

PAWEŁ GALANT  
RADOŚLAW SREBNIAK

# Optimalizacja transportu urobku w kopalni węgla kamiennego przez usprawnienie automatycznego trybu sterowania

*W obecnych czasach kopalnie węgla kamiennego zmagają się z powszechnym zjawiskiem dekarbonizacji gospodarek krajów europejskich. Dlatego zmuszone są stale poszukiwać możliwości obniżania jednostkowych kosztów wydobycia. Jest to wyjątkowo trudne w obecnych czasach, ponieważ producenci maszyn i urzędzeń górniczych nie są skłonni ponosić wysokich kosztów na badania i rozwój nowych produktów, gdyż branża ta jest obciążona wysokim ryzykiem nieopłacalności. Ten artykuł opisuje jeden z przykładów, w którym podjęto próbę obniżenia kosztów wydobycia węgla kamiennego, wykorzystując modyfikację sposobu sterowania podziemnymi odstawami urobku w polskiej kopalni LW „Bogdanka”.*

Słowa kluczowe: *przenośnik taśmowy, tryb sterowania, automatyka*

## 1. WPROWADZENIE

---

Odstawy urobku zbudowane z przenośników taśmowych w podziemnych zakładach górniczych stanowią kluczowy element procesu wydobycia węgla [1]. Niezwykle ważne jest zatem zapewnienie płynności działania oraz ograniczenie liczby zatrzymań poszczególnych przenośników tworzących ciąg odstawy urobku ze ścian i przodków. Efektywność pracy takiej odstawy ma bezpośredni wpływ na wyniki produkcyjne całego przedsiębiorstwa. Dlatego poszukiwanie usprawnień w tym obszarze jest jak najbardziej uzasadnione.

## 2. POSZUKIWANIA ROZWIĄZAŃ REDUKUJĄCYCH KOSZTY

---

W kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” najefektywniejszym w Polsce zakładzie wydobywającym wę-

giel kamienny charakteryzującej się innowacyjnymi rozwiązaniami technicznymi postanowiono podjąć próbę zwiększenia wydajności pracy odstaw urobku na bazie posiadanego sprzętu – zabudowanych i pracujących już w dołowych wyrobiskach przenośników taśmowych wraz z systemami sterowania. Zaznaczyć należy tu także, że kluczowe odstawy urobku w kopalni LW „Bogdanka” pracują w trybie zdalnym, ze stanowisk zlokalizowanych poza trasą odstaw, w tym także z powierzchni.

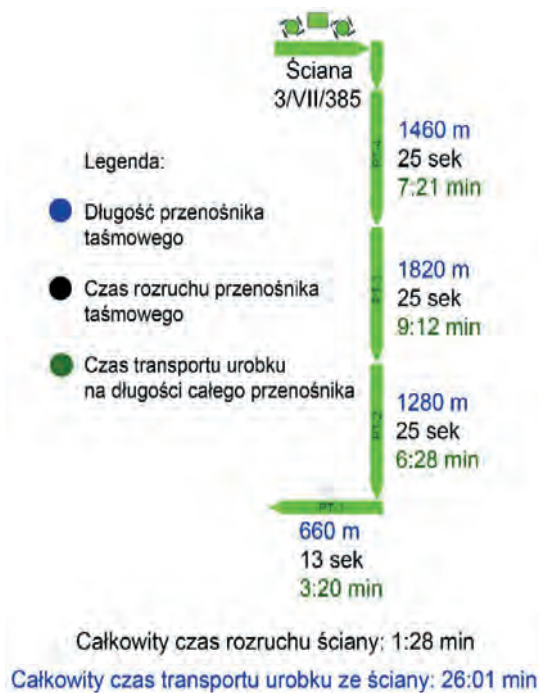
## 3. NOWA KONCEPCJA STEROWANIA PRZENOŚNIKAMI

---

Grupa inżynierów zatrudnionych w LW „Bogdanka” podczas studiów podyplomowych realizowanych w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie stworzyła pracę dyplomową zatytułowaną *Optimalizacja transportu urobku przenośnikami taśmowymi* pod

opieką prof. Arkadiusza Kustry [2], gdzie dokonano wnikliwej analizy czynników zaburzających działanie podziemnych odstaw urobku, takich jak czasy rozruchów przenośników taśmowych oraz skumulowany czas transportu urobku od ściany do punktów retencyjnych, podczas których zatrzymanie dowolnego elementu ciągu odstawy oznacza przerwę w całym procesie wydobywania. W omawianym opracowaniu znalazła się także propozycja techniczna usprawniająca proces transportu urobku, która w późniejszym czasie została wdrożona do powszechnego stosowania w procesie wydobywania węgla w LW „Bogdanka”.

