

# Tavrída Electric - system identyfikacji zwarć i rekonfiguracji sieci SN po wystąpieniu zakłócenia – wdrożenia pilotażowe w Grupie Tauron

Lech Wierzbowski

TAVRIDA ELECTRIC POLSKA sp. z o.o.

**Streszczenie**—Referat przedstawia alternatywne, w stosunku do systemów scentralizowanych, rozwiązanie układu identyfikacji zwarć i rekonfiguracji sieci SN po wystąpieniu zakłócenia. Idea opiera się na samoczynnym działaniu poszczególnych wyłączników, którym programowo przypisuje się funkcje reklozera lub sekcjonizera.

**Słowa kluczowe**—reklozer; sekcjonizer; REZIP® sieci SN

## I. WSTĘP

Dyskusje na konferencjach [1][2] i w prasie technicznej[3][4] na temat układów identyfikacji zwarć i restytucji zasilania koncentrują się aktualnie na systemach centralnych realizowanych z poziomu SCADA. Padają stwierdzenia, że wyczerpały się już proste metody poprawy współczynników SAIDI i SAIFI.

Trudno się nie zgodzić z ogólnym poglądem, że obecnie należy patrzeć na to zagadnienie w znacznie szerszym ujęciu. Rodzi się jednak pytanie, czy słuszną jest koncepcja zakładająca budowę systemów scentralizowanych obejmujących swym zasięgiem duże obszary sieci, analizujących duże ilości danych, których zadaniem będzie zarówno sterownie prostymi operacjami przywracania zasilania w przypadku lokalnych awarii, jak i optymalizacja zasilania dla dużych awarii obejmujących większe obszary.

W przypadku awarii lokalnej eliminacja zwarcia i przywrócenie zasilania opiera się na prostych algorytmach. Logika działania układu automatyki lokalnej i systemu nadrzędnego jest taka sama. Czy zatem, w tych warunkach, jest niezbędne angażowanie systemów nadrzędnych jeśli można problem rozwiązać na miejscu wykorzystując dostępne na rynku, w wielu punktach sieci już obecnie eksploatowane urządzenia? Oczywiście mówimy o układach, które w przyszłości w sposób płynny zostaną włączone do nadrzędnego systemu automatyzacji sieci działającego na wyższym poziomie.

Tworząc lokalne układy automatyki unikamy kluczowego problemu występującego w sterowaniu i automatyce sieci SN, mianowicie niestabilnej i awaryjnej łączności.

Referat omawia alternatywne, w stosunku do systemów scentralizowanych, proste układy automatyki lokalnej zabudowane w sieciach spółki Tauron Dystrybucja S.A. W

opisanych układach wykorzystano reklozery KTR27 firmy Tavrída Electric oraz zbiór funkcji dostępnych w tych aparatach umożliwiających stworzenie opisanych rozwiązań.

Przedstawione zostaną rozproszone systemy samoczynnego załączania rezerwy (SPZ) i lokalny układ identyfikacji zwarć i rekonfiguracji sieci SN po wystąpieniu zakłócenia obejmujący trzy linie podstawowe połączone w dwóch miejscach układami SPZ.

## II. SYSTEM REZIP®

### A. Reklozer KTR27 (Rec25\_A1)

Reklozer KTR27 (Rec25\_A1), zgodnie z koncepcją działania inteligentnych sieci elektroenergetycznych, jest konstrukcyjnie i funkcjonalnie urządzeniem kompletnym. Jest wyłącznikiem, z czego jednoznacznie wynika, że może wyłączać bezpośrednio prądy zwarcia. Posiada rozbudowaną automatykę i działa autonomicznie w oparciu o własne, bieżące pomiary parametrów sieci. Najwyższej klasy układ pomiarowy każdego z aparatów mierzy poziom napięcia przed i za reklozorem, wartości prądów w każdej fazie oraz składową zerową prądu zwarcia. Jest niezależny, a konfiguracja EAZ jest możliwa zarówno lokalnie jak i zdalnie.

