

## IDENTYFIKACJA OBCIĄŻEŃ DZIAŁAJĄCYCH NA MOSTY WOZU ODSTAWCZEGO

### IDENTIFICATION OF LOAD ACTING ON DRIVING AXLE OF TRANSPORT VEHICLE

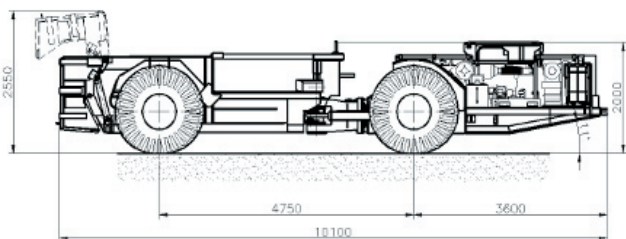
Mariusz Stańco, Tadeusz Lewandowski – Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn, Politechnika Wroclawska

*W artykule przedstawiono identyfikację obciążeń działających na mosty wozu odstawczego, przeprowadzono pomiary eksperymentalne podczas eksploatacji pojazdu. Pomiary wykonano podczas jazd testowych w różnych warunkach obciążenia.*

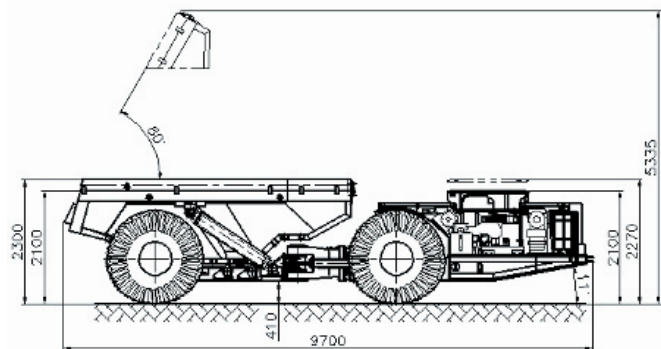
*The study was carried out to identify loads on the driving axle of the transport vehicle. The measurements of the accelerations were performed during operation of the vehicle. Measurements were carried out during test drives in a different load conditions.*

Wozy odstawcze eksploatowane w kopalniach miedzi służą do transportu urobku z miejsca jego wydobycia do wyrobisk. Ich cechą charakterystyczną jest to, że są w stanie przewieźć bardzo duży ładunek przy stosunkowo niewielkich gabarytach pojazdu. Ze względu na strefę, w której poruszają się pojazdy, muszą posiadać zdolność transportu w niskich korytarzach, dlatego też niektóre pojazdy mają wysokość max ok. 2,0 m. Pojazdy tego typu mają ładowność w granicach 20 Mg. Widok pojazdu z naniesionymi podstawowymi wymiarami gabarytowymi pokazano na rysunku 1.

W kopalni rudy miedzi stosowane są dwa typy wozów odstawczych: tzw. szufladkowe i wywrotki. Pojazd, na którym wykonywane były pomiary, to pojazd ze skrzynią szufladkową. Skrzynia ładunkowa typu szufladkowego składa się ze skrzyni stałej, skrzyni ruchomej oraz klapy zamykającej. Takie rozwiązanie nie wymaga dużej wysokości wyrobiska w miejscu rozładunku, gdyż urobek po otwarciu klapy jest ściągany w poziomie poprzez skrzynię ruchomą. Natomiast w przypadku wywrotek



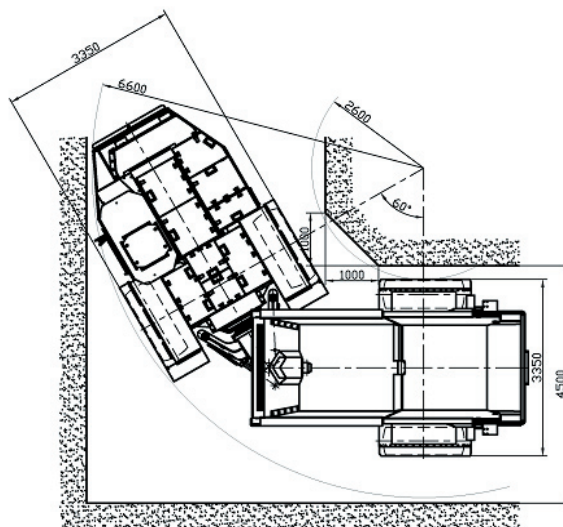
Rys. 1. Podstawowe wymiary gabarytowe wozu odstawczego [2]



