewnętrznymi, w wyniku uszkodzenia izolacji, kabla lub zbyt dużego kąta gięcia kabli;

W celu uniknięcia najczęściej występujących przyczyn występowania łuku elektrycznego, tj. błędnego montażu instalacji PV, należy poddawać instalację regularnym, cyklicznym przeglądom, celem wykrycia nieprawidłowości pracy instalacji na wczesnym etapie.

11.2. Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych

W budynku zaprojektowano instalację, która nie stanowi przykrycia dachu, o których mowa w §216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrzny zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 + A1:2007 pkt 4. „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1.

Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

11.3. Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących

Instalacja fotowoltaiczna projektowana w omawianym budynku pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania go względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

11.4. Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób

W budynkach wielokondygnacyjnych nie montować okablowania i urządzeń instalacji na drogach ewakuacyjnych o jednym kierunku ewakuacji. W przypadku braku takiej możliwości należy zastosować osłony



ognioodporne przewodów i urządzeń lub zastosować zabezpieczenia wyłączające napięcie po stronie DC w przypadku jakiegokolwiek nieprawidłowej pracy instalacji.

W rzeczonym budynku projektowana instalacja nie ingeruje w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjnego. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian, a ewentualna ewakuacja budynku powinna przebiegać zgodnie z wypracowanymi wytycznymi dotyczącymi budynków oświatowych.

11.5. A Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy tego samego typu i producenta (w zakresie wymagań opisanych w pkt. 8);
- zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- trasy przewodów DC na dachach płaskich prowadzono w metalowych kanałach kablowych (eliminując wszelkie ostre krawędzie);
- trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”;
- w pomieszczeniu falownika kable lub przewody należy prowadzić w kanałach elektroinstalacyjnych lub rurkach elektroinstalacyjnych z wyłączeniem obszarów bezpośrednio przy falowniku, gdzie przewody mogą być odsłonięte, lecz nie dalej niż 40 [cm] bezpośrednio przy ścianach lub suficie, ale powinno zapewnić się im odpowiednie konstrukcje nośne;
- w przypadku montowania falownika wewnątrz budynku należy lokalizować go tak, aby miał możliwość oddawania energii cieplnej wydzielanej przez urządzenie, przy założeniu, że 5% mocy nominalnej falownika może być wyemitowane w postaci ciepła;
- temperatura pomieszczenia nie powinna przekraczać 35°, chyba, że producent falownika przewidział jego pracę w wyższych temperaturach;
- falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2 (nieplane);
- wszelkie ewentualne przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odpowiadającej klasie oddzielenia ppoż;
- zapewniono ochronę odgromową / przepięciową urządzeń fotowoltaicznych;

11.6. Wyposażenie w gaśnice

Obiekt należy wyposażyć w gaśnicę proszkową 4 [kg] ABC zlokalizowaną w pobliżu inwertera fotowoltaicznego. Do gaśnicy powinien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1m.

12. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP

W przedmiotowym obiekcie z uwagi na:

- charakter obiektu: budynek oświatowy o kubaturze mniejszej niż 1000 [m³], w oparciu o § 4 ust. 2. - ROZPORZĄDZENIA MINISTRA SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów, niewymagane jest instalowanie przeciwpożarowego wyłącznika prądu PWP.

13. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego.

14. Plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych

Po wykonaniu instalacji PV w budynku, należy złożyć zawiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej. Należy do zawiadomienia dołączyć kartę informacyjną, czyli plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych, które ponadto umieszcza się w skrzynce z głównym wyłącznikiem prądu całej instalacji elektrycznej obiektu (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonany metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

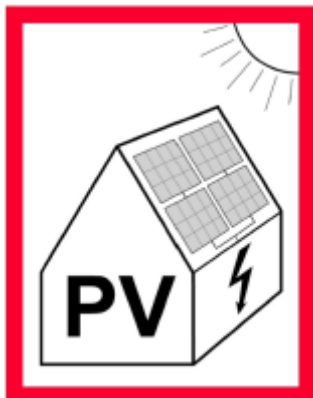
Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację falownika/ów PV,
- miejsca usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

