

*Marcin Kołodziejczak\*, Leszek Hertel\*\**

## SPOSÓB STEROWANIA ROZRUCHEM CIĄGU PRZENOŚNIKÓW MINIMALIZUJĄCY CZAS PRACY PRZENOŚNIKÓW NIEOBCIĄŻONYCH

---

### 1. Wprowadzenie

Jednym z podstawowych wyzwań współczesnej gospodarki jest oszczędność energii. Zmniejszenie jej zużycia oznacza korzyści dla środowiska a dla przedsiębiorstw ograniczenie kosztów produkcji i zwiększenie ich konkurencyjności na rynku.

Dotychczas podczas uruchamiania oraz zatrzymywania nieobciążonych przenośników pracujących w ciągu technologicznym, odpowiednio zwałowarki i część przenośników pracowały nawet kilkadziesiąt minut bez obciążenia. Ograniczenie tego czasu oznacza dla kopalni odkrywkowych znaczne oszczędności.

W artykule przedstawiono rozwiązania zmniejszające czas pracy nieobciążonych przenośników taśmowych. PGE GiEK „Bełchatów” oraz spółka Merrid Controls wspólnie opracowały i wdrożyły na odkrywce Pola Szczerców kilka mechanizmów usprawniających zarządzanie i poprawiających efektywność pracy przenośników. Dotyczą one zarówno zatrzymywania przenośników („stop ze zrzutem”), jak i sposobu uruchamiania ciągów technologicznych („rozruch odwrotny” oraz „rozruch grupowy”).

Do realizacji tych rozwiązań niezbędne jest wykorzystanie autonomicznych systemów automatyki zrealizowanych na przenośnikach w sterowaniu bezstykowym oraz współpracującego z nimi w czasie rzeczywistym nadrzędnego systemu wspomagającego pracę dyspozytorów. System nadrzędny (nazywany w Kopalni „Systemem Wydobywczym”), został zaprojektowany i wdrożony przez spółkę Merrid Controls we współpracy z odpowiednimi służbami PGE GiEK „Bełchatów”. System ten jest na bieżąco aktualizowany, rozbudowywany i dostosowywany do bieżących potrzeb użytkowników. Posiada on niezbędne dane o wszystkich przenośnikach i stanach ich pracy. Informacje te pozwalają dyspozytorom na

---

\* Merrid Controls Sp. z o.o., Łódź

\*\* Oddział KWB Bełchatów, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA, Rogowice

zdalne — z COKR, prowadzenie ruchu poprzez sterowanie pracą przenośników za pomocą komend, które pozwalają zatrzymać i uruchomić przenośnik, zablokować uruchomienie, skasować stany awaryjne, zdalnie zabezpieczyć przenośnik przed uruchomieniem oraz wyłączyć napięcie zasilania 6 kV. Dodatkowo dzięki komunikacji ze wszystkimi przenośnikami odkrywki, oraz wdrożonym mechanizmom system pozwala zmienić tryb pracy sterowników przenośnikowych.

Zaimplementowane w Systemie Wydobywczym podstawowe mechanizmy pozwalają na bezobsługową pracę przenośników, a wdrożone dodatkowo mechanizmy pozwalają znacznie skrócić czas startu ciągu i wejście koparki do pracy oraz ograniczyć czas pracy nieobciążonych (niezaładowanych) przenośników:

- zatrzymywanie ciągu rozkazem „stop ze zrzutem”, pozwala minimalizować czas pracy nieobciążonych przenośników, poprzez wyłączenie przenośników zaraz po zrzuconiu urobku;
- rozruch „odwrotny” ciągu nieobciążonych przenośników w kierunku od koparki do zwalówki, umożliwi przyspieszenie wejścia koparki do pracy oraz wykorzystywanie do pracy tylko przenośników obciążonych;
- rozruch grupowy ciągu przenośników, umożliwi niemal jednoczesne uruchomienie ciągu przenośników.

