

ZASTOSOWANIE STANDARDU SIMATIC SAFETY INTEGRATED (SSI) DO OBSŁUGI OBWODU BEZPIECZEŃSTWA „WSZYSTKO STOP” NA PRZENOŚNIKU SAMOJEZDNYM PGOT-2 W PGE GIEK S.A. ODDZIAŁ KWB TURÓW

APPLICATION OF THE SIMATIC STANDARD SAFETY INTEGRATED (SSI) TO OPERATE THE SAFETY CIRCUIT „WSZYSTKO STOP” ON THE SELF-PROPELLED CONVEYOR PGOT-2 IN PGE GIEK S.A. ODDZIAŁ KWB TURÓW

Konrad Leśniewski – PGE GIEK S.A., O. KWB Turów

Każda maszyna może stanowić zagrożenie dla otoczenia. Zgodnie z normami technicznymi urządzenie musi być wyposażone w środki techniczne redukujące poziom zagrożeń do wartości minimalnej, a raczej akceptowalnej. W artykule przedstawiono zagadnienie podstawowego zabezpieczenia maszyn górniczych pracujących w układzie KTZ (Koparka–Taśmociąg–Zwałowarka) jakim jest elektryczny obwód bezpieczeństwa potocznie nazywany „wszystko STOP” występujący w grupie technologicznej jako symbol A0. Wskazano na ważność obwodu bezpieczeństwa do natychmiastowego wyłączenia awaryjnego wszystkich urządzeń technologicznych w przypadku powstania zagrożenia dla obsługi maszyny lub po przekroczeniu skrajnych położenia konstrukcji ruchomych, w przypadku gdy nie wyłączy się poprzedni stopień zabezpieczenia.

Słowa kluczowe: przenośnik samojezdny, obwód bezpieczeństwa, przekaźniki sterowania

Each machine may pose a threat to the surroundings. According to technical standards, the device must be equipped with technical means reducing the level of threats to the minimum value, or rather acceptable one. The article presents the problem of basic safety equipment of mining machines operating in the KTZ system (Koparka–Taśmociąg–Zwałowarka / excavator - conveyor – stacker) which is an electric safety circuit colloquially called „all STOP”, present in the technological group as the A0 symbol. The article presents out importance of the safety circuit for immediate emergency shutdown of all technological devices in the event of a threat to the operation of the machine or after exceeding the extreme positions of movable structures, if the previous security level does not turn off.

Keywords: self-propelled conveyor; safety circuit, control relays

Charakterystyka obwodu bezpieczeństwa wykonanego w technologii konwencjonalnej zainstalowanego na dotychczasowych maszynach

Tradycyjny obwód zainstalowany na wszystkich dotychczasowych maszynach poza przenośnikiem samojezdnym PGOT-2 wykonany jest w technologii konwencjonalnej (przełącznikowej) i jest podzielony na równorzędne pod względem działania grupy, które są kontrolowane oddzielnymi przekaźnikami, względnie stycznikami. Na każdej maszynie można wyróżnić następujące grupy kontrolowane przez obwód bezpieczeństwa:

1. Zespół przycisków bezpieczeństwa (awaryjnych) rozmieszczonych w różnych częściach maszyny, w odstępach nie przekraczających 30 m

a) na wysięgniku koła przyciski oznaczone - S1...S11 kontroluje stycznik pomocniczy K1,

b) na wysięgniku załadowniczym przyciski - S21...S27 kontroluje stycznik K2,

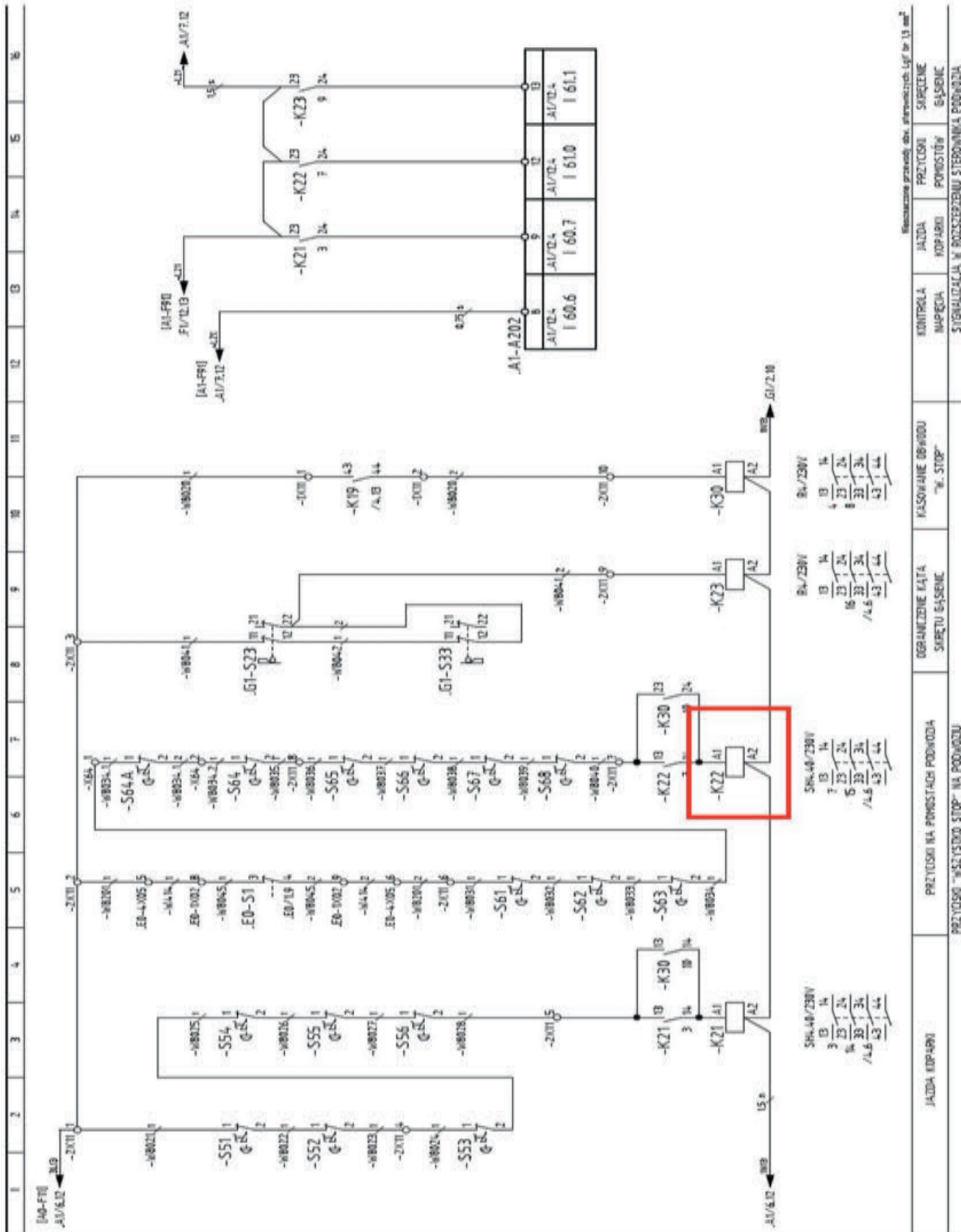
c) na przeciwwadze koparki przyciski - S31...S37 kontroluje stycznik K3,

d) na zespołach gąsienic przyciski - S51...S56 kontroluje stycznik K21,

e) na pomostach podwozia przyciski - S61...S68 kontroluje stycznik K22.