### B. Automatyka REZIP®

Automatyka REZIP® to zbiór funkcji zaimplementowanych w reklozerach KTR27 (Rec25\_A1) firmy TAVRIDA ELECTRIC, umożliwiających stworzenie dla określonego obszaru sieci SN systemu automatycznej identyfikacji zwarć oraz restytucji zasilania na obszarach nie objętych bezpośrednio awarią. System realizuje wszystkie funkcje opisujące standardowy system odbudowy zasilania.

Algorytm wykrywa i izoluje zwarcie oraz automatycznie rekonfiguruje sieć w celu przywrócenia zasilania dla jak największej liczby odbiorców. Odpowiednie rozmieszczenie wyłączników z aktywną funkcją REZIP (sekcjonizerów REZIP) umożliwia wyłączanie prądów zwarcia maksymalnie blisko miejsca wystąpienia awarii.

System REZIP® zapewnia selektywne działanie dowolnej ilości wyłączników (sekcjonizerów REZIP). W każdym momencie jest możliwe zwiększenie ilości punktów podziału

przez zabudowę kolejnych sekcjonerów REZIP. Funkcję przypisaną wyłącznikowi - reklozer lub sekcjoner REZIP - aktywuje się programowo. Tym samym w dowolnej chwili sekcjonerowi REZIP można przywrócić funkcję reklozera i odwrotnie.

### C. Autonomia funkcjonowania

Mając na bieżąco pełny obraz stanu sieci system REZIP® nie wymaga komunikowania się z otoczeniem, tym samym łączność z systemem SCADA nie determinuje działania systemu. Algorytm funkcjonowania wynika wyłącznie z aktualnego, zidentyfikowanego przez układy pomiarowe stanu sieci oraz wprowadzonych wcześniej parametrów determinujących działanie systemu REZIP®. Dla działania automatyki REZIP nie jest również wymagana łączność między poszczególnymi wyłącznikami. W tym rozwiązaniu rolę telemechaniki jest wyłącznie bieżące informowanie dyspozytora o automatycznym działaniu wyłączników oraz przekazywanie danych o parametrach i stanie sieci. Natomiast dyspozytor i system nadrzędny zachowują w pełni kontrolę nad działaniem automatyki REZIP. W każdym momencie jest możliwa ingerencja w realizowane procedury.

### D. Dynamiczna zmiana nastaw

Ważnym narzędziem zastosowanym w reklozerach KTR27 (Rec25\_A1) zapewniającym poprawną pracę w układzie z dwoma źródłami zasilania jest możliwość dynamicznej zmiany nastaw w zależności od kierunku przepływu mocy. Rozwiązanie to umożliwia dopasowanie nastaw do źródeł o różnych mocach zwarciovych. Ponadto pozwala na zdefiniowanie nowego czasu działania zabezpieczeń, co gwarantuje zachowanie selektywności działania zabezpieczeń przy zmianie konfiguracji sieci. Zmiany nastaw odbywają się automatycznie bez udziału dyspozytora. W sytuacji kiedy dyspozytor zmienia konfigurację sieci bez zastosowania automatu SZR to oprócz funkcji dynamicznej zmiany nastaw, dyspozytor ma do wykorzystania 4 banki wcześniej przygotowanych nastaw. Wybranie jednego z czterech banków powoduje dostosowanie zabezpieczeń do aktualnego stanu sieci, ale także może zmienić funkcjonalność urządzenia z reklozera na sekcjoner REZIP i odwrotnie.

### E. Bezpieczeństwo działania systemu

System REZIP® zbudowany jest w oparciu o reklozery KTR, co oznacza, że każdy przedstawiony w opisie punkt jest wyłącznikiem. Parametry wyłączników pozwalają dyspozytorowi na bezpieczne manewrowanie nimi zarówno w normalnych warunkach pracy, jak i w sytuacjach awaryjnych.

Dyspozytor dysponuje danymi o przebiegu prądów zwarc międzyfazowych i doziemnych. Informacja o zidentyfikowaniu prądu zwarcia jest generowana i przekazywana do systemu SCADA przez automatykę zabezpieczeniową zarówno reklozerów jak i sekcjonerów. Tym samym działanie systemu jest pod kontrolą i łatwe do przewidzenia.

