

mgr inż. MAREK ADAMUSIŃSKI
JSW S. A. KWK Zofiówka
mgr inż. MAREK MORAWIEC
JSW S. A. KWK Zofiówka
inż. TADEUSZ JĘDRUŚ
ELGÓR+ HANSEN Sp. z o. o.
mgr inż. DARIUSZ MACIERZYŃSKI
ELGÓR+ HANSEN Sp. z o. o.

Nowoczesne rozwiązania systemów zasilania, sterowania i automatyzacji na przykładzie wysokowydajnego kompleksu strugowego w JSW S. A. KWK Zofiówka

Artykuł niniejszy prezentuje doświadczenia uzyskane w trakcie opracowania, wdrażania, (w tym uruchamiania) wysokowydajnego kompleksu strugowego nowej generacji oraz charakteryzuje układ zasilania i sterowania z uwzględnieniem procesu automatyzacji kompleksów strugowych.

1. WSTĘP

Analiza sytuacji na rynku paliwowo-energetycznym wskazuje, że zapotrzebowanie na węgiel zarówno energetyczny jak i gazowokokosowy będzie systematycznie rosnąć [1]. W sytuacji nawet obecnego kryzysu gospodarczego podczas kurczenia się światowych zasobów ropy naftowej oraz gazu ziemnego wyraźnie widać, że węgiel kamienny jest stosunkowo tanim i pewnym nośnikiem energii, zapewniającym w szczególności bezpieczeństwo energetyczne Polski oraz poprawiającym bezpieczeństwo energetyczne pozostałych krajów Unii Europejskiej. Warunkiem realizacji właściwego wykorzystania zasobów bilansowych jest jednak racjonalna i efektywna eksploatacja posiadanych złóż węgla. Eksploatacja racjonalna, tzn. ograniczająca do niezbędnego minimum straty węgla, jak chociażby wybieranie cienkich pokładów oraz eksploatacja efektywna, tzn. wykorzystująca nowoczesne, bezpieczne, wydajne i ograniczające udział człowieka w procesie wydobywania [1].

Tak zdefiniowane potrzeby kierują eksploatację węgla w stronę techniki nie wymagającej stałej bez-

pośredniej obsługi maszyny urabiającej. Znana od wielu lat technika strugowa, obecnie znacząco ulepszona, zapewnia [3]:

- a) możliwość efektywnego wybierania cienkich pokładów,
- b) mniejsze rozdrobnienie urobku, a tym samym wzrost pozyskiwania grubych asortymentów,
- c) możliwość urabiania małymi zabiorami oraz szybkie przesuwanie obudowy zmechanizowanej w strefach o utrudnionych warunkach stropowych,
- d) upraszcza konstrukcję urządzenia urabiającego,
- e) poprawia komfort i bezpieczeństwo pracy z uwagi na zautomatyzowanie procesu produkcji [10].

Sterowanie i automatyzacja są w tym przypadku najistotniejszymi składnikami wysokowydajnej techniki strugowej, których istotną bazą jest także elektrohydrauliczne sterowanie obudową zmechanizowaną [11]. Kierowanie pracą kompleksu strugowego odbywa się ze stanowiska strugowego usytuowanego w chodniku przyścianowym lub na powierzchni zakładu górniczego. Obsługa na stanowisku strugowym posiada bieżące informacje o istotnych danych dotyczących pracy całego układu oraz może na bieżąco korygować parametry pracy kompleksu [2]. Technika

strugowa w eksploatacji cienkich pokładów jest z powodzeniem stosowana w Niemczech, Rosji, Chinach, USA, Czechach i Kazachstanie [4].

W latach 2006-2008 technika strugowa została szczególnie dokładnie przeanalizowana pod kątem zastosowania do eksploatacji nowo otwieranych partii złóż w JSW S. A. KWK Zofiówka oraz w LW Bogdanka S. A. Skutkiem przeprowadzonych analiz jest z powodzeniem wprowadzony do eksploatacji wysokowydajny kompleks strugowy w JSW S. A. KWK Zofiówka oraz uruchamiany kompleks strugowy w LW Bogdanka S. A.

W artykule zaprezentowano i omówiono doświadczenia uzyskane w trakcie tak opracowywania jak i wdrażania ww. kompleksu, formułując odpowiednie wnioski praktyczne.

2. APARATURA ZASILAJĄCO-STERUJĄCA DO WYSOKOWYDAJNEGO KOMPLEKSU STRUGOWEGO

Zaproponowany sposób rozwiązania konstrukcyjnego i technicznego wysokowydajnych kompleksów strugowych wymusił zastosowanie średniego napięcia do zasilania maszyn kompleksu. Opracowywane w Elgór+Hansen nowatorskie rozwiązania urządzeń elektrycznych budowy przeciwwybuchowej, służące do zasilania kompleksów ścianowych potwierdziły w warunkach podziemnych zakładów górniczych swoją przydatność ruchową, a zdobyte doświadczenia eksploatacyjne przy jednoczesnym śledzeniu najnowszych opracowań naukowych pozwoliły, w stosunkowo krótkim czasie, zaoferować rozwiązania zapewniające nie tylko wysoki poziom bezpieczeństwa, ale również oczekiwaną przydatność ruchową dla wysokowydajnych kompleksów strugowych.

Podwyższenie wartości napięcia zasilającego urządzeń do 3,3 kV, oprócz zapewnienia odpowiedniej niezawodności zasilania tych maszyn, daje w szczególności poprawę bezpieczeństwa pracy oraz szereg innych, prezentowanych już wielokrotnie zalet [8]. Pozytywna ocena podczas eksploatacji ognioszczelnych wyłączników stycznikowych, rozruszników tyrystorowych oraz stacji transformatorowych powoduje, że firma cały czas unowocześnia produkowane urządzenia zwracając szczególną uwagę na poprawę bezpieczeństwa obsługi, dobór najnowocześniejszych podzespołów wchodzących w skład wysokowydajnych kompleksów ścianowych, a także obecnie kompleksów strugowych nowej generacji.

2.1. Stacje transformatorowe budowy przeciwwybuchowej

Opracowane przez Elgór+Hansen (do zasilania kompleksów strugowych) rozwiązanie stacji transformatorowych spełniają wysokie wymagania technologiczne, gwarantują niezawodność ruchową oraz zdecydowanie poprawiają komfort oraz bezpieczeństwo pracy służb technicznych kopalń. W układach zasilania kompleksów strugowych znalazły zastosowanie stacje transformatorowe z osłonami ognioszczelnymi i transformatorami o mocy 1750 kVA, 2100 kVA i 2600 kVA i przekładni 6/3,3 kV [10].

