

# System RST-1 do radiowego sterowania tamami śluzy wentylacyjnej

*Omówiono wdrażany w kopalni system RST-1 umożliwiający radiowe sterowanie tamami śluzy wentylacyjnej. Śluzę w chodniku kopalnianym tworzą dwie tamy odległe od siebie o około 150 m. Przez śluzę przemieszcza się zespół transportowy. Kierowca zespołu ma radiowy sterownik operatorski, który umożliwia zdalne otwieranie/zamykanie drzwi tam oraz monitorowanie stanu śluzy na ekranie wyświetlacza sterownika. Iskrobezpieczny system sterowania RST-1 składa się między innymi z bloków funkcjonalnych mocowanych na długości śluzy, które wyposażone są w podzespoły do komunikacji radiowej w standardzie Bluetooth oraz przewodowej pomiędzy sobą w standardzie CAN i/lub RS-485. Bloki funkcjonalne monitorują stan czujników położenia drzwi tam, sterują semaforami oraz siłownikami wykonawczymi.*

## 1. WPROWADZENIE

System RST-1 przeznaczony jest do radiowego sterowania dwiema tamami wentylacyjnymi śluzowymi z układem zamykania typu ELHYD/3 produkcji „ELEKTRON” S.C. Tamy tworzą śluzę wentylacyjną zabudowaną w chodniku kopalnianym, po którym przemieszcza się Zespół Transportowy (kolejka spągowa lub kolejka podwieszana). Dwuskrzydłowe drzwi tamy otwieranie-zamykanie są siłownikiem pneumatycznym sterowanym elektrycznie za pomocą przenośnego Radiowego Sterownika Operatorskiego typu RSO-26T, który jest na wyposażeniu kierowcy Zespołu Transportowego. W stanach awaryjnych drzwi tam mogą być sterowane ręcznie.

W rozwiązaniu systemu RST-1 wykorzystano sprawdzone w użytkowaniu na kombajnach ścianowych podzespoły elektroniczne systemu MAKS-DBC przeznaczone do radiowego sterowania i monitorowania pracy kombajnu za pomocą łącza radiowego Bluetooth oraz układy szeregowej transmisji danych pomiędzy urządzeniami w standardzie CAN i/lub RS-485.

## 2. BUDOWA SYSTEMU

Dla zapewnienia prawidłowej komunikacji radiowej, dwukierunkowej, w sieci sterowania i kontroli pracy tamy nr 1 i 2 na długości około 300 m zastosowano trzy radiowe bloki funkcjonalne typu:

- RST-1/KPD1 – umieszczony przed śluzą,
- RST-1/SKPD – mocowany w środku śluzy,
- RST-1/KPD2 – umieszczony za śluzą,

z którymi komunikuje się sterownik radiowy RSO-26T, oraz dwa bloki funkcjonalne typu:

- RST-1/SHKT1 – umieszczony przed śluzą,
  - RST-1/SHKT2 – umieszczony za śluzą,
- przeznaczone do sterowania urządzeń zewnętrznych i monitorowania otwarcia/zamknięcia drzwi tamy nr 1 i 2.

Bloki systemu zostały zainstalowane w szafkach naściennych (rys. 1) mocowanych na ociosie w chodniku transportowym.



