



CIOP  **PIB**



Instalacje fotowoltaiczne na stacjach paliw płynnych i gazowych

st. kpt. dr inż. Szymon Ptak

Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

Centralny Instytut Ochrony Pracy - PIB

dr hab. inż. Albert Smalcerz, prof. PŚI

Politechnika Śląska

Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

UWAGA

Prezentacja jest materiałem szkoleniowym i stanowi kompilację materiałów własnych Autorów oraz ogólnodostępnych materiałów.

Wprowadzenie

Instalacje fotowoltaiczne na stacjach paliw płynnych
i gazowych

Wprowadzenie

- Czy pożary instalacji PV są znaczącym problemem?
- Czy z czasem należy spodziewać się wzrostu zdarzeń?
- Jaki jest stan prawny?
- Co wyróżnia stacje paliw w zakresie projektowania instalacji PV?

Skala problemu – ochrona ppoż.

- Zdarzenia w Polsce

2019 – zwarcie w **inwerterze** i pożar kotłowni – budynek prywatny

2019 – pożar **puszki** rozdzielczej – farma PV

2019 – pożar **inwertera** w kotłowni – budynek prywatny

2019 – pożar **inwertera** na dachu sklepu wielkopowierzchniowego

2020 – pożar poddasza, na dachu instalacja PV (czynnik zewn.)

2020 – pożar trawy w obrębie farmy PV

2020 – pożar **instalacji** (od punktu łączeniowego?)

2020 – pożar **inwertera** – budynek prywatny (garaż)

2020 – pożar **inwertera** – urząd gminy

2020 – pożar w obrębie farmy PV (czynnik zewn.)

2020 – pożar **baterii** żelowych (uliczna instalacja PV)

2020 – pożar **tablicy** rozdzielczej instalacji PV – budynek prywatny (kotłownia)

2020 – **zwarcie** po stronie DC i pożar budynku gospodarczego

2020 – pożar **przewodów** PV (przyczyna nieznana, inwerter sprawny)

2020 – pożar **modułu** PV na dachu (przekrycie z materiałów palnych)

2020 – pożar **przewodów** w ciągu kablowym pod elewacją – budynek prywatny

2021 – pożar **tablicy** rozdzielczej w placówce oświatowej

2021 - pożar **tablicy** rozdzielczej – budynek prywatny (garaż)

2021 – Alarm fałszywy z instalacji wykrywania przy montażu instalacji

2021 – Pożar **tablicy** rozdzielczej, działania w obronie, odłączenie części AC instalacji PV

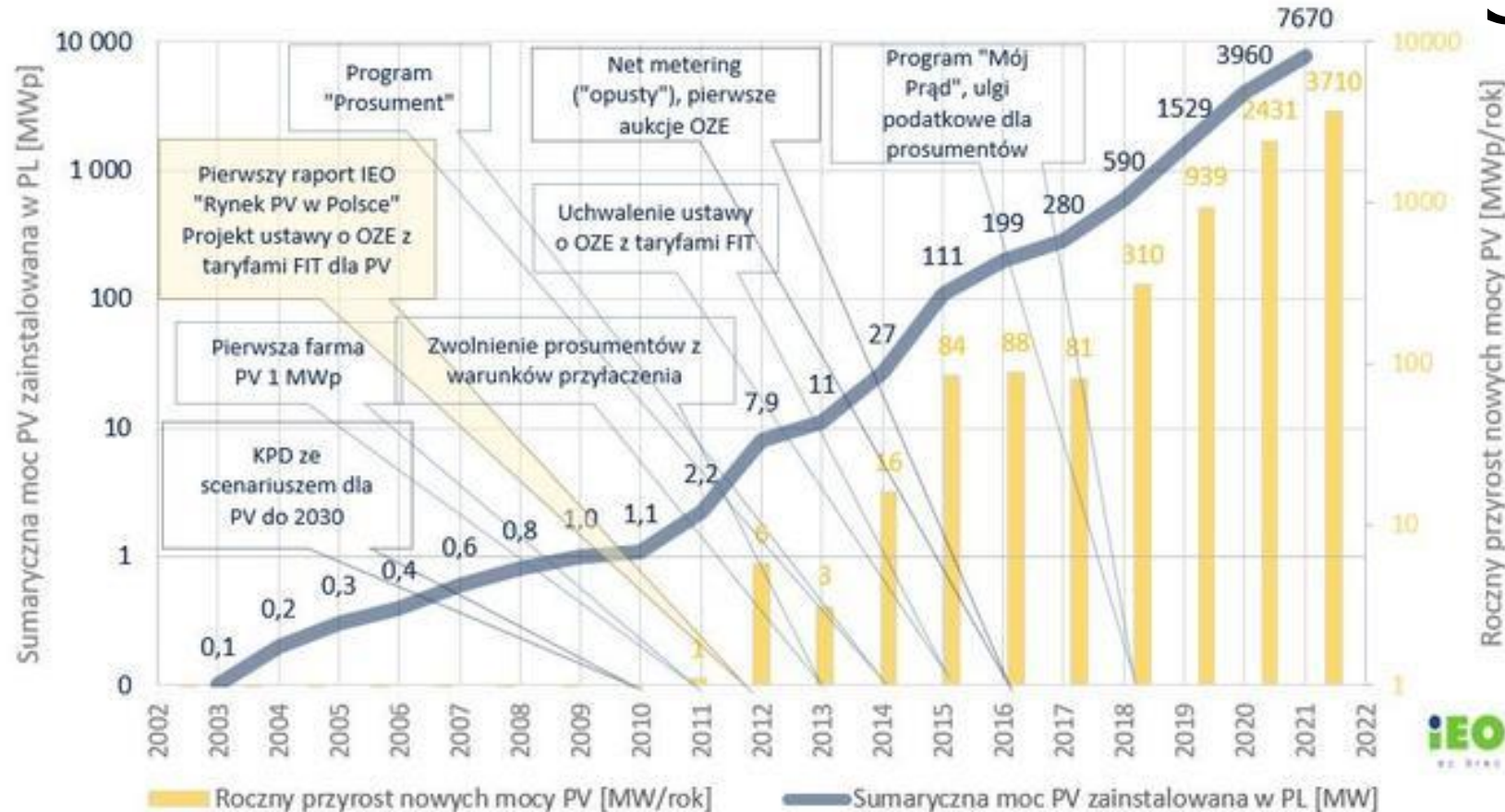
2021 – Kolizja drogowa dwóch pojazdów, jeden przewoził moduły PV - brak pożaru

Przykłady zdarzeń w Polsce

- 2019 – zwarcie w **inwerterze** i pożar kotłowni – budynek prywatny
- 2019 – pożar puszki rozdzielczej – farma PV
- 2019 – pożar **inwertera** w kotłowni – budynek prywatny
- 2019 – pożar **inwertera** na dachu sklepu wielkopowierzchniowego
- 2020 – pożar poddasza, na dachu instalacja PV (czynnik zewn.)
- 2020 – pożar trawy w obrębie farmy PV
- 2020 – pożar instalacji (od punktu łączeniowego?)
- 2020 – pożar **inwertera** – budynek prywatny (garaż)
- 2020 – pożar **inwertera** – urząd gminy
- 2020 – pożar w obrębie farmy PV (czynnik zewn.)
- 2020 – pożar baterii żelowych (uliczna instalacja PV)
- 2020 – pożar **tablicy rozdzielczej** instalacji PV – budynek prywatny (kotłownia)

- 2020 – zwarcie po stronie DC i pożar budynku gospodarczego
- 2020 – pożar przewodów PV (przyczyna nieznana, inwerter sprawny)
- 2020 – pożar modułu PV na dachu (przekrycie z materiałów palnych)
- 2020 – pożar przewodów w ciągu kablowym pod elewacją – budynek prywatny
- 2021 – pożar **tablicy rozdzielczej** w placówce oświatowej
- 2021 – pożar **tablicy rozdzielczej** – budynek prywatny (garaż)

Skala problemu



- Kilka zdarzeń na 10 000 instalacji – duży problem?
- Nie można bagatelizować – Jaki jest przyrost nowych instalacji w ostatnich latach?
- A jaki jest czas „życia” instalacji?
- Czy możemy przygotować się na gwałtowny wzrost liczby zdarzeń?

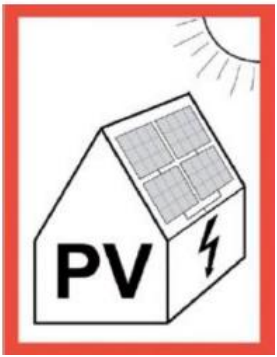
Zabezpieczenia ppoż. stacji paliw płynnych

- (1) ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 21 listopada 2005 r. w sprawie **warunków technicznych**, jakim powinny odpowiadać bazy i **stacje paliw płynnych**, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 282)
- Przepisy ATEX (ogółem)
- Przepisy ppoż. (ogółem)

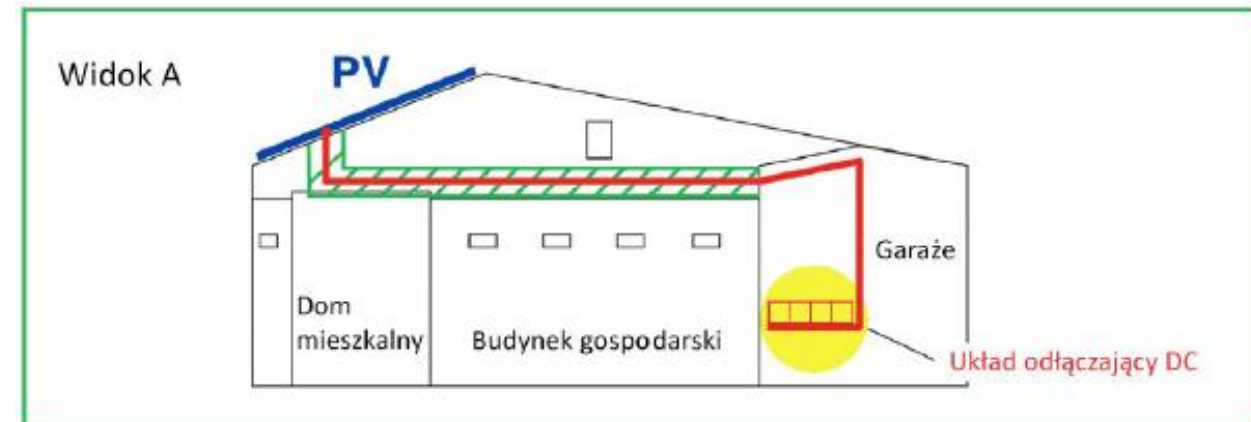
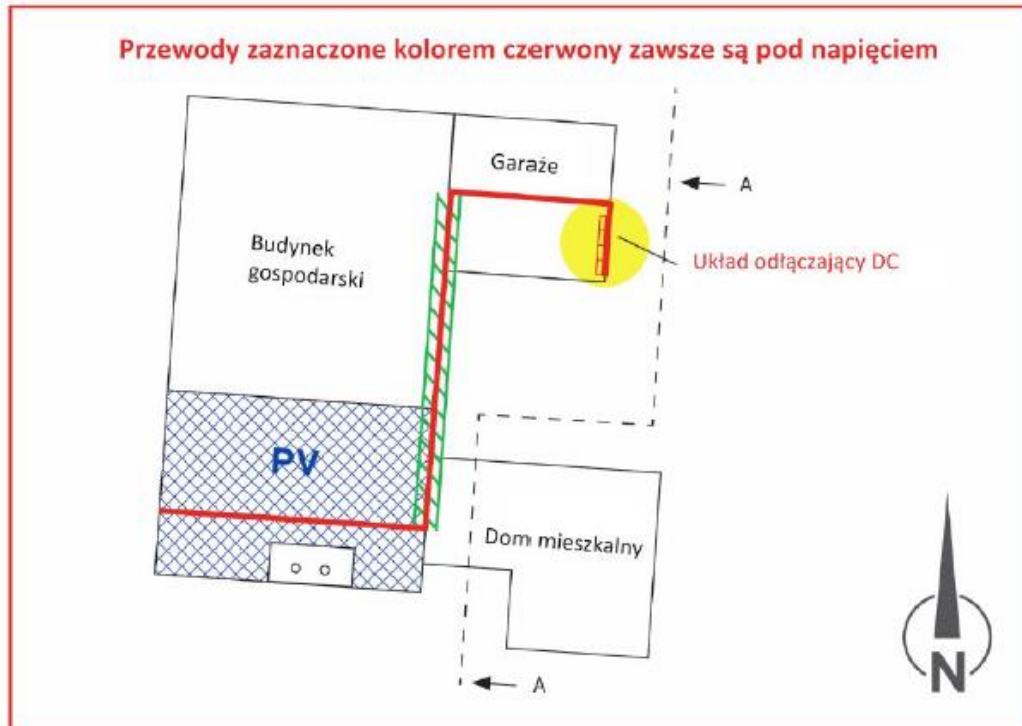
Stan prawny

- Prawo budowlane
 - Ustawa o OZE
 - Akty wykonawcze
 - Normy
 - *Dobra praktyka inżynierska*
-
- **Czego aktualnie brakuje w prawodawstwie / normalizacji w PL?**
Wydaje się, że przepisy są dość „liberalne”, szczególnie pod kątem ochrony przeciwpożarowej. Podyktowane to było potrzebą stymulacji rynku do bujnego rozwoju.

PN-HD 60364-7-712:2016-05



- Jak powinna wyglądać dokumentacja instalacji PV?



Data: Data utworzenia	Zestawienie: Zdjęcie lotnicze budynku	Projekt: Numer projektu	Miejsce ustawienia instalacji PV: Adres
Legenda: — Przewód pod napięciem — Przewód pod napięciem ułożony w sposób zabezpieczony przed ogniem — Generator PV — Pozycja układu zwalniającego DC		Klient: Nazwa i numer telefonu komórkowego	Sporządzono przez: Kompletny adres i numer telefonu producenta instalacji
		Zawartość: Plan instalacji dla służb ratowniczych	
		Numer awaryjny: Nazwa i numer telefonu komórkowego	

„Dokumentacja techniczna”

- Instalacje PV o mocy zainstalowanej $>6,5$ kW wymagają uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń ppoż.
- Prawo nie określa szczegółowo, jakie elementy powinno zawierać zgłoszenie
- Można posilkować się normą w tym zakresie – nie jest to obowiązkowe

W tegorocznej pracy dyplomowej przeanalizowano blisko 100 dokumentacji technicznych, które trafiły do jednej z komend PSP na zachodzie Polski. Na podstawie badania ankietowego opracowano wzór zgłoszenia, który jednak można traktować wyłącznie jako *zalecenie*.