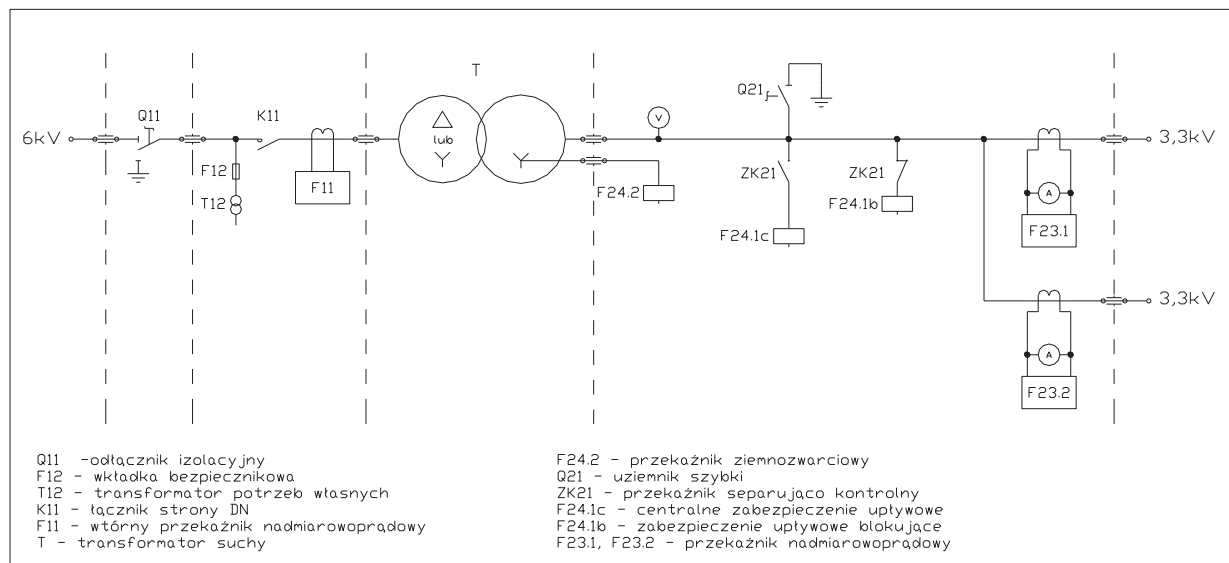
Wszystkie wyżej wymienione stacje transformatorowe budowy przeciwwybuchowej są to stacje wyposażone w transformatory górnicze suche z rowingową izolacją żywiczną [9]. Poszczególne segmenty stacji połączone ze sobą integrują nie tylko obudowy mechaniczne przy pomocy ognioszczelnych złączy kołnierzowych, ale również zapewniają prawidłową i bezpieczną eksploatację stacji.

Komorę górnego napięcia (GN) stacji transformatorowych wyposażono w zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe transformatora głównego i małogabarytowy łącznik średniego napięcia z izolacją z SF₆, co zdecydowanie poprawiło możliwość skutecznego zabezpieczenia sieci zasilającej. Komora ta – stanowiąca jednoczłonowe pole rozdzielcze średniego napięcia – decyduje o możliwości zasilania i poprawnej pracy całej stacji.

W komorach zaś dolnego napięcia (DN) stacji zastosowano innowacyjne rozwiązania, umożliwiające przeniesienie całej mocy stacji transformatorowej z kompletnie zabezpieczonych odpływów na wspólne przyłącze aparatury manewrowej – praca równoległa dwóch, trzech lub czterech kabli i/lub przewodów oponowych na odpływach [11].

Zastosowane zabezpieczenia elektroenergetyczne oraz przyjęty system sterowania i współpracy z blokadami technologicznymi, z wykorzystaniem obwodów iskrobezpiecznych pozwala na zasilanie odbiorników również zainstalowanych w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. Stacje transformatorowe wyposażono bowiem w iskrobezpieczny układ zdalnego wyłączania łącznika głównego po stronie GN. Wszystkie stacje są wyposażone również w uziemnik szybki po stronie dolnego napięcia, zapewniając tym samym szczególnie wysoki poziom bezpieczeństwa pracy obsługi [9]. Możliwość przemieszczania stacji w podziemiach kopalń zapewnia zestaw kołowy oraz uchwyty transportowe.

Na rys. 1 przedstawiono przykładowy schemat ideowy stacji transformatorowych o przekładni 6/3,3 kV typu EH-d31-2600/6/3,3/2/01.



Rys. 1. Schemat ideowy stacji transformatorowej typu EH-d31-2600/6/3,3/2/01

2.2. Aparatura manewrowa budowy przeciw-wybuchowej do sterowania urządzeniami kompleksu strugowego [6,7]

Przykładem szczególnym konstrukcji do zastosowania w wysokowydajnych kompleksach strugowych są wdrożone do oferty firmy takie rozwiązanie jak: ognioszczelny wyłącznik stycznikowy cztero-odpływowy, wyłącznik z rozrusznikiem tyrystorowym oraz zespół transformatorowy o mocy 160 kVA i przekładniach 3,3 kV/ 1kV lub 3,3 kV/ 0,5 kV [9].

Ognioszczelny wyłącznik stycznikowy typu EH-d03-W/3,3/1/01.xx oraz typu EH-d03-W/3,3/1/02.xx [6] jak również wyłącznik z rozrusznikiem tyrystorowym typu EH-d03-WR/3,3/1/01.01 [7] to aparaty, które wprowadzają zupełnie nową jakość w proponowanej wcześniej gamie aparatury manewrowej na napięcie 3,3 kV. Zastosowano w nich przełączniki rozłącznikowe od strony zasilania oraz uziemniki szybkie od strony zasilania i odpływu. Dodatkowo wyłącznik zabezpieczeniowy umożliwia zabudowę aparatury w każdych warunkach zwarciowych sieci zasilającej na dole kopalni. Aparatura jest wyposażona w system blokad mechaniczno-elektrycznych, który także wpływa na zdecydowaną poprawę bezpieczeństwa pracy służb technicznych zakładów górniczych [7].

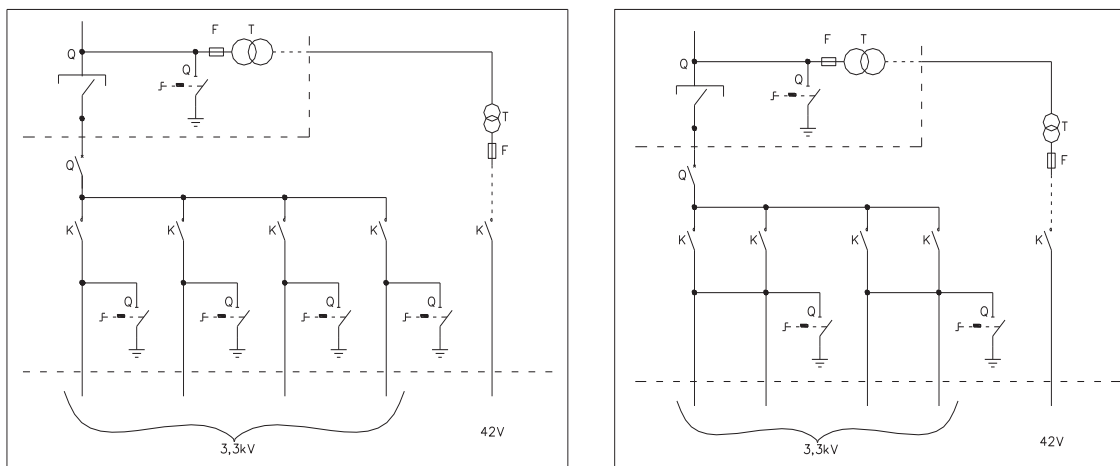
W aparaturze tej zastosowane uziemniki szybkie wyznaczają nowe standardy bezpieczeństwa. Uzupełnieniem zintegrowanych kompleksów wydobywczych zasilanych napięciem 3,3 kV eliminującym konieczność prowadzenia w rejon kompleksu innych poza 3,3 kV napięć roboczych jest ognioszczelny zespół transformatorowy typu EH-d03-160/3,3/0,5 (lub1,0)/0,2/4/01

o mocy 160 kVA, przekładni 3,3 kV/525 kV lub 3,3 kV/1050 V wyposażony oprócz czterech trójfazowych odpływów na napięcie 500V lub 1000 V w dwa kompletnie zabezpieczone odpływy na napięcie 230 V o mocy 5 kVA, jeden kompletnie zabezpieczony odpływ na napięcie 42 V o mocy 500 VA oraz jeden kompletnie zabezpieczony odpływ na napięcie 24 V o mocy 500 VA. Zespół ten, podobnie jak wyłączniki 3,3 kV nowej generacji, jest wyposażony od strony zasilania w rozłącznik i uziemnik szybki.

