

Stanisław TOMASZEWSKI

ANALIZA RUCHU POJAZDU GAŚNICOWEGO

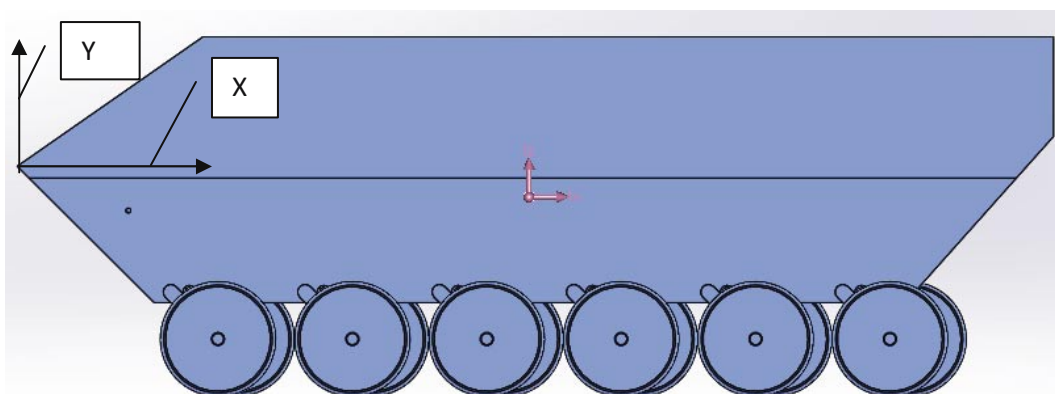
Streszczenie. W artykule opisano sposób modelowania ruchu pojazdu w środowisku SolidWorks. Przedstawiono przejazd pojazdu po torze prób z zamodelowanymi garbami z różnymi prędkościami i opisano możliwości określania nacisków na koła jezdne, wyznaczenia częstotliwości drgań pionowych i kątowych pojazdu, jak i przemieszczeń i sił działających na poszczególne elementy kadłuba powstające w czasie ruchu.

Słowa kluczowe: zawieszenie, kadłub, gaśnice, koła nośne, układ jezdny.

1. WSTĘP

Do analizy ruchu wykorzystano kadłub zawieszony na 12 kołach (6 kół na jedną stronę). Każde koło poprzez wahacz i element sprężysty i tłumiący przenosi siły na kadłub, utrzymując go na określonej wysokości od podłoża. Do elementów sprężystych dodane są elementy tłumiące, które umożliwiają płynny ruch pojazdu.

Na rys. 1 przedstawiono widok z boku analizowanego kadłuba.



Rys. 1. Model obliczeniowy kadłuba (oś z prostopadła do rysunku)

Kadłub określony jest przez następujące wielkości:

Masa = 36541.98 kg

Środek masy: (mm)

$X = 3066.80$

$Y = -184.32$

$Z = 0.01$

Osie główne bezwładności i momenty główne bezwładności: ($\text{kg}\cdot\text{mm}^2$).

Pobrane w środku ciężkości.

