

Automatyzacja procesów sterowania z wykorzystaniem Platformy Systemowej Wonderware

Mirosław Cholewa, Artur Dubiel, Łukasz Kalus, Michał Zajac

1. Wprowadzenie

W skład kompleksu przerobczego ZG Sobieski wchodzi trzy węzły technologiczne. Pierwszy – Stacja Przygotowania Węgla – ma za zadanie odbiór urobku i przygotowanie go do dalszego wzbogacania. Kolejny – Zakład Przeróbki Mechanicznej – wzbogaca węgiel surowy w klasie ziarnowej 30–200 mm. Trzeci węzeł technologiczny, czyli Zakład Wzbogacania i Odsiarczania Miałów, wzbogaca miał węglowy o uziarnieniu 0–30 mm. Modernizacja przeprowadzona w ZG Sobieski dotyczyła wszystkich opisanych powyżej węzłów.

Celem prac wykonanych w PKW SA ZG Sobieski w Jaworznie było uzupełnienie istniejących instalacji o urządzenia wykonawcze tak, aby umożliwić pełną wymianę sygnałów pomiędzy poszczególnymi obiektami oraz zautomatyzować procesy, które zachodziły nie w pełni automatycznie. Wykonano też krok w kierunku ujednoczenia systemów współpracujących na kopalni. Zastosowano między innymi sterowniki S7-300 i moduły ET200 firmy Siemens, switchy firmy Cisco zgodnie ze standardami obowiązującymi w ZG Sobieski. Wszystkie użyte urządzenia cieszą się ogólnoswiatowym uznaniem, są niezawodne i posiadają zgodność z wszelkimi obowiązującymi normami prawnymi i przepisami bezpieczeństwa.

Modernizacja obejmowała automatyzację procesu granulacji, podłączenie budynków sortowni i kruszarni do platformy systemowej, wizualizację procesów filtracji w budynkach nowych i starych pras filtracyjnych, modernizację zagęszczacza promieniowego Dorra oraz likwidację tablicy synoptycznej „Upadawa 2000”. Rozbudowano także sieć światłowodową w oparciu o podział na trzy sieci: zakładową, sterownikową i platformę systemową [4].

2. Modernizacja sieci światłowodowych i Ethernetu

Modernizacja sieci światłowodowej polegała na doprowadzeniu światłowodów do wszystkich budynków, w których zachodzą istotne procesy produkcyjne i nadzór nad tymi procesami. Integralną częścią modernizacji był dobór, dostawa, konfiguracja i parametryzacja aktywnych elementów sieci, takich jak switchy, konwertery, a także elementów pasywnych, takich jak panele światłowodowe, światłowody, i innych przewodów połączeniowych. Modernizacja obejmowała budynki sortowni, kruszarni, wagi wagonowej, zagęszczacza Dorra, filtracji nowej i starej. Obecnie w zakładzie Sobieski rozróżniamy trzy rodzaje sieci: zakładową, sterownikową i sieć platformy systemowej. Taki podział zapewnia większe bezpieczeństwo przesyłu danych i ogranicza ryzyko ingerencji osób niepożądanych w procesy sterowania produkcją [5]. Do sieci zakładowej wpięte są wszystkie urządzenia pracowników biurowych – komputery, drukarki sieciowe itp. Sieć sterownikowa zawiera wszystkie

Streszczenie: W referacie omówiono modernizację systemu sterowania kompleksu przerobczego w ZG Sobieski PKW SA w Jaworznie. W zakres modernizacji wchodziła m.in. automatyzacja procesu granulacji, modernizacja sterowania na zagęszczaczu promieniowym Dorra, wizualizacja procesów filtracji oraz zastąpienie starej tablicy synoptycznej modułem wejść/wyjść cyfrowych. Modernizacja odbyła się etapami, bez konieczności zatrzymywania pracy zakładu.