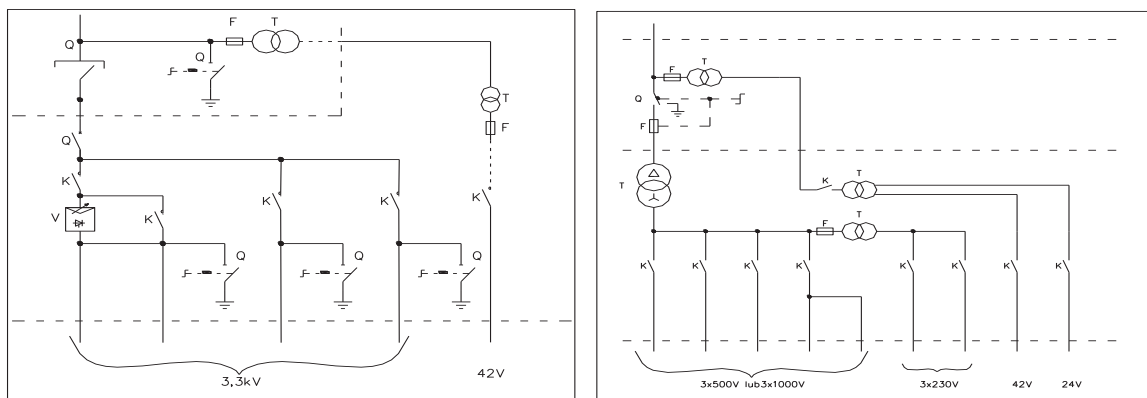
Na rys. 2a oraz 2b przedstawiono, dla przykładu, schematy ideowe nowej generacji łączników manewrowych na napięcie 3,3 kV oraz schemat ideowy zespołu transformatorowego i wyłącznika z rozrusznikiem tyrystorowym. Na rys. 2c zaś zaprezentowano schemat ideowy układu zasilania maszyn kompleksu strugowego w KWK Zofiówka.

2.3. System sterowania kompleksu strugowego

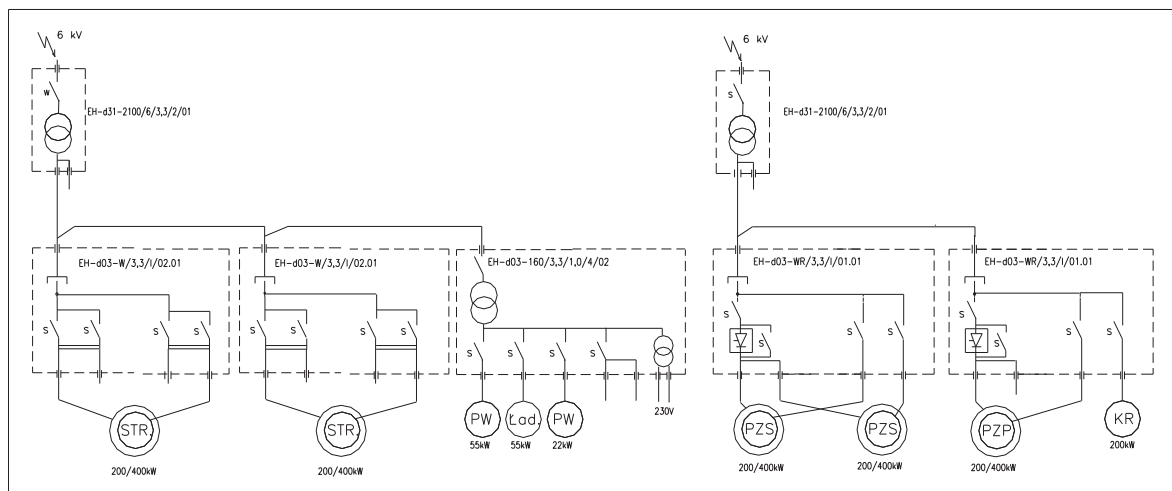
Warunkiem niezbędnym innowacyjności prowadzącej do zwiększenia poprawności działania i bezpieczeństwa pracy nowej generacji kompleksu strugowego jest automatyzacja pracy maszyn z wykorzystaniem pełnej informatyzacji oraz sieci ethernetowej w celu zapewnienia kompleksowej wymiany informacji. Stopień zaawansowania, powszechności oraz dostępności sieci komputerowych w górnictwie osiągnął bardzo wysoki poziom, zarówno po stronie procesów technologicznych, jak i urządzeń służących do ich automatyzacji. Z tego też powodu przed producentami, konstruktorami, projektantami, użytkownikami oraz operatorami zostały postawione bardzo wysokie wymagania.



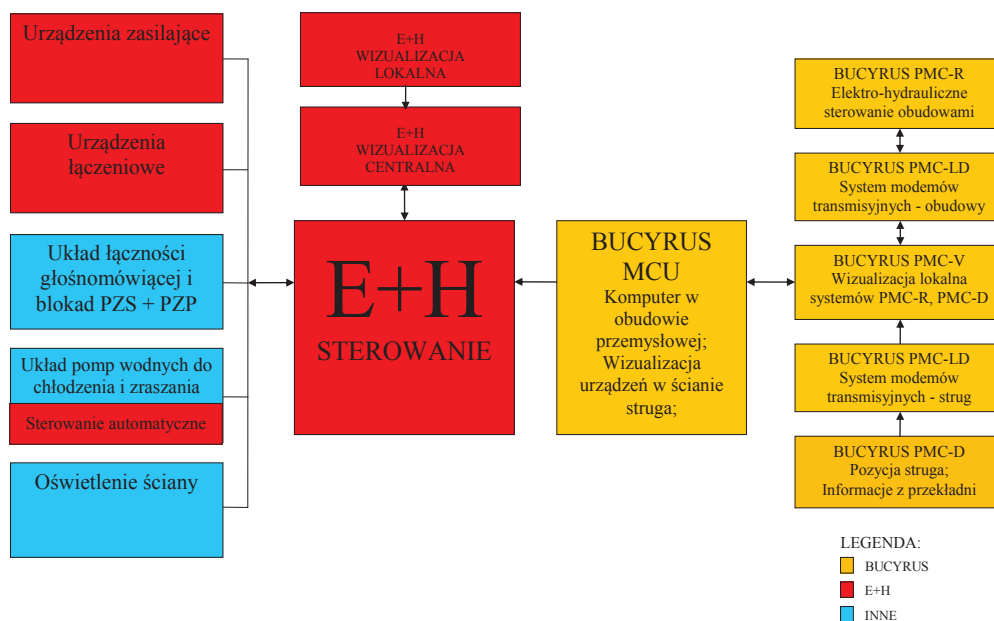
Rys. 2a. Schemat ideowy czteroodpływowego wyłącznika stycznikowego typu EH-d03-W/3,3/I/01.xx oraz schemat ideowy wyłącznika stycznikowego do rewersyjnego zasilania silników głównych struga typu EH-d03-W/3,3/I/02.xx



Rys. 2b. Schemat ideowy wyłącznika stycznikowego z rozrusznikiem typu EH-d03-WR/3,3/I/01.01 oraz schemat ideowy zespołu transformatorowego typu EH-d03-160/3,3/0,5(lub 1,0)/0,2/4/01



Rys. 2c. Schemat ideowy zasilania wysokowydajnego kompleksu ścianowego w KWK Zofiówka



Rys. 3. Schemat blokowy systemów wysokowydajnego kompleksu ścianowego

Układ sterowania maszynami wysokowydajnego kompleksu strugowego to w efekcie zaawansowany i bardzo złożony układ mikroprocesorowy, który realizuje szereg funkcji, takich jak [5]: sterowanie, wizualizacja, rejestracja, archiwizacja, diagnostyka.

Przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych elementów całego systemu sugeruje konstrukcję rozproszoną układu sterowania, wykorzystującą jako media transmisyjne przemysłowe sieci lokalne.

