



KONWERSATORIUM INTELIĞENTNA ENERGETYKA



TEMAT PRZEWODNI

KRYTYKA TEE (TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA DO ELEKTROPROSUMERYZMU) W ŚWIETLE:
1 – KONCEPCJI TEE I MAPY BIAŁEJ KSIĘGI TEE ORAZ 2 - PANELI TEMATYCZNYCH 1 I 2 (KIE)

SIECIOWE TERMINALE DOSTĘPowe i inne zagadnienia



Politechnika
Śląska



Wydział Elektryczny

dr inż. Krzysztof Bodzek

KENER

Katedra Energoelektroniki
Napędu Elektrycznego i Robotyki

Gliwice 23.05.2023 r.

Europejski rynek energii elektrycznej – żeby zrozumieć STD

Sposób alokowania zdolności przesyłowych

Przekrój handlowy	Rynek długoterminowy	Rynek dnia następnego	Rynek dnia bieżącego
Polska-Niemcy	aukcje skoordynowane	SDAC	SIDC
Polska-Czechy	aukcje skoordynowane	SDAC	SIDC
Polska-Słowacja	aukcje skoordynowane	SDAC	SIDC
Polska-Szwecja	brak	SDAC	SIDC
Polska-Litwa	brak	SDAC	SIDC
Polska-Ukraina	aukcje jednostronne	brak	brak

SDAC – jednolite łączenie rynków dnia następnego (Single Day-ahead Coupling)

SIDC – jednolite łączenie rynków dnia bieżącego (Single Intraday Coupling)

Sposób alokowania zdolności przesyłowych

Operator Systemu przesyłowego (PSE)

- umożliwia realizację transakcji
- udostępnianie zdolności przesyłowych
- realizuje wymianę na połączeniach transgranicznych

Prezes URE

- monitorowanie rynku
- udzielanie koncesji
- zatwierdzanie taryf

Odbiorcy
w tym przemysł, odbiorcy indywidualni, prosumenci

Wytwórcy
w tym elektrownie konwencjonalne, kogeneracja o OZE

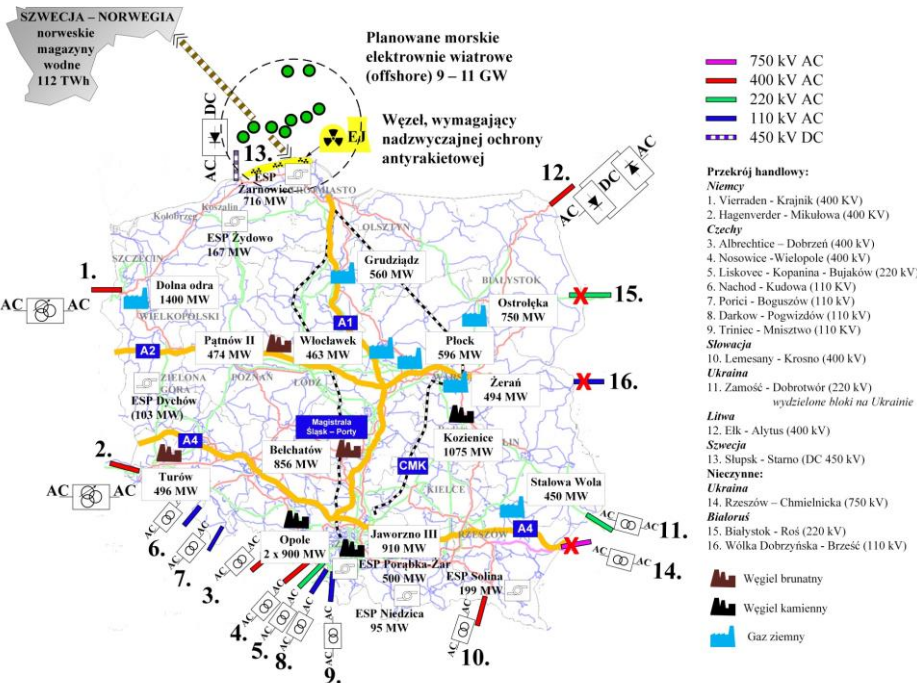
Spółki obrotu
w tym sprzedawcy energii elektrycznej

Uczestnicy rynku

Nominowany Operator Rynku Energii (TGE, EPEX spot, Nord Pool)
- organizacja handlu energią

