

# Projekt B+R „Opracowanie innowacyjnego systemu skutecznego monitorowania i wspierania urządzeń zabezpieczeniowych spełniających założenia DMS (Distribution Management System) wraz z opracowaniem prototypu sterowników zabezpieczeń (w tym sygnalizatorów) na sieci SN” (SMiWUZ)



Opracowali:

Mikronika Sp. z o.o.

Zbigniew Grzeszczuk

TAURON Dystrybucja S.A.

Grzegorz Kopacz



Rzeczpospolita  
Polska



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



# Dlaczego SMiWUZ?

**S**kuteczne **M**onitorowanie i **W**spieranie **U**rządzeń **Z**abezpieczeniowych

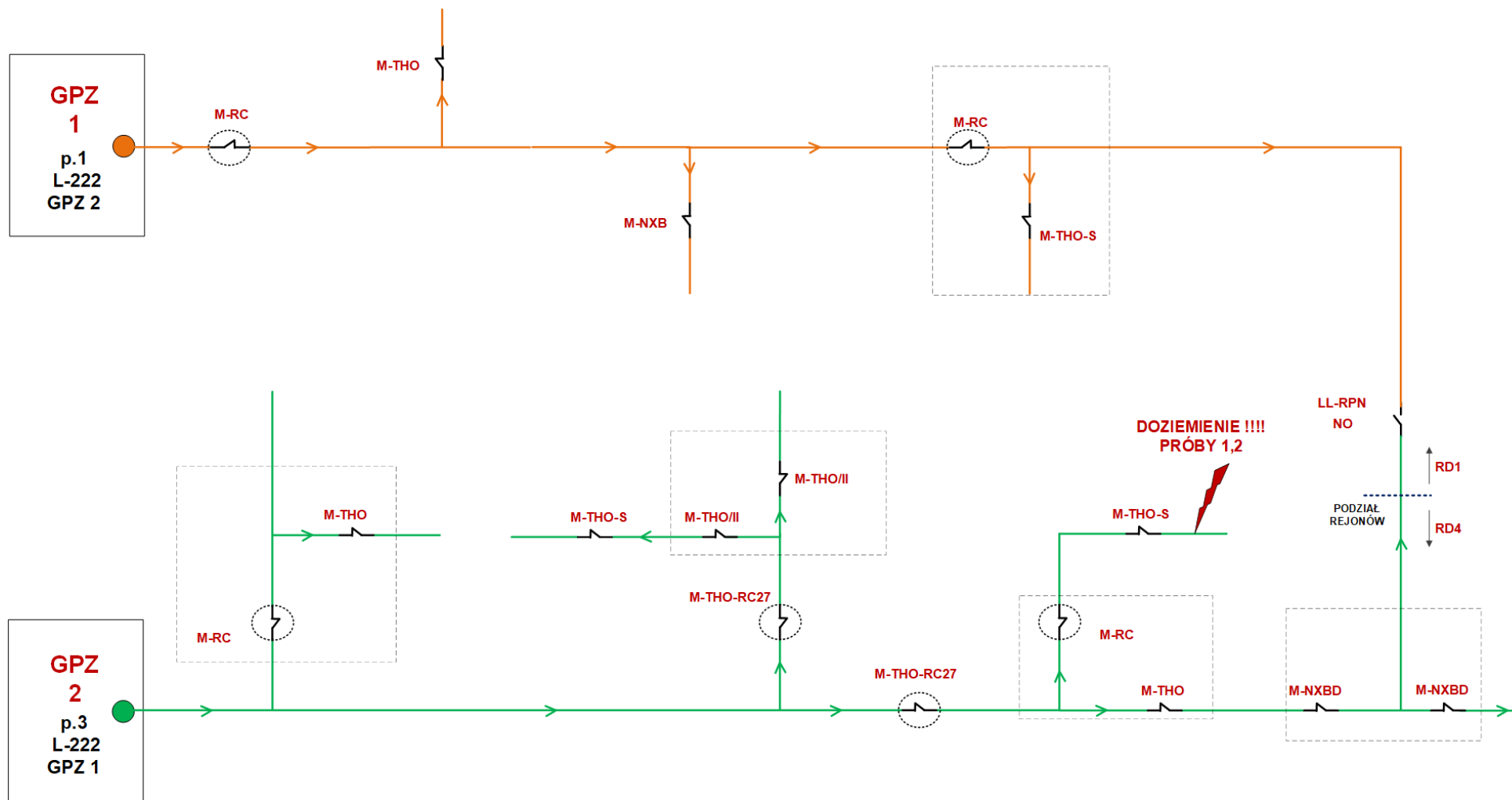


- Wprowadzenie w ostatnich latach na dużą skalę automatyki w głębi sieci dystrybucyjnych SN, spowodowało pojawienie się w tej sieci bardzo dużej ilości urządzeń zdalnie sterowanych (reklozery, wyłączniki wewnętrzne oraz rozłączniki napowietrzne/wewnętrzne z zabudowanymi układami detekcji prądów zwarciovych).
- Ilość tych urządzeń liczona jest już w tysiącach sztuk.
- Wszystkie te urządzenia są klasy zabezpieczeniowej, gdyż wykorzystują do detekcji zwarć pełny układ pomiarowy (3xU, 3xI)
- Zapanowanie nad taką ilością urządzeń (wyliczanie nastaw dla różnych układów pracy sieci) jest, dla specjalistów z wydziałów zabezpieczeń, bardzo uciążliwe i czasochłonne.
- Brak nastaw dostosowanych do bieżącego układu pracy sieci SN, może spowodować nieprawidłowe działanie EAZ oraz systemu FDIR i w konsekwencji wpływ na wzrost wskaźników CTP, CP (SAIDI i SAIFI)
- Dodatkowo sieć SN ciągle „żyje” (jest modernizowana i rozbudowywana).

**Rozwiązaniem powyższego problemu jest stworzenie automatycznego systemu, który wspierałby pracę urządzeń zabezpieczeniowych w głębi sieci SN tzn. wyliczałby w sposób on-line nastawy zabezpieczeń dla rzeczywistego układu sieci i wysyłał je zdalnie (GPRS-APN) do urządzeń**

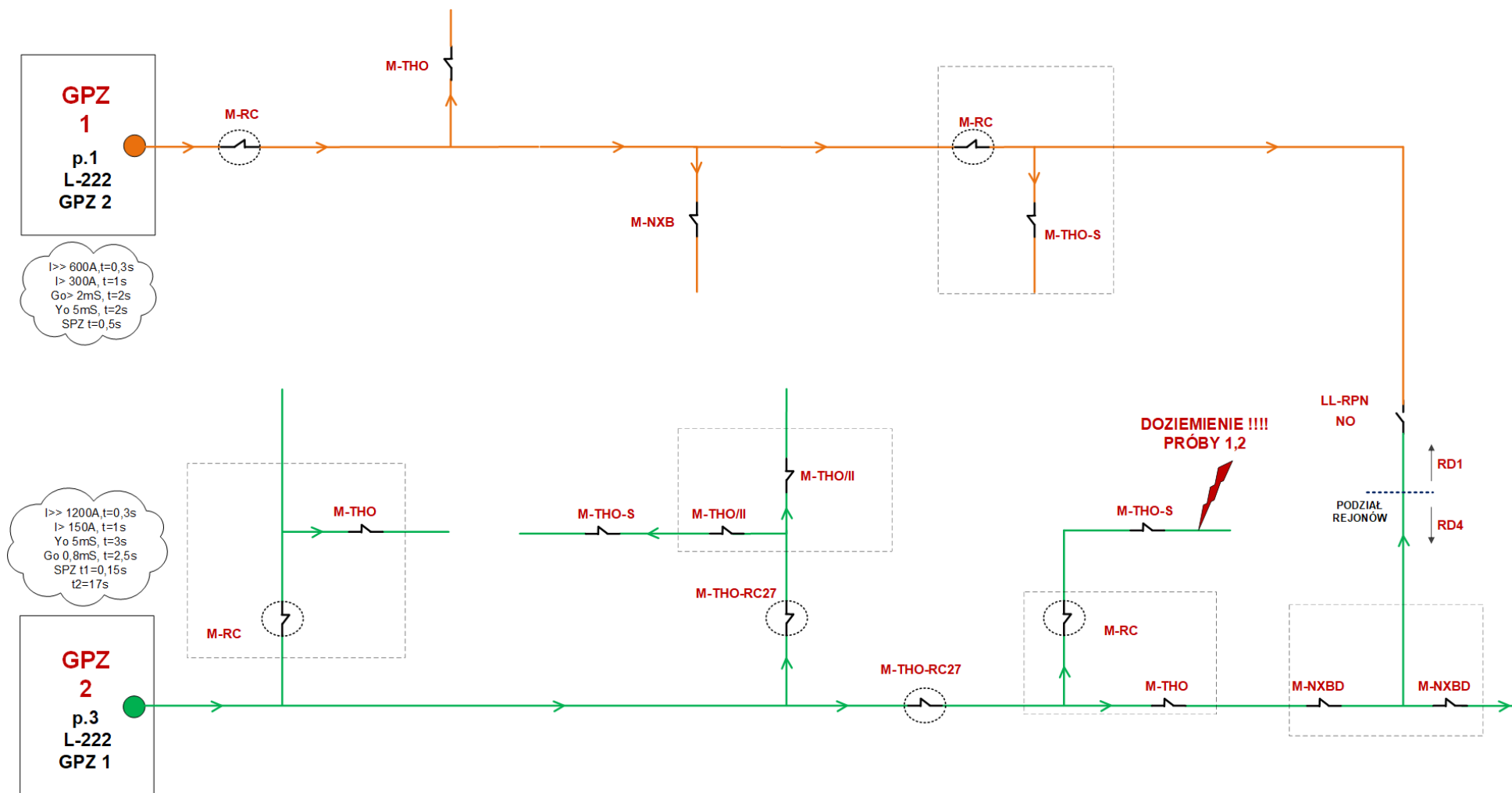
# Dlaczego SMiWUZ?

