

---

# WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH  
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

---

Aleksander GWIAZDA\*, Tomasz MATUSIK

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów  
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

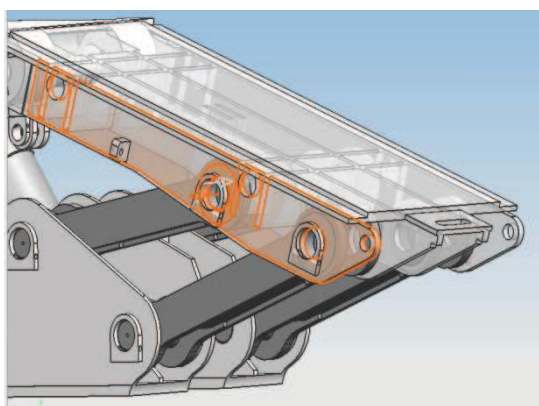
\* aleksander.gwiazda@polsl.pl

## MODELOWANIE I WIRTUALNA ANALIZA PROSTOWODOWEJ OBUDOWY GÓRNICZEJ

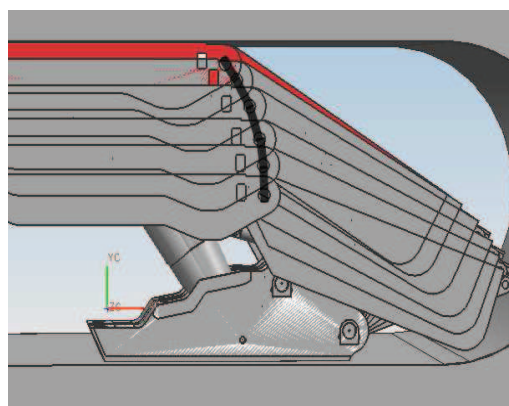
**Streszczenie:** Jednym z istotnych elementów funkcjonowania obudowy górniczej jest trajektoria ruchu stropnicy w trakcie procesu jej rozpierania bądź rabowania. Jej przebieg wymuszony jest przez stosowany w klasycznych obudowach mechanizm lemniskatowy. W niniejszym opracowaniu przedstawiono obudowę, w której prostoliniowy ruch stropnicy wymuszany jest przez mechanizm prostowodowy. Przedstawiono także badania wirtualnego modelu wspomnianej obudowy górniczej.

### 1. Wstęp

Jednym z podstawowych mechanizmów prowadzących, który wykorzystuje się w obudowach górniczych, jest mechanizm lemniskatowy (rys. 1). Składa się on z czterech części: dwóch łączników oraz elementów osłony odzawałowej i spągnicy [1]. Mechanizm ten wymusza lemniskatową trajektorię ruchu spągnicy (rys. 2). Wymusza on nie tylko ruch pionowy stropnicy, który jest celem w procesie jej rabowania i rozpierania, ale też ruch poziomy, który powinien zostać maksymalnie zminimalizowany.



Rys.1. Mechanizm lemniskatowy  
Fig.1. Lemniscate mechanism



Rys.2. Trajektoria lemniskatowa stropnicy  
Fig.2. Roof-bar lemniscate trajectory

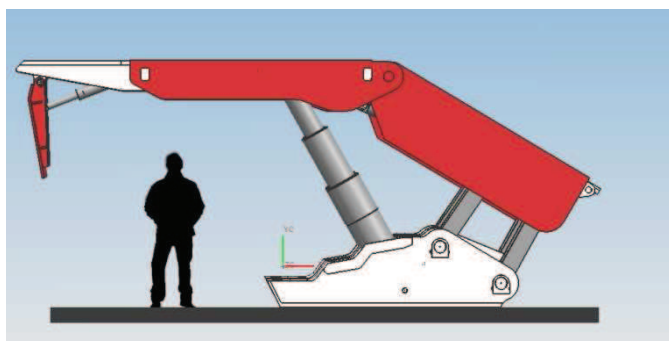
Rozpatrując przedstawione wymagania, odnośnie do mechanizmu funkcjonowania klasycznej obudowy górniczej, należy wskazać, iż celem projektu nowej obudowy powinno być takie jej działanie, w którym ruch stropnicy będzie pionowy. Rozwiązanie tego typu przedstawione zostanie poniżej. Jednakże wcześniej należy zwrócić uwagę także na inne negatywne aspekty związane z funkcjonowaniem klasycznej obudowy górniczej.