## **2. Zatrzymywanie przenośników po opuszczeniu urobku „Stop ze zrzutem”**

Ten tryb pracy ma na celu optymalizację pracy przenośników poprzez ich wyłączenie zaraz po zrzuconiu urobku oraz wspomaganie pracy dyspozytora. O wyborze opcji „Stop ze zrzutem” dla konkretnego ciągu przenośników decyduje dyspozytor. W tym celu zaznacza wybrany ciąg przenośników w Systemie Wydobywczym. Wystarczy, że wybierze i zaznaczy jeden przenośnik — ten, który znajduje się najbliżej zwalówki lub stacji zbiorczej. Pozostałe czynności przejmuje System Wydobywczy. System konfiguruje ciąg wszystkich przenośników nadających na wybrany przenośnik. Następnie powiela rozkaz i wysyła go do wszystkich przenośników nadających.

Po otrzymaniu rozkazu „Stop ze zrzutem” sterowniki na poszczególnych przenośnikach ustawiają się w trybie „zrzut” i są przygotowane do zatrzymania. Zatrzymanie ze zrzutem inicjuje dyspozytor, który na podstawie informacji o stanie obiektu, podejmuje decyzję o wydaniu pierwszemu przenośnikowi ciągu rozkazu „stop”. Następnie komenda „stop” „wędruje” do kolejnych przenośników w ślad za schodzącym urobkiem. Sterownik otrzymujący komendę „stop” rozpoczyna odmierzenie czasu potrzebnego na zrzuconiu urobku, a następnie zatrzymuje go i przesyła polecenie zatrzymania do sterownika na przenośniku odbierającym.

Wyliczanie czasu potrzebnego na opuszczenie urobku prowadzone jest równocześnie przez System Wydobywczy na podstawie długości przenośnika oraz prędkości ruchu taśmy i ta informacja jako drugie źródło rozkazu „stop” jest przesyłana do sterownika na przenośniku.

Jeżeli na przenośnik odbierający pracuje więcej niż jeden nadający, rozpoczęcie procedury odliczania czasu do jego zatrzymania uwarunkowane jest otrzymaniem informacji o zatrzymaniu w trybie „zrzut” od wszystkich przenośników pracujących na dany przenośnik. Jeżeli zatrzymywany jest ciąg, w którym część przenośników jest już pusta, proces zatrzymywania można przyspieszyć i rozpocząć go od pierwszego przenośnika z urobkiem.

Opisana procedura nie dotyczy stanów awaryjnych. Zatrzymanie awaryjne dowolnego przenośnika w zaznaczonym ciągu powoduje przerwanie procedury związanej ze zrzutem urobku. Powrót do przerwanej procedury wymaga ponownego uruchomienia przenośnika i dokończenia odliczenia czasu wymaganego do zrzucenia całego urobku.

Zaletą wdrożonego rozwiązania jest to, że każdy przenośnik zatrzymuje się zaraz po tym, gdy zrzuci urobek na kolejny przenośnik. Likwiduje pracę przenośników bez urobku i pozwala zaoszczędzić energię elektryczną pobieraną przez nieobciążone przenośniki.

### **3. Rozruch przenośników**

Najczęstszą przyczyną pracy nieobciążonych przenośników, jest próba uruchomienia ciągu technologicznego z niesprawnym przenośnikiem. Skutkuje to pracą części przenośników do momentu usunięcia usterki. Aby temu przeciwdziałać konieczne jest sprawdzenie gotowości do uruchomienia wszystkich przenośników w ciągu. W tym celu „System Wydobywczy” wyposażony został w moduł sprawdzania gotowości ciągu, oraz wprowadzono odpowiednią filtrację komunikatów.

Wystarczy, aby dyspozytor zaznaczył na ekranie jeden przenośnik, a System Wydobywczy automatycznie generuje rozkaz kasowania awarii i odświeża informacje o stanie wszystkich przenośników wchodzących w skład danego ciągu.