Główne wyróżniki – specyfika stacji paliw

- Instalacja PV jest traktowana jako **urządzenie**.
- Konieczność uzgodnienia pod względem ppoż. powyżej mocy zainstalowanej 6,5 kW.
- Występowanie stref zagrożenia wybuchem (instalacje PV – **urządzenia!** - nie posiadają wykonania przeciwwybuchowego).
- Zacienienie modułów elementami składowymi stacji paliw (i okolicznymi).
- Kwestie ochrony odgromowej



Lokalizacja modułów

Instalacje PV na stacjach paliw płynnych

Ograniczenia

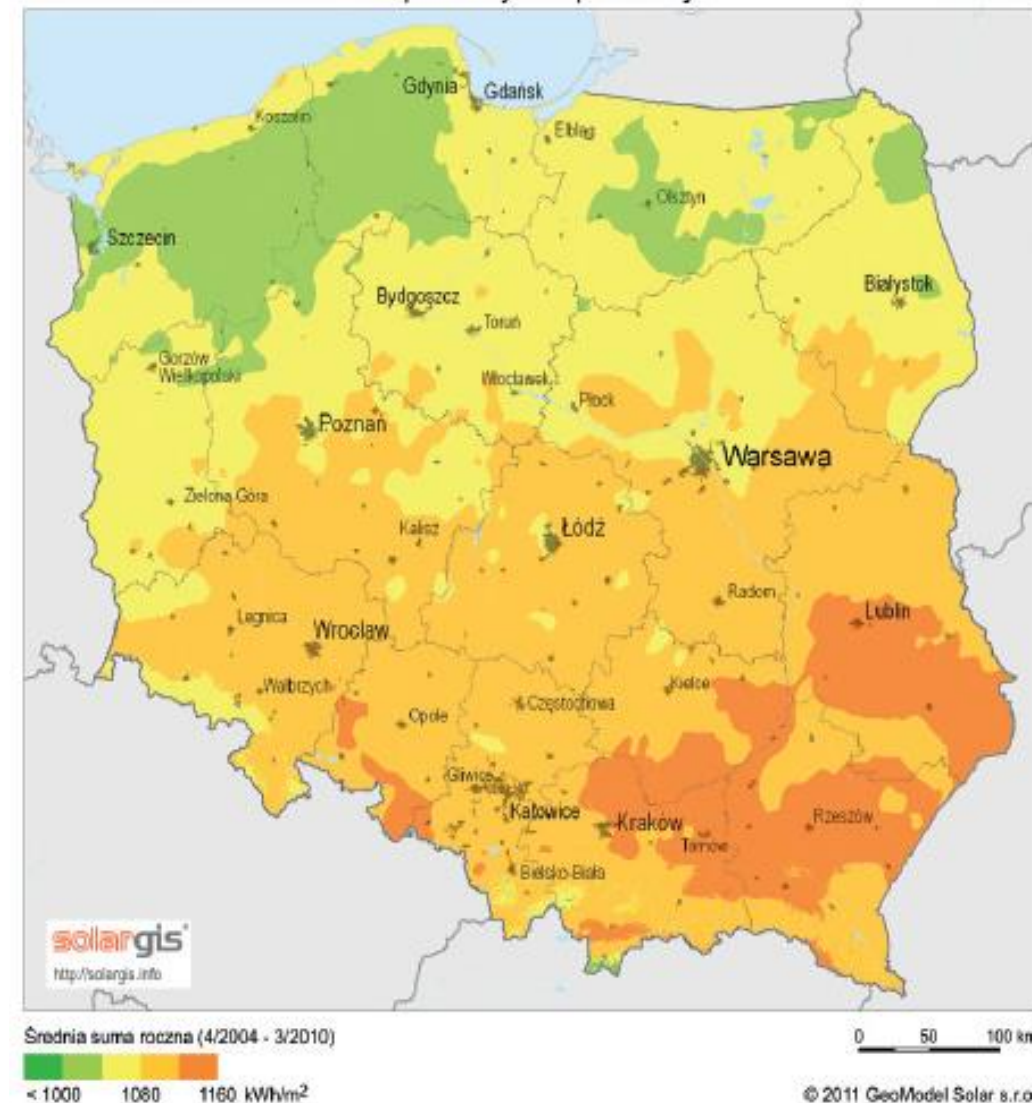
- **Geograficzne** – uwzględnienie kierunków świata przy planowaniu instalacji PV na stacji paliw płynnych
- **Infrastrukturalne** – wybór miejsca lokalizacji instalacji PV (grunt – problematyczne; dach – preferowane)
- **Urbanistyczne** – obiekty w bezpośrednim sąsiedztwie stacji paliw – możliwość zacielenia modułów, itp.
- **Techniczne** – poza strefami zagrożenia wybuchem, niemożliwa jest ingerencja w instalację odgromową (wymagana dla stacji paliw płynnych)

Uwarunkowania geograficzne

Lokalizacja

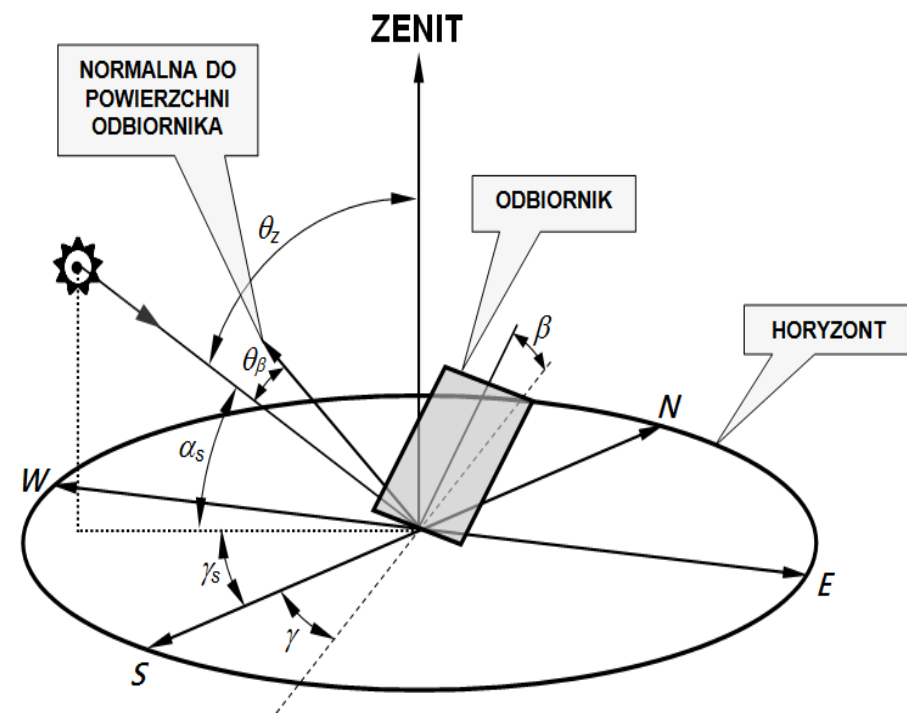
Słowo wstępu

- Zarówno promieniowanie bezpośrednie i odbite (od obiektów), a także rozproszone (załamanie w atmosferze ziemskiej) oddziałują na moduł PV.
- Możliwe jest obliczenie gęstości promieniowania słonecznego dla n-tego dnia roku: $G_n = 1367 \frac{W}{m^2} \cdot \left[1 + 0,033 \cdot \cos \left(\frac{360 \cdot n}{365} \right) \right]$.
- Natężenie promieniowania słonecznego to chwilowa gęstość mocy promieniowania (W/m^2), padająca na powierzchnię prostopadłą do osi strumienia promieniowania.
- Nasłonecznienie to sumaryczna energia określona dla danego miejsca (Wh/m^2). Podawana dla okresu, np. roku (patrz: mapa)
- Uśłonecznienie to liczba godzin słonecznych w ciągu roku w danym miejscu, np. 1579 h/rok (Warszawa), 1624 h/rok (średnia dla Polski).



Pozorny ruch Słońca po nieboskłonie – podstawy

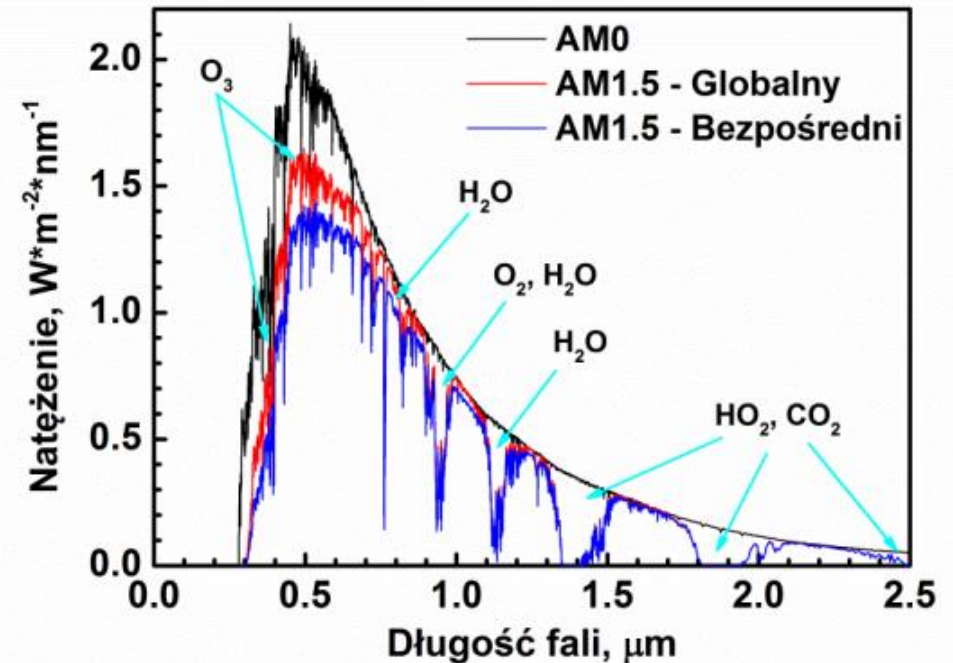
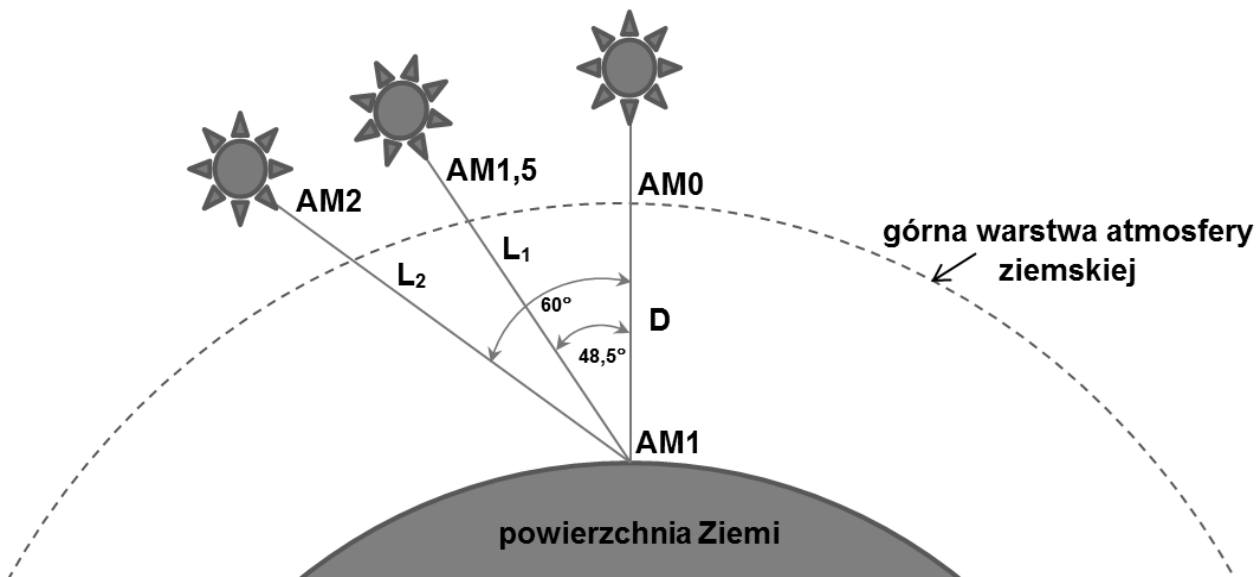
- θ_z - kąt zenitu, będący zarazem kątem padania promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą,
- α_s - wysokość Słońca, kąt między kierunkiem promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę horyzontu ($\theta_z = 90^\circ - \alpha_s$).



