

Temat/obiekt:

**SKRÓCONA DOKUMENTACJA
TECHNICZNA INSTALACJI
FOTOWOLTAICZNYCH
W GMINIE FABIANKI**

Działanie:

„Montaż instalacji odnawialnych źródeł energii w budynkach
mieszkalnych w gminie Fabianki - II edycja”


Zamawiający:

Gmina Fabianki
Fabianki 4, 87-811 Fabianki

Miejsce montażu:

160/10

Skład zespołu projektowego:

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant:	inż. Dawid Kaszubowski OZE-W/03/000002/15	CERTYFIKOWANY INSTALATOR SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH nr OZE-W/03/000002/15  inż. Dawid Kaszubowski

Fabianki 2019 rok

Wrzesień, 2019 rok

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

BRANŻA ELEKTRYCZNA

Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tj. Dz. U. Nr 207 z 2003r. poz. 2016 z późn. zm.) oświadczamy, że:

SKRÓCONA DOKUMENTACJA TECHNICZNA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH DLA BUDYNKÓW MIESZKALNYCH ZLOKALIZOWANYCH NA TERENIE GMINY FABIANKI

sporządzona we wrześniu 2019 roku,

Zamawiający:

Gmina Fabianki
Fabianki 4, 87-811 Fabianki

została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym techniczno-budowlanymi,
oraz zasadami wiedzy technicznej.

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant:	inż. Dawid Kaszubowski OZE-W/03/000002/15	<div>CERTYFIKOWANY INSTALATOR SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH PK-OZE-W/03/000002/15  inż. Dawid Kaszubowski</div>

Spis treści

1.0. Podstawa projektowania	2
2.0. Przedmiot opracowania	2
3.0. Inwestor	2
4.0. Lokalizacja inwestycji	2
5.0. Jednostka projektowa	3
6.0. Zakres opracowania	3
7.0. Obszar oddziaływania obiektu	3
8.0. Rozwiązania projektowe	3
8.1 Projektowana instalacja fotowoltaiczna	4
8.1.1. Moduły fotowoltaiczne	4
8.1.2. Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne	7
8.1.3. Inwertery	11
8.1.4. Optymalizatory mocy	13
8.1.5. Kable po stronie DC	13
8.1.6. Złączki	14
8.2. Zestawienie materiałów	15
8.2.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej	15
8.2.2. Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej	15
8.3. Połączenie z wewnętrzną, istniejącą siecią niskiego napięcia	16
8.4. Układ pomiarowy energii elektrycznej	16
8.4.1. Główny, istniejący układ pomiarowy	16
8.5. Monitoring inwerterów	16
8.6. Ochrona przeciwporażeniowa	17
8.7. Zabezpieczenie przepięciowe (SPD)	17
8.8. Instalacja odgromowa (LPS)	18
8.9. Pomiary	18
8.10. Zabezpieczenie P.POŻ	18
9.0. Uwagi końcowe	19
10.0. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	21

OPIS TECHNICZNY

1.0. Podstawa projektowania

- Zlecenie inwestora;
- Uzgodnienia z inwestorem;
- Przeprowadzenie audytów energetycznych;
- Obowiązujące normy i przepisy;
- Ustawa z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane Dz. U. nr 89 poz. 414 wraz ze zmianami;
- Zarządzenie ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3.11.1998 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 1998 r. nr 140, poz. 906);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. nr 75 poz. 690;

2.0. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,8 kWp budowanej w ramach gminnego programu - „Montaż instalacji odnawialnych źródeł energii w budynkach mieszkalnych w gminie Fabianki - II edycja”. Program realizowany w ramach Działania 3.1 Wspieranie wytwarzania i dystrybucji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2014-2020.

3.0. Inwestor

Gmina Fabianki
Fabianki 4,
87-811 Fabianki

4.0. Lokalizacja inwestycji

Dz. Nr 160/10

5.0. Jednostka projektowa

EKO-INVEST

Tomasz Balukiewicz

Ul. Promienna 8E, 87-800 Włocławek,

Tel. 504088729

6.0. Zakres opracowania

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

7.0 Obszar oddziaływania obiektu

Na podstawie art. 20 ust. 1 pkt. 1 lit. c) - Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 1409 z późni. zm.) oświadczam, że obszar oddziaływania obiektu obejmuje następującą nieruchomość: działka nr 160/10 nie obejmuje on działek sąsiadujących, a zamierzenie budowlane nie oddziałuje na żadną nieruchomość sąsiednią.

8.0. Rozwiązania projektowe

Ze względu na warunki zabudowy oraz potrzeby energetyczne budynku została określona moc instalacji fotowoltaicznej na 7,8 kWp.

Instalację fotowoltaiczną zaprojektowano na bazie falownika oraz optymalizatorów mocy.

Dzięki zastosowaniu optymalizatorów mocy każdy moduł w instalacji fotowoltaicznej może pracować niezależnie od innych modułów oraz produkować energię elektryczną z maksymalną sprawnością w danych warunkach.

Poprzez połączenie optymalizatorów mocy z modułami fotowoltaicznymi mogą one generować więcej energii w porównaniu do tradycyjnych instalacji PV. Dzięki rozbudowanemu oprogramowaniu możliwy jest szczegółowy monitoring instalacji fotowoltaicznej. Aplikacja pozwala na śledzenie aktualnej pracy instalacji, monitorowanie każdego pojedynczego modułu z osobna oraz szybkie wykrycie awarii instalacji fotowoltaicznej.

Ukształtowanie dachu wymusza odpowiednią lokalizację modułów fotowoltaicznych co ma wpływ na produktywność energii elektrycznej. Po zaniku napięcia od strony systemu elektroenergetycznego lub po wyłączeniu inwerterów napięcie w instalacji zostaje

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

automatycznie obniżone do napięcia bezpiecznego chroniąc tym samym instalatorów, personel serwisowy, służby ratownictwa oraz budynek (dla układu bez pracy generatora).

