



## Bezprzekładniowy napęd elektryczny górniczego przenośnika taśmowego

### Gearless electric drive of mining conveyor belt

Mgr inż. Tomasz Wolnik\*)

**Treść:** W artykule przedstawiono charakterystykę innowacyjnego rozwiązania układu napędowego górniczego przenośnika taśmowego, bazującego na konstrukcji wolnoobrotowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi z możliwością regulacji prędkości obrotowej. Nowo proponowane rozwiązanie cechuje integracja układu wewnątrz bębna napędowego oraz brak przekładni mechanicznej stosowanej w konwencjonalnych układach napędowych górnich przenośników taśmowych. Dzięki temu, znaczącej poprawie ulega współczynnik sprawności napędu, ograniczone zostają koszty jego eksploatacji oraz zmniejszone zostaje ryzyko awaryjności. W artykule przedstawiono analizę warunków pracy stosowanych obecnie jednostek napędowych przenośników taśmowych, bazując na zarejestrowanych, rzeczywistych przebiegach obciążenia silników.

**Abstract:** This paper presents the characteristics of a novel solution of mining conveyor belt drive system. The solution is based on the construction of a low-speed permanent magnet synchronous motor with adjustable rotational speed. The newly proposed solution is characterized by the integration of drive system inside the drum and the lack of a mechanical gear. In this way the efficiency of the drive is increased significantly and the operating costs and the risk of failure are decreased. The paper presents also an analysis of operating conditions of currently used conveyor belt drives based on registered, real graphs of the loads of electric motors.

#### Słowa kluczowe:

górnice przenośniki taśmowe, silniki synchroniczne z magnesami trwałymi, napęd bezprzekładniowy, napęd przenośnika taśmowego

#### Key words:

mining conveyor belts, permanent magnet synchronous motors, gearless drive, conveyor belt drive

## 1. Wprowadzenie

Większość stosowanych obecnie układów napędowych górnich przenośników taśmowych składa się z silników napędowych, sprzęgieł, przekładni mechanicznej, hamulca, bębna oraz urządzenia rozruchowego [1, 5, 6]. Jako jednostki napędowe wykorzystuje się najczęściej trójfazowe silniki indukcyjne chłodzone powietrzem lub wodą, napędzające bęben przenośnika poprzez przekładnię mechaniczną. Dla układów napędowych bez regulacji prędkości obrotowej, w celu złagodzenia zjawisk towarzyszących w czasie rozruchu, stosowane są urządzenia wspomagające, takie jak rozruszniki tyrystorowe, natomiast układy napędowe o regulowanej prędkości obrotowej zasilane są z przemienników częstotliwości [1, 6]. Rozwiązania te są sprawdzone i powszechnie stosowane, co nie oznacza jednak, że są rozwiązaniami optymalnymi, biorąc pod uwagę obecny poziom zaawansowania technologicznego oraz wiedzę z zakresu napędu elektrycznego. Po wnikliwej analizie stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, jak również analizie warunków pracy układów napędowych górnich przenośników taśmowych wynika, że cechuje je jeszcze wiele niedoskonałości, które można jednak wyeliminować poprzez zastosowanie silnika z magnesami trwałymi [2, 3, 8].

W artykule przedstawiono alternatywne rozwiązanie układu napędowego górnich przenośników taśmowych.

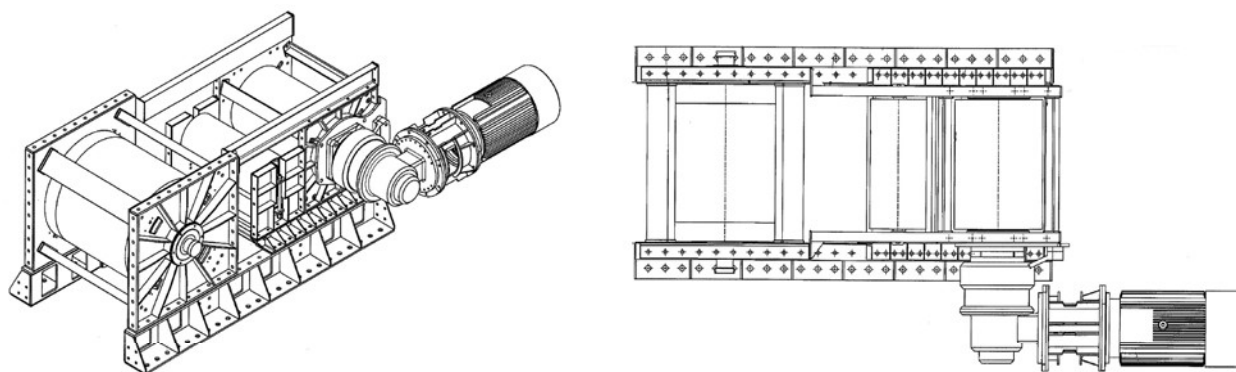
Rozwiązanie to oparte jest na wolnoobrotowym silniku synchronicznym z magnesami trwałymi o regulowanej prędkości obrotowej, umieszczonym wewnątrz bębna napędowego i stanowiącego jego bezpośredni napęd. W takim rozwiązaniu z układu napędowego wyeliminowana zostaje przekładnia mechaniczna oraz inne elementy pośredniczące w przekazywaniu momentu obrotowego. Pozwala to na poprawę współczynnika sprawności całego układu napędowego, ograniczenie ryzyka awaryjności oraz na ograniczenie zajmowanej przestrzeni, co w górnich warunkach pracy ma znaczenie szczególne.