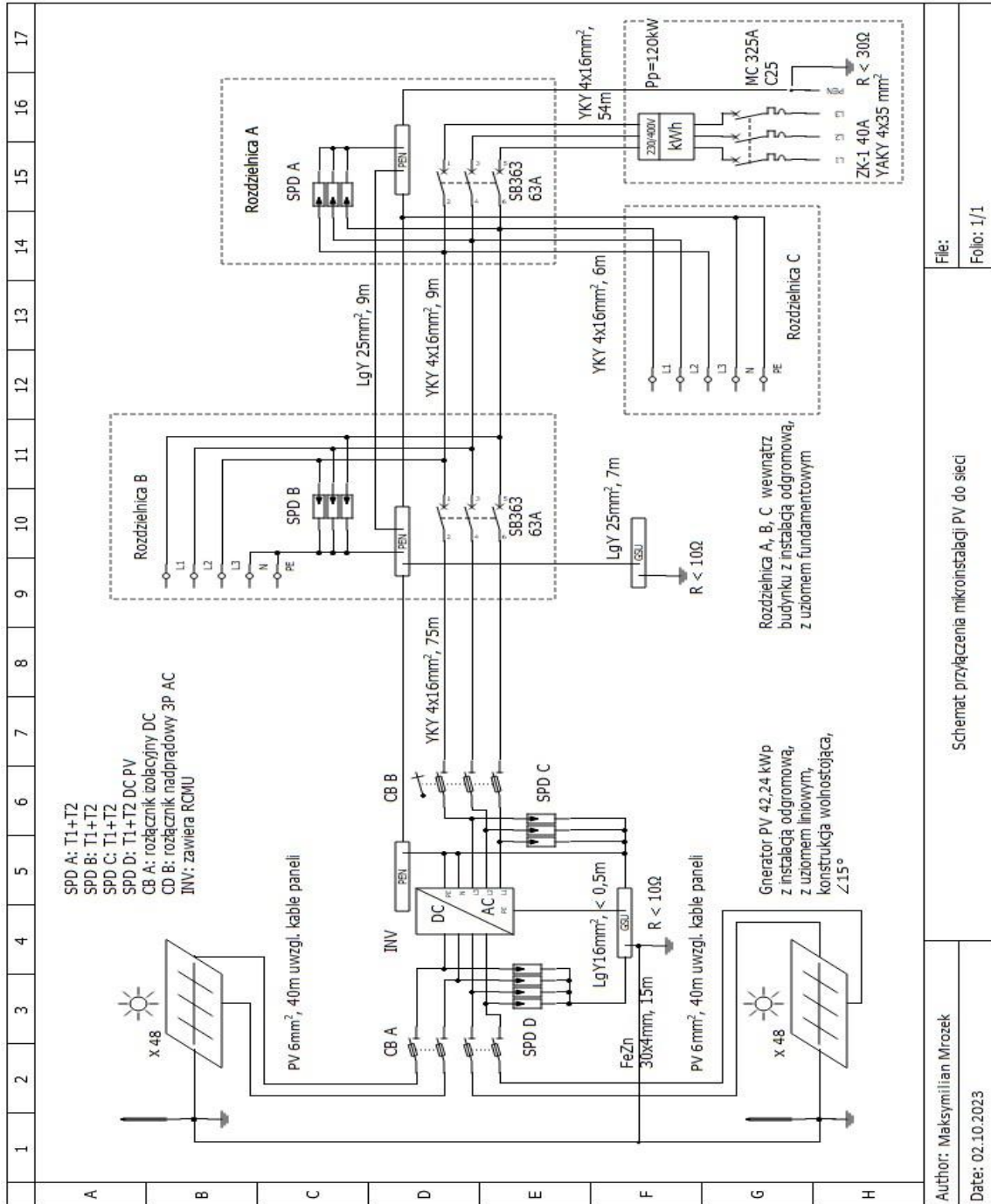
15. Oznakowanie budynku

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712: Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinny być umieszczone w poniższych miejscach:

- w złączu instalacji elektrycznej (punkt rozdziału pomiędzy siecią dystrybucyjną a siecią wewnętrzną obiektu),
- w miejscu pomiaru, jeśli jest oddalony od złącza,
- w jednostce odbiorcy lub w tablicy rozdzielczej, do której podłączone jest zasilanie z falownika,
- w widocznym miejscu od strony drogi pożarowej, jeśli instalacja fotowoltaiczna nie jest z niej widoczna.



Projektowana instalacja PV w budynku nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.



File:

Folio: 1/1

Schemat przyłączenia mikroinstalacji PV do sieci

Author: Maksymilian Mrozek

Date: 02.10.2023



FOTOWOLTAIKA - FILIP BOEHM
Tadeusza Kościuszki 5, Rybnik, 44-200, Poland | 3 paź 2023



PODSUMOWANIE SYSTEMU 96 Moduły PV | 1 Falownik | 48 Optymalizatory

PODSUMOWANIE FINANSOWE

Platności netto	Całociowa oszczędność (NPV)	Zysk (NPV)	Wewnętrzna Stopa Zwrotu (IRR)	Okres spłaty
zł 66 072	zł 229 890	zł 163 818	19,64 %	5 lat

PODSUMOWANIE SYMULACJI

Zainstalowana Moc DC 42,24 kWp	Maksymalna Osiągalna Moc AC 33,30 kW	Roczna Szacowana Produkcja Energii 40,10 MWh	Szacowana Redukcja Emisji CO2 31 t	Ekwivalent Posadzonych Drzew 1424
Max Osiągalna Moc DC 38,20 kW	Przewymiarowanie DC/AC 115 %	Max Osiągalna Moc AC 33,30 kW	Wskaźnik Wydajności 91 %	Indeks Wydajności 949 kWh/kWp

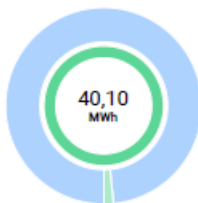
FOTOWOLTAIKA - FILIP BOEHM
Tadeusza Kościuszki 5, Rybnik, 44-200, Poland | 3 paź 2023