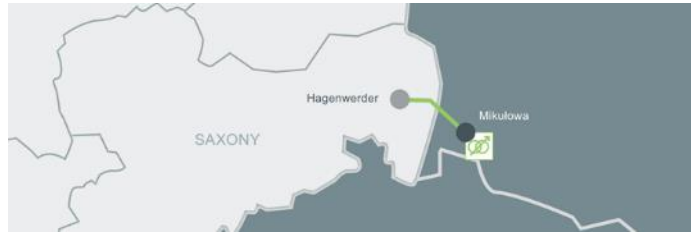
ACER
Agencja ds. Współpracy Organów Regulacji
- wspomaga regulatorów krajowych
- decydujący głos w ustanowieniu regionalnych i europejskich regulacji

<https://www.pse.pl>



Kontrola przepływów i handel energią elektryczną za pomocą „terminali STD”

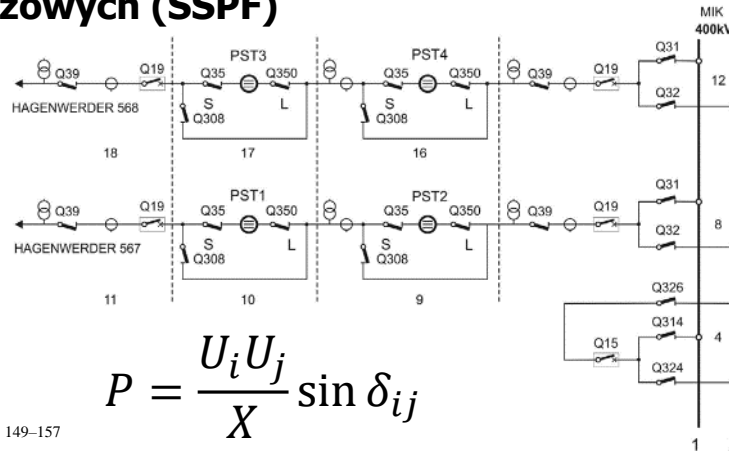
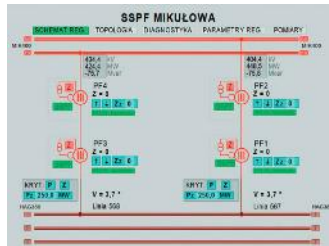
Mikulowa – Hagenwerder



Technologia

- napięcie 400 kV
- moc linii: 2x1386 MVA
- 4 przesuwniki fazowe (transformator szeregowy i wzbudający)
- 65 stopni regulacji (± 32 zaczepty)
- ok. 40 MW/zaczepty i 0,35 kV/ zaczepty
- strefa nieczułości ± 30 MW
- system SSPF
- ...

System Sterowania Przesuwników Fazowych (SSPF)



$$P = \frac{U_i U_j}{X} \sin \delta_{ij}$$

Funkcjonalności

- zmiana rozptyłu mocy czynnej bez zmiany sumarycznej mocy wytwarzanej
- zmiana przepływu mocy czynnej wywołuje około 10 % zmianę mocy biernej

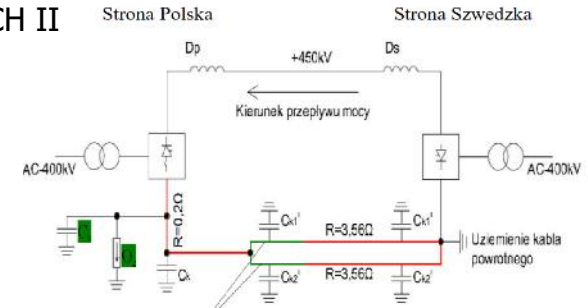
Ograniczona kontrola

SwePol



Technologia

- napięcie 450 kV
- moc: 600 MW
- przekrój przewodu: 2100 mm²
- typ przekształtnika:
12-pulsowy mostek tyrystorowy (3 stopy po 16 m, 792 tyrystory)
- kabel powrotny MCRC 24kV
- filtry harmoniczných: 11, 13, 24 i 36
- system sterowania i zabezpieczeń MACH II
- ...