Zastosowano przyciski ryglowane koloru czerwonego, które po naciśnięciu pozostają w pozycji wymuszonej. Od-blokowanie przycisku następuje przez obrót główki przycisku i wysunięcie do pozycji niewymuszonej.

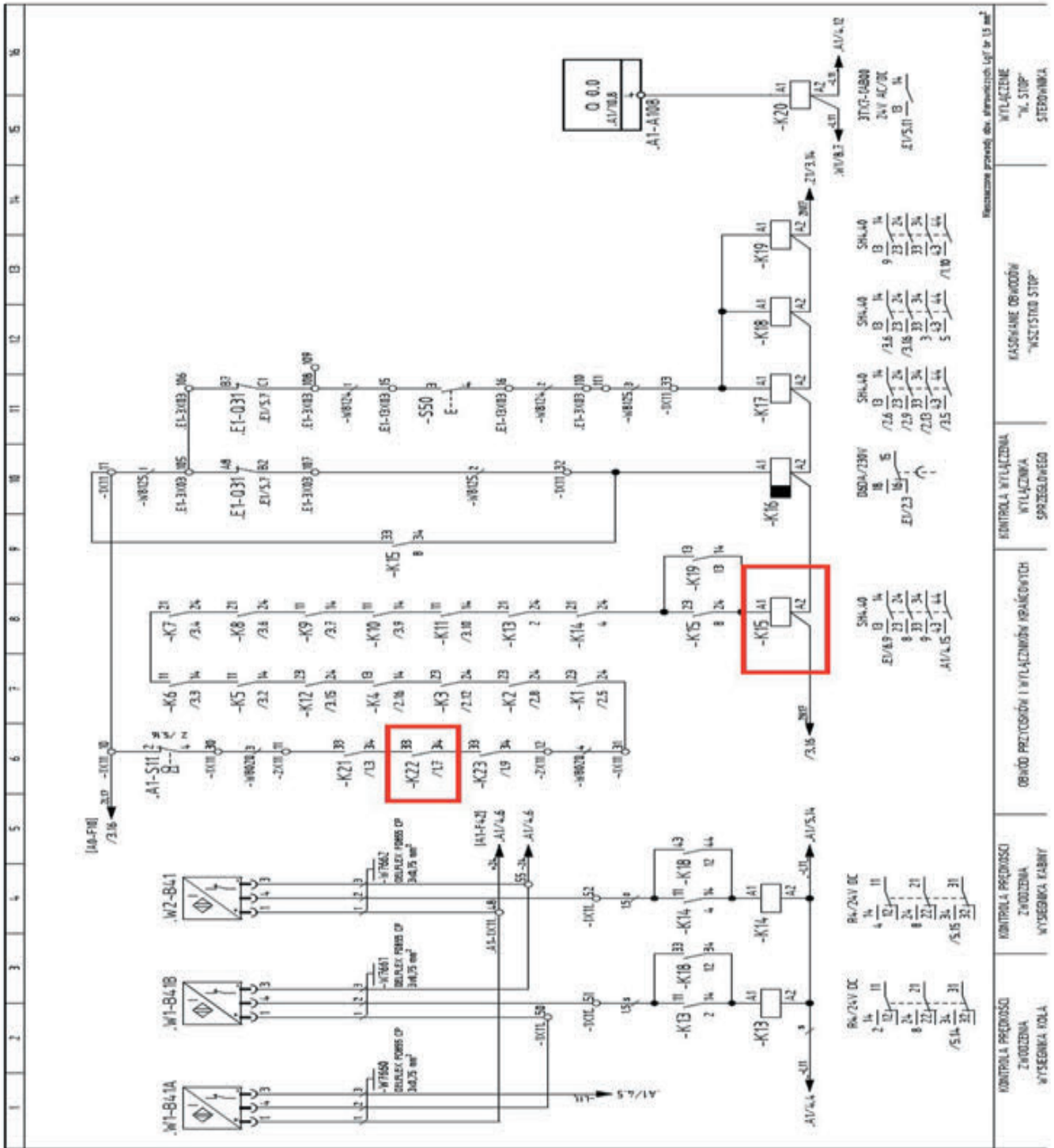
2. Ograniczenia ruchów maszyny na przykładzie koparki KWK-910 (K-17) : nadmierne zbliżenie przeciwwagi do przeszkody (stycznik K4), ograniczenie nadmiernego kąta obrotu nadwozia (stycznik K5), ograniczenie kąta obrotu wysięgnika załadowniczego względem nadwozia (stycznik K6), ograniczenie maksymalnej i minimalnej siły w linach wciągarki wysięgnika koła (stycznik K7 i K8), ograniczenie kąta podniesienia wysięgnika koła względem nadwozia (stycznik K9), ograniczenie kąta podniesienia wysięgnika kabiny operatora koparki względem nadwozia (stycznik K10), ograniczenie kąta podniesienia wysięgnika załadowniczego względem nadwozia (stycznik K11), ograniczenie nadmiernej prędkości wirowania napędu wysięgnika koła (stycznik K13), ograniczenie nadmiernej prędkości wirowania napędu wysięgnika koła kabiny operatora (stycznik K14), ograniczenie kąta skręcenia gąsienic względem podwozia (stycznik K23).