Pozorny ruch Słońca po nieboskłonie – podstawy

- AM – stosunek długości drogi (L_x), jaką przebywa promieniowanie przez atmosferę ziemską w stosunku do grubości atmosfery (D)

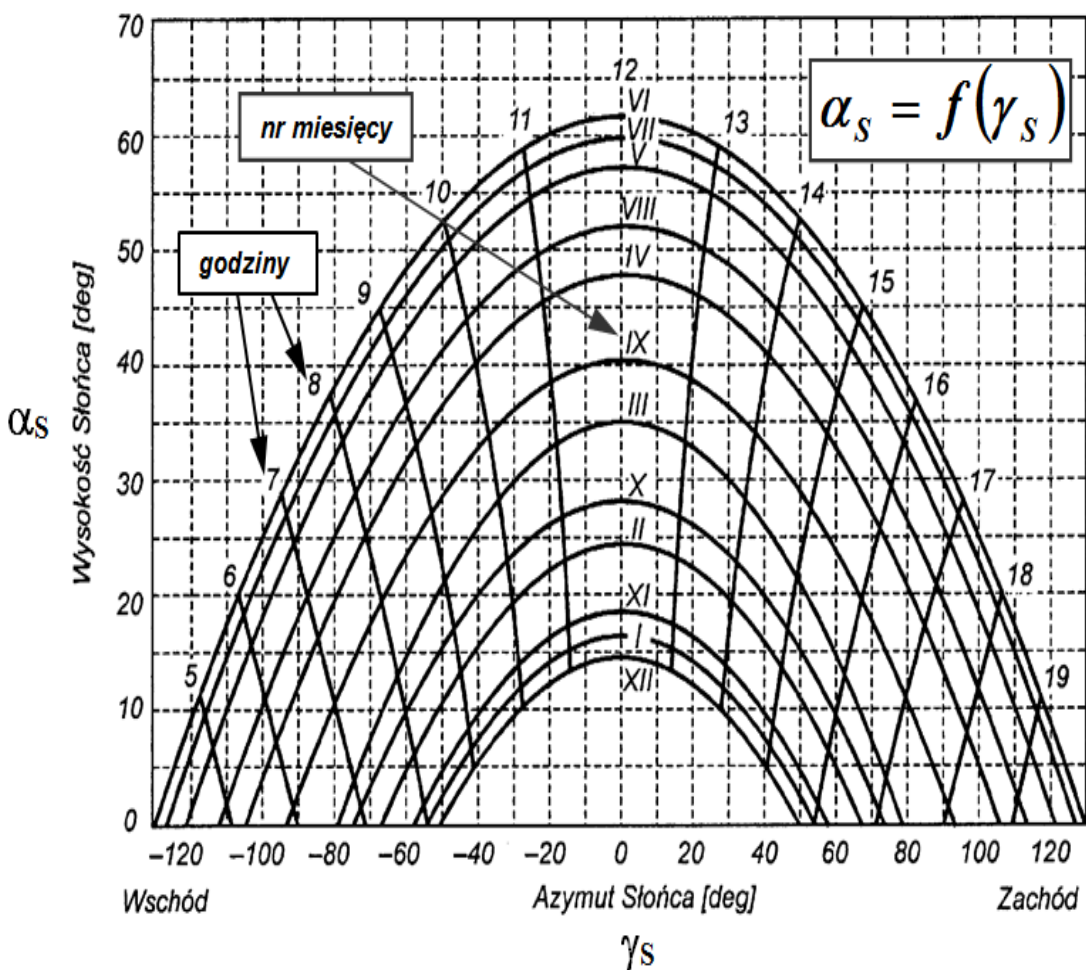
$$AM = \frac{L_x}{D} = \frac{1}{\sin \alpha_s} = \frac{1}{\cos \theta_z}$$



Wyjaśnienie współczynnika AM podano na stronie 17 i 18.

Rys. 1.3.1 Rozkład widmowy promieniowania słonecznego dla AM0 i AM1.5⁴.

Zmienność warunków nasłonecznienia w ciągu roku

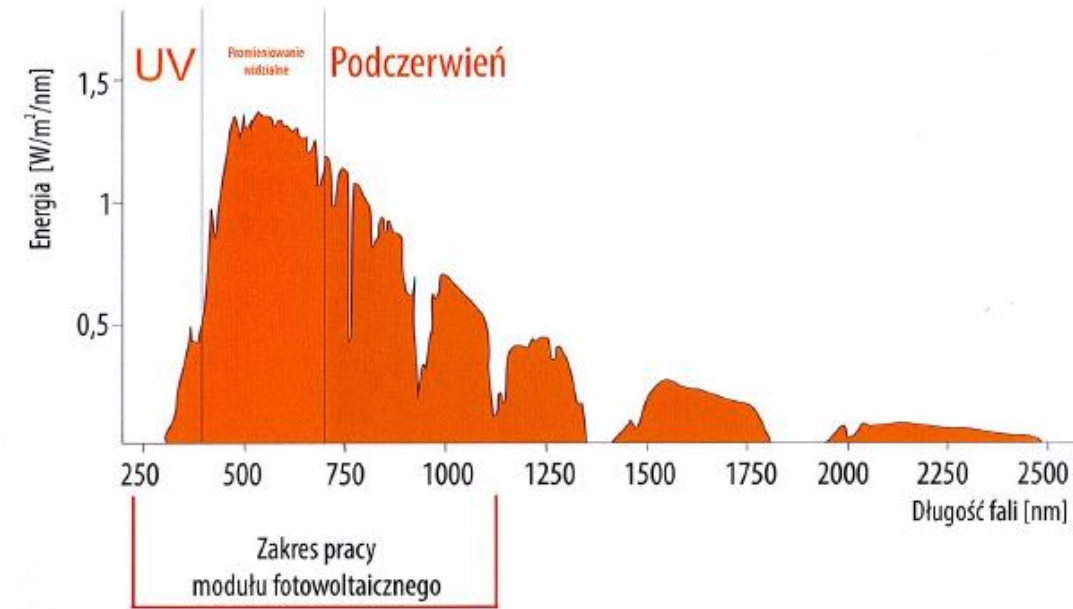


- Wykres przedstawia pozorny ruch Słońca po niebie w zależności od pory roku i pory dnia.
- Wysokość Słońca ponad linię horyzontu (podawana w stopniach) jest funkcją azymutu Słońca (podawanej w stopniach)
- *Cast away: poza światem (2000), co narysował w jaskini główny bohater?*



Z czego wynika sprawność ogniwa PV?

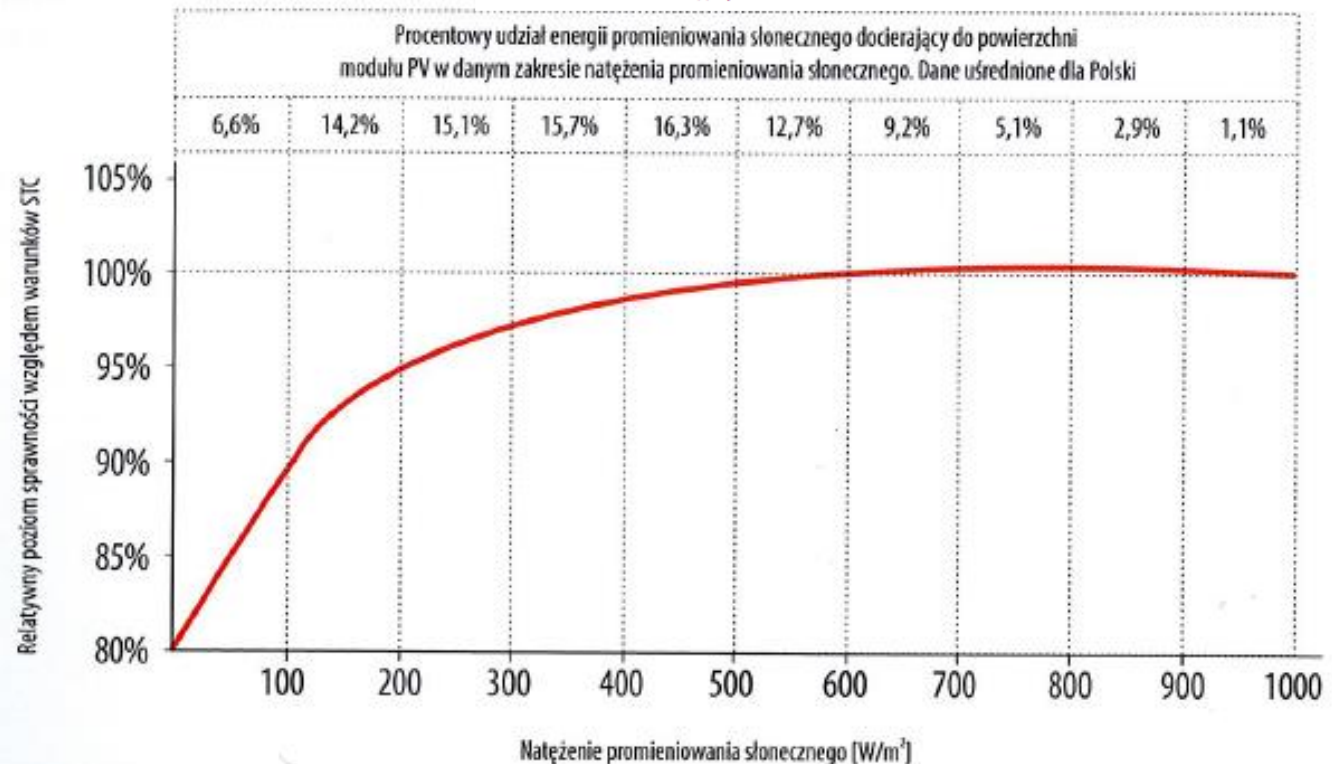
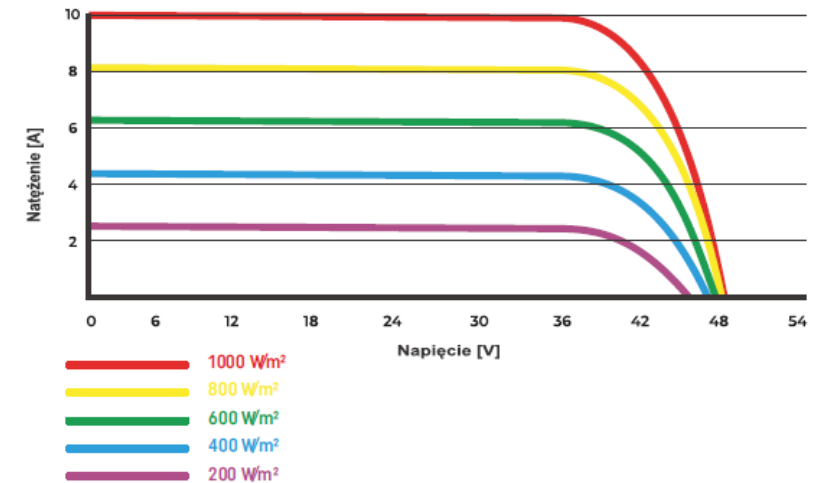
- Fotony oddziałujące na złącze pn w ogniwie PV będą w stanie wywołać efekt fotowoltaiczny, jeżeli będą miały określoną energię.
- Tylko wówczas możliwe będzie przejście nośnika prądu przez barierę potencjału na złączu pn.
- Energia fotonu zależy wyłącznie od częstotliwości ν fali: $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$; (h – stała Plancka; c – prędkość światła; λ – długość fali)
- Ogniwo (zależnie od składu) będzie zatem pochłaniać wycinek widma promieniowania docierającego do jego powierzchni.



Z czego wynika sprawność ogniwa PV?

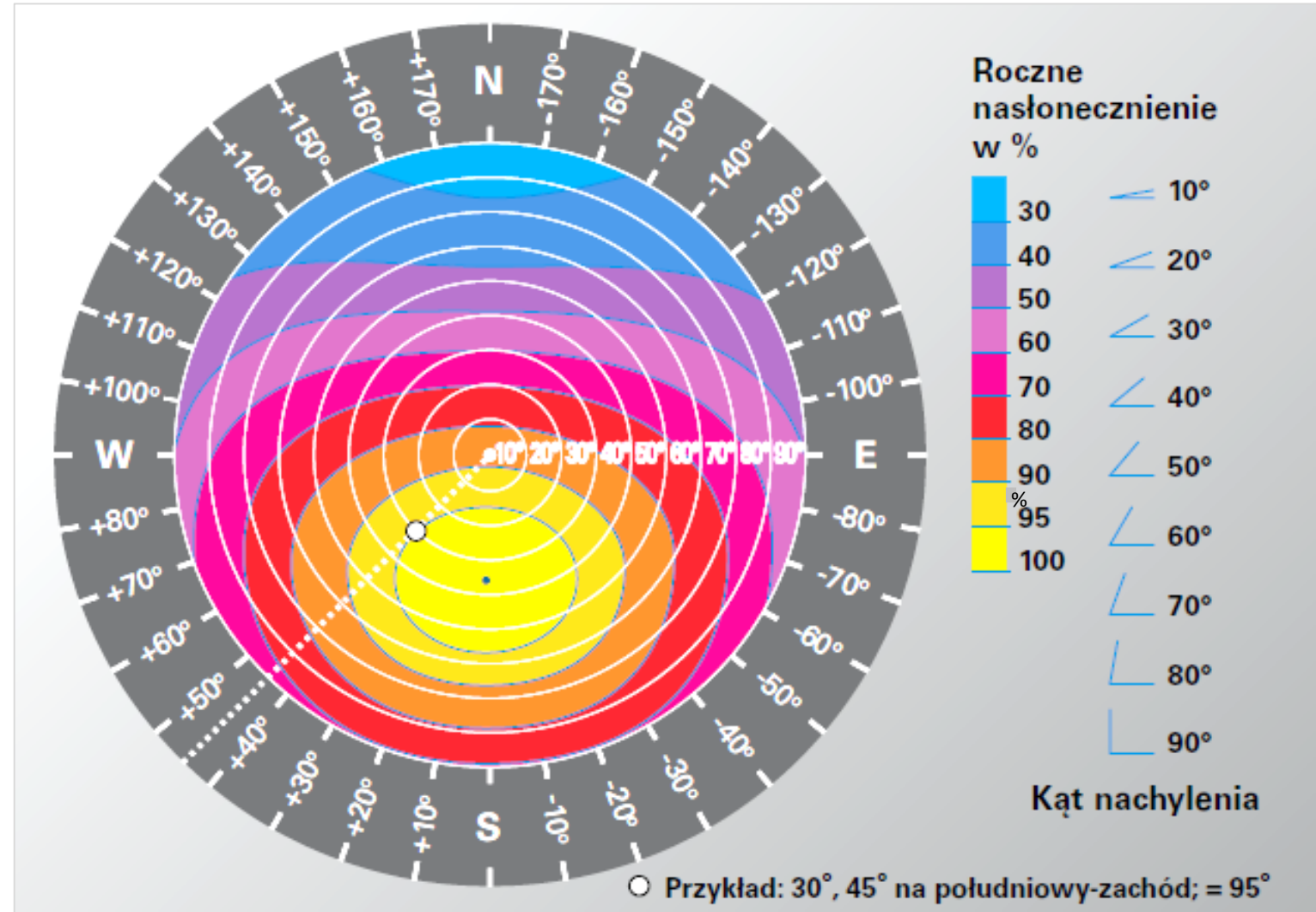
- Sprawność ogniwa zależy także od natężenia promieniowania.
- Wykres przedstawia tę zależność, przy czym 100% odpowiada natężenie promieniowania osiąganym dla warunków laboratoryjnych (STC)

CHARAKTERYSTYKA PRĄDOWO-NAPIĘCIOWA



Orientacja geograficzna modułów PV, kąt pochylenia, a nasłonecznienie – ujęcie praktyczne

1. Wykreślenie linii od środka okręgu w kierunku świata odpowiadającym usytuowaniu modułów PV (tutaj: 45°, tj. SW)
2. Oznaczenie **punktu** wynikającego z pochylenia modułów względem gruntu (tutaj: okrąg 30°)
3. Cel: zaprojektowanie w taki sposób, aby **punkt** znajdował się w strefie odpowiadającej wykorzystaniu 100% potencjału rocznego nasłonecznienia (tutaj: strefa żółta)



Uwarunkowania Infrastrukturalne i urbanistyczne

Lokalizacja

Na czym polega problem?