Przykładowy schemat sieci SN – 2 linie SN z 2 GPZ-ów



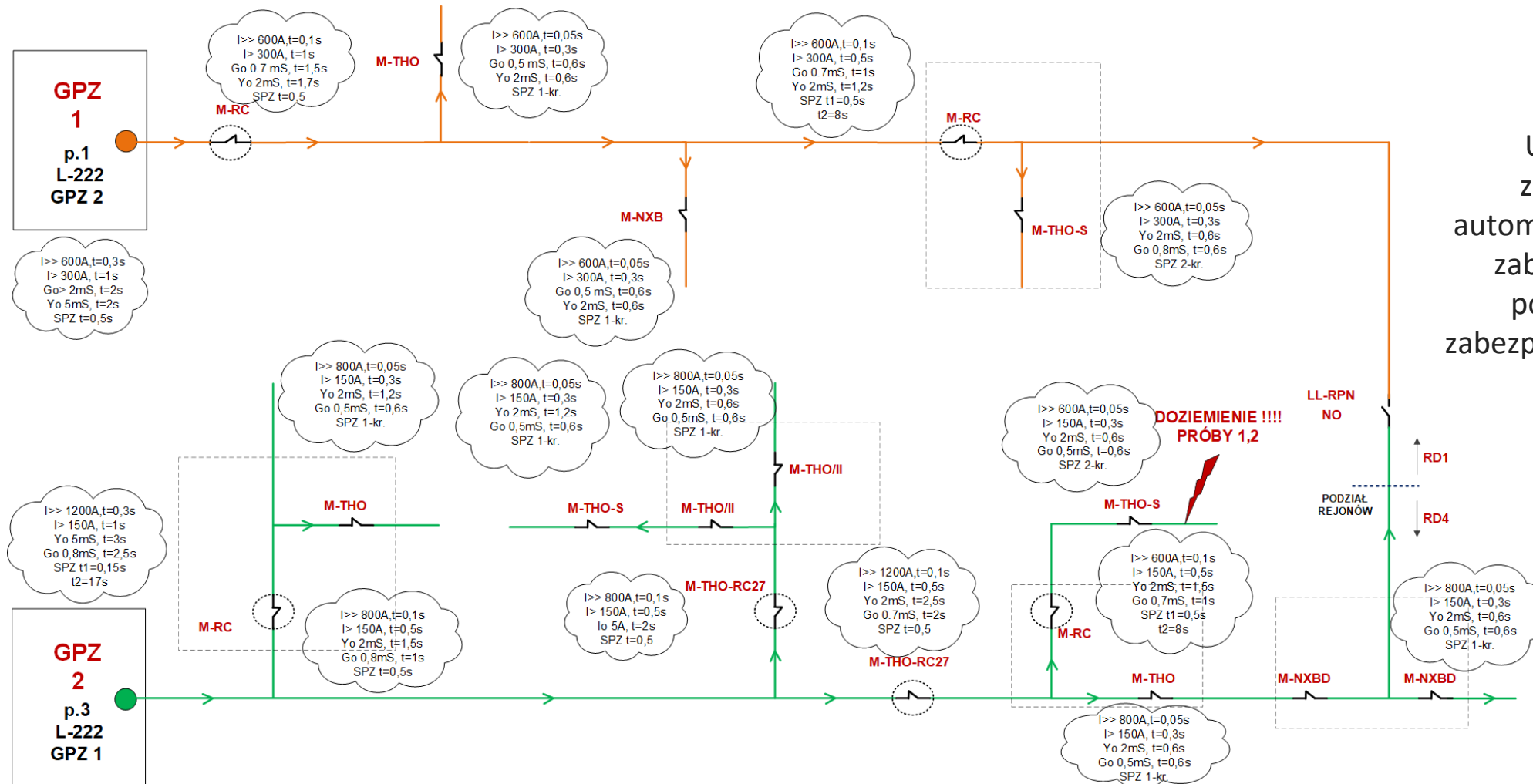
# Dlaczego SMiWUZ?

Przykładowy schemat z nastawami zabezpieczeń dla GPZ-ów



# Dlaczego SMiWUZ?

Przykładowy schemat z nastawami zabezpieczeń dla wszystkich obiektów w głębi sieci SN



Układ sieci SN z rozbudowaną automatyką w głębi sieci zabezpieczenia w 2 polach GPZ + 17 zabezpieczeń w głębi sieci

## Główne cele projektu:

- przeprowadzenie prac badawczo-rozwojowych, które rozwiążą wcześniej omówione problemy,
- stworzony system będzie mógł na bieżąco analizować aktualny stan sieci SN i jej parametry,
- w sposób automatyczny (zdalny) zmieniać nastawy urządzeń w głębi sieci SN (przesyłać do nich wyliczone bieżące nastawy),
- ograniczać skutki zakłóceń.

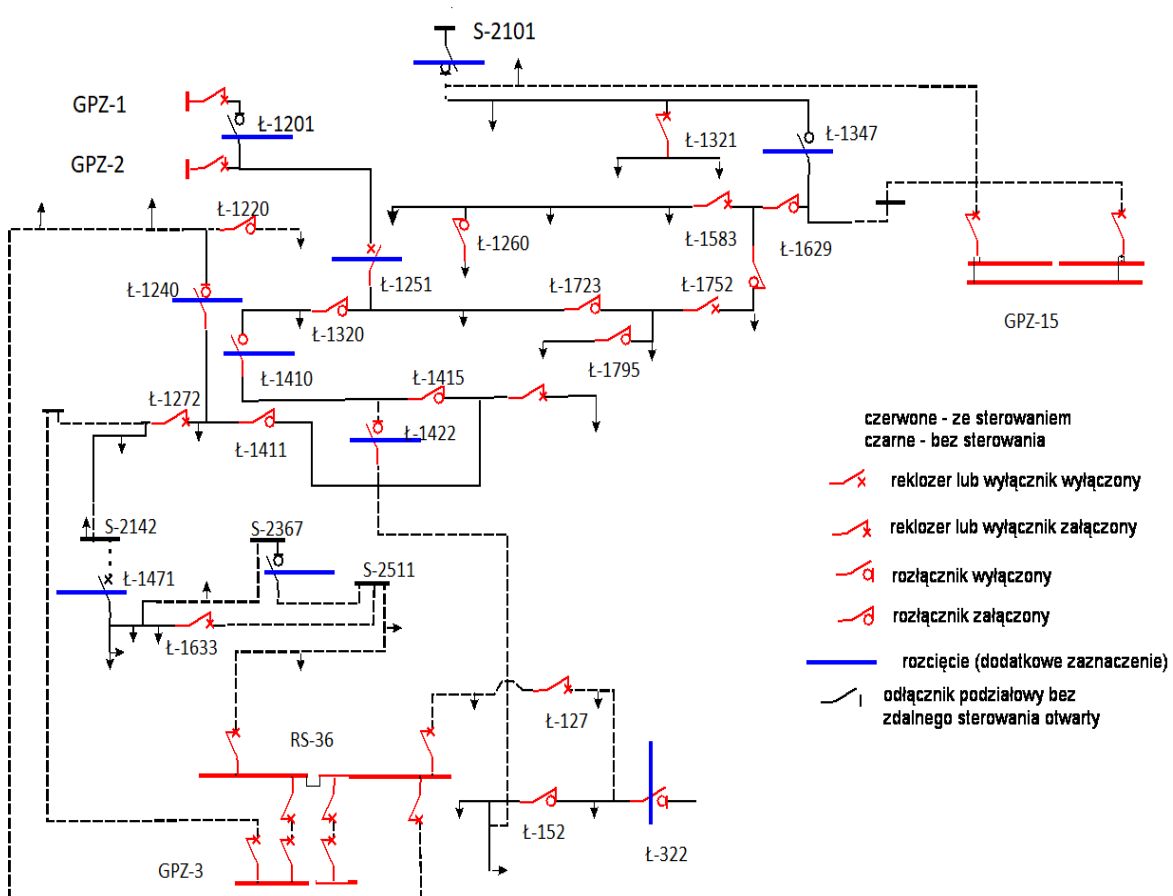
# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ - realizacja



- W skład systemu **SMiWUZ** wchodzi:
  - Algorytm obliczeniowy wyznaczenia nastaw zabezpieczeń zintegrowany z systemem SCADA SYNDIS RV
  - Moduł zdalnej zmiany nastaw zabezpieczeń i sygnalizatorów poprzez protokół komunikacyjny
  - Prototypy urządzeń zabezpieczeniowych:
    - dla reklozera (pełne zabezpieczenie dla wyłącznika napowietrznego)
    - dla rozłącznika (sygnalizator przepływu prądów zwarciovych)
  - Przygotowany przez TAURON Dystrybucja S.A. obszar badawczo-testowy sieci SN
  - Zainstalowany i uruchomiony dla obszaru badawczo-testowego moduł FDIR.

# Smart Grid w sieciach SN SMiWUZ - realizacja



## Kryteria wyboru obszaru:

- awaryjność sieci,
- potencjalna zmienność układów zasilania,
- zmienność warunków zwarciovych,
- różnorodność sposobów pracy punktu neutralnego sieci SN w obszarze,
- dotychczasowe nasycenie w reklozery, rozłączniki sterowane zdalnie oraz wskaźniki przepływu prądu zwarciovego.