$$I_x = (1.00, 0.00, 0.00)$$

$$P_x = 46255484278.97$$

$$I_y = (0.00, 0.00, -1.00)$$

$$P_y = 131823858709.67$$

$$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$$

$$P_z = 160122052090.31$$

Ilość kół - 12

średnica koła - 690mm

promień wahacza - 400mm

sztywność zawieszenia koła -488000.00 $\text{N}\cdot\text{mm}/^\circ$

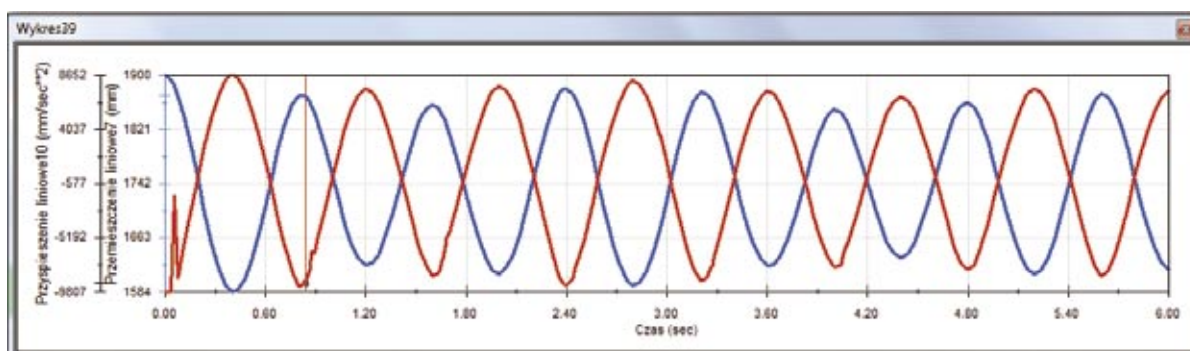
tłumienie - 30000.00 $\text{N}\cdot\text{mm}/(^\circ/\text{s})$

2. DRGANIA PIONOWE I KĄTOWE POJAZDU

W trakcie upuszczania pojazdu z pewnej wysokości na podłoże dochodzi do oddziaływania siły ciężkości pojazdu i sił sprężystości zawieszenia, co powoduje powstanie drgań pionowych kadłuba.

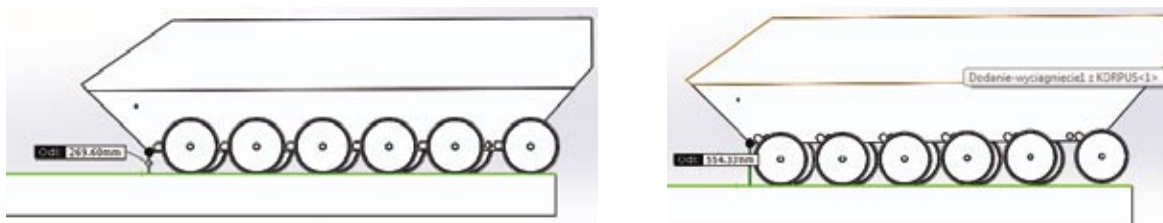
Na rysunku 2 przedstawiono wykres przemieszczeń i przyspieszeń powstałych w wyniku drgań. Kolorem niebieskim przedstawiono przemieszczenia, czerwonym przyspieszenia punktu na przedniej krawędzi kadłuba. Punkt przed upadnięciem na podłoże znajduje się na wysokości 1900mm od podłoża.

Okres drgań własnych odczytany z wykresu wynosi 0,9 sekundy. W tym wypadku w zawieszeniu nie założono tłumienia (drgania swobodne).



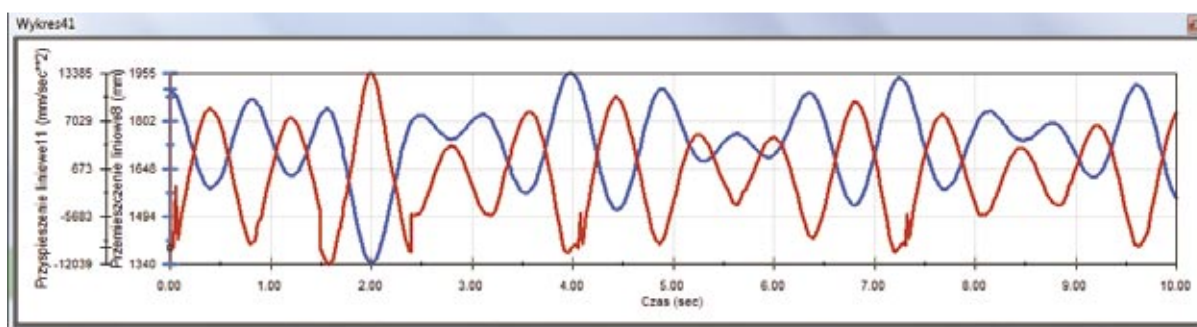
Rys. 2. Przemieszczenia i przyspieszenia kadłuba

Dla zobrazowania przemieszczeń w czasie drgań rys. 3 przedstawia kadłub w dwóch położeniach (pozycja najniższa - 269,6 mm i najwyższa- 554,33 mm od podłoża).