- Zacienienie modułu – wpływ na charakterystykę pracy modułu PV
- Stosowanie diod typu by-pass – ograniczenie zjawiska i optymalizacja mocy
- Projektowanie panelu PV w taki sposób, aby poszczególne moduły nie wpływały na zacienienie innych
- Uwzględnienie cienia rzucanego przez sąsiednie budynki / maszty / obiekty naturalne.

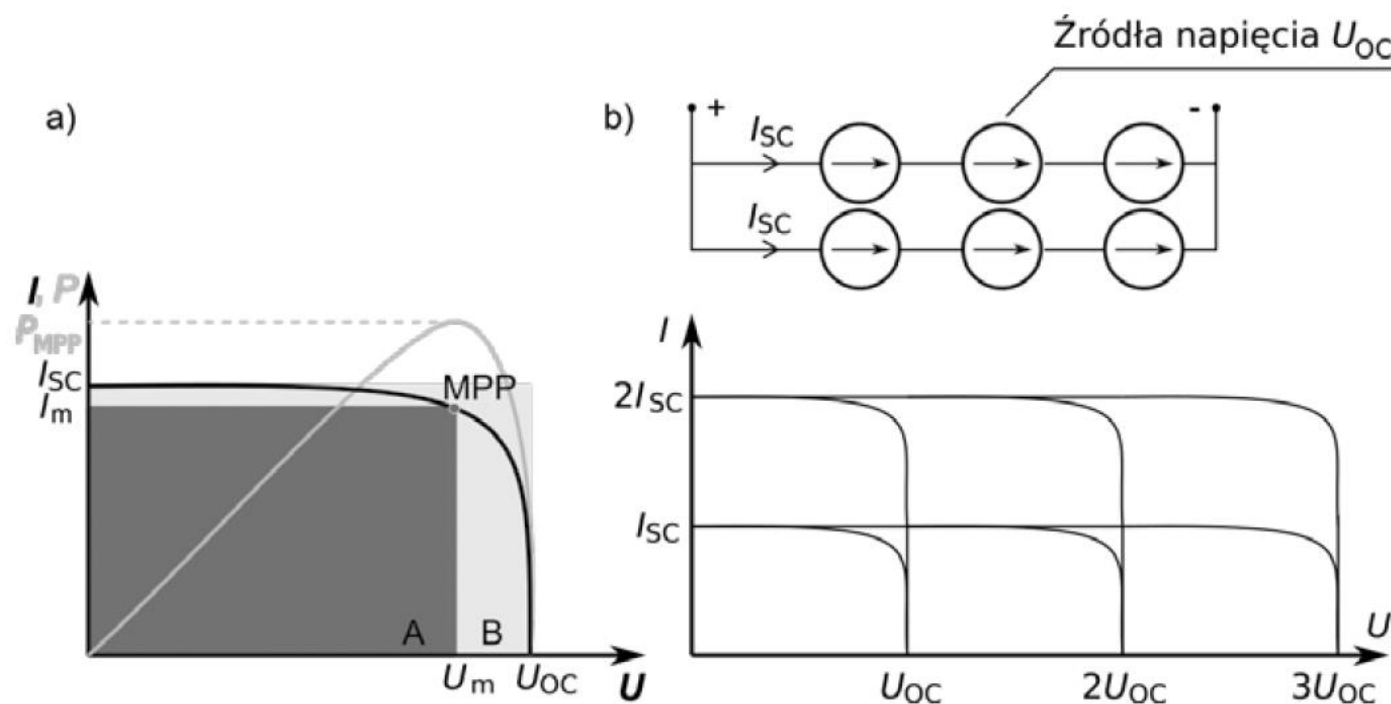




Charakterystyka ogniwa PV

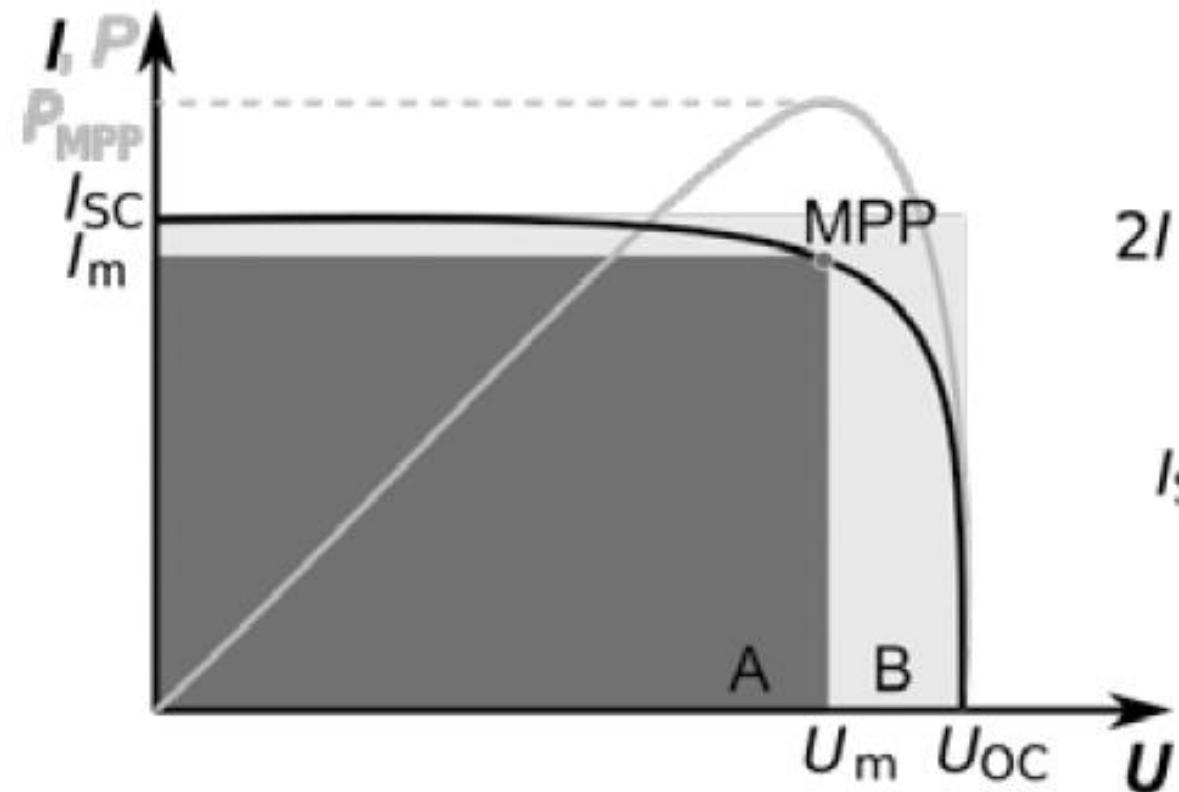
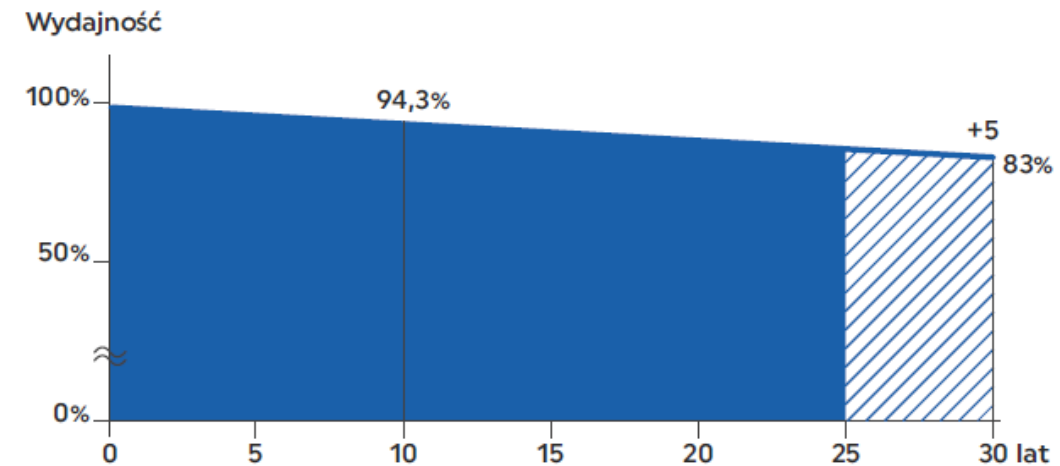


- Charakterystyka ogniwa jest wykresem prądu ogniwa w zależności od napięcia na jego zaciskach:
 - Maksymalny prąd I_{SC} uzyskiwany dla zwarcia (czyli $U = 0$)
 - Maksymalne napięcie (U_{OC}) dla otwartego obwodu (brak obciążenia)
- Moduły łączy się szeregowo (wzrost napięcia) i równolegle (wzrost natężenia)



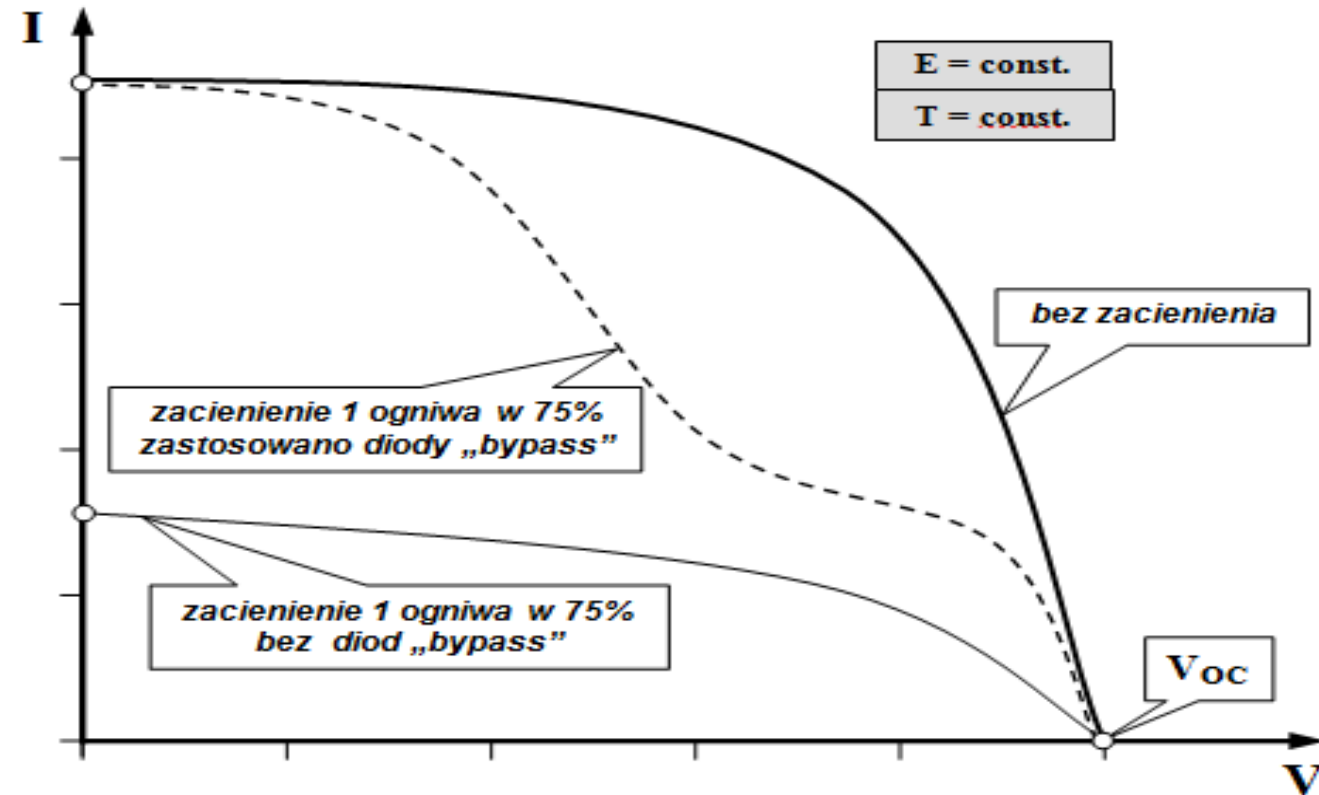
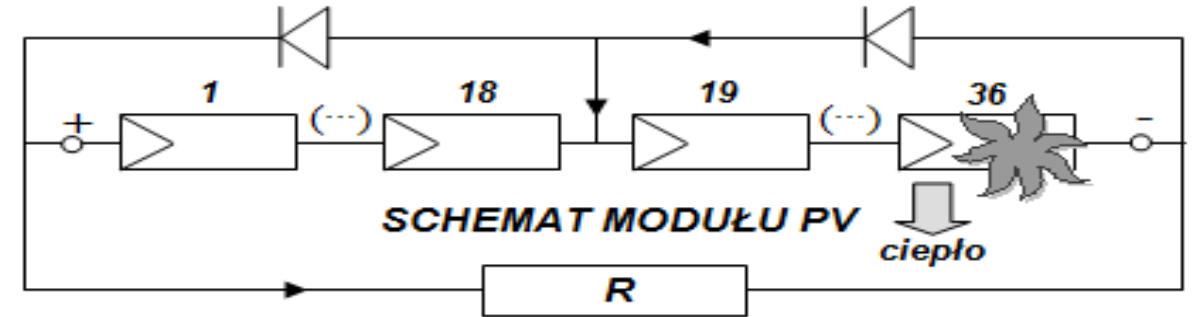
Charakterystyka ogniwa PV