Abstract: The paper discusses about upgrading of the control system in coal preparation complex department, located in ZG Sobieski SA PKW SA Jaworzno. The modernization includes automation of granulation process, upgrade of control system at Dorra furry tank, visualization of filtration press and replacement of synoptic panel by distributed I/O module. The total scope of modernization was performed in stages, without necessary of production stoppage.

sterowniki, panele operatorskie, moduły rozproszonych wejść/wyjść pracujące w ZG Sobieski i odpowiada za poprawną wymianę danych między nimi. Sieć platformy systemowej obejmuje wszystkie komputery przemysłowe i panelowe odpowiedzialne za sterowanie zdalne procesów produkcyjnych.

W nowo podłączonych budynkach zamontowano szafy wyposażone w panele światłowodowe firmy Fibrain, switchy przemysłowe Cisco, a także wszystkie inne urządzenia wykonawcze (m.in. konwertery) odpowiedzialne za prawidłową funkcjonalność sieci. Wszystkie sieci są galwanicznie odseparowane od siebie, a jedynym punktem styku jest szafa serwerowa zabudowana w dyspozytorni ZWiOM, w której znajdują się cztery serwery Platformy Systemowej Wonderware. Dwa serwery stanowią redundantną parę serwerów aplikacyjnych z I/O, trzeci jest serwerem bazy danych, a czwarty serwerem komunikacyjnym udostępniającym dane dla klientów sieci zakładowej (rys. 2).

W rozdzielni budynku granulacji skonfigurowano sterownik S7-315 firmy Siemens, jako urządzenie „master” dla we-



Rys. 1. Schemat ogólny zmodernizowanych węzłów technologicznych

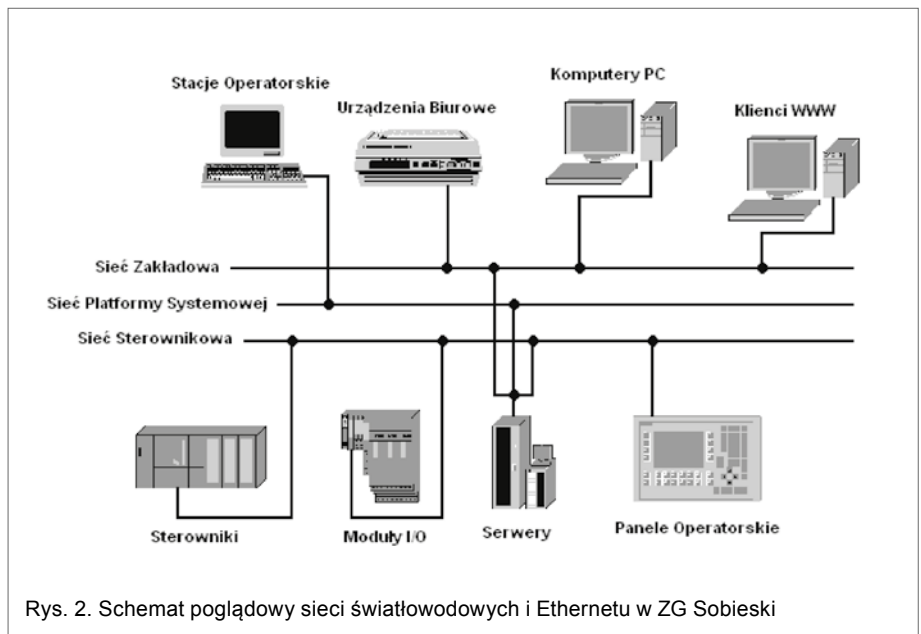
wewnętrznej sieci Profinet, do której zostały włączone moduły rozproszonych wejść/wyjść zlokalizowane w rozdzielniach budynków Dorra i starych pras filtracyjnych. Umożliwiło to wykorzystanie jednego sterownika do sterowania trzema procesami, zachodzącymi w trzech różnych obiektach. W systemie Profinet integracja urządzeń odbywa się bezpośrednio na poziomie sieci Ethernet. W tym celu została zapożyczona metoda dostępu master-slave, znana z systemu Profibus DP [1]. Zadaniem sterownika jest przetworzenie otrzymanych sygnałów, a następnie przesłanie danych wyjściowych do rozproszonych urządzeń peryferyjnych – modułów ET200M.