Przedstawione rozwiązanie bezprzekładniowego napędu górniczego przenośnika taśmowego opracowywane zostało przez Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL oraz firmę NAFRA POLSKA w ramach projektu POIG.01.03.01-24-075/12.

## 2. Analiza konstrukcji i warunków pracy stosowanych układów napędowych górnich przenośników taśmowych

Tak jak wspomniano wcześniej, obecnie stosowane układy napędowe przenośników taśmowych składają się z silników, sprzęgieł, przekładni mechanicznej, hamulca oraz bębna. Wszystkie te elementy oprócz bębna napędowego instalowane są poza głównym obrysem konstrukcji przenośnika, najczęściej w przestrzeni bocznej (rys.1). Powoduje

\*) Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice



**Rys. 1. Najczęściej stosowany rodzaj zabudowy układu napędowego przenośnika taśmowego**  
**Fig. 1. The most widely used type of building of conveyor belt drive system**

to powiększenie przestrzeni instalacyjnej przenośnika, co w warunkach górniczych skutkuje dodatkowym zwiększeniem powierzchni przekroju wyrobiska, a tym samym zwiększeniem nakładów inwestycyjnych kopalni oraz wydłużeniem czasu ich wykonywania.

Alternatywnym rozwiązaniem byłaby zabudowa elementów układu napędowego wewnątrz płaszczki bębna, jednakże nie eliminuje to z układu napędowego urządzeń pośredniczących w przekazywaniu momentu obrotowego, powodujących straty mocy i zwiększających awaryjność napędu [4]. Urządzenia pośredniczące nie uczestniczą w wytwarzaniu momentu obrotowego, a jedynie służą dopasowaniu prędkości obrotowej bębna do prędkości obrotowej silnika. Z energetycznego i ekonomicznego punktu widzenia ich obecność w układzie napędowym nie jest pożądana.

W ramach rozeznania awaryjności układów napędowych górniczych przenośników taśmowych poproszono dwie wybrane kopalnie o udostępnienie statystyki awaryjności napędów przenośnikowych w przeciągu jednego roku, z wyszczególnieniem, których podzespołów awaria dotyczyła. Otrzymane dane przedstawiono w tabelicy 1.

**Tabelica 1. Zestawienie roczne awaryjności górniczych przenośników taśmowych na przykładzie dwóch wybranych kopalń**

**Table 1. Annual statement of mining conveyor belts failures on the example of two mines**

	Kopalnia nr 1	Kopalnia nr 2
Liczba zainstalowanych przenośników na kopalni	50	80
Awaria układu hamulcowego	4	brak danych
Awaria przekładni mechanicznej	17	24
Awaria bębna	61	26
Awaria silnika elektrycznego	22	brak danych
Awaria układu automatyki	12	brak danych

Z przedstawionych danych z tabelicy 1 wynika, że zarówno przekładnia mechaniczna, jak również bęben przenośnika ulegają dość częstym awariom. W przypadku kopalni 1 na 50 zainstalowanych przenośników odnotowano 17 awarii przekładni mechanicznych (34%) w ciągu roku, natomiast w kopalni 2 na 80 zainstalowanych przenośników 24 awarie (30%).

Poza przedstawionymi wadami dotyczącymi zabudowy układu napędowego poza głównym obrysem przenośnika oraz obecności urządzeń pośredniczących, problemem są również własności i charakterystyki głównego elementu układu napędowego, czyli silnika. Stosowane obecnie układy napędowe górniczych przenośników taśmowych wykorzystują silniki

indukcyjne, które cechują się dużymi wartościami prądu rozruchowego [1, 6]. Wiele z nich nie ma układów regulacji prędkości obrotowej, a tym samym możliwości dostosowania prędkości taśmy przenośnika do wielkości aktualnie transportowanego urobku. Ze względu na różnorodność warunków pracy, jednostki napędowe taśmowych przenośników górniczych dobierane są z dużym zapasem mocy (są przewymiarowane). Powodów jest kilka, między innymi wymagana wartość momentu rozruchowego w awaryjnych stanach pracy. Silnik z mniejszą mocą znamionową nie rozwijałby dostatecznej wartości momentu rozruchowego, np. przy całkowitym zasypaniu taśmy przenośnika. W związku z tym, większość zainstalowanych w kopalniach układów napędowych przenośników taśmowych w praktyce nigdy nie pracuje w warunkach obciążenia znamionowego. Powyższe tezy potwierdzone są danymi z kilku wybranych kopalń węgla kamiennego.

