

MODELOWANIE OBIEKTÓW DANYCH ZGODNYCH Z IEC 61850 W UKŁADACH REGULACJI NAPIĘCIA I MOCY BIERNEJ

Dariusz KOŁODZIEJ¹, Ksawery OPALA², Tomasz OGRYCZAK³

1. Instytut Energetyki Instytut Badawczy Oddział Gdańsk
tel.: 58 349 81 66 e-mail: d.kolodziej@ien.gda.pl
2. Instytut Energetyki Instytut Badawczy Oddział Gdańsk
tel.: 58 349 81 66 e-mail: k.opala@ien.gda.pl
3. Instytut Energetyki Instytut Badawczy Oddział Gdańsk
tel.: 58 349 81 60 e-mail: t.ogryczak@ien.gda.pl

Streszczenie: W pracy opisano przykład modelowania prototypowego układu regulacji napięcia i mocy biernej zgodnie z rozwiązaniami zawartymi w normach IEC 61850 (PN-EN 61850). Typowe urządzenia stosowane w energetyce oraz funkcje przez nie realizowane (zabezpieczenia, regulatory itp.) zostały ustandaryzowane i ujęte w normach jako kompatybilne klasy węzłów logicznych. Wiele urządzeń, zwłaszcza prototypowych lub stosowanych w mniejszej skali, nie posiada swojej reprezentacji w normach IEC 61850. Autorzy tych układów samodzielnie tworzą modele obiektów danych a następnie własne definicje węzłów logicznych postępując zgodnie z określonymi w normach zasadami. W Polsce takim przykładem są układy regulacji napięcia i mocy biernej dla stacji najwyższych napięć oraz elektrowni (ARST lub ARST/ARNE).

Słowa kluczowe: norma IEC 61850, regulacja napięcia i mocy biernej, ARST, ARNE.

1. WPROWADZENIE

W krajowym systemie elektroenergetycznym szeroko stosowane są od wielu lat układy regulacji napięcia i mocy biernej ARST oraz ARST/ARNE. Układy te wielokrotnie były opisywane w krajowej literaturze, przykładowo w [1][2][3]. Coraz bardziej powszechne stosowanie normy IEC 61850 oznacza konieczność opracowania modeli obiektów danych odzwierciedlających funkcje realizowane przez w/w układy regulacji.

2. MODELOWANIE OBIEKTÓW DANYCH ZGODNE Z IEC 61850

Modelowanie obiektów danych oparte jest o następujące części normy IEC 61850:

- IEC 61850-5 [4] – określa wymagania komunikacyjne dla funkcji i modeli urządzeń,
- IEC 61850-7-1 [5] – określa podstawowe zasady i metody modelowania klas węzłów i obiektów danych,
- IEC 61850-7-3 [6] - definiuje wspólne klasy danych (CDC),
- IEC 61850-7-4 [7] - definiuje klasy węzłów logicznych i obiektów danych dla dziedziny systemów automatyzacji stacji.

2.1. Podstawowe pojęcia

Norma IEC 61850 posługuje się całym szeregiem terminów i definicji [4]. Poniżej skrótowo omówiono niektóre z nich istotne w kontekście niniejszego artykułu.

Funkcje, zgodnie z normą, są zadaniami realizowanymi przez system automatyki stacyjnej. Składają się z części nazywanych **węzłami logicznymi** (logical nodes LN). Węzły logiczne posiadają właściwość umożliwiającą im wymianę danych z innymi węzłami logicznymi. Funkcja może być rozproszona, gdy jest realizowana w oparciu o kilka węzłów logicznych zlokalizowanych w różnych fizycznych urządzeniach.

W przypadku układów regulacji napięcia i mocy biernej (ARST oraz ARST/ARNE) mamy przykładowo do czynienia z takimi funkcjami jak: regulacja wybranej wielkości (napięcie, moc bierna, sterowanie pozycją przełącznika zaczepeków transformatora) z wykorzystaniem transformatorów i generatorów, blokowanie działania w pewnych przypadkach, sygnalizacja niesprawności czy tworzenie danych niezbędnych dla SCADA i ośrodków dyspozytorskich do wizualizacji przebiegu procesu regulacji oraz do zdalnego sterowania. Jak to zostanie w dalszej części artykułu pokazane funkcje układu regulacji będą reprezentowane przez szereg węzłów logicznych. Funkcje mogą być rozproszone pod względem fizycznej lokalizacji, gdy są realizowane przez układ regulacji obejmujący transformatory w stacji (ARST) oraz generatory do niej przyłączone (ARNE) z pobliskiej elektrowni.