System strugowy składa się wielu podsystemów odpowiedzialnych za poszczególne funkcje sterowniczo-wizualizacyjne kompleksu, a mianowicie:

- system sterowania oraz wizualizacji lokalnej i centralnej aparatury elektrycznej firmy Elgór+Hansen,
- system sterowania obudową zmechanizowaną PMC-R firmy Bucyrus,
- system sterowania urządzeniem strugowym PMC-D firmy Bucyrus,
- iskrobezpieczny system łączności głośnomówiącej, sygnalizacji i blokad, w KWK Zofiówka zastosowano system UGS-01/2 firmy Elektrometal.

Przetwarzanie informacji odbywa się hierarchicznie, zaczynając od poziomu sterowania poszczególnymi komponentami, poprzez parametryzację urządzeń, diagnostykę, rejestrację, wizualizację, archiwizację danych lokalną i centralną, aż po poziom zarządzania całym procesem technologicznym.

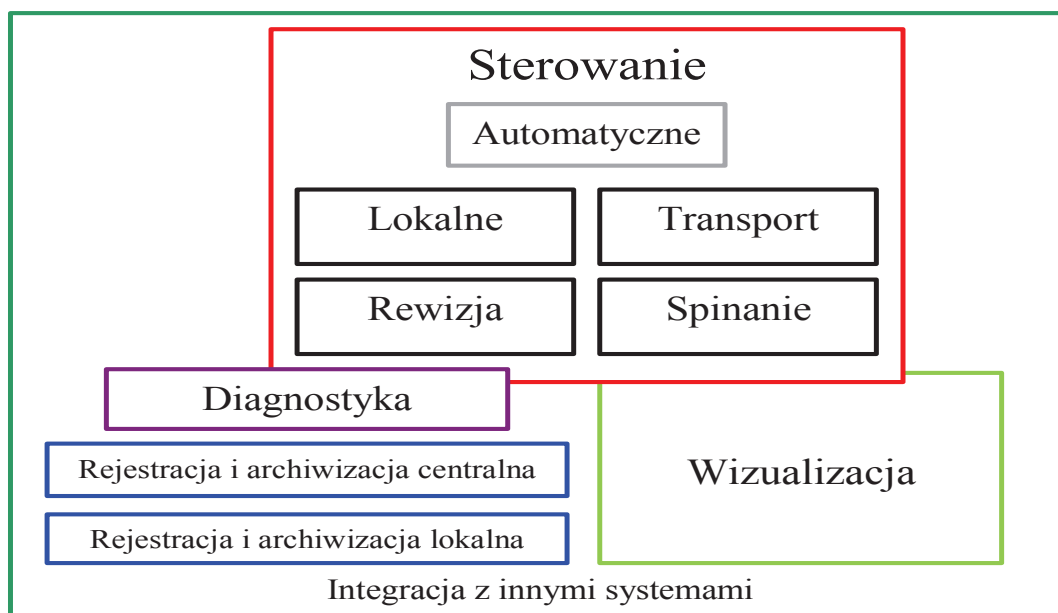
System z założenia analizuje wiele zależności, przewidziana została jak największa liczba przypadków, sytuacji i stanów zarówno samej maszyny, jak i bardzo trudnego otaczającego ją środowiska [5]. System podzielono na dwie logiczne, powiązane ze sobą części: sterowanie oraz wizualizacja (rys. 3).

2.3.1. System sterowania oraz wizualizacji aparatury elektrycznej firmy Elgór+Hansen

System został zaprojektowany jako zestaw uniwersalnych urządzeń funkcjonalnych komunikujących się między sobą przy pomocy magistrali transmisji szeregowej i realizuje on sterowanie rozproszone [11]:

- a) urządzenie sterujące typu EH-O/06/02 (sterownik swobodnie programowalny PLC),
- b) urządzenie sterujące typu EH-O/06/03 (Komputer IPC w wykonaniu przemysłowym),

Poszczególne sterowniki (o indywidualnie dobranej konfiguracji) zostały rozmieszczone na stanowisku operatora struga, przy napędzie przenośnika zgrzeblowego podścianowego oraz na napędzie głównym struga, w stacjach kompaktowych. Podczas projektowania duży nacisk położono na zapewnienie prostoty obsługi i sterowania oraz łatwość wprowadzenia zmian i modyfikacji. Jedną z głównych funkcji realizowanych przez układ jest zapewnienie niezawodności oraz bezpieczeństwa pracy w algorytmie sterowania procesem technologicznym. Dlatego system ten został wyposażony w niezależnie działający sprzętowo- analogowy układ awaryjnego wyłączenia. Podczas doboru podzespołów, do konstrukcji urządzeń układu sterowania położono szczególny nacisk na niezawodność, gwarancję stabilnego utrzymania parametrów pracy oraz duży stopień integracji. Oprogramowanie systemowe poszczególnych elementów w maksymalnie możliwy do osiągnięcia sposób realizuje funkcję testowania i autokontroli podzespołów.



Rys. 4. Zadania realizowane przez system sterowania kompleksu strugowego

Poszczególne elementy łączeniowe, w tym zestawy manewrowe i wyłączniki z rozrusznikami tyrystorowymi, zostały połączone przemysłową siecią pracującą w strukturze master – slave, w której informacje diagnostyczne przechodzą poprzez sterownik centralny oraz są wizualizowane i archiwizowane w systemie wizualizacji centralnej produkcji firmy Elgór+Hansen. Wszystkie urządzenia oraz moduły wchodzące w ich skład są wyposażone w oprogramowanie systemowe, realizujące podstawowe funkcje monitorowania i sterowania poszczególnych, cząstkowych procesów komunikacji z zasobami sterownika i systemu, adresacji poszczególnych modułów oraz usługi komunikacyjne umożliwiające zdalną diagnostykę i testowanie.

Do komunikacji systemowej pomiędzy separatorami a sterownikiem wykorzystano magistralę standardu RS485 oraz protokół MODBUS RTU. Do komunikacji natomiast, między sterownikami, zastosowano także magistralę standardu RS 485 wraz z protokołem PROFIBUS DP. Na poziomie pojedynczego urządzenia jednostką master jest sterownik, wszystkie natomiast moduły funkcjonalne są jednostkami typu slave, identyfikowanymi poprzez nadany adres oraz typ. Struktura połączeń sieci sterowników została oparta o podobne rozwiązanie, które składa się z jednej stacji nadrzędnej i wielu jednostek podrzędnych. System został zaprojektowany dla prędkości transmisji 9,6 oraz 19.2 kBits/s.

Kolejnym etapem tworzenia systemu sterowania strugiem jest precyzyjne zdefiniowanie algorytmu sterowania. Uwzględniono tutaj korelacje wszystkich sygnałów wejściowych i wyjściowych, jak np. stany czujników otrzymywanych z urządzeń EH-O/06/02,