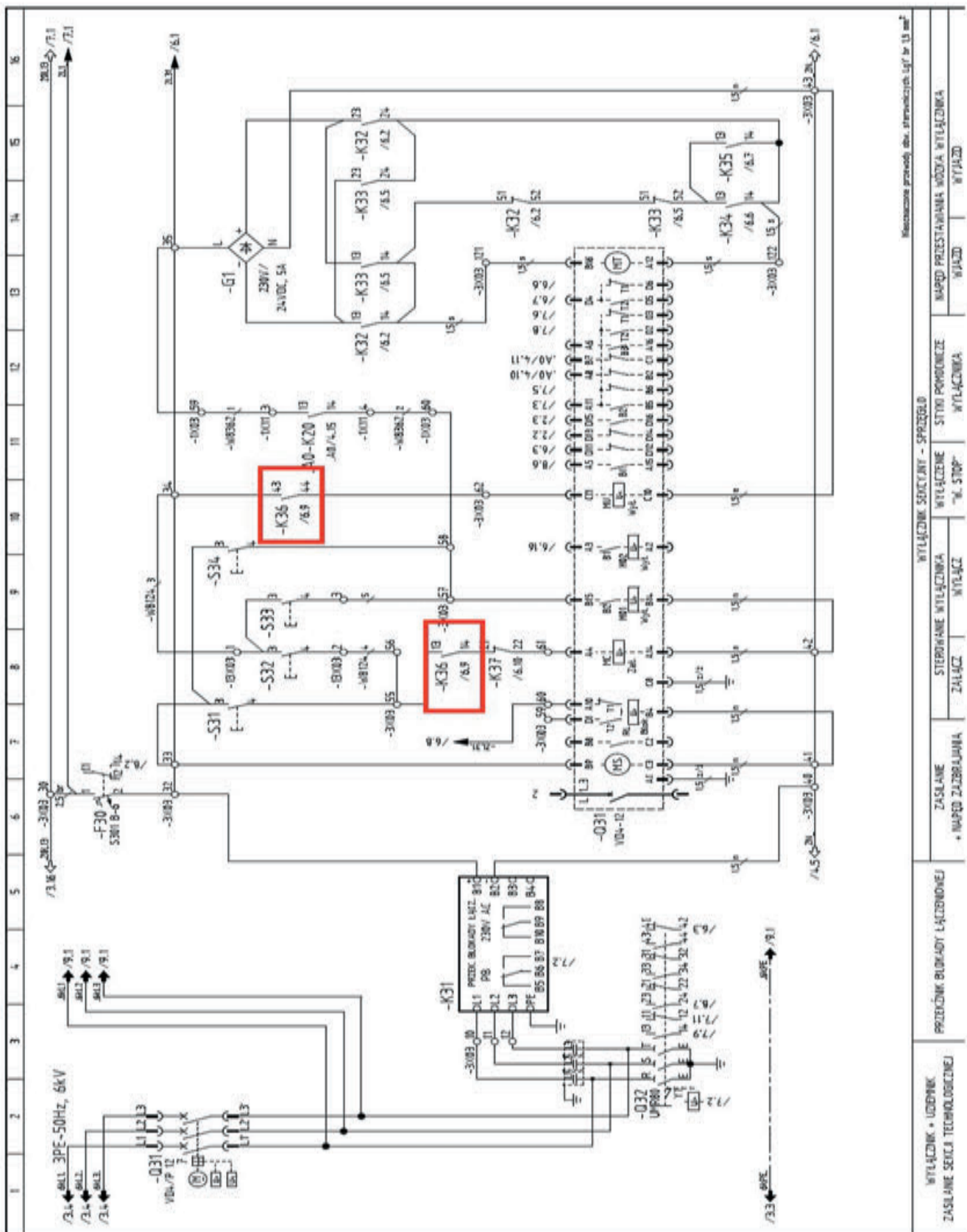
Rys. 1. Schemat elektryczny połączenia przycisków w obwodzie bezpieczeństwa
 Fig. 1. Wiring diagram of the connection of buttons in the safety circuit

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy schemat połączeń przycisków w obwodzie bezpieczeństwa. Jest to układ podnapięciowy, w którym każda przerwa w obwodzie np. poprzez zadziałanie przycisku powoduje zadziałanie cewki przekaźnika K22.

Poprzez styki wykonawcze przekaźnika K22 następuje zadziałanie kolejnego przekaźnika K15 przedstawionego na rysunku 2, którego styk jest włączony w obwód cewki przekaźnika K36 (rys. 3) oraz w obwody napięć sterowniczych.



Rys. 2. Obwód przycisków i wyłączników krańcowych - przekaźnik K15
 Fig. 2. Circuit of buttons and limit switches - relay K15



Rys. 4. Sterowanie wyłącznika sprzęgłowego
Fig. 4. Control of the clutch switch

Po naciśnięciu przycisku kasowania pobudzają się przełączniki K17, K18, K19 i K30 (rys. 2) w poszczególnych szafach sterowania. Stan zadziałania zbiorczego przełącznika wyjściowego K15, umożliwi ponowne załączenie wyłącznika E1-Q31 w rozdzielnicy RE1.

Działanie każdego obwodu sygnalizowane jest przez

wprowadzenie sygnału na wejście sterownika centralnego lub jego rozszerzenia w danej szafie sterowania. Oprócz działania sterowniczego (wyłączenie napędów i blokada uruchomienia) następuje również uruchomienie akustycznej sygnalizacji alarmowej i ujawnienie zdarzenia na monitorach ekranowych układu wizualizacji.