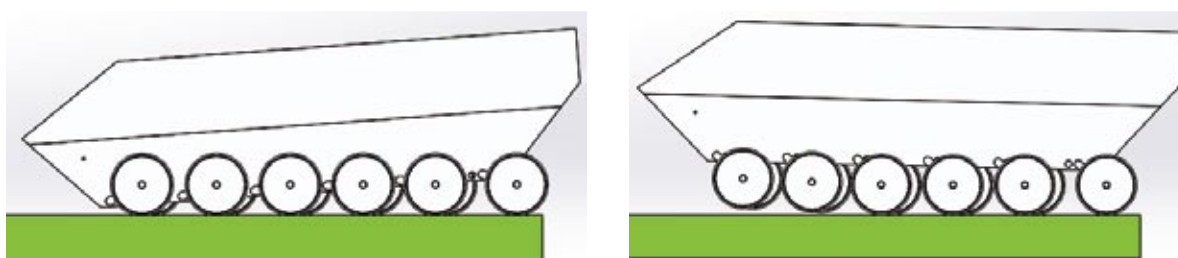
Rys. 3 Kadłub w dwóch położeniach

W drugim przypadku pojazd upuszczono z tej samej wysokości, po półtorej sekundy na przednią krawędź przyłożono siłę 50000 N a po 0,7 sekundy działanie siły przerwano. Wykres przemieszczeń (kolor niebieski) i przyspieszeń przedniej krawędzi (kolor czerwony) pokazano na rysunku 3. Należy zaznaczyć, że wykres przedstawia złożenie drgań pionowych i kątowych.



Rys. 4. Przemieszczenia i przyspieszenia kadłuba

Zobrazowanie tych drgań przedstawia rys. 5, gdzie pokazano kadłub w dwóch położeniach (pozycja najniższa w drugiej i najwyższa w czwartej sekundzie).



Rys. 5. Kadłub w dwóch położeniach

3. DRGANIA PIONOWE I KĄTOWE Z TŁUMIENIEM

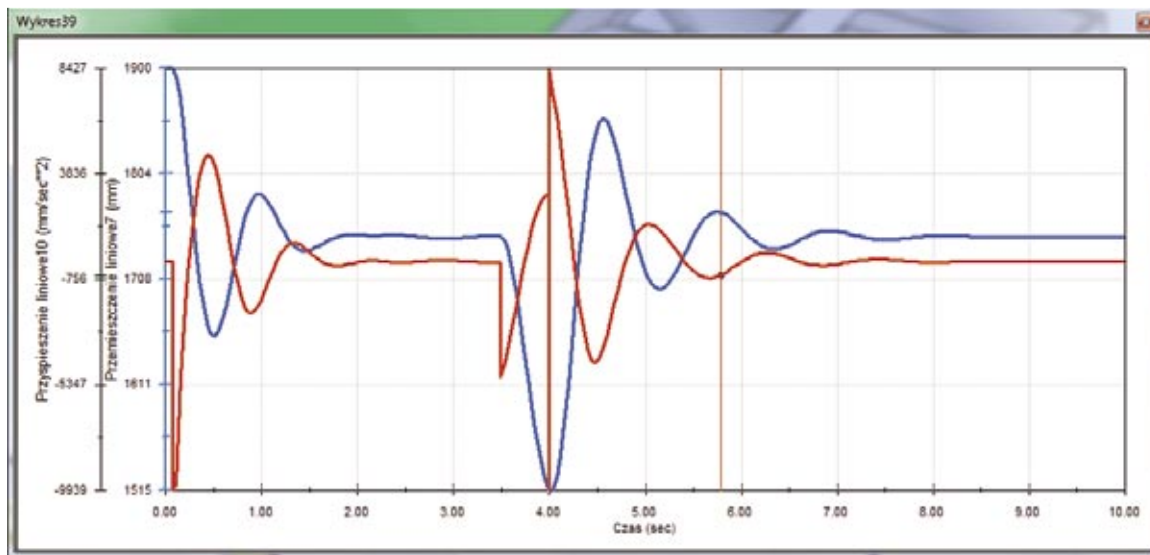
W tym przypadku pojazd upuszczono z tej samej wysokości 1900 mm i po wygaśnięciu drgań kadłuba w 3,5 sekundy na przednią krawędź przyłożono siłę 50000 N i po 0,7 sekundy działanie siły przerwano.