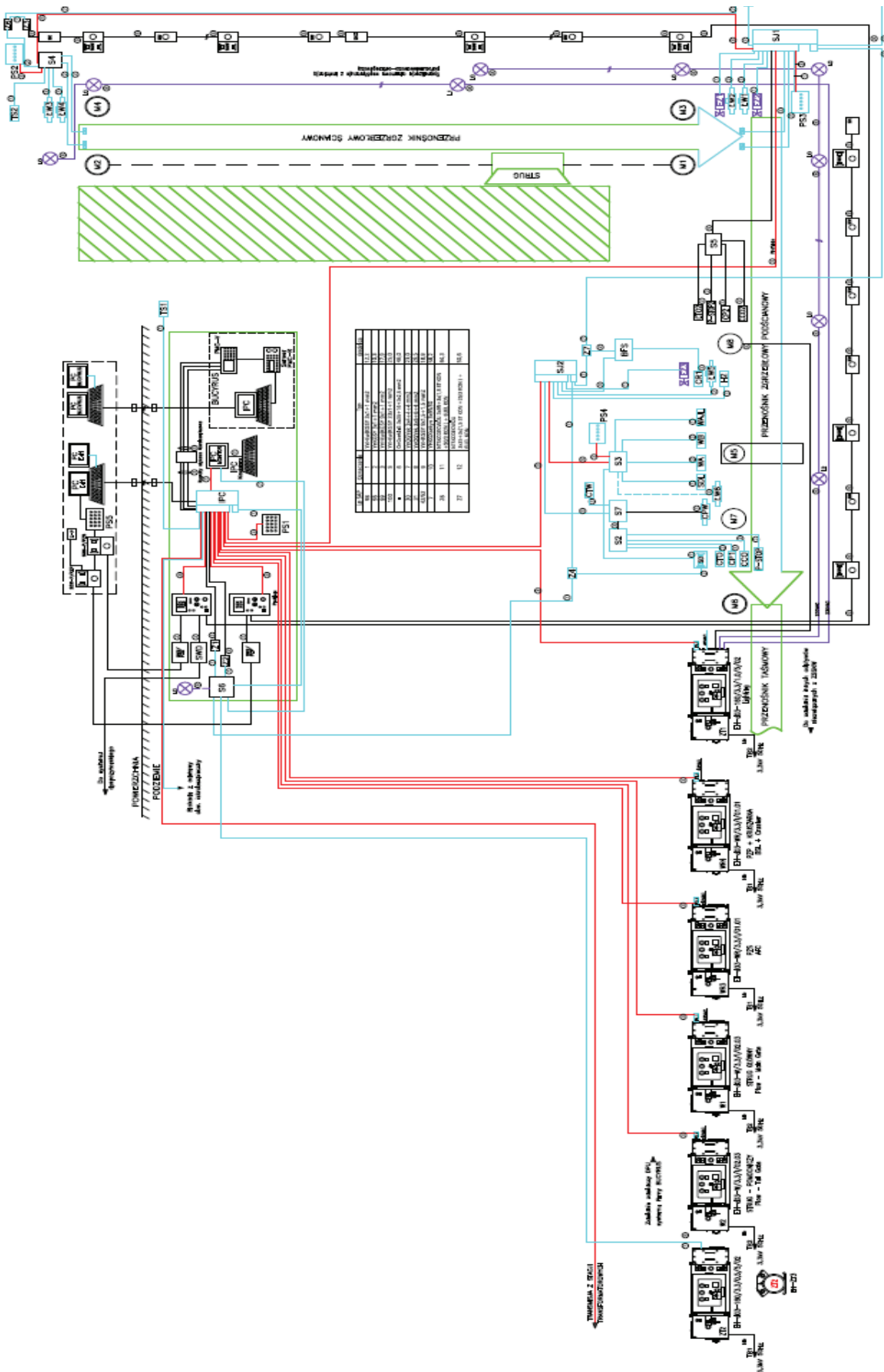
informacje z układu sterowania firmy Bucyrus, stany elementów wykonawczych z zestawów manewrowych itd.

Na tej podstawie stworzono oprogramowanie aplikacyjne sterownika centralnego oraz sterowników lokalnych. Część zadań procesu sterowania została rozdzielona na poszczególne lokalne sterowniki, natomiast informacje pomiędzy sterownikami są wymieniane w ramach protokołu sieciowego.

Urządzenie sterujące typu EH-O/06/02 umożliwia z kolei, dzięki zastosowaniu przemysłowego sterownika programowalnego PLC, realizację złożonych funkcji logicznych wejścia/wyjścia w układzie sterowania, w którym zostało użyte. Do urządzenia można podłączać iskrobezpieczne czujniki zewnętrzne oraz zewnętrzne urządzenia wykonawcze (np. zawory elektromagnetyczne, sygnalizatory, separatory, inne systemy, obwody sterownicze łączników ognioszczelnych, systemy wizualizacji i transmisji danych, itp.).

Urządzenie sterujące typu EH-O/06/03 pozwala, dzięki zastosowaniu przemysłowego komputera IPC, na realizację złożonych funkcji nadzorujących cały układ sterowania, złożony z wielu układów podrzędnych, przy pomocy różnych interfejsów transmisji jak i różnych protokołów[11].

Urządzenie sterujące typu EH-O/06/04 umożliwia, dzięki zastosowaniu przemysłowego komputera PC wraz z monitorem, realizację złożonych funkcji wizualizacyjnych układu sterowania oraz funkcji parametryzujących cały układ sterowania przy pomocy różnych interfejsów transmisji, jak i różnych protokołów.



Rys. 5. Schemat blokowy systemu połączeń magistrali transmisji na przykładzie projektu struga dla JSW S. A. KWK Zofiówka

W układzie sterowania przewidziane oraz zaimplementowane zostały następujące tryby pracy kompleksu strugowego:

- tryb automatyczny
- tryb lokalny
- rewizja/napinanie
- transport

Sterowanie kompleksem odbywać się może po dokonaniu wyboru rodzaju pracy, z pulpitu na podziemnym stanowisku operatora struga, z pulpitów lokalnych przy danych napędach lub z powierzchni kopalni.

W trybie automatycznym kompleks załączyć można zarówno z podziemnego jak i powierzchniowego stanowiska operatora struga. Uruchomienie struga odbywa się przy użyciu oddzielnych przycisków. Początkowy kierunek pracy struga jest zadawany przez operatora (strugowego). W czasie zaś pracy automatycznej strug po dojechaniu do końca ściany zatrzymuje się i rozpoczyna ruch w przeciwnym kierunku, automatycznie po zdefiniowanym w parametrach systemu okresie czasowym.

W trybie lokalnym załączanie poszczególnych urządzeń kompleksu odbywa się z pulpitów lokalnych umieszczonych przy poszczególnych napędach. Hierarchia uruchamiania poszczególnych urządzeń jest technologicznie określona i realizowana jak w trybie automatycznym, tj. zespół pompy → kruszarka → przenośnik podścianowy → przenośnik ścianowy → strug. W czasie pracy lokalnej strug po dojechaniu do końca ściany zatrzymuje się, a ponowne jego uruchomienie w przeciwną stronę odbywa się poprzez naciśnięcie przez operatora jednego z przycisków załączających. Strug uruchomiony z przycisku biegu szybkiego startuje na biegu wolnym, następnie po zdefiniowanym w parametrach systemu przez operatora okresie czasowym przełącza się na bieg szybki. Przy dojeżdżaniu do napędu struga, na biegu szybkim w zdefiniowanej przez operatora odległości od napędu, strug przełącza się automatycznie na bieg wolny. Jeżeli operator zdecyduje, iż strug ma przejechać przez całą ścianę na biegu wolnym może uruchomić go z przycisku biegu wolnego. W tej sytuacji system sterowania nie przełączy struga automatycznie na bieg szybki.

Tryb rewizji i napinania pozwala na indywidualną pracę poszczególnego napędu w kompleksie. Pracę rewizyjną lub napinanie uruchamia się z pulpitów lokalnych odpowiednich dla poszczególnych urządzeń. Podczas rewizji/napinania przenośnika ścianowego zablokowana jest możliwość uruchomienia struga oraz możliwa jest praca tylko

jednym silnikiem. Rewizja/napinanie łańcucha struga blokuje możliwość załączenia przenośnika ścianowego. Również podczas rewizji kruszarki blokowany jest przenośnik podścianowy, a rewizja/napinanie przenośnika podścianowego blokuje pracę kruszarki. Załączenie wszystkich urządzeń poprzedzone jest akustycznym sygnałem ostrzegawczym.

W trybie transportu możliwe jest załączenie tylko przenośników. Sterowanie przenośnikami w tym trybie pracy odbywa się z pulpitów lokalnych.