Norma określa trzy poziomy, na których mogą być realizowane funkcje: procesu, pola i stacji. Generalnie układ regulacji napięcia i mocy biernej ARST lub ARST/ARNE realizuje funkcje poziomu stacji, a w wybranych przypadkach przekracza go poprzez współpracę z pobliskimi elektrowniami i farmami wiatrowymi. Układy regulacji korzystają z wybranych danych (pomiarów, stanów łączników) dotyczących całej stacji, zmieniają przekładnie transformatorów w stacji i wpływają na poziom generacji mocy biernej w generatorach przyłączonych do poszczególnych rozdzielni stacji. Funkcje dotyczące interfejsu generują szereg informacji niezbędnych

do wizualizacji działania układu na terminalach SCADA w stacji i ośrodkach dyspozytorskich.

2.2. Dekompozycja funkcji i kompozycja węzłów logicznych

Dekompozycja funkcji realizowanych w systemach automatyki stacyjnej lub w innych dziedzinach prowadzi do uzyskania węzłów logicznych, czyli najmniejszych jednostek, które są wykorzystywane do wymiany informacji w ramach działania funkcji [4].

W procesie dekompozycji funkcji uzyskuje się różnorodne informacje: jednobitowe, dwubitowe, analogowe i inne. Informacje, które mogą być wyłącznie monitorowane albo również sterowane.

Proces kompozycji to działanie mające na celu uzyskanie klasy węzła logicznego z obiektów danych powstałych po dekompozycji. Klasa węzła logicznego następnie posłuży do budowy **urządzeń logicznych** (logical device LD).

2.3. Tworzenie nowych klas węzłów logicznych

Układy regulacji napięcia i mocy biernej dla stacji najwyższych napięć oraz elektrowni (ARST lub ARST/ARNE) są dość powszechnie stosowane w Polsce. Funkcje przez nie realizowane nie mają bezpośredniej reprezentacji w standardowych węzłach logicznych zdefiniowanych w normie IEC 61850. Autorzy stanęli przed koniecznością zaadaptowania istniejących standardowych węzłów lub stworzenia nowych.

Rozdział 14 normy IEC 61850-7-1:2011 [5] przedstawia szczegółowo zasady postępowania jakimi należy się kierować przy doborze istniejących klas, rozszerzaniu istniejących lub definiowaniu nowych. Zasady te dotyczą klas węzłów logicznych, klas obiektów danych i wspólnych klas danych (CDC). Wprowadzono pojęcie klasy ustandaryzowanej, oznaczającej kompatybilne klasy węzłów logicznych, zdefiniowane w normie IEC 61850-7-4:2011 [7].

Ogólnie zasada postępowania jest następująca:

- jeżeli istnieje standaryzowana klasa węzła logicznego, która odpowiada modelowanej funkcji to należy ją użyć,
- można tę istniejącą klasę węzła rozszerzyć o nowe obiekty danych,
- jeżeli modelowana funkcja nie jest możliwa do realizacji w oparciu o standaryzowane klasy węzłów logicznych to konieczne jest zdefiniowanie nowej klasy węzła logicznego,
- modelowana funkcja, jeżeli jest realizowana w oparciu o nowozdefiniowaną klasę węzła logicznego, powinna posiadać obiekty danych, jeżeli to tylko możliwe w oparciu o standardowe nazwy klas obiektów,

2.4. Dekompozycja funkcji układów ARST i ARST/ARNE

Funkcje, w dużym uproszczeniu, realizowane przez układ ARST lub ARST/ARNE można podzielić następująco:

- odbiór z SCADA danych odwzorowujących stan stacji, na tej podstawie analiza topologii stacji i wybór pomiarów do wykorzystania w procesie regulacji i do wizualizacji pracy układu,
- realizacja procesu regulacji napięcia i mocy biernej, sterowania przekładniami transformatorów i mocą bierną generatorów, sygnalizacja blokad regulacji.
- wykrywanie i sygnalizacja stanów awaryjnych,
- obsługa wartości zadanych napięć, mocy biernych i zaczepek oraz zadanych kryteriów regulacji.

