

# Elpro

NIP 727-153-65-55

Regon 472235795

Elpro@adres.pl

**Paweł Mokrosiński**

94-109 Łódź, ul. Pienista 41d/21

tel./ fax 42 636-71-02, tel. 607-732-755

TYTUŁ OPRACOWANIA:

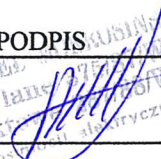

## PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI PV

OBIEKT:

**OSADA 5a  
KORYTA**

INWESTOR:

**GMINA DASZYNA , DASZYNA 34A ,  
99-107 DASZYNA**

	IMIĘ I NAZWISKO	NUMER UPRAWNIEN	DATA	PODPIS
Wykonał	mgr inż. Paweł Mokrosiński	287/88/WŁ	10.2015	
Współpraca	mgr inż. Marek Kwiatosinski			
Sprawdził				
Zatwierdził				
Egzemplarz Łódź, 10.2015 				

## **SPIS TREŚCI:**

### **I. Opis techniczny:**

1. Podstawa i zakres opracowania
2. Charakterystyka ogólna instalacji PV
3. Falowniki blokowe
4. Zabezpieczenia generatora
5. Instalacja odgromowa
6. Ochrona przeciwporażeniowa
7. Warunki wykonywania robót

### **II. Informacja BIOZ**

### **III. Rysunki:**

E1- Schemat instalacji PV

E2- Lokalizacja urządzeń

E3- Lokalizacja paneli – rzut dachu

E4- Lokalizacja paneli – elewacja południowa oraz zachodnia

### **IV. Załączniki:**

1. Wykaz urządzeń
2. Orientacja w terenie
3. Karta katalogowa Sunny Tripower
4. Karta katalogowa wyłącznika pożarowego

## Opis techniczny:

### 1. Podstawa i zakres opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- a) warunki terenowe , wymagania Inwestora, oszacowanie energii zużywanej przez budynek gminny Osada 5a w miejscowości Koryta.
- b) Normy, katalogi, literatura techniczna,
- c) przepisy prawa a w szczególności Prawo Budowlane i Ustawa o OZE z II 2015r.

Niniejsze opracowanie jest **projektem budowlanym** mikrosystemu fotowoltaicznego, którego zadaniem jest zasilenie instalacji elektrycznej w budynku gminnym Osada 5a w miejscowości Koryta i poprawa pewności zasilania tego budynku.

W zakres opracowania wchodzi:

- a) Rozmieszczenie generatora pv,
- b) Projekt systemu fotowoltaicznego o mocy wynoszącej 72szt x 140Wp = **10 kWp**.  
( w standardowych warunkach oświetlenia 1000 W/m2) z przykładowym doborem urządzeń.
- c) Projekt rozbudowy instalacji odgromowej.

### 2. Charakterystyka ogólna instalacji PV

System fotowoltaiczny (PV) służy do produkcji energii elektrycznej z energii promieniowania słonecznego. Wielkość generatora pv została dobrana tak, aby średnioroczna produkcja generatora fotowoltaicznego mogła bilansować się ze zużyciem.

Obliczenia :

Zużycie:

Roczne zużycie energii wyniesie wg danych od inwestora ok.  $E_1 = 10500 \text{ kWh}$ .

Produkcja energii:

$E_{2\max.} = 10 \text{ kWp} \times 910 \text{ kWh/kWp/rok} = 9100 \text{ kWh/rok}$ .

Energia będzie zużywana na potrzeby własne budynku.

Nawet w rozliczeniach miesięcy letnich nie należy się spodziewać „sprzedaży energii”.

Generator fotowoltaiczny produkuje energię elektryczną w postaci prądu stałego. Jest ona następnie „transformowana” na prąd przemienny o napięciu 3x400V za pomocą falownika i przesyłana do instalacji elektrycznej w budynku. Sieć energetyki zawodowej

stanowi bufor dla instalacji. W przypadku zaniku napięcia zasilania sieciowego inwerter zostaje automatycznie wyłączony. Wyposażenie paneli w odłączniki uziemiające Q dodatkowo uziemia panele w przypadku braku napięcia sieciowego co pozwala bezpiecznie prowadzić prace konserwacyjne sieci AC i DC oraz ewentualną akcję pożarową. „Widoczną przerwę „, zapewnia rozłącznik DC.

Panele fotowoltaiczne należy montować na typowych konstrukcjach AL na dachu od strony elewacji południowej budynku celem zapewnienia ich chłodzenia.