3. Automatykacja procesu granulacji

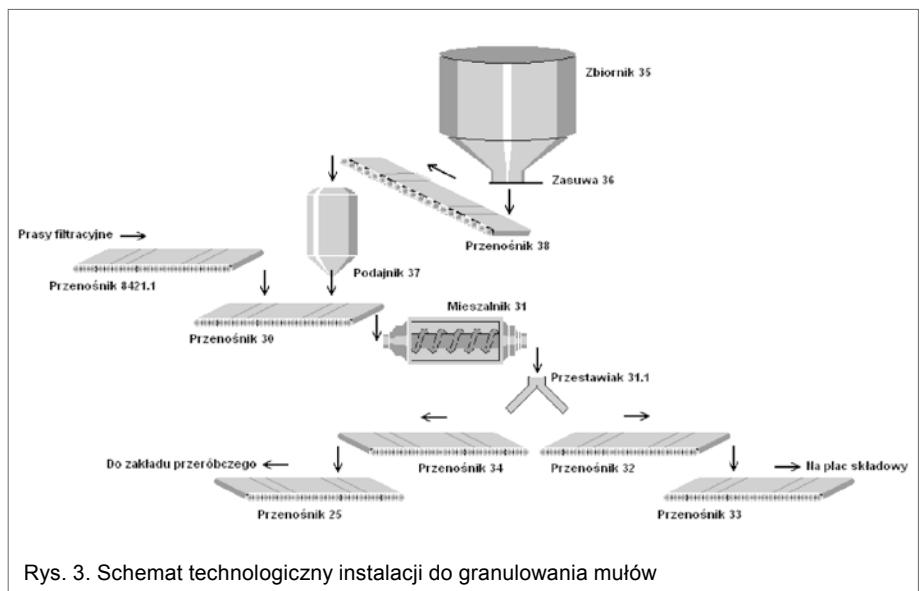
Kolejnym etapem modernizacji była automatyzacja procesu granulacji. Proces ten polega na zagospodarowaniu odpadów, powstałych w procesie wzbogacania i odsiarczania mialu, jak i przeróbki mechanicznej, z uwzględnieniem czynników technicznych, ekonomicznych oraz bezpieczeństwa i wymogów ochrony środowiska. Do odpadów dodawane jest wapno palone, a następnie całość granulowana jest w mieszalniku. Ilość dodawanego wapna ma znaczący wpływ na przygotowanie odpowiedniej mieszanki i powinna zawierać się w przedziale 1–5% masy zgranulowanego mułu [5].

Ukazany na rys. 3, odbywający się dotychczas ręcznie, proces granulacji został zmodernizowany i zautomatyzowany w celu zwiększenia niezawodności działania, a także wyeliminowania czynnika błędów operatora nadzorującego produkcję. Modernizacja pozwoliła osiągnąć w pełni zautomatyzowany system, kontrolowany z pomieszczenia obsługi, z możliwością podglądu dla innych osób znajdujących się w dowolnym miejscu objętym kopalnianą siecią zakładową.

Zmiany dotyczyły głównie samego sposobu sterowania. Wcześniej poszczególne urządzenia były sterowane manualnie przez operatora, za pomocą pulpitu sterowniczego wyposażonego w szereg przycisków, takich jak start, stop, wyłączniki bezpieczeństwa, a także lampki sygnalizacji pracy, awarii czy też położenia urządzeń. Opisany pulpit sterowniczy pozostawiono celem sterowania w trybie ręcznym, natomiast obok niego zamontowano komputer panelowy z kolorowym dotykowym wyświetlaczem w kasecie przemysłowej, komunikujący się ze ste-



Rys. 2. Schemat poglądowy sieci światłowodowych i Ethernetu w ZG Sobieski



Rys. 3. Schemat technologiczny instalacji do granulowania mułów

rownikiem firmy Siemens. Zaprojektowana wizualizacja dla układu granulacji dała możliwość sterowania procesem w trybie automatycznym, poprzez łatwy i przyjazny interfejs. Aplikacja została wykonana za pomocą programu InTouch, służącego do wizualizacji procesów przemysłowych i stanowiącego integralną część Platformy Systemowej Wonderware. Zawiera ona schemat poglądowy, listę alarmową, przyciski wyboru trybu pracy (automatyczny lub manualny), kierunku transportu zgranulowanych mułów (na plac składowy lub do zakładu przerobczego), a także wiele innych funkcji, między innymi podgląd sytuacji w pozostałych częściach ZG Sobieski.