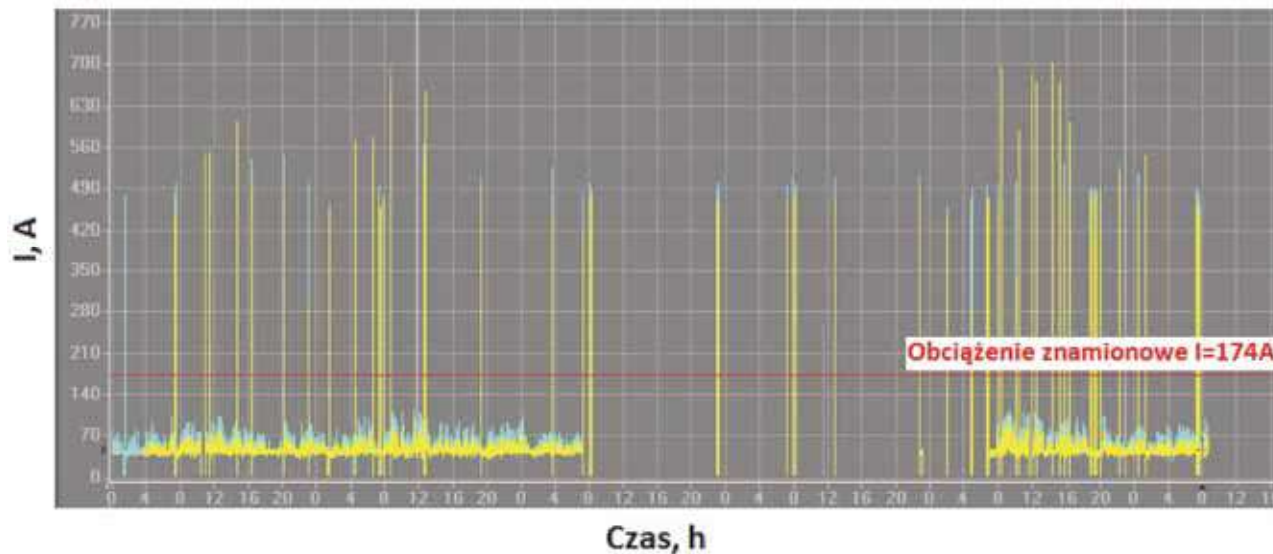
Na rysunkach 2-4 przedstawione zostały przebiegi czasowe wartości skutecznych prądów fazowych silników napędowych losowo wybranych przenośników taśmowych pracujących w odstawach głównych wybranych kopalń. Silniki pracują ze stałą prędkością obrotową wirnika bez możliwości jej regulacji. Chwilowe przeciążenia zarejestrowane podczas pomiarów świadczą o dokonywanym rozruchu napędu.

Rysunek 2 przedstawia rejestrację prądów obciążenia dwóch silników (kolor niebieski i żółty) o mocy znamionowej  $P=250$  kW i prądzie znamionowym  $I=174$  A, pracujących w okresie kilku dni pracy przenośnika odstawy głównej kopalni nr 1. Z rysunku tego widać, że silniki napędowe wybranego przenośnika pracują z obciążeniem 0,25 - 0,5 obciążenia znamionowego.

Na rysunku 3 przedstawiono zarejestrowane przebiegi prądów obciążenia silników napędowych przenośnika taśmowego odstawy głównej kopalni nr 2 w okresie wybranej doby. Podobnie jak w poprzednim przypadku, jednostki napędowe (silniki o mocach  $P=250$  kW) tego przenośnika również pracują w zakresie obciążeń 0,25 - 0,5 obciążenia znamionowego.

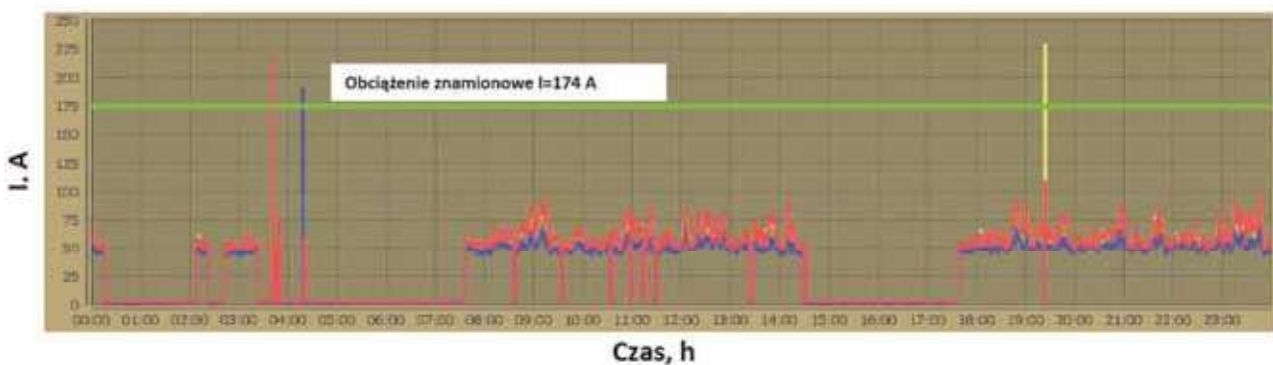
Rysunek 4 przedstawia prąd obciążenia silnika o mocy  $P=160$  kW, pracującego w układzie napędowym przenośnika taśmowego odstawy głównej w kopalni nr 3. Podobnie jak w dwóch poprzednich przypadkach silnik ten pracuje niedociążony, nie przekraczając 30% swojego momentu znamionowego.