Projekt został wykonany na bazie parametrów technicznych urządzeń fabrycznie nowych z odpowiednimi gwarancjami producenta oraz posiadające odpowiednie certyfikaty uprawniające do stosowania na terenie Polski. Dopuszcza się, pod warunkiem uzgodnienia z projektantem, zastosowania materiałów zamiennych o równoważnych lub lepszych parametrach technicznych. Schemat rozmieszczenia modułów na dachu jest schematem koncepcyjnym dla paneli o mocy 300Wp. Dopuszcza się montaż paneli PV o większej mocy niż 300 Wp, jednak z zastrzeżeniem, że moc instalacji nie może być mniejsza od zaprojektowanej a zarazem nie może przekroczyć 10 kWp.

Materiały odpadowe powstałe podczas w/w prac należy składować zgodnie z obowiązującymi przepisami.

8.1 Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 26 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 300 Wp każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 7,8 kWp, strona AC.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w przetwornicy DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 [kV]. Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu.

8.1.1. Moduły fotowoltaiczne

Koncepcyjny projekt instalacji fotowoltaicznej został wykonany na bazie modułów monokrystalicznych o mocy 300 Wp, o parametrach technicznych (warunki STC) :

Dane techniczne: Parametr	Jednostka	Wartość
Moc nominalna modułu PV (ogniwa polikrystaliczne)	Pmax	300 Wp

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

Napięcie nominalne modułu PV	Vmpp	31,71 V
Napięcie przy otwartym obwodzie	Voc	38,6 V
Prąd nominalny modułu	Impp	9,53 A
Prąd zwarciaowy modułu	Ioc	10,03 A

Maksymalne napięcie pracy	VDC	1000 V
Waga	kg	23 kg
Efektywność	%	15,0%
Maksymalne obciążenie statyczne, przód (np. śnieg i wiatr)	5400Pa	
Maksymalne obciążenie statyczne, tył (np. wiatr)	2400Pa	
Gniazdko przyłączeniowe	IP65	
Wsp. temp. dla Isc	0,06 %/°C	
Wsp. temp. dla Voc	-0,30 %/°C	
Wsp. temp. dla Pmax	-0,06 %/°C	
Wsp. temp. dla Vmpp	-0,39 %/°C	
	Oslona czołowa – temprowane szkło ubogie w	

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

Obudowa:	żelazo / 3,2 mm Osadzenie ogniwa (materiał) – etylenwinylacetat EVA. Rama – eloksalowany stop aluminiowy, srebrna, eloksalacja przezroczysta, sklejenie ramy silikonem.	
Odporność na gradobicie	Wielkość kuli o średnicy min. 25 mm z prędkością min. 23 m/s potwierdzone przez niezależny od producenta laboratorium badawcze (zgodnie z wytycznymi IEC61215).	
Gwarancja	m-ce	180 m-cy
Gwarancja na wady ukryte wydajności	do 12 roku – min 91,2 % mocy nominalnej, do 25 roku – min 80,7 % mocy nominalnej.	

Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać:

- antyrefleksyjną powłokę na szkło dla wyższej absorpcji światła,
- pakowanie w systemie zabezpieczającym przed mikropęknięciami,
- jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 "Moduły fotowoltaiczne z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu" lub PN-EN 61646 "Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu" lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą jednostkę certyfikującą. Data potwierdzenia zgodności z wymaganą normą nie może być wcześniejsza niż 5 lat.

Uwaga.

Dopuszcza się zastosowanie modułów monokrystalicznych większej mocy pod warunkiem, że moc całkowita instalacji będzie równa 7,8 kWp lub większa, ale nie przekroczy 10 kWp i zostanie to zaakceptowane przez projektanta i inwestora.

8.1.2. Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne

Zaprojektowano konstrukcje mocujące moduły fotowoltaiczne na dachu skośnym, pokrytym dachówką ceramiczną. Kąt nachylenia paneli fotowoltaicznych będzie zgodny z kątem nachylenia dachu.

System wymaga przeglądów instalacji dokonywanych przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach. Przeglądy takie powinny mieć miejsce w każdym przypadku po wystąpieniu wiatrów o prędkości przekraczającej 20m/s, gdyż produkty są projektowane dla tzw. Pierwszej strefy wiatrowej. Systemy nie mogą być poddane nadmiernemu pogorszeniu ich właściwości użytkowych i utracie ich sprawności technicznej. Należy również zwrócić uwagę na odpowiednie oddalenie płaszczyzny bocznej zestawu paneli od granicy dachu, ze względu na siłę ssąca wiatru i tworzenie się worków śnieżnych.

W czasie eksploatacji instalacji należy zapewnić, aby system paneli fotowoltaicznych był stosowany wyłącznie ze swoim pierwotnym przeznaczeniem. Zarówno instalacja, jak i montaż powinny być przeprowadzone przez profesjonalnych instalatorów. Podczas montażu szczególnie zwrócić uwagę na przestrzeganie obowiązujących norm krajowych i europejskich (PN i EN) dotyczących instalacji elektrycznych, przepisów budowlanych oraz przepisów BHP.

Zwrócić uwagę, aby połączenia śrubowe wykonać zgodnie z instrukcją montażu.

Normy dla konstrukcji montażowych

Konstrukcje montażowe wykonywane pod moduły PV powinny spełniać poniższe normy:

- PN-EN 1993-1-1 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1991-1-3 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-1 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

- PN-EN-1995-1-1 - Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu skośnym.

W przypadku dachu skośnego moduły PV przymocowane są do struktury dachu znajdującej się pod przykryciem dachowym (dachówka ceramiczna, blacha falista, blacha trapezowa, gont, eternit). Producent zazwyczaj określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m² oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych uchwytów. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu.

