

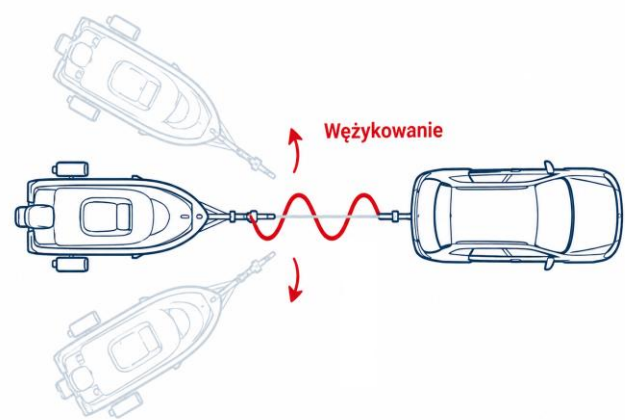


IV SYMPOZJUM TECHNIKI MOTOROWODNEJ

Wyzwania lądowego transportu łodzi: przygotowanie przyczepy do bezpiecznej podróży

WPROWADZENIE

Transport łodzi na przyczepie podłodziowej jest przypadkiem ruchu zespołu pojazdów, którego stateczność zależy od masy zestawu, położenia środka ciężkości, nacisku na hak, prędkości jazdy oraz stanu ogumienia i układu hamulcowego. W ujęciu dynamiki pojazdów kluczowe znaczenie mają: rozkład obciążeń osi, siły boczne od wiatru, siły hamowania oraz podatność zestawu na wężykowanie. Literatura wskazuje, że wraz ze wzrostem prędkości rosną zarówno droga hamowania, jak i wrażliwość na zakłócenia boczne, ponieważ istotne oddziaływania aerodynamiczne zależą od kwadratu prędkości.



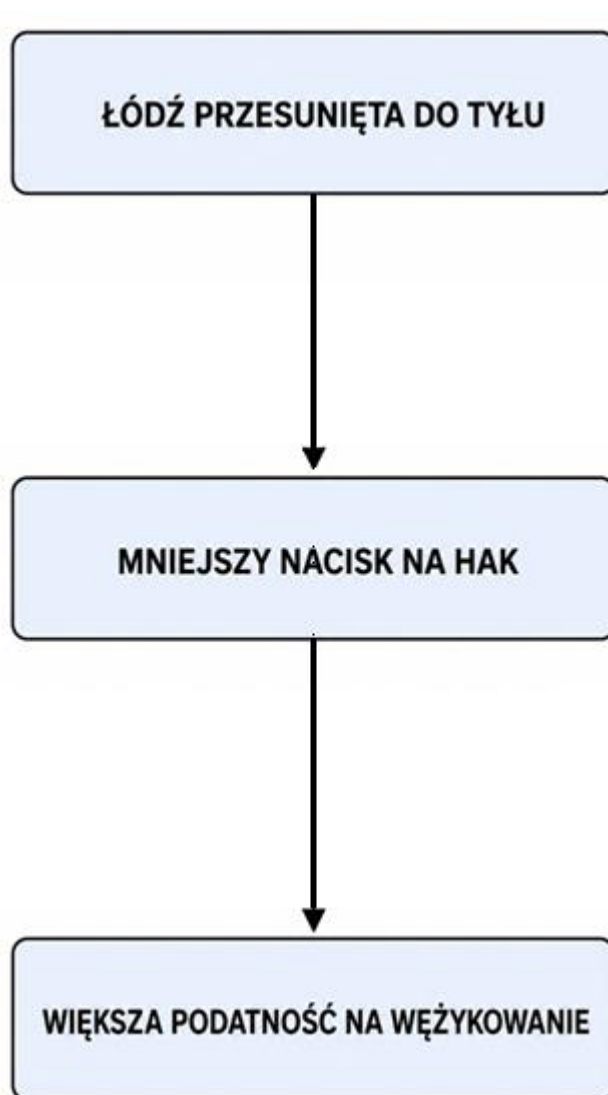
	50 km/h
	70 km/h
	80 km/h

CEL ANALIZY

Celem pracy było określenie, które będą przygotowania przyczepy podłodziowej mają największy wpływ na bezpieczeństwo transportu oraz ryzyko uszkodzenia łodzi. Szczególną uwagę poświęcono położeniu łodzi względem osi przyczepy, ponieważ wpływa ono na nacisk pionowy na hak, a tym samym na podatność zestawu na wężykowanie. Dodatkowo przeanalizowano wpływ prędkości na siły boczne działające na kadłub oraz wymagania prawne dotyczące jazdy z przyczepą w Polsce.



fol. lorries.pl



METODOLOGIA

Praca ma charakter przeglądowo-analityczny i opiera się na literaturze z zakresu dynamiki pojazdów, transportu drogowego oraz zasad mocowania ładunków. Podstawę teoretyczną stanowi literatura specjalistyczna, w szczególności Gillespie T.D., *Fundamentals of Vehicle Dynamics, Revised Edition*.