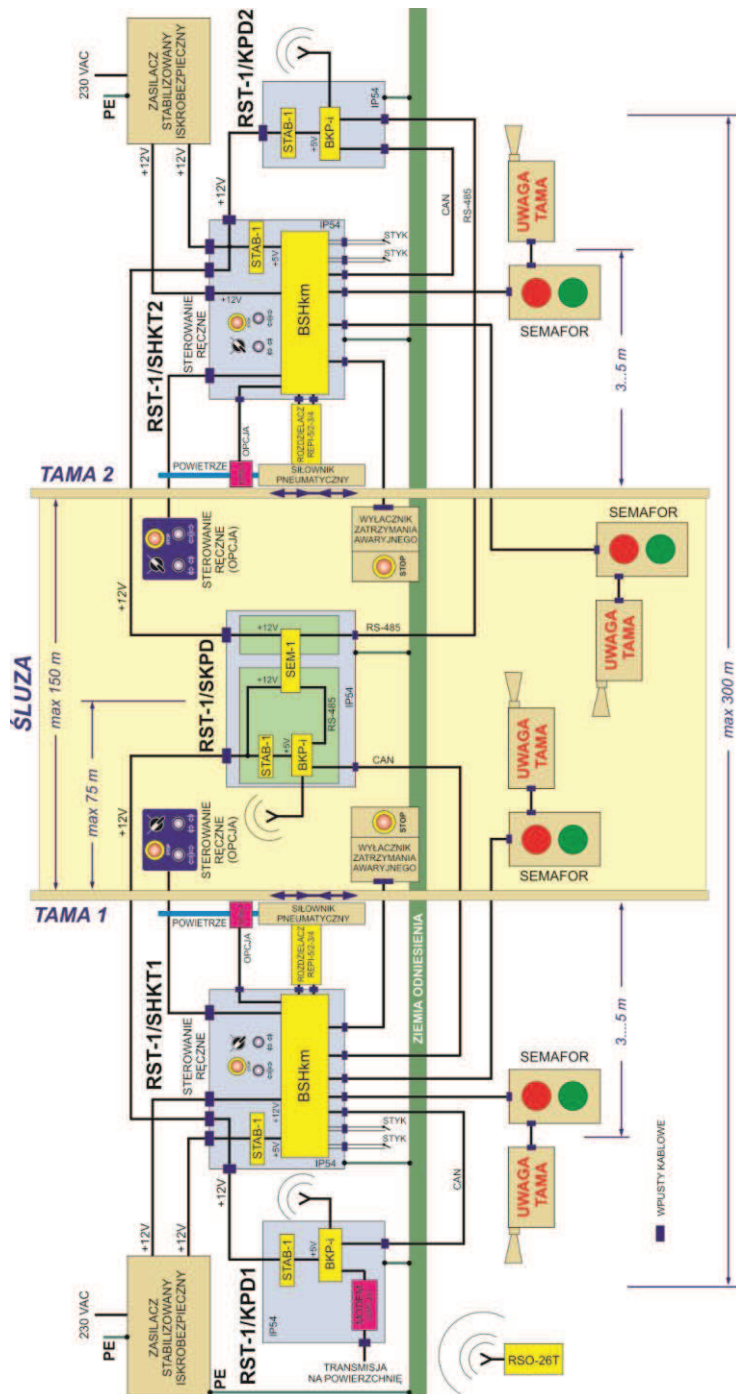
Rys. 1. Zestaw bloków funkcjonalnych systemu RST-1

Całość systemu RST-1 podzielona została na dwa niezależne obwody elektryczne: tamy nr 1 i tamy nr 2, odseparowane galwanicznie od siebie. Każdy obwód zasilany jest z oddzielnego zasilacza, który ma podwójne wyjścia iskrobezpieczne 12 V DC/1 A. Jedno napięcie zasila elementy wykonawcze: rozdzielacz elektropneumatyczny REPI, sygnalizatory UWAGA TAMA i semafor, a drugie podzespoły do sterowania i komunikacji (BSHkm, BKPi, SeM-1, STAB-1), które znajdują się wewnątrz szafek bloków funkcjonalnych (rys. 2). Wymagane przez te podzespoły napięcie iskrobezpieczne 5 V DC uzyskuje się ze stabilizatora STAB-1 zasilanego napięciem 12 V DC.

Wybór takiego sposobu zasilania podyktowany został wymaganiami iskrobezpieczeństwa obwodów wyjściowych. Zastosowane zasilacze mają najkorzystniejsze parametry wyjściowe L, C, zapewniające iskrobezpieczeństwo tak długich obwodów wyjściowych.

Wszystkie bloki funkcjonalne komunikują się pomiędzy sobą za pomocą magistrali z transmisją szeregową w standardzie RS-485 i/lub CAN. Zastosowany w bloku RST-1/SKPD separator magistrali SeM-1 umożliwia transmisję w standardzie RS-485 pomiędzy obwodami tamy nr 1 i 2 z zachowaniem separacji galwanicznej.

