



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 864334



EU Universal

UMEI

Linking active system management to flexibility markets



EUniversal

UMEI

Nowe rozwiązania autonomicznych stacji transformatorowych
SN/nN – projekt EUniversal

Mirosław Matuszewicz

Adam Babś, Łukasz Kajda

Energa Operator

Instytut Energetyki, Oddział Gdańsk

Skład konsorcjum – 18 członków



Informacje o Projekcie

EUniversal

Numer Grantu: 864334

Status

W toku

Start

1 lutego 2020

Koniec

1 czerwca 2023

Finansowanie

H2020-EU.3.3.4.

Całkowity budżet

€ 9 774 227,50



Dofinansowanie EU

€ 7 999 997,50

Lider konsorcjum



E-REDES - Distribuição de Eletricidade, S.A.
Portugalia



Polski obszar demonstracyjny

Budżet strony Polskiej:

975 tys. EUR

Budżet EOP:

423 tys. EUR

Dofinansowanie EOP:

296 tys. EUR



Cel projektu:

Opracowanie i demonstracja zintegrowanych rozwiązań elastyczności sieci, które pozwolą systemowi dystrybucyjnemu funkcjonować w bezpieczny i stabilny sposób, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów z dużą kumulacją mikroinstalacji.

ELASTYCZNOŚĆ I WYTRZYMAŁOŚĆ SIECI DYSTRYBUCYJNEJ

Universal Market Enabling Interface (UMI)

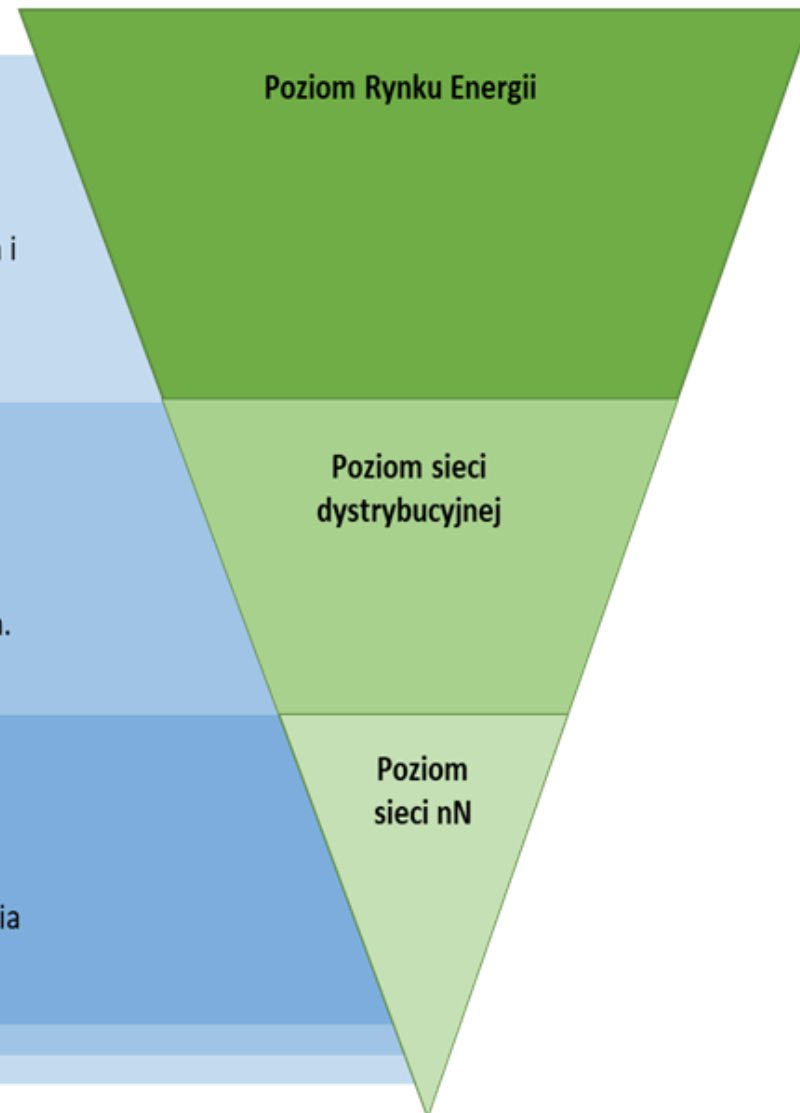
Interfejs umożliwiający dostęp do rynku (UMEI), który bezproblemowo łączy aktywne zarządzanie systemem i rozwiązania rynkowe poprzez uniwersalne, elastyczne i modułarne podejście.