W przypadku dachów skośnych na zamontowane moduły PV działają siły skierowane przeciwnie. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu minimalizowania tych sił należy zastosować się do następujących uwag:

- moduły PV nie powinny wystawać poza poziomą i pionową linię budynku. Dystans pomiędzy modułem PV a krawędzią dachu powinna być przynajmniej 5 razy większa niż odległość modułu PV od powierzchni dachu,
- moduły PV powinny być zamocowane pod takim samym kątem jak spadek dachu,
- wszystkie odstępy pomiędzy modułami PV powinny być takie same i być niewielkie, około 10 mm, aby minimalizować ciśnienie jakie tworzy się za modułem PV.

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

Przykładowy obraz montażu modułów PV na dachu wykonanym z blachodachówki pokazano poniżej:



Przykładowy obraz montażu modułów PV na dachu wykonanym z dachówki ceramicznej lub betonowej pokazano poniżej:



SYSTEM REM-07 MOCOWANY PIONOWO BLACHODACHÓWKA



Art. 0109
Szyna montażowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 0121
Śruba z gwintem podwójnym
Materiał: A2 1.4301



Art. 0129
Śruba łopata 28/16
Materiał: A2 1.4305



Art. 0134
Narętko kątownikowe ząbkowane
DIN 9823
Materiał: 1.4301 A2



Art. 0132
Śruba imbusowa DIN 912
Materiał: A2 1.4301



Art. 080
Wpust przebiegowy z kulką-Nurstenstein
M8
Materiał: AL 6060T6



Art. 0147
Ciężkie
M8
Materiał: Aluminium



Art. 073
Kłama środkowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 075
Kłama końcowa
Materiał: AL 6060T6



Art. 0122
Wspornik
Materiał: A2 1.4301

dachy skośne

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.



Przykładowy obraz montażu modułów PV na dachu płaskim pokazano poniżej:



8.1.3. Inwertery

Projekt instalacji został wykonany na bazie inwertera o mocy 7 kW .

Dzięki rozbudowanemu oprogramowaniu możliwy jest monitoring instalacji fotowoltaicznej podłączonej do Internetu. Aplikacja pozwala na śledzenie aktualnej pracy

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

instalacji, monitorowanie każdego modułu z osobna oraz szybkie wykrycie awarii instalacji fotowoltaicznej. Inwerter nie ma możliwości pracy wyspowej. Po zaniku napięcia po stronie systemu elektroenergetycznego inwerter automatycznie się wyłącza.

Inwerter jest w stanie kompensować moc bierną w zakresie mocy biernej o charakterze pojemnościowym i indukcyjnym od 0,8 poj. do 0,8 ind. Projektowane urządzenie będzie miało charakter czysto rezystancyjny ($\cos \phi = 1$).

Interfejs inwertera wyposażony jest w autoryzację, dzięki czemu wykluczony jest dostęp lokalny, lub zdalny osób postronnych. Inwerter posiada zabezpieczenia które badają sieć w zakresie zwarć i przeciążeń. Projektowany inwerter posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy niepełnofazowej. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2 s.

Inwerter posiada układ do pomiaru wytworzonej energii i Ethernet do przesyłania danych.

Gwarancja producenta produktu powinna wynosić minimum 12 lat.

Parametry techniczne falownika:

		SE4K	SE5K	SE6K	SE7K	SE8K	SE9K		
WYJŚCIE									
Moc znamionowa prądu zmiennego		4000	5000	6000	7000	8000	9000		VA
Moc maksymalna AC		4000	5000	6000	7000	8000	9000		VA
Napięcie wyjściowe AC-faza do fazy/faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)	380/220 ; 400/230								Vac
AC- zakres napięcia wyjściowego - faza do przewodu zerowego	184 - 264,5								Vac
Częstotliwość AC	50/60 ± 5								Hz
Monitoring sieci, ochrona przed tworzeniem wysp, konfigurowany współczynnik mocy, konfigurowane w zależności od kraju wartości progowe	Tak								
WEJŚCIE									
Moc maksymalna DC (moduł STC)		5400	6750	8100	9450	10800	12150		W
Bez transformatora, nieuziemione	Tak								
Maksymalne napięcie wyjściowe	900								Vdc
Znamionowe napięcie wejściowe DC	750								Vdc
Maksymalny prąd wejściowy		7	8,5	10	12	13,5	15		Adc
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Tak								
Detekcja zwarć doziemnych	Czułość 700kΩ								
Maksymalna sprawność falownika	98								%
Zużycie energii nocą	< 2,5								W
POZOSTAŁE FUNKCJE									
Obsługiwane interfejsy komunikacyjne	RS485, Ethernet, Wi-Fi(opcja), wbudowany GSM (opcja)								

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

Inteligentne zarządzanie energią	Ograniczanie mocy, Inteligentna energia
ZGODNOŚĆ Z NORMAMI	
Bezpieczeństwo	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109
Przylączenie do sieci	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, G83 / G59
EMC	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC część 15, klasa B
SPECYFIKACJA MECHANICZNA	
Zakres temperatury eksploatacji	-20 - +60 °C
Rodzaj chłodzenia	Wentylator wewnętrzny
Emisja hałasu	< 40 dBA
Stopień ochrony	IP65 – na wolnym powietrzu lub w budynkach

8.1.4. Optymalizatory mocy

Zastosowanie optymalizatorów mocy to możliwy wzrost energii o około 25% w zależności od lokalizacji instalacji fotowoltaicznej oraz zapobiega problemowi niedopasowania modułów lub częściowego zacienienia. Projektuje się optymalizatory mocy na każdy moduł fotowoltaiczny. Projektuje się zastosowanie Jednego optymalizatora mocy na jeden moduł fotowoltaiczny. Każdy optymalizator po zaniku zasilania od strony inwertera przechodzi w tryb czuwania i generuje napięcie około 1 VDC więc w obwodzie pojawić się może tylko napięcie bezpieczne.