Wykres przemieszczeń i przyspieszeń przedniej krawędzi kadłuba pokazano na rysunku 6.

Na wykresach widać, że po opuszczeniu kadłuba na podłoże przy tym tłumieniu kadłub stabilizuje w drugiej sekundzie a okres drgań pionowych wynosi 0,8 sekundy.

Druga faza wykresu od 3,5 sekundy przedstawia drgania kątowe powstałe w wyniku przechylenia pojazdu siłą 50000 N.

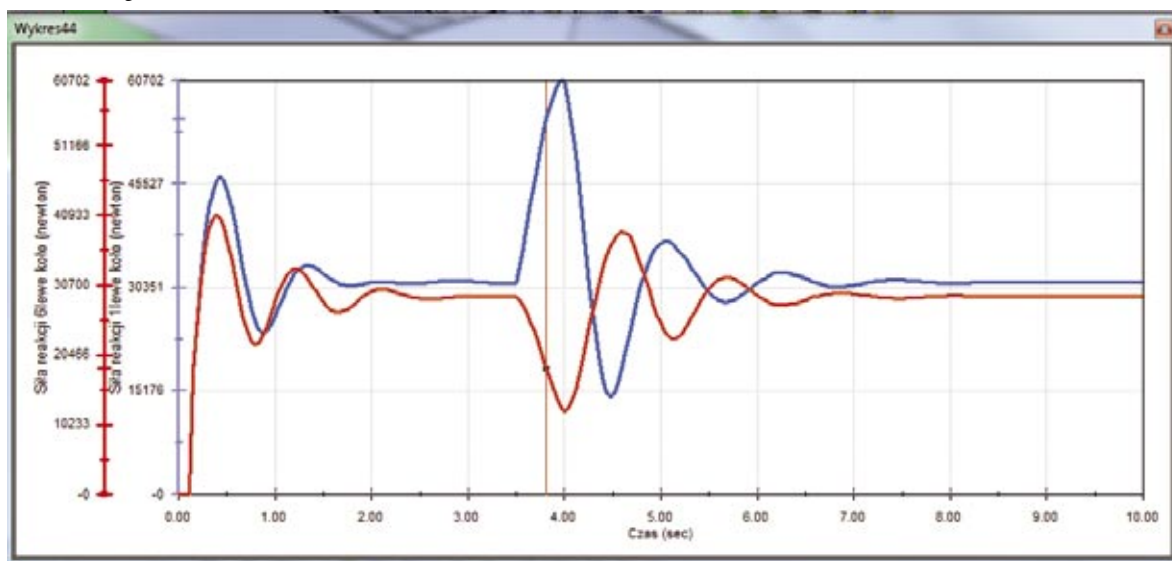
Przy działaniu siły pionowej przednia krawędź zajęła najniższe położenie i od 4 sekundy korpus wykonuje drgania kątowe z okresem 1,2 sekundy. Od 8 sekundy korpus jest w stanie spoczynku.