Cykl automatycznej odbudowy zasilania na obszarze objętym systemem REZIP® w aktualnie testowanym układzie nie powinien przekroczyć 1 minuty. Na etapie wdrażania systemu w tym momencie dyspozytor będzie miał możliwość

wykonania dodatkowych przełączeń zgodnie ze swoją wiedzą i doświadczeniem.

Przy wyłączeniach planowanych fragmenty sieci pod napięciem są chronione według standardowych zasad, zgodnie z logiką REZIP. Podobna sytuacja występuje w każdym fragmencie sieci, któremu w wyniku działania systemu REZIP po wykryciu awarii zostało przywrócone zasilanie.

Decyzję o podaniu napięcia na wyłączony odcinek sieci po usunięciu awarii podejmuje zawsze dyspozytor i osobiście dokonuje odpowiednich przełączeń.

### F. Możliwość działania w systemie centralnego sterowania

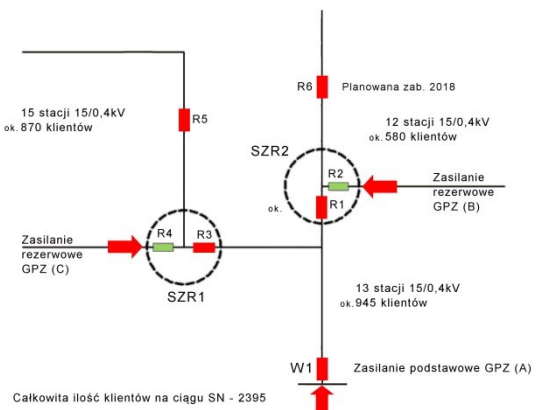
System REZIP® w żadnym przypadku nie ogranicza możliwości budowy w przyszłości inteligentnych systemów automatyki restytucyjnej na poziomie SCADA. Jest tworzony ze świadomością, że w przyszłości będzie elementem globalnego systemu automatyki restytucyjnej zarządzanej z wyższego poziomu. Obszar objęty automatyką REZIP w każdym momencie można włączyć do takiego systemu. Reklozery KTR i sekcjonery REZIP umożliwiają natomiast stworzenie systemu restytucji zasilania dla stosunkowo dużych obszarów sieci już na etapie wyposażania linii w łączniki kupowane w ramach modernizacji infrastruktury sieci SN.

## III. PRZYKŁADY UKŁADÓW AUTOMATYKI LOKALNEJ

### A. Układy samoczynnego załączania rezerwy (SZR)

zabudowane w sieciach spółki Tauron Dystrybucja S.A.

Oddział Bielsko-Bialski spółki Tauron Dystrybucja S.A. jako pierwszy w polskiej energetyce zaczął instalować reklozery firmy Tavrida Electric. Stosunkowo wcześniej w Bielsku-Białej zaczęto również myśleć nad wykorzystaniem automatyki reklozerów do budowy układów SZR opierających się na informacjach z własnych układów pomiarowych. W efekcie w jednym z regionów oddziału działają już aktualnie cztery układy SZR i rozważa się budowę kolejnych. Specyficzną cechą tych instalacji jest zabudowa dwóch reklozerów tworzących układ SZR na jednym stanowisku słupowym. Nie jest to wymóg konieczny przy budowie stanowiska SZR, natomiast pozwala na utworzenie między reklozernami dodatkowych wzajemnych blokad elektrycznych.



Rys. 1. Automatyka lokalna- układy zasilania rezerwowego

Wybierając miejsca budowy punktów SZR brano pod uwagę awaryjność linii oraz optymalny podział linii ze względu na ilość odbiorców. Na rys. 1 przedstawiono dwa punkty SZR zrealizowane w ubiegłym roku.

Linia główna o długości 41 km, wychodząca z GPZ A zasila łącznie 2383 odbiorców. Układy SZR 1 i SZR 2 dzielą linię na grupy po 945/862/576 odbiorców. W punktach podziału pracują reklozery R2 i R4 skonfigurowane do pracy w linii pierścieniowej z aktywną funkcją SZR. Pracują jako normalnie otwarte wyłączniki kontrolujące napięcie po obu stronach aparatu.