Analiza czynników wpływających na ciągłość pracy odstawy urobku polegała na rozpisaniu wszystkich procesów zachodzących podczas pracy poszczególnych przenośników taśmowych w trakcie ich normalnej eksploatacji i interpretacji tych procesów w funkcji czasu.



Rys. 1. Analiza kluczowych czasów pracy odstawy urobku



Rys. 2. Idea sterowania odstawą urobku w automatycznym trybie „inteligentnym”

Z poczynionych obserwacji wyciągnięto następujące wnioski:

- niepożądane czasy rozruchów każdego z przenośników są nie do uniknięcia przy zastosowaniu aktualnie posiadanych środków technicznych, nie znaleziono możliwości ich wyeliminowania bądź znaczącego ich skrócenia;
- czas transportu urobku na trasie długich przenośników jest na tyle znaczący, że to właśnie w tych przestrzeniach należy szukać poprawy efektywności.

Postanowiono zatem przemodelować tryb automatycznej pracy odstawy urobku przez zmianę jego algorytmu z uwzględnieniem dodatkowych danych dostarczonych do systemu.

W dotychczasowym trybie pracy automatycznej odstawy ciąg przenośników zostawał zatrzymywany w całości od miejsca wystąpienia usterki do jego końca, co w takim przypadku prowadziło do zatrzymania maszyn urabiających [3].

Nowa koncepcja zakłada wprowadzenie do algorytmu sterowania odstawą urobku parametru „obecność urobku”, tak aby w razie braku potwierdzenia tej informacji przenośniki niezagrożone zasypaniem nie były zatrzymywane pomimo zatrzymania przenośnika poprzedzającego. W rezultacie nie każde zatrzymanie przenośnika w ciągu odstawy powoduje przerwę w pracy ściany bądź w urabianiu przodka, ponieważ nowy system sterowania potrafi wykorzystać puste przestrzenie taśm przenośnikowych jako bufor czasu potrzebny do usunięcia trwającej usterki.

Firma Elektrometal SA, dostarczająca systemy sterowania dla górnictwa, zmodyfikowała swój system Elsap-05 przez zmianę algorytmu automatycznego trybu pracy według wskazówek inżynierów z LW „Bogdanka”. Dodatkowo ten producent zaprojektował i wyprodukował na potrzeby omawianego projektu nowy element systemu sterowania o nazwie czujnik obecności urobku COU-22 [4].

Czujnik ten pozwala w sposób mechaniczny określić stan obecności lub nieobecności urobku w kluczowych miejscach na trasie odstawy urobku oraz przekazać tę informację do sterownika lokalnego. Dodatkowo w sterownikach lokalnych w celu rozróżnienia innowacyjnego trybu pracy od pozostałych nazwano go trybem „inteligentnym”.



Rys. 3. Czujnik obecności urobku

Dzięki zastosowaniu tej innowacji system sterowania przenośnikami potrafi udostępnić zwiększony czas czynnej odstawy urobku dla maszyn urabiających i jednocześnie skrócić czas postojów awaryjnych w procesie wydobywania.

LW „Bogdanka” posiada już kilkunastomiesięczne doświadczenie z pracy tego rozwiązania, a wyniki wykazują skuteczność tego pomysłu zarówno w zastosowaniu na odstawach urobku ze ścian wydobywczych, jak i przodków drążących nowe wyrobiska.

Przykładowe wyniki uzyskane na odstawie urobku z przodka z zaimplementowanym systemem trybu „inteligentnego” tylko na jednym przenośniku prezentuje tabela 1 (obserwacje dobowe) oraz tabela 2 (obserwacje tygodniowe).

Jak widać, w rejonie przodkowym wprowadzenie trybu sterowania „inteligentnego” na jednym z przenośników (odstawa złożona z czterech przenośników, innowacja zastosowana na przenośniku nr 2) spowodowało zwiększenie czasu udostępnienia czynnej odstawy dla urabiania w wielkości ponad 5 godzin.