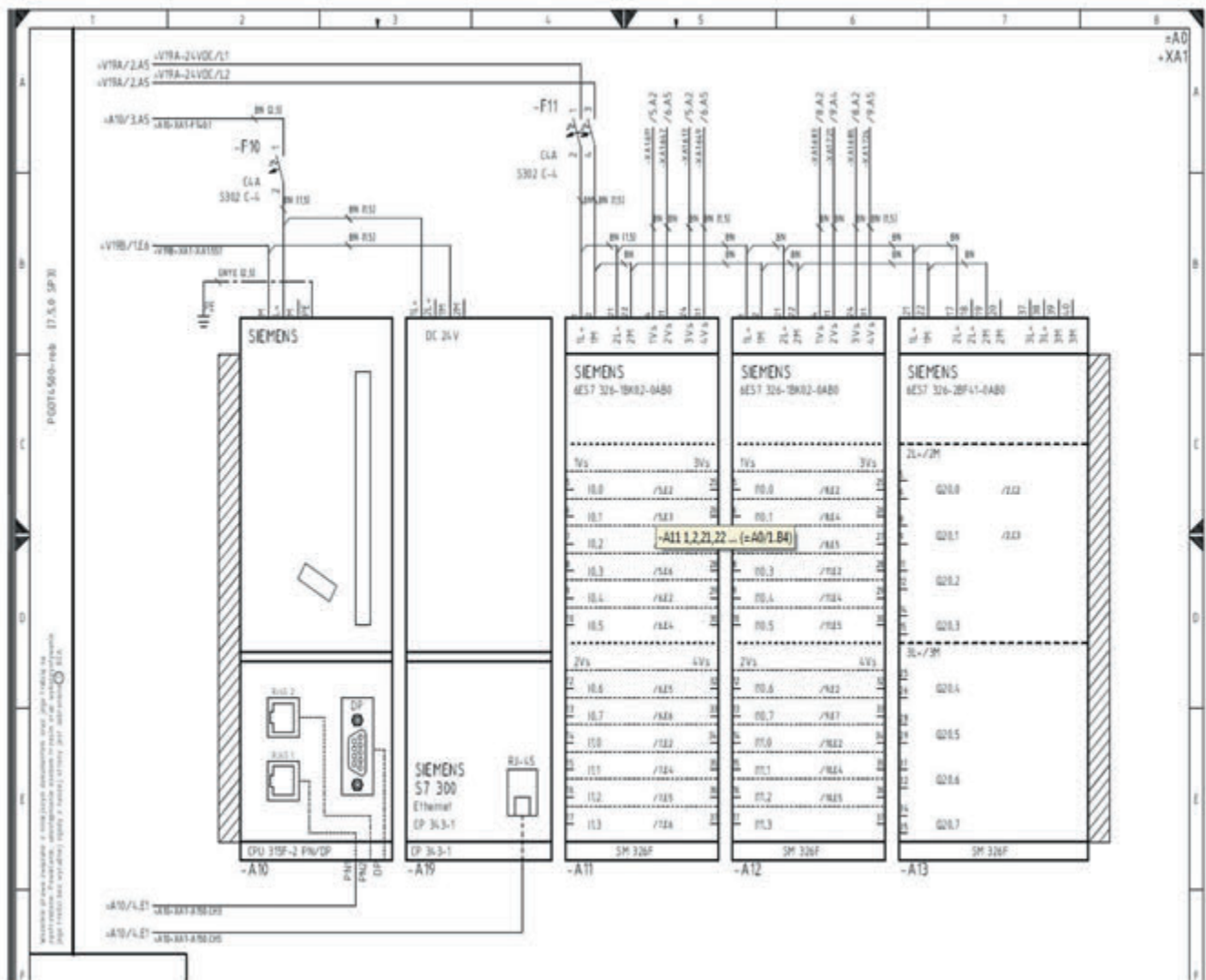
Charakterystyka obwodu bezpieczeństwa wykonanego w technologii bezpieczeństwa SSI zainstalowanego na nowej maszynie

Na nowym przenośniku samojezdnym PGOT-2 do obsługi obwodu bezpieczeństwa „wszystko stop” zastosowano technologię bezpieczeństwa SIMATIC Safety Integrated (SSI), która spełnia najostrzejsze wymagania przemysłu. Podstawowym elementem tej technologii jest sterownik programowalny S7-315F (rys. 5) wraz z modułami rozszerzeń ET-200M umieszczonymi odpowiednio w szrankach +XA2 i +XA3. Moduły wyposażone są w karty wejść/wyjść typu FAIL- SAFE, które komunikują się z jednostką centralną za pomocą protokołu komunikacyjnego *Profisafe*. Jest to pierwszy protokół komunikacyjny, który spełnia wymogi standardu IEC 61508 w zakresie bezpieczeństwa przesyłu danych. Jego użycie w układach *Failsafe* pozwala na przesył danych standardowych i zabezpieczających po wspólnym kablu magistrali danych. Komunikacja zabezpieczeń jest niezależna od magistrali systemowej i podstawowych elementów sieci. Do sterowania całą maszyną służy sterownik SIMATIC S7-400, który wymienia dane ze sterownikiem S7-315F do systemu wizualizacji poprzez sieć komunikacyjną Ethernet ISO (rys. 6).

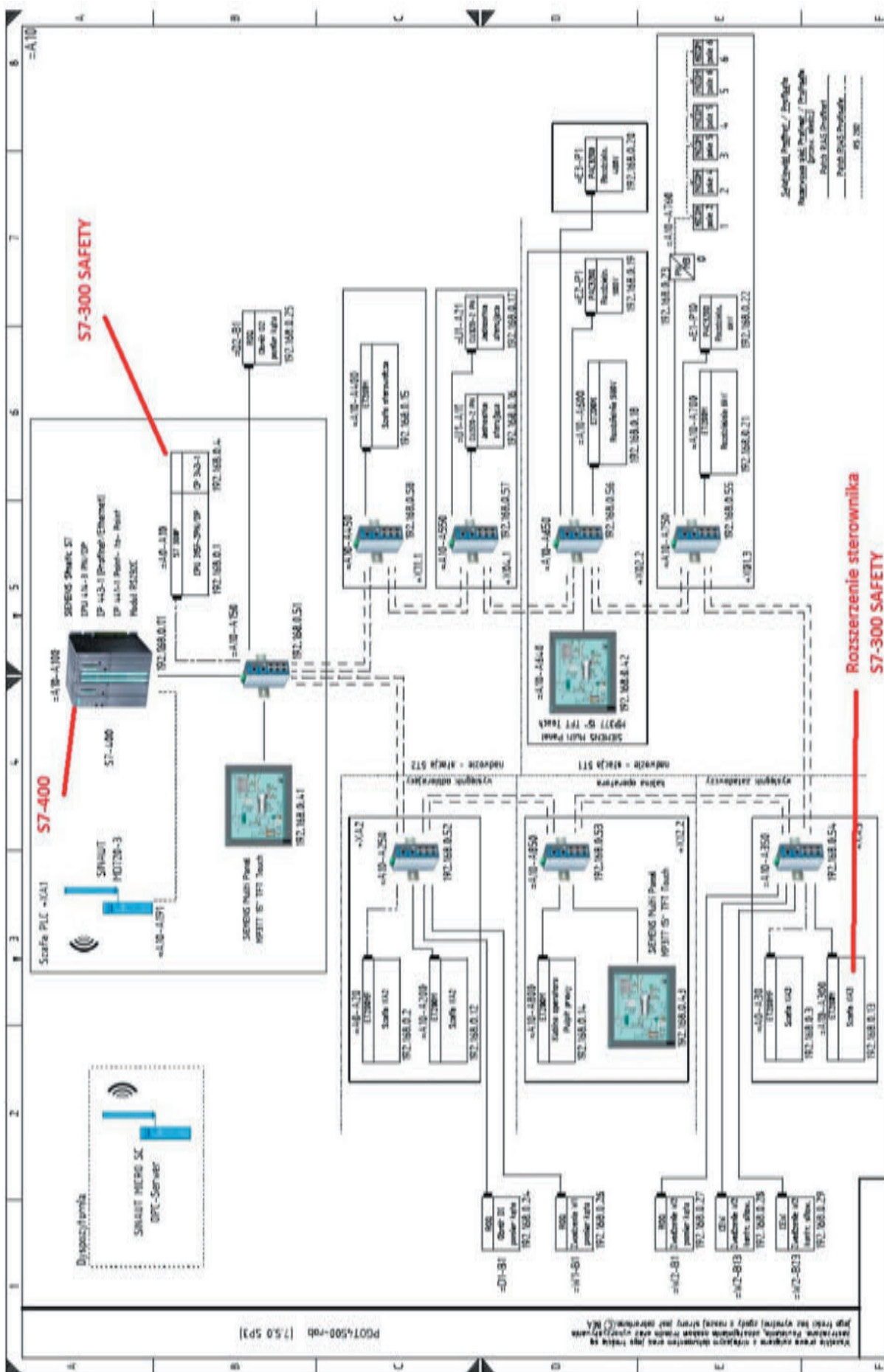
Sterownik S7-300F oznaczony jako A0-A10 wraz z modułami wej/wyj i stycznikami głównymi A0-K1, A0-K2 znajduje się w szafie PLC +XA1 zlokalizowanej w stacji nadwozia ST2, natomiast rozszerzenia ET-200M Fail-Safe A0-A20, A0-A30 wraz z modułami wejściowymi w szafach decentralnych +XA2 i +XA3 zlokalizowanych na wysięgnikach przenośnika samojezdnego. Sterownik bezpieczeństwa S7-300F posiada następujące funkcje :