### **Przed przystąpieniem do wykonywania projektowanej instalacji PV sprawdzić nośność dachu.**

Projektuje się rozliczeniowy trójfazowy licznik energii elektrycznej pracujący w obie strony tzn. bilansujący energię pobraną i energię oddaną do sieci. Produkcja energii elektrycznej z generatora fotowoltaicznego będzie mierzona licznikiem w inwerterze lub, jeśli inwerter nie będzie posiadał takiej funkcji - oddzielnym licznikiem, oznaczonym na rysunku L1.

### **3. Falowniki blokowe**

Doboru falownika blokowego dokonano z oferty firmy „SMA”. Wybrano inwerter o mocy 10 kW i maksymalnym napięciu wejściowym 1000V. Dopuszcza się inny inwerter o nie gorszych właściwościach technicznych. Inwerter gwarantuje zabezpieczenie przed pracą wyspą instalacji oraz automatyczna synchronizację z siecią.

### **4. Zabezpieczenia generatora**

Generator jest chroniony po stronie DC i AC zabezpieczeniami bezpośrednimi nadprądowymi.

Należy wykonać połączenia wyrównawcze konstrukcji paneli pv linka Lyg 6 mm<sup>2</sup> i połączyć ją z szyną PE, rozdzielni obiektowej.

### **5. Instalacja odgromowa**

W projekcie zakłada się rozbudowę istniejącej instalacji odgromowej. Do ochrony paneli instalacji fotowoltaicznej zastosowano nowe zwody pionowe wolnostojące izolowane (nie łączone bezpośrednio z konstrukcją paneli) o wysokości 3m. Rozmieszczenie zwodów zgodnie z rysunkiem E2. Całość nowej instalacji odgromową przyłączyć do istniejącej

instalacji odgromowej znajdującej się na budynku. Wszystkie projektowane panele PV objąć połączeniami wyrównawczymi i przyłączyć do szyny PE rozdzielni głównej. Połączenia wyrównawcze wykonać linką LgY 6 mm<sup>2</sup>. Należy sprawdzić wartości uziomów pomiarami. Jeśli  $R_u$  jest większe od 5  $\Omega$ ów wykonać dodatkowe uziomy.

## **6.Ochrona przeciwporażeniowa.**

Ochronę podstawową w sieci DC będzie stanowiła izolacja robocza wykonana na 1000 V, w sieci AC izolacja wykonana na 750 V. Instalacja dla PV/AC jest projektowana w systemie TN-S. Ochronę dodatkową stanowi samoczynne szybkie wyłączenie.

## **7. Warunki wykonywania robót**

Prace budowlane należy prowadzić pod kierownictwem osoby posiadającej uprawnienia budowlane w zakresie instalacji elektrycznych. Wykonawca musi posiadać niezbędne kwalifikacje do wykonywania takich prac. Prace w pobliżu pracujących instalacji elektrycznych, prace kontrolno-pomiarowe oraz prace przyłączeniowe i rozruchowe powinni wykonywać elektrycy posiadający stosowną wiedzę, doświadczenie zawodowe i kwalifikacje poświadczone zaświadczeniami kwalifikacyjnymi (seria E do 1 kV). Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy budowie instalacji przy pracach na wysokości powinni używać sprzętu ochronnego i być przeszkoleni stanowiskowo przez osoby nadzoru do wykonywania takich prac oraz posiadać aktualne badania lekarskie do pracy na wysokości.

30.10.2015  
mgr inż. PATEL MOKRUSINSKI  
upr. budowlane 37583  
upr. projektowe 287  
w zakresie instalacji elektrycznych

## INFORMACJA BIOZ

### INSTRUKTAŻ PRACOWNIKÓW PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO REALIZACJI ROBÓT SZCZEGÓLNIE NIEBEZPIECZNYCH.

- a) Przed dopuszczeniem do pracy, pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych należy przeszkolić w zakresie szkolenia wstępnego na stanowisku pracy. Szkolenia powinien przeprowadzić kierownik budowy lub osoba przez niego wyznaczona. Szkolenie pracowników podwykonawców powinni przeprowadzić kierownicy robót podwykonawców. Odbycie szkolenia winno być potwierdzone odpowiednim zaświadczeniem oraz odnotowane w dzienniku szkoleń.
- b) Przed rozpoczęciem robót szczególnie niebezpiecznych kierownik budowy lub osoba przez niego wyznaczona przeprowadzają dodatkowy instruktaż bezpiecznego wykonania tego rodzaju robót oraz określają zasady postępowania w przypadku występowania zagrożenia dla ludzi i środowiska. Fakt odbycia instruktażu należy odnotować w dzienniku szkoleń.