Informacja ta prezentowana jest na tablicy synoptycznej — przenośniki gotowe do uruchomienia zaznaczone są na zielono, a pozostałe na czerwono. Dyspozytor otrzymuje kompletny obraz stanu ciągu wraz z wyszczególnieniem usterek na każdym obiekcie, jeszcze przed jego uruchomieniem.

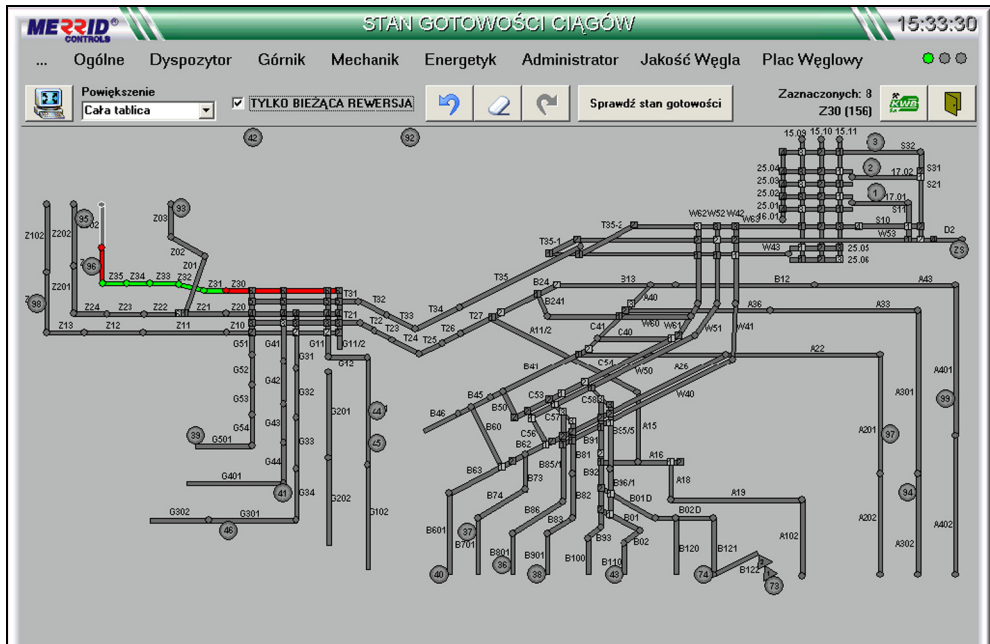
Ma on możliwość wcześniejszego powiadomienia odpowiednich służb o koniecznej interwencji w celu usunięcia usterek a nie dopiero w trakcie uruchamiania ciągu.

Dodatkowym skróceniem czasów pracy nieobciążonych przenośników jest zmiana dotychczasowego sposobu uruchamiania ciągu KTZ (zwałowarka, kolejne przenośniki, koparka) nieobciążonych lub nie w pełni obciążonych przenośników. Dla ciągu nieobciążonych przenośników można stosować rozruch odwrotny, a do pracujących z ograniczoną wydajnością można stosować rozruch grupowy.

### **4. Rozruch odwrotny**

Dotychczas obowiązujące procedury przewidywały uruchomienie wszystkich przenośników ciągu przed podaniem urobku. Rozruch odwrotny polega na zmianie w stosunku do

obecnie stosowanej kolejności uruchamiania przenośników w ciągu. Uruchamiane są one do pracy kolejno od koparki do zwałowarki wraz z pojawiającym się urobkiem.