Przedstawione na rysunkach 2-4 przebiegi prądów obciążenia jednostek napędowych przenośników taśmowych świadczą o znacznym niedociążeniu tego rodzaju napędów. Przyczyną tego jest między innymi stosowanie napędów o nieregulowanej prędkości obrotowej [7, 9]. Można wnioskować, że brak możliwości regulacji prędkości obrotowej silnika napędowego skutkuje brakiem możliwości dostosowania jego pracy do nadawy urobku, w konsekwencji czego napędy



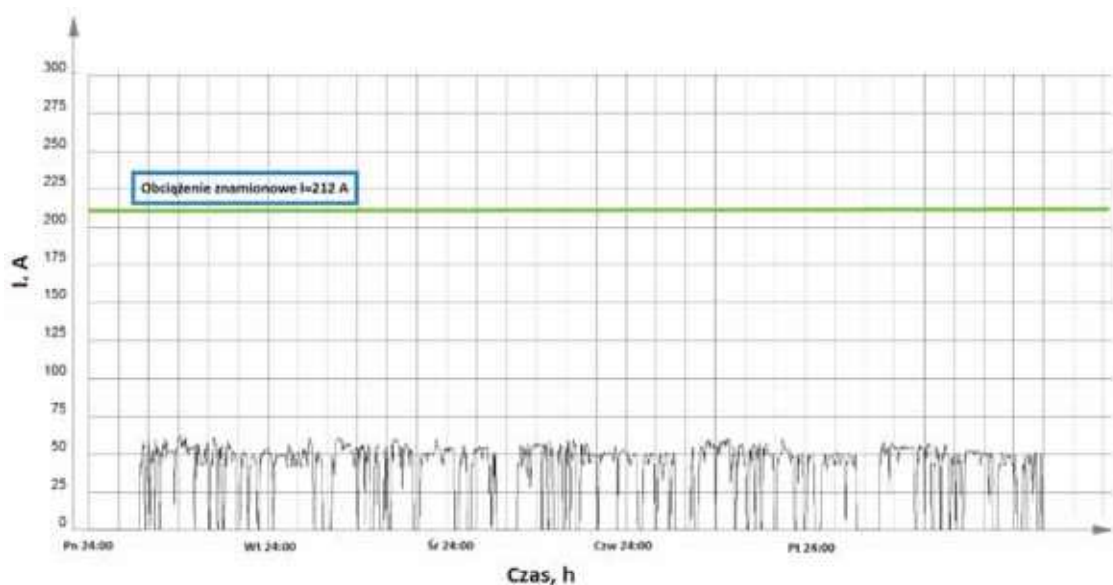
Rys. 2. Prądy obciążenia dwóch silników napędowych o mocach  $P=250$  kW wybranego losowo przenośnika taśmowego pracującego w odstawie głównej kopalni nr 1

Fig. 2. Load currents of two drive motors with power  $P=250$  kW on the example of random chosen conveyor belt operating in the main haulage in mine no. 1



Rys. 3. Prądy obciążenia dwóch silników napędowych o mocach  $P=250$  kW wybranego losowo przenośnika taśmowego pracującego w odstawie głównej kopalni nr 2

Fig. 3. Load currents of two drive motors with power  $P=250$  kW on the example of random chosen conveyor belt operating in the main haulage in mine no. 2



Rys. 4. Prąd obciążenia silnika o mocy  $P=160$  kW stosowanego w napędzie wybranego przenośnika taśmowego pracującego w odstawie głównej w kopalni nr 3

Fig. 4. Load current of motor with power  $P=160$  kW used in a drive of chosen conveyor belt operating in the main haulage in mine no. 3



pracują w nieoptymalnym, pod względem efektywności energetycznej, punkcie pracy [7, 9]. Praca silnika indukcyjnego z obciążeniem rzędu 25-50% obciążenia znamionowego jest nieefektywna głównie ze względu na niski współczynnik mocy  $\cos\varphi$ , jak również niższy od znamionowego współczynnik sprawności. Ponadto, brak możliwości regulacji prędkości obrotowej silnika zwiększa niepotrzebnie ilość obiegów taśmy, całkowite opory ruchu przenośnika oraz powoduje szybsze zużycie części mechanicznych: bębnow, krążników, przekładni, sprzęgieł i taśmy.

Z doświadczeń przeprowadzonych w jednej z kopalń wynika, że zastosowanie regulacji prędkości obrotowej napędów przenośnika odstawy głównej pozwoliło na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej podczas jednej zmiany aż o 30% [7, 9]. Szacowane w ciągu roku oszczędności z tego tytułu dla jednego przenośnika taśmowego wynoszą, w zależności od ilości wydobywanego utoroku, od 120 000 zł (5000t/dobę) do 500 000 zł (20000 t/dobę).