### ELEMENTY ROBÓT MOGĄCE STWARZAĆ ZAGROZENIE BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA LUDZI.

Głównymi elementami stanowiącymi zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia pracowników są:

- roboty spawalnicze,
- **prace prowadzone przy użyciu elektronarzędzi,**
- możliwość porażenia prądem elektrycznym,
- ewentualne potknięcia i upadki,
- zatrucia przy robotach spawalniczych, malarskich i izolacyjnych,
- **prace przy montażu i demontażu instalacji elektrycznej**
- dowóz materiałów budowlanych (załadunki i rozładunki)
- **prace na wysokościach**

Najważniejsze zagrożenia wynikające z wykonania projektu są wyłuszczone.

### ŚRODKI TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE ZAPOBIEGAJĄCE NIEBEZPIECZEŃSTWOM, WYNIKAJĄCYM Z WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH W STREFACH SZCZEGÓLNEGO ZAGROZENIA ZDROWIA LUB ICH SĄSIEDZTWIE.

#### a) Środki ochrony osobistej.

Pracownicy wykonujący roboty, przy których może nastąpić uderzenie przez ruchome przedmioty (np. rozładunek materiałów budowlanych, montaż elementów rusztowań itp.), zobowiązani są do używania kasków ochronnych.

Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pracy znajdujących się na wysokości i niezabezpieczonych ochronami zbiorowymi zobowiązani są używać szelek bezpieczeństwa. Konieczność używania innych ochron indywidualnych przez pracownika określa bezpośredni przełożony przed skierowaniem go do konkretnej pracy.



**b) Prace przy użyciu elektronarzędzi**

Kable zasilające elektronarzędzia w przejściach prowadzić podwieszone do elementów konstrukcyjnych, bądź umieszczone na podporach. Używać sprawnych elektronarzędzi, sprawdzonych na przebicia elektryczne i właściwie zabezpieczone przeciwporażeniowo.

**c) Prace na wysokości**

Pracą na wysokości w rozumieniu rozporządzenia jest praca wykonywana na powierzchni znajdującej się na wysokości co najmniej 1,0 m nad poziomem podłogi lub ziemi.

Do pracy na wysokości nie zalicza się pracy na powierzchni, niezależnie od wysokości na jakiej się znajduje, jeżeli powierzchnia ta:

- 1) osłonięta jest ze wszystkich stron do wysokości co najmniej 1,5 m pełnymi ścianami lub ścianami z oknami oszklonymi,
- 2) wyposażona jest w inne stałe konstrukcje lub urządzenia chroniące pracownika przed upadkiem z wysokości.

Praca na wysokości powinna być zabezpieczona balustradami, których wymiary podają przepisy szczegółowe lub przy pomocy innych skutecznych środków ochrony w tym środków ochrony osobistej.

Prace na wysokości powinny być organizowane i wykonywane w sposób nie zmuszający pracownika do wychylania się poza poręcz balustrady lub obrys urządzenia, na którym stoi.

Należy zapewnić, aby:

- 1) drabiny, klamry, rusztowania, pomosty i inne urządzenia były stabilne i zabezpieczone przed nie przewidywaną zmianą położenia oraz posiadały odpowiednią wytrzymałość na przewidywane obciążenie,
- 2) pomost roboczy powinien być poziomy równy i mieć podłogę trwale mocowaną do konstrukcji. W widocznym miejscu pomostu powinny być umieszczone czytelne informacje o wielkości dopuszczalnego obciążenia.
- 3) przed rozpoczęciem użytkowania rusztowania należy dokonać odbioru technicznego w trybie określonym w odrębnych przepisach.
- 4) Rusztowania i podesty ruchome wiszące powinny spełniać wymagania określone odpowiednio w odrębnych przepisach oraz w Polskich Normach.
- 5) Należy stosować jedynie atestowane zawiesia do transportu materiałów.

**d) prace przy montażu i demontażu instalacji elektrycznej**

Prace powinni prowadzić pracownicy posiadający odpowiednie wykształcenie, doświadczenie zawodowe i kwalifikacje potwierdzone świadectwem kwalifikacyjnym serii E do 1 kV. Prace w pobliżu napięcia należy prowadzić przy użyciu środków zabezpieczających zdrowie i życie pracowników. Powinny być one wykonywane na polecenie pisemne. Narzędzia monterskie muszą być izolowane i okresowo kontrolowane. Pomiary kontrolne i przyłączenia do sieci energetycznej mogą wykonywać jedynie pracownicy upoważnieni.