- Iloczyn prądu i napięcia równy jest mocy uzyskiwanej przez dany moduł. Teoretycznie (prostokąt B) jest to iloczyn I_{SC} i U_{OC} , ale dotyczy to idealnego modułu.
- W praktyce krzywa rzeczywista jest inna (czarna krzywa)
- Punkt maksymalnej mocy (MPP) to taki, dla którego pole prostokąta A jest największe.
- Odpowiada to wartościom prądu i napięcia dla punktu MPP (czyli odpowiednio I_m oraz U_m)



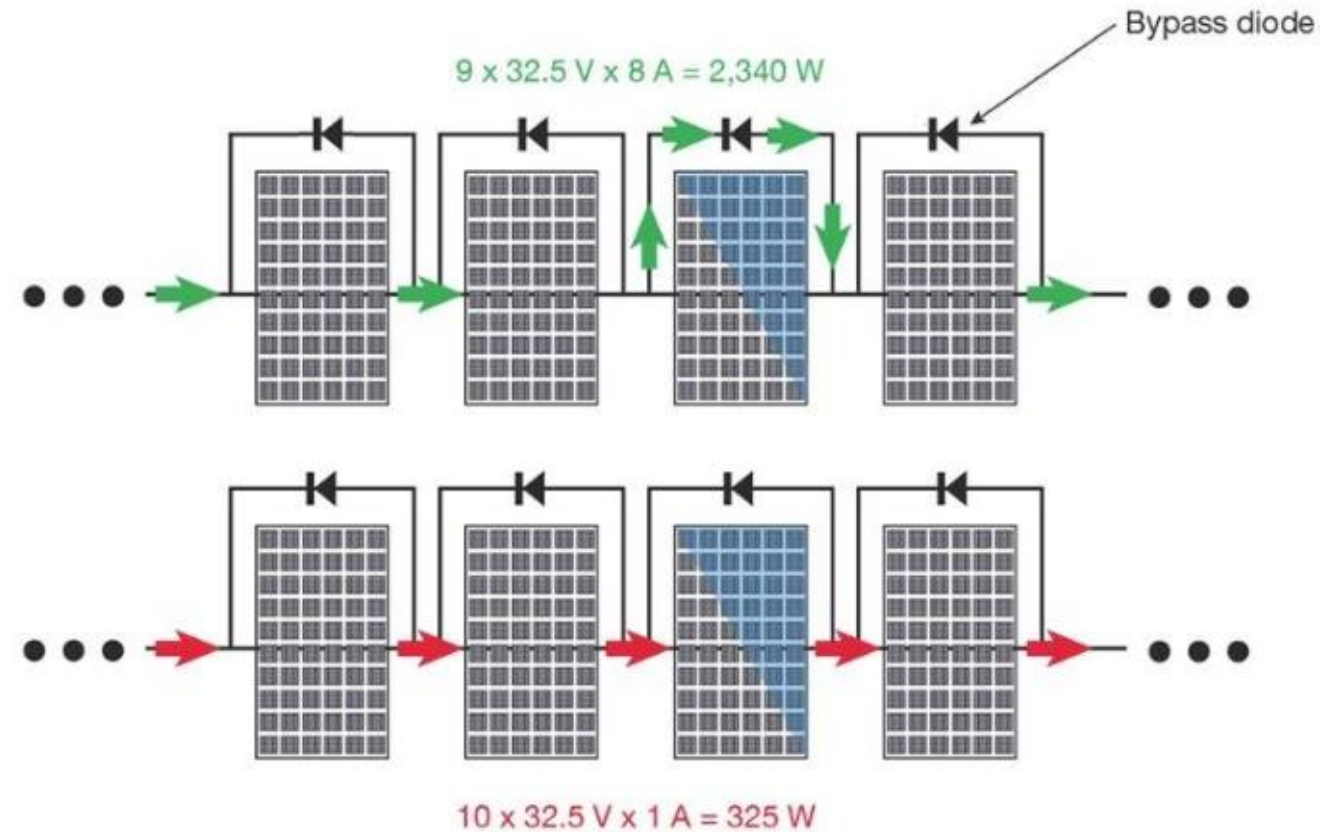
Zacienienie modułu PV

- Zacienienie modułu wpływa na ograniczenie jego sprawności – w takiej sytuacji zacieniony moduł staje się niejako odbiornikiem.
- Prąd generowany przez zacieniony moduł danego stringu instalacji PV jest maksymalnym prądem, co powoduje spadek mocy.
- Rozwiązaniem jest dioda by-pass



Zacienienie modułu PV

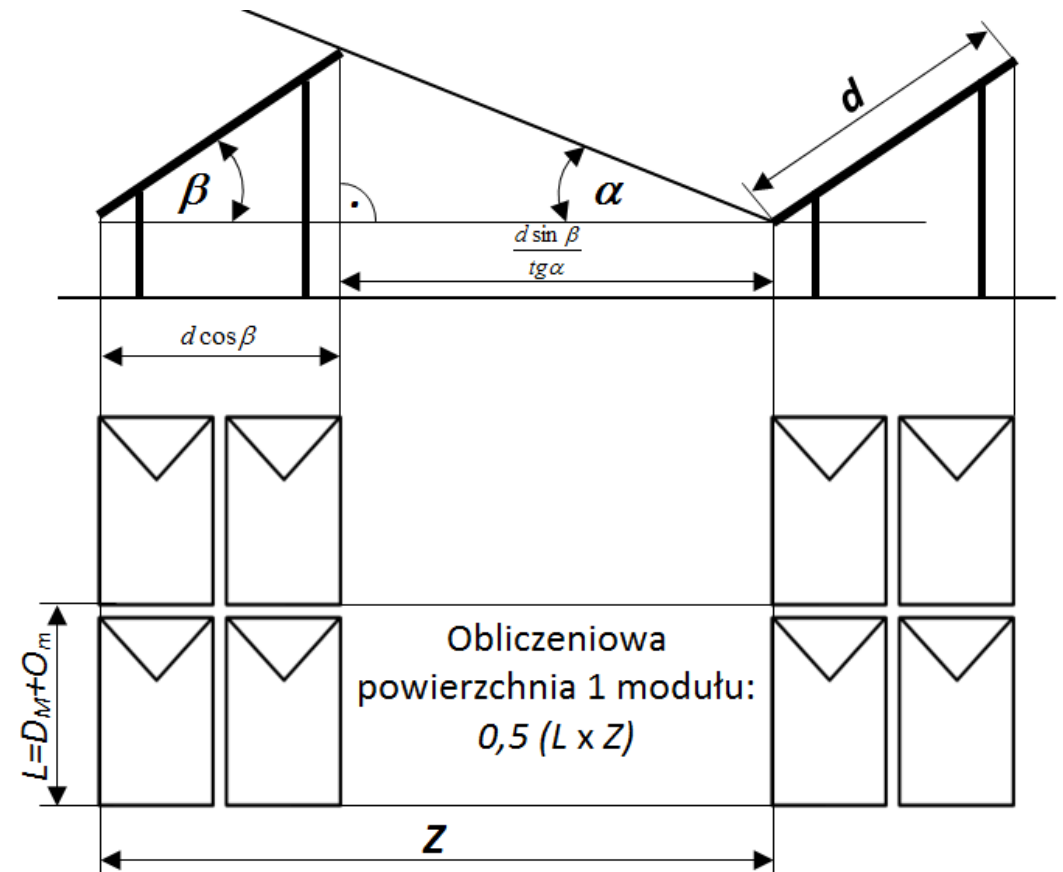
- Rozważmy przykład dla stringu 10 modułów ($U_m = 32,5\text{ V}$; $I_m = 8\text{ A}$).
- 10 modułów w stringu, przy ograniczeniu prądu do 1 A przez pojedynczy moduł (zamiast nominalnych 8 A), da moc 325 W
- Zastosowanie diody by-pass „wyłączy” zacieniony moduł, jednak suma generowanej mocy z pozostałych 9 modułów wyniesie 2,34 kW.



Zacienienie

- Planując instalację PV należy uwzględnić, tzw. strefę cienia występującą w zimie.
- Pewnym kompromisem jest dopuszczenie do zasłaniania się kolejnych rzędów w zimowe poranki i popołudnia, kiedy i tak promieniowanie jest niewielkie.
- Kąt α widoczny na rysunku obliczamy ze wzoru, w którym ϕ jest szerokością geograficzną

$$\alpha = 90^{\circ} - \phi - 23^{\circ}27' \quad [^{\circ}]$$



$$Z = d \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha} \quad [\text{m}]$$

Uwarunkowania techniczne

Lokalizacja

Słowo wstępu – strefa zagrożenia wybuchem

- PN-EN-1127-7:2001 Atmosfery wybuchowe – Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Część 1: Pojęcia podstawowe i metodologia



Tabela 19. Klasyfikacja stref zagrożenia wybuchem

Przestrzeń, w której gazowa atmosfera wybuchowa...		
Strefa 0	... występuje ciągle, w długich okresach lub często	> 1000 h/rok*
Strefa 1	... może wystąpić w warunkach normalnej pracy	10 – 1000 h/rok*
Strefa 2	... wystąpi z bardzo małym prawdopodobieństwem, a jeżeli wystąpi, to na krótki okres	< 10 h/rok*
Przestrzeń, w której mieszanina wybuchowa w postaci obłoku pyłu palnego w powietrzu...		
Strefa 20	... występuje stale, długo lub często	> 1000 h/rok*
Strefa 21	... może wystąpić w normalnych warunkach pracy w wyniku poderwania zalegającego pyłu	10 – 1000 h/rok*
Strefa 22	... wystąpi z bardzo małym prawdopodobieństwem, a jeżeli wystąpi, to na krótki okres	< 10 h/rok*
* klasyfikacja na podstawie czasu występowania w roku atmosfery niebezpiecznej należy traktować orientacyjnie, nie jest to oficjalny wymóg prawny.		

Ruch par cieczy palnej / gazu palnego a gęstość względna

- Gęstość względną gazu / par cieczy palnej określa się jako stosunek gęstości danej substancji do gęstości powietrza.
- Dla gęstości $\rho < 0,8$ przyjmuje się unoszenie gazu w górę od miejsca emisji.
- Dla gęstości ρ z zakresu $(0,8 \div 1,1)$ przyjmuje się tworzenie chmury wokół źródła emisji (strefa kulista)
- Analogicznie dla $\rho > 1,1$ przyjmuje się opadanie chmury w stronę gruntu.

UWAGA: powyższe nie uwzględnia ruchów powietrza, np. konwekcji w pomieszczeniach z gorącymi powierzchniami, wpływu ruchów powietrza, w tym wiatru, czy wentylacji.

Strefy zagrożenia wybuchem

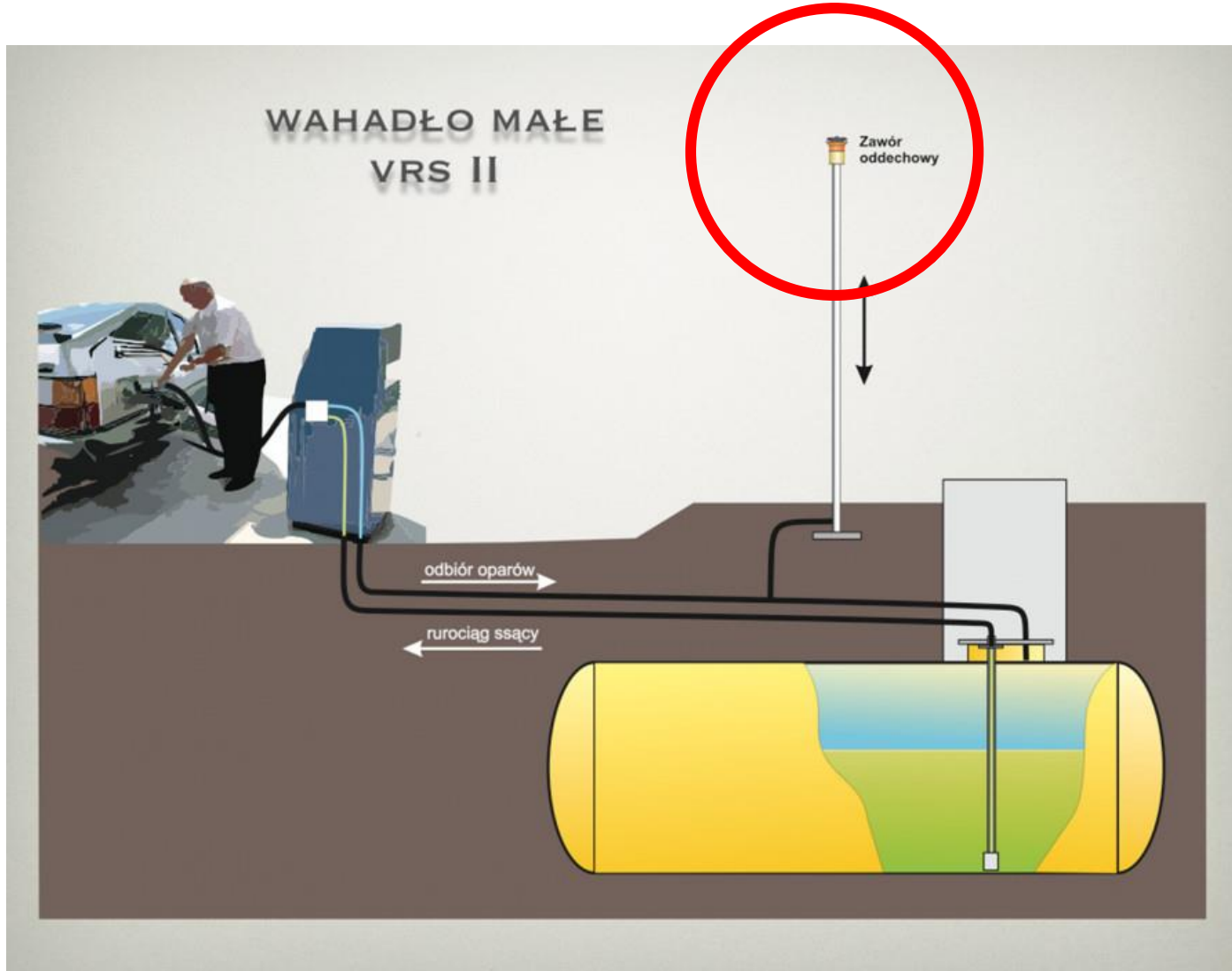
Instalacje PV na stacjach paliw płynnych

Standard bezpieczeństwa S-0 firmy Orlen (2017 r.)