PODSUMOWANIE SYSTEMU

Całkowita produkcja - 100 %
40,10 MWh

Pobór własny - 98 %
39,47 MWh

Eksport - 2 %
634,32 kWh

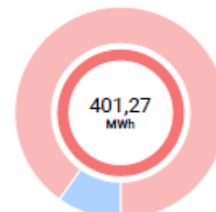


POBÓR

Całkowite zużycie - 100 %
401,27 MWh

Pobór własny - 10 %
39,47 MWh

Import - 90 %
361,80 MWh





Dofinansowane przez
Unię Europejską

ZAŁĄCZNIK 3



**WYSOKOWYDAJNY MODUŁ
MONOKRYSTALICZNY Z WARSTWĄ PERC**

Draft 880

RSM130-8-430M-450M

130 OGNIW Moduł monokrystaliczny z warstwą PERC	430-450Wp Zakres mocy wyjściowej
1500VDC Maksymalne napięcie systemu	21.7% Maksymalna wydajność systemu

NAJWAŻNIEJSZE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE

The King of Rooftop





* Jako że na różnych rynkach obowiązują różne wymagania odnośnie certyfikacji, należy skontaktować się ze swoim lokalnym przedstawicielem sprzedaży Risen Energy w celu uzyskania certyfikatów produktów obowiązujących w regionie, w którym produkty będą wykorzystywane.

RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy to wiodący na świecie (klasa Tier 1) producent wysokowydajnych solarnych produktów fotowoltaicznych oraz dostawca kompletnych rozwiązań biznesowych do wytwarzania energii na cele mieszkaniowe, komercyjne oraz dla przedsiębiorstw energetycznych. Firma założona w 1986 r., od momentu wejścia na giełdę w 2010 r., zobowiązana jest do tworzenia wartości dodanej na rzecz wybranych klientów globalnych. Innowacje techniczno-przemysłowe wsparte doskonałą jakością i obsługą uzupełniają kompletne rozwiązania biznesowe firmy Risen Energy w zakresie solarnych paneli fotowoltaicznych, które zaliczają się do najwydajniejszych i najbardziej efektywnych kosztowo w branży. Nasza obecność na rynkach lokalnych i silna kondycja finansowania bankowego, pozwalają nam na pełne zaangażowanie i umożliwiają budowanie strategicznej, obustronnie korzystnej współpracy z naszymi partnerami, mającej na celu kapitalizację rosnącej wartości zielonej energii.

Tashan Industry Zone, Meilun, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



Preliminary
For Global Market

-  Globalna i rzetelna marka klasy Tier 1, supernowoczesna zautomatyzowana produkcja potwierdzona certyfikatem niezależnego podmiotu
-  Najkorzystniejszy w branży, najniższy temperatury współczynnik mocy
-  Najkorzystniejsza w branży, 12-letnia gwarancja na produkt
-  Doskonała wydajność przy niskim napromieniowaniu
-  Doskonała odporność na PID (degradacja wywołana potencjałem)
-  Dodatnia, ścisła tolerancja mocy
-  Dwuetapowe, 100% kontrole EL gwarantujące produkt wolny od wad
-  Binowanie Imp modułu radykalnie zmniejsza straty spowodowane niedopasowaniem fałczuchów
-  Doskonała odporność na obciążenia wiatru (2400 Pa) i śniegu (5400 Pa) w pewnych warunkach instalacji
-  Pełna certyfikacja produktu i systemu:
 - IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016
 - ISO 9001:2015 System Zarządzania Jakością
 - ISO 14001:2015 System Zarządzania Środowiskiem
 - ISO 45001:2018 System Zarządzania Zdrowiem i Bezpieczeństwem w Miejscu Pracy

LINIOWA GWARANCJA SPRAWNOŚCI
12-letnia gwarancja produktowa
25-letnia liniowa gwarancja mocy



* Prosimy o sprawdzenie, czy obowiązująca wersja Ograniczonej Gwarancji Produktowej została zatwierdzona przez Risen Energy Co., Ltd.

MOC WZRATAJĄCYCH WARTOŚCI



Dofinansowane przez
Unię Europejską

ZAŁĄCZNIK 4



DACH PŁASKI.
FLAT ROOF.

SYSTEM CORAB PB-062, PB-066



Materiał / Material:
aluminium / aluminum

Masa balastowa / Ballast load:
56 kg / 2. moduły / per 2 modules

Orientacja modułów / Modules orientation:
wschód-zachód / east-west



**Układ modułów poziomy /
Modules layout landscape:**



Kąt / Angle:	Indeks / Index:	Powierzchnia uwzględniając balast dla 8 modułów/ Mounting surface including ballast for 8 modules:	Masa systemu (na 8 modułów) / Weight per 8 modules:
10°	XFS_PB062	17,5 m ²	25 kg
15°	XFS_PB066	17,5 m ²	26 kg

Opcje / Option:

- czarne klemy / black clamps
- dodatkowa izolacja / thicker protection pad
- akcesoria do wyrównania potencjałów / accessories for potential equalization
- przystosowany do modułów szkło-szkło / adapted for glass-glass modules

+ 48 89 535 17 90

corab@corab.com.pl

fotowoltaika.corab.eu

CORAB Sp. z o.o.