1.	Inwerter fotowoltaiczny	Inw1	SMA SUNNY TRIPOWER 10000 TL
2.	3 fazowy licznik energii elektrycznej MID na szynę TH35	L1	Legrand MID 004683 z RS 485
3.	3-fazowy licznik energii elektrycznej czynnej i biernej 60A MID z RS 485	L2	POZYTON EABM wg MID
4.	Rozłącznik nadprądowy DC	F1	Z10-T2/DC1000V
5.	Wyłącznik nadprądowy AC	F2	S 303 D40
6.	Wyłącznik nadprądowy AC	F3	S 301 C20
7.	Wyłącznik nadprądowy AC	F4	S 301 B20
8.	Wyłącznik nadprądowy AC z wyzwalaczem wzrostowym 230V	F5	S 304 D50
9.	Ogranicznik przepięć	O1	SALTEK INX-C PV1000Y
10.	Panel fotowoltaiczny	-	140W 7,66A 18,28V z rozłącznikiem
11.	Szafa elektryczna	PV/AC	(1120+590)x860x300 Icobex
12.	Skrzynka DC	PV/DC	ELEKTROPLAST 3x12mod IP65
13.	Rozłącznik DC Master	Q	Rozłącznik ppoż. Q3 Energieelektronik GmbH&KG Master
14.	Rozłącznik DC przy panelu PV	-	Rozłącznik ppoż. Q3 Energieelektronik GmbH&KG
15.	Maszt odgromowy	-	AN-KOM AN-80F h=3m

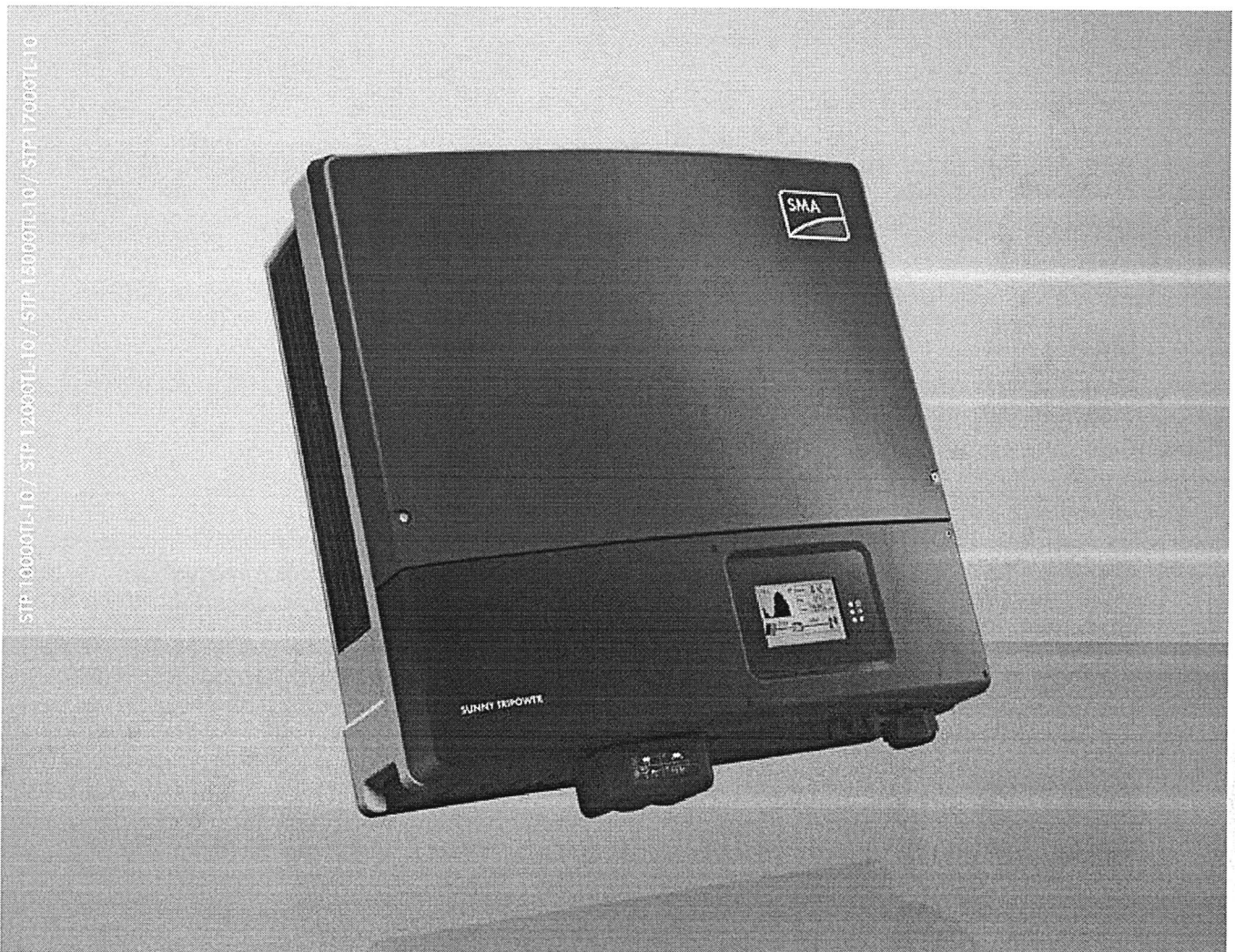
Wobec szybkiego postępu techniki fotowoltaicznej :