Nr strefy.	Nazwa przestrzeni lub urządzeń zagrożonych wybuchem	Nazwa substancji	Strefa zagrożenia wybuchem i jej minimalny wymiar
1	Zbiorniki podziemne benzyny i oleju napędowego	Benzyna samochodowa,	2 – w promieniu 1,5 m od wylotu przewodu oddechowego (zawór umieszczony na wysokości min. 4 m nad ziemią)
2	Studzienka nadzbiornikowa, w której znajdują się armatura, rurociągi lub inne urządzenia o połączeniach kołnierзовych	Benzyna samochodowa,	1 – wewnątrz studzienki
3	Studzienka zlewowa	Benzyna samochodowa,	2 – w promieniu 1 m od osi przewodu spustowego
4	Cysterna samochodowa, której właz w czasie spustu jest zamknięty	Benzyna samochodowa,	2 - 0,5 m od płaszcza autocysterny i w dół do ziemi
5	Odmierzacz paliw (dystrybutor)	Benzyna samochodowa lub gaz LPG	1- wewnątrz części hydraulicznej oraz zagłębieniu pod odmierzacem 2- wewnątrz szczeliny bezpieczeństwa
6	Odolejacz koalescencyjno-adsorpcyjny (podziemny, przykryty płytą stalową z otworami)	Benzyna samochodowa,	1 – wewnątrz odolejacza
7	Zbiornik retencyjno-osadowy (podziemny, otwarty)	Benzyna samochodowa,	1 – wewnątrz zbiornika
8	Zbiornik magazynowy propanu-butanu (nadziemny) o poj. do 5 m ³	Gaz płynny propan-butan	2 – w promieniu 1,5 m od wszystkich króćców zbiornika
9	Zbiornik magazynowy podziemny (lub przysypany) o poj. do 10 m ³	Gaz płynny propan-butan	2 – w promieniu 1,5 m od wszystkich króćców zbiornika
11	Autocysterna gazowa na stanowisku rozładowniczym	Propan-butan	2 – 1,5 m od miejsca podłączenia węża autocysterny do przyłącza zbiornika
12	Kontener z butlami o max. masie gazu do 440 kg	Propan-butan	2 – w odległości 1 m od krawędzi kontenera

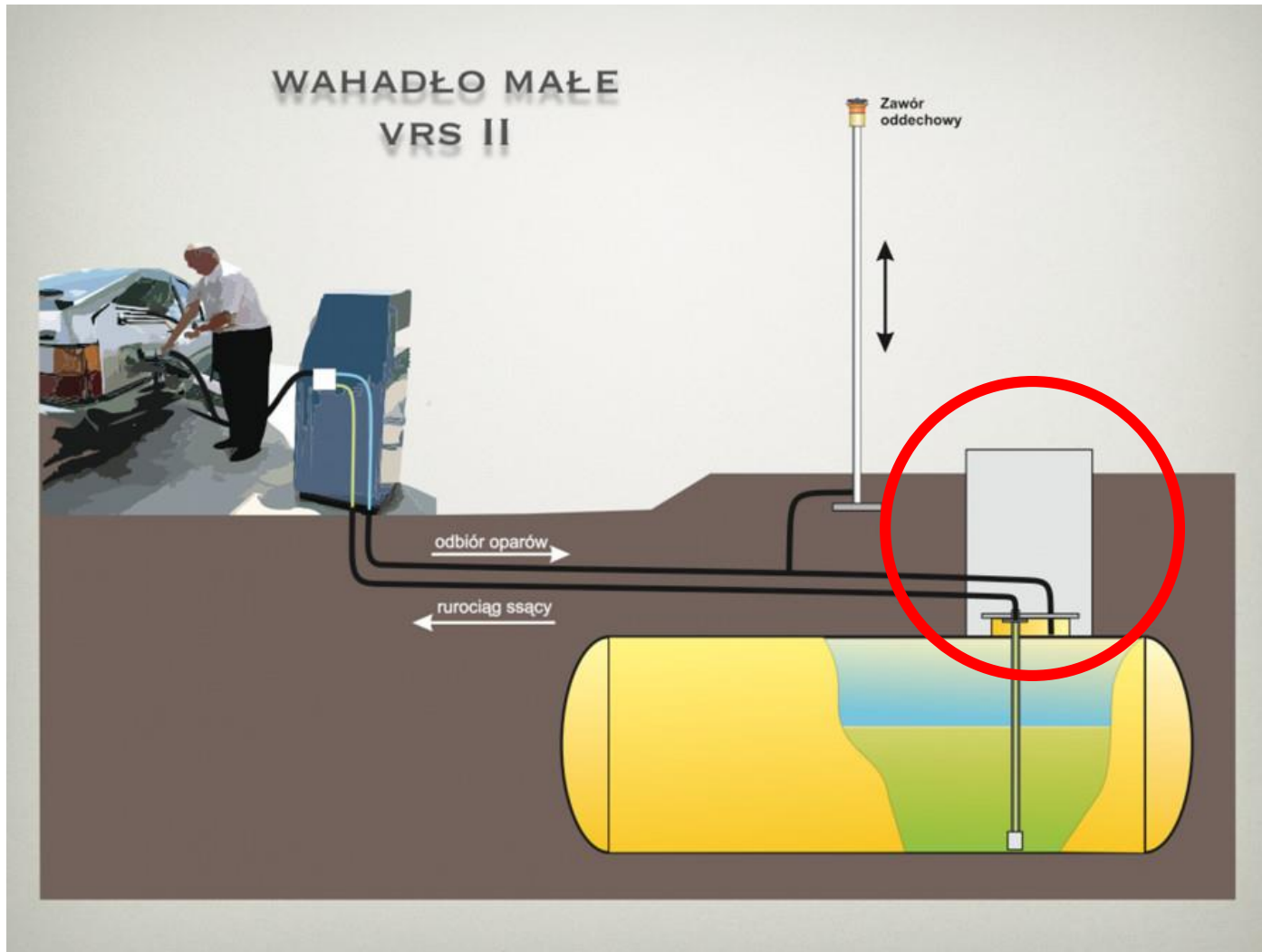
- Gdzie występują strefy zagrożenia wybuchem na stacji paliw?
- Dotyczą benzyny napędowej, ewentualnie LPG
- Wynikają z rozporządzenia (1)
- Nie każda stacja posiada wszystkie wymienione w (1) elementy.
- Opis przykładu dla stacji Orlen

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 1 – otoczenie zaworu oddechowego ($R=1,5\text{ m}$)
- **Strefa 2**
- Unikanie powstawania podciśnienia w zbiorniku podczas jego opróżniania ORAZ nadciśnienia, jeżeli system VRS nie będzie w stanie odpompować par ropopochodnych (a także zjawiska związane z parowaniem)

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 2 – studzienka nadzbiornikowa (wewnątrz)
- **Strefa 1**
- Miejsce przyłączania armatury do zbiornika

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 3 – studnia zlewowa (R=1 m)
- **Strefa 2**
- Miejsce zrzutu paliw i odpompowywania par cieczy ropopochodnych

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



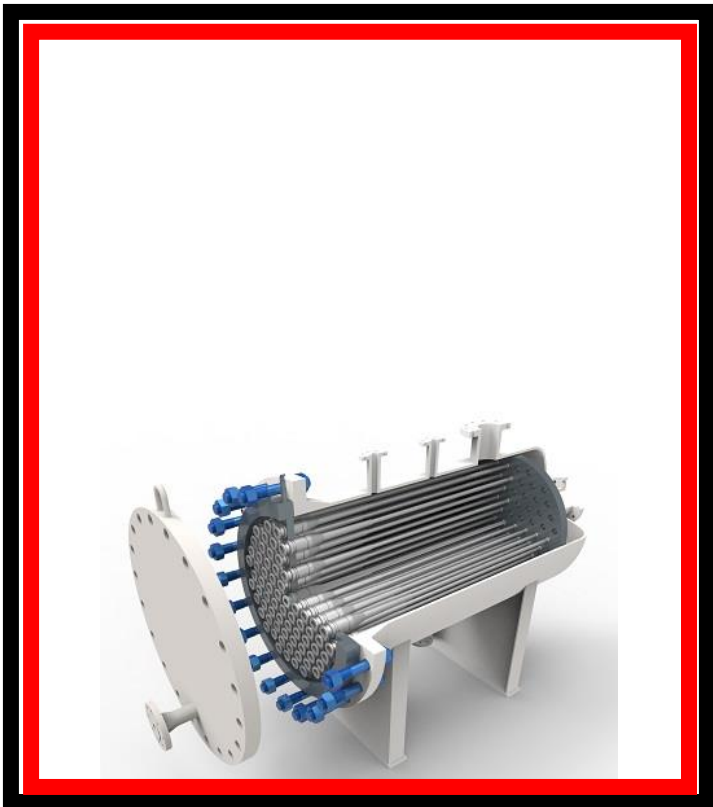
- Ad. 4 – autocysterna podczas spustu paliwa (właz zamknięty):
 - $R=0,5$ m od płaszcza;
 - od płaszcza do ziemi.
- **Strefa 2**

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 5 – odmierzacz paliw:
 - **Strefa 1:** strefa hydrauliczna i zagłębienie pod nim
 - **Strefa 2:** wewnątrz szczeliny bezpieczeństwa
- Miejsca zabezpieczające przed rozprzestrzenianiem się ewentualnych wycieków

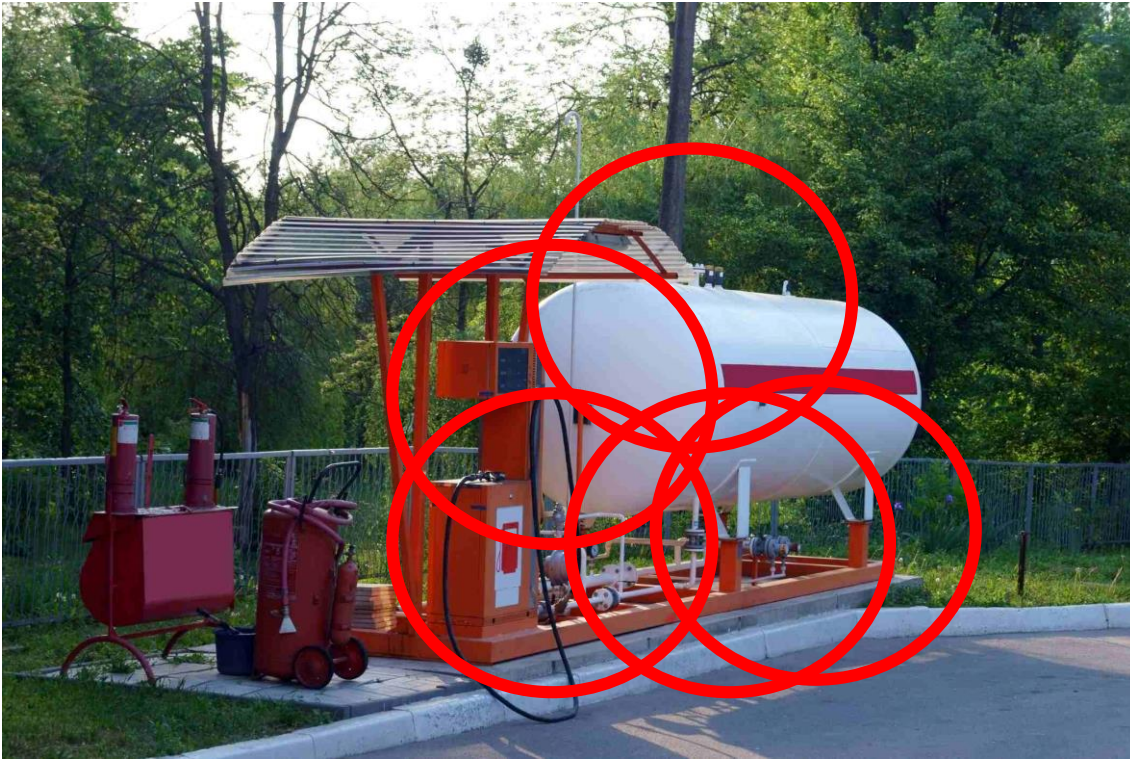
Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 6 – odolejacz (podziemny) - wewnątrz
- **Strefa 1**

(zdjęcie poglądowe)

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 8, 9 – zbiornik LPG –
 $R=1,5$ m (od wszystkich
króćców)
- **Strefa 2**
- Otoczenie armatury
instalacji paliwa gazowego

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja



- Ad. 11 – autocysterna gazowa na stanowisku rozładowniczym – 1,5 m od podłączenia węża do przyłącza
- **Strefa 2**

(zdjęcie poglądowe)