W sieci przedstawionej na rys. 1 w przypadku zwarcia za reklozorem R5, reklozerek ten ogranicza obszar oddziaływania awarii tylko do części odbiorców z grupy C. Taka sama będzie rola reklozera R6 w przypadku odbiorców grupy B. Podobną rolę w sieci pełnią reklozery R1 i R3 dla zwarć występujących bezpośrednio za reklozerekami z tym, że tym razem od zasilania odcięte zostaną całe grupy odbiorców B i C.

Najbardziej krytyczne, z punktu widzenia wielkości potencjalnego obszaru objętego wyłączeniem, jest zwarcie między GPZ(A) a reklozerekami R1 i R3. Problem został jednak rozwiązany przez zbudowanie układów automatyki lokalnej reprezentowanych w tym przypadku przez węzły SZR1 i SZR2.

W chwili zwarcia zadziała automatyka zabezpieczeniowa GPZ(A) otwierając wyłącznik W1. Po otwarciu się wyłącznika reklozery R1 i R3 rozpoznają zanik napięcia od strony GPZ(A) i otwierają się. Równocześnie w reklozerekach R2 i R4 pobudza się automatyka SZR. Reklozery R2 i R4 po

napięcia nastąpił w wyniku zadziałania automatyki reklozera R1 (R3), czyli miało miejsce zwarcie za reklozerekami R1 (R3).

#### B. 2. Wdrożenie pilotażowe systemu REZIP© na obszarze spółki Tauron Dystrybucja

##### Konfiguracja reklozerek

Reklozery umieszczone w głębi sieci działające w systemie REZIP© zawsze mają przypisaną jedną z dwóch funkcji, reklozera lub sekcjonizera REZIP. Natomiast w zależności od miejsca usytuowania w sieci, reklozery są skonfigurowane do pracy:

- w linii pierścieniowej
- w linii promieniowej,
- jako sekcjonizery REZIP,
- jako reklozery w punkcie podziału sieci.

Na rys. 2 przedstawiono przykład usytuowania w sieci reklozerek skonfigurowanych do pracy zgodnie z powyższą podaną specyfikacją.

#### IV. KONFIGURACJA REKLOZERÓW PRACUJĄCYCH W SIECI PIERŚCIENIOWEJ

Podstawowym elementem pracy reklozerek skonfigurowanych do pracy w pierścieniu w całym systemie REZIP jest nastawa zabezpieczenia od zaniku zasilania LS oraz automatyki SPZ po LS. Reklozery kontrolują na bieżąco napięcie linii SN. W przypadku utraty zasilania (planowe lub awaryjne) reklozerek otworzy się od zabezpieczenia LS po



Rys. 2. Przykład rozmieszczenia reklozerek w sieci SN

odliczeniu czasu SZR zamykają się podając odbiorcom B i C zasilanie z kierunków rezerwowych. W wyniku zadziałania automatyki tylko odbiorcy z grupy A odczują skutki awarii.

Automatyka SZR może być aktywowana tylko na otwartym wyłączniku. Po załączeniu reklozera fragment sieci pracuje z zasilaniem rezerwowym. Po usunięciu awarii i przywróceniu podstawowego układu sieci konieczne jest powtórne aktywowanie automatyki SZR.

W obu opisanych układach SZR wykorzystano bliskie sąsiedztwo aparatów i stworzono dodatkową blokadę elektryczną. Reklozerek R2 (R4) nie zamknie się, gdy zanik

upływie nastawionego czasu, np. 2s i jednocześnie uruchomi automatykę SPZ po LS. Po powrocie napięcia na linię, stosownie do nastawionego czasu, np. po 1s, nastąpi automatyczne zamknięcie wyłącznika. Czas oczekiwania na powrót napięcia jest ograniczony parametrem ART, np. 3 min. Po upływie tego czasu automatyka jest kasowana i wyłącznik pozostaje otwarty. W przypadku planowego wyłączenia linii, chcąc uniknąć automatycznego otwarcia wyłącznika należy zablokować na ten czas zabezpieczenia.

Nastawa zabezpieczenia od zaniku zasilania LS determinuje także poprawną współpracę reklozerek z

sekcjonizerami REZIP podczas odbudowy zasilania ze źródła rezerwowego.