Rys. 1. Przykładowa sygnalizacje gotowości przenośników

Rozruch inicjuje dyspozytor. Wybiera jeden przenośnik i wydaje rozkaz „Rozruch odwrotny”. System Wydobywczy wysyła tę komendę na wszystkie przenośniki pracujące w ciągu. Sterowniki na przenośnikach wysyłają potwierdzenie otrzymania rozkazu i ustawiają się w tryb pracy w „rozruch odwrotny”. Dyspozytor otrzymuje informacje o ich gotowości do uruchomienia zobrazowaną na tablicy synoptycznej. Ciąg przenośników przygotowanych do „rozruchu odwrotnego” oczekuje na rozkaz „start”. Po wydaniu takiej komendy przez dyspozytora na pierwszy (najbliżej koparki) przenośnik ustawiony do rozruchu odwrotnego, następuje uruchomienie tego przenośnika. Jednocześnie wszystkie przenośniki nadające urobek na wybrany przenośnik, łącznie z koparką, ruszają według dotychczasowych zasad. Sterownik wybranego przenośnika odmierza czas potrzebny na dotarcie urobku do następnego przenośnika odbierającego i wysyła do niego polecenie startu. Czas wyliczany jest na podstawie długości danego przenośnika i bieżącej prędkości taśmy. Przenośnik odbierający rusza automatycznie z opóźnieniem, wynikającym z czasu potrzebnego na dotarcie urobku.

W analogiczny sposób uruchamiane są kolejne przenośniki w ciągu w kierunku zwałowarki.

## 5. Rozruch grupowy

Wprowadzenie do pracy ciągu przenośników częściowo załadowanych urobkiem jest możliwe przy zastosowaniu rozruchu grupowego i ma na celu przyspieszenie procesu uruchamiania.

Stosowane dotychczas w Kopalni procedury zezwalały na uruchomienie kolejnych przenośników dopiero wtedy, gdy przenośniki odbierające miały prędkość bliską nominalnej (80% *nn* lub koniec rozruchu). Przy rozruchu grupowym obniżono wartość prędkości taśmy przenośnika z 80 do 30% wartości znamionowej, przy którym wysyłany jest sygnał odblokowania do przenośnika nadającego. Dzięki temu uruchomienie ciągu skraca się o kilka minut.

O wprowadzeniu rozruchu grupowego decyduje dyspozytor, który wspierany jest informacjami z Systemu Wydobywczego. Po zaznaczeniu jednego przenośnika, system powieła rozkaz i wysła go na wszystkie przenośniki nadające urobek na wybrany przenośnik. Tak przygotowany ciąg ruszy, gdy zostanie wybrany rozkaz startu do pierwszego przenośnika.

Rozruchu grupowego nie należy stosować do w pełni obciążonego ciągu, z uwagi na duże obciążenie energetyczne stacji zasilających w momencie rozruchu przenośników.

Możliwe jest podczas uruchamiania ciągu łączenie rozruchu odwrotnego” i „rozruchu grupowego”. Część przenośników ruszy w kierunku od koparki do zwałowarki, a pozostałe (skonfigurowane przez dyspozytora) rozpoczną pracę w mechanizmie rozruchu grupowego.

## 6. Podsumowanie

Opisane i wdrożone w PGE GiEK „Bełchatów” tryby rozruchu i zatrzymania ciągów przenośników ograniczyły czas pracy nieobciążonych przenośników przynosząc wymierne korzyści finansowe. Wprowadzenie tych rozwiązań było możliwe, gdyż przenośniki wyposażone są w sterowniki PLC połączone z nadrzędnym „Systemem Wydobywczym” i których oprogramowanie zapewnia kontrolę stanów i czasów pracy wszystkich przenośników.

Kolejnym wdrożeniem w PGE GiEK „Bełchatów” będzie moduł „śledzenia urobku” w „Systemie Wydobywczym”. Będzie on dodatkowym wsparciem dla dyspozytora, informującym go o rozkładzie jakościowym i ilościowym węgla oraz nadkładu na przenośnikach. Dodatkowo pozwoli na przyspieszenie zatrzymania tych przenośników w ciągu, na których jest zrzucony urobek.