T. Szczepański: "KABLE POWROTNE W ŁĄCZU SWEPOL LINK," XXXVIII Konferencja Naukowo – Techniczna GDAŃSKIE DNI ELEKTRYKI 2013, Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Gdańsk

tyrystory 9 kV

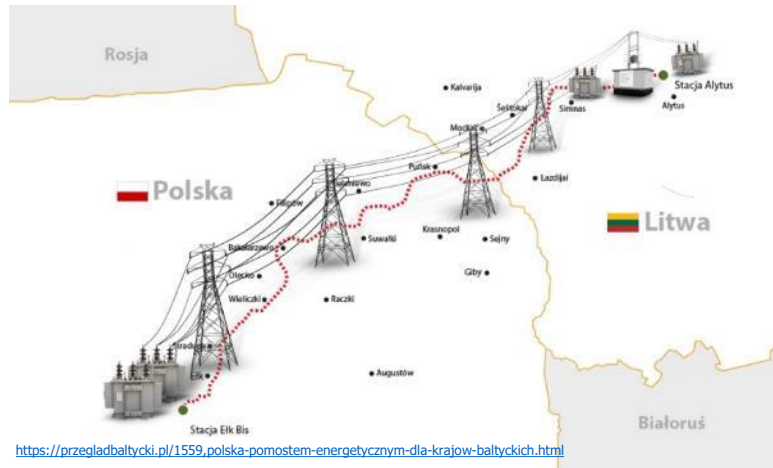
Funkcjonalności

- kontrolowanie przepływu
- reakcja na zmianę częstotliwości

Generacja wyższych harmonicznych

B. Abrahamsson, L. Soderberg and K. Lozinski, "SwePol HVDC link," Seventh International Conference on AC-DC Power Transmission, London, UK, 2001, pp. 211-213, doi: 10.1049/cp:20010544.

LitPol



<https://przekladbaltycki.pl/1559,polska-pomostem-energetycznym-dla-krajow-baltyckich.html>

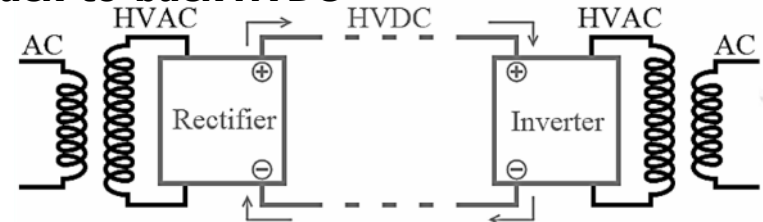
Stacja przekształtnikowa prądu stałego ABB w pobliżu miasta Olita (Alytus) na Litwie



Technologia

- Polska 400 kV – Litwa 330 kV
- napięcie DC ± 70 kV
- typ: back-to-back HVDC
- system sterowania i zabezpieczeń MACH (Modular Advanced Control for HVDC) pełna sterowalność
- autotransformatory mocy - Ostrołęka, Ołtarzew, Siedlce-Ujrzanów i Ełk
- ...