Wapno palone magazynowane jest w zbiorniku nr 35. Wydajnością dozowni-

ka celkowego nr 37 steruje przemiennik częstotliwości. Instalacja granulacji wyposażona została w wagę na przenośniku nr 30, która pozwala dynamicznie mierzyć masę mułów i automatycznie regulować ilość dodawanego wapna tak, aby zapewnić wymagania technologicznie 1–5% jego zawartości w zgranulowanym mułu [5]. Sygnał prądowy z wagi podłączony jest do karty analogowej sterownika. Sterownik wykonuje niezbędne obliczenia i reguluje wartość wyjścia prądowego, sterując tym samym falownikiem odpowiedzialnym za pracę dozownika celkowego nr 37. Cały system został zabezpieczony na wypadek działań niepożądanych. Wszystkie urządzenia mogą być w dowolnym momencie zatrzymane za pomocą lokalnych wyłączników awa-

ryjnych, głównego wyłącznika bezpieczeństwa, znajdującego się w pomieszczeniu operatora, czy też z poziomu wizualizacji. Po wyłączeniu danego urządzenia automatycznie następuje zatrzymanie wszystkich sąsiednich urządzeń, mających wpływ na jego pracę, w celu zapobiegnięcia na przykład przesypaniu na zablokowany przenośnik lub jakimkolwiek innemu niepożądanemu działaniu systemu.

4. Podłączenie zakładu przerobczego do platformy systemowej

Jednym z etapów modernizacji w ZG Sobieski było włączenie obiektów zakładu przerobczego – sortowni i kruszarni – do sieci sterownikowej, w celu ich integracji w jednym standardzie Platformy Systemowej Wonderware. Umożliwiło to ciągły monitoring poprawności działania całego systemu z pomieszczenia dyspozytorni. Dla uzyskania takiego efektu rozszerzono trzy sterowniki firmy Siemens o karty komunikacyjne CP-343 (dwa sterowniki sortowni oraz jeden sterownik kruszarni). Karty umożliwiły nadanie każdemu sterownikowi odrębnego adresu IP i komunikację za pomocą standardu Ethernet. Dzięki takiemu rozszerzeniu uzyskano podgląd pracy wszystkich urządzeń technologicznych, możliwość sterowania, analizy błędów i podejmowania niezwłocznych działań mających na celu utrzymanie ciągłego ruchu całego zakładu przerobczego.

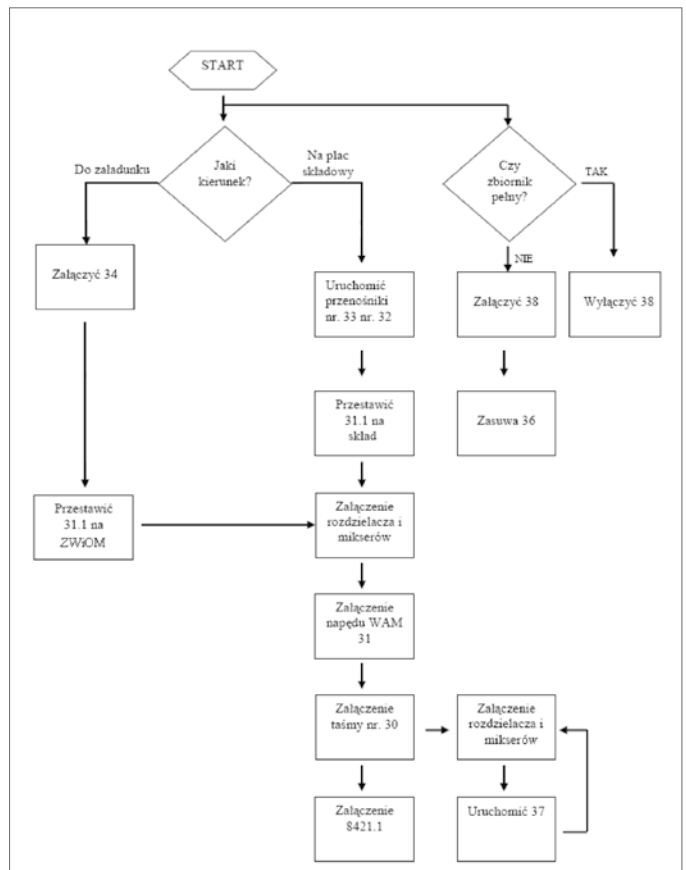
5. Wizualizacja procesów filtracji w budynku nowych pras