Szczegółowo analizując działanie algorytmu ARST można zauważyć, że poszczególne liczne funkcje układu, na które można podzielić zadania układu regulacji związane są (na zasadzie wyłączności) z transformatorami, generatorami, pojedynczymi systemami szyn lub ich sekcjami albo z całymi rozdzielniami. Ponadto część z nich związana jest wyłącznie z całością układu regulacji ARST i nie zależy od ilości transformatorów i systemów szyn.

Funkcje bardziej szczegółowo opisane są w dalszej części artykułu, w kontekście obiektów danych im odpowiadających w poszczególnych klasach węzłów logicznych.

3. KLASY WĘZŁÓW LOGICZNYCH REPREZENTUJĄCYCH UKŁADY REGULACJI ARST I ARST/ARNE

Autorzy zdecydowali się na utworzenie sześciu nowych klas węzłów logicznych do modelowania układów regulacji napięcia i mocy biernej (ARST i ARST/ARNE). Są to: ARSA (model transformatora), ARSB (system szyn lub sekcji), ARSC (rozdzielnia), ARSG (generator), ARST (całość układu regulacji w stacji), ARNE (całość układu regulacji w pobliskiej elektrowni). Pierwsze litery nazw „A” oznaczają, że węzły należą do grupy regulacji automatycznej zgodnie z normą [7]. Pozostałe litery (od drugiej do czwartej) nawiązują w znacznym stopniu do nazwy automatyk ARST i ARNE.

Istniejące standardowe klasy węzłów logicznych zdefiniowane w [7] takie jak ARCO (Reactive power control), ATCC (Automatic tap changer controller), AVCO (Voltage control) czy GAPC (Generic automatic process control) w niewystarczającym stopniu nadają się do reprezentacji opisywanego układu regulacji. W nowozdefiniowanych klasach węzłów logicznych wykorzystano jednak tam gdzie to było możliwe standardowe nazwy obiektów danych pochodzące z wyżej wymienionych węzłów grupy A lub zachowano do nich pewne podobieństwo.

3.1. Węzeł logiczny modelujący transformator lub auto-transformator

Funkcje realizowane przez ARST związane z transformatorami (lub autotransformatorami):

- analiza topologii stacji w zakresie transformatorów,
- sygnalizacja załączenia transformatora do regulacji automatycznej prowadzonej przez układ ARST,
- sygnalizacja blokad napięciowych, przeciążeniowej, sygnalizacja skrajnej dolnej lub skrajnej górnej pozycji przełącznika zaczepek transformatora.
- sygnalizacje stanów awaryjnych,
- pozycja przełącznika zaczepek transformatora,
- statystyka przełączeń przełącznika zaczepek,
- wartość blokady przeciążeniowej,
- wielkość strefy nieczułości przy regulacji mocy biernej,
- zapis i odczyt kryterium regulacji transformatora,
- zapis i odczyt wartości zadanej mocy biernej i wartość zadanej pozycji przełącznika zaczepek (zadany numer zaczepek).
- kasowanie niektórych błędów regulacji,

Definicja klasy węzła logicznego odpowiadającego realizacji funkcji układu regulacji związanych z transformatorem przedstawiona jest w poniższej tabeli. Dla lepszego zrozumienia zastosowania poszczególnych obiektów danych kolumna wyjaśniająca znaczenie (ang. explanation)

poszczególnych obiektów danych korzysta z terminologii pochodzącej ze standardowych list sygnałów wprowadzonych przez operatora systemu przesyłowego PSE S.A.