ul. Michała Kajki 4,

10-547 Olsztyn



ROZWIĄZANIA
DLA PROFESJONALISTÓW



/ Falownik trójfazowy

SE25K / SE30K / SE33.3K

Dotyczy falowników o numerze katalogowym	SEXK-RWX01XXXX			
	SE25K	SE30K	SE33.3K	
WYJŚCIE				
Znamionowa moc wyjściowa prądu przemiennego	25 000	29 990	33 300	W
Maksymalna pozorna moc wyjściowa prądu przemiennego	25 000	29 990	33 300	VA
Napięcie wyjściowe prądu przemiennego – linia do linii / linia do przewodu neutralnego (wartość znamionowa)	380/220; 400/230			V AC
Napięcie wyjściowe prądu przemiennego – linia do linii / przewodu neutralnego (zakres)	304 – 437 / 176 – 253; 320 – 460 / 184 – 264,5			V AC
Częstotliwość prądu przemiennego	50/60 ± 5%			Hz
Maksymalny ciągły prąd wyjściowy (na fazę)	36,25	43,5	48,25	Aac
Połączenia linii wyjściowych prądu przemiennego	3W + PE, 4W + PE			
Monitorowanie sieci, ochrona przed pracą w wyspie, konfigurowalny współczynnik mocy, progi konfigurowalne dla poszczególnych krajów	Tak			
Całkowite zniekształcenie harmoniczne	≤ 3			%
Zakres współczynnika mocy	+/- od 0.8 do 1			
Maksymalny prąd różnicowy ⁽¹⁾	100			mA
WEJŚCIE				
Maksymalna moc prądu stałego (moduł STC)	37 500	45 000	50 000	W
Beztransformatorowe, nieuziemione	Tak			
Maksymalne napięcie wejściowe DC+ do DC-	1000			V DC
Znamionowe napięcie wejściowe DC+ do DC-	750			V DC
Maksymalny prąd wejściowy	36,25	43,5	48,25	A DC
Ochrona przed odwrótną polaryzacją	Tak			
Wykrywanie zabezpieczenia ziemnozwarciowego	Czułość 150kΩ ⁽²⁾			
Maksymalna sprawność falownika	98,3			%
Europejska sprawność ważona	98			%
Zużycie energii w nocy	< 4			W
DODATKOWE FUNKCJE				
Obsługiwane interfejsy komunikacyjne	2 x RS485, Ethernet, Wi-Fi (wymaga anteny) ⁽³⁾ , Komórkowych (opcjonalnie)			
Zarządzanie inteligentną energią	Ograniczenie eksportu			
Uruchomienie falownika	Aplikacja mobilna SetApp wykorzystująca wbudowany punkt dostępowy Wi-Fi do nawiązania połączenia lokalnego			
Ochrona przed zakłóceniami łuku elektrycznego	Zintegrowana, możliwość konfiguracji przez użytkownika (zgodnie z UL1699B)			
Szybkie wyłączanie	Opcjonalnie ⁽⁴⁾ (Automatyczne po odłączeniu od sieci AC)			
Ochrona przeciwprzepięciowa RS485	Opcjonalnie			
Ochrona przeciwprzepięciowa DC	Typ II, możliwość wymiany w terenie, zintegrowana			
Ochrona przeciwprzepięciowa AC	Typ II, możliwość wymiany w terenie, opcjonalnie			
URZĄDZENIE ZABEZPIEZAJĄCE DC (OPCJONALNIE)				
Rozłączenie 2-biegunowe	1000 V / 48,25A			
Bezpieczniki DC	25A, opcjonalnie			
Zgodność	UTE-C15-712-1			
ZGODNOŚĆ Z NORMAMI				
Bezpieczeństwo	IEC-62109, AS3100			
Normy dotyczące podłączenia do sieci ⁽⁵⁾	VDE-AR-N-4105, AS-4777, EN50438, CEI-021, VDE 0126-1-1, CEI-016, EN50549-1, EN50549-2, VDE-AR-N-4110, TOR Erzeuger Typ A, G99, G99 (NI), VFR 2019			
Emisje	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 klasa A, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12			
Dyrektywa RoHS	Tak			

(1) Jeśli wymagany jest zewnętrzny RCD, jego wartość wyzwalania musi wynosić ≥ 100mA

(2) Jeżeli zezwalają na to przepisy lokalne

(3) Łączność Wi-Fi wymaga podłączenia dodatkowego komponentu Wi-Fi, zamawianego osobno. Aby uzyskać więcej informacji, zapytaj przedstawiciela SolarEdge lub odwiedź: <https://www.solaredge.com/products/communication>

(4) Falowniki z funkcją szybkiego wyłączania, numer części: SEXK-xxRxxxxx

(5) Wszystkie standardy można znaleźć w kategorii Certyfikaty na stronie pobierania: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>



Solaredge



Optymalizator mocy SolarEdge P950-4R MXM BY 950W/125V, przewody 2,2m

Optymalizator SolarEdge, 950W/125V, wymagający pełnej optymalizacji. Optymalizator mocy SolarEdge P950 charakteryzuje się znakomitą sprawnością na poziomie 99,5% i został specjalnie zaprojektowany do pracy z falownikami SolarEdge. Jeden optymalizator może obsługiwać dwa moduły połączone szeregowo.

W tym produkcie zastosowano nowe rozwiązanie konserwacji, przez monitorowanie systemu z poziomu modułów. SolarEdge P950 posiada funkcję redukcji napięcia każdego modułu - przy montażu lub w przypadku pożaru.