Reklozery pracujące w sieci pierścieniowej mogą być zasilane ze źródeł z różnych kierunków. W efekcie, w sytuacji zmiany konfiguracji sieci w przypadku tych reklozerów, może zmienić się kierunek przepływu mocy. A zatem wymagany zestaw nastaw zabezpieczeń musi uwzględniać zasilanie ze źródła podstawowego i ze źródła rezerwowego. Generalnie reklozer KTR posiada 4 grupy nastaw, które mogą być zmieniane lokalnie lub zdalnie. W sytuacji gdy reklozer skonfigurowany jest do pracy w pierścieniu, to w każdej z czterech grup mamy do dyspozycji dwa zestawy nastaw. Gdy uaktywnimy funkcję SD, wybór nastaw dla strony zasilania odbywa się automatycznie bez udziału dyspozytora.

#### V. KONFIGURACJA REKLOZERÓW PRACUJĄCYCH W LINII PROMIENIOWEJ

Reklozery pracujące w linii promieniowej nie wymagają aktywowania zabezpieczeń LS i automatyki SPZ po LS. Parametr ART może być ustawiony na minimalną wartość Imin.

#### VI. KONFIGURACJA REKLOZERÓW PRACUJĄCYCH JAKO SEKCJONIZERY Z AUTOMATYKĄ REZIP

Reklozer pracujący jako sekcjonizer w systemie REZIP© w czasie normalnej pracy ma zablokowane zabezpieczenia OC1, OC2, OC3, EF1, EF2, EF3 i nie otworzy się on nawet przy przepływie prądu zwarciego. Natomiast w chwili zamknięcia zabezpieczenia te są odblokowane na 100ms i przy załączeniu na zwarcie sekcjonizer otworzy się. Aktywne jest zabezpieczenie od utraty zasilania LS oraz związany z tym zabezpieczeniem automat SPZ po LS .

zainstalowanych w linii sekcjonizerów, to reklozer zamyka się, zasilając odbiorców, którzy nie są w obszarze objętym zakłóceniem.

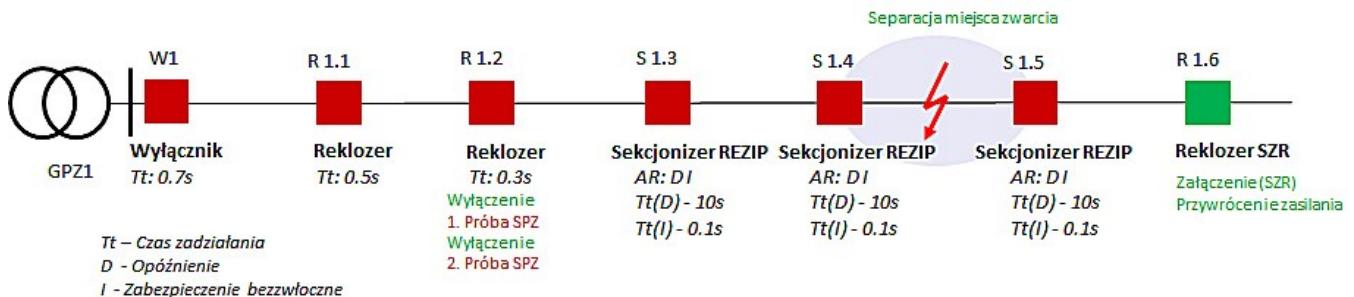
Automatyka SZR może być aktywowana tylko na otwartym wyłączniku. Po załączeniu reklozera fragment sieci pracuje z zasilaniem rezerwowym. Po usunięciu awarii i przywróceniu podstawowego układu sieci konieczne jest powtórne aktywowanie automatyki SZR.