Tablica 1. ARSA – Węzeł logiczny reprezentujący (auto)transformator w układzie ARST

ARSA class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
<i>Status information</i>				
Auto	SPS	ARST - AT# Załączony do regulacji ARST		M
ParOp	SPS	ARST - AT# Praca równoległa (wiodący/śledzący)		O
AreaOp	SPS	ARST - AT# Załączony do regulacji obszarowej (feedback)		O
OpModeZ	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji Z (feedback)		M
OpModeQ	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji Q (feedback)		M
OpModeD	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji D (feedback)		M
OpModeG	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji G (feedback)		M
OpModeA	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji A (feedback)		CI
OpModeR	SPS	ARST - AT# Prace w kryterium regulacji R (feedback)		CI
IndRSrEnt	SPS	ARST - AT# Kasowanie błędów (feedback)		M
IndHMin	SPS	ARST - AT# R###KV Blokada nadnapieciowa (strona wyższa AT#)		M
IndHMax	SPS	ARST - AT# R###KV Blokada nadnapieciowa (strona wyższa AT#)		M
IndLMin	SPS	ARST - AT# R###KV Blokada nadnapieciowa (strona niższa AT#)		M
IndLMax	SPS	ARST - AT# R###KV Blokada nadnapieciowa (strona niższa AT#)		M
IndVAMax	SPS	ARST - AT# Blokada przełączeniowa		M
IndTapMin	SPS	ARST - AT# Blokada - skrajny dolny zaczepek		M
IndTapMax	SPS	ARST - AT# Blokada - skrajny górny zaczepek		M
ErrTapChg	SPS	ARST - AT# Awaria przełącznika zaczepek		M
ErrRatioChg	SPS	ARST - AT# Błąd zmiany przekładni - awaria sterowania		M
ErrRatio	SPS	ARST - AT# Błąd przekładni - blokada regulacji		M
ErrArea	SPS	ARST - AT# Błąd pracy obszarowej		O
ChgTrns	INS	ARST - AT# Czas do przełączenia zaczepek		M
ChgDayNum	INS	ARST - AT# Dobowa liczba przełączeń zaczepek		M
ChgMonthNum	INS	ARST - AT# Miesięczna liczba przełączeń		M
BusMConn1	SPS	ARST - AT# R###KV połączony z systemem # (strona wyższa AT#)		M
BusLConn1	SPS	ARST - AT# R###KV połączony z systemem # (strona niższa AT#)		M
<i>Measured and metered values</i>				
TotW	MV	ARST - AT# wartość mocy czynnej P		M
TotVAr	MV	ARST - AT# wartość mocy biernej Q		M
Tap	MV	ARST - AT# Numer zaczepek Z		M
SptVAr	MV	ARST - AT# Wartość zadanej mocy biernej Q (feedback)		M
SptTap	MV	ARST - AT# Wartość zadanej liczby zaczepek (feedback)		M
LimVArMin	MV	ARST - AT# Min. wartość zadawanej mocy biernej Q		M
LimVArMax	MV	ARST - AT# Max. wartość zadawanej mocy biernej Q		M
LimTapMin	MV	ARST - AT# Min. wartość zadawanej liczby zaczepek Z		M
LimTapMax	MV	ARST - AT# Max. wartość zadawanej liczby zaczepek Z		M
BkVAMax	MV	ARST - AT# Wartość blokady przełączeniowej		M
BndWidVAr	MV	ARST - AT# Wartość strefy nieczułości regulacji Q		M
<i>Controls</i>				
AreaOpSORNOn	SPC	ARST - AT# Załączenie do regulacji obszarowej (SORN)		M
AreaOpSORNOff	SPC	ARST - AT# Wylączenie do regulacji obszarowej (SORN)		M
OpModeSSINZ	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji Z (SSIN)		M
OpModeSSINQ	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji Q (SSIN)		M
OpModeSSIND	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji D (SSIN)		M
OpModeSSING	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji G (SSIN)		M
OpModeSSINA	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji A (SSIN)		CI
OpModeSSINR	SPC	ARST - AT# wybór kryterium regulacji R (SSIN)		CI
SptVArSSIN	APC	ARST - AT# Wartość zadana - moc bierna (SSIN)		M
SptTapSSIN	APC	ARST - AT# Wartość zadana - numer zaczepek Z (SSIN)		M
RsEnSSIN	SPC	ARST - AT# Kasowanie błędów (SSIN)		M
...
<i>Settings</i>				
Condition C1: Wymagane dla systemów, do których przyłączone są generatory pracujące w ARNE lub farmy wiatrowe współpracujące z ARST				
Condition C2: Wymagane dla systemów, do których przyłączone są generatory pracujące w ARNE				

3.2. Węzeł logiczny modelujący pojedynczy system szyn lub jego sekcję

Funkcje realizowane przez ARST związane z pojedynczymi systemami szyn to:

- analizy topologii stacji w zakresie systemu szyn,
- bieżąca wartość mierzonego napięcia na systemie szyn,
- zapis i odczyt wartości zadanej napięcia dla systemu.