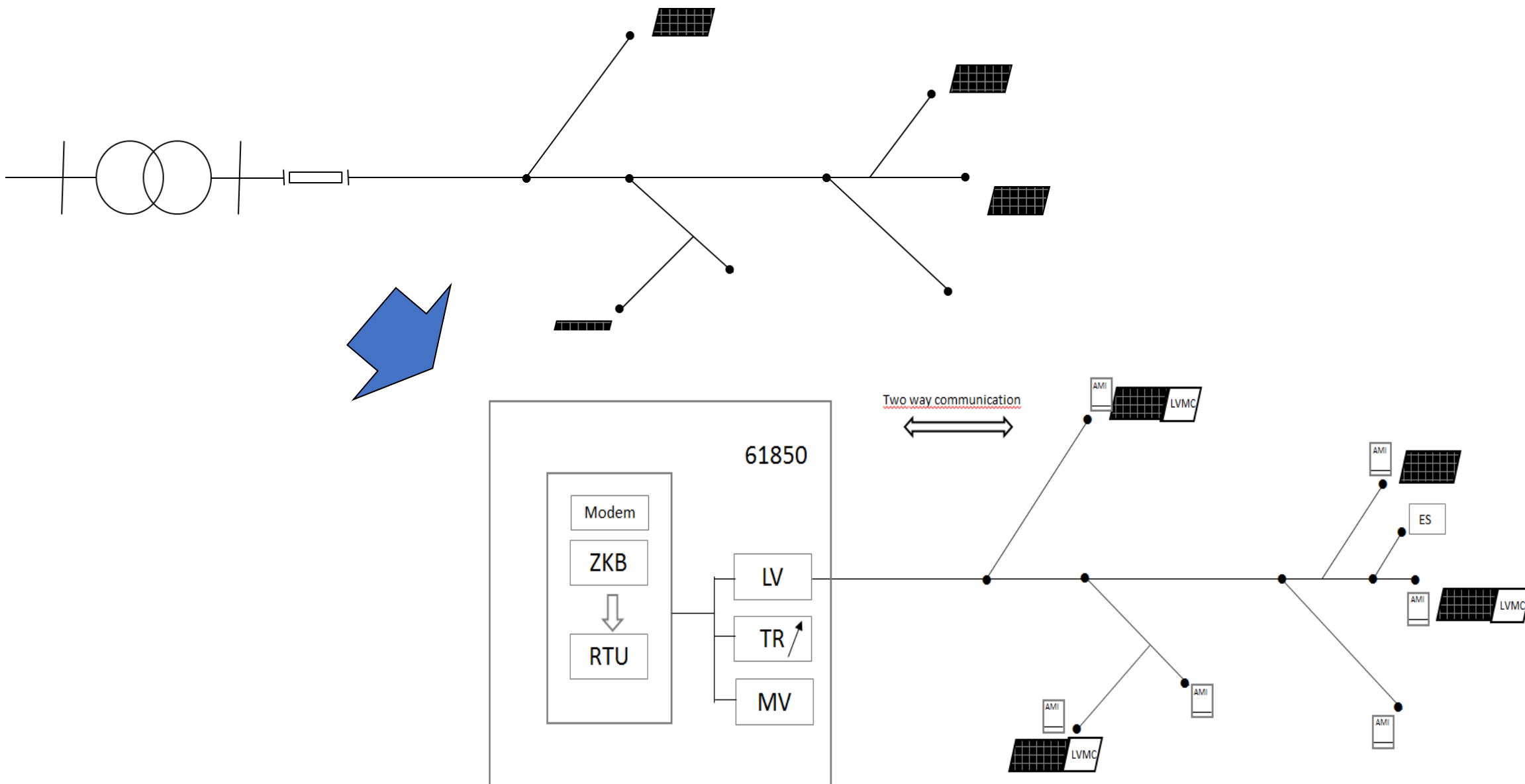
Active Management System (AMS)

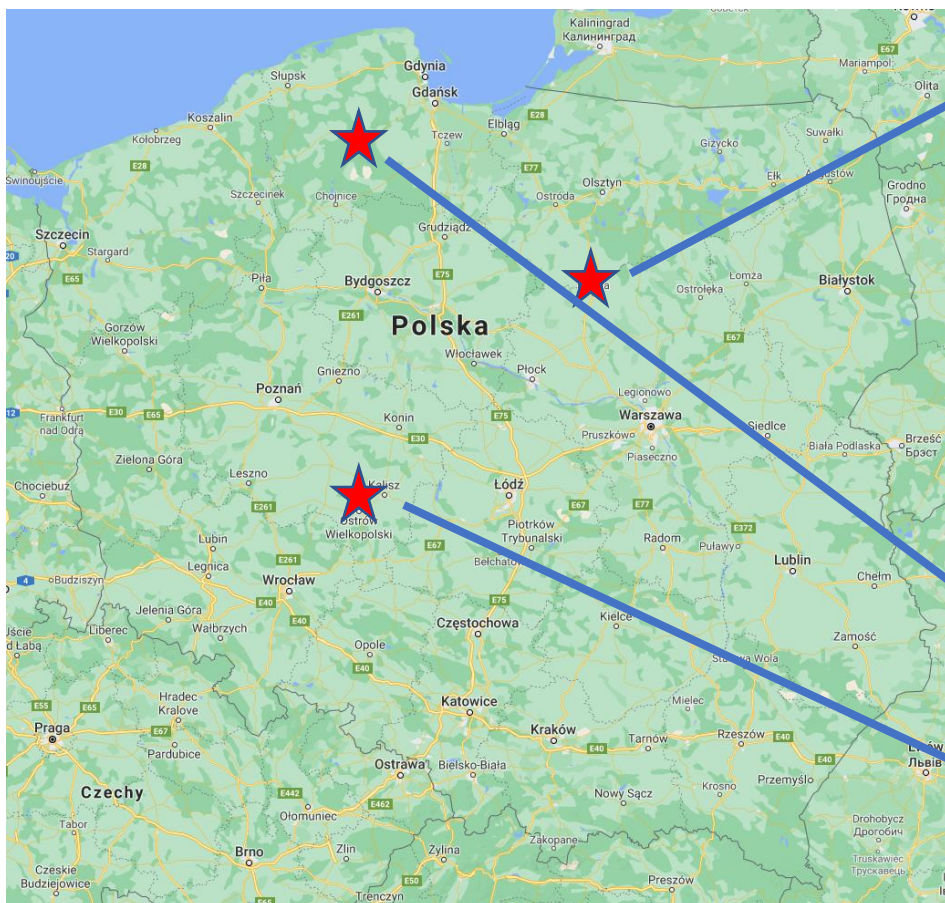
Narzędzia do planowania sieci dystrybucji i wsparcia operacji, które gwarantują bezpieczeństwo dostaw i stosowanie rozwiązań zwiększających elastyczność przy jednoczesnej integracji różnych źródeł odnawialnych.

FlexSubStation (FS) – IEC 61 850 standard

Nowa inteligentna stacja SN/nN - autonomiczne zarządzanie siecią nN. Optymalna obserwowalność, wyższa automatyzacja i kontrola sieci nN, magazynów energii, rozproszonych źródeł energii i infrastruktury ładowania pojazdów, w celu zwiększenia odporności sieci dystrybucyjnej. Wykorzystanie danych z urządzeń monitorujących i inteligentnych liczników.