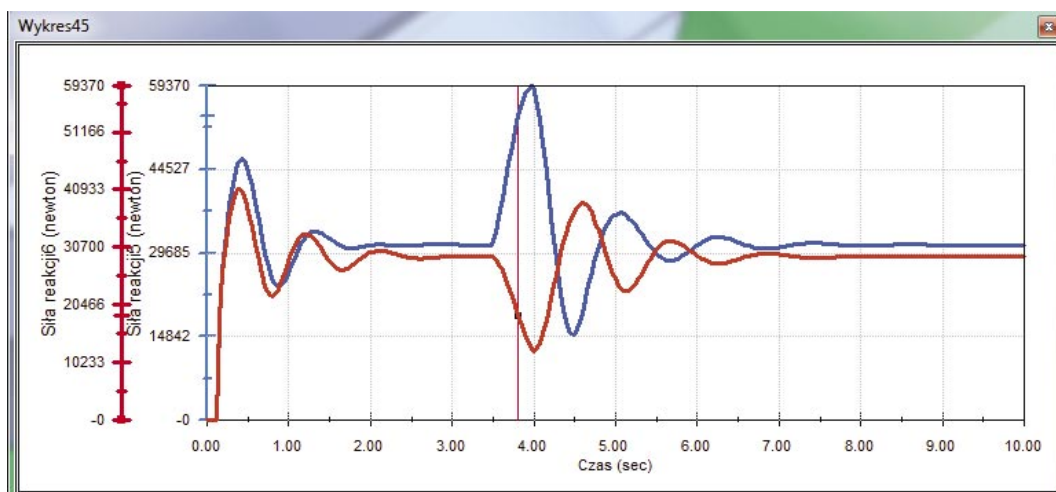
Rys. 6. Przemieszczenia (kolor niebieski) i przyspieszenia korpusu (kolor czerwony)

Po przejechaniu pojazdu przez przeszkody wyznacza się wykresy sił powstałych między kołami a podłożem. Z tych wykresów możemy określić naciski na każde koło w dowolnym czasie badania.

Na rysunku 7 pokazano przykładowe wykresy sił na pierwszym i szóstym lewym, a na rysunku 8 na pierwszym i szóstym prawym kole jakie powstały w czasie przejazdu przez przeszkodę.



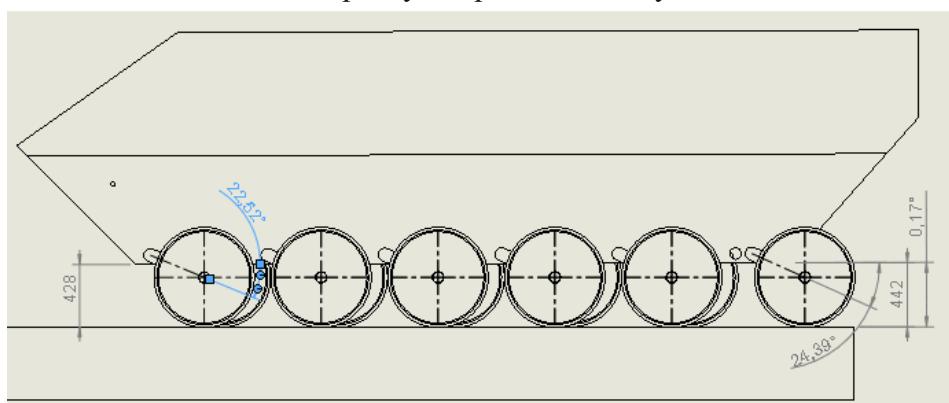
Rys. 7. Siły nacisku kół na lewej stronie (1. koło - kolor niebieski) i przyspieszenia korpusu (6. koło - kolor czerwony)



Rys. 8. Siły nacisku kół na prawej stronie (1. koło -kolor niebieski) i przyspieszenia korpusu (6. koło - kolor czerwony)

Odczytując z wykresów na rys 7 i 8 wartości sił w 3 lub 9 sekundzie, określamy statyczne obciążenia powstałe na tych kołach.