Kolejnym etapem pracy było zastosowanie sterownika firmy Siemens do gromadzenia danych z budynku nowych pras filtracyjnych. Sterownik wyposażono w moduły wejściowe zbierające sygnały dotyczące pracy pras filtracyjnych, a także pracy przenośników odpowiadających za transport mułów. Zgromadzone dane, przesyłane za pomocą standardu Ethernet do platformy systemowej, są następnie wizualizowane w pomieszczeniu dyspozytorni ZG Sobieski w postaci ekranów synoptycznych i listy alarmowej.

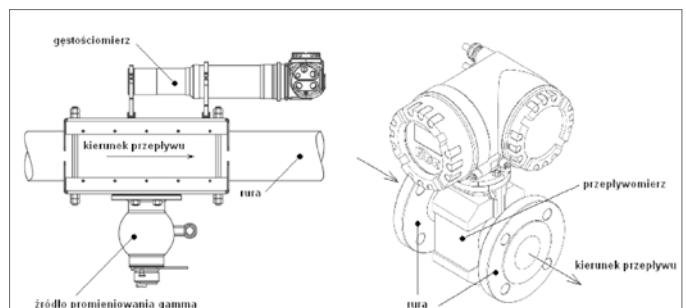
6. Modernizacja zagęszczacza promieniowego Dorra

W zagęszczaczu promieniowym Dorra odbywa się proces klarowania wód technologicznych. Zanieczyszczone wody płuczkowe z Zakładu Przerobczego kierowane są do zagęszczacza Dorra. Oczyszczone wody zwracane są do instalacji płuczki ziarnowej i miałowej [5].

Modernizacja zbiornika osadowego Dorra polegała na wymianie aparatury pomiarowej i sterującej na aparaturę nowego typu oraz na przystosowaniu obiektu do standardów komunikacji i sterowania zgodnie z ideą panującą w ZG Sobieski. W miejscu uprzednio zainstalowanego przepływomierza i gęstościomierza znalazły się urządzenia firmy Endress & Hauser – przepływomierz elektromagnetyczny Proline Promag 55 i gęstościomierz radiometryczny Gammapilot M FMG60 z izotopowym źródłem promieniowania gamma do bezkontaktowego pomiaru zawartości ciał stałych, zawiesin i osadów [2]. Obydwa urządzenia posiadają pełną zgodność z obowiązującymi normami bezpieczeństwa. Rolę sterownika – w miejsce wysłużonego modelu Simatic S7-200 firmy Siemens – przejął moduł wejść/wyjść ET200M połączony poprzez sieć Profinet z nowym sterownikiem Simatic S7-315, znajdującym się w rozdzielni budynku granulacji. Urządzenia pomiarowe uru-