- a) dopuszcza się zamienne aparaty o nie gorszych właściwościach .
- b) dopuszcza się zmiany koncepcji budowy generatora fotowoltaicznego po uzgodnieniu z projektantem . Zmiany nie mogą zmniejszać mocy znamionowej mikro-elektrowni , jej sprawności energetycznej i żywotności . Zmiany nie mogą powiększać obciążenia dachu.



## SUNNY TRIPOWER

10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL



### Efficient

- Maximum efficiency of 98.1 %
- OptiTrack-Global Peak for best tracking efficiency\*
- Bluetooth Communication

### Safe

- Electronic string fuse and failure detection
- Integrable DC overvoltage protector (Type II)
- String current monitoring

### Flexible

- DC input voltage up to 1,000 V
- Integrated grid management functions
- Tailor made plant design with Optiflex

### Simple

- Three-phase feed-in
- Cable connection without tools
- DC plug system SUNCLIX
- Easily accessible connection area

## SUNNY TRIPOWER

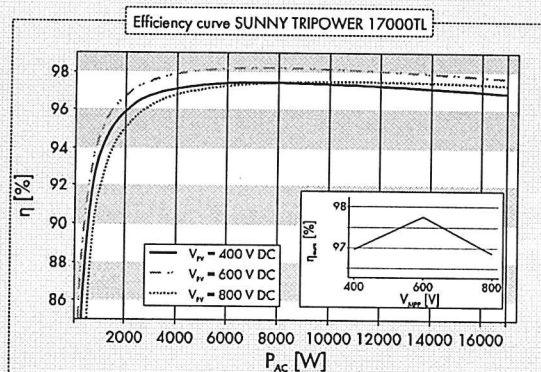
10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

The three-phase inverter for easy system design

Packed full of pioneering technology: thanks to the new Optiflex technology with two MPP inputs and its very broad input voltage range, the three-phase Sunny Tripower is suited to almost any module configuration. In addition, it is highly flexible in terms of the plant design – right up to the megawatt range. The Sunny Tripower meets all the requirements for reactive power supply, utility interaction management and grid support, thus making a reliable contribution to grid management. The extensive Optiprotect safety concept, with its self-learning string failure detection, electronic string fuse and integrable DC overvoltage protector Type II, ensures maximum availability.