back-to-back HVDC



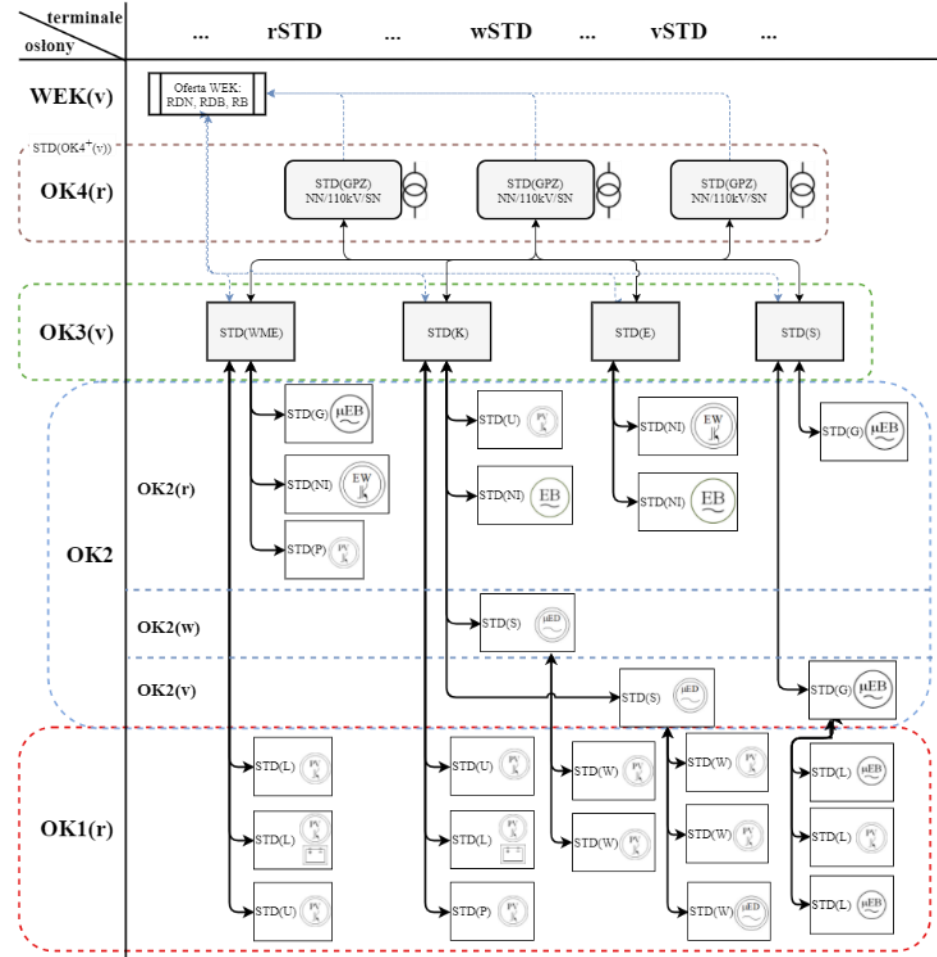
Funkcjonalności

- częstotliwość i napięcie kontrolowane niezależnie
- dokładny i szybka regulacja przepływu mocy
- pełna kontrola przepływu w stacji
- możliwość łączenia dwóch sieci o różnej częstotliwości

Generacja wyższych harmonicznych. Skomplikowany i kosztowny

Podstawowe funkcjonalności:

- **kontrola** warunków technicznych przyłącza na osłonie kontrolnej;
- kontrola **ograniczeń sieciowych**;
- **zapewnienie** dostępu do energii w osłonie kontrolnej;
- utrzymywanie parametrów jakości energii w **osłonie kontrolnej i poza nią**;
- dostęp do **rynku energii**;
- **monitoring parametrów** instalacji i urządzeń wewnątrz osłony kontrolnej oraz na osłonie kontrolnej;
- **dwukierunkowa wymiana informacji** – sterowanie, monitorowanie, cena, kontrakty.

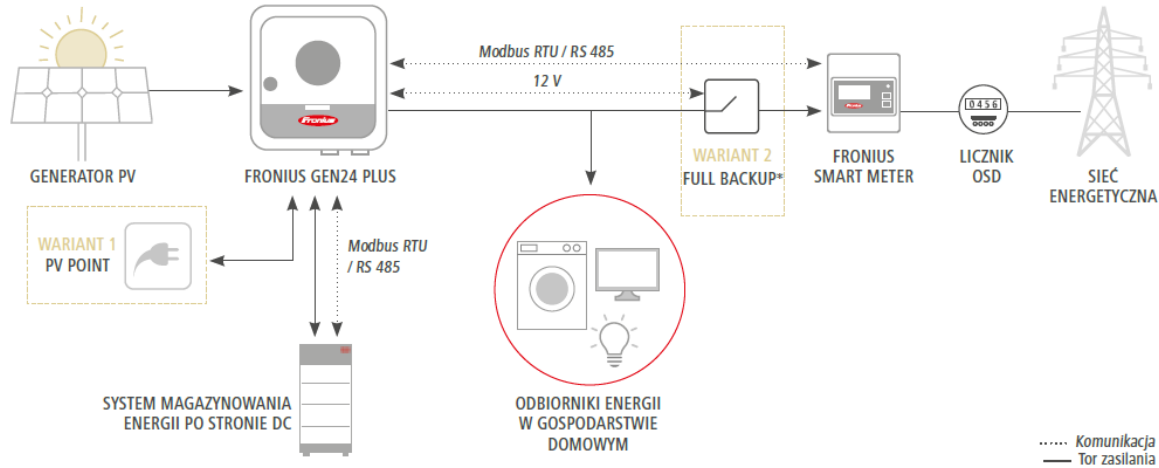


Ile może kosztować terminal dla gospodarstwa domowego

Roczne zużycie: **4 MWh**

Roczny koszt energii: **4000 PLN**

SCHEMAT POŁĄCZEŃ



* Funkcja „FULL BACKUP” oznacza pełne zasilanie rezerwowe

Fronius Smart Meter

Koszt: 1200 PLN

Funkcjonalności

- zasilanie rezerwowe (PV Point)
- zasilanie rezerwowe (FULL BACKUP)