Przeanalizowano czynniki wpływające na stateczność zestawu pojazd - przyczepa, w tym rozkład masy oraz obciążenia działające na hak, oraz siły boczne generowane przez wiatr, działające na przyczepę.

Stateczność oceniono wskaźnikiem R_s , który porównuje moment od siły bocznej z momentem stabilizującym od nacisku na hak. Większe R_s oznacza większą skłonność przyczepy do wężykowania.

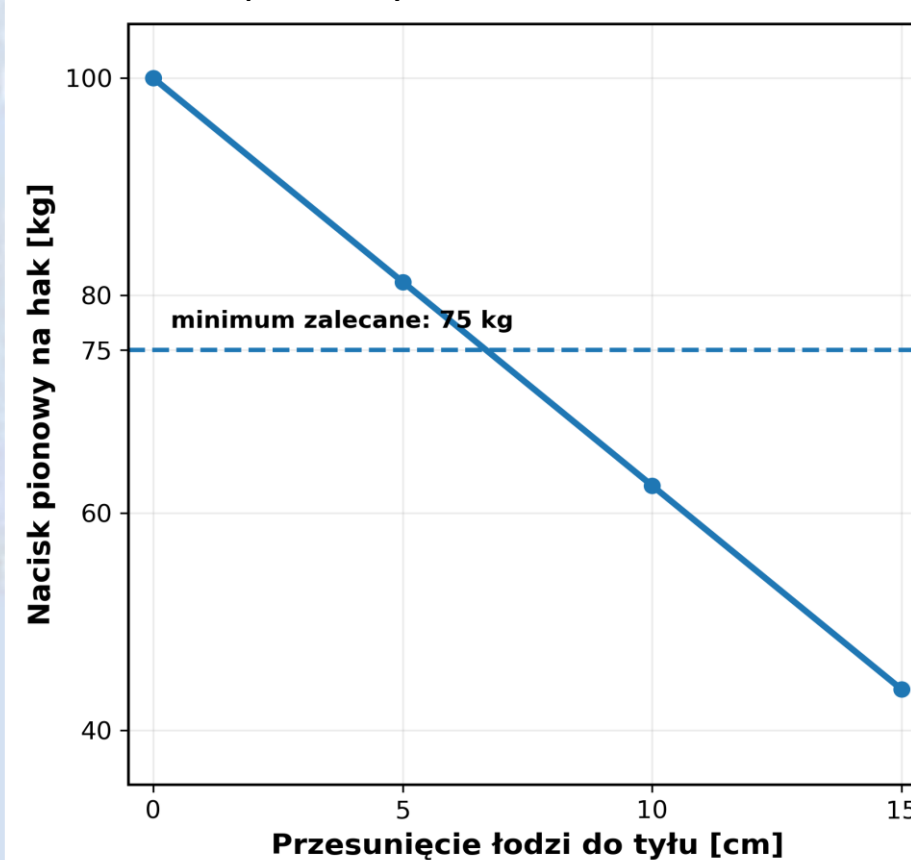
$$q = \frac{\rho V^2}{2} \quad N_h = N_0 - \frac{m \cdot \Delta x}{L} \quad R_s = \frac{F_y \cdot e}{N_h \cdot L}$$