- Mława PV 368 kWp



- Linia PV 109 kWp

- Czajków PV 50 kWp

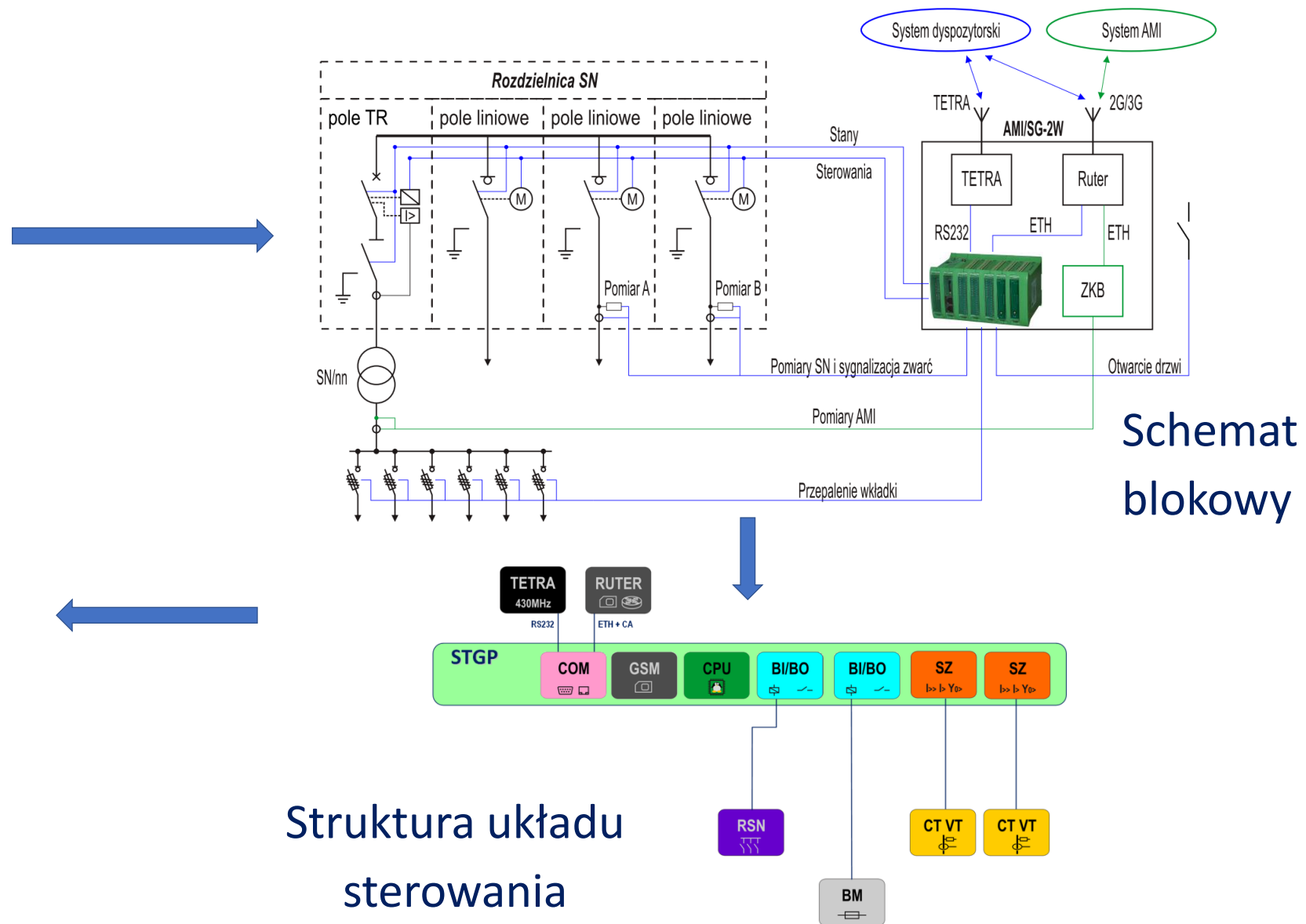




Przekrój



Sterownik



Wejścia binarne / wyjścia sterownicze

Komunikacja z urządzeniami obiektowymi

- urządzenia: zabezpieczenia polowe, mierniki parametrów sieci
- kanały: szeregowo, Ethernet
- protokoły: Modbus RTU/TCP, DNP

Komunikacja ze SCADA:

- kanały: GSM (2G/3G/LTE) + TETRA + Ethernet
- protokoły: DNP, IEC-60870-5-104

Pomiary napięć i prądów w liniach SN, wykrywanie zwarć

Zdalna konfiguracja (WWW) i aktualizacja oprogramowania

Bezpieczeństwo teleinformatyczne



Normy:

- Przekładnik klasyczny: PN-EN 61869-1, -3
- Przekładnik małej mocy (LPVT, sensor): PN-EN-61869-1, -6, -11

Parametry elektryczne:

- Znamionowe napięcie wtórne dla U_n : $3,25/\sqrt{3}$ lub $100/\sqrt{3}$ lub przekładnia (np. 10000:1)
- Obciążenie obwodu pomiarowego: 2 M Ω lub 200 k Ω
- Przekładnia znamionowa $\neq$ przekładnia rzeczywista
- Klasa pomiaru sensora $\neq$ błąd pomiaru
- Badania na wyładowania niezupełne

Instalacja:

- Dopasowanie mechaniczne – deklaracja wspólna producentów głowic i sensorów
- Standaryzacja złącz sensor – przewód sygnałowy



Stacje wewnętrzne

Linie
napowietrzne



Stacje wewnętrzne, do głowic konektorowych

Normy:

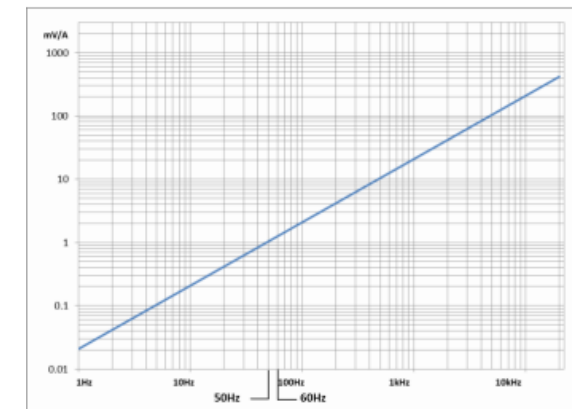
- Przekładnik klasyczny: PN-EN 61869-1, -2
- Przekładnik małej mocy (LPCT, sensor): PN-EN-61869-1, -6, -10

Parametry elektryczne:

- ~~Przekładania~~ => współczynnik przetwarzania
- Napięcie wtórne dla I_n : 22,5 mV, 150 mV, 225 mV, lub współczynnik przetwarzania np: 1,05 mV/A
- Obciążenie obwodu pomiarowego: 2 M Ω
- Przekładnia znamionowa $\neq$ przekładnia rzeczywista
- Klasa pomiaru sensora $\neq$ błąd pomiaru w układzie

Instalacja:

- Prowadzenie przewodu powrotnego przez okno przekładnika
- Zwora na połówkach uzwojenia cewki Rogowskiego (gdy uzwojenie otwierane)
- Dopasowanie średnicy okna sensora do średnicy kabla SN



Charakterystyka zależności współczynnika przetwarzania S (czułości) od częstotliwości f prądu



Pomiary prądów i napięć SN

- Trójfazowy pomiar prądów (cewki Rogowskiego, przekładniki klasyczne)
- Trójfazowy pomiar napięć fazowych (dzielniki napięcia, przekładniki klasyczne)

Sygnalizacja zwarcí

- Wykrywanie zwarcí międzyfazowych $I_{>}$, $I_{>>}$
- Wykrywanie zwarcí doziemnych, kryteria:
 - zerowoprądowe I_0
 - kierunkowe, z wykrywaniem wymuszenia AWSC I_{0AWSC}
 - admitancyjne Y_0 / konduktancyjne G_0 / Susceptancyjne B_0

Funkcje dodatkowe:

- zdalna zmiana nastaw i przełączanie banków nastaw
- sekcjonalizer
- blokada załączenia przed skasowaniem sygnalizacji

Rodzaj zabezpieczenia	Sposób pracy punktu neutralnego				
	izolowany	sieć skompensowana		uziemiający przez rezystor	równoległy układ dławika i rezystora
		bez AWSCz	z AWSCz		
U0>	+++	+++	+++	+++	+++
kierunkowe	-	-	+++	+++	+++
czynnomocowe	+++	-	-	-	-
kierunkowe					
biernomocowe					
I0>	++	+	+	+++	+++
Y0>	++	+	+	+++	+++
G0>	-	-	+++	+++	+++
bezkierunkowe					
G0> kierunkowe	-	-	+	+	+
B0> kierunkowe	+++	-	-	-	-
RYY0>	-	-	+++ (lub AWSC)	-	-

Zastosowanie:
 „+++” – zalecane, „++” – zastosowanie możliwe w większości przypadków z zastrzeżeniami
 opisanymi w tekście, „+” – zastosowanie możliwe tylko w wyjątkowych sytuacjach opisanych w
 tekście, „-” – zastosowanie niemożliwe.

- Sposoby pracy punktu neutralnego
- Kryterium rozruchowe
- Kryteria wykrywania doziemień stosowane w sygnalizatorach zwarcí

Źródło:
 Hoppel W, Współczesne rozwiązania zabezpieczeń ziemnozwarciowych w sieciach SN o nieskutecznie uziemionym punkcie neutralnym

- Udział energii ze źródeł fotowoltaicznych (PV) osiągnął w Polsce w czerwcu 2021 ponad 5% produkcji energii, przy ponad 5 GW mocy zainstalowanej
- Generacja z fotowoltaiki stała się o połowę tańsza od energii z elektrowni węglowych a koszt jednostkowy zmalał w ciągu 10 lat ponad 6 krotnie z 381 USD/MWh w 2010 do 57 USD/MWh w 2020
- Znaczny udział źródeł PV może powodować:
 - przekroczenia dopuszczalnych poziomów napięć fazowych tj. wzrost napięcia powyżej dozwolonego zakresu przy małym obciążeniu sieci i dużej generacji mocy czynnej oraz niedotrzymanie minimalnej wartości napięcia sieci przy dużym obciążeniu sieci i braku generacji fotowoltaicznej,
 - autonomiczne wyłączanie instalacji PV (falowników) w celu zapobieżenia przekroczeniom napięć, a następnie załączanie się do sieci gdy cyklicznie sprawdzany poziom napięcia sieci wróci do zakresu dopuszczalnego,
 - niesymetria napięć i znaczna wartość prądu w przewodzie neutralnym.

	Potrzeby operatora sieci	Usługa elastyczności
	Przebieżenia elementów sieci	Korekcyjne i predykcyjne zarządzanie przebieżeniami
	Zarządzanie przekroczeniami napięć	Korekcyjna i predykcyjna kontrola napięcia
	Wsparcie planowania rozwoju sieci	Wsparcie planowania rozwoju sieci
	Równomierność obciążenia faz	Korekcyjna i predykcyjna kontrola napięcia
	Wsparcie operacji planowanych i nieplanowanych	- zarządzanie przebieżeniami i poziomami napięć, - praca wyspowa, - uruchomienie generacji zastępczej
	Wsparcie w ekstremalnych zdarzeniach pogodowych	
	Wsparcie dla pracy wyspowej	Praca wyspowa

Usługa elastyczności (ang. flexibility) - zdolność systemu elektroenergetycznego do reagowania na zmiany zapotrzebowania i wytwarzania energii elektrycznej w sposób zapewniający bezpieczeństwo dostaw energii i jednocześnie optymalne wykorzystanie jej źródeł, zwłaszcza odnawialnych.

Elastyczna stacja SN/nn stanowi narzędzie do świadczenia **usług elastyczności** sieci takich jak zwiększona obserwowalność sieci nn, autonomiczne sterowanie i monitorowanie generacji fotowoltaicznej (PV), szybsze wykrywanie awarii, utrzymanie napięcia sieci w dopuszczalnych granicach.

Znaczące poszerzenie roli elastycznej stacji w sieci nastąpi po zapewnieniu formalno prawnej **możliwości bezpośredniego oddziaływania na źródła odnawialne** (instalacje PV).