Rys. 2. Wymiary gabarytowe pojazdu, w którym skrzynia ładunkowa jest podnoszona [2]

skrzynia ładunkowa za pomocą siłowników hydraulicznych unoszona jest do góry (rys. 2), co wymaga stosowania dużej wysokości wyrobisk. W pojazdach, które eksploatowane są przy wydobyciu rud miedzi stosuje się zawieszenie bez elementów sprężystych ze względu na obniżenie wysokości pojazdu oraz wyeliminowanie elementów, które mogłyby zwiększyć awaryjność pojazdów.

Ze względu na duży rozstaw między osiami i wymagane właściwości manewrowe pojazdu szczególnie przy pokonywaniu ostrych zakrętów, stosuje się w wozach odstawczych przeguby skrętne.



Rys. 3. Promień skrętu

Masa przewożonego ładunku wynosi 24 Mg. Całkowita masa obciążonego pojazdu to 49,72 Mg. Rozkład mas na poszczególne osie i koła podano w tabeli 1.

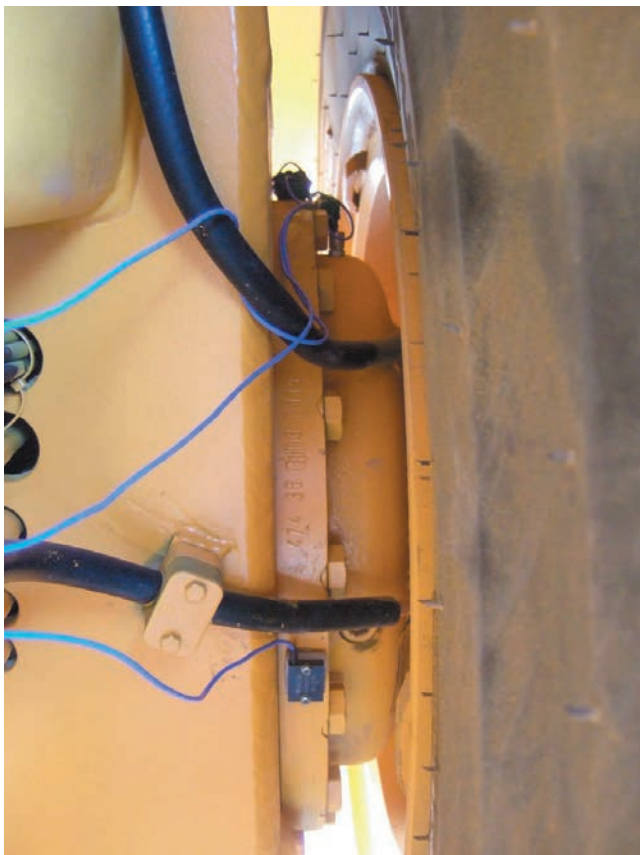
Do pomiaru obciążeń dynamicznych działających na mosty wozu odstawczego zastosowano piezorezystancyjne czujniki przyspieszeń. Czujniki zainstalowane były tak, by mogły mierzyć przyspieszenia działające na pojazd w każdym z trzech kierunków. Ze względu na to, że celem pomiarów było otrzymanie wartości obciążeń pochodzących od jazdy i od reakcji kół o podłożu czujniki przyspieszeń umieszczono jak najbliżej kół. Przykładowe położenie czujników pomiarowych pokazano na rysunkach 4 i 5.

Tab. 1. Obciążenia osi wozu odstawczego

Obciążenie osi				
	Masa całkowita	Oś przednia	Oś tylna	Jednostka
Pojazd pusty	25,8	5,44	20,36	[Mg]
Pojazd załadowany	49,72	22,89	26,83	[Mg]
Obciążenie koła				
	Masa całkowita	Przód	Tył	Jednostka
Pojazd pusty	25,8	2,72	10,18	[Mg]
Pojazd załadowany	49,72	11,445	13,415	[Mg]



Rys. 4. Czujnik przyspieszeń a1 umieszczony na osi przedniej



Rys. 5. Czujniki przyspieszeń a7, a8, a9 umieszczony na osi tylnej

W sumie na całym pojeździe umieszczono 11 punktów pomiarowych. W tabeli 2 podano ich oznaczenia oraz opisano miejsca położenia.