8.1.5. Kable po stronie DC

Po stronie DC należy zastosować kable o właściwościach :

- pojedynczy przewód wykonany z cienkich drutów typu linka,
- wytrzymały, odporny na wysokie obciążenia mechaniczne i ścieranie, odporność na wodę, oleje i substancje chemiczne.
- odporny na wysoką temperaturę oraz na promieniowanie UV i ozon.
- odporny na niskie temperatury.

Odcinki kablowe narażone na uszkodzenia należy prowadzić w korytach lub rurach elektroinstalacyjnych odpornych na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne.

Minimalne parametry techniczne kabli:

Przekrój przewodu	- 6,0 mm ²
Średnica przewodu	- Ø 3,3 mm
Średnica zewnętrzna	- Ø 6,9 mm

Liczba pojedynczych drutów	- 81 x Ø 0,3
Waga	- 9,2 kg / 100 m
Rezystancja przewodu +20°C	- 3,39 Ω/km
Napięcie znamionowe, biegun-ziemia U ₀	- 600V AC
Napięcie znamionowe, biegun-biegun U	- 1000V AC
Maks. napięcie, biegun-ziemia	- 660V AC
Maks. napięcie, biegun-biegun U _m	- 1100V AC
Maks. napięcie, biegun-ziemia V ₀	- 1000V DC
Maks. napięcie, biegun-biegun	- 1650V DC
Napięcie probiercze AC	- 3,5 kV
Napięcie probiercze DC	- 8,4 kV
Najniższa temperatura otoczenia	- -40°C
Maks. temperatura otoczenia	- +85°C
Maks. temperatura przewodu	- +110°C
Min. promień gięcia	- dla D < 8 mm - 4 x średnica kabla dla - D ≥ 8 mm - 6 x średnica kabla dla
Wytrzymałość krótkotrwała układu	- +280°C

8.1.6. Złączki

Został zastosowany system złączy MC4- Multi-Contact. Mają zastosowanie dla kabli 4 – 6 mm².

Parametry techniczne złączy:

Napięcie znamionowe - 1000V (IEC) i 600 V (UL)

Prąd znamionowy w temperaturze 90 ° C i Ø4/6mm² - 30A

Prąd znamionowy w temp. 85 ° C i Ø4/6mm² - 39/45A

Temperatura pracy - -40 ° C. .. +90 ° C (IEC)

Test napięciowy - 5kV (50Hz, 1min)

Stopień ochrony - IP68 (1h/1m)

Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki.

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

8.2. Zestawienie materiałów.

8.2.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

L.P	Warunki techniczne instalacji PV	Parametry techniczne	Ilość
1.	Lokalizacja modułów	Dach skośny	-
2.	Rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej (Wp)/ilość (szt.)	300	26
3.	Rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej (kW/ilość (szt.))	7,0	1
4.	Moc nominalna instalacji PV (kWp)	7,8	-
5.	Łączny uzysk roczny – zgonie z symulacją uzysku energetycznego instalacji PV (kWh)	7644,00	-

Przedstawione wyniki symulacji rocznej produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono dla kąta nachylenia modułów PV o wartości 30°, oraz zerowego odchylenia od kierunku południowego. Jeżeli odchylenie będzie wynosiło 45° wówczas uzysk energetyczny będzie mniejszy o 5%, jeżeli kierunek montażu będzie wschodni lub zachodni uzysk instalacji fotowoltaicznej będzie mniejszy o 10 %. Autor projektu nie gwarantuje osiągnięcia w rzeczywistości uzysków energii elektrycznej równych podanej w tym miejscu wartości. Przyczyną tych rozbieżności są różne czynniki zewnętrzne, takie jak np. zacienienie, zabrudzenie błędy w montażu lub wahania sprawności modułów fotowoltaicznych.

8.2.2. Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej

L.p.	Opis	Jedn.	Ilość	Uwagi
1.	Zestaw modułów fotowoltaicznych o mocy 300W, w ilości 26 szt. wraz z dedykowanym systemem montażowym	kpl.	1	wg projektu

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

2.	Inwerter DC/AC o mocy 9,0 kW	szt.	1	wg projektu
3.	Kabel solarny PV ZZ-F 4 mm ²	m	65	wg projektu
4.	Przewód YKY 5x2,5 mm ² ; 0,6/1kV	m	40	wg projektu
5.	Rozdzielnica natynkowa DC, IP55	szt.	1	

8.3. Połączenie z wewnętrzną, istniejącą siecią niskiego napięcia

Połączenie instalacji fotowoltaicznej z istniejącą instalacją elektryczną należy wykonać w rozdzielniczy nN budynku.

Dopuszcza się układanie przewodów w:

- rurkach elektroinstalacyjnych sztywnych i/lub giętkich wewnątrz ścian GK i/lub pod tynkiem,
- listwach i korytach kablowych FeZn na ścianach murowanych nie tynkowanych z fakturą bloczków,
- rurkach elektroinstalacyjnych, na uchwytych kablowych w pozostałych przypadkach.

Należy używać elementów typowych, posiadających odpowiednie atesty.

Oznakowanie, opisy, znaki bezpieczeństwa wykonać zgodnie z PN-92/N-01255, PN-92/N-01256.01, PN-92/N01256.02. Materiały odpadowe powstałe podczas w/w prac należy składować zgodnie z obowiązującymi przepisami.