## 2. Klasyczna obudowa górnicza

W kopalniach głębinowych węgla kamiennego stosuje się najczęściej obudowy górnicze dwustojakowe [1]. Na rys. 3 przedstawiono przykładową obudowę górniczą Glinik 21/45-poz. Obudowa dwustojakowa jako elementy podporowe wykorzystuje tylko dwa, ustawione skośnie, stojaki hydrauliczne. To rozwiązanie powoduje generowanie spiętrzenia naprężeń w okolicach punktów mocowania stojaków. Ponadto siły generowane w stojakach nie są w całości skierowane do podpierania stropu. Jedynie składowa pionowa siła podpory skierowana jest w kierunku stropu. Natomiast składowa pozioma generuje dodatkowe obciążenie w węzłach mocowania stojaków [6]. Po drugie, wykorzystanie jedynie dwóch stojaków hydraulicznych ustawionych w rzędzie powoduje, iż od strony ociosu pracownik nie jest niczym chroniony (rys. 4). Te wady klasycznej obudowy górniczej spowodowały podjęcie prac badawczych nad opracowaniem nowego rozwiązania, które będzie ich pozbawione.



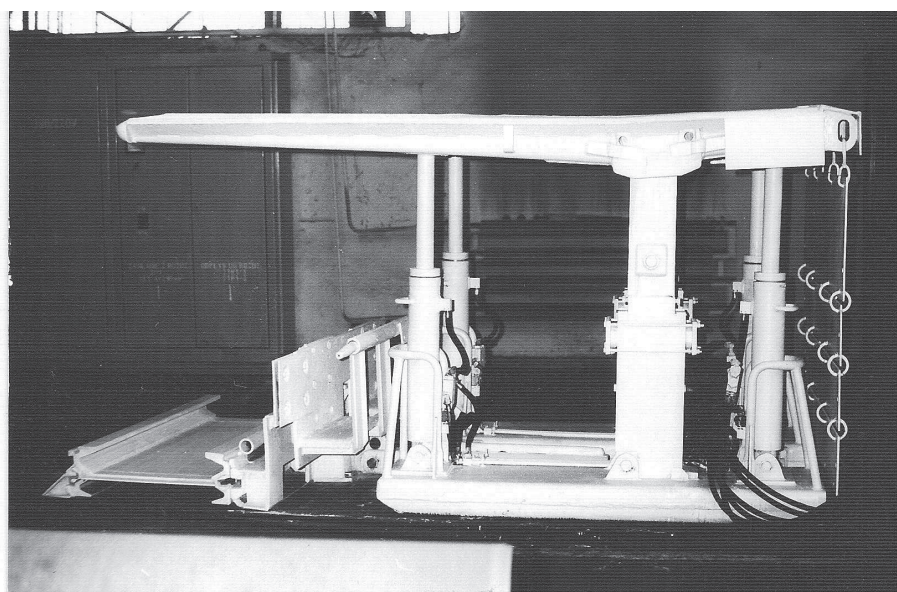
Rys.3. Obudowa Glinik 21/45-poz [7]  
Fig.3. Support Glinik 21/45-poz [7]



Rys.4. Przestrzeń komunikacyjna pod obudową  
Fig.4. Communication space under a support

### 3. Obudowa prostowodowa

Bazując na wskazanych wadach, zaproponowano konstrukcję obudowy wykorzystującą mechanizm prostowodowy [5]. Mechanizm ten bazuje na dwóch prowadnicach teleskopowych o przekroju prostokątnym (rys. 5). Prowadnica zewnętrzna zamocowana jest sztywno do spągnicy, natomiast prowadnica wewnętrzna połączona jest sztywno ze stropnicą. W czasie rozpierania i rabowania obudowy wzajemne powiązanie prowadnic wymusza pionowy ruch stropnicy. Należy zaznaczyć, iż w celu wyeliminowania przenoszenia przez mechanizm prostowodowy sił poziomych (wynikających na przykład z poziomego przesunięcia się stropnicy pod wpływem górotworu) wyposażano go w specjalnie zaprojektowany układ amortyzatora pneumatycznego. Należało między innymi rozwiązać problem uszczelnienia zbiornika azotu [4].