- rozbudowane testy wewnętrzne,
- diagnostykę sprawdzającą jakość przetwarzania procesora F-CPU,
- przetwarzanie programu zabezpieczającego oraz standardowego (pełna funkcjonalność standardowych procesorów CPU).

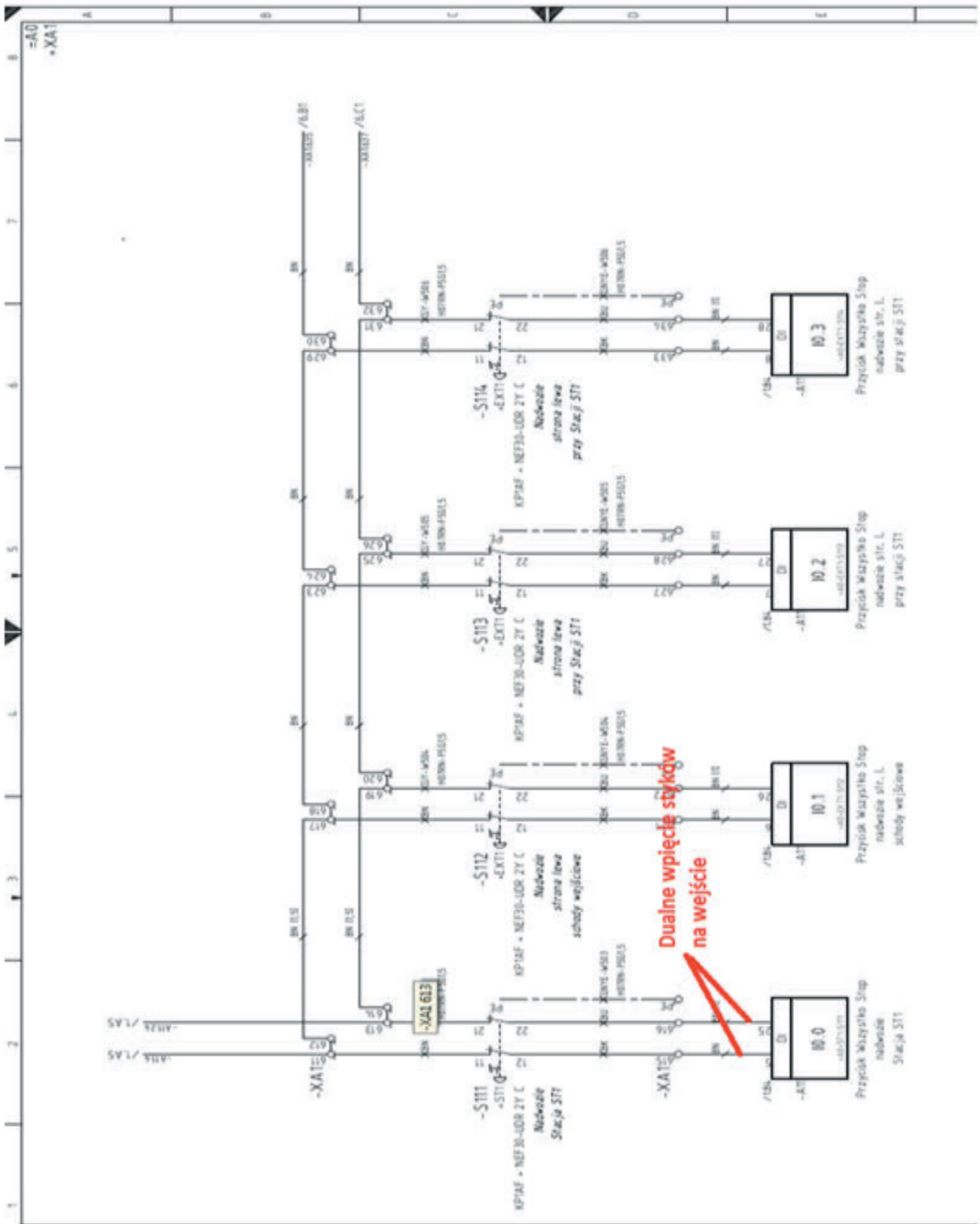
Główna różnica pomiędzy modułami bezpieczeństwa ET-200M, a standardowymi ET-200 polega na tym, że moduły *Failsafe* posiadają wewnątrz dwukanałową konstrukcję. Dwa procesory monitorują elektronikę kanałów, siebie nawzajem oraz przeprowadzają testy okablowania. W przypadku wykrycia awarii lub rozbieżności sygnałów procesory przełączają moduł *Failsafe* w tzw. stan bezpieczny. W stanie bezpiecznym wyjścia modułu przyjmują wartość logiczną „0”, do przetwarzania CPU pobiera w miejsce stanu wejść wartość „0”.