- Przyjęto nazwy dla dwóch urządzeń, które mają być wynikiem projektu:
- Sterownik z funkcjami EAZ (w zasadzie zabezpieczenie reklozera)
- Sterownik z funkcjami WPPZ (wskaźnika przepływu prądu zwarcowego)
- Zdefiniowano zakres stosowania nastawy korygowanej (nastawa wielkości kryterialnej, czasowej lub innej, która jest zmieniana przez SMIWUZ po rekonfiguracji sieci)
- Określono wymagane wyposażenie w/w urządzeń ich cechy, funkcje, parametry techniczne

Fragment tabeli definiującej zabezpieczenia sterownika reklozera (sieci ze źródłami lokalnymi):

L.p.	Nazwa zabezpieczenia	Nastawa	Zakres nastawczy	Nastawa korygowana/ stała	Typ sieci - ogólnie	Typ sieci - zalecany	Uwagi
1	----	napięcie nominalne sieci	6-30 kV	stała	każda	każda	
2	Nadprądowe od skutków zwarc międzyfazowych $I_1 >$	prąd $I >$	20 - 1200 A	korygowana	każda	każda	
		czas $t >$	0 - 6 s	korygowana			
		blokada od 2. harmonicznej	tak, nie	stała			
		blokada kierunkowa	dodatni ujemny brak	korygowana			

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja

### – lista nastaw reklozera i ich zakresy

- System SMIWUZ **wylicza on-line 33 parametry** (wyróżnione na szaro) z listy 95 nastaw zabezpieczeń.
- Pozostałe 62 parametry są konfigurowalne ręcznie przez użytkownika w systemie SMIWUZ
- Do obiektu wysyłany jest cały komplet nastaw zabezpieczeń tzn. 95

Nazwa zabezpieczenia	Numer nastawy	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Uwagi
Nadprądowe zwarciove I1>>	1	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	2	Prąd [A]	20,0 - 8000,0	
	3	Czas opóźnienia [s]	0,000 - 6,000	
	4	Kierunek działania	Brak / Przód / Tył	Nastawa binarna
	5	Kąt	- / 0 / 180	
	6	Blokada 2. harmoniczną	Tak / Nie	Nastawa binarna
Nadprądowe zwarciove I2>>	7	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	8	Prąd [A]	20,0 - 8000,0	
	9	Czas opóźnienia [s]	0,000 - 6,000	
	10	Kierunek działania	Brak / Przód / Tył	Nastawa binarna
	11	Kąt	- / 0 / 180	
	12	Blokada 2. harmoniczną	Tak / Nie	Nastawa binarna
Nadprądowe zwłoczne I1>	13	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	14	Prąd [A]	10,0 - 1200,0	
	15	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
	16	Kierunek działania	Brak / Przód / Tył	Nastawa binarna
	17	Kąt	- / 0 / 180	
	18	Blokada 2. harmoniczną	Tak / Nie	Nastawa binarna
Nadprądowe zwłoczne I2>	19	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	20	Prąd [A]	10,0 - 1200,0	
	21	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
	22	Kierunek działania	Brak / Przód / Tył	Nastawa binarna
	23	Kąt	- / 0 / 180	
	24	Blokada 2. harmoniczną	Tak / Nie	Nastawa binarna
Od asymetrii prądowej Iasym>	25	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	26	Kryterium detekcji	Składowa przeciwna I2 / Stosunek składowych symetrycznych I2/I1	Nastawa binarna
	27	Prąd [A]	20,0 - 600,0	
	28	Prąd [%]	0 - 500	
	29	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
	30	Prąd minimalny I1 [A]	0,0 - 500,0	
	31	Blokada 2. harmoniczną	Tak / Nie	Nastawa binarna

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja

– lista nastaw reklozera i ich zakresy – c.d.



Nazwa zabezpieczenia	Numer nastawy	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Uwagi
Zerowoprądowe I0>>	32	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	33	Prąd 3I0 [A]	1,00 - 300,00	
	34	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Zerowoprądowe I0>	35	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	36	Prąd 3I0 [A]	1,00 - 300,00	
	37	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Zerowoprądowe kierunkowe I0k>	38	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	39	Kierunek działania	Czynnomocowe - przód / Czynnomocowe - tył /Biernomocowe - przód / Biernomocowe - tył	Nastawa służy tylko do określenia typu charakterystyki - determinuje nastawę "Kąt"
	40	Kąt	0 / 180 / 90 / 270	
	41	Prąd 3I0 [A]	1,00 - 100,00	
	42	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Konduktancyjne G0>	43	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	44	Kierunek działania	Brak / Przód / Tył	Nastawa binarna
	45	Kąt	- / 0 / 180	
	46	Konduktancja [mS]	0,10 - 50,00	
	47	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Susceptancyjne kierunkowe B0k>	48	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	49	Kierunek działania	Przód / Tył	Nastawa binarna
	50	Kąt	90 / 270	
	51	Susceptancja [mS]	0,10 - 50,00	
	52	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Admitancyjne Y0>	53	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	54	Admitancja [mS]	0,10 - 50,00	
	55	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 20,00	
Człon rozruchowy zerowonapięciowy U0r>	56	Napięcie 3U0 [%]	2 - 50	
Nadnapięciowe U>	57	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	58	Napięcie [V]	6000 - 38000	
	59	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
Podnapięciowe U<<	60	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	61	Napięcie [V]	3000 - 30000	
	62	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	

# Smart Grid w sieciach SN SMiWUZ – realizacja

## – lista nastaw reklozera i ich zakresy – c.d.

Nazwa zabezpieczenia	Numer nastawy	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Uwagi
Podnapięciowe U<	63	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	64	Napięcie [V]	3000 - 30000	
	65	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
Zerowonapięciowe U0>	66	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	67	Napięcie 3U0 [%]	2 - 50	
	68	Czas opóźnienia [s]	0,00 - 60,00	
Nadczęstotliwościowe f>	69	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	70	Częstotliwość [Hz]	49,00 - 54,00	
	71	Czas opóźnienia [s]	0,0 - 300,0	
Podczęstotliwościowe f<	72	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	73	Częstotliwość [Hz]	46,00 - 51,00	
	74	Czas opóźnienia [s]	0,0 - 300,0	
df/dt	75	Tryb działania	NIEAKTYWNE / SYGNALIZACJA / WYŁĄCZ	Nastawa binarna
	76	Szybkość zmian częstotliwości [Hz/s]	0,00 - 10,00	
	77	Czas opóźnienia [s]	0,0 - 300,0	
Automatyka SPZ - zabezpieczenia nadprądowe zwarciove	78	Tryb działania	Odstawiona / 1 cykl / 2 cykle / 3 cykle	
	79	Czas 1 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	80	Czas 2 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	81	Czas 3 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
Automatyka SPZ - zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne	82	Tryb działania	Odstawiona / 1 cykl / 2 cykle / 3 cykle	
	83	Czas 1 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	84	Czas 2 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	85	Czas 3 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
Automatyka SPZ - zabezpieczenia ziemnozwarciowe	86	Tryb działania	Odstawiona / 1 cykl / 2 cykle / 3 cykle	
	87	Czas 1 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	88	Czas 2 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
	89	Czas 3 przerwy w cyklu SPZ [s]	0,10 - 180,00	
Parametry dodatkowe	90	Czas akceptacji SPZ [s]	1,50 - 180,00	
	91	Czas blokady SPZ po operacyjnym załączeniu [s]	1,00 - 30,00	
Blokada 2. harmoniczną	92	Udział 2. harmoniczej w prądzie roboczym [%]	5 - 50	
	93	Minimalna suma modułów prądów fazowych [A]	10,0 - 2000,0	
	94	Maksymalna suma modułów prądów fazowych [A]	50,0 - 3000,0	
	95	Maksymalny czas trwania blokady [s]	0,10 - 30,00	

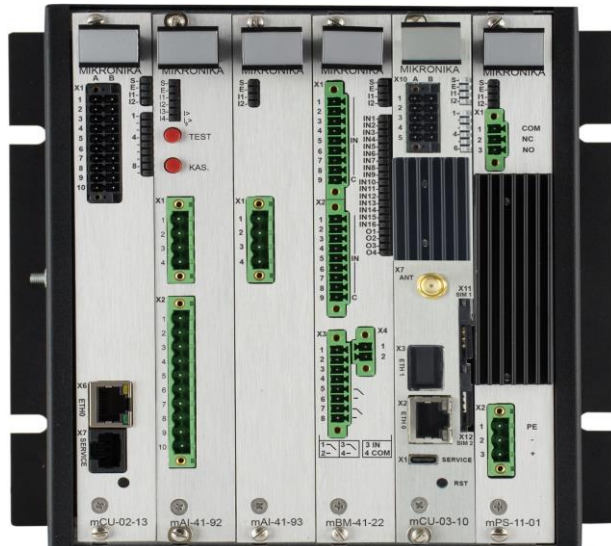
# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – urządzenia

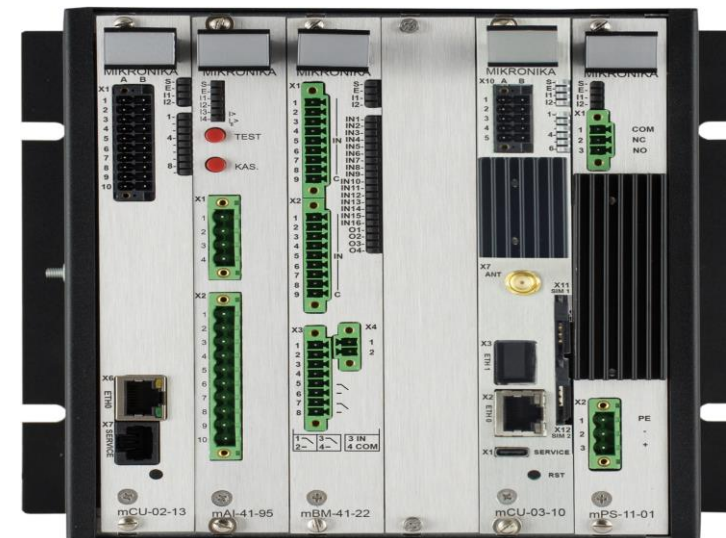
W ramach projektu opracowano i wyprodukowano 2 prototypy urządzeń pod roboczymi nazwami:

1. **Sterownik SO-52v21-SMRE** - prototypowy sterownik reklozera z funkcjami zabezpieczeń SN
2. **Sterownik SO-52v21-SMRO** - prototypowy sterownik rozłącznika z funkcjami sygnalizatora zwarć SN