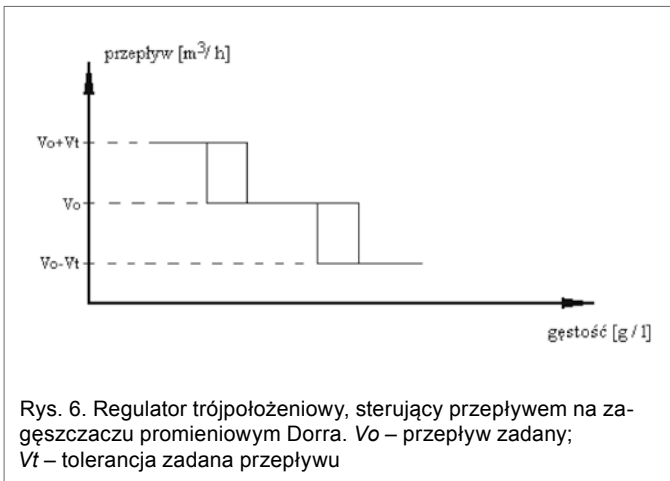
Rys. 4. Algorytm blokowy sterowania procesem granulacji



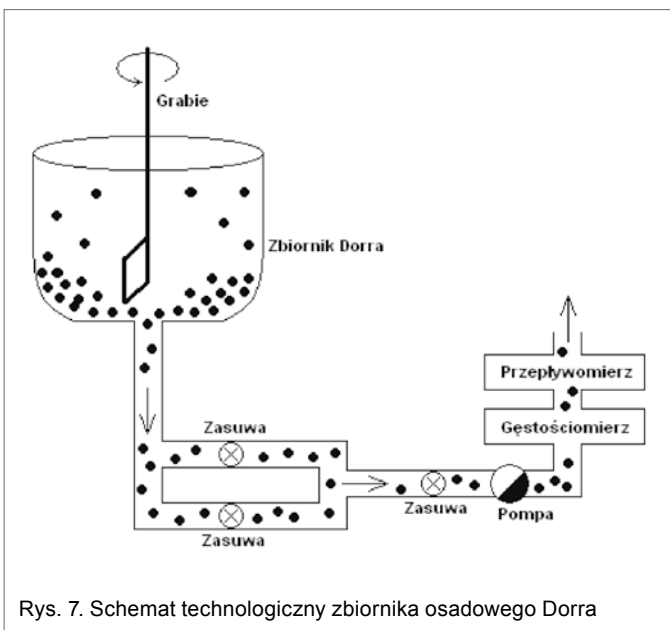
Rys. 5. Schematy ogólne pomiaru gęstości i przepływu zainstalowane na obiekcie Dorra [2, 3]

chomiono i skalibrowano wedle potrzeb klienta. Znajdujące się w przepływomierzu i gęstościomierzu wyjścia prądowe pozwalają na uzyskanie informacji w module ET200M o aktualnym przepływie w metrach sześciennych na godzinę oraz o gęstości cieczy w gramach na litr.

Sterowanie przepływem odbywa się za pomocą falownika, który reguluje pracę jednej z dwóch pomp mułowych, i uzależnione jest od gęstości mułu. Jeżeli przewyższa ona gęstość zadeklarowaną jako punkt pracy, sterownik wysyła sygnał zwiększający przepływ tak, aby powrócić do zadanego punktu, i odwrotnie: w przypadku zbyt małej gęstości zmniejsza przepływ [5]. Regulacja jest zaprogramowana w oparciu o ideę regulatora trójpołożeniowego z histerezą, aby zapobiec ciągłemu przełączaniu i uszkodzeniu silników napędzających pompy.



Rys. 6. Regulator trójpołożeniowy, sterujący przepływem na zagęszczaczu promieniowym Dorra. V_0 – przepływ zadany; V_t – tolerancja zadana przepływu



Rys. 7. Schemat technologiczny zbiornika osadowego Dorra

Układ monitoruje stany otwarcia i zamknięcia zasuw tak, aby nie dopuścić do załączenia pomp przy braku odpływu, co mogłoby nieść ze sobą poważne konsekwencje, a nawet uszkodzenie sieci rurociągów. Sterownik kontroluje pracę samego falownika, a także załączanie styczników pomocniczych. Do kontroli pracy całego systemu służy panel dotykowy KPT600 firmy Siemens, znajdujący się w pomieszczeniu obsługi. Pozwala on uzyskać bieżące informacje na temat całego obiektu Dorra, takie jak aktualny przepływ, gęstość mułu, położenie grabi, stany zasuw, stan falownika, styczników pomocniczych i inne. Oprócz informacji wyświetlanych na panelu operatorskim udostępniono również możliwość zdalnego podglądu stanu obiektu Dorra z pomieszczenia dyspozytorni ZG Sobieski.