Dla zwiększenia odporności systemu RST-1 na zaburzenia elektromagnetyczne zewnętrzne oraz ograniczenia emisji promieniowanej wszystkie połączenia elektryczne zewnętrzne wykonano za pomocą kabli sygnalizacyjnych górniczych, które mają podwójne ekranowanie: indywidualne dla każdej z żył oraz ekran wspólny dla wszystkich żył. Ekranry wspólne połączono z korpusami skrzynek, natomiast korpusy skrzynek połączone są z ziemią odniesienia w jednym miejscu. Zakłada się, że konstrukcja (EMC) zastosowanych zasilaczy tłumi zaburzenia elektromagnetyczne przewodzone, które mogą być wprowadzone.



Rys. 2. Schemat blokowy systemu RST-1

dzane do obwodów elektrycznych systemu RST-1 od strony sieci zasilającej 230 V AC lub z obwodów systemu RST-1 do sieci.

Bloki funkcjonalne RST-1/KPD1(2) współpracują z blokami RST-1/SHKT1(2) umieszczonymi w bezpośrednim sąsiedztwie. Przy każdym bloku RST-1/SHKT1(2) znajduje się zasilacz iskrobezpieczny. Po wewnętrznej stronie służy przy każdej tamie umieszczono wyłączniki zatrzymania awaryjnego z przyciskiem STOP. Z obydwu stron każdej tamy w odległości około 3÷5 m od tamy umieszczono semafony świetlne zielono-czerwone oraz stale świecące się transparenty z napisem UWAGA TAMA, mocowane razem z sygnalizatorem akustycznym.

Siłownik pneumatyczny otwierający/zamykający drzwi tamy sterowany jest iskrobezpiecznym rozdzielaczem elektropneumatycznym typu REPI-5/2-3/4.

Stan otwarcia/zamknięcia drzwi tamy monitorowany jest za pomocą dwóch łączników krańcowych otwarcia/zamknięcia – jeden ma zestyki normalnie zwarte, natomiast drugi zestyki normalnie rozwarne.

W rozwiązaniu systemu RST-1 przewidziano zastosowanie opcjonalnie:

- czujnika typu CPW-1 do pomiaru ciśnienia powietrza w instalacji zasilania siłownika tamy,
- bloku ręcznego sterowania tamą, umieszczonego w służy od strony wewnętrznej tamy 1 i 2,
- modemu telefonicznego do transmisji danych na odległość, który mocowany jest docelowo wewnątrz bloku RST-1/KPD1.

### 3. STEROWNIK RSO-26T

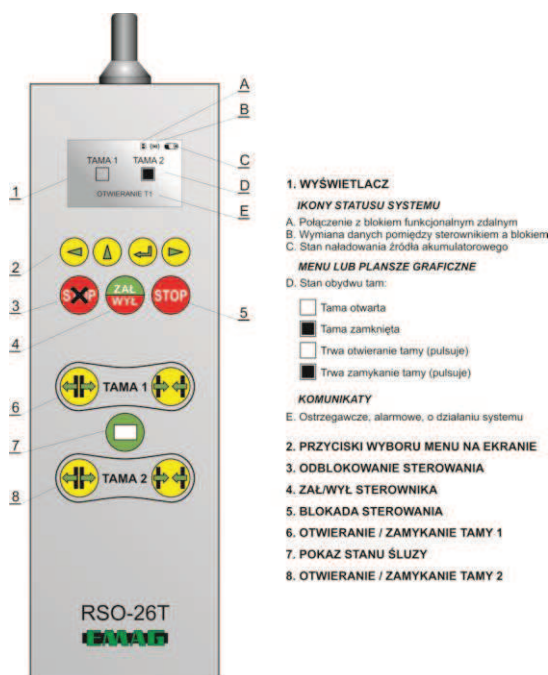
Sterowanie tamami służy wentylacyjnej odbywa się za pomocą sterownika RSO-26T (rys. 3) wyposażonego w wyświetlacz LCD oraz niestabilizowane przyciski funkcyjne. Sterownik zasilany jest z wymiennego iskrobezpiecznego źródła akumulatorowego.

W trakcie pracy sterownika na jego wyświetlaczu można wyróżnić trzy zasadnicze pola wyświetlania (rys. 3):

- górne, na którym wyświetlane są ikony statusu systemu,
- środkowe, gdzie wyświetlane jest menu lub plansze graficzne przedstawiające stan otwarcia/zamknięcia drzwi obydwu tam, określane na podstawie stanu zestyków łączników krańcowych. Nieprawidłowe kombinacje otwarcia/zamknięcia tych zestyków traktowane są jako awarie, które wyświetlane są w postaci komunikatów ostrzegawczych,

- dolne, pole bieżących komunikatów tekstowych generowanych przez blok funkcjonalny nadrzędny, z którym połączył się sterownik RSO-26T – komunikaty pojawiają się naprzemiennie podczas występowania przekroczeń progów ostrzegawczych, alarmowych lub w sytuacjach, gdy przekazywane są informacje związane z działaniem systemu.