Rys. 5. Sterownik SIMATIC S7-300 SAFETY
Fig. 5. SIMATIC S7-300 SAFETY controller



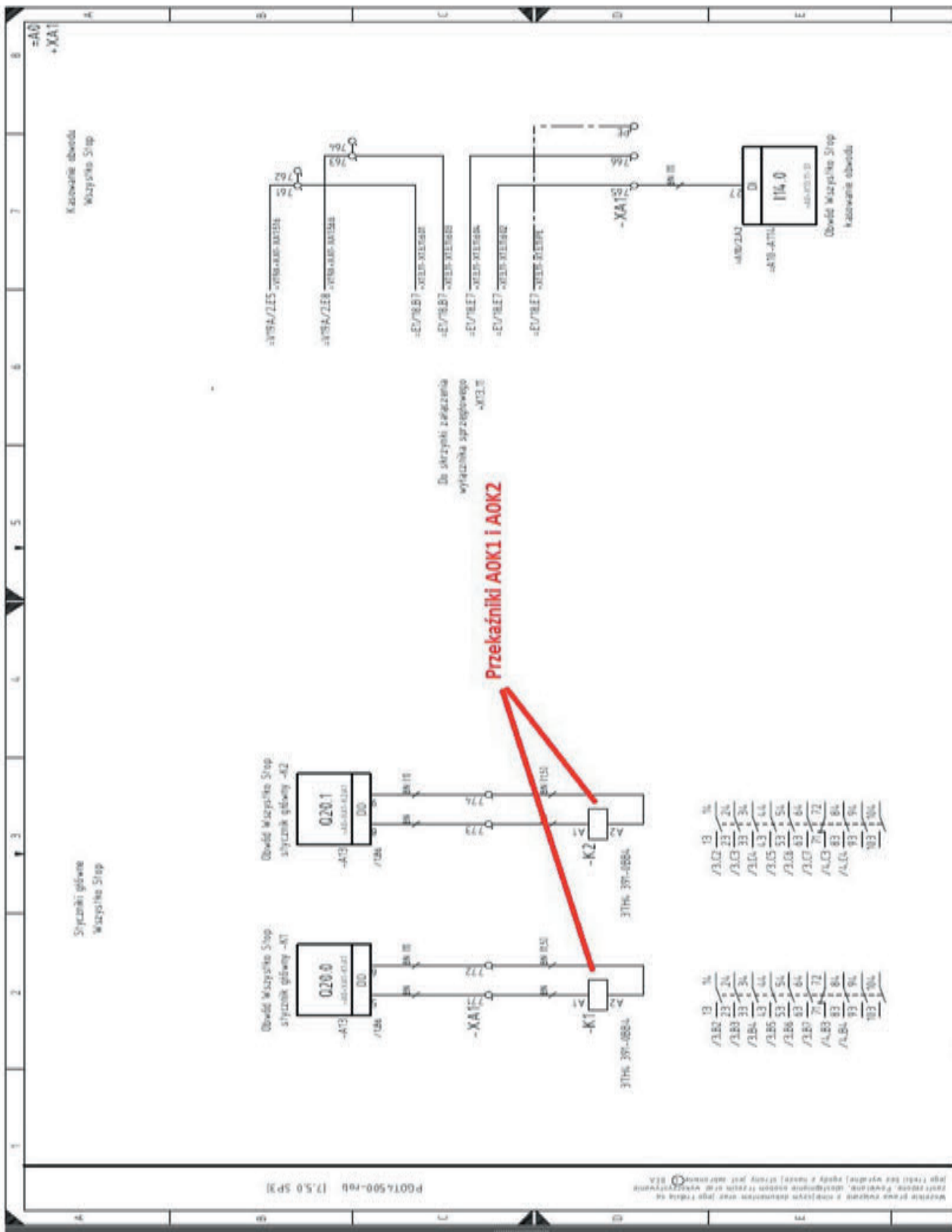
Rys. 6. Sieć komunikacyjna pomiędzy sterownikami Simatic S7
 Fig. 6. Communication network between Simatic S7 controllers



Rys. 7. Sposób wpięcia styków na podwójne wejście modułu sygnałowego
 Fig. 7. Way of connecting contacts on the double input of the signal module

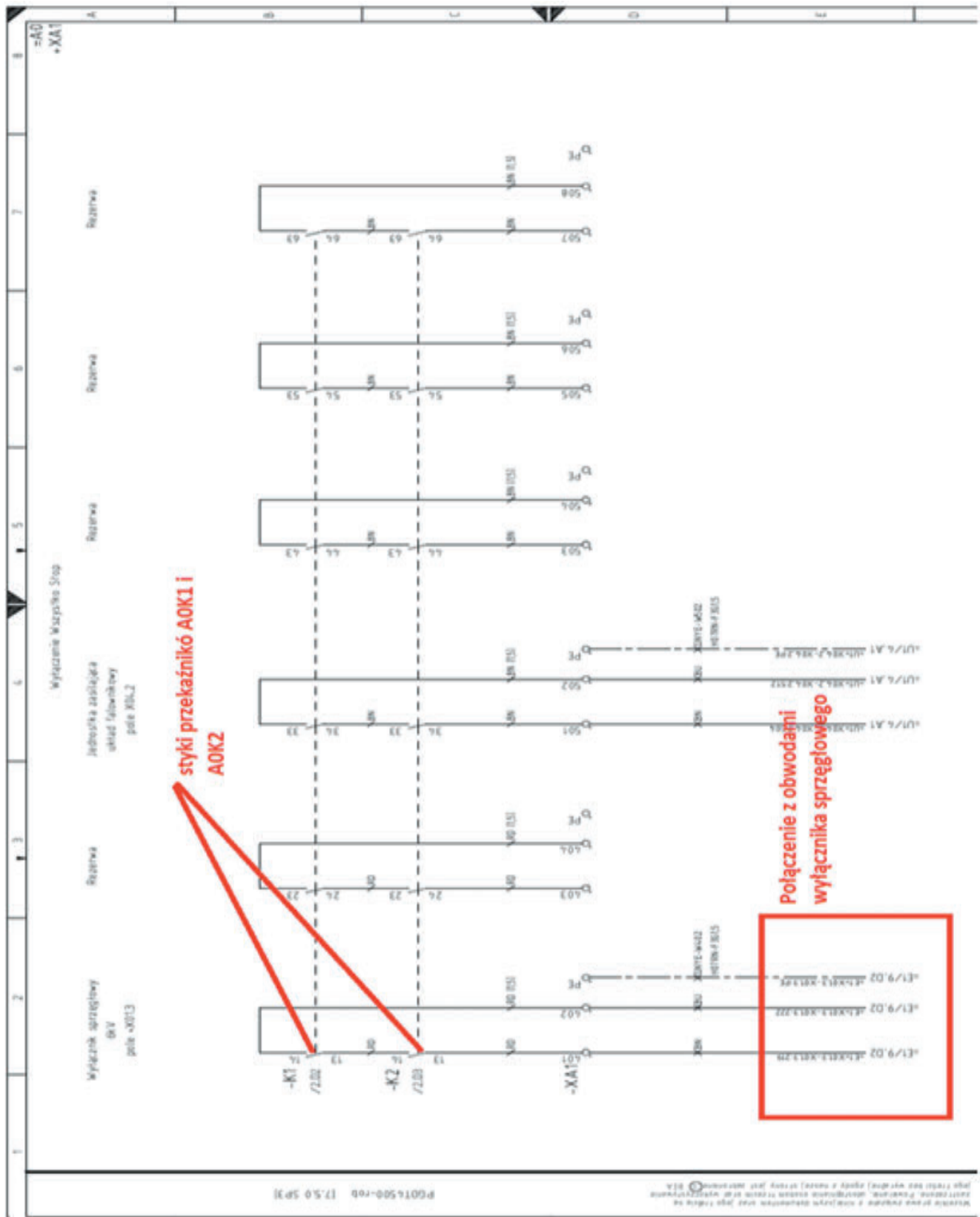
Każdy element pętli włączony jest dualnie na kanał wejściowy sterownika (rys. 7). Do modułów wejściowych podłączone są wszystkie przyciski i łączniki krańcowe obwodu „wszystko STOP”. Dualne wpięcie styków wy-