Tablica 2. ARSB – Węzeł logiczny reprezentujący pojedynczy system szyn lub sekcję w układzie ARST

ARSB class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
<i>Status information</i>				
BusCl	SPS	ARST - R###KV System # załączony do regulacji		M
BusConn1	SPS	ARST - R###KV System # połączony z systemem #		M
<i>Measured and metered values</i>				
Vcl	MV	ARST - R###KV Wartość napięcia UL12 na sys. #		M
SptVol	MV	ARST - R###KV Wartość zadanej napięcia na sys. # (feedback)		M
SptDVol	MV	ARNE - R###KV Wartość odchyłki napięcia na sys. # (feedback)		CI
SumW	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji mocy czynnej P do sys. #		C2
SumVAr	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji mocy biernej Q do sys. #		C2
VArMin	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji minimalnej mocy biernej Qmin do sys. #		C2
VArMax	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji maksymalnej mocy biernej Qmaks do sys. #		C2
VArKMin	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji minimalnej ograniczonej mocy biernej Qkmin do sys. #		C2
VArKMax	MV	ARNE - R###KV Wartość sumarycznej generacji maksymalnej ograniczonej mocy biernej Qkmaks do sys. #		C2
DVol	MV	ARNE - R###KV Wartość zadana nachylenia charakterystyki DU na sys. #		CI
<i>Controls</i>				
SptVolSSIN	APC	ARST - R###KV Wartość zadana - napięcie na sys. # (SSIN)		M
SptDVolSSIN	APC	ARST - R###KV Wartość zadana nachylenia charakterystyki DU na sys. # (SSIN)		CI
...
Condition C1: Wymagane dla systemów, do których przyłączone są generatory pracujące w ARNE lub farmy wiatrowe współpracujące z ARST				
Condition C2: Wymagane dla systemów, do których przyłączone są generatory pracujące w ARNE				

3.3 Węzeł logiczny modelujący rozdzielnię

Funkcje realizowane przez ARST związane z rozdzielniami to:

- analiza topologii stacji w zakresie całej rozdzielni,
- zakres dopuszczalnych wartości zadanych napięcia (minimum i maksimum),
- wartości blokad napięciowych,
- wielkość strefy nieczułości regulacji napięcia.

Tablica 3. ARSC – Węzeł logiczny reprezentujący w układzie ARST wszystkie systemy szyn rozdzielni o tym samym napięciu

ARSC class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
<i>Measured and metered values</i>				
LimVolMin	MV	ARST - R###KV Min. wartość zadawanego napięcia		M
LimVolMax	MV	ARST - R###KV Maks. wartość zadawanego napięcia		M
LimDVolMin	MV	ARNE - R###KV Min. wartość nachylenia charakterystyki DU		CI
LimDVolMax	MV	ARNE - R###KV Max. wartość nachylenia charakterystyki DU		CI
BkVolMin	MV	ARST - R###KV wartość blokady nadnapieciowej		M
BkVolMax	MV	ARST - R###KV wartość blokady nadnapieciowej		M
BndWidVol	MV	ARST - R###KV wartość strefy nieczułości regulacji U		M
Condition C1: Wymagane dla systemów, do których przyłączone są generatory pracujące w ARNE lub farmy wiatrowe współpracujące z ARST				

3.4. Węzeł logiczny modelujący generator

Funkcje realizowane przez ARST/ARNE związane z generatorem w pobliskiej elektrowni pracującym pod kontrolą układu ARNE (w elektrowni) to:

- analiza topologii stacji w zakresie generatora,
- sygnalizacja załączenia generatora do regulacji automatycznej prowadzonej przez układ ARNE w elektrowni oraz regulacji obszarowej,
- sygnalizacja blokad,
- pomiary mocy brutto czynnej i biernej, napięcia generatora, prądu wzbudzenia, dostępnej mocy biernej i zakresu ograniczeń mocy biernej,

3.5. Węzły logiczne modelujące układy regulacji ARST i ARNE

Funkcje aplikacji układów ARST i ARST/ARNE wspólne dla całości układu regulacji to:

- sygnalizację awarii sterownika układu regulacji ARST, komunikacji ARST z SCADA (Systemem Sterowania i Nadzoru SSiN),
- sygnalizację braku zasilania lub awarii zasilacza,
- sygnalizację ogólną awarii pomiarów,
- sygnalizację ogólną blokady procesu regulacji,
- sygnalizację odrzucenia przez ARST zmiany wartości zadanej lub zmiany kryterium regulacji.