Biorąc pod uwagę powyższe, rozważono możliwość opracowania alternatywnego rozwiązania układu napędowego o wysokim współczynniku sprawności, wysokim współczynniku mocy oraz pozwalającego na eliminację wad i niedoskonałości obecnie stosowanych rozwiązań.

### 3. Charakterystyka bezprzekładniowego napędu elektrycznego górnego przenośnika taśmowego

Analiza pracy stosowanych układów napędowych górnych przenośników taśmowych daje podstawy do opracowania nowoczesnego, innowacyjnego rozwiązania układu napędowego górnych przenośników taśmowych. Proponowane rozwiązanie polega na zastosowaniu bezprzekładniowego napędu z magnesami trwałymi z wirnikiem zewnętrznym o regulowanej prędkości obrotowej. Pozwala to ograniczyć lub wyeliminować większość niedoskonałości i wad obecnie pracujących napędów oraz ograniczyć ich koszty eksploatacji.

Institut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL wraz z firmą NAFRA POLSKA opracował rozwiązanie układu napędowego górnego przenośnika taśmowego, bazującego na konstrukcji wolnoobrotowego silnika z magnesami trwałymi z wirnikiem zewnętrznym o regulowanej prędkości obrotowej, który stanowi jednocześnie bezpośredni napęd bębna. Wszystkie podzespoły układu napędowego (poza falownikiem) umieszczone są wewnątrz bębna napędowego, ograniczając w ten sposób ilość zajmowanej przestrzeni. Z układu napędowego wyeliminowane zostały elementy takie jak sprzęgła oraz przekładnia, komplikujące cały układ napędowy, zwiększające awaryjność oraz obniżające współczynnik sprawności. Zaprojektowany układ napędowy zasilany jest poprzez przemiennik częstotliwości zasilany z sieci o napięciu 1000V. Opracowany układ napędowy posiada moc znamionową 250 kW i znamionową prędkość obrotową 45obr/min. Dla takiej prędkości silnika prędkość taśmy wynosi ok. 3,2 m/s. Przeciężalność napędu jest równa 2,4 Mn przy krotności prądu 2,7 In. Rozruch napędu odbywa się poprzez łagodne narastanie prędkości obrotowej bez udarów prądowych, będących często przyczyną poślizgu bębna napędowego. Na rysunku 5 przedstawiono widok opracowanego układu napędowego zabudowanego w korpusie przenośnika.

Na rysunku 6 przedstawiono porównanie rodziny charakterystyk sprawności nowo proponowanego rozwiązania bezprzekładniowego napędu z silnikiem z magnesami trwałymi o regulowanej prędkości obrotowej, z charakterystyką sprawności klasycznego układu napędowego z wysokosprawnym napędem asynchronicznym bez regulacji prędkości obrotowej i przekładnią mechaniczną o



Rys. 5. Bezprzekładniowy układ napędowy górnego przenośnika taśmowego zabudowany w korpusie

Fig. 5. Gearless drive of mining conveyor belt build in a housing

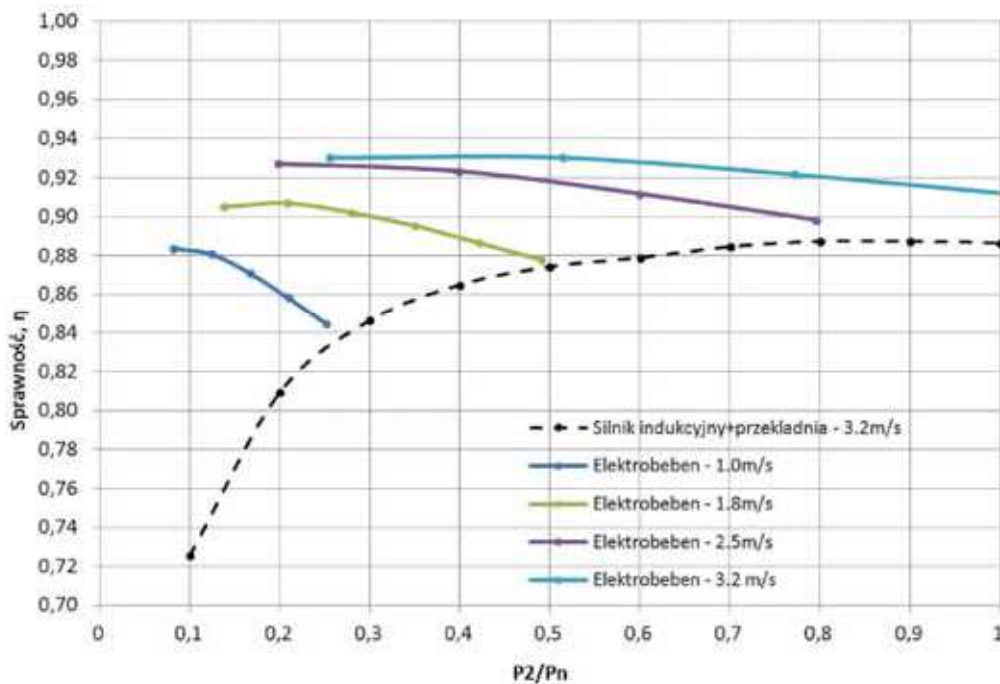
mocy  $P_N = 250$  kW [10]. Współczynnik sprawności nowo proponowanego rozwiązania układu napędowego obliczono, uwzględniając sprawność silnika z magnesami trwałymi oraz sprawność przemiennika częstotliwości, natomiast w drugim rozwiązaniu uwzględniono sprawność silnika indukcyjnego oraz sprawność przekładni mechanicznej [10].