**To nie jest terminal STD
brak zarządzania odbiornikami
brak kontroli ograniczeń sieciowych**



<https://www.fronius.com>

Ile może kosztować terminal dla gospodarstwa domowego

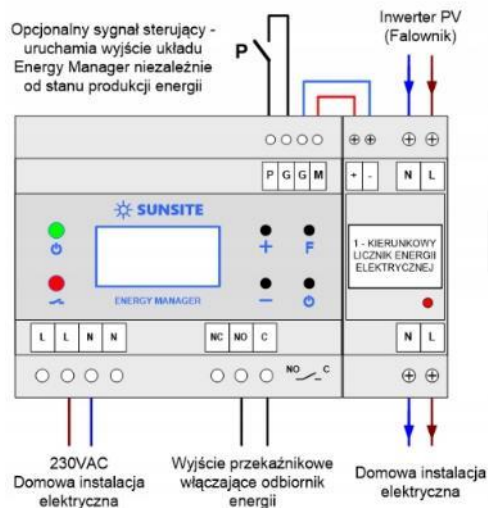
Roczne zużycie: **4 MWh**

Roczny koszt energii: **4000 PLN**

ENERGY MANAGER EM-1



Koszt: **550 PLN**



Funkcjonalności

- sterowanie pracą układu podgrzewania CO / CWU
- sterowanie ładowaniem magazynów energii
- sterowanie ładowarkami samochodów elektrycznych
- sterowanie pracą podgrzewania basenów
- sterowanie oświetleniem
- sterowanie procesami / odbiornikami zależnymi od natężenie oświetlenia słonecznego
- kontrola działania instalacji fotowoltaicznej
- nadzór nad pracą pomp ciepła (sygnał SG)
- wskazywanie produkcji energii
- detekcja stanu nadmiernego zużycia energii
- możliwość włączania i wyłączania poszczególnych urządzeń lub obwodów w zależności od wielkości nadwyżki energii

**To wciąż nie jest terminal STD
brak kontroli ograniczeń sieciowych**

https://allegro.pl/oferta/modul-sterowania-energia-energy-manager-em-1-ems-12703082261?utm_feed=aa34192d-eee2-4419-9a9a-de66b9d4ae24&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=dio_przemysl_pla_pmax&ev_campaign_id=17961365656&gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiwa-Zena7yiwVPWSjGQippA74v9dyVigF1Tsk4qSAYCuJMzRA26KfZTHymhxoCsiYQAvD_BwE

Certyfikat NC RFG

Podział modułów wytwarzania energii:

Wartość mocy maksymalnej, do której moduł wytwarzania energii zalicza się do typu A	Wartość mocy maksymalnej, począwszy od której moduł wytwarzania energii zalicza się do typu B	Wartość mocy maksymalnej, począwszy od której moduł wytwarzania energii zalicza się do typu C	Wartość mocy maksymalnej, począwszy od której moduł wytwarzania energii zalicza się do typu D
Poniżej 0,2 MW	0,2 MW	10 MW	75 MW