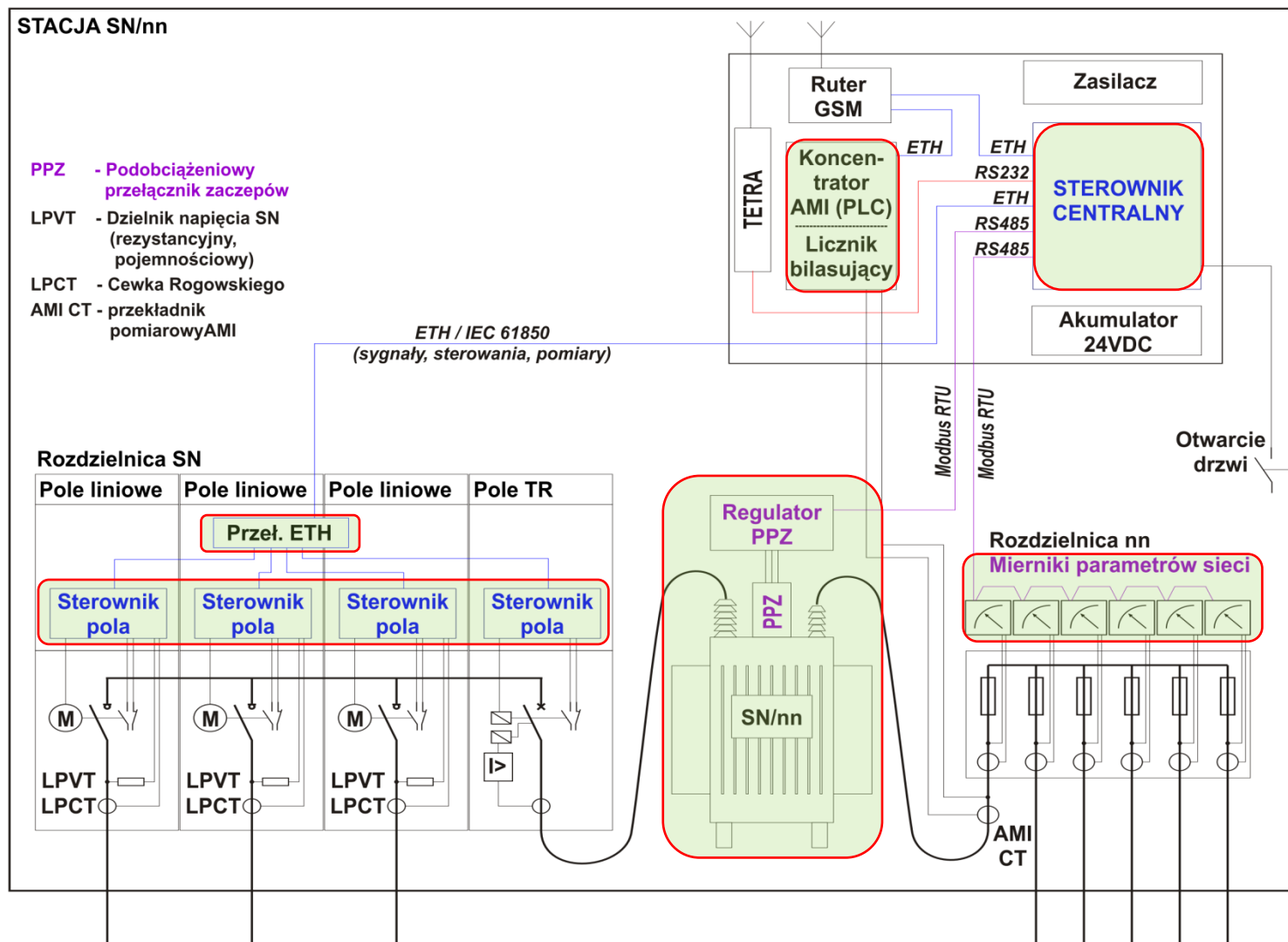
Sterownik centralny

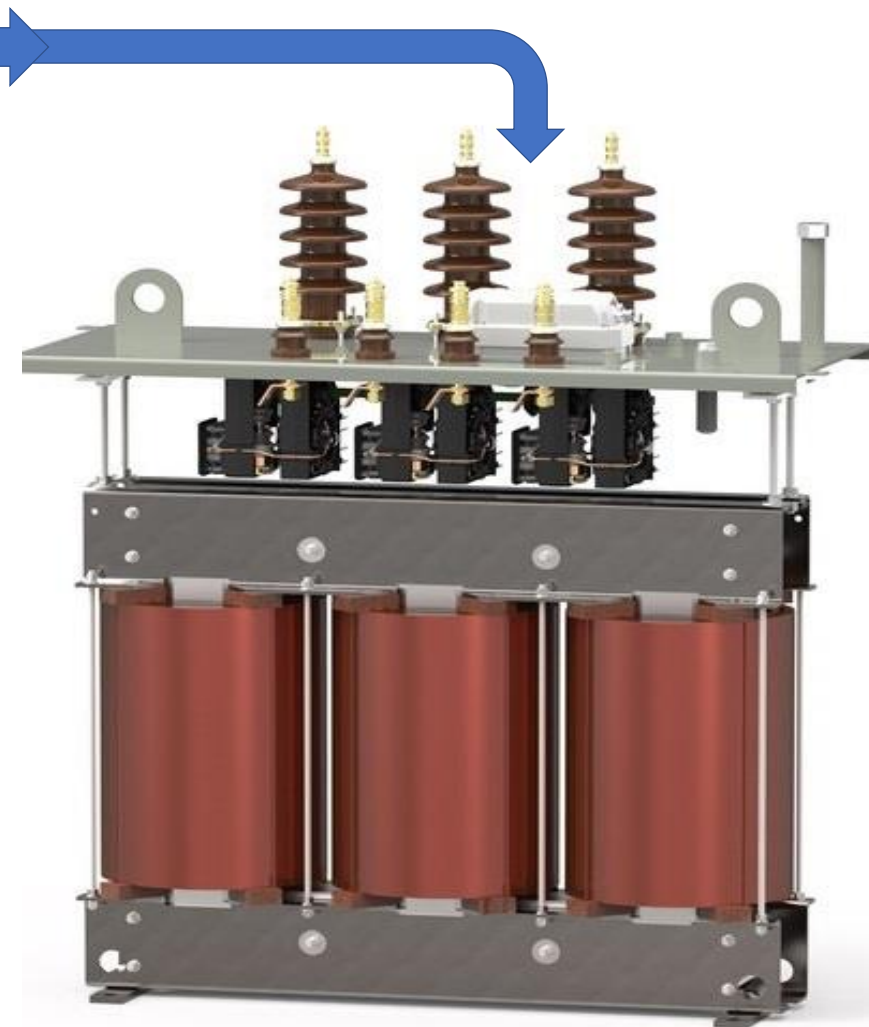