Z uwagi na fakt, że w obecnych rozwiązaniach układów napędowych przenośników taśmowych coraz częściej wykorzystywane są napędy asynchroniczne o regulowanej prędkości obrotowej zasilane z przekształtników częstotliwości, na rysunku 7 przedstawiono porównanie sprawności tego rodzaju napędu z napędem bezprzekładniowego elektrobębna dla nominalnej prędkości taśmy równej 3,2 m/s. W tym przypadku, w obliczeniach współczynnika sprawności układu napędowego uwzględniono oprócz sprawności silnika i przekładni mechanicznej również sprawność przemiennika częstotliwości.

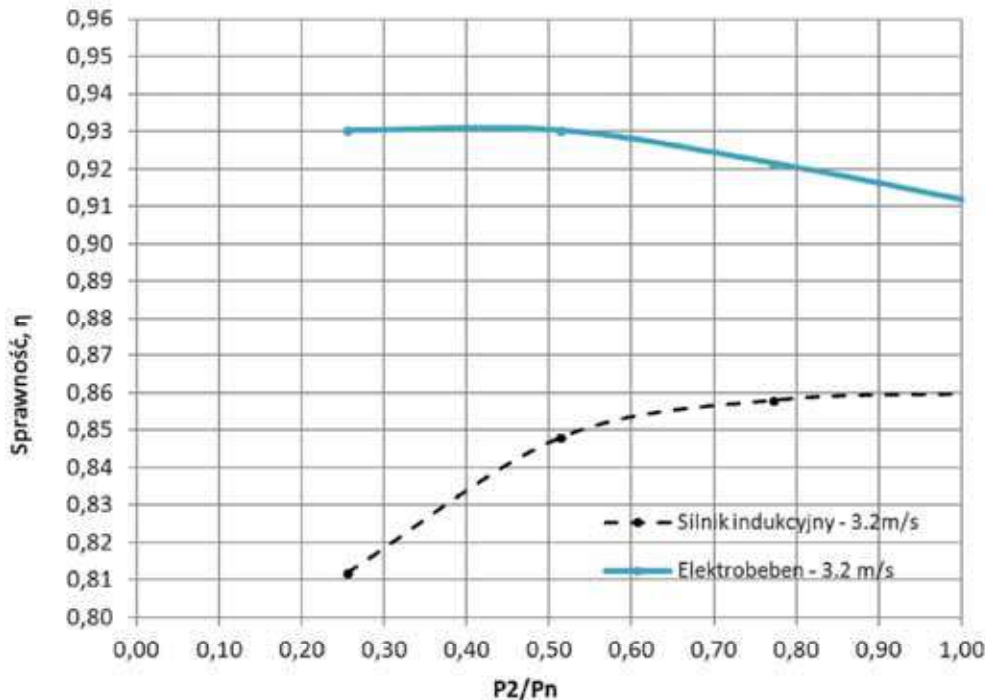
Jeżeli przyjąć, że pomimo znacznego niedociążenia jednostek napędowych w normalnym trybie pracy przenośnika, ich moc znamionowa dobrana jest prawidłowo, wówczas należy zwrócić szczególną uwagę na parametry silnika w zakresie obciążen 0,1 do 0,5 obciążenia znamionowego.

### 4. Analiza korzyści z zastosowania bezprzekładniowego napędu elektrycznego

Przedstawione na rysunku 6 oraz rysunku 7 porównanie sprawności układów napędowych pokazuje jakie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacyjnych daje zastosowanie bezprzekładniowego układu napędowego o regulowanej prędkości obrotowej z silnikiem z magnesami trwałymi. Aby porównanie to było bardziej miarodajne przeanalizowano kilka wariantów pracy napędów o mocy znamionowej  $P_N=250$  kW, zakładając 5200 godzin pracy przenośnika w ciągu roku, koszt 1MWh na poziomie 300 zł, prędkość taśmy 3,2 m/s oraz zwracając szczególną uwagę na fakt, że znaczącą większość czasu przenośniki pracują w zakresie 25%-50% obciążenia znamionowego. Przedstawiona analiza dotyczy jedynie oszczędności z tytułu podwyższenia współczynnika sprawności układu napędowego. Nie uwzględnia się ponadto dodatkowych czynników, takich jak możliwość