#### VIII. ZASADA DZIAŁANIA SYSTEMU REZIP©

W momencie wystąpienia zwarcia na linii w miejscu zaznaczonym na rys. 3 automatyki zabezpieczeniowe reklozerów R1.1 i R1.2 oraz wyłącznika W1 w GPZ, czyli aparatów znajdujących się „powyżej” miejsca zwarcia, rozpoznają awarię. Otwiera się jednak tylko reklozer R1.2. Wynika to z selektywnego działania zabezpieczeń w linii. Reklozer R1.2 ma najkrótszy czas zadziałania. Otwierając się wykonuje równocześnie pierwsze wyłączenie w cyklu SPZ. Sieć „poniżej” reklozera zostaje pozbawiona zasilania. Odbiorcy energii na odcinku sieci pomiędzy GPZ a reklozerm R1.2 nie doświadczają awarii. Jeśli zwarcie ma charakter nieprzemijający reklozer R1.2 wykonuje drugie wyłączenie w cyklu SPZ.

Sekcjonizery REZIP S1.3 i S1.4 rozpoznają zanik napięcia, który ma miejsce na tym odcinku sieci w pierwszym i drugim cyklu SPZ. Odmierzają czas zaniku napięcia . Przedłużający się ponad 2s stan beznapięciowy (druga przerwa beznapięciowa) powoduje, że wszystkie sekcjonizery REZIP „poniżej” reklozera otwierają się. Równocześnie aktywowana jest funkcja bezzwłocznego otwarcia się sekcjonizera w sytuacji jego załączenia na zwarcie.

Po wykonaniu drugiego załączenia w cyklu SPZ (w przedstawionym przykładzie 10s) reklozer R1.2 pozostaje w stanie zamkniętym. Jest odseparowany od miejsca zwarcia przez sekcjonizery. Sekcjonizer S1.3 wykrywa obecność



Rys. 3. Schemat działania systemu REZIP©

#### VII. KONFIGURACJA REKLOZERÓW PRACUJĄCYCH W PUNKTACH PODZIAŁU

W punktach podziału pracują reklozery skonfigurowane do pracy w linii pierścieniowej z aktywną funkcją SZR. Pracują jako normalnie otwarte wyłączniki kontrolujące napięcie po obu stronach aparatu. W przypadku zaniku napięcia z dowolnej strony wyłącznika odliczany jest czas do odbudowy zasilania. W przypadku, kiedy napięcie nie odbuduje się w czasie wynikającym z automatyki SPZ i automatyki SPZ po LS,

napięcia od strony zasilania i po czasie 1s zamyka się. Wszystkie kolejne sekcjonizery działają identycznie.

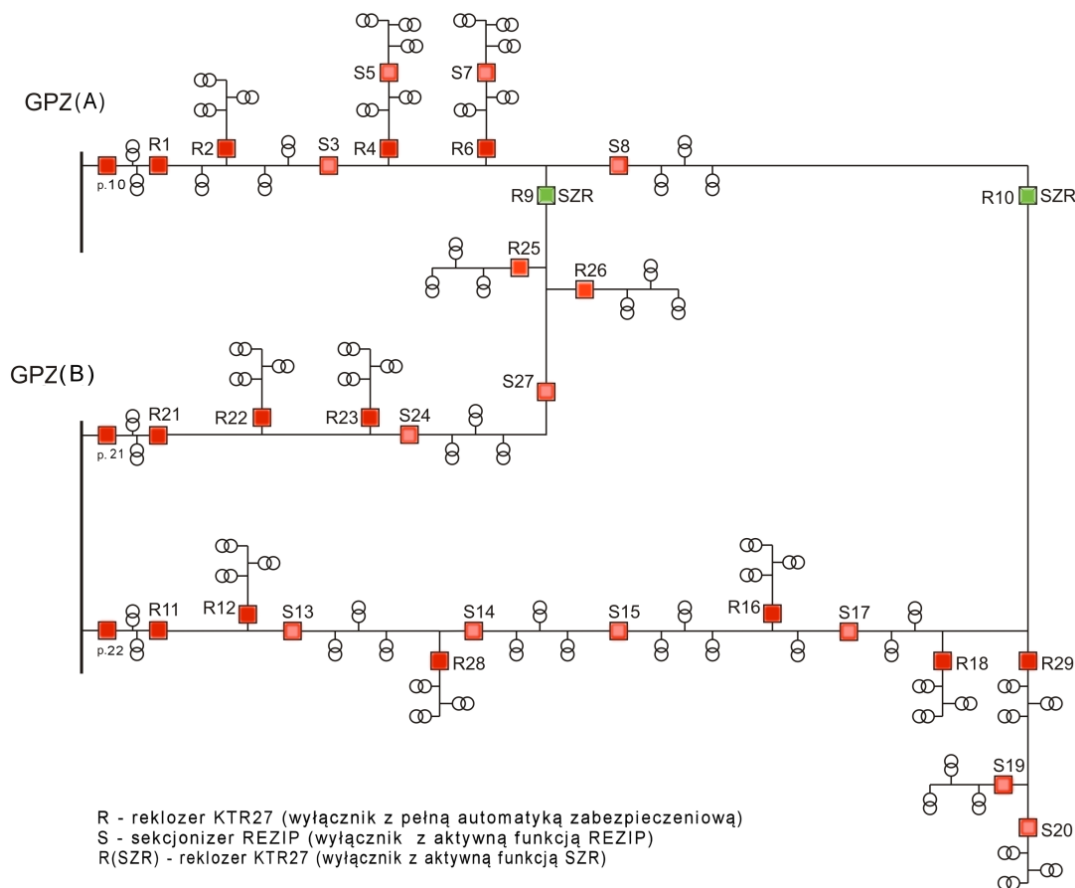
Sekcjonizer S1.4 po zamknięciu na zwarcie bezzwłocznie otwiera się. Jest to otwarcie definitywne, odseparowujące miejsce zwarcia od zasilania z kierunku GPZ 1.