8.4. Układ pomiarowy energii elektrycznej

8.4.1. Główny, istniejący układ pomiarowy

Istniejący, główny licznik energii elektrycznej 3-fazowy zostanie wymieniony, po zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej, przez operatora systemu elektroenergetycznego na licznik dwukierunkowy 4-kwadrantowy.

Układ ten nie wymaga opracowania w niniejszej dokumentacji.

8.5. Monitoring inwerterów

Zaprojektowano system monitoringu online. Dzięki rozbudowanemu oprogramowaniu możliwy jest monitoring instalacji fotowoltaicznej poprzez łącze internetowe. Aplikacja pozwala na śledzenie aktualnej pracy instalacji, monitorowanie każdego modułu z osobna. Dostęp do Internetu zapewnia inwestor. W przypadku braku takiego dostępu możliwe będzie zarządzanie inwerterem tylko lokalnie. Połączenia od inwertera do punktu dostępu (np. router, switch) wykonać za pomocą lokalnej sieci LAN (Ethernet).

8.6 Ochrona przeciwporażeniowa.

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-C i TN-CS. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 5s$ (szafa kablowo - pomiarowa będzie umieszczona w rozdzielni).

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w instalacji gniazd wtykowych jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 0,4 s$ realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielni potrzeb własnych.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-6364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

8.7. Zabezpieczenie przepięciowe (SPD)

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przepięcia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przepięcia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej. Instalacja elementów elektrowni PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przepięciowej obejmującej instalacje DC i AC.

Po stronie stałoprądowej inwertery są wyposażone w wbudowane ograniczniki przepięć np. typu II. Należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową (ochronniki przepięciowe B+C,4P) zabezpieczające falownik przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Połączenia wykonać przewodami o długości $< 0,5m$ i przekroju nie mniejszym niż $16 mm^2$.

8.8. Instalacja odgromowa (LPS)

LPS klasy III- wymogi dla PV.

Jeżeli istnieje instalacja odgromowa budynku, należy pozostawić ją bez zmian. W obszarze zabudowanych modułów fotowoltaicznych należy dokonać modernizacji, która zapewni jej ochronę. Zwody te połączyć z istniejącą instalacją odgromową budynku drutem ocynkowanym $\varnothing 8$.

Oznaczone przewody odgromowe istniejące należy osłaniać izolowaną rurą odgromową oraz te oznaczone jako zbędne zdemontować. Zachować przerwę separacyjną między zwodami pionowymi, a konstrukcją modułów fotowoltaicznych równą minimum 0,5 m. W przypadku zbliżeń instalacji odgromowej do projektowanej instalacji fotowoltaicznej $< 0,5\text{m}$ należy przewody odgromowe osłaniać izolowaną rurą odgromową w miejscu zbliżenia. Rezystancja uziemienia powinna wynosić $R < 10 \Omega$.

Po wykonaniu instalacji wykonać pomiary uziemień.

Instalację odgromową wykonać zgodnie z PN-IEC 61024-1:2001 oraz PN-IEC 61024-2:2002.

8.9. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera - max 10Ω ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej - max 10Ω ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

8.10. Zabezpieczenie P.POŻ

Od strony instalacji fotowoltaicznej rolę głównego wyłącznika spełnia wyłącznik DC w inwerterze oraz system sterowania inwerterem, który po zaniku napięcia od strony AC (zmiennoprądowej) wyłącza generację napięcia na inwerterach oraz zapewnia pojawienie się napięcia bezpiecznego.

Po wykonaniu instalacji wykonać pomiary izolacji przewodów.

System musi spełnić wymagania normy IEC60947 oraz VDE-AR-E 2100-712 w zakresie falowników i prowadzenie tras kablowych.

9.0. Uwagi końcowe

Przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych należy przeprowadzić instruktaż pracowników, potwierdzony dokumentami, które należy dołączyć do dokumentacji budowy. Prace pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być wykonywane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami.

Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentami:

- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych wydanie V;
- Zbiory polskich norm PN 91/E-05003/1 do 4 oraz PN 91/E-05009;
- Prace wykonać zgodnie z rozporządzeniem Ministra Górnictwa i Energetyki z 9.05.1970r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach energetycznych oraz w innych zakładach przy urządzeniach elektroenergetycznych (Dz. U. Nr 14, poz. 125, z 1974r Nr 12, poz. 72);
- Oznakowanie, opisy, znaki bezpieczeństwa wykonać zgodnie z PN-92/N-01255, PN-92/N-01256.01, PN-92/N-01256.02;
- Składowanie materiałów odpadowych wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Przy odbiorze instalacji należy wykonać pomiary rezystancji uziemień. Instalację fotowoltaiczną oraz rozdzielnie oznakować odpowiednimi tabliczkami ostrzegającymi o zagrożeniu porażeniem prądem elektrycznym. Wszelkie zmiany i wykorzystanie projektu do innych celów niż inwestycja, której bezpośrednio on dotyczy, wymaga zgody autorów.

Dopuszcza się w realizacji inwestycji zastosowania innych materiałów i urządzeń pod warunkiem zachowania wskazanych w projekcie parametrów technicznych oraz uzyskania akceptacji Projektanta i Inwestora. Za jakiegokolwiek zmiany dokonane bez ich wiedzy, autorzy projektu nie ponoszą odpowiedzialności.

**INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY
ZDROWIA SKRÓCONA DOKUMENTACJA TECHNICZNA**

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Branża: Instalacja fotowoltaiczna PV 7,8 kWp

Lokalizacja: Instalacja fotowoltaiczna na istniejących dachach
ul. Płocka 47 Szpetal Górny
87-811 Fabianki, działka nr 160/10,

Inwestor: Gmina Fabianki ,Fabianki 4, 87-811 Fabianki

**Jednostka
projektowa:** EKO-INVEST
Tomasz Balukiewicz
Ul. Promienna 8E, 87-800 Włocławek,
Tel. 504088729

Kierownik projektu	mgr Tomasz Balukiewicz	
Projektant	inż. Dawid Kaszubowski OZE-W/03/000002/15	

Wrzesień, 2019 rok

10.0. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Instalacje fotowoltaiczne

Zagrożenia bezpieczeństwa pracy:

- prace na wysokości,
- prace w wykopach,
- prace przy urządzeniach dźwigowych,
- prace pod napięciem AC i DC,
- transport materiałów na budowę oraz na placu budowy (dopuszczalny ciężar materiałów, praca urządzeń transportowych),
- praca urządzeń hydraulicznych (praski hydrauliczne), • praca urządzeń elektromechanicznych i elektronarzędzi,
- praca urządzeń zagęszczających grunty.

UWAGA!

Zapewnić pewną przerwę w obwodach fotowoltaicznych (otwarty obwód DC) do chwili zakończenia montażu kompletnego obwodu (łącznie z zabezpieczeniami). Przy zamkniętym obwodzie może nastąpić porażenie prądem o napięciu 1000V.

Zagrożenia higieny pracy:

- odpady polietylenowe od kabli,
- odpady miedziane od kabli,
- odpady szklane od stłuczonych paneli fotowoltaicznych.

Zalecenia:

- stosowanie odzieży, nakrycia głowy i obuwia ochronnego – zawsze, • stosowanie szelek, okularów ochronnych i kasków – w/g potrzeb, • stosowanie kurtki przeciwdeszczowej – w/g potrzeb.

Składowanie materiałów budowlanych:

- powinno odbywać się tylko w wyznaczonych miejscach odpowiednio wyrównanych do poziomu, utwardzonych i odwodnionych,
- w sposób zabezpieczający przed przewróceniem, zsunięciem lub rozsunięciem się stosów materiałów,
- niedozwolone jest opieranie składowanych materiałów o parkany, budynki, słupy linii napowietrznych,
- składowanie materiałów niebezpiecznych należy przechowywać w opakowaniach producenta,
- materiały sypkie takie jak piasek, żwir, powinny być przechowywane w pryzmach z zachowaniem kąta stoku naturalnego tych materiałów,
- materiały drobnicowe należy układać w stosy o wysokości nieprzekraczającej 2 m,
- materiały workowane należy układać krzyżowo do wysokości najwyżej 10 warstw.

Linie kablowe

- a) Elementy zagospodarowania działki mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa ludzi - każdy element robót budowlanych podlegający montażowi stwarzają zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi;
- b) Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych:
 - Transport na terenie placu budowy;
 - Przejścia dla ruchu pieszego – pracownicy budowlani i nadzór;
 - Przenoszenie ciężarów (ręczne i mechaniczne);
 - Wykonywanie wykopów o ścianach pionowych bez rozparcia o głębokości większej niż 1,5 m oraz wykopów o bezpiecznym nachyleniu ścian o głębokości większej niż 3,0 m;
 - Roboty, przy których występuje ryzyko upadku z wysokości ponad 5,0 m, prace na rusztowaniach podczas montażu i przy pracach wykończeniowych;
 - Przewiduje się wygrozdzenie placu budowy (szczególnie ważne z uwagi na mogące spadać z dachu materiały montażowe);
 - Montaż i demontaż rusztowań;
 - Roboty wykonywane przy użyciu dźwigu;
 - Roboty ziemne związane z przemieszczeniem lub zagęszczeniem gruntu;
 - Roboty związane z montażem elementów prefabrykowanych, których masa przekracza 1,0 t.;
 - Do artykułów o pewnym stopniu niebezpieczeństwa używanych w trakcie budowy można zaliczyć rozpuszczalniki, farby chlorokauczukowe, butle gazowe. Należy je przechowywać w magazynie zgodnie z zaleceniami producenta. Nie wolno dopuszczać do zanieczyszczenia powierzchni terenu materiałami chemicznymi jak farby, paliwo, smary itp.;
 - Prace pod napięciem;
 - Transport materiałów na budowę oraz na placu budowy (dopuszczalny ciężar materiałów, praca urządzeń transportowych);
- c) Sposób prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:
 - Generalny realizator inwestycji (wykonawca) obowiązany jest do pełnienia nadzoru nad przestrzeganiem na placu budowy przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz egzekwowania od podwykonawców przestrzegania przepisów prawa budowlanego i innych rozporządzeń w tym zakresie;
 - Wszyscy pracownicy przed przystąpieniem do pracy powinni mieć wykonane aktualne niezbędne badania lekarskie oraz powinni zostać przeszkoleni w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przez osobę do tego upoważnioną;
 - Przy pracach na wysokości może być zatrudniony wyłącznie pracownik, który posiada kwalifikacje przewidziane odrębnymi przepisami dla danego stanowiska pracy oraz uzyskał orzeczenie lekarskie o dopuszczeniu do określonej pracy;
 - Roboty szczególnie niebezpieczne mogą być wykonywane wyłącznie przez pracowników specjalnie w tym kierunku przeszkolonych.
- d) Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie:
 - Ogrózenie terenu budowy z wykonaniem oddzielnej bramy dla pojazdów i oddzielnej dla ruchu pieszego;
 - Szerokość dróg komunikacyjnych dostosować do używanych środków transportu i nasilenia ruchu;

