

# Kompensacja mocy biernej w hucie ZGH z wykorzystaniem dwóch kompensatorów SVG STATCOM.

**Klient: Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” S.A**

ul. Kolejowa 37, 32-332 Bukowno, Polska

 [zghboleslaw.pl](http://zghboleslaw.pl)



## Wstęp do opisu wdrożenia

Na przełomie roku 2022/2023 (w ZGH) REDNT przeprowadziło rozruch nowoczesnego układu kompensacji mocy biernej z wykorzystaniem aktywnych kompensatorów typu STATCOM włączonego do Rozdzielni głównej - napięcie 30 kV. Realizacja dotyczyła zasilania linii technologicznych dużej mocy (huty ZGH). Celem projektu układu kompensacji mocy biernej było zredukowanie poboru mocy biernej do poziomu, który wynika z umownego  $tg\phi$ , co w efekcie miało doprowadzić do wyeliminowania opłat za ponadumowny pobór energii biernej w zakładzie. W projekt zaangażowani zostali specjaliści z zakresu inżynierii elektrycznej oraz automatyki i informatyki.

Zadaniem elektryków było dobranie mocy układu, zaprojektowanie podłączenia, budowa i uruchomienie części elektrycznej, a informatycy z informatykami zaprojektowali i zrealizowali infrastrukturę teleinformatyczną, integrację urządzeń (OT) oraz opracowali automatyczny algorytm sterowania (OT) nadrzędnej warstwy centralnego układu sterowania/kompensacji (CUK) wraz z intuicyjnym systemem IT/SADA.



## STATCOM (RSVG)

W omawianej aplikacji zastosowano dwa urządzenia **STATCOM** typu **SVG**. W tym przypadku użyte urządzenia **STATCOM** typu **SVG** to aktywne 3-fazowe kompensatory mocy biernej średniego napięcia (30kV). Każdy z SVG pracuje w konfiguracji połączeń w gwiazdę i jest wyposażony

w beztransformatorowy wielopoziomowy kaskadowy/modularny energoelektroniczny przekształtnik napięciowy. Charakterystyczną cechą przekształtnika o takiej topologii jest to, że jest on zbudowany z wielu jednakowych modułów w formie jednofazowych mostków typu H z tranzystorami IGBT połączonych szeregowo. Użyte urządzenia **STATCOM SVG** o napięciu znamionowym 30kV składają się z 36 modułów połączonych szeregowo na fazę. Tego typu **STATCOM** jest statycznym źródłem mocy biernej (SVG - static var generator).

W rozpatrywanym **SVG** użyto przekształtnika napięciowego (VSC voltage source converter) co oznacza, że elementami magazynującymi energię są kondensatory. Działa on na zasadzie sterowanego źródła napięciowego. SVG-źródło napięciowe jest sterowane tak, żeby wymusić taki przepływ składowej biernej prądu, który spowoduje zredukowanie/ograniczenie składowej biernej prądu na zasilaniu kompensowanego obiektu. Tym samym zostanie zredukowany/ograniczony pobór mocy biernej. Sterowanie jest zrealizowane w czasie rzeczywistym. **SVG** może pracować albo bez sprzężenia jako sterowane źródło mocy biernej albo ze sprzężeniem zwrotnym od zasilania lub kompensowanego odbiornika z regulacją współczynnika mocy. **SVG** może też pracować jako regulator napięcia (**AVR**). Dodatkowo zastosowany kompensator SVG dzięki zaawansowanemu algorytmowi sterowania mógł zostać użyty do redukcji wyższych harmonicznych generowanych przez dużej mocy prostowniki. Bez aktywacji funkcji redukcji wyższych harmonicznych **SVG** generuje prąd bierny o praktycznie idealnie sinusoidalnym przebiegu nawet przy znacznie zniekształconym przebiegu napięcia sieci zasilającej.

## Przebieg wdrożenia

Prace nad wdrożeniem zaczęły się od przeprowadzenia wnikliwych pomiarów i analiz danych pomiarowych oraz danych z układu rozliczeniowego energii elektrycznej. Podstawowym problemem przy projektowaniu układu kompensacji okazały się znaczne zwartości wyższych harmonicznych w prądzie z układów prostownikowych oraz poziom napięcia (30kV), na którym zdecydowano się przeprowadzić realizację. Zastosowanie aktywnego kompensatora okazało się najefektywniejszym rozwiązaniem w porównaniu do układu pasywnego. Przeprowadzone pomiary i analizy pozwoliły na dobór dwóch odpowiednich urządzeń **SVG**. Zdecydowano, że **SVG** będą w wykonaniu napowietrznym, czyli będą zabudowane w kontenerach (część energoelektroniczna i sterowanie) a część urządzeń (cewki, rezystory ładowania, wyłącznik obciążeniowy, odłącznik) w torze głównym zasilania będzie w wykonaniu napowietrznym zlokalizowanym bezpośrednio przez kontenerem w ogrodzonej strefie z ograniczonym dostępem.