# V

Technical data	Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 17000TL
Input (DC)				
Max. DC power (@ cos φ = 1)	10200 W	12250 W	15340 W	17410 W
Max. DC voltage	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
MPP voltage range	320 V – 800 V	380 V – 800 V	360 V – 800 V	400 V – 800 V
DC nominal voltage	600 V	600 V	600 V	600V
Min. DC voltage / start voltage	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Max. input current / per string	A: 22 A, B: 11 A / 33 A	A: 22 A, B: 11 A / 33 A	A: 33 A, B: 11 A / 33 A	A: 33 A, B: 11 A / 33 A
Number of MPP trackers / strings per MPP tracker	2 / A: 4, B: 1	2 / A: 4, B: 1	2 / A: 5, B: 1	2 / A: 5, B: 1
Output (AC)				
AC nominal power (@ 230 V, 50 Hz)	10000 W	12000 W	15000 W	17000 W
Max. AC apparent power	10000 VA	12000 VA	15000 VA	17000 VA
Nominal AC voltage; range		3 / N / PE, 230 V / 400 V; 160 V – 280 V		
AC grid frequency; range	50, 60 Hz; –6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz; –6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz; –6 Hz, +5 Hz	50, 60 Hz; –6 Hz, +5 Hz
Max. output current	16 A	19.2 A	24 A	24.6 A
Power factor (cos φ)		0.8 leading ... 0.8 lagging		
Phase conductors / connection phases / power balancing	3 / 3 /–	3 / 3 /–	3 / 3 /–	3 / 3 /–
Efficiency				
Max. efficiency / Euro-eta	98.1 % / 97.7 %	98.1 % / 97.7 %	98.1 % / 97.7 %	98.1 % / 97.7 %
Protection devices				
DC reversepolarity protection / reverse current protection	●/electronic	●/electronic	●/electronic	●/electronic
ESS switch-disconnector	●	●	●	●
AC short circuit protection	●	●	●	●
Ground fault monitoring	●	●	●	●
Grid monitoring (SMA Grid Guard)	●	●	●	●
Galvanically isolated / all-pole sensitive fault current monitoring unit	–/●	–/●	–/●	–/●
DC overvoltage protector type II	○	○	○	○
String failure detection	●	●	●	●
Protection class / overvoltage category	I / III	I / III	I / III	I / III
General data				
Dimensions (W / H / D) in mm	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265	665 / 690 / 265
Weight	65 kg	65 kg	65 kg	65 kg
Operating temperature range	–25 °C ... +60 °C	–25 °C ... +60 °C	–25 °C ... +60 °C	–25 °C ... +60 °C
Noise emission (typical)	<a href="http://www.SMA-Solar.com">www.SMA-Solar.com</a>	<a href="http://www.SMA-Solar.com">www.SMA-Solar.com</a>	<a href="http://www.SMA-Solar.com">www.SMA-Solar.com</a>	<a href="http://www.SMA-Solar.com">www.SMA-Solar.com</a>
Internal consumption: (night)	1 W	1 W	1 W	1 W
Topology	transformerless	transformerless	transformerless	transformerless
Cooling concept	OptiCool	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Electronics protection rating / connection area (as per IEC 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Climatic category (per IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
Features				
DC connection: SUNCLIX	●	●	●	●
AC connection: screw terminal / spring-type terminal	–/●	–/●	–/●	–/●
Display: text line / graphic	–/●	–/●	–/●	–/●
Interfaces: RS485 / Bluetooth	○/●	○/●	○/●	○/●
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificates and permits (more available on request)	CE, VDE 0126-1-1, Enel-GUIDA, G83/1-1*, PPC, AS4777, EN 50438**, C10/C11, IEC 61727			
* In planning, ** Does not apply to all national deviations of EN 50438				
● Standard features   ○ Optional features   – Not available				
Provisional data, as of March 2010 – data at nominal conditions				
Type designation	STP 10000TL-10	STP 12000TL-10	STP 15000TL-10	STP 17000TL-10