- Miejsca niebezpieczne należy oznakować i ogrodzić poręczami (szczególnie strefy wykopów i montażu konstrukcji) bądź zabezpieczyć daszkami ochronnymi;
 - Przejścia i miejsca niebezpieczne powinny być oznakowane znakami ostrzegawczymi lub znakami zakazu oraz dobrze oświetlone zgodnie z obowiązującymi normami;
 - Przy wykonywaniu prac na wysokości powyżej 2,0 m, stanowiska pracy należy zabezpieczyć barierką składającą się z deski krawężnikowej 0,15 m i poręczy ochronnej na wysokości 1,1 m;
 - Rusztowania budowlane winny:
 - Być atestowane,
 - Posiadać pomost o powierzchni roboczej wystarczającej dla zatrudnionych oraz składowania narzędzi i niezbędnej ilości materiałów,
 - Posiadać konstrukcję dostosowaną do przeniesienia działających obciążeń,
 - Siatkę zabezpieczającą,
 - Zapewnić bezpieczną komunikację pionową,
 - Zapewniać swobodny dostęp do stanowisk pracy;
 - Każda konstrukcja rusztowania winna być codziennie sprawdzana pod względem jej stanu bezpieczeństwa;
 - Przejścia obok rusztowań winny być zabezpieczone daszkami ochronnymi;
 - Na rusztowaniu powinna być wywieszona tablica informacyjna o dopuszczalnej wielkości obciążenia pomostów;
 - Zabezpieczenie pracowników w środki ochrony indywidualnej (odzież, nakrycia głowy, obuwie ochronne – zawsze stosowanie, okularów ochronnych – wg potrzeb, stosowanie kurtki przeciwdeszczowej – wg potrzeb);
 - Zabezpieczenie pracowników przy wykonywaniu prac na wysokości;
 - Zabronione jest przenoszenie ciężarów przekraczających maksymalny udźwig wciągarki;
 - Zabronione jest przebywanie osób pod zawieszonym ciężarem;
 - Na budowie powinny być urządzone punkty pierwszej pomocy obsługiwane przez wyszkolonych w tym zakresie pracowników;
 - Jeżeli roboty wykonywane są w odległości większej niż 500 m od punktu pierwszej pomocy, w miejscu pracy powinna znajdować się przenośna apteczka;
 - Na budowie powinien być wywieszony na widocznym miejscu wykaz zawierający adresy i numery telefonów najbliższego punktu lekarskiego, straży pożarnej i policji;
 - Prace spawalnicze w budynkach prowadzić ze szczególną ostrożnością pod nadzorem użytkownika;
 - Zabrania się prowadzenia prac spawalniczych w pobliżu elementów palnych;
 - Wykopy należy zabezpieczyć przed osuwaniem ziemi (zagrożenie zasypania pracowników ziemią) oraz wygrodzić i oznakować taśmą ostrzegawczą.
- e) Użytkowanie budowli docelowe:
- Należy przeprowadzać okresową ogólną kontrolę stanu technicznego obiektu.

Skrócona dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej.

Lokalizacja budynku:

<https://www.google.com/maps/place/P%C5%82ocka+47,+87-811+Szpetal+G%C3%B3rny/@52.6885881,19.1194782,126m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x471c9a1a2c8c3f0d:0x4beabf613946986e!8m2!3d52.6878833!4d19.1189491>



WIND LOAD

Wind Velocity: $v_b = 20,0 \text{ m/s}$
 Terrain Category: II: Even fields with single obstacles
 Velocity Pressure: $q_p = 0,460 \text{ kN/m}^2$

ROOF AREAS

Area	maxCpe	minCpe	Wind Pressure [kN/m]	Wind Suction [kN/m]
Field area	0,4	-0,892	0,152	-0,338
Corner Region (Eaves)	0,7	-1,192	0,266	-0,452
Eaves	0,7	-0,892	0,266	-0,338

DEAD WEIGHT

Modul Area: $A_M = 1,64 \text{ m}^2$
 Module Weight: $G_M = 18,50 \text{ kg}$
 Dead Weight: $g_M = 0,111 \text{ kN/m}^2$

LOAD COMBINATION

Partial Safety Coefficient Permanent: $\gamma_G = 1,35$
 Partial Safety Coefficient First Variable: $\gamma_{Q1} = 1,50$
 Partial Safety Coefficient N Variables: $\gamma_{Qn} = 1,50$
 Partial Safety Coefficient Exceptional: $\gamma_A = 1,00$
 Combination Coefficient Relating To Wind: $\psi_{0,W} = 0,60$
 Combination Coefficient Relating To Snow: $\psi_{0,S} = 0,50$
 Combination Coefficient Relating To Snow 1000 M Above Sea Level: $\psi_{0,S} = 0,70$

Lk1: $E_d = 0,9 * 1,35 * G_k + 0,85 * 1,50 * S_k$
 Lk2: $E_d = 0,9 * 1,35 * G_k + 0,85 * 1,50 * W_{k,Pressure}$
 Lk3: $E_d = 0,9 * 1,35 * G_k + 0,85 * 1,50 * (W_{k,Pressure} + 0,5 * S_k)$
 Lk4: $E_d = 0,9 * 1,35 * G_k + 0,85 * 1,50 * (S_k + 0,6 * W_{k,Pressure})$
 Lk5: $E_d = 0,9 * G_k + 0,8 * A_d + 0,85 * 0,2 * W_{k,Pressure}$
 Lk6: $E_d = G_k + 0,85 * 1,50 * W_{k,Suction}$

MAXIMUM IMPACT

Area	Confirmation Of Structural Safety [kN/m]				Confirmation Of Serviceability [kN/m]				Distance Fastener
	Pressure Perpendicular	Pressure Parallel	Suction Perpendicular	Suction Parallel	Pressure Perpendicular	Pressure Parallel	Suction Perpendicular	Suction Parallel	
Field area	0,740	0,360	-0,352	0,046	0,584	0,285	-0,259	0,046	1,200
Corner Region (Eaves)	0,827	0,360	-0,497	0,046	0,653	0,285	-0,373	0,046	1,200
Eaves	0,827	0,360	-0,352	0,046	0,653	0,285	-0,259	0,046	1,200