Wyłączenie poszczególnych urządzeń kompleksu może być spowodowane przez:

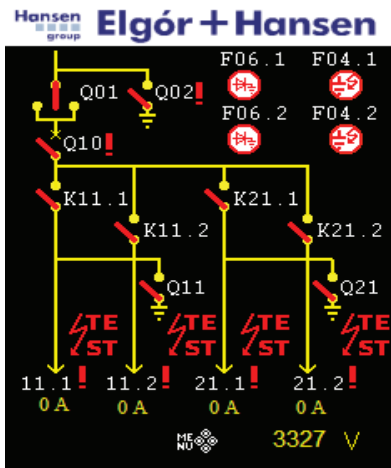
- a) naciśnięcie przycisku wyłącz dla poszczególnych urządzeń w zależności od trybu pracy z zachowaniem hierarchii wyłączania urządzeń zależnych,
- b) naciśnięcie przycisku wyłącznika awaryjnego,
- c) zadziałanie czujników w zależności od trybu pracy oraz wpływu danego czujnika na dane urządzenie,
- d) zadziałanie zabezpieczeń elektroenergetycznych,
- e) wyłączenie urządzenia poprzedzającego (w trybie pracy automatycznej i lokalnej),
- f) brak transmisji,
- g) brak styków sterowniczych z systemu sterowania obudowami zmechanizowanymi w trybie pracy lokalnej oraz automatycznej,
- h) brak potwierdzenia załączenia wysterowanego stycznika itp. czynników.

Układ wizualizacji aparatury elektrycznej kompleksu strugowego został podzielony na:

- a) wizualizację lokalną,
- b) wizualizację centralną.

Wizualizacja lokalna obejmuje swoim zakresem jedno urządzenie jednostkowe jak np. stacja kompaktowa, zespół transformatorowy. Informacje wizualizowane zostały ograniczone do danego urządzenia oraz odpowiednio pogrupowane w celu uproszczenia diagnostyki lokalnej dla operatora. Np. w wyłącznikach oraz rozrusznikach kompleksu strugowego do wizualizacji lokalnej zastosowane zostało urządzenie KSK-1 firmy Somar, natomiast w zespole transformatorowym zastosowano wyświetlacz diodowy EH-P05/03. Na niektórych urządzeniach, jak np. EH-O/06/02 lub EH-O/06/03, wizualizacja lokalna została zrealizowana poprzez diody sygnalizujące stan poszczególnych komponentów urządzenia.

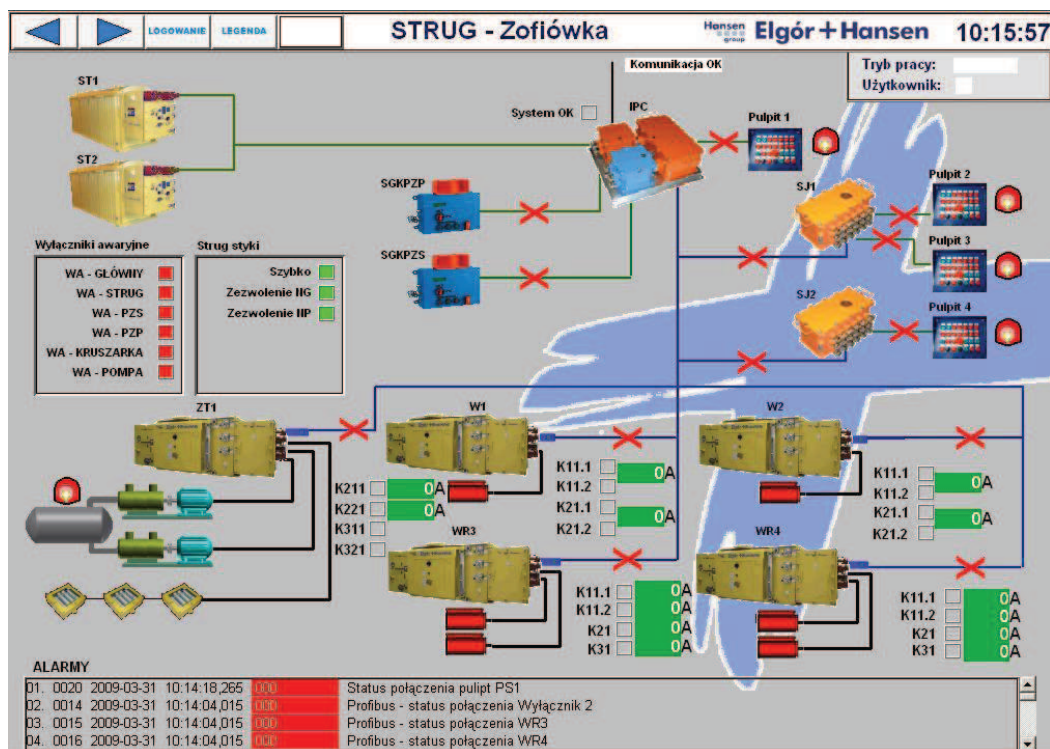
Dodatkowo układ wizualizacji lokalnej oparty o KSK-1 umożliwi lokalną archiwizację danych. Przykładowy ekran wizualizacji lokalnej został przedstawiony na rysunku 6.



Rys. 6. Przykładowy ekran główny wizualizacji lokalnej

Wizualizacja centralna została oparta o wykorzystanie urządzenia typu EH-O/06/04, w którego skład wchodzi komputer wraz z monitorem oraz klawiaturą iskrobezpieczną. Obejmuje ona swoim zakresem wszystkie urządzenia wchodzące w skład kompleksu strugowego. Główne funkcje realizowane to:

- wizualizacja stanu systemu sterowania,
- wizualizacja urządzeń wchodzących w skład pociągu aparatury elektrycznej,
- wizualizacja urządzeń wchodzących w skład systemu sterowania,
- parametryzacja systemu sterowania,
- archiwizacja centralna,
- podgląd danych historycznych do analiz serwisowych.



Rys. 7. Ekran główny wizualizacji centralnej

2.3.2. System sterowania obudową zmechanizowaną PMC-R firmy Bucyrus



Rys. 8. Widok jednostki sterującej obudową zmechanizowaną PMC-R

System sterowania obudową zmechanizowaną oparty jest o jednostki sterujące PMC-R, zabudowane każda w sekcji obudowy, które odpowiednio skonfigurowane realizują narzucony tryb pracy systemu. Jednostka sterująca (rys. 8) otrzymuje wartości wielkości pomiarowych z elementów systemu i w zależności od żądanej konfiguracji pozwala użytkownikowi zarówno na wykorzystanie poszczególnych wybranych funkcji, jak i na stosowanie funkcji automatycznych.

Elementami współpracującymi ze sterownikiem PMC-R pozwalającymi na realizację żądanych funkcji są:

- listwa sterowania zaworami PMC-SD1. Listwa może obsługiwać do 22 zaworów, które połączone za pomocą specjalnych kabli realizuje żądane funkcje,
- wtyczki kodujące SKKT24, które podłączone do sterownika pozwalają zakodować żądany program pracy,
- czujniki ciśnienia z wbudowanym wzmacniaczem pomiarowym generującym napięcie pomiarowe od 0,5 do 4,5 V dla zakresu pomiarowego 0-600 barów,
- mierniki kontaktronowe do pomiaru drogi posuwu wbudowane w przesuwniki sekcji,
- zasilacze systemu z wbudowanymi adapterami.



Rys. 9. Widok podwójnego zasilacza z wbudowanym adapterem

2.3.3. System sterowania urządzeniem strugowym UEL

Do sterowania urządzenia strugowego zastosowano system sterowania PMC-D (*System Drive Control*). Do każdej zaś jednostki napędowej przyporządkowany jest sterownik PMC-D oraz współpracujące z nimi urządzenie wizualizacyjne PMC-V.