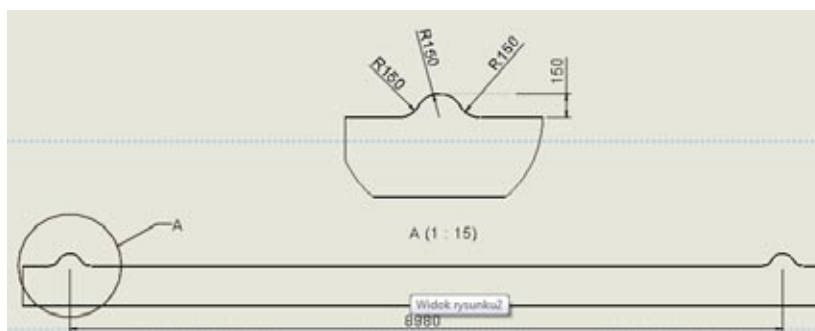
Położenie kadłuba w stanie spoczynku pokazano na rysunku 9.



Rys. 9. Widok kadłuba z boku w stanie spoczynku

4. PRZEJAZD PRZEZ PRZESZKODY Z PRĘDKOŚCIĄ 60 km/h

Na potrzeby tego badania zamodelowano tor prób przedstawiony na rys 10. Składa się on z dwóch garbów. Rozstaw garbów jest równy podwójnej długości przylegania gąsienicy do podłoża. Po takim torze porusza się pojazd z prędkością 60 km/h.