Tablica 4. ARST – Węzeł logiczny reprezentujący sygnały dotyczące całości urządzenia w układzie ARST

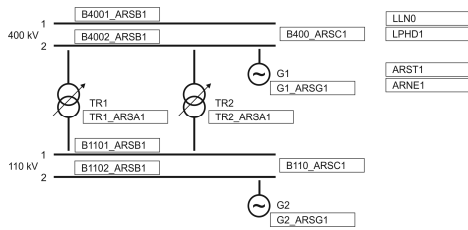
ARST class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
<i>Status information</i>				
ErrARST	SPS	ARST - Awaria sterownika układu ARST		M
ErrMesa	SPS	ARST - Awaria - błąd pomiaru blokady regulacji		M
ErrCTVT	SPS	ARST - Pomiar bezpośredni - Zanik		O
ErrSCADA1	SPS	ARST - Kanał łączności z SSiN1 - Zanik		M
ErrSCADA2	SPS	ARST - Kanał łączności z SSiN2 - Zanik		O
ErrSORN	SPS	ARST - Kanał łączności z MK-SORN - Zanik		O
DCAlm1	SPS	ARST - Napięcie 220 V DC zasilania 1 - Zanik		O
DCAlm2	SPS	ARST - Napięcie 220 V DC zasilania 2 - Zanik		O
IndBkCl	SPS	ARST - Blokady regulacji		M
IndStLossIN	SPS	ARST - Wartość zadana z terminala za niską (SSiN)		M
IndStPHSSIN	SPS	ARST - Wartość zadana z terminala za wysoką (SSiN)		M
IndIllegalSSIN	SPS	ARST - Niedozwolona zmiana parametru/kryterium (SSiN)		M
...

Tablica 5. ARNE – Węzeł logiczny reprezentujący sygnały dotyczące całości układu ARNE

ARNE class				
Data object name	Common data class	Explanation	T	M/O/C
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22.		
Data objects				
<i>Status information</i>				
ErrCom1	SPS	ARST - Kanał łączności ARNE 1 - Zanik		M
ErrCom2	SPS	ARST - Kanał łączności ARNE 2 - Zanik		O
NotOp	SPS	ARNE - Nieczynne		M

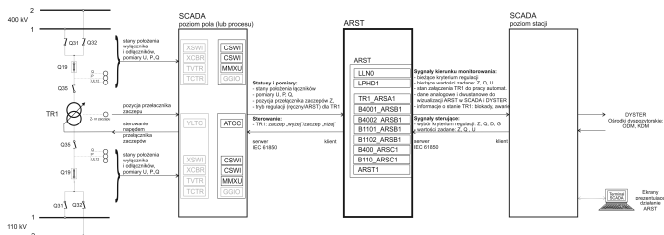
3.6. Implementacja węzłów w układzie regulacji napięcia i mocy biernej

Implementacja nowych klas węzłów logicznych dla układu regulacji ARST/ARNE w przykładowej stacji przedstawiono na rysunku 1. Nazwy instancji węzłów logicznych związanych z poszczególnymi elementami stacji elektroenergetycznej umieszczono w prostokątach.



Rys.1. Węzły logiczne reprezentujące funkcjonalność układu regulacji dla przykładowej stacji i elektrowni

Uproszczony przykład powiązań węzłów logicznych reprezentujących fragment układu regulacji napięcia i mocy biernej ARST z SCADA w stacji przedstawiono na rysunku 2. Układ ARST, jako klient, niezbędne informacje do realizacji swoich funkcji pobiera z SCADA pełniącego rolę serwera. Są to przede wszystkim stany łączników i pomiary z wybranych pól stacji, które dostępne są w obiektach danych odpowiednich węzłów logicznych (CSWI, MMXU). Sterowanie zmianą pozycji przełącznika zaczepek transformatora również odbywa się poprzez oddziaływanie na węzeł logiczny reprezentujący przełącznik zaczepek (ATCC lub YLTC).