Cechy wyróżniające produkt:

- Do 25% więcej energii
- Znakomita sprawność (99.5%)
- Redukcja kosztów systemu; o 50% mniej przewodów, bezpieczników i skrzynek przyłączeniowych
- Ponad dwukrotnie dłuższe łańcuchy
- Nowe rozwiązanie konserwacji,



Indeks ONNINEN: CNM741

Indeks producenta: P950-4RMXMBY

EAN:

Seria: OPTYMALIZATOR
PODWÓJNY >SE16K

Typ produktu: optymalizator mocy

Opakowania: 1 szt.

Wymiary i waga dotyczące 1 szt.

dł: 0,162 m

----- 0,120 m -----

Kod celny 85044095

Więcej szczegółów:

dostępność: 0 szt. data wygenerowania dokumentu: 2023-10-01 20:20



ZAŁĄCZNIK 7

BIT 1000[®] solar H1Z2Z2-K PV

Przewody jednożyłowe giętkie, do instalacji fotowoltaicznych,
zgodny z EN 50618 oraz IEC 62930



Kable sterownicze i zasilające 0,6/1kV

Dane techniczne:

Temperatura pracy: -40°C do 90°C
Min. temperatura układania: -15°C
Max. temperatura żyły podczas pracy: 120°C
Dopuszczalna temperatura żył podczas zwarcia: 250°C
Napięcie pracy:
 AC: $U_0/U=1,0/1,0$ kV
 DC: $U=1,5$ kV
Max. napięcie pracy DC: 1,8kV
Próba napięciowa:
 AC: 6,5kV
Min. promień gięcia: $4 \times \varnothing$
Max. siła ciągnąca:
 Podczas instalacji: 50N/mm²
 Podczas pracy (statycznie): 15N/mm²

Budowa:

Żyły: żyła miedziana ocynowana, wielodrutowa, giętka klasa 5 wg PN-EN 60228, EN 60228, IEC 60228
Izolacja: specjalna usieciowana polietylenowa mieszanka bezhalogenowa
Powłoka zewnętrzna: specjalna usieciowana polietylenowa mieszanka bezhalogenowa, olejoodporna, odporna na UV i warunki atmosferyczne
Kolory powłoki: czarna, czerwona

Zastosowanie:

Przewody BIT 1000[®] solar H1Z2Z2-K PV są przeznaczone do wykonywania połączeń pomiędzy modułami fotowoltaicznymi i pomiędzy ciągami modułów, a także jako przewody łączące zespoły modułów z inwerterem (falownikiem). Dzięki wysokiej wytrzymałości środowiskowej nadają się do okablowania każdego rodzaju systemu fotowoltaicznego, od paneli montowanych na dachach budynków po rozbudowane elektrownie słoneczne. Przewody są w pełni bezhalogenowe, dzięki czemu mogą być bezpiecznie wprowadzane do budynków i nie stanowią zagrożenia dla ludzi podczas pożaru. Odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z PN-EN 60332-1, EN 60332-1, IEC 60332-1. Przewody są zgodne z normami EN 50618 oraz IEC 62930. Przewidywany czas pracy kabli - co najmniej 25 lat. Kable sklasyfikowane zgodnie z normą **PN-EN 50575 (CPR)**.

Nr kat.		n x mm ²	Średnica ± 5% [mm]	Obliczeniowa waga kabla [kg/km]	Cu [kg/km]	Rezystancja żyły w 20°C [Ω/km]	Obciążalność prądowa [A]
czarny	czerwony						
S68300	S68300.05	1x4	5,5	56	38,4	5,09	55
S68301	S68301.05	1x6	6,0	76	57,6	3,39	70

Zakłady Kablowe BITNER zastrzegają sobie prawo do zmiany specyfikacji bez wcześniejszego uprzedzenia
 UWAGA: Na zamówienie klienta wykonujemy kable o innych przekrojach



Dofinansowane przez
Unię Europejską

ZAŁĄCZNIK 8

Karta produktu HET621

onninen



Przewód w izolacji gumowej H07RN-F (OnPD) 5x50 bęben

Przedstawione zdjęcie produktu, szczegółowe parametry techniczne oraz opis mogą nieznacznie różnić się od przedstawionych w karcie produktu.

W przypadku części produktów magazynowanych, marka widoczna jest przy wyborze partii.

Dla pozostałych produktów marka dostarczonego produktu będzie zgodna z aktualną dostępnością w Onninen lub w magazynach własnych TOP dostawców w zakresie tej grupy produktowej.

Przewód w izolacji gumowej H07RN-F (ONPD) 5x50 750V BĘBEN

Szukasz optymalnego rozwiązania dla zleconych albo rozpoczętych projektów. Nie chcesz tracić czasu na żmudne poszukiwanie podstawowych informacji o produkcie.

Zapoznaj się z opisem technicznym produktu z naszej oferty. Profesjonalnie i kompleksowo obsługujemy firmy wykonawcze i inne.