Pozostałe funkcje wewnętrzne sterownika realizowane są bez udziału zewnętrznego połączenia radiowego. Należą do nich np.: wybór języka menu, zmiana jasności podświetlenia wyświetlacza, informacja o stanie akumulatora. Są one dostępne poprzez odpowiednie wybranie menu, podświetlenie funkcji i zatwierdzenie klawiszem ENTER.

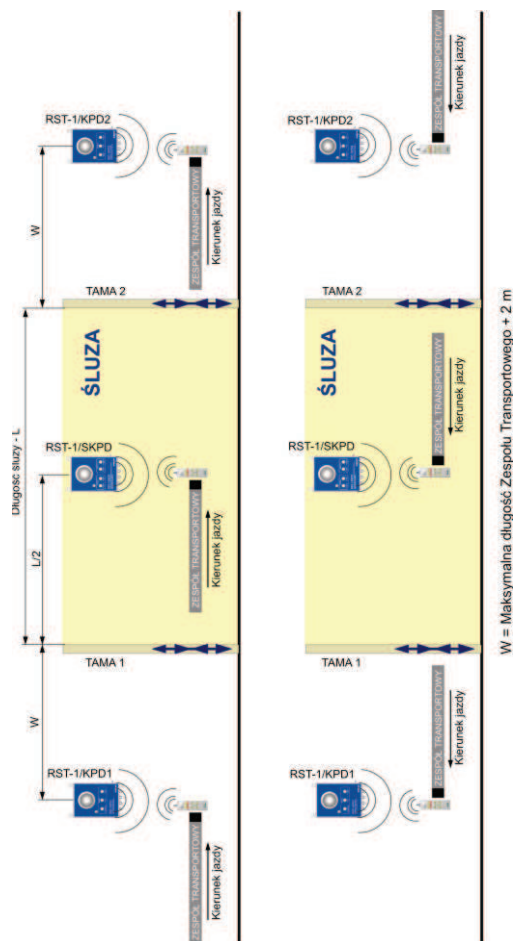


Rys. 3. Sterownik RSO-26T

Po załączeniu RSO-26T przez około 2 sekundy wyświetlane jest logo powitalne, a następnie plansza z wynikiem testu pamięci masowej i modułu radiowego. Następnie wyświetlana jest plansza wyszukiwania radiowych bloków funkcjonalnych: RST-1/KPD1, RST-1/SKPD, RST-1/KPD2, zdolnych do nawiązania komunikacji z RSO-26T, które znajdują się w zasięgu łączności radiowej. Po zakończeniu wyszukiwania znalezione bloki funkcjonalne zostają zapisane w pamięci nieulotnej sterownika i prezentowane są w postaci menu wyboru. Kierowca zespołu transportowego, w zależności od miejsca znajdowania się w chodniku, wybiera z listy blok radiowy, który jest zamocowany na ociosie najbliższej sterownika. Powoduje to rozłączenie sterownika z aktualnie połączonym i połączenie z wybranym. Z uwagi na ograniczony zasięg łączności radiowej i wymagania bezpieczeństwa kierowca zespołu



transportowej czynność tę wykonuje przed śluzą, w śluzie pomiędzy tamami oraz za śluzą wentylacyjną (rys. 4).