Pomiary eksperymentalne przeprowadzone zostały na powierzchni na specjalnie do tego przygotowanym torze pomiarowym. Prowadzono przy wymuszeniach symulujących

Tab. 2. Opis położenia poszczególnych czujników pomiarowych

Opis	Nr czujnika	Położenie czujnika	Kierunek pomiaru
LPZ	a1	Lewy przód	Pionowy – Z
LPY	a2	Lewy przód	W poprzek pojazdu – Y
LPX	a3	Lewy przód	Wzdłuż pojazdu – X
PPZ	a4	Prawy przód	Pionowy – Z
PPY	a5	Prawy przód	W poprzek pojazdu – Y
PPX	a6	Prawy przód	Wzdłuż pojazdu – X
LTZ	a7	Lewy tył	Pionowy – Z
LTY	a8	Lewy tył	W poprzek pojazdu – Y
LTX	a9	Lewy tył	Wzdłuż pojazdu – X
PTZ	a10	Prawy tył	Pionowy – Z
PTX	a11	Prawy tył	Wzdłuż pojazdu – X

maksymalne obciążenia działające na mosty podczas jazdy po nierównościach, podczas jazdy po łuku z maksymalną prędkością oraz podczas hamowania przy jeździe do przodu i tyłu z maksymalną prędkością. Na rysunku 6 przedstawiono widok pojazdu podczas jazdy po łuku przy maksymalnym skręcie.



Rys. 6. Jazda po łuku, pojazd obciążony tuczniem

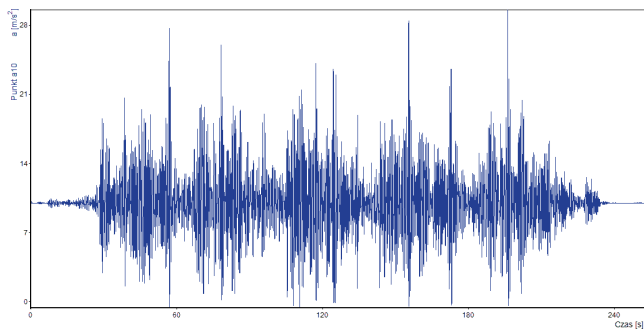


Rys. 7. Jazda po nierównościach, pojazd obciążony blokami stalowymi

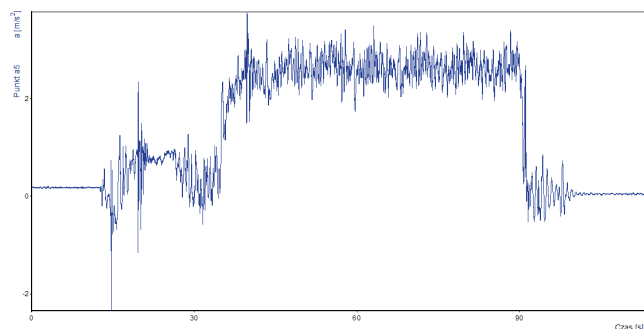
Pomiary przeprowadzono przy bezwietrznej pogodzie i temperaturze powietrza ok. 15°C. Pomiary wykonano przy trzech sposobach obciążenia pojazdu:

- jazda bez obciążenia skrzyni ładunkowej,
- jazda pod obciążeniem (pojazd obciążony blokami stalowymi o masie 24 Mg),
- jazda pod obciążeniem materiałem sypkim (pojazd obciążony urobkiem w postaci drobnego tłucznia).

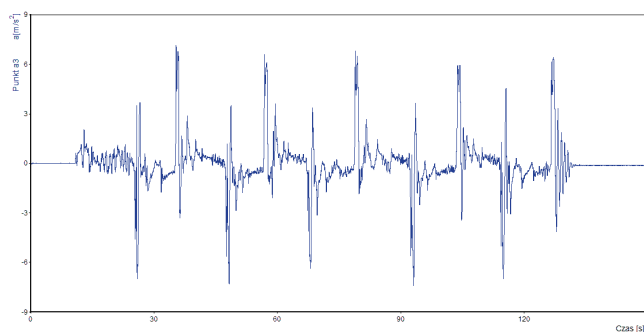
Przykładowe przebiegi zarejestrowanych obciążeń dla pojazdu w pełni obciążonego pokazano na rysunkach 8-10.