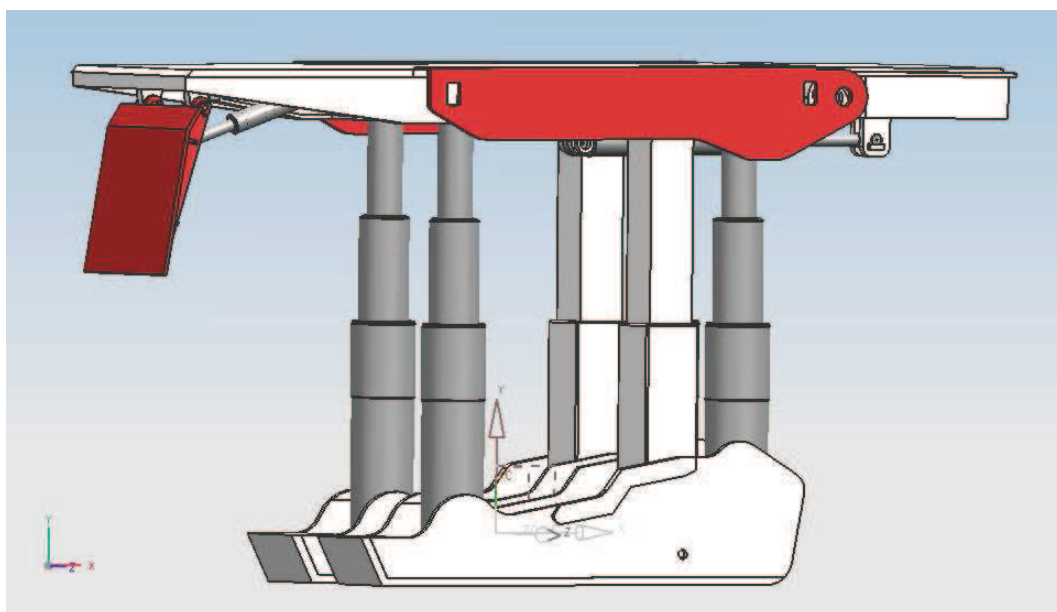


*Rys.5. Prototyp obudowy prostowodowej*  
*Fig.5. Prototype of a support with the strait-line mechanism*

Drugim elementem jaki zmieniono w konstrukcji obudowy jest zastosowanie czterech stojaków, które zawsze ustawione są pionowo. Powoduje to, iż cała generowana w nich siła wykorzystywana jest do podpierania stropu. Ponadto większa liczba stojaków powoduje, że rozkład naprężeń w stropnicy jest bardziej równomierny.

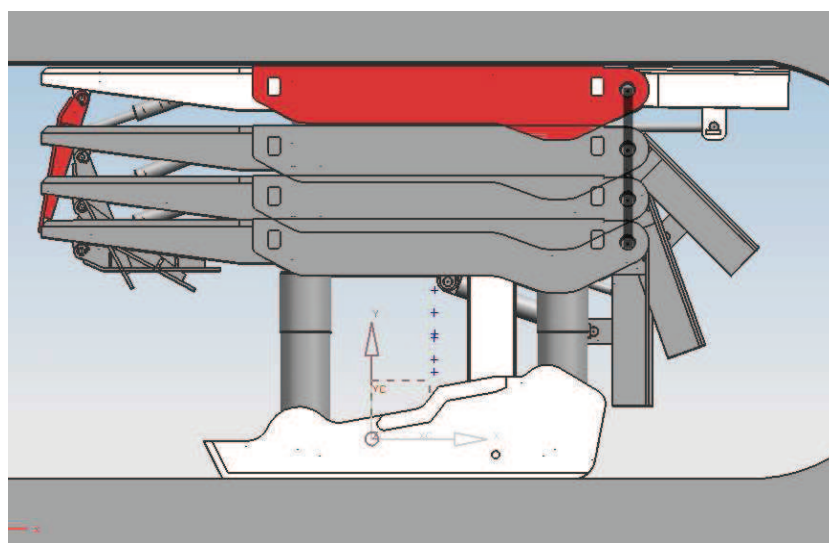
### 4. Badania wirtualnego modelu obudowy prostowodowej

W celu sprawdzenia funkcjonowania opracowanej koncepcji przeprowadzono badania wirtualnego modelu obudowy prostowodowej (rys. 6). W stosunku do wcześniej opracowanego prototypu w modelu wirtualnym dokonano kilku uproszczeń, które jednak nie wpłynęły na funkcjonalność samego modelu. Badania wirtualne prowadzono między innymi ze względu na koszty i konieczne procedury związane z badaniami *in situ*. Model obudowy opracowano w zaawansowanym środowisku graficznym NX Unigraphics.