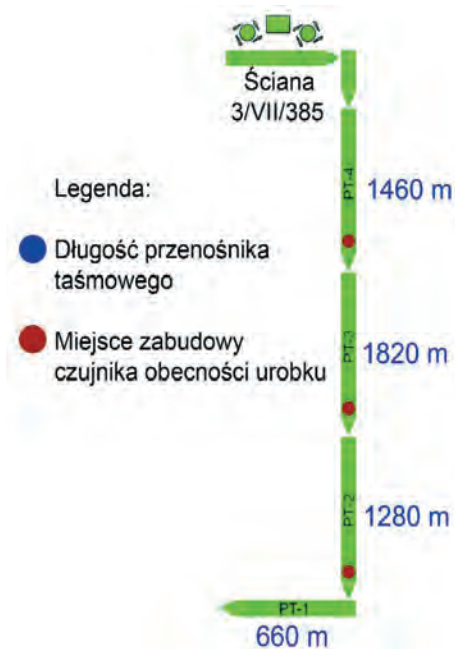
Bardzo ciekawie przedstawiają się wyniki stosowania trybu „inteligentnego” w przypadku odstaw ścianowych, gdzie łatwo określić opłacalność takiej inwestycji ze względu na znajomość jednostkowych kosztów postoju ściany.

**Tabela 1**  
Charakterystyka czasu pracy odstawy w trybie sterowania inteligentnego – obserwacje dobowe

Doba	„Odzyskany” czas pracy w trybie innowacyjnym – dobowo
13.03.2023	00:09:30
14.03.2023	00:06:38
15.03.2023	00:13:31
16.03.2023	00:25:56
17.03.2023	00:06:49
18.03.2023	00:00:00
19.03.2023	00:00:00
Suma [hh:mm:ss]	<b>01:02:24</b>

**Tabela 2**  
Charakterystyka czasu pracy odstawy w trybie sterowania inteligentnego – obserwacje tygodniowe

Data odczytu	„Odzyskany” czas pracy dzięki innowacji – tygodniowo
5.03.2023	01:13:47
12.03.2023	01:43:14
19.03.2023	01:02:24
26.03.2023	01:03:53
Suma [hh:mm:ss]	<b>05:03:18</b>



Rys. 4. Miejsca instalacji czujników obecności urobku

**Tabela 3**  
**Efekty pracy systemu Elsap-05 w trybie inteligentnym – odstawa z rejonu ściany 3/VII/385**  
**w okresie 1–12.11.2023 r.**

Przenośnik	Czas pracy w trybie inteligentnym	Czas pracy w trybie „inteligentny + kombajn ścianowy urabia”
PT2	00:55:34	00:10:36
PT3	00:35:13	00:00:07
PT4	00:32:26	00:00:23
Suma [hh:mm:ss]	02:03:13	<b>00:11:06</b>

Powyższe dane w pełni uzasadniają zastosowanie innowacyjnego trybu sterowania na wszystkich rodzajach odstaw w podziemnych zakładach górniczych.

obecnie eksploatowanych w naszych zakładach można jeszcze dostrzec spory potencjał i możliwości ich wykorzystania.

#### 4. WNIOSKI

Reasumując, najważniejsze korzyści, jakie niesie za sobą koncepcja trybu „inteligentnego” w procesie sterowania odstawami urobku, to:

- wydłużenie czasu dostępności czynnej odstawy,
- redukcja utraconych przychodów,
- wydłużenie żywotności maszyn przez zredukowanie ilości ich rozruchów.

Przykład modernizacji sterowania odstawami w kopalni „Bogdanka” dowodzi tego, że innowacyjne podejście do rozwiązywania zagadnień z podnoszeniem efektywności w górnictwie wcale nie musi wiązać się z wielkimi kosztami. W urządzeniach i systemach

#### Literatura

- [1] Żur T.: *Przenośniki taśmowe w górnictwie*. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1980.
- [2] Galant P., Srebnik R., Kozak S., Skawiński M., Żuk M.: *Optymalizacja transportu urobku przenośnikami taśmowymi*. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2022 [praca dyplomowa].
- [3] *System Automatyzacji Przenośników ELSAP-05/P*. ELEKTROMETAL SA, Cieszyn, lipiec 2019 [instrukcja obsługi].
- [4] *Czujnik obecności urobku Typ COU-22*. ELEKTROMETAL SA, Cieszyn, grudzień 2023 [instrukcja obsługi].

mgr inż. PAWEŁ GALANT  
 pgalant@lw.com.pl  
 inż. RADOSŁAW SREBNIK  
 rsrebnik@lw.com.pl  
 Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.  
 21-013 Puchaczów