Zamknięcie reklozera R1.6 w punkcie podziału sieci, po okresie wynikającym z zaprogramowanego z góry czasu, powoduje podanie napięcia na linię z drugiego kierunku. Sekcjonizer S1.5 wykrywa podane napięcie i zamyka się. Po

zamknięciu na zwarcie, w identyczny sposób jak S1.4, bezzwłocznie otwiera się odseparowując miejsce zwarcia od drugiej strony. Fragmentem sieci pozbawionym napięcia w wyniku zwarcia pozostaje wyłącznie odcinek między sekcjonerami REZIP S1.4 i S1.5. W opisanym przykładzie, równocześnie z zamknięciem punktu podziału następuje dynamiczna zmiana nastaw tego reklozera wynikająca ze zmiany kierunku przepływu mocy. Nastawy odpowiadają mocy zwarciowej aktualnego źródła. Przy zmianie konfiguracji sieci następuje także zmiana parametru określającego czas działania zabezpieczeń tak, aby zachowana została selektywność ich działania w nowych warunkach. Zmiany nastaw odbywają się automatycznie bez udziału dyspozytora

#### IX. TOPOGRAFIA SIECI DLA INSTALACJI PILOTAŻOWEJ

Schemat sieci dla instalacji pilotażowej został przedstawiony na rys. 4.



Rys. 4. Schemat sieci dla układu pilotażowego

System automatyzacji obejmuje trzy linie SN:

- Linia SN-15kV – GPZ (A) pole nr 10,
- Linia SN-15kV – GPZ (B) pole nr 21,
- Linia SN-15kV – GPZ (B) pole nr 22.

Wyżej wymienione linie powiązane są w dwóch miejscach, w których zabudowano reklozery pracujące jako normalnie otwarte wyłączniki z aktywną funkcją SZR.

W ramach systemu współdziała 29 reklozerów, w tym:

- 15 reklozerów KTR27 pełni funkcję reklozerów (wyłączników z pełną automatyką zabezpieczeniową),
- 12 reklozerów KTR27 pełni funkcję sekcjonerów REZIP (wyłączników z aktywną funkcją REZIP),
- 2 reklozery KTR27 umieszczone są w punktach podziału sieci (reklozery z aktywną funkcją SZR).

Przykład działania przedstawionego systemu REZIP©

W celu przedstawienia zasady działania systemu omówione zostanie zachowanie się łączników w przypadku zwarcia na

linii GPZ(A) pole 10 w torze głównym między reklozerm R1 i sekcjonerem S3.