## Accessories



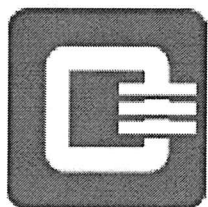
RS485 interface  
DM-485CB-10



DC overvoltage protector  
(type II), input A  
DCSPD KIT1-10



DC overvoltage protector  
(type II), inputs A and B  
DCSPD KIT2-10



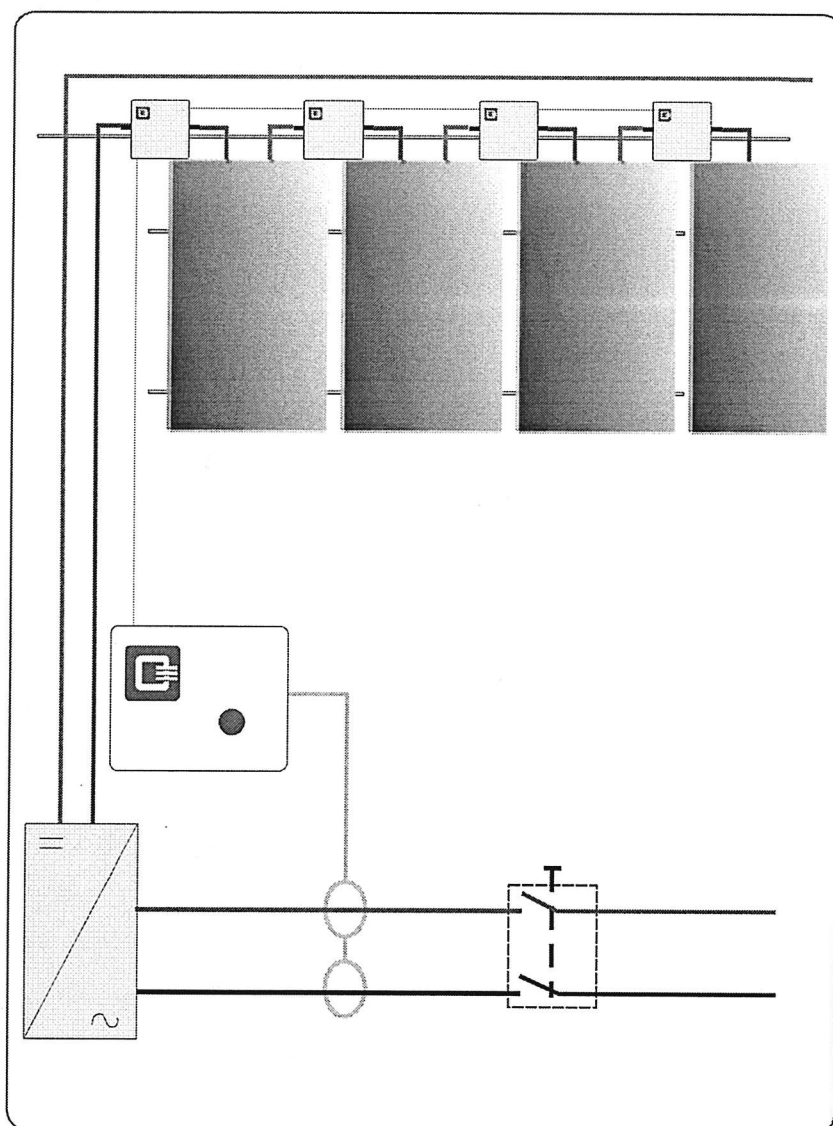
# Wyłłącznik przeciwpożarowy Q

POWER FOR NEW ENERGIES

W przypadku pożaru nowoczesna elektrownia fotowoltaiczna (PV) potrzebuje skutecznego i bezpiecznego sposobu, który umożliwi wyłączenie modułów. Jest to jedyny sposób zapewniający bezpieczną eksploatację modułów

podczas promieniowania słonecznego. Dzięki bezpiecznemu urządzeniu odłączającemu, po odłączeniu modułów od napięcia strażacy mogą bez obaw gasić płonący budynek. Wyłącznik pożarowy Q firmy Q3 Energieelektronik GmbH & Co KG

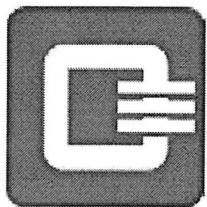
to zupełnie nowy, zgłoszony do opatentowania system, który zapewnia najwyższe bezpieczeństwo. Po odłączeniu napięcia zasilającego wszystkie moduły są podłączone do potencjału ziemi.