Liczba żył:



Indeks ONNINEN: HET621

Indeks producenta: G-140187

EAN:

Seria: H07RN-F / OnPD

Typ produktu: przewód

Opakowania: 1/500 m

Wymiary i waga dotyczące 1 m

dł: 1 m

szer: 0,0445 m

wys: 0,0445 m

Kod celny 85444995

Więcej szczegółów:



dostępność: 583 m data wygenerowania dokumentu: 2023-10-01 22:14

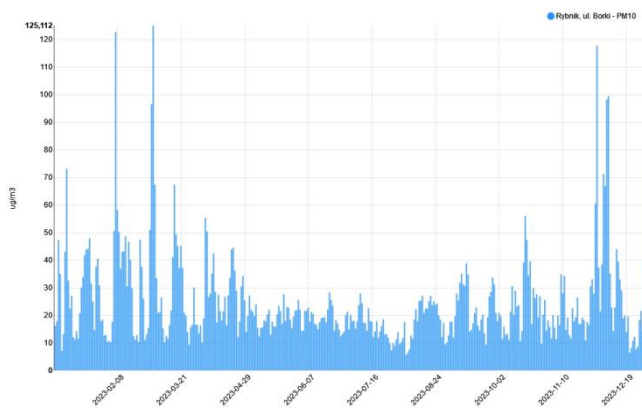
Wygenerowano na stronie onninen.pl | Centrum obsługi klienta: 42 676 88 66 COK@onninen.com

Przemysław Kopacz, Jakub Flak, Maciej Zabieglński

Czujnik pomiaru zanieczyszczenia powietrza

WSTĘP

Przez wiele lat, Rybnik był miastem znajdującym się w niechlubnej czołówce najbardziej zanieczyszczonych pod względem jakości powietrza regionów w Polsce, ale i w Europie. Ostatnie lata wskazują jednak na rosnący trend świadomości władz i mieszkańców regionu, co poskutkowało znacznym polepszeniem jakości powietrza (w przypadku PM10, jego średnioroczne stężenie spadło aż o 40% [1]). Mimo to, w ciągu roku, a zwłaszcza zimą, zdarzają się dni, w których stężenie pyłów zawieszonych w powietrzu jest na tyle duże, że zagraża ono zdrowiu osób chcących przebywać na tak zwanym „świeżym powietrzu” [Wykres 1].



Wykres 1. Stężenie PM10 w Rybniku w roku 2023 [2]

Wyniki badań, sporządzane są na podstawie pomiarów ze stacji badawczych, które nie są w stanie podać dokładnych danych w okolicy, w której się zamieszkuje. Również aplikacje informujące, o jakości powietrza opierają się na powyższych pomiarach. Ponadto, dane te nie są kompletne, gdyż najczęściej mierzone kategorie pyłów zawieszonych to PM10, PM4 i PM2.5, które to wyłapywane są już przez układ oddechowy. Bardziej groźne dla człowieka drobinki, z kategorii PM1, najłatwiej dostają się do krwioobiegu, a ich pomiaru stacje badawcze nie prowadzą i próżno ich szukać wśród danych pomiarowych.

Dostępne na rynku czujniki jakości powietrza, również nie informują o wszystkich niezbędnych parametrach otoczenia, lub są bardzo drogie. W związku z tym, w Zespole Szkół Technicznych powstała idea stworzenia możliwie najtańszego, dokładnego, prostego, ale przede wszystkim ogólnodostępnego czujnika, który na bieżąco będzie informował użytkownika, o jakości powietrza otoczenia, w którym aktualnie się znajduje. Dzięki pomysłowości, innowacyjności i zaangażowaniu Daniela Czecha, ucznia rybnickiego Tygla, dziś już absolwenta i studenta Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, powstał czujnik zanieczyszczeń SMOGBASE, którego koncepcja zostanie przybliżona w niniejszym artykule.

KONCEPCJA CZUJNIKA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA SMOGBASE

Podczas projektowania czujnika zanieczyszczeń SMOGBASE, podstawowym założeniem była powszechna dostępność tego urządzenia, z nastawieniem, na możliwość skonstruowania takiego urządzenia we własnym zakresie, nawet w domu. W związku z tym, należało stworzyć czujnik prosty w konstrukcji, oparty o ogólnodostępne części i materiały, jak również łatwy w montażu i programowaniu.

Tego typu urządzenie musi zawierać w sobie przede wszystkim czujnik jakości powietrza, który sprosta postawionym mu wymaganiom. Taki element powinien wykrywać stężenie pyłów zawieszonych w powietrzu, zwłaszcza tych najdrobniejszych,



tj. PM1, które najłatwiej przenikają do układu krwionośnego człowieka, a ludzki organizm w żadnym stopniu nie jest przystosowany do ich filtracji. Czujniki dolne wykrywać tego typu zanieczyszczenia najczęściej są zdolne do wykrywania również większych drobin, jak PM2.5, PM4 i PM10.

Ponadto, należy również zwrócić uwagę na wilgotność powietrza. Jej nadmiar prowadzi do szybszego rozwoju grzybów pleśniowych, które są szczególnie niebezpieczne dla ludzi chorych na astmę. Duża wilgotność powietrza może także negatywnie wpływać na niektóre materiały budowlane i wykończeniowe, które pod jej wpływem uwalniają szkodliwe substancje organiczne [3]. Ponadto, w tego typu przestrzeni oddychanie staje się trudniejsze, a przebywanie w nim mniej komfortowe. W związku z założeniem, że urządzenie SMOGBASE ma być przyrządem mobilnym umożliwiającym sprawdzenie stanu powietrza w swoim otoczeniu, ważnym jest, aby poza zawartością zanieczyszczeń, informował użytkownika również o innych parametrach jakościowych, takich jak wilgotność i temperatura, bez konieczności korzystania z dodatkowych urządzeń.