Gdy zakłócenie wystąpi między reklozerm R1 i sekcjonerem REZIP S3 w torze głównym, to zostaje ono wykryte i wyłączone przez automatykę zabezpieczeniową reklozera R1. W drugiej przerwie beznapięciowej sekcjonizery REZIP S3, S8 oraz S5 i S7 otwierają się zgodnie z nastawami zabezpieczenia od utraty zasilania LS. Po zakończeniu przez



reklozer R1 nieudanego cyklu SPZ, zanika zasilanie dla odbiorców za reklozorem R1. W tym czasie pobudza się automatyka SZR w reklozerach R9 i R10. Czasy odbudowy zasilania w automatyce SZR reklozerów R9 i R10 są różne. Rozpatrujemy przypadek, gdy nastawiony czas odbudowy zasilania reklozera R9 jest krótszy od czasu nastawionego w reklozerze R10. Reklozer R9 po odliczeniu czasu SZR zamyka się i podaje napięcie na sekcjonizery REZIP S3 i S8, odgałęzienie z reklozorem R6 i sekcjonizere REZIP S7 i odgałęzienie z reklozorem R4 i sekcjonizere REZIP S5. Sekcjonizer REZIP S3 po powrocie napięcia zamyka się zgodnie z zaprogramowaną automatyką SPZ po LS. Ponieważ następuje załączenie na zwarcie, to zgodnie z logiką REZIP sekcjonizer REZIP S3 otwiera się bezzwłocznie. Następuje trwałe odseparowanie miejsca zwarcia na odcinku sieci reklozer R1 - sekcjonizer REZIP S3. W tym samym czasie podane jest napięcie na sekcjonizery REZIP S5, S7 i S8. Sekcjonizery REZIP S5 i S7 zamykają się podając zasilanie dla odbiorców na końcu odgałęzień. Zamknięcie sekcjonizera REZIP S8 powoduje podanie napięcia na reklozer R10. W efekcie pojawienia się napięcia automatyka SZR w tym reklozerze powraca do stanu początkowego.

Po wykonaniu opisanego cyklu przywrócone zostaje zasilanie dla odbiorców na odcinkach sieci:

- od GPZ do reklozera R1,
- od sekcjonizera S3 do reklozera R10.

#### X. PODSUMOWANIE

1. Analiza szczegółowa czasów działania poszczególnych łączników i realizowanych funkcji dla instalacji pilotażowej potwierdza, że maksymalny czas

przywrócenia zasilania w opisanym układzie nie przekroczy 1 minuty.

2. Proste układy automatyki lokalnej zrealizowane w systemie REZIP pozwalają na wykrycie i wyizolowanie zwarcia oraz automatyczną rekonfigurację sieci w celu przywrócenia zasilania. Realizowane są wszystkie funkcje opisujące standardowy system odbudowy zasilania działający z poziomu SCADA.

3. Budowa układów automatyki lokalnej już na etapie opracowywania koncepcji pozwala na zminimalizowanie potencjalnych obszarów wyłączeń.

4. Niezaprzeczalną zaletą układów automatyki lokalnej tworzonych w systemie REZIP jest ich autonomia i niezależność od stabilności systemów łączności.

5. Układy automatyki lokalnej stanowią naturalną podstawę budowy większych systemów. W żadnym przypadku nie ograniczają możliwości budowy systemów obejmujących duże obszary sieci, realizowanych z poziomu systemów nadrzędnych.

#### LITERATURA

- [1] APATOR ELKOMTECH S.A., System odbudowy zasilania SN FDIR, Konferencja Naukowo-Techniczna Technologie w Energetyce, 27-29.04.2016.
- [2] Grzeszczuk Z., Wiśniewski S., Moduł programowy FDIR na przykładzie praktycznych aplikacji, Seminarium KAE SEP Automatyka elektroenergetyczna inteligentnych sieci rozdzielczych, Łódź 1-3.06.2016.
- [3] Kalusiński K. Automatyka FDIR w systemie dyspozytorskim WindEx – przykład wdrożenia dla Krajowego Operatora Sieci Dystrybucyjnej, Wiadomości Elektrotechniczne, 2016, nr 3 (str. 39-40).
- [4] Mikronika S.A., Wdrożenia Systemu FDIR, Polski Przemysł – portal przemysłowy, 09.01.2017.