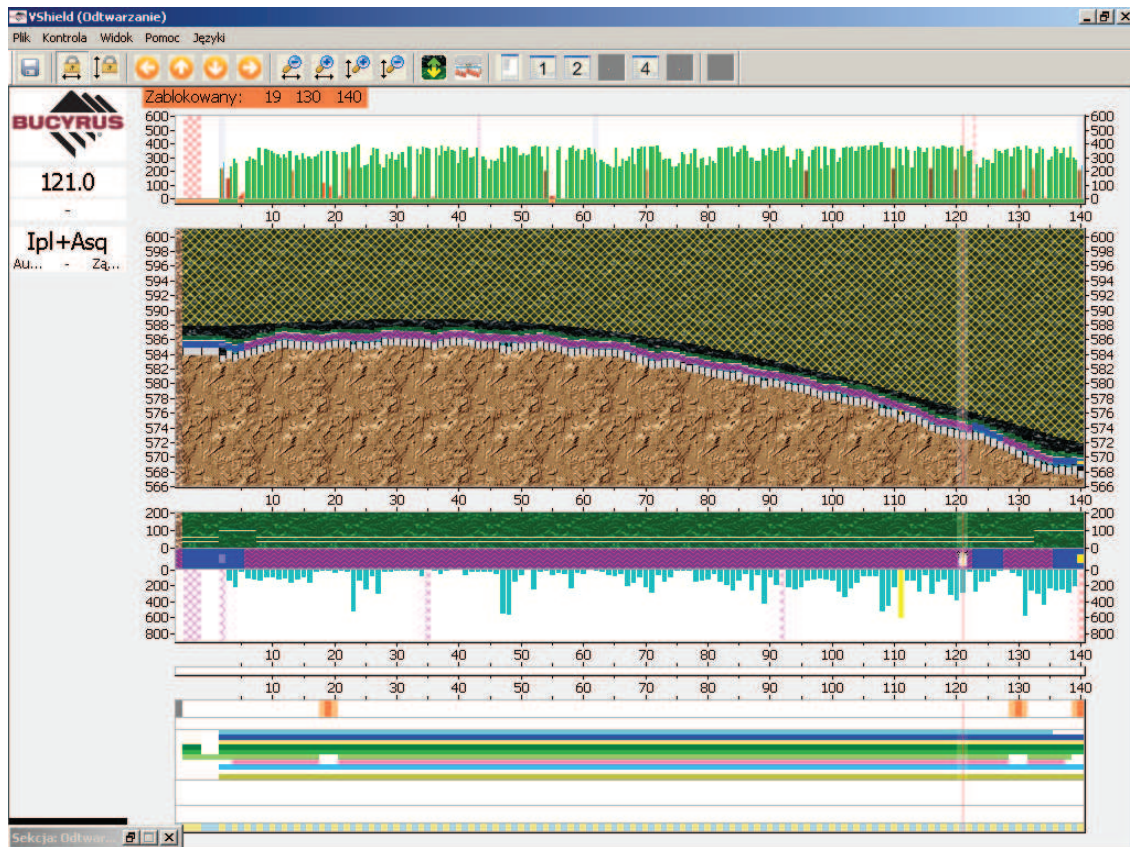
Rys. 10. Sterownik PMC-D

Obydwa urządzenia PMC-D niezależnie od siebie sprawdzają prawidłowość działania systemu sterowania i sygnalizują gotowość do pracy układu sterowania urządzeniem strugowym. Sterowniki PMC-V, między innymi, ustalają automatycznie pozycję struga, a więc w sposób ciągły monitorują czujniki pozycji głowicy struga (krajcowy i synchronizujące) oraz czujnik poślizgu sprzęgieł napędów struga.

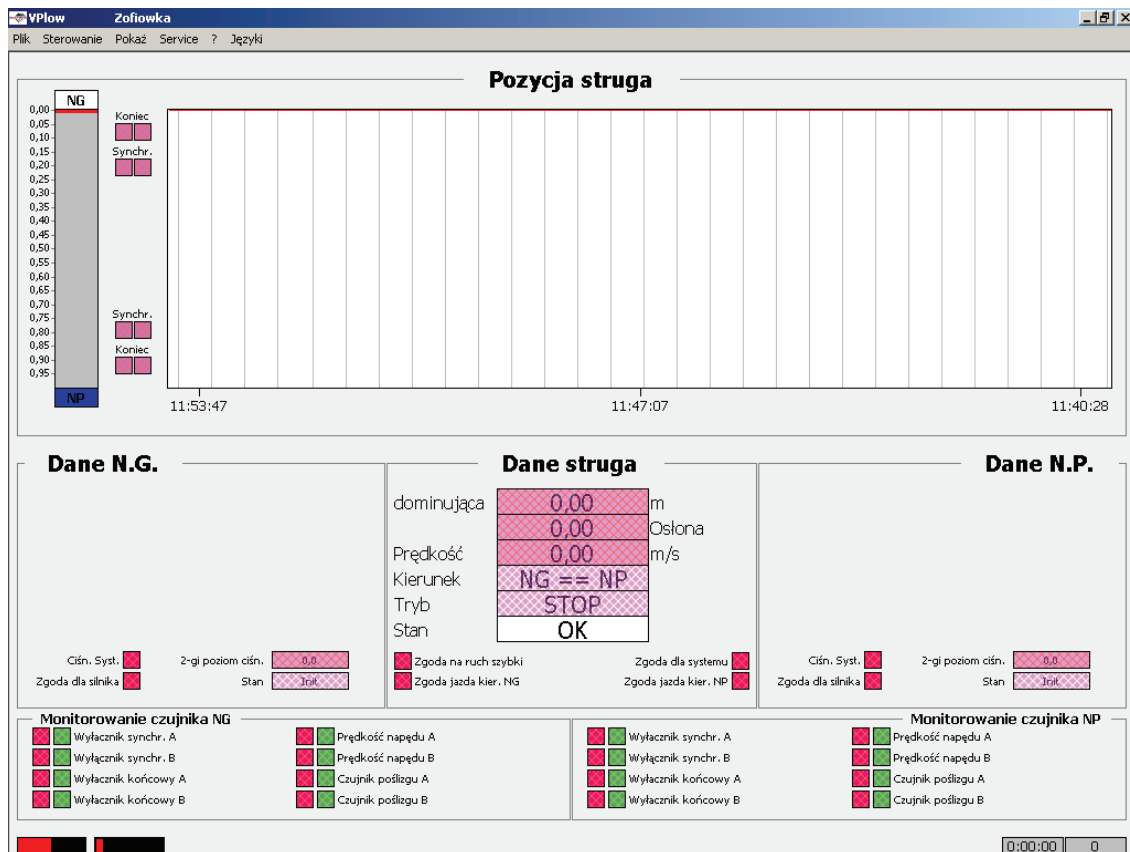


Rys. 11. Urządzenie wizualizacyjne PMC-V

Komunikacja sterowników PMC-D z systemami zewnętrznymi odbywa się wyłącznie przez urządzenie wizualizacyjne PMC-V, które dwukierunkowo przekazuje komunikaty do współpracy poszczególnych systemów sterowania kompleksu strugowego.



Rys. 12. Przykładowa tablica programu wizualizacji ściany – VShield



Rys. 13. Przykładowa tablica programu wizualizacji struga – VPlow

2.3.4. System centralnej wizualizacji ściany oraz urządzenia strugowego

Do pełnej wizualizacji pracy kompleksu strugowego służą współpracujące z systemem sterowania i automatyki PMC-R programy wizualizacji:

- dla systemu PMC-R sterowania obudową zmechanizowaną program VShield centralnej wizualizacji ściany,
- dla systemu PMC-D sterowania urządzeniem strugowym program VPlow wizualizacji urządzenia strugowego.