## Integracja systemu

System kompensacji został zbudowany w strukturze hierarchicznej. Centralny układ sterowania nadzoruje pracę poszczególnych **SVG** oraz ma zaimplementowany algorytm centralnego układu kompensacji. Centralny układ sterowania został zrealizowany za pomocą sterownika PLC, w zależności od aktualnej konfiguracji pracy rozdzielni dostosowuje układy pomiarowe, umożliwia sterowanie (zadawanie/załączenie/wyłączenie) oraz udostępnia dane dla **SCADy** (HMI - operatorów). Układy sterowania **SVG** działają autonomicznie realizując wybrane funkcje (kompensacja mocy biernej, kompensacja mocy biernej + redukcja wyższych harmonicznych (WH)).

Przyjęta struktura została zaprojektowana w celu umożliwienia dalszej rozbudowy układu o kolejne sterowane źródła mocy biernej. Zakład planuje uruchomienie własnych źródeł kogeneracyjnych agregatów gazowych (CHP). Dla utrzymania poboru mocy biernej na poziomie, który pozwala na uniknięcie opłat za ponadumowny pobór energii biernej konieczne będzie zintegrowanie sterowania mocą bierną generatorów CHP z **CUK**. **REDNT** ma w swoim dorobku wdrożenia multi-źródłowych układów kompensacji w tym z wykorzystaniem generatorów agregatów gazowych **CHP**.

## Korzyści z implementacji

Uruchomiony układ **CUK** z kompensatorami typu **SVG** działa prawidłowo. Zakład całkowicie zredukował znaczne koszty opłat za ponadumowny pobór energii biernej. Dodatkowo uzyskano wyraźną poprawę jakości energii poprzez redukcję wyższych harmonicznych prądu, w skutek tego uzyskano również poprawę kształtu przebiegu napięcia na zasilaniu do poziomu  $THD_U = 1,5-2,2\%$  (bez **SVG**  $THD_U = 4,1-5,3\%$ ). Zostało to osiągnięte przez redukcję  $THD_I$  do wartości 2-4% (bez **SVG**  $THD_I = 7\%$ ).

Zredukowanie zawartości wyższych harmonicznych w prądzie na zasilaniu (tym samym obniżenie  $THD_I$ ) skutkuje znaczną redukcją strat (w żelazie/rdzeniu) w transformatorach zasilających (straty w rdzeniu transformatora są silnie zależne od częstotliwości, a w przypadku **ZGH** mocno ograniczono dominujące wyższe harmoniczne rzędów h11 i h13). Dodatkowo obniżenie  $tg\phi$  skutkuje redukcją mocy pozornej na zasilaniu, a tym samym wartości skutecznej prądu, więc to też spowoduje dalsze zmniejszenie strat (w miedzi/uzwojeniach) transformatorów zasilających.

## Wykonawca



**REDNT S.A.**  
Pod Młynem 1C  
40-313 Katowice

Tel: +48 32 420 95 00  
E-mail: [biuro@rednt.eu](mailto:biuro@rednt.eu)



## Kim jest Inwestor?

**Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” S.A.** to największy w Polsce i liczący się w Europie producent cynku. Firma szczyci się ponad 70-letnią tradycją wydobycia rud cynku i ołowiu i produkcją najwyższej jakości produktów cynkowych dla wymagających odbiorców w kraju i zagranicą.

Pomimo zakończenia aktywności górniczej w związku z wyeksploatowaniem dostępnych złóż ZGH stale zwiększa swoje moce produkcyjne stosując innowacyjne w skali światowej rozwiązania techniczne. Firma wdraża nowoczesne technologie oparte na maksymalnym wykorzystaniu recyklingu w procesie produkcji, co pozwala skutecznie konkurować na rynku i jednocześnie dbać o racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych.



**Zakłady Górniczo-Hutnicze "Bolesław"** odgrywają istotną rolę w regionie małopolskim, zapewniając miejsca pracy dla wielu osób i przyczyniając się do rozwoju lokalnej gospodarki. Firma kontynuuje rozwój i modernizację swojej infrastruktury, dążąc do zwiększenia efektywności produkcji i podnoszenia standardów jakościowych swoich wyrobów.