Rys. 4. Miejsca mocowania w chodniku radiowych bloków funkcjonalnych

#### 4. STEROWANIE TAMAMI ŚLUZY

W stanie spoczynku zaświecone są transparenty UWAGA TAMA, a na sygnalizatorach świetlnych (semaforach) są światła zielone. Zespół transportowy podjeżdża do pierwszej tamy. Na wyświetlaczu sterownika RSO-26T wyświetlany jest odpowiedni obraz i komunikat o stanie tamy nr 1 i 2. Kierowca przyciskiem na sterowniku inicjuje otwieranie tamy nr 1. W tym momencie zostaje zablokowana możliwość otwarcia tamy nr 2. Przy tamie nr 1 rozlega się 5-sekundowy dźwiękowy sygnał ostrzegawczy, następnie zostaje przesterowany rozdzielacz elektropneumatyczny sterujący siłownikiem tamy; tama nr 1 zaczyna otwierać się, zestyk łącznika zamknięcia drzwi tamy otwiera się i powoduje przełączenie świateł na semaforach tamy nr 2 z zielonego na czerwone. Tama nr 1 zostaje otwarta, zestyk łącznika otwarcia drzwi tamy

zostaje zamknięty, rozdzielacz elektropneumatyczny zostaje wyłączony. Zespół transportowy wjeżdża do śluzy. Następuje odwrotny cykl zamykania tamy nr 1. Po jej zamknięciu zostaje odblokowana możliwość otwarcia tamy 2. Przebieg sterowania tamy nr 2 jest analogiczny.

Jeżeli czas otwierania/zamykania tamy przekroczy 30 sekund, następuje automatyczne zablokowanie układu sterowania i na wyświetlaczu RSO-26T pojawia się odpowiednia informacja: UKŁAD TAMY 1(2) ZABLOKOWANY – PRZEKROCZONY CZAS. Ten stan można odblokować na sterowniku RSO-26T naciśnięciem przycisku ODBLOKUJ (3). Zatrzymanie otwierania lub zamykania drzwi tam przyciskiem STOP (5) na sterowniku RSO-26T można odblokować przyciskiem ODBLOKUJ (3). Pojawia się komunikat potwierdzający tę decyzję. Dopiero ponowne naciśnięcie tego przycisku powoduje włączenie dźwiękowego sygnału ostrzegawczego na co najmniej 5 sekund i potem uruchomienie otwierania lub zamykania drzwi tamy, która została wcześniej zatrzymana.

Proces otwierania/zamykania tamy może zostać zatrzymany w każdej chwili za pomocą wyłącznika zatrzymania awaryjnego i/lub przycisku STOP na bloku RST-1/SHKT1(2). W blokach tych można wybrać rodzaj sterowania: sterowanie ręczne (za pomocą przycisków na drzwiach bloku) lub sterowanie radiowe (za pomocą sterownika RSO-26T). W przypadku awarii systemu sterowania drzwi tamy można otworzyć/zamknąć za pomocą przycisków znajdujących się na obudowie rozdzielacza elektropneumatycznego typu REPI-5/2-3/4.

#### Literatura

1. Ligarski R.: System RST-1 radiowego sterowania tamami wentylacyjnymi śluzowymi z układem zamykania typu ELHYD/3. Dokumentacja konstrukcyjna nr K57.068.DK1. ITI EMAG. 2010 r.
2. Ligarski R.: System RST-1 radiowego sterowania tamami wentylacyjnymi śluzowymi z układem zamykania typu ELHYD/3. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Instrukcja użytkownika i obsługi nr K57.068.DTR1. ITI EMAG. 2010 r.
3. Ligarski R.: System RST-1 radiowego sterowania tamami wentylacyjnymi śluzowymi z układem zamykania typu ELHYD/3. Bloki funkcjonalne: RST-1/KPD1, RST-1/SKPD, RST-1/KPD2. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Instrukcja użytkownika i obsługi nr K57.068.DTR1.1. ITI EMAG. 2010 r.
4. Ligarski R.: System RST-1 radiowego sterowania tamami wentylacyjnymi śluzowymi z układem zamykania typu ELHYD/3. Bloki funkcjonalne: RST-1/SHKT1, RST-1/SHKT2. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Instrukcja użytkownika i obsługi nr K57.068.DTR1.2. ITI EMAG. 2010 r.
5. Firma Innowacyjno-Wdrożeniowa „Elektron” s.c. – Tama wentylacyjna śluzowa z układem zamykania typu ELHYD/3 dla dróg kolejki szynowej. Wersja 3 sterowania pilotem bezprzewodowym. 2010 r.
6. Pańków A., Mrozek M., Przegenda G., Wicher P., Ligarski R.: System nowej generacji bezprzewodowego sterowania maszyn wydobywczych ze zdalnym monitorowaniem pracy maszyny i łącznością głosową między operatorami. Mechanizacja i Automatyza Górnictwa 2004, nr 5.