Rys.2. Powiązania układu regulacji ARST ze SCADA

SCADA pełniąc rolę klienta pobiera niezbędne informacje z obiektów danych węzłów logicznych reprezentujących funkcje realizowane przez układ ARST (klasy ARSA, ARSB, ARSC, ARST). Jak wcześniej zostało opisane są to informacje o stanie pracy układu, awarie i blokady, wartości binarne i analogowe do wizualizacji stanu stacji i prowadzonego procesu regulacji w SCADA i zdalnych ośrodkach dyspozytorskich (węzły klasy ARSA, ARSB, ARSC, ARST). Zmiana kryterium regulacji

(napięcie, moc bierna, sterowanie pozycją przełącznika zaczepek), zmiana wartości zadanej mocy biernej czy zmiana pozycji przełącznika zaczepek realizowana jest poprzez oddziaływanie na odpowiednie obiekty danych węzła klasy ARSA. Zmiana napięcia zadanego dla określonego systemu dokonuje się poprzez odpowiedni obiekt danych węzła klasy ARSB. Węzeł klasy ARST dostarcza informacji o ewentualnym odrzuceniu zmiany wartości zadanej czy kryterium regulacji.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Poprawność modeli i ich kompletność zostanie zweryfikowana w najbliższym czasie w realizowanym obecnie układzie regulacji ARST/ARNE dla stacji 220 kV/110 kV Praga. Praca będzie kontynuowana w kierunku rozszerzenia modeli o farmy wiatrowe i statyczne źródła mocy biernej. Może to być realizowane poprzez definicję kolejnych klas węzłów logicznych lub ewentualnie dodatkowe obiekty danych w istniejących już węzłach.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Dolny R., Madajewski K., Mazur M.: „Automatyka regulacji napięcia w krajowym systemie elektroenergetycznym”, Przegląd Elektrotechniczny, 85 (2009), nr 9.
2. Kowalak R., Małkowski R., Szczerba Z., Zajczyk R., „Automatyka systemowa a bezpieczeństwo energetyczne kraju – tom 3 – węzły sieci przesyłowej i rozdzielczej”, Politechnika Gdańska, 2013, ISBN: 978-83-7348-470-2
3. Powroźnik M., Kołodziej D., „Nowe algorytmy regulacji napięcia i mocy biernej stosowane w układach ARNE/ARST dla autotransformatorów pracujących w przebiegach stacjach elektroenergetycznych najwyższych napięć – część 1”, Przegląd Elektrotechniczny, 2013, Numer 11, str. 125-128.
4. PN-EN 61850-5:2013, Systemy i sieci komunikacyjne automatyzacji przedsiębiorstw energetycznych – Część 5: Wymagania komunikacyjne dla modeli funkcji i urządzeń
5. PN-EN 61850-7-1:2011, Systemy i sieci telekomunikacyjne do automatyzacji przedsiębiorstw energetycznych – Część 7-1: Podstawowa struktura komunikacyjna – Zasady i modele
6. PN-EN 61850-7-3:2011, Systemy i sieci komunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych – Część 7-3: Podstawowa struktura komunikacyjna – Wspólne klasy danych
7. PN-EN 61850-7-4:2011, Systemy i sieci komunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych – Część 7-4: Podstawowa struktura komunikacyjna – Kompatybilne klasy węzłów logicznych i danych

DATA OBJECTS MODELLING OF VOLTAGE AND REACTIVE POWER CONTROL SYSTEMS ACCORDING TO STANDARD IEC 61850

The paper presents the example of modelling prototype voltage and reactive power control device according to the solutions contained in the standards IEC 61850 (PN-EN 61850). Typical devices used in power engineering and their implemented functions (protections, controllers, etc.) have been standardized and defined in the standards as a compatible class of logical nodes. Many devices, especially prototype devices or those used on a lesser scale, do not have their representation in IEC 61850 standards. The authors of these systems create models of data objects independently and next, their own definitions of logical nodes following the rules defined in the standards. In Poland, such examples are voltage and reactive power control systems for the highest voltage substations and power plants (ARST or ARST/ARNE).

Keywords: standard IEC 61850, voltage and reactive power control, ARST, ARNE.