konuje się celem potwierdzenia zadziałania danego elementu (wyłącznika, krańcówki, itp.). Wejście sterownika musi odnotować zanik dwóch sygnałów w odpowiednim czasie.



Rys. 8. Sposób wyłączenia obwodu bezpieczeństwa za pomocą przełączników K1 i K2
 Fig. 8. The way to turn off the safety circuit using the K1 and K2 relays

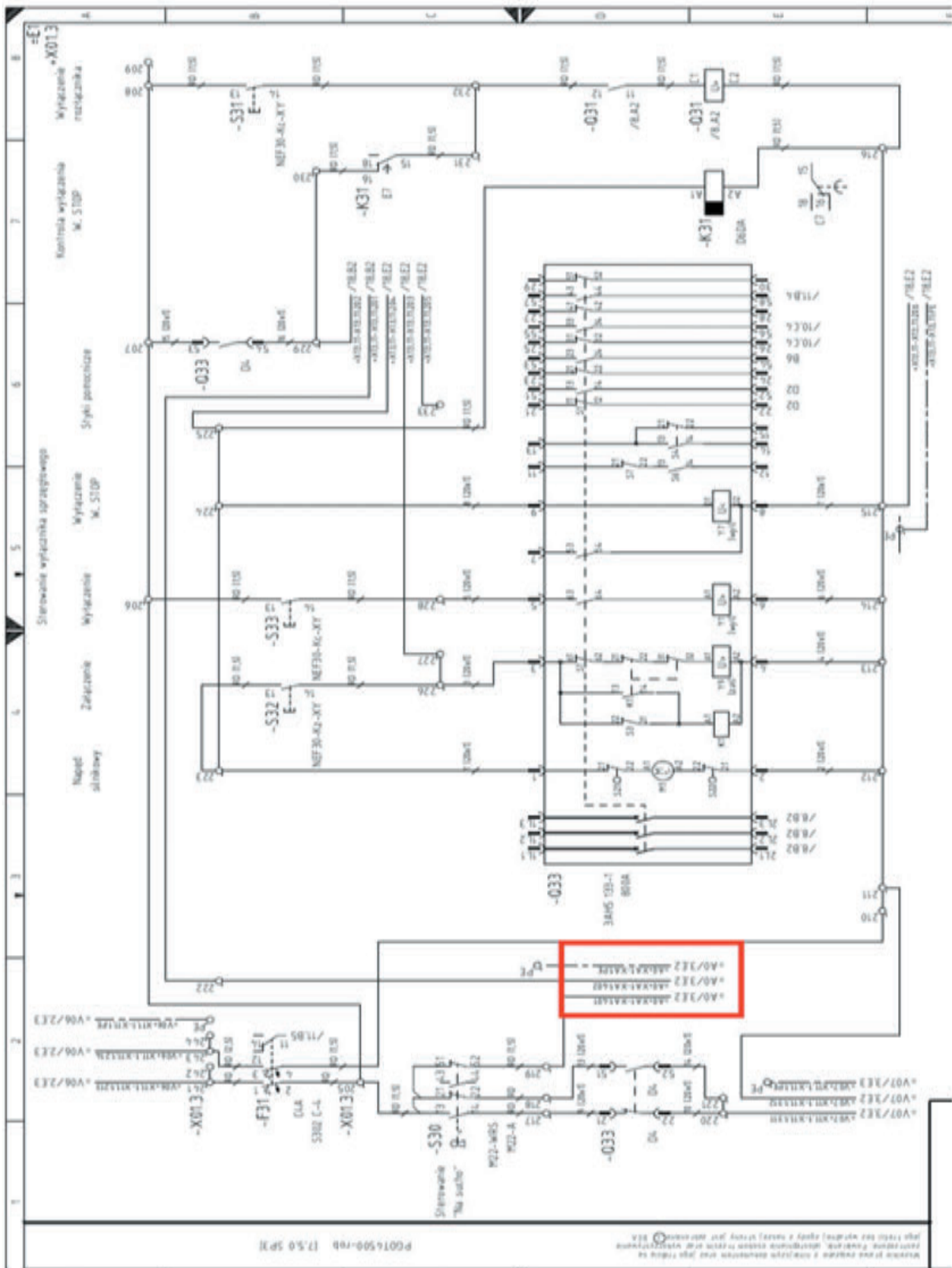
Za pomocą karty wyjściowej i dwóch przełączników K1 oraz K2 zostaje wydany ze sterownika rozkaz wyłączenia (rys. 8).



Rys. 9. Wyłączenie napięcia na maszynie poprzez styki przełączników K1 i K2
 Fig. 9. Switching off the voltage on the machine through the K1 and K2 relay contacts

Poprzez styki przełącznika K1 oraz K2 (rys .9) zostaje wyzwolona cewka wyłącznika sprężelowego 6 kV o symbolu E1-Q33. Następuje wyłączenie sprężła 6 kV i napięcia sterowniczego oraz zablokowanie impulsów (wyłączenie) jednostki

zasilającej instalację falownikową. Wszystkie funkcje, które są kontrolowane przez karty wejść/wyjść jak również sterownik główny powodują wyłączenie „wszystko STOP”.