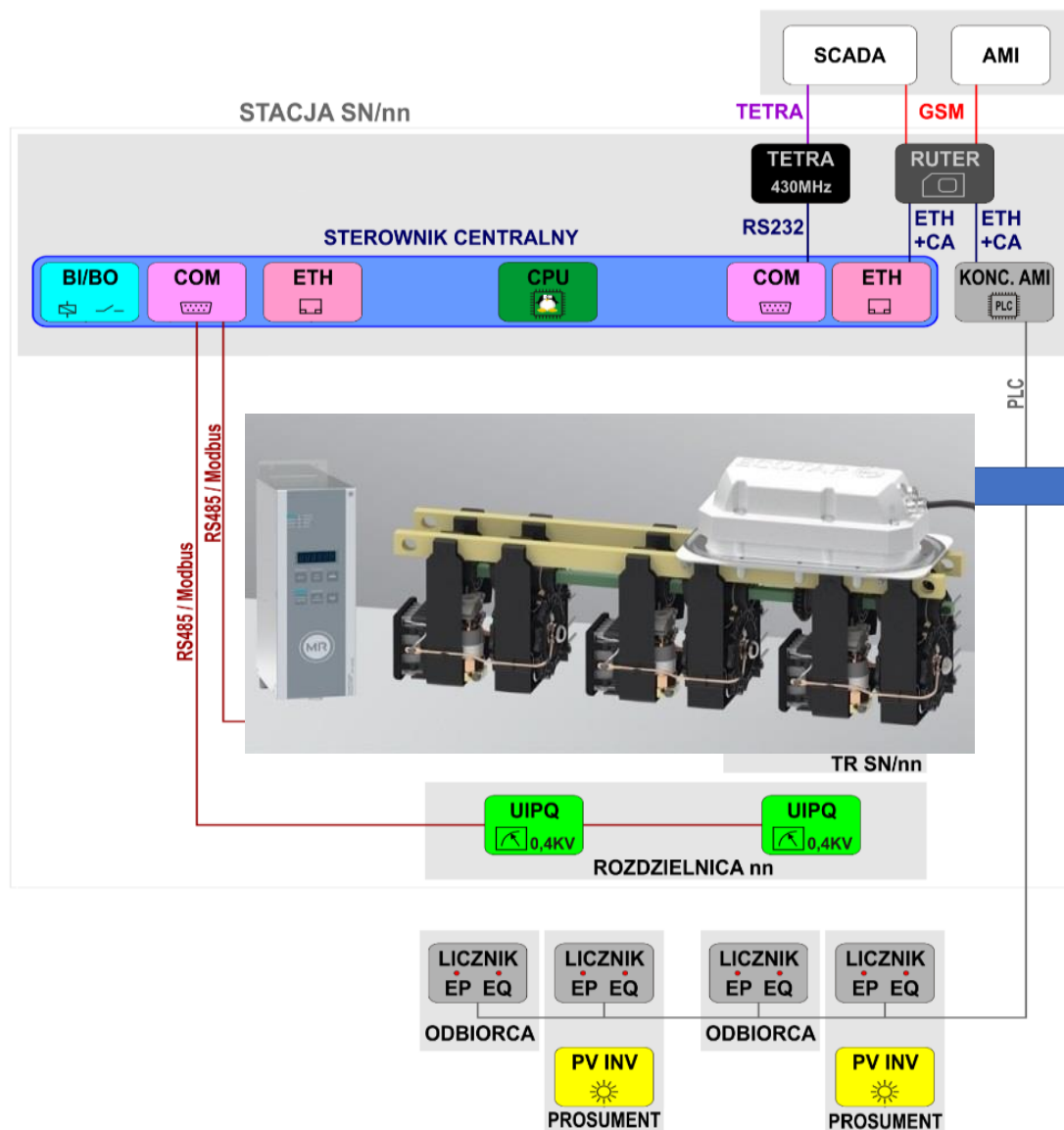
- pomiary nn
- pomiary w głębi sieci (z AMI)
- **sterowanie PPZ**
- Komunikacja ze SCADA