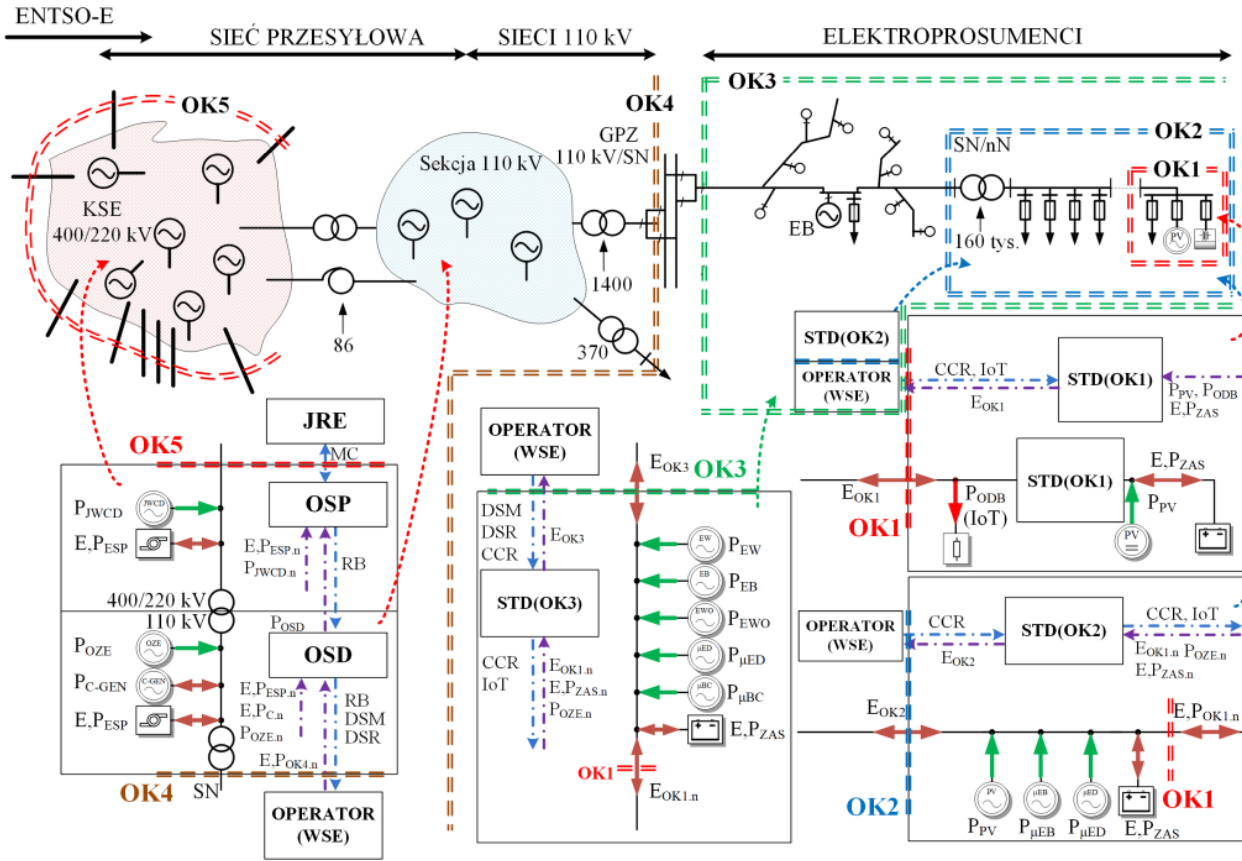
Zestawienie procedury i stosownych zakresów testów:

- [1. Procedura testowania jednostek wytwórczych.](#)
- [2. Wzór – załącznik 1: LFSM-O.](#)
- [3. Wzór – załącznik 2: LFSM-U.](#)
- [4. Wzór – załącznik 3: FSM.](#)
- [5. Wzór – załącznik 4: Reg Odbudowy Częstotliwości.](#)
- [6. Wzór – załącznik 5: Praca na Potrzeby Własne.](#)
- [7. Wzór – załącznik 6a: Zdolność Do Gen.Q powyżej 110kV.](#)
- [8. Wzór – załącznik 6b: Zdolność Do Gen.Q poniżej 110kV.](#)
- [9. Wzór – załącznik 7: Regulacja mocy czynnej.](#)
- [10. Wzór – załącznik 8: Tłumienie oscylacji mocy.](#)
- [11. Wzór – załącznik 9: Tryb regulacji napięcia.](#)
- [12. Wzór – załącznik 10: Tryb regulacji mocy biernej.](#)
- [13. Wzór – załącznik 11: Tryb regulacji współczynnika mocy.](#)
- [14. Wzór – załącznik 12: Pmax.](#)
- [15. Wzór – załącznik 13: Pmin.](#)
- [16. Wzór – załącznik 14: Praca wyspowa.](#)
- [17. Wzór – załącznik 15: Rozruch autonomiczny.](#)
- [18. Wzór – załącznik 16: Zaprzestanie generacji mocy czynnej.](#)
- [19. Wzór – załącznik 17: Zmniejszenie generacji mocy czynnej.](#)

Wymagania dla mikroinstalacji (IRiESD Tauron)