## Najważniejsze zalety:

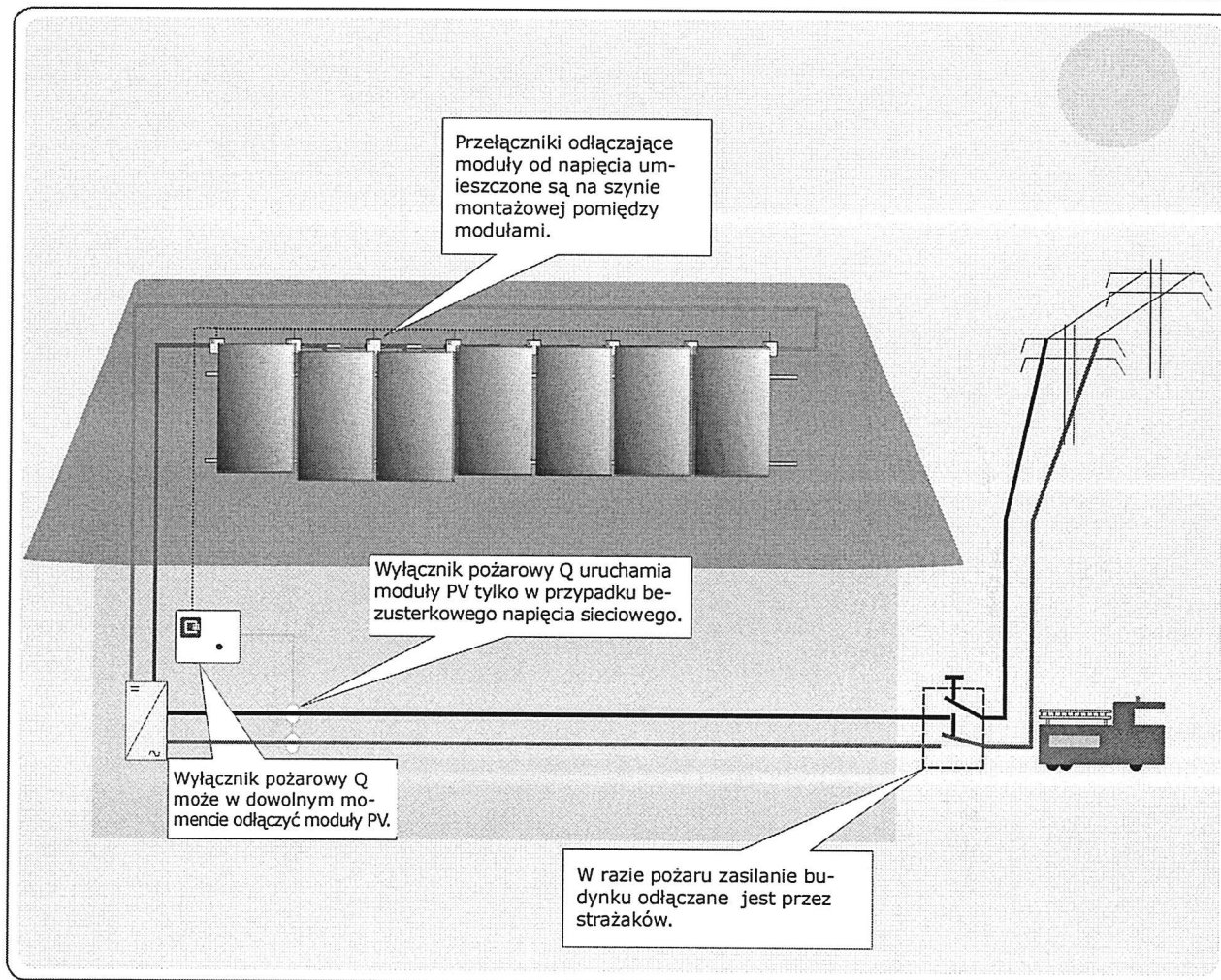
- **Odłączenie poprzez uziemienie.** Każdy biegun modułów jest bezpośrednio połączony z uziemieniem. W ten sposób moduły nie są w stanie już wytworzyć napięcia.
- **Łatwość montażu.** Elementy przełączające są montowane bezpośrednio na szynie montażowej między modułami.
- **Nie jest wymagany dodatkowy przełącznik.** W przypadku pożaru budynek zazwyczaj odłączany jest od sieci. W ten sposób wyłącznik pożarowy Q automatycznie wyłącza elektrownię PV. Po włączeniu sieci elektrownia PV zostaje ponownie uruchomiona.
- **Nadaje się do modernizacji.** Wyłącznik pożarowy Q może być w każdej chwili modernizowany dzięki prostej koncepcji.
- **Ręczne wyłączenie elektrowni** w celu konserwacji i czyszczenia jest możliwe w każdej chwili.





# Włłącznik przeciwpożarowy Q

POWER FOR NEW ENERGIES



## Q3 Energieelektronik GmbH & Co. KG

POWER FOR NEW ENERGIES – Opracowujemy i produkujemy innowacyjne i dostosowane do wymagań klienta urządzenia elektroniczne stosowane w dziedzinie energii odnawialnych. Nasza oferta obejmuje falowniki do elektrowni wiatrowych i słonecznych, wysokowydajne litowo-jonowe systemy magazynowania energii, dostosowane do wymagań klienta skrzynki i włłączniki bezpieczeństwa. Naszym celem jest zapewnienie możliwie najwyższej jakości, wydajności i bezpieczeństwa. Szybkość i łatwość instalacji naszych produktów oszczędza czas i zabezpiecza ciągłość dochodów dzięki koncepcji tworzenia nieprzerwanej sieci. Czekamy na Państwa pytania i propozycje.

Centrala: Oberbuchstr. 35 · 89584 Ehingen  
Dział sprzedaży/marketingu: Innovapark 20 · 87600 Kaufbeuren  
Dział badawczo-rozwojowy/  
Dział zarządzania: Marktplatz 48 · 88400 Biberach  
[info@q3-energieelektronik.de](mailto:info@q3-energieelektronik.de)

Tel.: +49 (0)7391/72 8 27  
Tel.: +49 (0)8341/90 80-334  
Tel.: +49 (0)7351/42 92-660  
[www.q3-energieelektronik.de](http://www.q3-energieelektronik.de)