Sterownik SO-52v21-SMRE



Sterownik SO-52v21-SMRO



# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – parametry urządzeń



### Parametry urządzeń

**W warunkach laboratoryjnych potwierdzono parametry prototypów m.in.:**

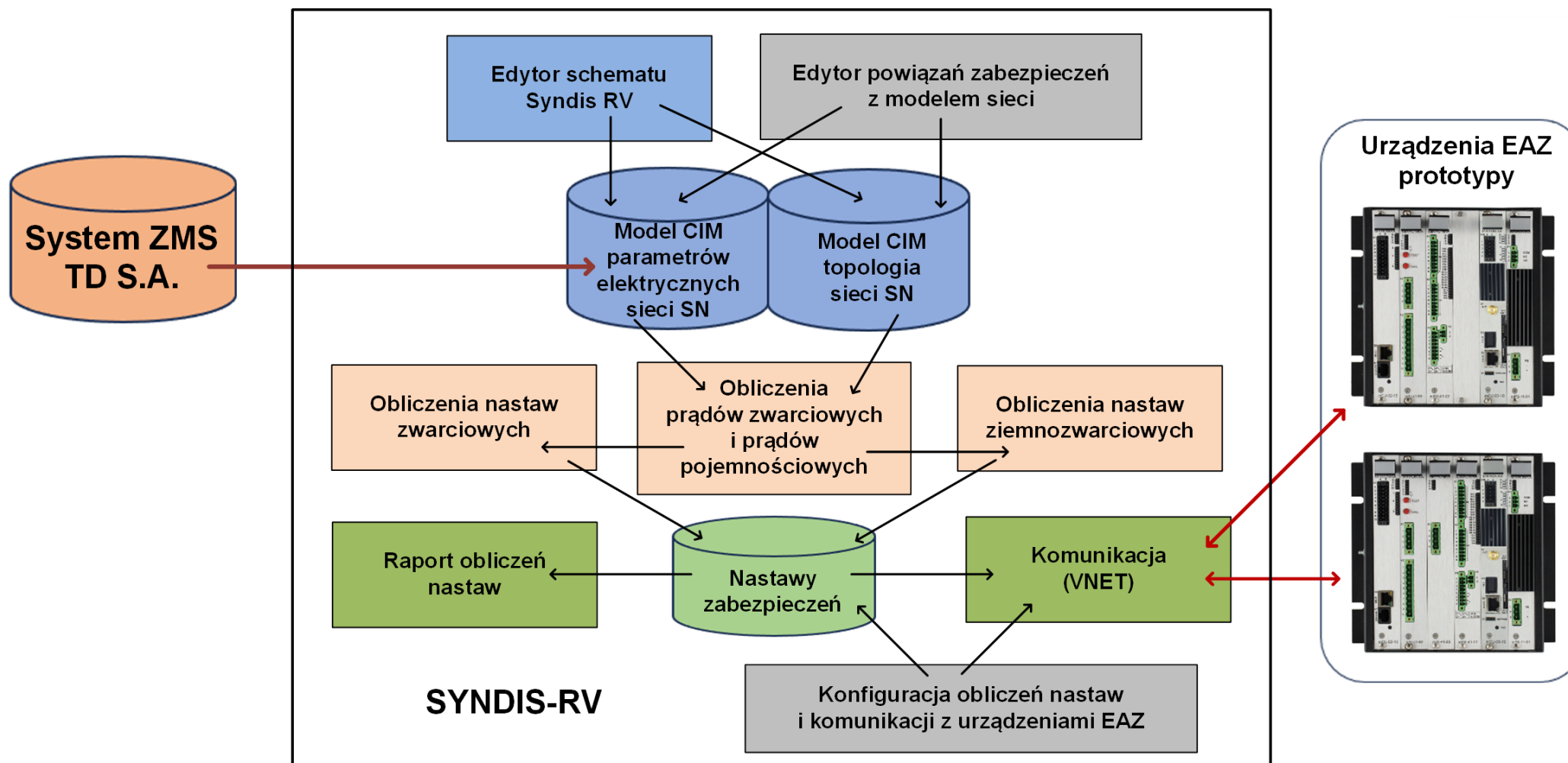
- szybkość procesora min. 300MHz
- rozmiar pamięci wewnętrznej min.256MB
- porty komunikacyjne: min. 1xRS232, 1xRS485, Ethernet,
- rodzaje mediów komunikacyjnych: skrętka, światłowód, GSM/2G/4G, TETRA.
- wymagane protokoły komunikacyjne: DNP3, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-104, IEC 61850
- zakresy temp. pracy min.: -5°C ÷ 50°C
- parametry kompatybilności środowiskowej: IEC 60255-26, IEC 61850-3
- poziom bezpieczeństwa cybernetycznego IT: IEC 62351
- Moc pobierana ze źródła zasilania: < 20W

**Urządzenia prototypowe spełniają ponadto poniższe wymagania:**

- realizują odbiór, przetworzenie i aktywacja obliczonych nastaw w czasie poniżej 30 sekund
- obsługują następujące protokoły komunikacyjne: DNP3, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-104, IEC61850.

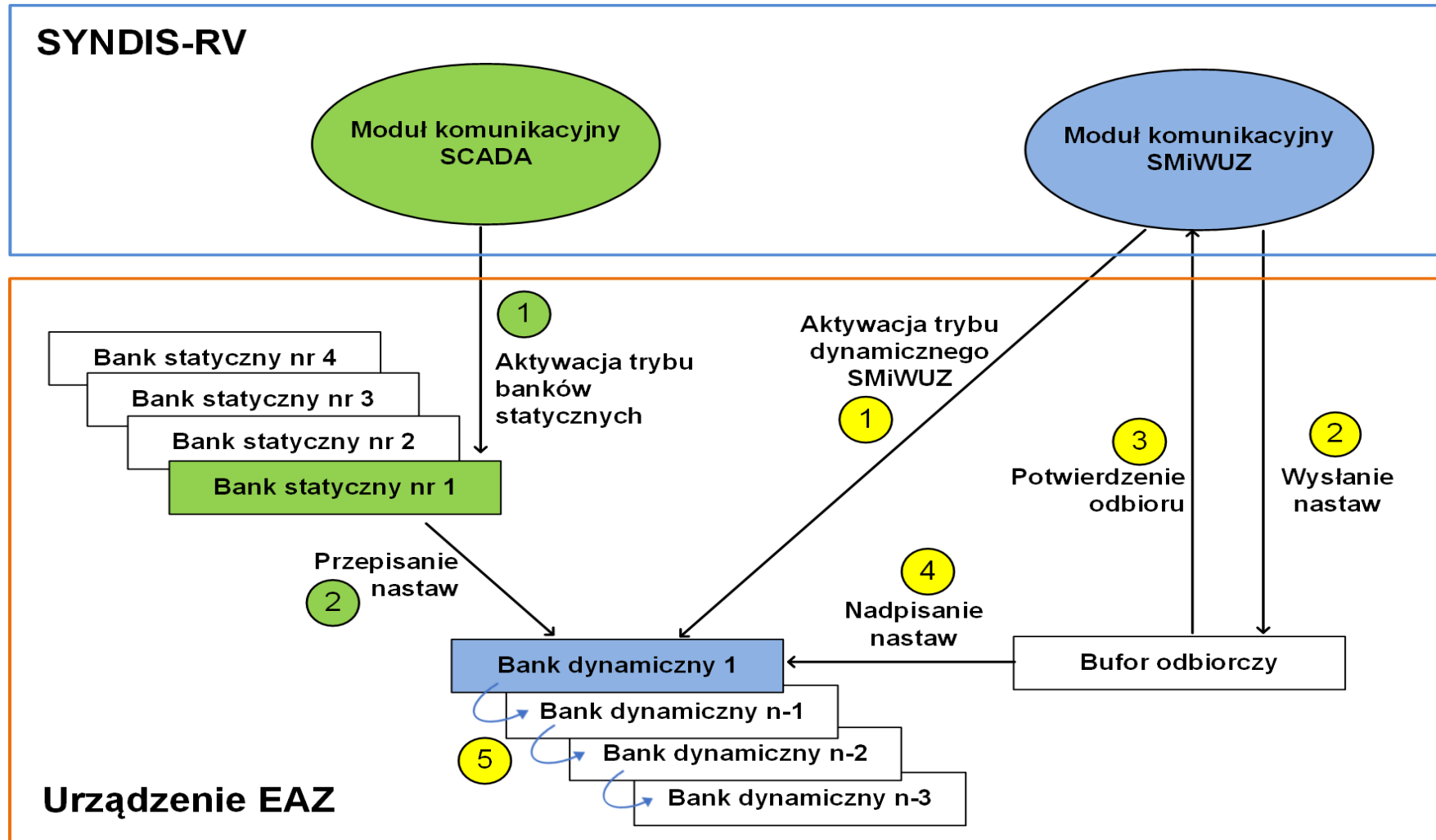
# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – konfiguracja systemu



# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – konfiguracja systemu





# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – obliczenia



- Wybrany fragment sieci SN tzw. obszar badawczo-testowy został wprowadzony do systemu SYNDIS-SMiWUZ.
- Parametry elektryczne i stan sieci zostały wprowadzone w opracowanym modelu zgodnym z normami CIM - IEC 61970, IEC61968.
- Proces importu i mapowania na model CIM był połączony z weryfikacją spójności danych z bazami systemu SCADA SYNDIS RV oraz systemu majątkowego ZMS.
- Dla modelu obszaru badawczo-testowy zbudowanego w systemie SYNDIS RV uruchomiono następujące obliczenia inżynierskie:
  - prądów zwarciovych
  - rozplwowych,
  - estymatora obciżeń,
  - optymalizacji punktów podziału.

*Powyższe moduły były niezbędne dla uzyskania przez system badawczy cech systemu SCADA DMS.*

# Smart Grid w sieciach SN

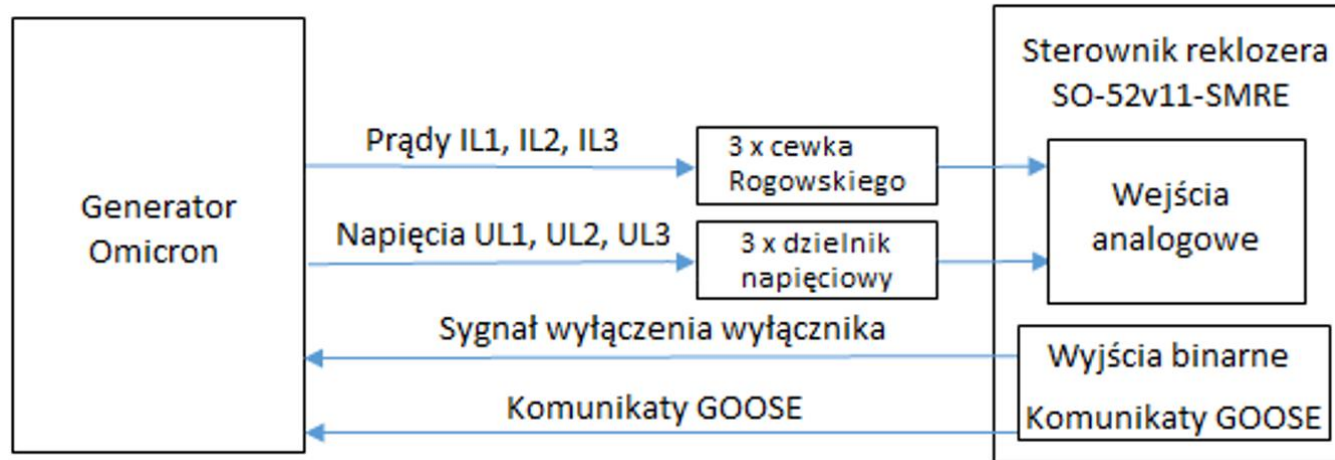
## SMiWUZ – realizacja – obliczenia



- Moduły obliczeniowe zostały uruchomione w środowisku laboratoryjnym Mikroniki.
- Moduły obliczeniowe współpracowały z systemem SYNDIS RV, korzystając z jego baz danych i modułów komunikacyjnych.
- Wyniki obliczeń modułów programowych porównane były z wynikami obliczeń inżynierów-specjalistów ds. EAZ TAURON Dystrybucja S.A.
- Dla 15 układów pracy sieci osiągnięto deklarowaną we wniosku zgodność.