Rys. 6. Porównanie współczynników sprawności bezprzekładniowego układu napędowego z wolnoobrotowym silnikiem z magnesami trwałymi o regulowanej prędkości obrotowej oraz klasycznego układu napędowego z silnikiem indukcyjnym i przekładnią mechaniczną bez regulacji prędkości obrotowej w funkcji stopnia obciążenia mocą, gdzie P2 - moc obciążenia, Pn - moc znamionowa  
 Fig. 6. Comparison of efficiency coefficients of the gearless variable speed drive system with low-speed permanent magnet motor and classical non-variable speed system with induction motor and mechanical gear in relation to load power, where P2 - load power, Pn - rated power



Rys. 7. Porównanie współczynników sprawności bezprzekładniowego układu napędowego z wolnoobrotowym silnikiem z magnesami trwałymi o regulowanej prędkości obrotowej oraz klasycznego układu napędowego z silnikiem indukcyjnym i przekładnią mechaniczną o regulowanej prędkości obrotowej w funkcji stopnia obciążenia mocą, dla prędkości taśmy 3,2 m/s, gdzie P2 - moc obciążenia, Pn - moc znamionowa  
 Fig. 7. Comparison of efficiency coefficients of the gearless variable speed drive system with low-speed permanent magnet motor and classical variable speed system with induction motor and mechanical gear in relation to load power for speed of tape 3,2 m/s, where P2 - load power, Pn - rated power

dostosowania prędkości taśmy do nadawy urobku i tym samym zmniejszenie zużycia energii poprzez zmniejszenie oporów ruchów. Jak wspomniano wcześniej, z doświadczeń przeprowadzonych w jednej z kopalń, podczas dwóch zmian pracy przenośnika wynika, że regulacja prędkości taśmy przenośnika pozwala na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej dodatkowo o ok. 30%.

Wariant 1 - Praca z obciążeniem 30% obciążenia znamionowego. 30% Pn = 75 kW

- sprawność elektrobębna - 0,93,
- sprawność klasycznego napędu bez regulacji prędkości obrotowej - 0,845,
- sprawność klasycznego napędu z regulacją prędkości obrotowej - 0,819.

Ilość energii zużytej w ciągu roku przez:

- elektrobęben - 419,3 MWh,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 461,5 MWh,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 476,2 MWh.
- Roczne koszty eksploatacji 1 napędu:
- elektrobęben - 125 790 zł,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 138 450 zł,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 142 860 zł.

Wariant 2 - Praca z obciążeniem 40% obciążenia znamionowego. 40% Pn = 100 kW

- sprawność elektrobębna - 0,93,
- sprawność klasycznego napędu bez regulacji prędkości obrotowej - 0,865,
- sprawność klasycznego napędu z regulacją prędkości obrotowej - 0,835.

Ilość energii zużytej w ciągu roku przez:

- elektrobęben - 559,1 MWh,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 601,1 MWh,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 622,7 MWh.
- Roczne koszty eksploatacji 1 napędu:
- elektrobęben - 167 730 zł,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 180 330 zł,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 186 810 zł.

Wariant 3 - Praca z obciążeniem 50% obciążenia znamionowego. 50% Pn = 125 kW

- sprawność elektrobębna - 0,93,
- sprawność klasycznego napędu bez regulacji prędkości obrotowej - 0,87,
- sprawność klasycznego napędu z regulacją prędkości obrotowej - 0,845.

Ilość energii zużytej w ciągu roku przez:

- elektrobęben - 698,9 MWh,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 747,1 MWh,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 769,2 MWh.
- Roczne koszty eksploatacji 1 napędu:
- elektrobęben - 209 670 zł,
  - klasyczny napęd bez regulacji prędkości - 224 130 zł,
  - klasyczny napęd z regulacją prędkości - 230 760 zł.

Podsumowując przedstawione powyżej dane można stwierdzić, że:

1. Zastąpienie w górnictwie przenośnika taśmowego klasycznego napędu o mocy znamionowej Pn=250 kW bez możliwości regulacji prędkości obrotowej, bezprzekładniowym napędem z magnesami trwałymi tej samej mocy pozwoli na ograniczenie rocznych kosztów eksploatacji jedynie z tytułu poprawy współczynnika sprawności w granicach 12 000 zł - 15 000 zł (7%-10%).
2. Zastąpienie w górnictwie przenośnika taśmowego klasycznego napędu o mocy znamionowej Pn=250 kW z możli-

wością regulacji prędkości obrotowej, bezprzekładniowym napędem z magnesami trwałymi tej samej mocy pozwoli na ograniczenie rocznych kosztów eksploatacji jedynie z tytułu poprawy współczynnika sprawności w granicach 17 000 zł - 21 000 zł (10%-14%).

Poza wymienionymi korzyściami finansowymi, z racji wyższej sprawności bezprzekładniowego układu napędowego, dodatkową korzyścią finansową dla kopalni jest zmniejszenie ilości zużywanej energii biernej poprzez znaczną poprawę współczynnika mocy cosφ. W zależności od punktu pracy napędu, współczynnik mocy bezprzekładniowego układu napędowego wynosi od 0,9 do 0,99, podczas gdy dla napędu z silnikiem asynchronicznym wynosi on od 0,60 do 0,85. W związku z tym, w znaczący sposób ograniczona zostaje potrzeba kompensacji mocy biernej.