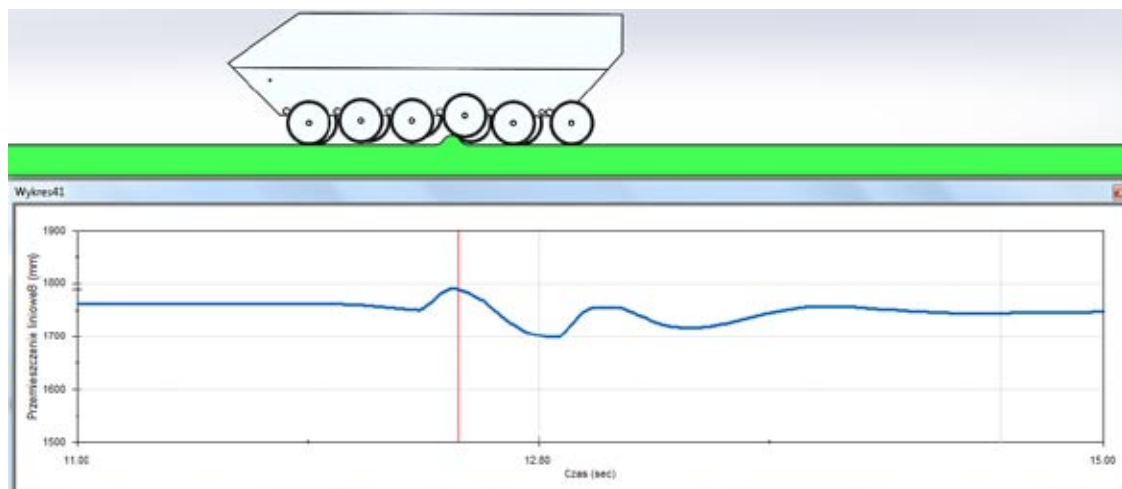


Rys. 10. Wymiary przeszkody

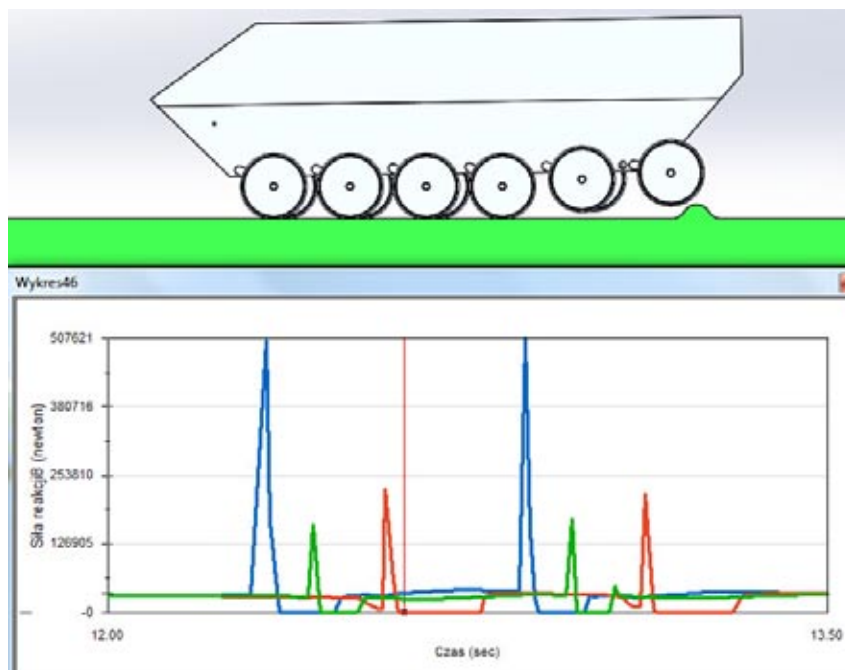
Rysunek 11 przedstawia model kadłuba tuż przed dojechaniem do pierwszego garbu i wykres przyspieszeń krawędzi przedniej pojazdu czasie przejazdu przez przeszkodę.



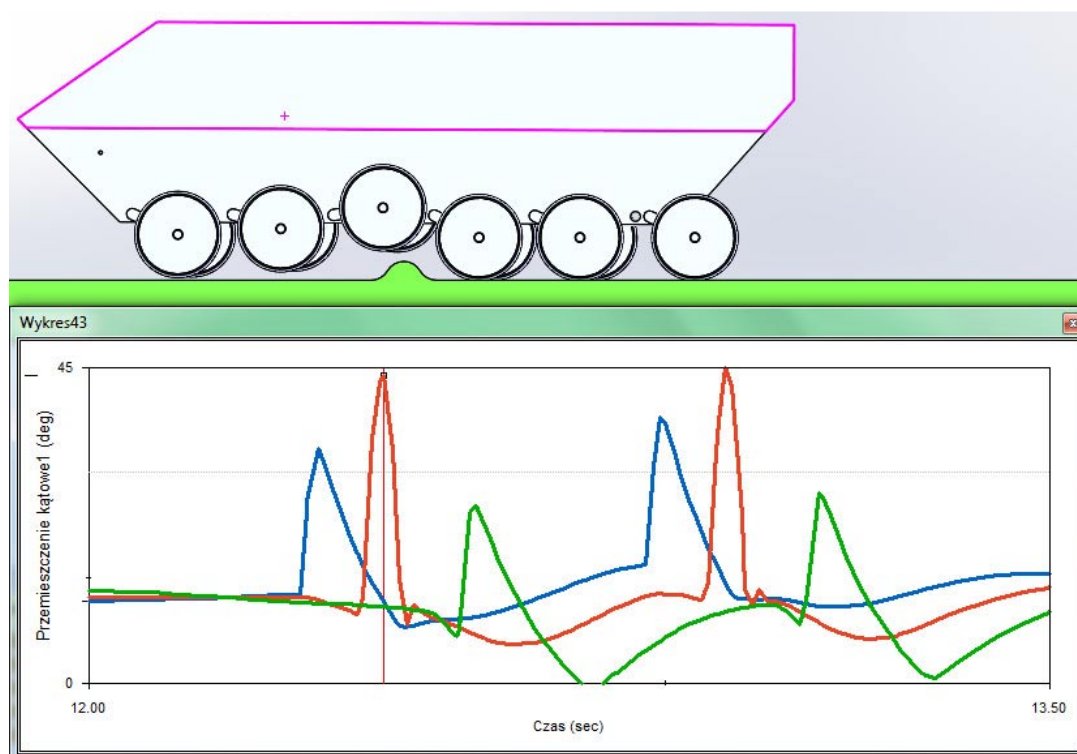
Rys. 11. Wykres przyspieszenia przedniej krawędzi kadłuba (pojazd pokazano tuż przed dojechaniem do przeszkody, maksymalne przyspieszenie 25.146 m/s²)