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – schemat układu testowego

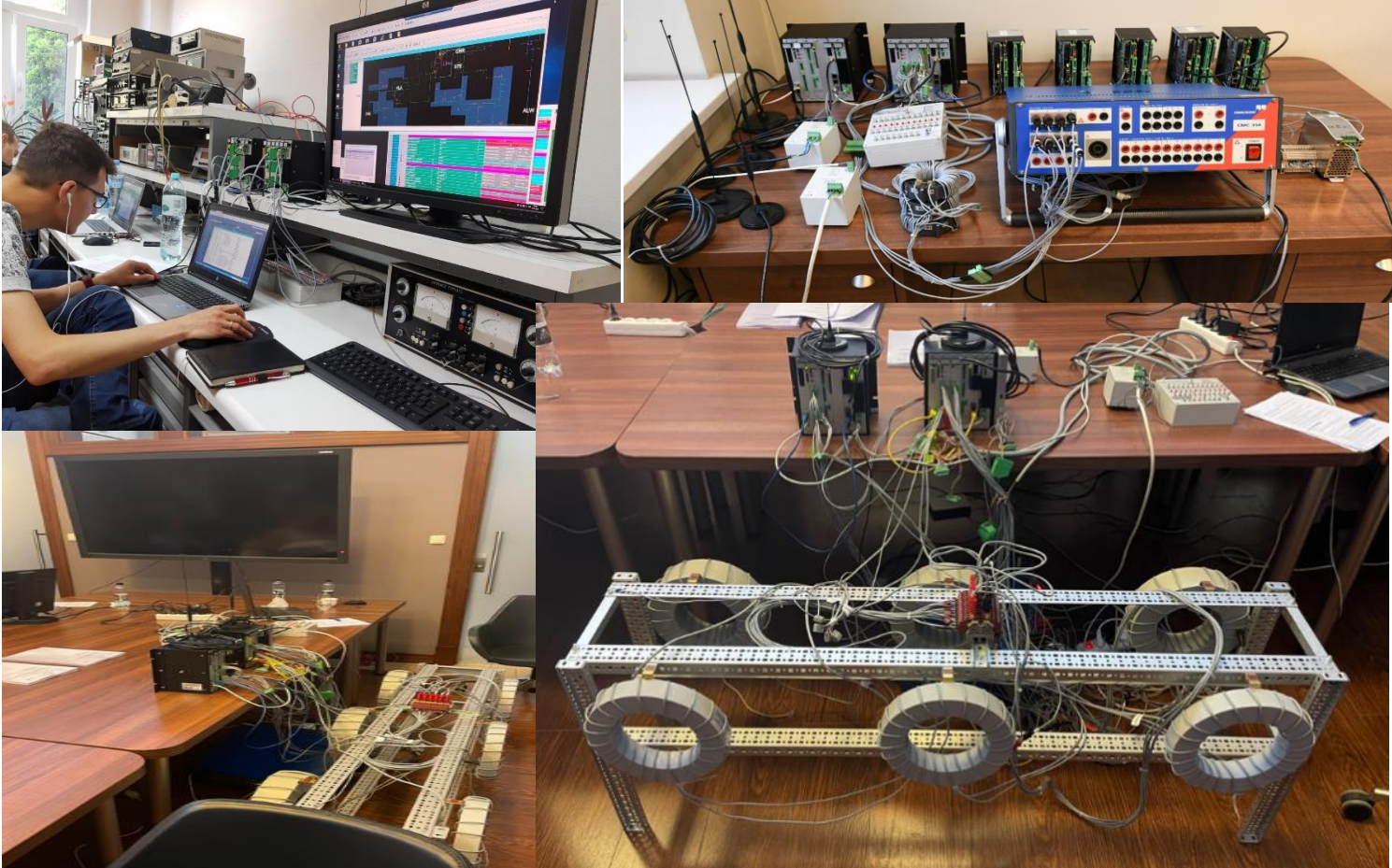


Podczas testów integracyjnych przeprowadzono szereg prób potwierdzających skuteczność systemu SMiWUZ w zakresie:

- obliczania nastaw funkcji zabezpieczeniowych,
- przesyłania nastaw do urządzeń prototypowych (SO-52v21-SMRE oraz SO-52v21-SMRO)
- przeładowania nastaw w urządzeniach prototypowych
- sprawdzenie poprawności działania modułów zabezpieczeniowych

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – testy laboratoryjne



### TESTY SYSTEMU w konfiguracji docelowej z urządzeniami w głębi sieci SN

Na obiektach w terenie na obszarze badawczo-testowym zainstalowano:

- 6 szt. **Sterownik SO-52v21-SMRO** - sterownik rozłącznika z funkcjonalnością sygnalizatora zwarć - obiekty zmodernizowane były już pod względem układów pomiarowych, wymieniono istniejące sterowniki na prototypy
- 2 szt. **Sterownik SO-52v21-SMRE** - sterownik reklozera z funkcjami zabezpieczeń SN - obiekty nowo zainstalowane dostosowane do sterowników prototypowych

Przeprowadzono testy na wybranych 4 z 15 wariantów układu pracy sieci.