Ponadto, dodatkowymi zaletami proponowanego rozwiązania są:

1. Znaczne ograniczenie przestrzeni zajmowanej przez układ napędowy. Dotychczas stosowane typowe rozwiązania wymagają odpowiednio dużej powierzchni przekroju wyrobiska do zainstalowania zarówno silnika, jak i przekładni, które znajdują się poza głównym obrysem przenośnika taśmowego. Nowo proponowane rozwiązanie cechuje się tym, że cały układ napędowy umieszczony jest w bębnie przenośnika.
2. Zwiększenie niezawodności pracy poprzez ograniczenie ilości elementów układu napędowego - brak przekładni mechanicznej, sprzęgieł.
3. Bezobsługowa eksploatacja bez konieczności wymiany i uzupełniania oleju przekładniowego, jak również uszczelnień ze względu na brak przekładni.
4. Brak wycieków oleju.
5. Łagodny rozruch i możliwość łagodnego zatrzymania przenośnika.
6. Brak udarów prądowych podczas rozruchu układu napędowego. Krotność prądu rozruchowego silnika z magnesami trwałymi jest względnie proporcjonalna do krotności momentu rozruchowego.
7. Brak obawy zerwania taśmy lub uszkodzenia stacji napięcia podczas rozruchu.
8. Brak poślizgów bębna oraz dłuższa żywotność okładzin bębnowych.

## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono rozwiązanie bezprzekładniowego napędu elektrycznego górnictwa przenośnika taśmowego opracowywanego przez Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL oraz firmę NAFRA POLSKA w ramach projektu POIG.01.03.01-24-075/12. Przedstawiona charakterystyka nowego układu napędowego górnictwa przenośnika taśmowego opartego na wolnoobrotowym silniku synchronicznym z magnesami trwałymi z możliwością regulacji prędkości obrotowej pokazuje szereg korzyści tego typu rozwiązania. Podstawową zaletą w stosunku do stosowanych obecnie układów napędowych jest ograniczenie kosztów eksploatacyjnych, poprawa współczynnika mocy oraz ograniczenie zajmowanej przestrzeni.

*Artykuł opublikowany w ramach projektu badawczo-rozwojowego nr POIG.01.03.01-24-075/12 „Bezprzekładniowy i wysokosprawny napęd elektryczny górnictwa przenośnika taśmowego”.*

**Literatura**

1. *Antoniak J.*: Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym energooszczędne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2010.
2. *Dukalski P., Brymora L.*: Nowa koncepcja silnika trakcyjnego wzbudzanego magnesami trwałymi przeznaczonego do zastosowania w napędach kopalń. Zeszyty Problemowe - „Maszyny Elektryczne” 2013, nr 2.
3. *Dzikowski A., Hefczyk M., Kozłowski A.*: „Energooszczędne napędy maszyn górniczych z silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi zasilanymi z przemienników częstotliwości. Zeszyty Problemowe - „Maszyny Elektryczne” 2013, nr 1.
4. *Gładysiewicz L.*: Niekonwencjonalne napędy przenośników taśmowych, Transport Przemysłowy 2000, nr 1.
5. *Gwoździecki M., Świątkiewicz H.*: Przenośniki. WNT. Warszawa 1979.
6. *Karolewski B., Pieńkowski K.*: Elektryczne układy napędowe przenośników taśmowych w górnictwie odkrywkowym. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej 2005, nr 58.
7. *Kasztelnicz Z., Reizer R., Szymański J., Świdorski J.*: Przemienniki częstotliwości w napędach jazdy gąsienicowych maszyn górniczych i węglowych przenośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2007, nr 31.
8. *Mróz J., Skupień K., Drwiega A., Budzyński Z., Polnik B., Czerniak D., Dukalski P., Brymora L.*: Akumulatorowy ciągnik podwieszany GAD-1 z innowacyjnym napędem jako alternatywa rozwiązań z napędem spalinowym. Zeszyty Problemowe - „Maszyny Elektryczne” 2012, nr 3.
9. *Trajdos M., Leśniewski K.*: Zastosowanie napędów regulowanej prędkości w odkrywkowych zakładach górniczych - zagadnienia wybrane. „Górnictwo Odkrywkowe” 2012, nr 3-4, s. 9-13.
10. [www.cantonigroup.com](http://www.cantonigroup.com)

---

---

**NACZELNY REDAKTOR**

w zeszycie 1-2/2010 Przeglądu Górniczego, zwrócił się do kadr górniczych z zachętą do publikowania artykułów ukierunkowanych na wywołanie

**POLEMIKI – DYSKUSJI.**

Trudnych problemów, które czekają na rzetelną, merytoryczną wymianę poglądów – jest wiele! Od niej – w znaczącej mierze – zależy skuteczność praktyki i nauki górniczej w działaniach na rzecz bezpieczeństwa górniczego oraz postępu technicznego i ekonomicznej efektywności eksploatacji złóż.

**Od naszego wysiłku w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań – zależy przyszłość polskiego górnictwa!!!**