Rys. 8. Przebieg przyspieszeń pionowych działających na most tylny podczas jazdy na placu manewrowym – punkt a10



Rys. 9. Przebieg przyspieszeń bocznych działających na most przedni podczas jazdy po łuku punkt a5



Rys. 10. Przebieg przyspieszeń wzdłużnych działających na most przedni podczas hamowania i przyspieszania pojazdu – punkt a3

Tab. 3. Maksymalne i minimalne wartości przyspieszeń w zmierzonych punktach pomiarowych

	$a_x$ [m/s <sup>2</sup> ]		$a_y$ [m/s <sup>2</sup> ]		$a_z$ [m/s <sup>2</sup> ]	
	min	max	min	max	min	max
Pusty pojazd		9,99	-6,25	10,55	-3,3	43,65
Pojazd z blokami stalowymi o masie 24 ton	-7,81	9,74	-6,5	9,26	-5,59	39,3
Pojazd z napełnioną tłuczniem skrzynią	-7,4	8,4	-5,14	6,5	-4,45	35,4

Maksymalne obciążenia wzdłużne dla pojazdu z obciążoną skrzynią ładunkową wynikają głównie z obciążeń powstałych w wyniku nagłego hamowania pojazdu. Natomiast w przypadku pojazdu pustego wartości te są znacznie większe. Powstały one również podczas nagłego hamowania, jednak są one wynikiem utraty przyczepności tylnej osi z ziemią, a następnie jej gwałtownym uderzeniem o podłoże. Zestawienie wyników podano w tabeli 3.

Największą wartość obciążeń bocznych zarejestrowano podczas jazdy pojazdu pustego na placu manewrowym. Wartość ta jest wyższa od wartości rejestrowanych przy przejeździe pełnego pojazdu o ok. 38%. Wynika ona zapewne z mniejszej masy pojazdu, a przez to mniejszej jego bezwładności. Przy jeździe pojazdu pełnego przy maksymalnym skręceniu na mosty działały przeciążenia rzędu 0,7g.

Ekstremalne wartości przeciążeń pionowych zarejestrowano podczas jazdy pojazdu pustego na placu manewrowym. Podobnie jak przy obciążeniach bocznych obciążenia te wynikają z niewielkiej masy pojazdu, a przez co małej bezwładności, ale także od prędkości jazdy wozu odstawczego. W momencie, gdy pojazd był obciążony tłuczniem maksymalne przeciążenia pionowe zmniejszyły się o blisko 28%.

Podsumowując uzyskane wyniki badań należy podkreślić, że uzyskane wartości przeciążeń działających na końcówki mostów mogą posłużyć jako dane do projektowania zarówno mostów jak i pozostałych elementów napędowych w wozach odstawczych. Podobne pomiary należałoby przeprowadzić w warunkach normalnej eksploatacji wozu, pod ziemią i porównać je z uzyskanymi wynikami wówczas możliwe będzie stwierdzenie, czy wyniki przeprowadzonych pomiarów na specjalnie do tego przygotowanym placu manewrowym są adekwatne z wynikami uzyskanymi w warunkach normalnej eksploatacji pojazdu.

## Literatura

- [1] Kosobudzki M., Stańco M., Kowalczyk M., *Akwizycja wymuszeń działających na ustrój nośny pojazdu od układu jezdnego*. Transp. Przem. Masz. Rob., 2009 nr 3, s. 114-118
- [2] Kosobudzki M., Stańco M., Kowalczyk M., *Rozkład przyspieszeń w charakterystycznych punktach pojazdu dla wybranych warunków ruchu samochodów terenowych*. Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 253-256
- [3] Kosobudzki M., Stańco M., Kowalczyk M., *Akwizycja obciążeń dynamicznych działających na pojazd generowanych przez układ jezdny*. Transport Przemysłowy. 2007, nr 4, s. 82-85
- [4] Stańco M., Kosobudzki M., Derlukiewicz D., *The experimental identification of effort state of truck load carrying frame*. Croatian Society of Mechanics, 2013. s. 254-255
- [5] Katalog produktów firmy KGHM ZANAM