Program wizualizacji pracy ściany oraz struga zostały zaimplementowane na dwóch stanowiskach obsługi: jedno w chodniku przyścianowym, a drugie na powierzchni kopalni.

Program aplikacyjny centralnego urządzenia sterowania jest uruchamiany pod systemem operacyjnym Windows XP, i umożliwia:

- a) monitoring podstawowych parametrów pracy kompleksu ze stanowiska operatora systemu oraz z każdego pola PMC-R zabudowanego w ścianie,
- b) identyfikację położenia, kierunku pracy i prędkości głowicy struga w ścianie,
- c) definiowanie głębokości zabioru głowicy struga podczas pracy w zakresie 0-200 mm,
- d) automatyczną zmianę prędkości i kierunku urabiania głowicy strugowej,
- e) automatyczne przesuwanie sekcji obudowy w zależności od wskazań zainstalowanych czujników,
- f) zmianę parametrów przesuwania sekcji obudowy zmechanizowanej,
- g) sekwencyjne zraszanie wodą głowicy urabiającej ze stropnicy każdej sekcji obudowy zmechanizowanej,
- h) wyłączenie automatyki i ręczne sterowanie podległymi urządzeniami,
- i) przekazywanie bieżących informacji o stanie pracy i parametrach takich jak: ciśnienie w stojakach sekcyjnych, wysuwie układu przesuwnego, włączonych funkcjach automatycznych, położeniu głowicy struga do wszystkich sterowników PMC-R zabudowanych w sekcjach oraz do programu wizualizacji VShield,
- j) sterowanie z chodnika przyścianowego lub z powierzchni kopalni kompleksem strugowym oraz wizualizację parametrów pracy poszczególnych elementów całego kompleksu strugowego,
- k) diagnostykę układu zasilania kompleksu strugowego.

Zgodnie z ogólnymi standardami program umożliwia pełną archiwizację danych o pracy systemu; raport jest zapisywany w skompresowanym pliku na

dysku komputera zarządzającego. Dostęp do odpowiednich opcji programu jest zabezpieczony hasłami dostępowymi, chroniąc system, program i dane przed działaniem niepożądanym.

3. WNIOSKI

Obszerne i szczegółowe analizy efektywności eksploatacji niskich pokładów węgla prowadzone są w wielu krajach. Doświadczenia z eksploatacji niskich ścian z wykorzystaniem kompleksów strugowych wskazują, że technika strugowa jest technicznie uzasadnionym sposobem eksploatacji niskich pokładów węgla kamiennego. Dodatkowo za techniką strugową przemawiają poważne argumenty ekonomiczne, które wskazują ją jako godną polecenia do eksploatacji pokładów o miąższości do 1,5 m [2]. Polskie górnictwo węgla kamiennego eksploatuje – i w niedługim czasie eksploatować będzie – coraz więcej pokładów niskiej miąższości, tak więc ilość i jakość techniczna kompleksów strugowych będzie się dynamicznie rozwijać. Koniecznym staje się więc rozwijanie systemów zasilania i sterowania wysokowydajnymi kompleksami strugowymi, tak aby na bieżąco oferować takie wyposażenie elektryczne, które w pełni będzie realizować stawiane przed nim zadania techniczne i ekonomiczne. Należy podkreślić, że technika strugowa stawia rozliczne nowe wyzwania, którym musi sprostać każdy z elementów kompleksu – tylko pokonanie tych wyzwań gwarantuje pełen sukces ekonomiczny dla zakładów górniczych, który przekłada się wprost proporcjonalnie na sukces firm okologicznych. Wyzwania wyznaczone przez nową generację techniki strugowej spowodować powinny opracowanie innych maszyn urabiających, w tym kombajnów niewymagających bezpośredniej obsługi. Szczególnego znaczenia z pewnością będą nabierały łączniki bezstykowe umożliwiające płynną regulację obrotów silników napędowych maszyn górniczych.

Literatura

1. *Tor A., Kubaczka C., Olma R., Kapcia J.*: Uwarunkowania techniczne eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego z wykorzystaniem kompleksu strugowego w warunkach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S. A. (Szkoła Eksploatacji Podziemnej Szczyrk) luty 2008.
2. *Stopa Z.*: Perspektywy eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego w LW Bogdanka S. A. (Szkoła Eksploatacji Podziemnej Szczyrk) luty 2008.
3. *Myszkowski M., Paschedag U.*: Wybieranie ścianowe w pokładach o średniej grubości – porównanie wrębiarki ze strugiem (Światowy Kongres Górniczy – Sesja 6 Górnictwo węglowe – możliwości i wyzwania) Kraków 2008.

4. Materiały reklamowe Bucyrus International Inc. company.
5. *Czechowski A., Lubryka J, Lubryka M.*: Opracowanie aplikacyjnego oprogramowania układu sterowania i wizualizacji kombajnu ścianowego (Światowy Kongres Górniczy) Kraków 2008.
6. ELGÓR+ HANSEN Sp. z o. o.: Instrukcja Obsługi i Bezpiecznego Użytkowania wyłącznika stycznikowego typu EH-d03-W/3,3/1/01.01 oraz typu EH-d03-W/3,3/1/02.01.
7. ELGÓR+ HANSEN Sp. z o. o.: Instrukcja Obsługi i Bezpiecznego Użytkowania wyłącznika z rozrusznikiem tyrystorowym typu EH-d03-WR/3,3/1/01.01.
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 roku w sprawie bhp, prowadzenia ruchu zakładu górniczego oraz specjalnych zabezpieczeń przeciwpożarowych podziemnych zakładów górniczych wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. nr 139, poz. 1169 z dnia 02.09.2002 roku wraz z późn. zm.) w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ich użytkowania w warunkach zagrożeń występujących w ruchu zakładów górniczych.
9. *Morawiec M., Jędrus T., Macierzyński D.*: Zastosowanie ognioszczelnych rozruszników tyrystorowych średniego napięcia 3.3 kV do zasilania napędów zgrzeblowych przenośników ścianowych i podścianowych w wysokowydajnych kompleksach ścianowych (IV Międzynarodowa Szkoła Mechanizacji i Automatykacji Górnictwa Szczyrk) kwiecień 2008.
10. *Morawiec M, Jędrus T, Macierzyński D.*: Bezpieczeństwo eksploatacji sieci średniego napięcia w aspekcie konstrukcji i wyposażenia urządzeń dla podziemnych zakładów górniczych węgla kamiennego (EmTech 2009) Ossa 2009,
11. *Lubryka J, Bugla P, Macierzyński D.*: Zasilanie i sterowanie wysokowydajnych kompleksów strugowych (ATI 2009) Szczyrk 2009.
12. Bucyrus DBT Europe: Instrukcja obsługi: Elektrohydrauliczna jednostka sterująca 10 i 12 funkcji, System PCM VS-hield Centralna wizualizacja ściany, Sterowanie obudową ścianową.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Bogdan Miedziński

STATE-OF-THE-ART SOLUTIONS OF POWER SUPPLY, CONTROL AND AUTOMATION SYSTEMS ON THE BASIS OF A HIGHLY EFFICIENT PLOUGHS IN THE ZOFIÓWKA COAL MINE

The article features experiences gained during the development and implementation (including start-up) of a highly efficient new-generation plough. It also presents a power supply and control system with respect to the automation process of ploughs.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ПИТАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СТРУГОВОГО КОМПЛЕКСА НА ШАХТЕ JSW S. A. ZOFIÓWKA

Статья представляет опыты, полученные при разработке, внедрении, (в том числе запуске) высокопроизводительного стругового комплекса новой генерации, а также характеризует систему питания и управления, учитывая процесс автоматизации струговых комплексов.