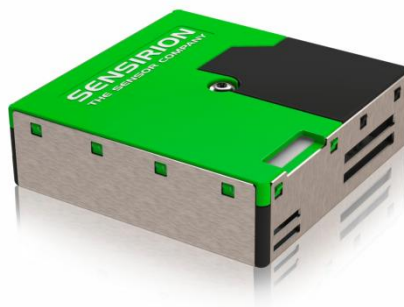
Całość urządzenia SMOGBASE [Rys. 1] składa się z następujących elementów:

- Jednostka centralna Arduino Uno
- Optyczny czujnik stężenia pyłów zawieszonych SPS30
- Czujnik temperatury i wilgotności Arduino DHT11
- Dedykowany wyświetlacz LCD
- Dedykowane przyciski typu *tact switch*
- Ładowanie?
- Obudowa wykonana w technice druku 3D



Rys. 1. Czujnik zanieczyszczeń powietrza SMOGBASE

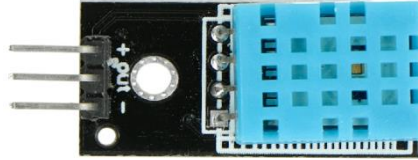
Zdecydowano się na użycie czujnika Sensirion SPS30 [Rys.2], który spełnia wymienione kryteria, a także, jest kompatybilny z platformą programistyczną wykorzystaną w tym urządzeniu. Jest to czujnik optyczny, który nie wykrywa stężenia pyłów ze względu na masę, gdyż substancje pochodzące z różnych źródeł, przy danym rozmiarze, mogą mieć różną masę, przez co pomiar, jest niedokładny. Optyczny sposób wykrywania cząstek, bada je pod kątem rozmiaru, a więc kategoryzuje według wskaźników PM, zapewniając uzyskanie precyzyjnych wyników. Zastosowanie tego elementu wiąże się jednak z koniecznością stworzenia obudowy umożliwiającej swobodny dopływ powietrza do czujnika.



Rys. 2 Optyczny czujnik stężenia pyłów zawieszonych SPS30 firmy Sensirion [4]



Celem dopełnienia funkcji przyrządu, niezbędnym jest zastosowanie zgodnego z podzespołami czujnika wilgotności i temperatury. Moduł DHT11 [Rys. 3] pozwala na uzyskanie dokładnych pomiarów ww. parametrów, oraz zapewnia dużą czułość nawet na ich niewielkie zmiany. Ponadto, jest elementem kompatybilnym z jednostką centralną wykorzystaną przy budowie urządzenia SMOGBASE.



Rys. 3 Czujnik temperatury i wilgotności Arduino DHT11 [5]

Poza czujnikami, urządzenie SMOGBASE musi być wyposażone w odpowiedni wyświetlacz, który informować ma użytkownika o ww. parametrach, a także przyciskach umożliwiających nie tylko załączenie i wyłączenie urządzenia, ale także przełączanie funkcji wyświetlacza. Program sterujący pracą wszystkich jego podzespołów powinien być prosty w obsłudze i łatwy w konfiguracji, a jego platforma ogólnodostępna i tania. Dlatego, jako jednostkę centralną urządzenia zastosowano Arduino Uno, z racji na jego powszechność i możliwość własnej rozbudowy, dzięki zasadom ruchu Open Hardware. Takie rozwiązanie pozwala nie tylko na prostą obsługę urządzenia, łatwą analizę kodu źródłowego [Rys. 4], ale również rozszerzenie możliwości urządzenia SMOGBASE, jeśli zajdzie taka potrzeba. Dodatkową zaletą zastosowanie tego rozwiązania, jest powszechność w Internecie wszelkiego rodzaju darmowych poradników i kursów obsługi Arduino, dzięki czemu każdy samodzielnie może zbudować i zaprogramować tego typu czujnik zanieczyszczeń we własnym domu.

```
40 void loop() {
41   if (setupDone == false) {
42     if (setupAttemptsCounter == 0) {
43       Screen.setCursor(6, 1);
44       Screen.print("SMOGBASE");
45       Screen.setCursor(7, 2);
46       Screen.print("Witaj!");
47       delay(1000);
48     }
49     if (CURRENT_TIME - CYCLIC_1000MS_MEMORY >= CYCLIC_1000MS) {
50       if (spsUpAndRunning == false) {
51         spsReturned = sps30_probe();
52         if (spsReturned == 0) {
53           spsReturned = sps30_start_measurement();
54           if (spsReturned == 0) {
55             spsUpAndRunning = true;
56           }
57         }
58       }
59     }
60   }
61 }
```

Rys. 4. Fragment kodu źródłowego czujnika jakości powietrza SMOGBASE, napisany przez Daniela Czecha w środowisku Arduino, przy pomocy języka C++.

Wszystkie podzespoły muszą zostać ze sobą odpowiednio połączone przy pomocy łączny lutowanych, lub przy pomocy gniazd i złączy szpilkowych typu *goldpin*, którą to metodę zaleca się zastosować, przez wzgląd na dokładność połączenia i mniejszą szansę na uszkodzenie podzespołów podczas wykonywania połączeń. Gdy urządzenie zostanie odpowiednio połączone, należy umieścić je w specjalnie wykonanej obudowie, która umożliwi przepływ powietrza do czujników, swobodne wyświetlanie informacji oraz łatwy dostęp do przycisków sterujących i wejścia zasilania. Celem obniżenia kosztów, zdecydowano się na wykonanie obudowy z wykorzystaniem techniki druku 3D.