7. Likwidacja starej tablicy synoptycznej – „Upadowa 2000”

Ostatnim etapem modernizacji na ZG Sobieski było zastąpienie starej tablicy synoptycznej „Upadowa 2000”, znajdującej się w dyspozytorni budynku sortowni, modułem rozproszonych wejść/wyjść. Tablica synoptyczna obrazowała aktualny stan przenośników odpowiedzialnych za transport. Zamiast niej zastosowano moduł ET200S firmy Siemens, do którego

podłączono sygnały poprzednio realizowane w postaci lampek, przycisków i przełączników dwupołożeniowych. Zebrane sygnały przekazywane są za pomocą sieci Profibus DP do jednego z istniejących sterowników na sortowni, a następnie za pośrednictwem standardu Ethernet do platformy systemowej. Stara tablica synoptyczna uległa likwidacji, co pozwoliło na wygospodarowanie znacznej powierzchni w pomieszczeniu dyspozytorni. W uzyskanym w ten sposób miejscu zamontowano szafę przemysłową, wyposażoną w panele i switche światłowodowe, a także wymieniony wcześniej moduł. Zanim podłączono sygnały do modułu ET200S, zastosowano szereg separatorów sygnałów, aby wyeliminować ryzyko związane z uszkodzeniem kart firmy Siemens i zabezpieczyć obwody przed przepięciami (sygnały wejść/wyjść prądu stałego i zmiennego).

8. Podsumowanie

Dzięki przeprowadzonej modernizacji uzyskano pełną wymianę informacji pomiędzy poszczególnymi obiektami zakładu oraz zautomatyzowano procesy, które zachodziły dotychczas nie w pełni automatycznie. Wykonano też znaczny krok w kierunku ujednoczenia systemów współpracujących na kopalni poprzez integrację w środowisku Platformy Systemowej Wonderware. Automatyzacja systemu sterowania przebiegła sprawnie, bez konieczności przerywania procesów produkcyjnych czy też innych szkodliwych działań. Wszystkie wykonane prace montażowe, elektryczne oraz testy uruchomieniowe odbyły się wedle wcześniej ustalonego harmonogramu i zakończyły się pełnym sukcesem. Zmiany tzw. podwyższonego ryzyka, czyli ingerencja w istniejące sterowniki i sieci, odbyły się po uprzednim dokładnym zaplanowaniu wszelkich kroków i przeprowadzone zostały podczas planowanych przestojów lub przerw weekendowych. W ramach zadania rozbudowano także sieć światłowodową w oparciu o podział na trzy sieci: zakładową, sterownikową i platformy systemowej [4]. Dzięki takiemu rozwiązaniu uzyskano prosty, niezawodny i przejrzysty system dostępu do sieci. Do dnia dzisiejszego system działa bezawaryjnie i umożliwia czytelny dostęp do danych procesowo-produkcyjnych.

Literatura

- [1] *Profinet – Technologie i aplikacje*, Siemens – wersja luty 2005 r. www.profibus.com
- [2] *Opis funkcji przyrządu Proline Promag 55*, BA119D/31/PL/09.06 – www.endress.com
- [3] *Pojemniki ochronne źródła izotopowego FQG61/FQG62*, TI435F/31/PL/10.09 – www.endress.com
- [4] DUBIEL A., KALUS Ł., KARDYŚ T.: *Wybrane aspekty migracji systemu sterowania w ZG Sobieski*. Komeko 2011.
- [5] DUBIEL A.: *Dokumentacja technologiczna wzbogacania węgla Zakładu Górniczego Sobieski w Jaworznie*. 29.01.2010 r.

Mirosław Cholewa – ZG Sobieski;
Artur Dubiel – ZG Sobieski;
Łukasz Kalus – Energotest;
Michał Zajac – Energotest