Sterowniki polowe

- telemechanika rozdzielnic SN
- pomiary SN i wykrywanie zwarć

Komunikacja między sterownikami wg normy IEC 61850



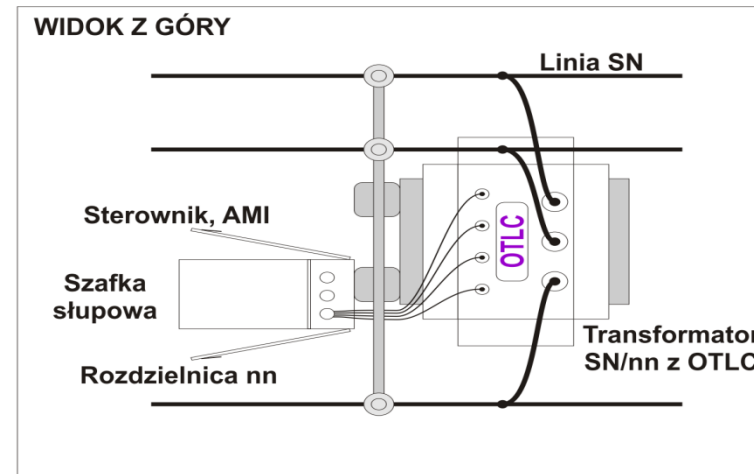
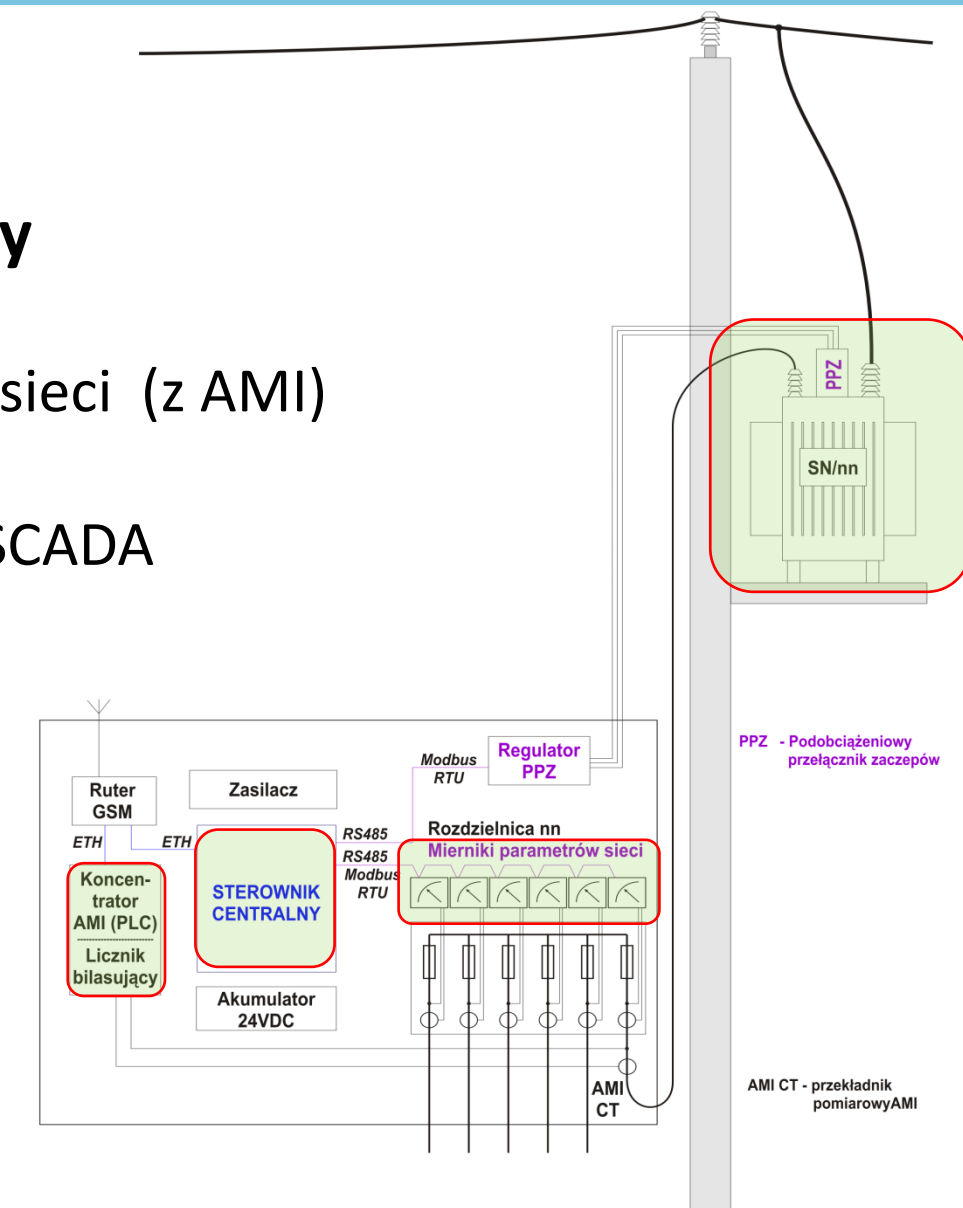


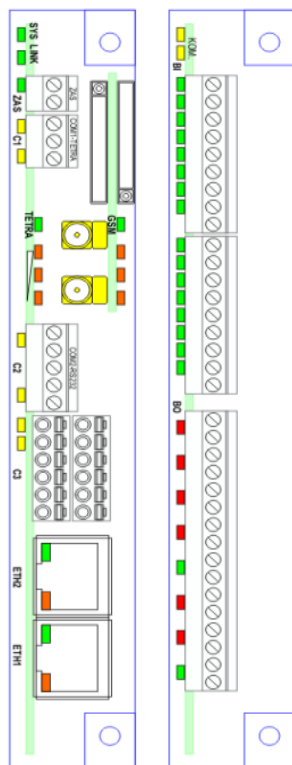
Źródło:

<https://www.reinhausen.com/productdetail/on-load-tap-changers/ecotap-vpd-iii>

Sterownik centralny

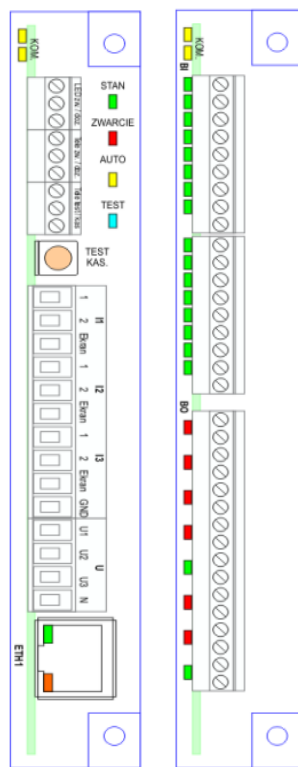
- pomiary nn
- pomiary w głębi sieci (z AMI)
- **sterowanie PPZ**
- komunikacja ze SCADA