Strefy zagrożenia wybuchem - lokalizacja

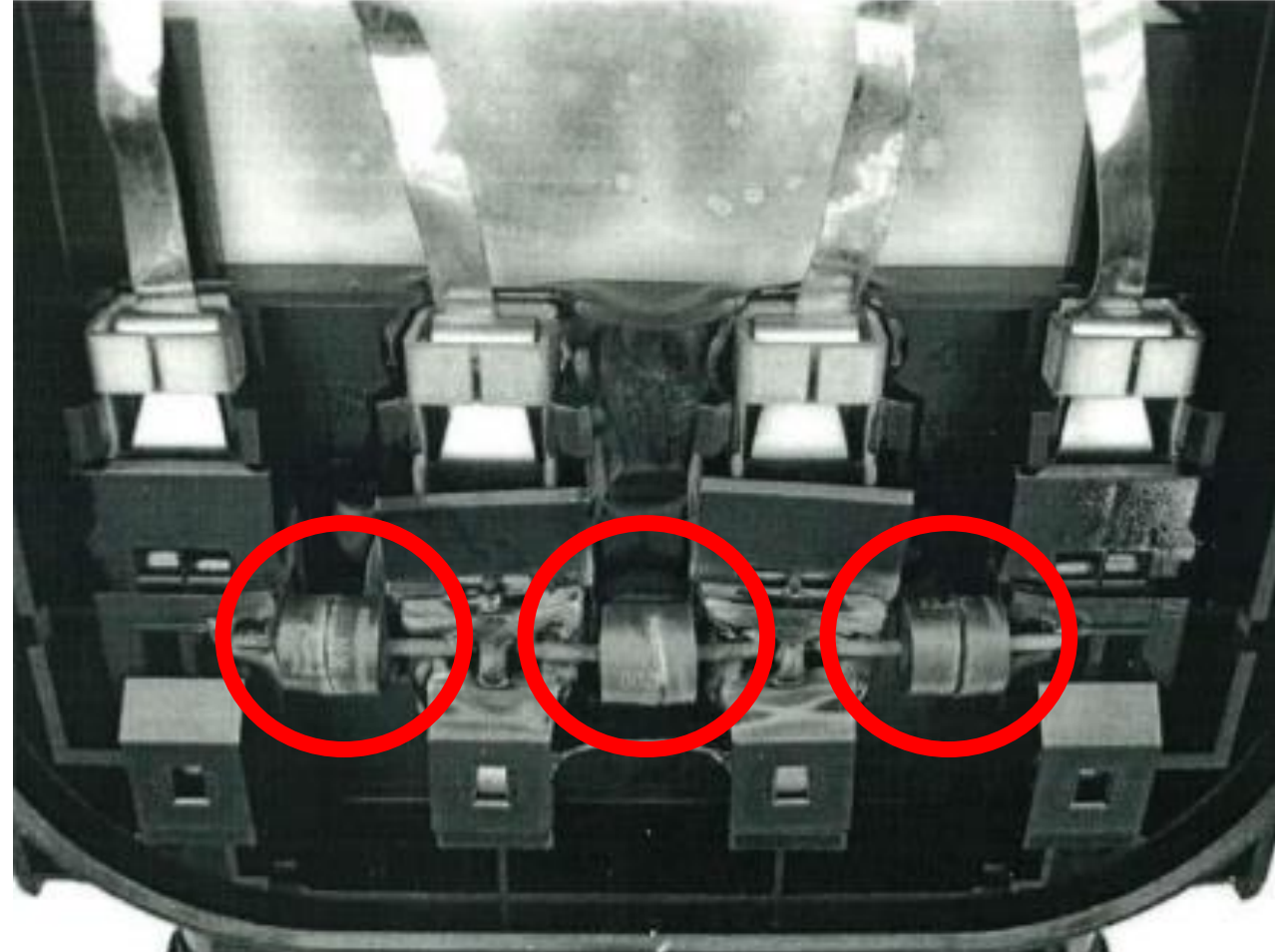
- Ad. 12 – otoczenie kontenera na butle LPG: 1 m od krawędzi
- **Strefa 2**



Źródło zapłonu

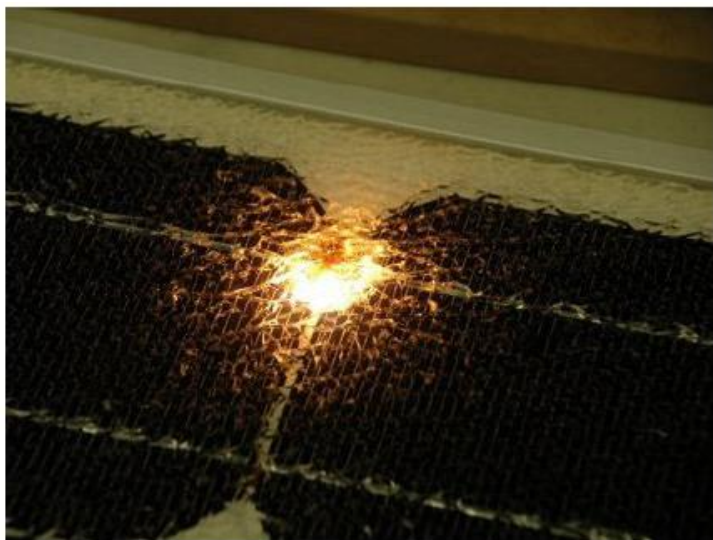
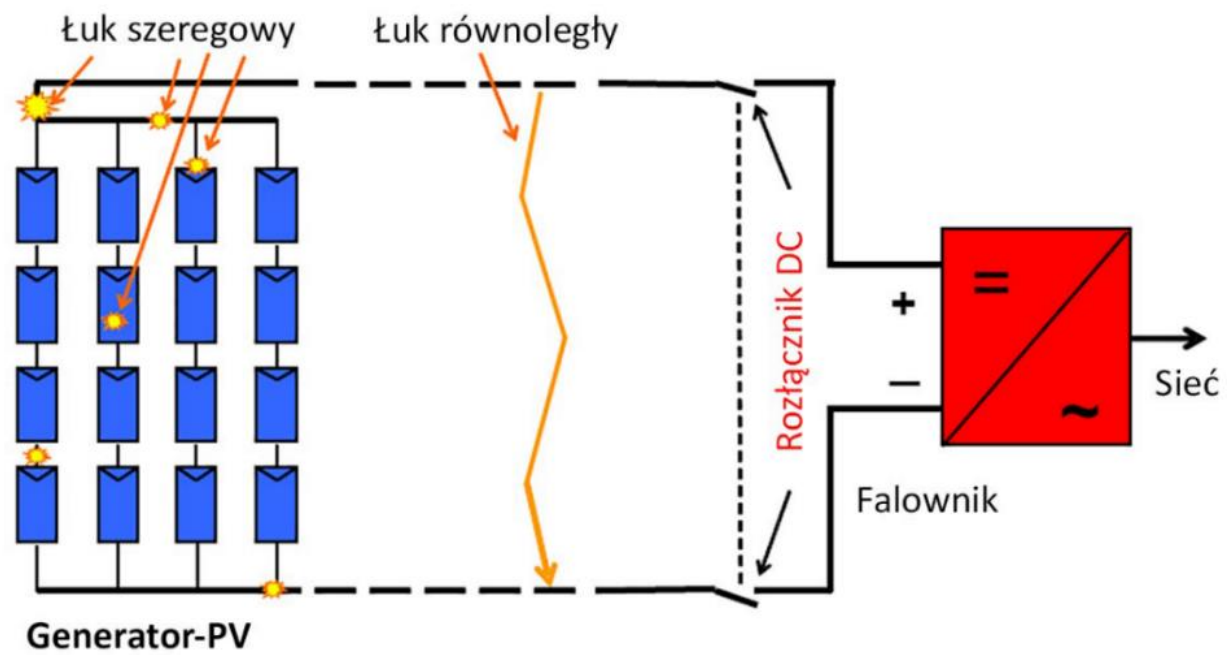
Źródło zapłonu a instalacja PV

- W instalacji, np. na skutek mikropęknięć mogą powstawać hot-spoty.
- Istnieje ryzyko powstania łuku elektrycznego: szeregowego i równoległego.
- Obciążone diody by-pass również mogą nagrzewać się do wysokiej temperatury.
- Statystyki: każdy punkt łączeniowy stanowi zagrożenie → wydzielanie ciepła (w myśl prawa Joule'a-Lenza) na rezystancji stykowej.

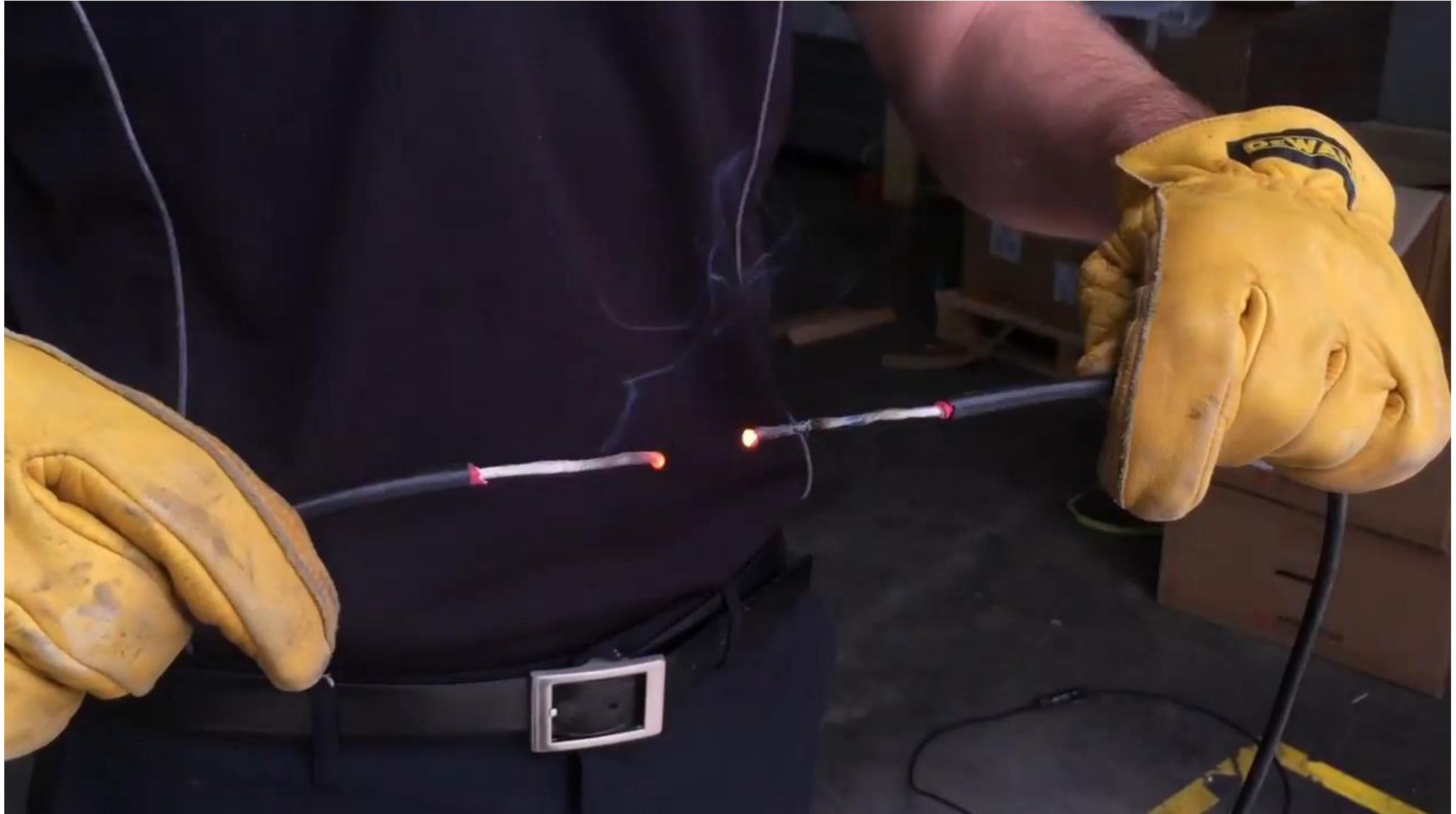


Powstawanie łuku

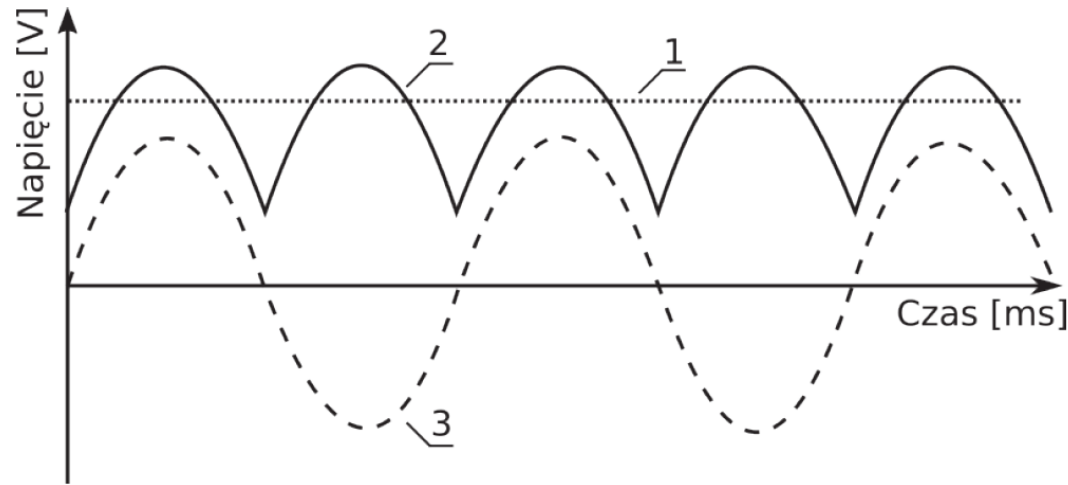




DC Solar Array - Arc fault demonstration, AC Solar Warehouse (YT)