CONFIGURATION

FASTENER

Description:	Rafter Screw M10x200, pre-assembled
Acceptable Vertical Pressure:	3,02 kN
Acceptable Vertical Tension:	-3,89 kN
Acceptable Parallel Pressure:	1,18 kN



TOP RAIL

Description:	K2 SolidRail UltraLight 32
Moment Of Inertia Iy:	2,58 cm ⁴
Moment Of Inertia Iz:	5,51 cm ⁴
Plastic Resisting Torque Wy,Pl:	2,29 cm ³
Plastic Resisting Torque Wz,Pl:	3,56 cm ³
Plastic Bending Moment Limit My,Pl:	0,63 kNm
Plastic Bending Moment Limit Mz,Pl:	0,35 kNm



BOTTOM RAIL

Description:	K2 SolidRail UltraLight 32
Moment Of Inertia Iy:	2,58 cm ⁴
Moment Of Inertia Iz:	5,51 cm ⁴
Plastic Resisting Torque Wy,Pl:	2,29 cm ³
Plastic Resisting Torque Wz,Pl:	3,56 cm ³
Plastic Bending Moment Limit My,Pl:	0,63 kNm
Plastic Bending Moment Limit Mz,Pl:	0,35 kNm



LAYOUT

DESIGN GUIDE

1. Layer:

Rail A: 1x 3,15 m (Cut To 2,31 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,00 m)
Rail B: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 2,15 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,16 m)
Rail C: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 1,99 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,32 m)
Rail D: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 1,83 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,48 m)
Rail E: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 1,67 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,64 m)
Rail F: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 1,51 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,80 m)

Distance Of Fastener:

Rail A - F: 2 x 1,15 m

2. Layer:

Section Of Track 1.1: 1x 3,15 m; 1x 3,15 m (Cut To 2,99 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,00 m)
Section Of Track 1.2: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 2,15 m); 1x 3,15 m; 1x 3,15 m (Cut To 1,84 m)
Section Of Track 2.1: 1x 3,15 m (Predecessor Offcut 1,31 m); 1x 3,15 m; 1x 3,15 m (Cut To 2,67 m)
Section Of Track 2.2: 1x 3,15 m; 1x 3,15 m (Cut To 2,99 m); 1x 3,15 m (Cut To 1,00 m)

MAXIMUM UTILIZATION

Top Rail	Load Carrying Capacity		Serviceability Limit State		actual value	Maximum Values	
	Pr	Ca	Pr	Ca	Fas	Pr	Ca
Area	σ [%]	σ [%]	f [%]	f [%]	D [m]	L_{Max} [m]	L_{Max} [m]
Field area	46,7	0,0	76,9	0,0	1,200	1,546	0,177
Corner Region (Eaves)	50,9	0,0	85,5	0,0	1,200	1,492	0,177
Eaves	50,9	0,0	85,5	0,0	1,200	1,492	0,177

Bottom Rail	Load Carrying Capacity			Serviceability Limit State		actual value	Maximum Values		
	Pr	Ca	Fas	Pr	Ca	Fas	Pr	Ca	Fas
Area	σ [%]	σ [%]	F [%]	f [%]	f [%]	D [m]	L_{Max} [m]	L_{Max} [m]	D_{Max} [m]
Field area	44,8	38,8	85,2	78,3	41,9	1,200	1,302	0,560	1,408
Corner Region (Eaves)	50,0	43,3	88,1	87,5	46,8	1,200	1,255	0,560	1,362
Eaves	50,0	43,3	88,1	87,5	46,8	1,200	1,255	0,560	1,362

Pr	=	Profile
Ca	=	Cantilever
Fas	=	Fastener
σ	=	Tension
f	=	Deflection
F	=	Force
D [m]	=	actual distance between fasteners
Pr/ L_{max} [m]	=	maximum span profile
Ca/ L_{max} [m]	=	maximum length Cantilever
D_{max} [m]	=	maximum distance between fasteners

THE SYSTEM HAS BEEN CALCULATED SUCCESSFULLY.

CALCULATION NOTICE

- The analysis is only made for the substructure.
- The design rules comply with the EURO CODE EN 1990 - Basis of structural design.
- The determination of wind loads is based on EN 1991-1-4 - wind loads. The different sections have been combined for clarity.
- The determination of the snow load is based on EN 1991-1-3 - Snow loads. Any snow bag possibility has to be considered by a higher snow load.
- The values of the material load capacity are taken from the manufacturer's technical handbook.
- According to 'DIN EN 1991 - Action on structures, snow loads' and 'DIN EN 1991 - Actions on structures, wind loads' factor in is a service life of 25 years. Subject to the Building Regulations and for security-relevant reasons the installation has to be dismantled at the end of its service life. According to 'DIN EN 1990 - Basis of structural design' factored in is the Failure Consequences Class CC1. The calculation provides a basis for the configuration and quantity determination according to EuroCode, SIA, etc. K2 shall not be liable for any information and input values provided by the customer.



BILL OF MATERIAL

Position	Number	Article	Quantity	Weight
1	2000121	Rafter Screw M10x200, pre-assembled	18	3,546 kg
2	1000041	K2 T-bolt 28/15 M10x30 A2	18	2,180 kg
3	1000042	Hexagon flange nut with serration M10, DIN 6923, A2	18	1,130 kg
4	2001954	K2 SolidRail UltraLight 32; 3,15 m	17	37,490 kg
5	1004110	K2 Set Stainless steel angle bracket V2A, 90°	24	4,770 kg
6	1004107	Set Rail connector for K2 SolidRail UltraLight 32 and Light 37	14	4,500 kg
7	1005169	K2 Set End Clamp 34-36mm	8	0,600 kg
8	1005148	K2 Set Middle Clamp, 34-38mm	24	1,944 kg
Sum				56,16 kg