Rys. 10. Wyłącznik sprzęgłowy napięcia 6 kV
 Fig. 10. The clutch voltage switch 6 kV

Zadziałanie pętli bezpieczeństwa (rys. 10) wymaga jej skasowania (pod warunkiem ustania przyczyny jej wyzwolenia), co odbywa się za pomocą przycisku A0S1 w skrzynce lokalnej

wyłącznika sprzęgłowego. Stany każdego elementu pętli awaryjnych i błędów systemu oraz błędów poszczególnych kanałów są przedstawiane na panelach wizualizacyjnych.

Całym układem bezpieczeństwa zarządza program, który składa się z certyfikowanych bloków bezpieczeństwa pobieranych z biblioteki F. Certyfikowane bloki są zabezpieczone przed zmianami i gwarantują pewność zadziałania. Ponadto są odporne na błędy programistyczne takie jak dzielenie przez zero czy wartość poza zakresem. Dzięki tym mechanizmom nie trzeba dodatkowo oprogramowywać zabezpieczeń, które pozwalałyby uniknąć tych błędów, co w znacznym stopniu upraszcza aplikację i przyspiesza pracę inżynierów. Narzędzie inżynierskie F integruje się ze środowiskiem SIMATIC Manager. Oprogramowanie umożliwia użytkownikowi :

- sparametryzowanie sterowników bezpieczeństwa oraz modułów wejść/wyjść typu SAFETY,
- stworzenie aplikacji bezpieczeństwa w oparciu o język bloków funkcyjnych,
- porównywanie ze sobą programów bezpieczeństwa,
- identyfikację wprowadzanych zmian poprzez mechanizm sum kontrolnych,
- rozdzielenie funkcji bezpieczeństwa od standardowego sterowania,
- zabezpieczenie hasłem dostępu do części programu odpowiedzialnej za bezpieczeństwo.

Zalety wynikające z zastosowania technologii bezpieczeństwa SSI w porównaniu do technologii standardowej

- Zastosowane produkty w technologii SSI są powszechnie stosowane w świecie i posiadają certyfikaty zgodności z dyrektywami UE.
- Zmniejszona ilość komponentów sprzętowych, w efekcie czego uzyskujemy więcej miejsca montażowego w szafach sterowniczych, a tym samym zmniejszamy koszty przedsięwzięcia.

- Duża skalowalność systemu automatyzacji, rozwiązania modułowe łatwe do zastosowania w różnych maszynach i instalacjach - unifikacja oraz redukcja części zamiennych – zmniejszenie zapasów magazynowych.

- Łatwa i praktyczna obsługa, dobra diagnostyka obejmująca testy okablowania, błędy wewnętrzne, certyfikowane podzespoły – wyższa dyspozycyjność maszyny poprzez skrócenie czasu lokalizacji i usuwania awarii.

- Technika bezpieczeństwa i standardowa automatyzacja są połączone w jeden system.

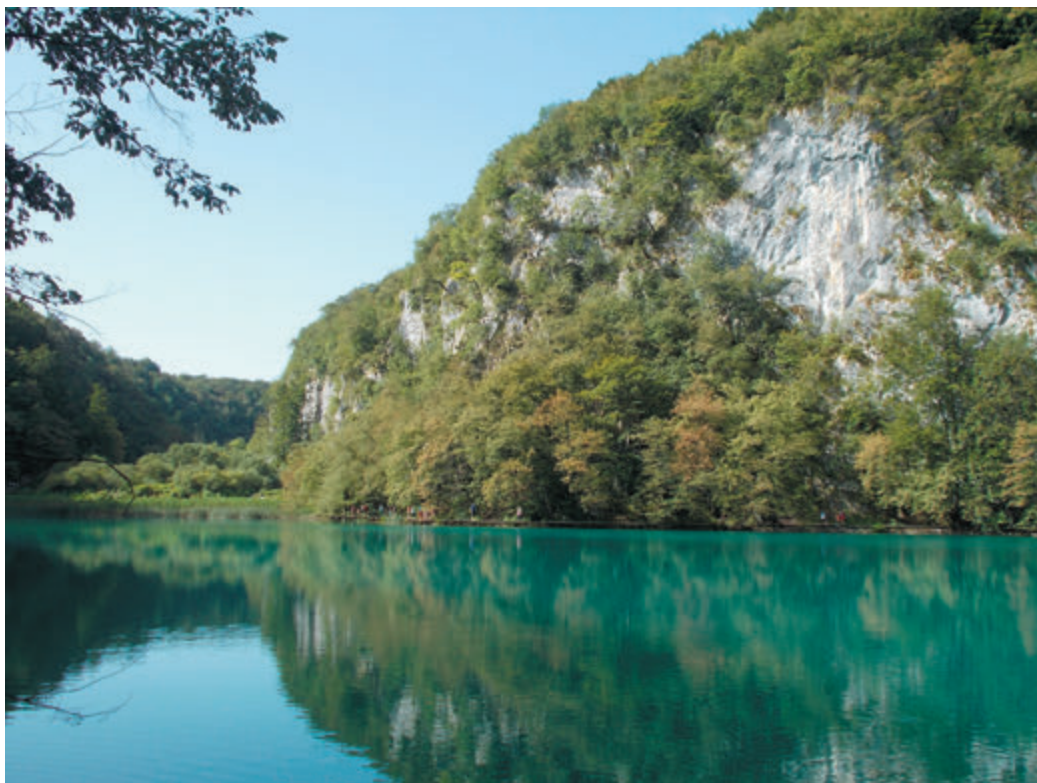
- Prosta i szybka rozbudowa wraz z długoterminową dostępnością produktów.

- Możliwość zastosowania komunikacji bezprzewodowej dopuszczonej do stosowania w technologii SSI.

- Ogólnie dostępny serwis oraz wsparcie inżynierskie dla technologii SSI.

Podsumowanie

W porównaniu do tradycyjnych rozwiązań w dziedzinie bezpieczeństwa obecna automatyka jest znacznie bardziej elastyczna i otwarta. Nowoczesne maszyny i systemy posiadają także znacznie większą wydajność. Jest to w dużej mierze skutek eliminacji starych układów przekaźnikowych przez programowalne systemy sterowania. Pomimo postępu w technologii sterowania do celów produkcji i bezpieczeństwa stosowano odrębne systemy. Taki rozdział komplikował sterowanie całością. Rozwiązania te, mimo iż opierają się na najnowszych technologiach, nie są optymalne – dlatego też konsekwentnie odchodzi się od nich na rzecz systemów zintegrowanych, które finalnie wszystko upraszczają.



Enigmatyczne lustro przyrody

Fot. Renata S-K