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – testy terenowe

Reklozer THO-RC27 dostosowany do wymogów SMiWUZ



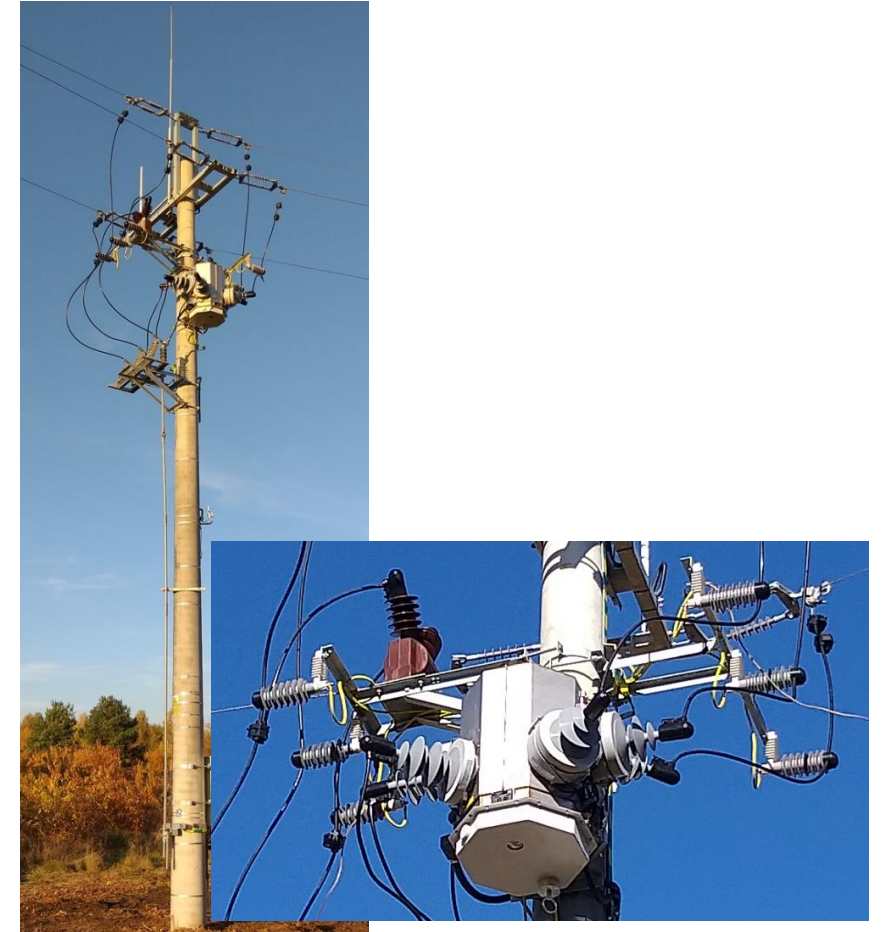
przed



po

modernizacji

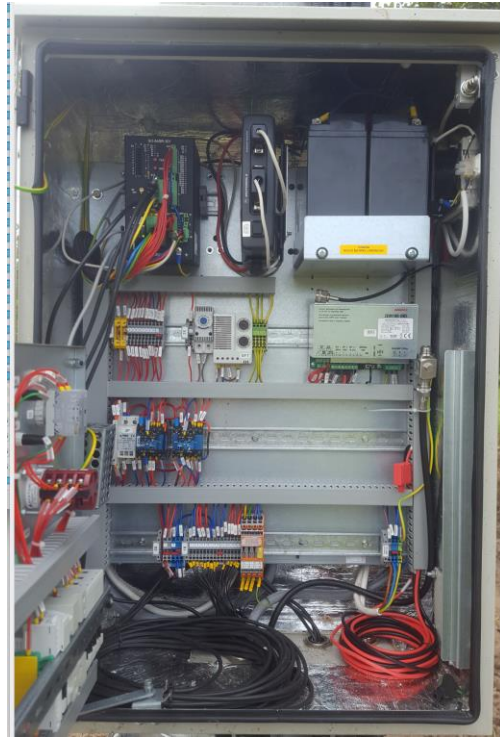
**Sterownik SO-52v21-SMRE**



# Smart Grid w sieciach SN SMiWUZ – realizacja – testy terenowe

Rozłącznik THO-24 dostosowany do wymagań SMiWUZ

**Sterownik SO-52v21-SMRO**



przed



po

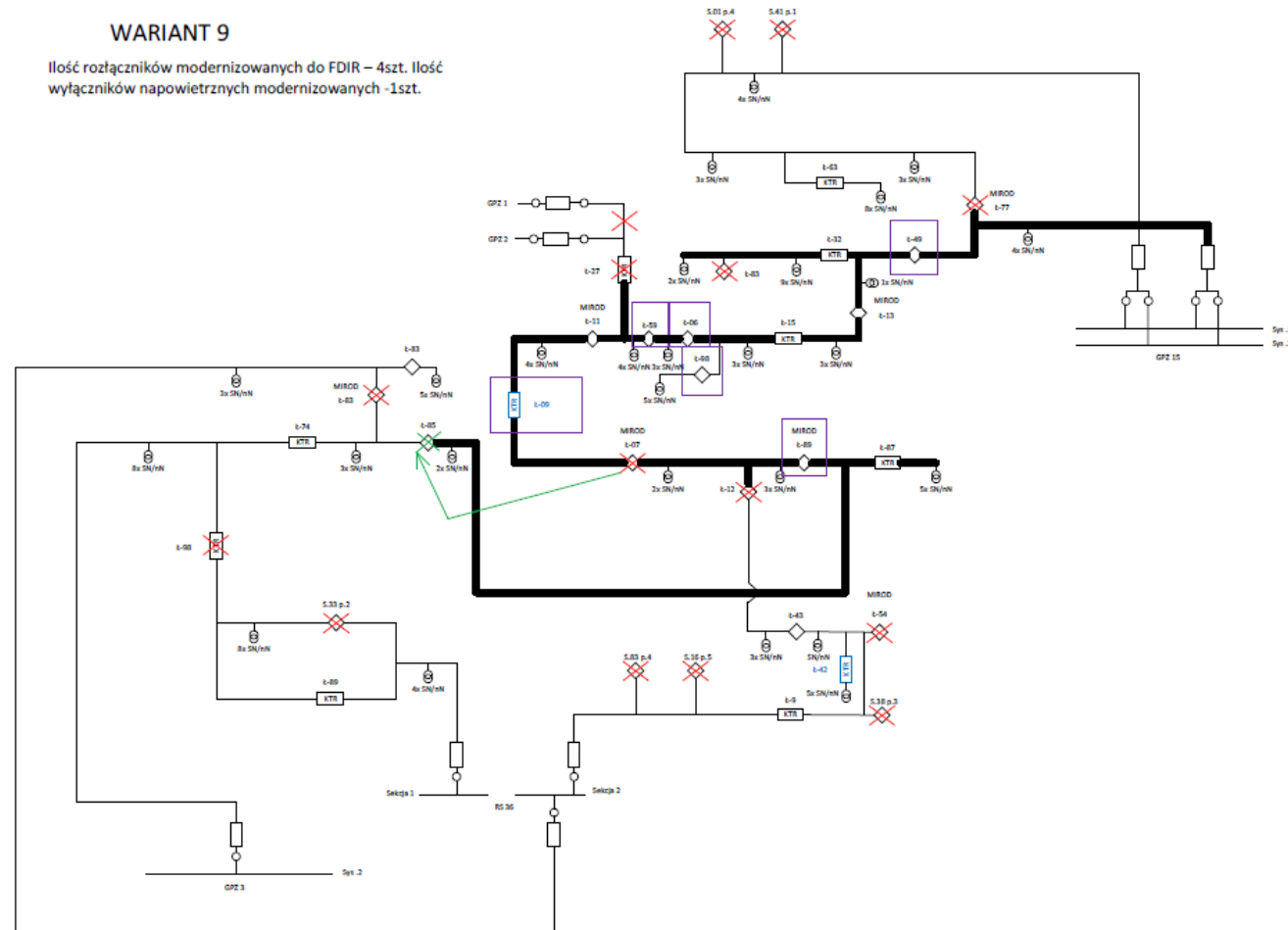
modernizacji



# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – realizacja – testy terenowe

Przykładowy wariant 9 układu pracy sieci SN (jeden z 15)

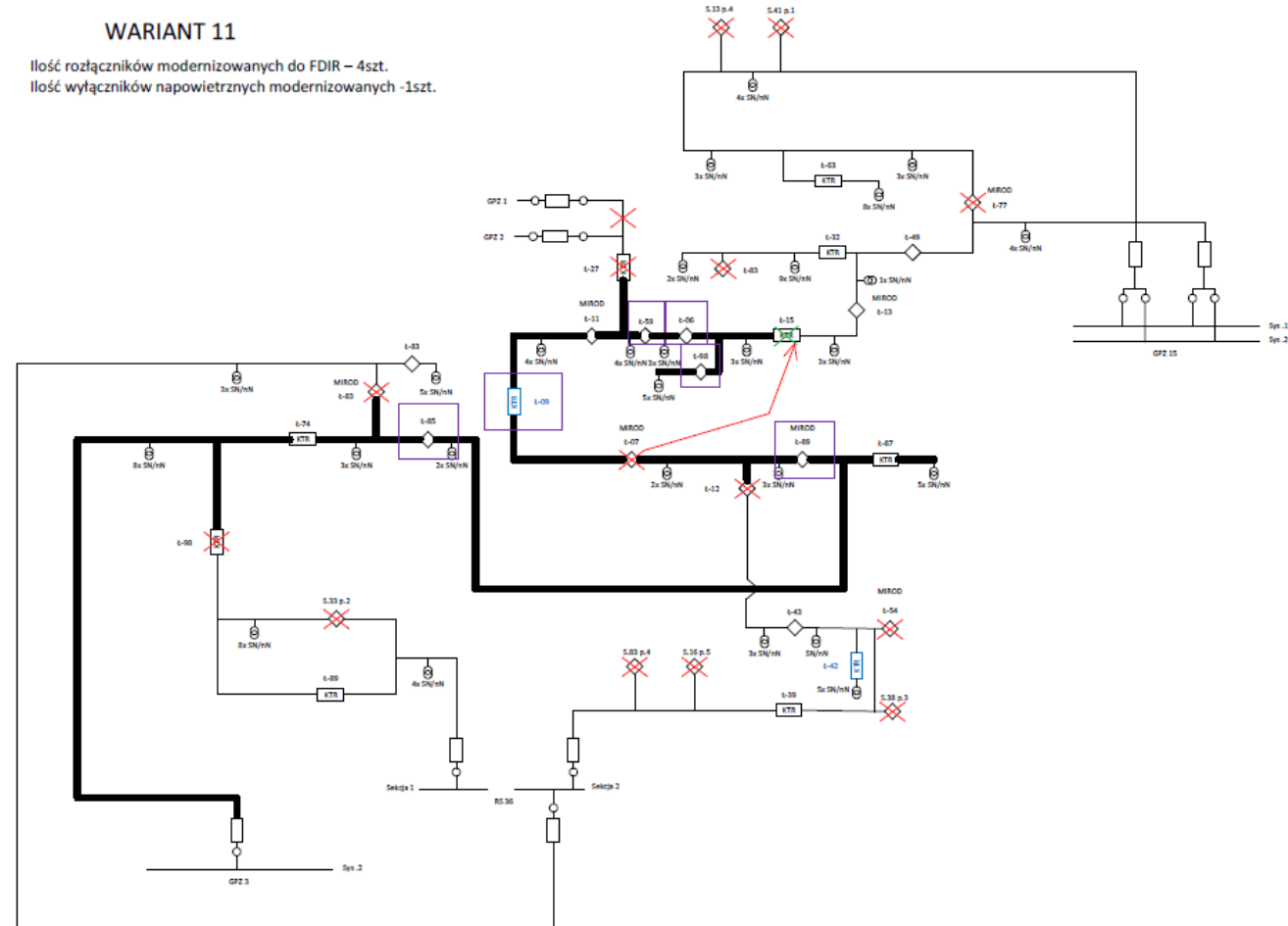




# Smart Grid w sieciach SN

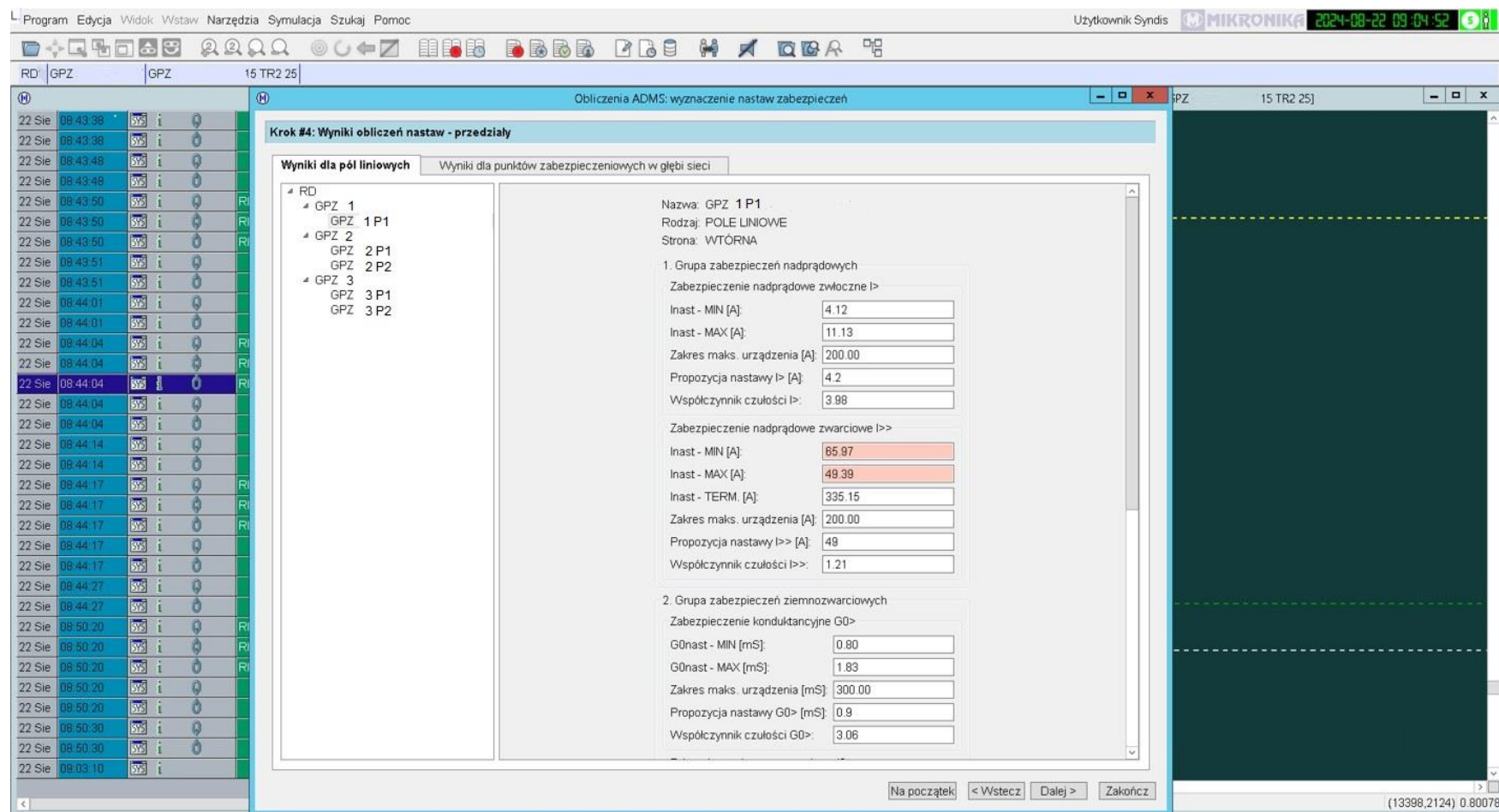
## SMiWUZ – realizacja – testy terenowe

Przykładowy wariant 11 układu pracy sieci SN (jeden z 15)



# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – przykładowe wyniki obliczeń – pole liniowe



The screenshot displays the ADMS software interface for configuring protection settings. The main window is titled "Obliczenia ADMS: wyznaczenie nastaw zabezpieczeń". The left sidebar shows a tree view of the network structure, including RD, GPZ 1, GPZ 2, and GPZ 3, with sub-items for P1 and P2. The main area shows the configuration for "Krok #4: Wyniki obliczeń nastaw - przedziały".

**Wyniki dla pól liniowych**

Wyniki dla punktów zabezpieczeniowych w głębi sieci

**GPZ 1 P1**

Nazwa: GPZ 1 P1  
Rodzaj: POLE LINIOWE  
Strona: WTÓRNA

**1. Grupa zabezpieczeń nadprądowych**

Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne |>

Inast - MIN [A]:	4.12
Inast - MAX [A]:	11.13
Zakres maks. urzędzenia [A]:	200.00
Propozycja nastawy  > [A]:	4.2
Współczynnik czułości  >:	3.98

Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove |>>

Inast - MIN [A]:	65.97
Inast - MAX [A]:	49.39
Inast - TERM. [A]:	335.15
Zakres maks. urzędzenia [A]:	200.00
Propozycja nastawy  >> [A]:	49
Współczynnik czułości  >>:	1.21

**2. Grupa zabezpieczeń ziemnozwarciowych**

Zabezpieczenie konduktancyjne G0>

G0nast - MIN [mS]:	0.80
G0nast - MAX [mS]:	1.83
Zakres maks. urzędzenia [mS]:	300.00
Propozycja nastawy G0> [mS]:	0.9
Współczynnik czułości G0>:	3.06

Buttons: Na początek, < Wstecz, Dalej >, Zakończ

(13398,2124) 0.80078

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – przykładowe wyniki obliczeń - reklozer

Program Edycja Widok Wstaw Narzędzia Symulacja Szukaj Pomoc      Użytkownik Syndis MIKRONIKA 2024-08-22 09:05:40

RD1 GPZ 1      GPZ1      15 TR2 25

Obliczenia ADM5: wyznaczenie nastaw zabezpieczeń

### Krok #4: Wyniki obliczeń nastaw - przedziały

Wyniki dla pól liniowych      Wyniki dla punktów zabezpieczeniowych w głębi sieci

- RD 1
  - GPZ 1
    - Pola RS
      - RS p.10
      - RS p.14
    - Reklozery
      - Ł39
      - Ł60
    - Sygnalizatory
      - Ł83
      - Ł43
  - GPZ 2
    - Pola RS
      - RS p.5
    - Reklozery
      - Ł88
      - Ł74
      - Ł87
    - Sygnalizatory
      - Ł85
      - Ł89
  - GPZ 3
    - Pola RS
    - Reklozery
      - Ł15
      - Ł32
      - Ł63
      - Ł81
    - Sygnalizatory
      - Ł98
      - Ł06
      - Ł11
      - Ł13
      - Ł49
      - Ł59

Nazwa: Ł39  
Rodzaj: REKLOZER  
Strona: PIERWOTNA

1. Grupa zabezpieczeń nadprądowych

Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne l>

Inast - MIN [A]:   
Inast - MAX [A]:   
Zakres maks. urządzenia [A]:   
Propozycja nastawy l> [A]:   
Współczynnik czułości l>:

Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove l>>

Inast - MIN [A]:   
Inast - MAX [A]:   
Inast - TERM. [A]:   
Zakres maks. urządzenia [A]:   
Propozycja nastawy l>> [A]:   
Współczynnik czułości l>>:

2. Grupa zabezpieczeń ziemnozwarciowych

Zabezpieczenie konduktancyjne G0>

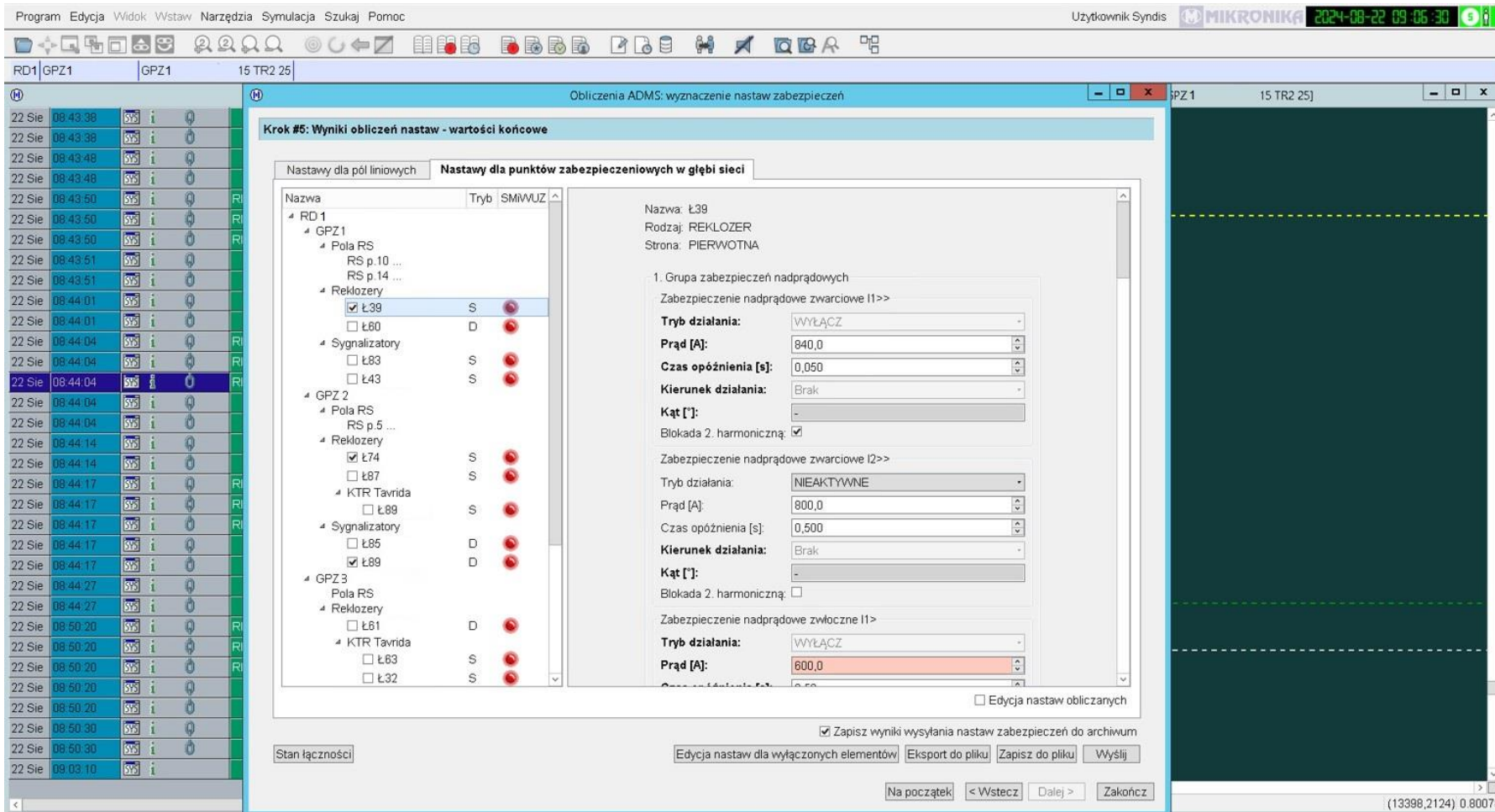
G0nast - MIN [mS]:   
G0nast - MAX [mS]:   
Zakres maks. urządzenia [mS]:   
Propozycja nastawy G0> [mS]:   
Współczynnik czułości G0>:

Na początek < Wstecz Dalej > Zakończ

(13398,2124) 0 80078

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – przykładowe wyniki obliczeń - reklozer



Program Edycja Widok Wstaw Narzędzia Symulacja Szukaj Pomoc Użytkownik Syndis MIKRONIKA 2024-08-22 09:06:30

RD1|GPZ1 | GPZ1 | 15 TR2 25

Obliczenia ADMS: wyznaczenie nastaw zabezpieczeń

### Krok #5: Wyniki obliczeń nastaw - wartości końcowe

Nastawy dla pól liniowych    Nastawy dla punktów zabezpieczeniowych w głębi sieci

Nazwa	Tryb	SMiWUZ
RD 1		
GPZ 1		
Pola RS		
RS p.10 ...		
RS p.14 ...		
Reklozery		
<input checked="" type="checkbox"/> Ł39	S	
<input type="checkbox"/> Ł80	D	
Sygnalizatory		
<input type="checkbox"/> Ł83	S	
<input type="checkbox"/> Ł43	S	
GPZ 2		
Pola RS		
RS p.5 ...		
Reklozery		
<input checked="" type="checkbox"/> Ł74	S	
<input type="checkbox"/> Ł87	S	
KTR Tawrida		
<input type="checkbox"/> Ł89	S	
Sygnalizatory		
<input type="checkbox"/> Ł85	D	
<input checked="" type="checkbox"/> Ł89	D	
GPZ 3		
Pola RS		
Reklozery		
<input type="checkbox"/> Ł81	D	
KTR Tawrida		
<input type="checkbox"/> Ł63	S	
<input type="checkbox"/> Ł32	S	