*Rys.6. Wirtualny model obudowy prostowodowej*  
*Fig.6. Virtual model of a support with the strait-line mechanism*

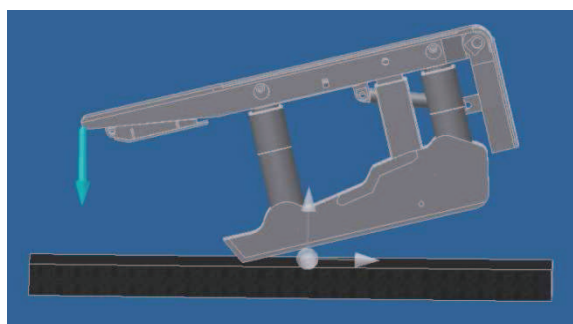
Poniżej przedstawiono wyznaczoną w trakcie badań trajektorię ruchu stropnicy wymuszoną przez mechanizm prostowodowy (rys. 7).



*Rys.7. Prototyp obudowy prostowodowej*  
*Fig.7. Prototype of a support with the strait-line mechanism*

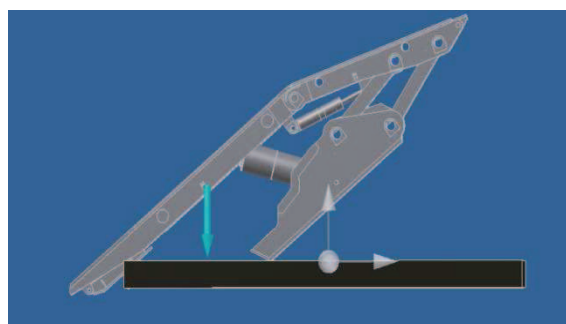
Dalsze badania odnosiły się do analizy stabilności obudowy prostowodowej (rys. 8) w stosunku do stabilności klasycznej obudowy dwustojakowej (rys. 9). Na rysunkach tych uwidoczniło różnice w położeniu tej samej siły, która powodowała wywrócenie się obudowy. Po drugie, przeanalizowano rozkład naprężeń pod wpływem obciążenia stropnicy (rys. 10). Badania pokazały, iż uzyskano w miarę równomierny rozkład naprężeń w obszarze stropnicy. Także przebadano przestrzeń komunikacyjną pod obudową (rys. 11).





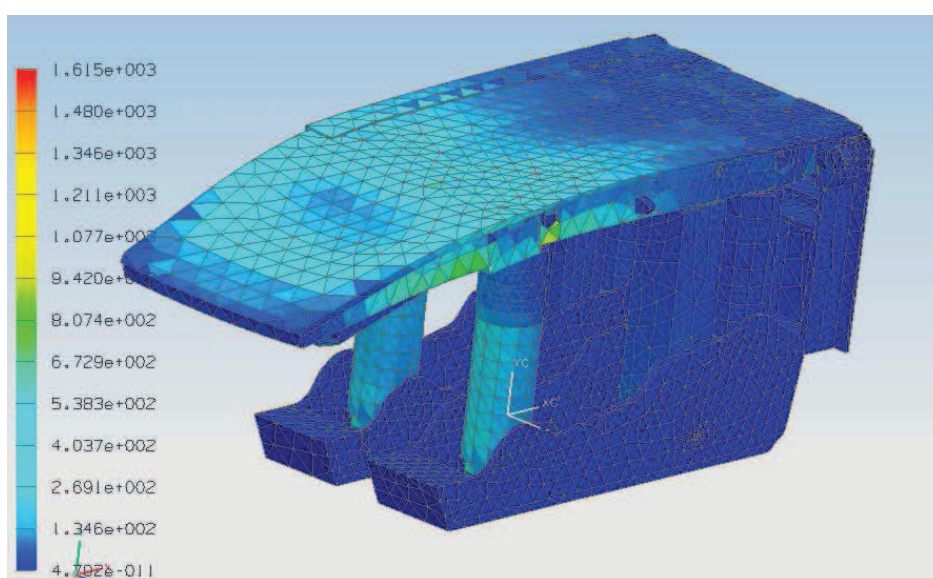
Rys.8. Analiza stabilności obudowy prostowodowej