WYNIKI ANALIZY

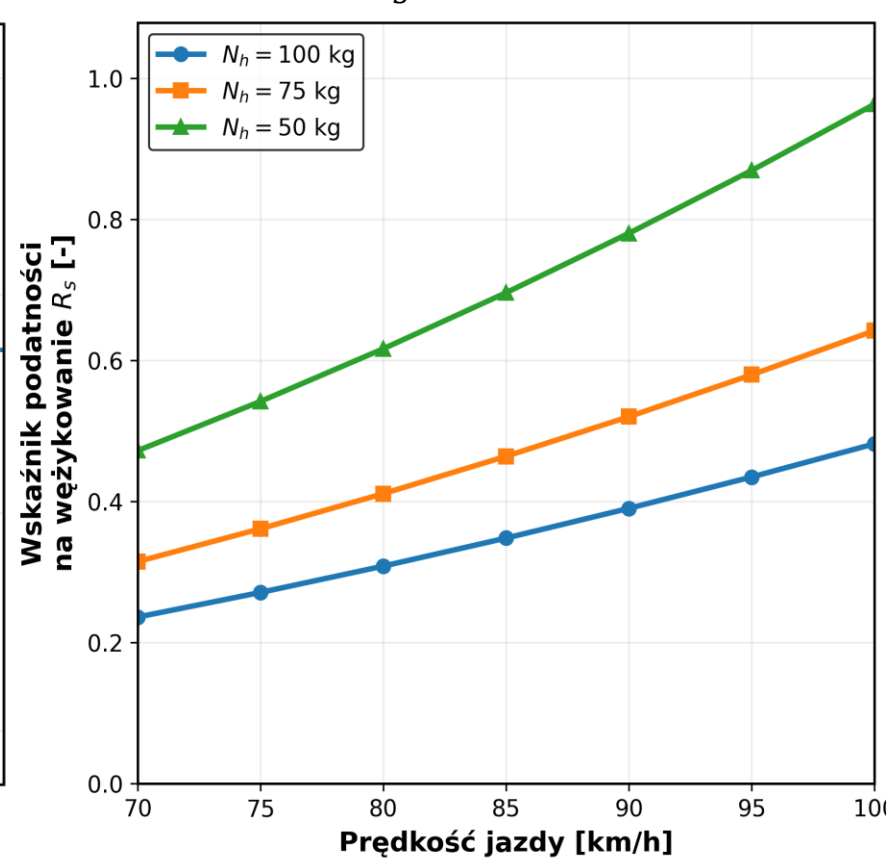
Do obliczeń przyjęto przykładowy zestaw: masa łodzi z przyczepą i wyposażeniem 1500 kg, odległość haka od osi przyczepy 4,0 m oraz początkowy nacisk na hak 100 kg. Za dolną granicę poprawnego ustawienia przyjęto 5% masy zestawu, czyli 75 kg. Wykres pokazuje spadek nacisku na hak przy przesuwaniu łodzi do tyłu względem osi przyczepy.

Wyniki analizy pokazują, że przesunięcie łodzi o 10 cm do tyłu obniża nacisk na hak poniżej przyjętego minimum 75 kg. Jednocześnie wzrost prędkości zwiększa siłę boczną i wartość wskaźnika R_s . Najbardziej niekorzystny przypadek występuje przy małym nacisku na hak i dużej prędkości, ponieważ maleje moment stabilizujący, a rośnie moment skręcający przyczepę.

Rys. 1. Wpływ przesunięcia łodzi na nacisk pionowy na hak.



Rys. 2. Wpływ prędkości i nacisku na hak na wskaźnik R_s .



Szacowane siły boczne w funkcji prędkości

Prędkość	Szac. siła boczna	Względem 80 km/h
70 km/h	~ 0,9 kN	0,77
80 km/h	~ 1,2 kN	1,00
90 km/h	~ 1,5 kN	1,27
100 km/h	~ 1,9 kN	1,56

WNIOSKI

Przeprowadzona analiza pokazuje, że kluczowym parametrem bezpieczeństwa transportu łodzi jest nacisk pionowy na hak. Przesunięcie łodzi do tyłu obniża ten nacisk, przez co maleje moment stabilizujący zestaw i rośnie podatność przyczepy na wężykowanie.

Wpływ błędnego ustawienia łodzi nasila się wraz ze wzrostem prędkości. Większa prędkość powoduje wzrost siły bocznej działającej na kadłub, a tym samym zwiększa moment skręcający przyczepę. Najbardziej niekorzystny przypadek występuje więc wtedy, gdy łódź jest ustawiona zbyt daleko do tyłu, a zestaw porusza się z dużą prędkością.

Z praktycznego punktu widzenia przed transportem należy skontrolować położenie łodzi na przyczepie, nacisk na hak, podparcie kadłuba oraz mocowanie dziobu i rufy. Ograniczenia prędkości dla pojazdów z przyczepą są uzasadnione technicznie, ponieważ zmniejszają oddziaływania boczne i ryzyko utraty stateczności zestawu.



fol. Newspress

Aleksander Machowiak, Kamil Małajowicz, Norbert Mielcarek
Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki, Politechnika Poznańska