Nazwa: Ł39  
Rodzaj: REKLOZER  
Strona: PIERWOTNA

1. Grupa zabezpieczeń nadprądowych

Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove I1>>

Tryb działania: WYŁĄCZ  
Prąd [A]: 840,0  
Czas opóźnienia [s]: 0,050  
Kierunek działania: Brak  
Kąt [°]: -

Blokada 2. harmoniczną:

Zabezpieczenie nadprądowe zwarciove I2>>

Tryb działania: NIEAKTYWNE  
Prąd [A]: 800,0  
Czas opóźnienia [s]: 0,500  
Kierunek działania: Brak  
Kąt [°]: -

Blokada 2. harmoniczną:

Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne I1>

Tryb działania: WYŁĄCZ  
Prąd [A]: 800,0

Edycja nastaw obliczanych

Zapisz wyniki wysyłania nastaw zabezpieczeń do archiwum

Edycja nastaw dla wyłączonych elementów    Eksport do pliku    Zapisz do pliku    Wyślij

Na początek    < Wstecz    Dalej >    Zakończ

(13398,2124) 0.80078

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – przykładowe wyniki obliczeń i przesyłania nastaw

Program Edycja Widok Wstaw Narzędzia Symulacja Szukaj Pomoc Użytkownik Syndis MIKRONIKA 2024-08-22 10:08:47

RD1

ID	Data	Czas obliczeń [s]	Wysłane	Niewysłane	Status wysłania	Źródło przeliczeń nastaw	Status projektu
926	2024-08-21 15:08:06	1.457	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
927	2024-08-21 15:26:11	1.431	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
928	2024-08-22 08:43:33	0.390	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
929	2024-08-22 08:43:48	0.390	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
930	2024-08-22 08:44:01	0.390	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
931	2024-08-22 08:44:14	0.390	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
932	2024-08-22 08:44:27	0.390	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
933	2024-08-22 08:50:29	0.388	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓
934	2024-08-22 09:07:22	0.387	4	0	Pomyślnie wysłano nastawy na 4 z 4 urządzeń.	Tryb ręczny	✓

Widok raportu  Blokada tabeli

- ✦ Sygnalizatory
  - L83 S
  - L43 S
- ✦ GPZ 2
  - ✦ Pola RS
    - RS p.5 ...
  - ✦ Relekozery
    - L74 S
    - L87 S
  - ✦ KTR Tawrida
    - L89 S
  - ✦ Sygnalizatory
    - L85 D
    - L89 D
- ✦ GPZ 3
  - Pola RS
  - ✦ Relekozery
    - L81 D
  - ✦ KTR Tawrida
    - L63 S
    - L32 S

Tryb działania: NIEAKTYWNE  
Prąd 3I0 [A]: 16,2  
Czas opóźnienia [s]: 0,25  
Zabezpieczenie zerowoprądowe kierunkowe I0k>  
Tryb działania: NIEAKTYWNE  
Kierunek działania: Czynnoscowe - przód  
Kąt [°]: 0  
Prąd 3I0 [A]: 10,00  
Czas opóźnienia [s]: 1,00  
Zabezpieczenie konduktancyjne G0>  
Tryb działania: WYŁĄCZ  
Kierunek działania: Brak  
Kąt [°]: -  
Konduktancja [mS]: 0,60  
Czas opóźnienia [s]: 0,50

Edycja nastaw obliczanych

Zapisz wyniki wysłania nastaw zabezpieczeń do archiwum

Edycja nastaw dla wyłączonych elementów

Na początek < Wstecz > Dalej >

Stan łączności

Activate Windows  
Go to System in Control Panel to activate Windows.

(12480,1435) 0.91986

**Projekt B&R zakończył się pomyślnie w czerwcu 2022 roku !!!**

### WNIOSKI:

- **Podczas testów potwierdzono przyjęte założenia**
  - System prawidłowo wylicza i przesyła nastawy zarówno przy wyzwoleniu ręcznym jak i przy zdarzeniach z sieci SN (wyłączenie wyłączników z automatyki zabezpieczeniowej)
  - System SMiWUZ poprawnie współpracuje z systemem FDIR
  - Urządzenia prototypowe spełniają przyjęte założenia pod względem komunikacyjnym i funkcjonalnym
  - Realny czas obliczenia nastaw dla 8 obiektów na obszarze badawczo-testowym łącznie z ich wysłaniem do obiektów wynosił: 12-15 sek.

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – dalsze prace rozwojowe i wdrożeniowe



### **DALSZE PRACE ROZWOJOWE po zakończeniu projektu B+R:**

#### **Zakończone:**

- Pełna integracja systemu SMiWUZ z systemem produkcyjnym SCADA SYNDIS-RV
- Optymalizacja w zakresie współpracy z modułem FDIR (nie wszystkie pobudzenia będą wymuszać obliczenia i wysyłania nastaw np. „znieczulenie” na zdarzenia SPZ oraz przełączenia modułu FDIR)
- Optymalizacja w sposobie wysyłania wyliczonych nastaw (wysyłanie nastawy tylko do obiektów, w których nastąpiły zmiany nastaw o zadaną wartość )
- Uruchomienie drivera do urządzeń zabezpieczeniowych KTR firmy Tavrída – dla 8 szt.
- Optymalizacja obszarów obliczeń do obszaru zasilanego z danej sekcji GPZ, na której wystąpiło wymuszenie obliczeń (zmieniła się topologia sieci SN)

#### **W trakcie realizacji:**

- Rozwinięcie interfejsu komunikacji z użytkownikami - **w trakcie realizacji ( w 2024 r.)**
- Uwzględnienie źródeł wytwórczych w głębi sieci w algorytmach wyznaczania rozptyłów prądów zwarciovych oraz nastawy zabezpieczeń - **do realizacji (w 2025/2026 r.)**

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – podsumowanie



### 1. Model CIM

- a. Model topologiczny w SCADA SYNDIS
- b. Model parametrów elektrycznych (typy przewodów/kabli, ich długość, przekrój, moce trafo, itp.)

### 2. Podstawowy obszar obliczeń dla SMiWUZ

- a. **Sekcja GPZ** – system SCADA „śledzi” na bieżąco, które obiekty należą do danej sekcji GPZ. Po zmianie układu sieci następuje migracja obiektów pomiędzy sekcjami GPZ-ów
- b. Obliczenia wykonywane są dla danej sekcji GPZ lub kilku sekcji różnych GPZ-ów, w których nastąpiła zmiana układu.
- c. Umożliwia to etapowe wdrażanie systemu SMiWUZ

### 3. Wiele konfigurowalnych typów obiektów uwzględnianych w obliczeniach

- a. Reklozery – stopniowanie czasowe z GPZ i innymi reklozernami/wyłącznikami
- b. Rozłączniki z sygnalizatorami p.p.z.
- c. Łączniki podziałowe
- d. Obiekty przy generacjach (zazwyczaj reklozery) – konfiguracja stała, ale wpływająca na obliczenia i parametry innych obiektów



# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – podsumowanie



### 4. Urządzenia w głębi sieci SN współpracujące z SMiWUZ (odbierające zdalnie nastawy)

- a. Urządzenia firmy Mikronika
  - i. Zabezpieczenia współpracujące z reklozarami i wyłącznikami SN
  - ii. Zabezpieczenia współpracujące z rozłącznikami z sygnalizatorami p.p.z.
  
- b. Urządzenia/zabezpieczenia firmy Tavrída dla reklozera KTR – oddzielny driver
  - i. Nastawy przesyłane protokołem IEC 60870-5-104 do odpowiednich statycznych banków nastaw i potem banki są przełączane
  
- c. Urządzenia/zabezpieczenia innych firm – do napisania oddzielny/odpowiedni driver
  - i. Warunek konieczny to możliwość przesyłania nastaw do zabezpieczenia protokołem komunikacyjnym IEC 60870-5-104 lub DNP3 (nie programem fabrycznym !!!)

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – podsumowanie



### 5. Wyzwolenie systemu SMIWUZ poprzez zmianę układu sieci

- a. Start obliczeń SMIWUZ po zakończeniu rekonfiguracji sieci SN przez moduł FDIR
- b. Start obliczeń SMIWUZ po każdym przełączeniu sieci przez Operatora lub wyzwolenie przez operatora po zakończeniu operacji łączeniowych
  - i. Prace planowe
  - ii. Zmiana układu normalnego
  - iii. itp.
- c. Start obliczeń SMIWUZ poprzez niezależne (w dowolnym momencie) wyzwolenie przez Operatora (np. w celu sprawdzenia poprawności działania systemu)

### 6. Praca systemu SMIWUZ w trybie symulacji (off-line)

- a. Możliwość wyliczenia nastaw dla różnych symulowanych układów sieci SN i ich weryfikacja przez Wydziały Zabezpieczeń

# Smart Grid w sieciach SN

## SMiWUZ – podsumowanie



### **7. Walidacja wyników obliczeń**

- a. Jeśli jakiś parametr nie mieści się we wcześniej zadeklarowanych przedziałach to dla tej sekcji przerywany jest dalszy proces, następuje ALARM (co i gdzie jest źle) i SMIWUZ zostaje zatrzymany

### **8. Automatyczne wysyłanie nastaw do obiektów w głębi sieci SN (konfigurowane)**

- a. Do wszystkich obiektów niezależnie od zmian parametrów
- b. Tylko do tych, w których nastąpiła zmiana wartości nastawy o skonfigurowany wcześniej przedział (procentowy lub wartościowy)

### **9. Prezentacja wyników obliczeń i transmisji**

- a. Na ekranach/oknach z poziomu systemu SCADA
- b. Eksport do Excela lub PDF

### **10. Archiwizacja wyników obliczeń**

Referat stanowi rozpowszechnienie rezultatów projektu „Opracowanie innowacyjnego systemu skutecznego monitorowania i wspierania urządzeń zabezpieczeniowych spełniających założenia DMS (Distribution Management System) wraz z opracowaniem prototypu sterowników zabezpieczeń (w tym sygnalizatorów) na sieci SN” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, Działanie 1.2. Sektorowe programy B+R.

Termin realizacji projektu: 2018-08-01 do 2022-06-30

Całkowity koszt realizacji projektu netto: 7 013 100,00 zł

Wkład Funduszy Europejskich: 4 026 587,50 zł



Dziękujemy za uwagę