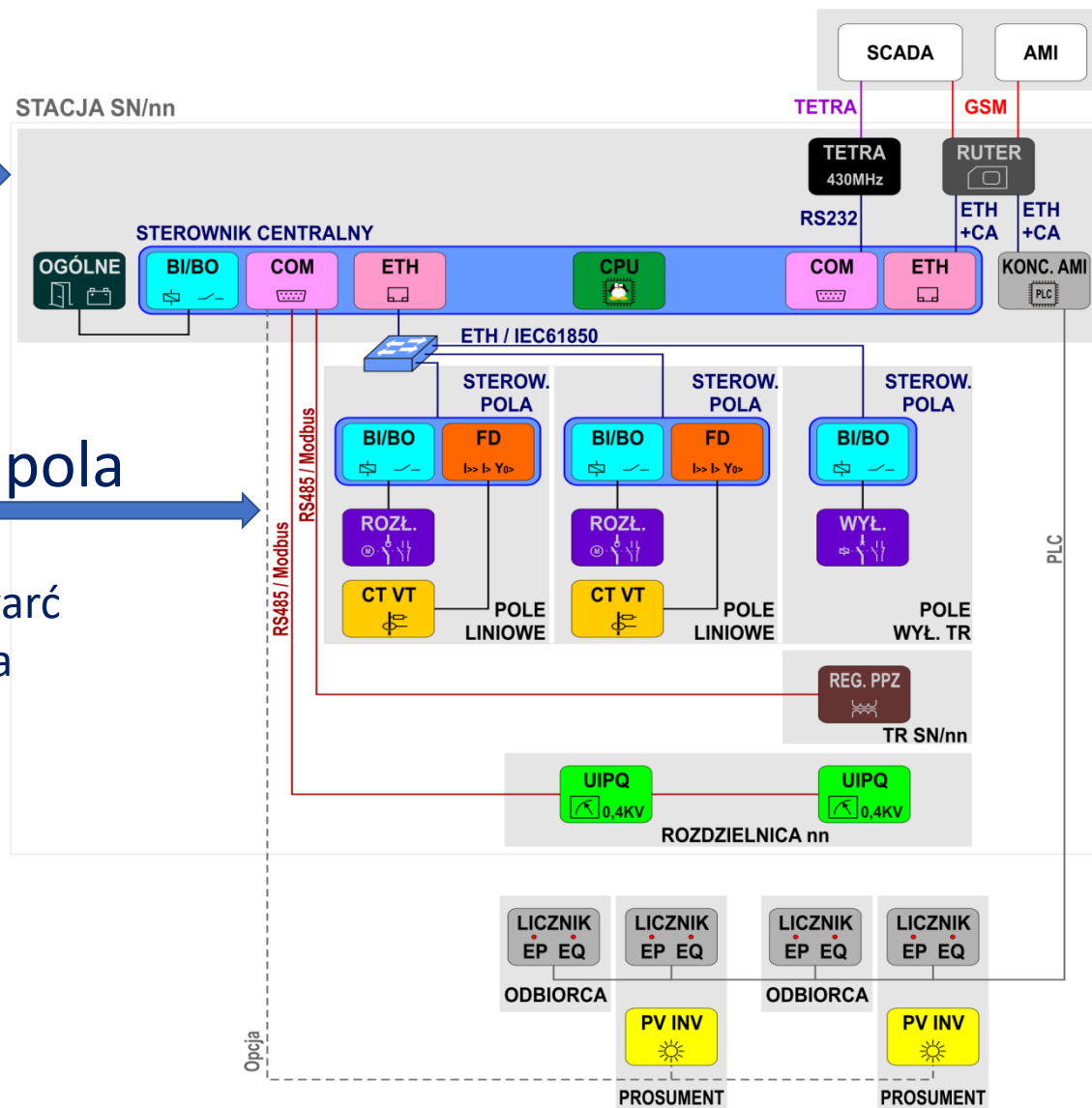
Sterownik centralny

Komunikacja SCADA
Sterowanie PPZ
wejścia/wyjścia



Sterownik pola

pomiary UI,
sygnalizacja zwarć
wejścia/wyjścia



- Korekcyjna i predykcyjna kontrola napięcia poprzez zarządzanie przekroczeniami napięcia i równoważeniem obciążenia faz z wykorzystaniem:
 - Sterowania podobciążeniowym przełącznikiem zacze­pów transformatora SN/nn na podstawie pomiaru napięć z głębi sieci, (zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji, algorytmów predykcyjnych),
 - Oddziaływania na falowniki instalacji prosumenckich PV (*o ile zaistnieją warunki formalno-prawne*)
- Objęcie sterowaniem lokalnych źródeł/odbiorów zainstalowanych w pobliżu stacji SN/nn (instalacja fotowoltaiczna, magazyn energii, stacje ładowania samochodów elektrycznych)
- Zapobieganie przeciążeniom elementów sieci i zwiększenie możliwości instalacji w sieci źródeł odnawialnych.

1. Wobec zmieniającej się strategii rozwoju energetyki związanej z dużym udziałem źródeł odnawialnych, konieczne jest opracowanie i wdrożenie nowych rozwiązań do efektywnego zarządzania siecią dystrybucyjną, zwłaszcza siecią SN i nn.
2. Stacje SN/nn odgrywają kluczową rolę w monitorowaniu i sterowaniu sieciami średniego i niskiego napięcia, dlatego ważne jest wdrożenie nowej elastycznej stacji. Inteligentne liczniki stają się ważnym elementem obserwowalności sieci nn i świadczenia usług elastyczności.
3. Zaproponowane w referacie nowe rozwiązania Smart Grid są alternatywą dla „tradycyjnej” rozbudowy i wzmocnienia systemu.

Opisane rozwiązanie elastycznej stacji elektroenergetycznej zostało opracowane i przygotowane do wdrożenia w ramach projektu unijnego

Market enabling the interface to unlock flexibility solutions for cost-effective management of smarter distribution grids,

który otrzymał dofinansowanie z unijnego programu badań i innowacji Horyzont 2020 w ramach umowy o dotację nr 864334.



euniversal.eu



[euniversal_proj](https://twitter.com/euniversal_proj)



[euniversalproject-h2020](https://www.instagram.com/euniversalproject-h2020)



[euniversal_h2020](https://www.linkedin.com/company/euniversal_h2020)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 864334





EUNiversal

UMEI



euniversal.eu



[euniversal_proj](https://twitter.com/euniversal_proj)



[euniversalproject-h2020](https://www.instagram.com/euniversalproject-h2020)



[euniversal_h2020](https://www.linkedin.com/company/euniversal_h2020)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 864334



e-on

Energa
operator

E.D.S.O.



INESCTEC

MANCHESTER
The University of Manchester

COMILLAS

Πανεπιστήμιο Κύπρου
University of Cyprus

vito

Tractebel

N-SIDE

NODES

centrica

INSTITUT
ENERGETIK

INSTITUT
ENERGETIK

KU LEUVEN

V

zobala

DISCLAIMER: The sole responsibility of this publication lies with the authors. It does not necessary reflect the opinion of Innovation and Networks Executive Agency (INEA) or the European Commission (EC). INEA or EC are not responsible for any use that may be made of the information contained therein



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 864334



EU Universal

UMEI

Linking active system management to flexibility markets