P_n [kW]	$P_n \leq 3,68$	$3,68 < P_n \leq 10$	$10 < P_n \leq 50$
Wymagania w zakresie zdalnego sterowania przez TAURON Dystrybucja			Możliwość zdalnego sterowania mocą czynną oraz możliwość zdalnego odłączenia mikroinstalacji tj. zaprzestania generacji mocy do sieci dystrybucyjnej
Automatyczna redukcja mocy czynnej przy $f > 50,2$ Hz wg zadanej charakterystyki P(f)		TAK	
Regulacja mocy biernej według zadanej charakterystyki Q(U) i $\cos \varphi$ (P)		TAK	
Układ zabezpieczeń: komplet zabezpieczeń nad- i podnapięciowych, nad- i podczęstotliwościowych oraz od pracy wyspowej		TAK	
Sposób przyłączenia	1-fazowo lub 3-fazowo		3-fazowo

Struktura sterowania/zarządzania w obszarze energii dla osłon kontrolnych



Architektura rynku elektroprosumenckiego obejmująca pięć osłon:

OK1 jest osłoną na przyłączy nN (prosumenci);

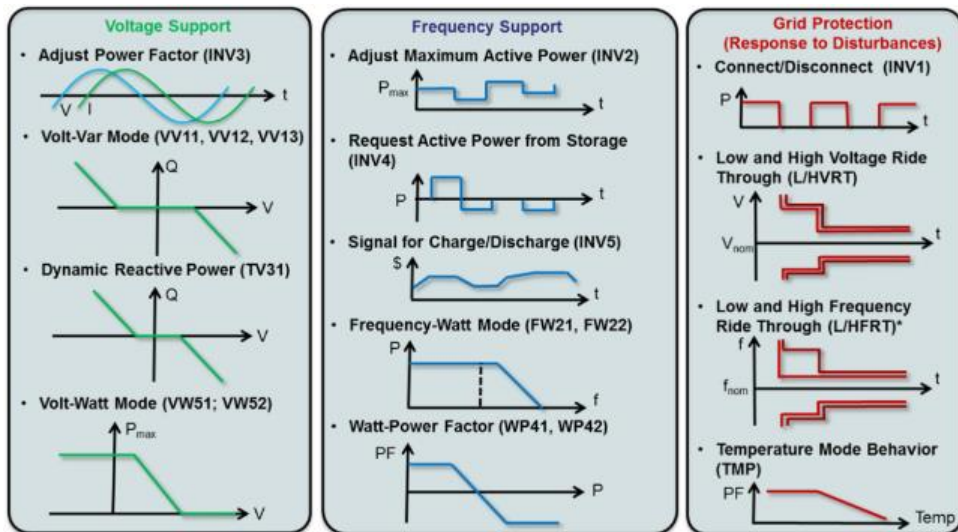
OK2 jest osłoną przecinającą pola liniowe stacji transformatorowej SN/nN (spółdzielnie energetyczne);

OK3 jest wirtualną osłoną przecinającą pola przyłączeniowe źródeł oraz prosumentów/odbiorców (klaster);

OK4 jest osłoną przecinającą pola liniowe SN stacji transformatorowej 110 kV/SN;

OK5 przecina połączenia transgraniczne łączące KSE z UCTE

Wybrane komendy specyfikacji SunSpec



Charakterystyka

- otwarty protokół,
- protokół wysokiego poziomu,
- aktywne zarządzanie generacją PV i magazynami,
- certyfikacja.

Korzyści

- kontrola napięć w sieci nN,
- zwiększenie możliwości przyłączeniowych,
- minimalizacja wyłączenia instalacji PV,
- informacja o parametrach technicznych (np. natężenia promieniowania słonecznego, wykorzystywanego w obliczeniach związanych z dynamiczną obciążalnością linii napowietrznych),

Terminal STD gdy:

- certyfikowane urządzenia u prosumentów,
- system zarządzania energią na rynku wschodzącym elektroprosumentów

1. **Racjonalne rozwiązania wymagają zmiany prawa**
2. **Rozwiązania techniczne cały czas są rozwijane, ale producenci dostarczają produkt, gdy pojawi się potrzeba. Brakuje rozwiązań kształtujących rynki i spełniających wymagania elektroprosumentów**
3. **Mój prąd 4.0 spowodował rozwój systemów HEMS (Home Energy Management System) dopasowanych do potrzeb. Możliwość rozwoju HEMS w ramach programu Mój prąd 5.0.**
4. **Dofinansowanie może pozbawić logicznego myślenia i analizy ekonomicznej**