Fig.8. Stability analysis of a support with the strait-line mechanism



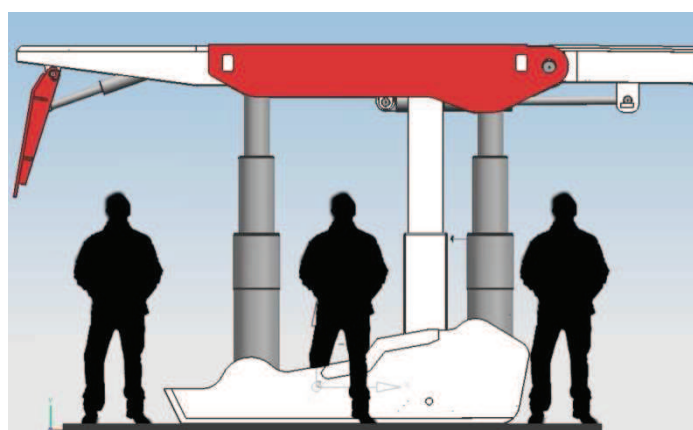
Rys.9. Analiza stabilności obudowy dwu-stojakowej

Fig.9. Stability analysis of a two-cylinder support



Rys.10. Prototyp obudowy prostowodowej

Fig.10. Prototype of a support with the strait-line mechanism



Rys.11. Przestrzeń komunikacyjna pod obudową

Fig.11. Communication space under a support

## 5. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań pokazały, że w zakresie konstrukcji obudów górniczych istnieje ciągle możliwość wprowadzenia znaczących usprawnień. Jednym z ważniejszych jest zastąpienie mechanizmu lemniskatowego przez inny, który prowadziłby stropnicę jedynie w kierunku pionowym, tym samym nie wymuszałyby przemieszczeń poziomych, które generują dodatkowe naprężenia w układzie ruchu obudowy. Prowadzi to między innymi do pęknięcia łączników lemniskatowych [6]. Drugim ze sprawdzonych rozwiązań jest zastosowanie czterech stojaków hydraulicznych zamiast dwóch. Pomimo większej złożoności takiej konstrukcji jej zalety są bezsporne. Po pierwsze uzyskuje się bardziej równomierny rozkład naprężeń w obszarze stropnicy. Po drugie, dodatkowo przednia para stojaków pełni rolę bariery chroniącej od strony ociosu osprzęt obudowy oraz ewentualnie załogę. Przy czym należy dążyć do tego, by ustawienie stojaków było jak najbardziej zbliżone do pionowego.

Wreszcie należy wspomnieć, iż można chronić elementy obudowy górniczej, stosując odpowiedni układ regulacji ciśnienia [2] lub też stosować, w przypadku obciążeń dynamicznych, hydrauliczne zawory bezpieczeństwa [3]. Wszystkie te działania prowadzą do lepszego wykorzystania tego środka technicznego i zwiększenia jego rezerwy.

## Literatura

1. Antoniuk J., Opolski T.: Maszyny do eksploatacji podziemnej, Seria: Maszyny górnicze cz. 2, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1979.
2. Gwiazda J., Gwiazda A.: Układ podpórnościowy górniczej obudowy zmechanizowanej z zastosowaniem regulacji podpórności wstępnej, patent polski nr 163498 z dnia 29.04.1994.
3. Gwiazda J., Gwiazda A.: Wysokociśnieniowy zawór bezpieczeństwa dla urządzeń hydraulicznych narażonych na udary, patent polski nr 164823 z dnia 31.10.1994.
4. Gwiazda J., Gwiazda A.: Układ do uszczelniania elementu zamykającego pojemnik ze sprężonym gazem, patent polski nr 166031 z dnia 31.03.1995.
5. Gwiazda J., Gwiazda A.: Zmechanizowana obudowa prostowodowa, patent polski nr 166872 z dnia 30.06.1995.
6. Gwiazda J.: Górnicza obudowa hydrauliczna odporna na tąpnięcia, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1997.
7. [www.teberia.pl/galeria/displayimage.php?album=197&pos=64](http://www.teberia.pl/galeria/displayimage.php?album=197&pos=64) (stan na 24.05.2011).

## MODELING AND ANALYSIS OF A VIRTUAL MODEL OF THE MINING SUPPORT WITH A STRAIT-LINE MECHANISM

**Summary:** One of important elements of the functioning of a mining support is the trajectory of a roof-bar in the process of spragging or withdrawing it. Its course is forced by the use, in conventional supports, the lemniscate mechanism. This paper describes the support in which the straight movement of a roof-bar is forced through the strait-line mechanism. Moreover, the study presents the investigations of the virtual model of that support.