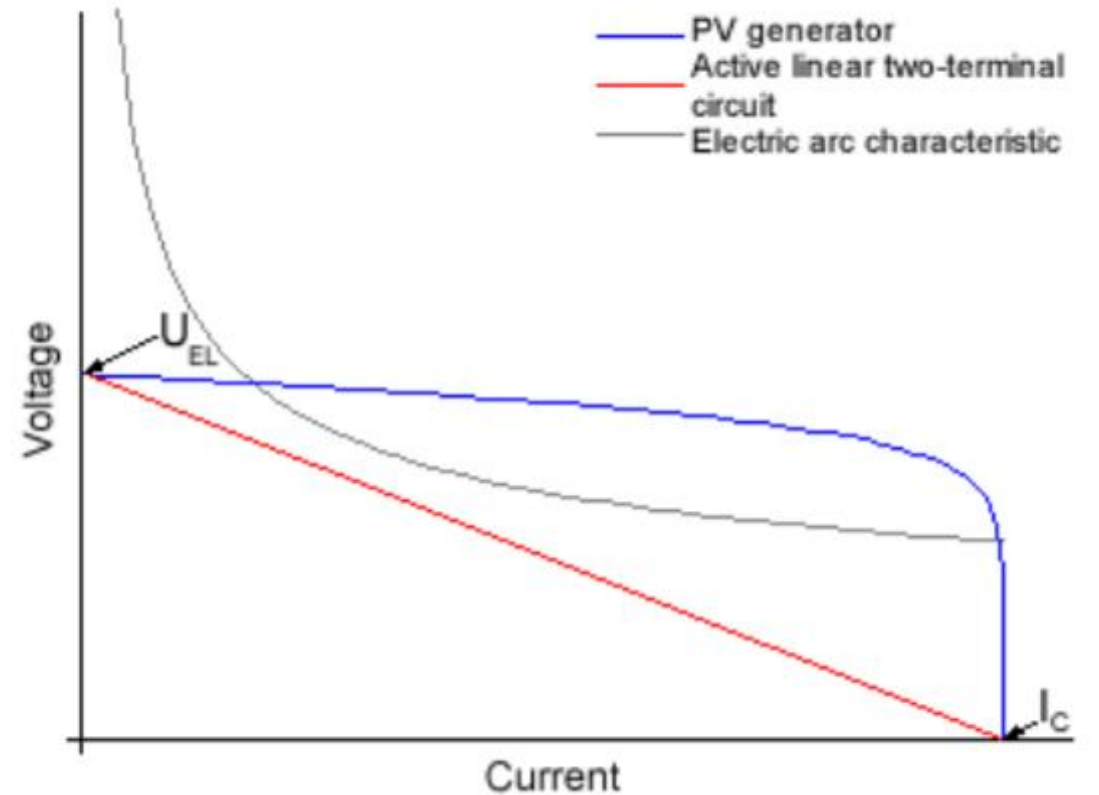
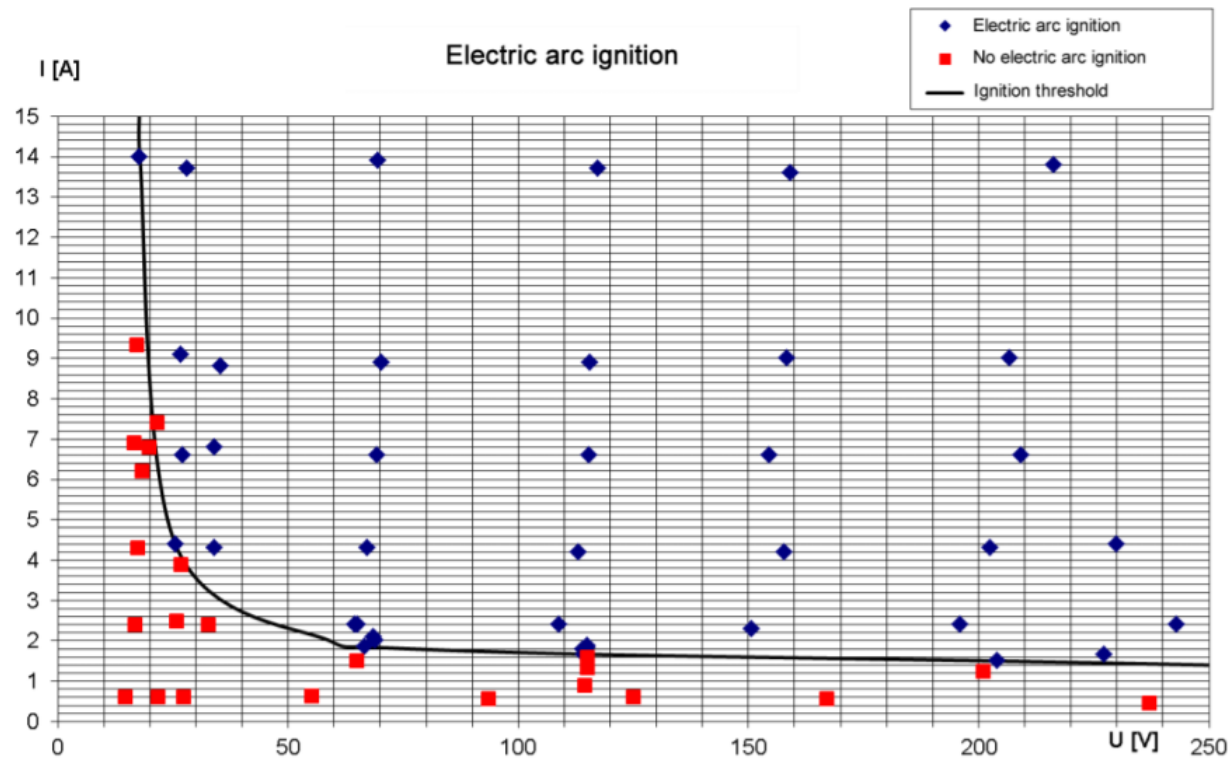


Dlaczego łuk elektryczny jest groźniejszy w obwodach DC niż AC?



- Wartość chwilowa napięcia okresowo równa 0 V (obwód AC)
- Gaśnięcie i ponowne zapalenie łuku
- Brak tego zjawiska w obwodach DC = większa stabilność łuku

Powstawanie łuku elektrycznego w obwodach DC



Problem nieprawidłowo zarobionych przewodów - nagrzewanie

Skutki nieprawidłowego zarobienia złączy:

- Wzrost rezystancji zastawkowej
- Utlenianie
- Wpływ na wytrzymałość mechaniczną.



Demand of IEC 60352-2:
pull out force (4mm²) >310N



Figure 5: Comparison between connection with correct and incorrect crimping pliers (Berginski, 2013)

Problem niekompatybilnych złączy

Skutki niekompatybilnych złączy:

- Niepoprawny styk
- Kompatybilność chemiczna: korozja?
- Możliwość powstawania łuku
- Możliwość przegrzewania

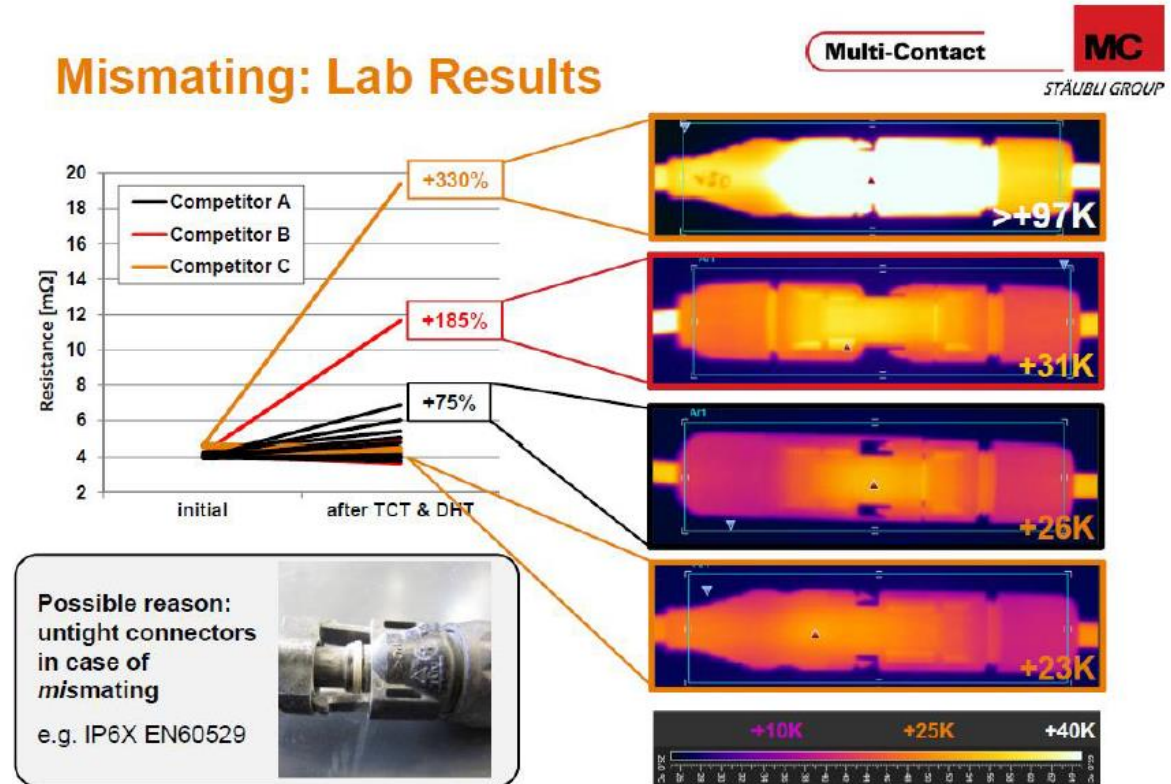


Figure 6: Accelerated degradation tests results for mismatched combinations of connectors between Stäubli MC4 and connectors from different manufacturers (Berginski, 2013)

Badania własne - konektory

- 10 m-cy w warunkach atmosferycznych.
- 32 konfiguracje od 4 różnych producentów, w tym próbki kontrole (niekondycjonowane).
- Wyniki badań spodziewane są pod koniec roku.

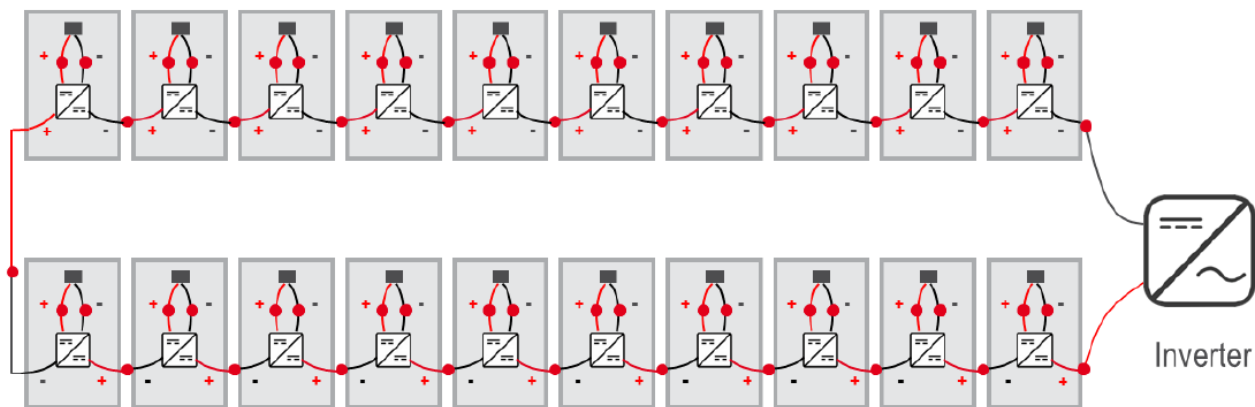


Nr próbki	Męska	Żeńska
1 K	2A	2A
2	2B	2B
3 K	1A	1A
4	1B	1B
5 K	3A	3A
6	3B	3B
7 K	4A	4A
8	4B	4B
9	1C	2C
10	1D	3C
11	1E	4C
12	2C	3D
13	2D	4D
14	3C	4E
15	2E	1C
16	3D	1D
17	4C	1E
18	3E	2D
19	4D	2E
20	4E	3E
21	1F	2F
22	1G	3F
23	1H	4F
24	2F	3G
25	2G	4G
26	3F	4H
27	2H	1F
28	3G	1G
29	4F	1H
30	3H	2G
31	4G	2H
32	4H	3H

Zagrożenie od... środków bezpieczeństwa?

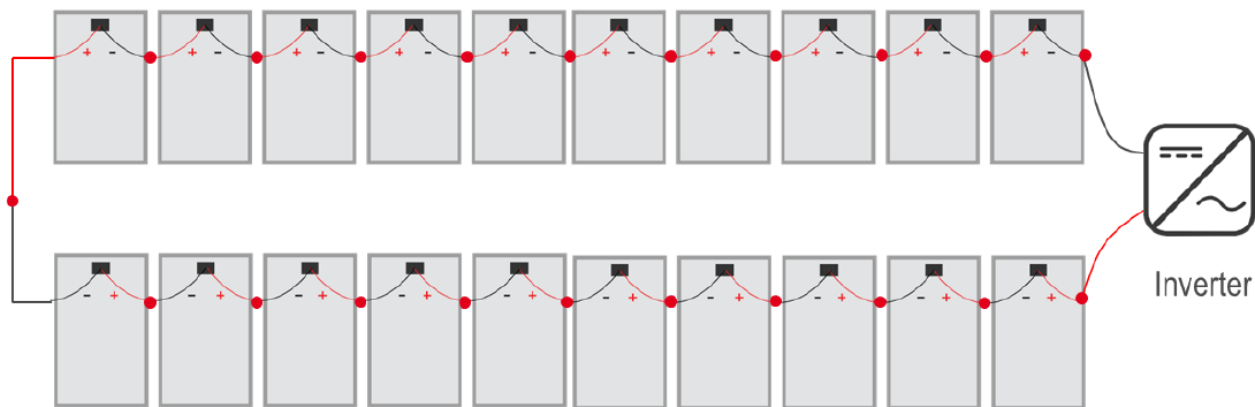
**61 punktów
łączeniowych**

6 kW system with power optimizers



**11 punktów
łączeniowych**

6 kW system with string inverter



Ochrona odgromowa

- Stacja paliw posiada obowiązkowo instalację odgromową.
- Instalacja PV nie może wpływać na jej skuteczność.
- Należy uwzględniać instalację PV w koncepcji opracowania instalacji odgromowej.
- Tematyka ochrony odgromowej jest bardzo obszerna i nie będzie tutaj podejmowana.

Dziękuję za uwagę

- Autor korespondencyjny: st. kpt. dr inż. Szymon Ptak
- Email: sptak@sgsp.edu.pl