PODSUMOWANIE

Stworzony z godnie z założeniami czujnik jakości powietrza SMOGBASE spełnia wszystkie stawiane tego typu urządzeniom wymogi. Dodatkowo, rozszerza te możliwości o pomiary innych parametrów, a nawet, umożliwia swobodną rekonfigurację, aktualizację i rozbudowę o nowe funkcje. Zachowuje przy tym niewielki rozmiar (ok. 3x10x6 cm) i małą masę (185 gram), dzięki czemu może być noszony nawet w kieszeni, gdyż nie potrzebuje ciągłego dostępu do zasilania.



Kolejną zaletą tego rozwiązania jest powszechna dostępność podzespołów, które są stosunkowo tanie i proste w obsłudze, zwłaszcza, że wszelkiego typu poradniki i instrukcje obsługi dostępne są w Internecie. Dzięki tym cechom, każdy jest w stanie zbudować tego typu urządzenie samodzielnie, we własnym domu. Nawet nauka programowania w środowisku Arduino (w języku C++) nie jest skomplikowana, a mnogość szkoleń, kursów i darmowych pomocy pozwala przyswoić podstawy programowania w szybki i przystępny sposób.

Należy jednak zwrócić także uwagę, że czujnik SPS30 posiada pewną zwłokę ustalania wartości (10 sekund), co sprawia, że mimo czytelnie wyświetlanych danych, ich aktualizacja nie odbywa się w czasie rzeczywistym. Tego typu problem ma również miejsce w przypadku odczytania wartości temperatury otoczenia przy pomocy czujnika DHT11, z racji na fakt, że całe urządzenie jest zamknięte (poza wentylacją) i zawarte wewnątrz powietrze musi wyrównać swoją temperaturę z otoczeniem, a przez fakt, iż jest dobrym izolatorem cieplnym, czas ustalania wartości może znacząco wzrastać wraz ze wzrostem różnicy między temperaturą otoczenia a tą wewnątrz urządzenia. Jednakże, aby nie odnieść wrażenia, że czujnik nie działa, napisany program co sekundę aktualizuje specjalną ikonę informującą o pracy urządzenia.

Pomimo prostej konstrukcji i montażu, należy zachować szczególną ostrożność podczas montażu podzespołów. Poprzez niewłaściwie wykonanie połączenia lutowane mogą nie tyle się kruszyć lub naruszać strukturę podzespołów, co zniekształcać odczyty lub całkowicie je uniemożliwić. W przypadku stosowania łączki typu *goldpin*, istnieje ryzyko, że przy wstrząsach, połączenia te zostaną przerwane.

Zbudowane na potrzeby projektu ERASMUS+ „Polska-Ukraina: Dwie kultury, wspólna troska o czyste powietrze” urządzenie SMOGBASE, zostało przetestowane w warunkach praktycznych na terenie Rybnika oraz w Poroninie, w Zakopanem, na Gubałówce i na Kasprowych Wierchu. Pomiary odbyły się w październiku, kiedy to stężenie pyłów zawieszonych w powietrzu zaczyna się zwiększać, w wyniku obniżania się temperatury, co zmusza mieszkańców regionów do korzystania z konwencjonalnych źródeł ogrzewania swoich domostw. Zgodnie z przewidywaniami, czujnik zmierzył parametry powietrza z należytą czułością i dokładnością, tym samym potwierdzając swoją skuteczność

Zgodnie z danymi ze stacji w Rybniku i Zakopanem [6], widać, że nawet regionalne stacje pomiarowe nie badają wszystkich kategorii pyłów zawieszonych, dzięki czemu, przyrząd SMOGBASE, jest pod tym względem bardziej uniwersalny. Należy jednak zwrócić uwagę, iż nie mierzy on stężeń gazów w powietrzu, jak ma to miejsce w przypadku stacji pomiarowych, dlatego, aby w pełni zadbać o swoje zdrowie, należy czerpać informację z obu źródeł.



Dofinansowane przez
Unię Europejską

Bibliografia:

- [1] <https://rybnik.dlawas.info/wiadomosci/rybnik-wsrod-najbardziej-zanieczyszczonych-miast-w-polsce-ranking-pas/cid,27241,a>
- [2] https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current/station_details/archive/834
- [3] <https://filtertechnic.eu/2023/12/22/wilgoc-w-domu-jak-wplywa-na-jakosc-powietrza-i-nasze-zdrowie/#>
- [4] <https://nettigo.pl/products/sensirion-sps30-czujnik-pylu-czystosci-powietrza-pm1-pm2-5-pm4-pm10-uart-i2c>
- [5] https://botland.com.pl/czujniki-multifunkcyjne/1886-czujnik-temperatury-i-wilgotnosci-dht11-modul-przewody-5903351242448.html?cd=18298825138&ad=&kd=&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA29auBxBxEiwAnKcSqhcosYPr-UVpLXM3DmhN0DD9jgx0NUsgI1q7JMH6QUa1SbXnfvBNmhoC-1oQAvD_BwE
- [6] <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>

Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