Rys. 12. Wykres przemieszczenia przedniej krawędzi kadłuba (pojazd pokazano gdy 4. koło znajduje się nad garbem)



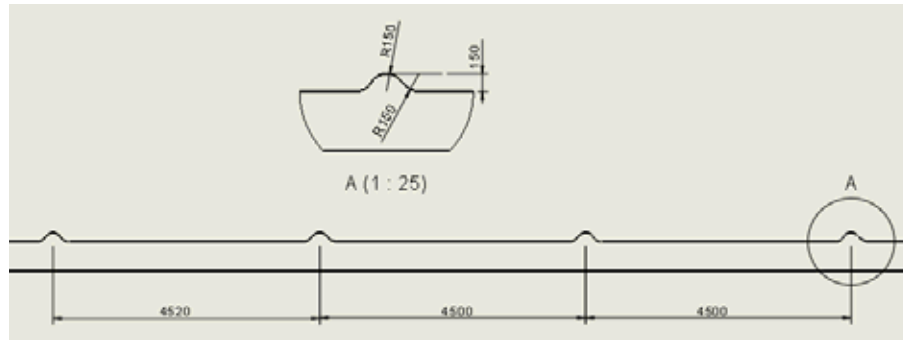
Rys. 13. Siły nacisku kół z lewej strony kadłuba (1. koło - kolor niebieski, 3. koło - kolor zielony i 6. koło - kolor czerwony)



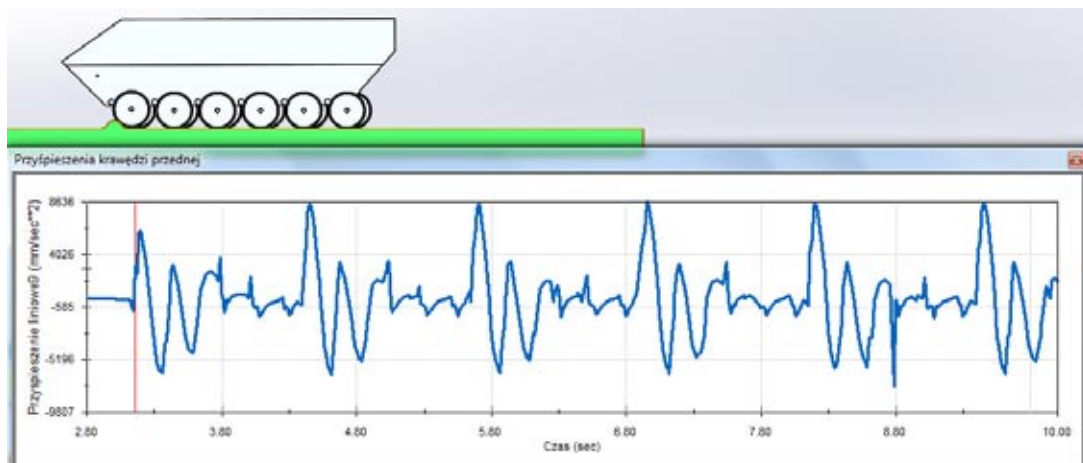
Rys. 14. Przesunięcia katowe wahaczy lewej strony (1. koło - kolor niebieski, 3. koło - kolor czerwony i 6. koło - kolor zielony)

5. PRZEJAZD PRZEZ PRZESZKODY Z PRĘDKOŚCIĄ 30 km/h

Na potrzeby tego badania zamodelowano tor prób przedstawiony na rys 10. Składa się on z kilku garbów przedstawionych na rysunku 15. Po takim torze porusza się pojazd z prędkością 30 km/h. Rozstaw garbów porównywalny jest długością przylegania gąsienicy do podłoża.



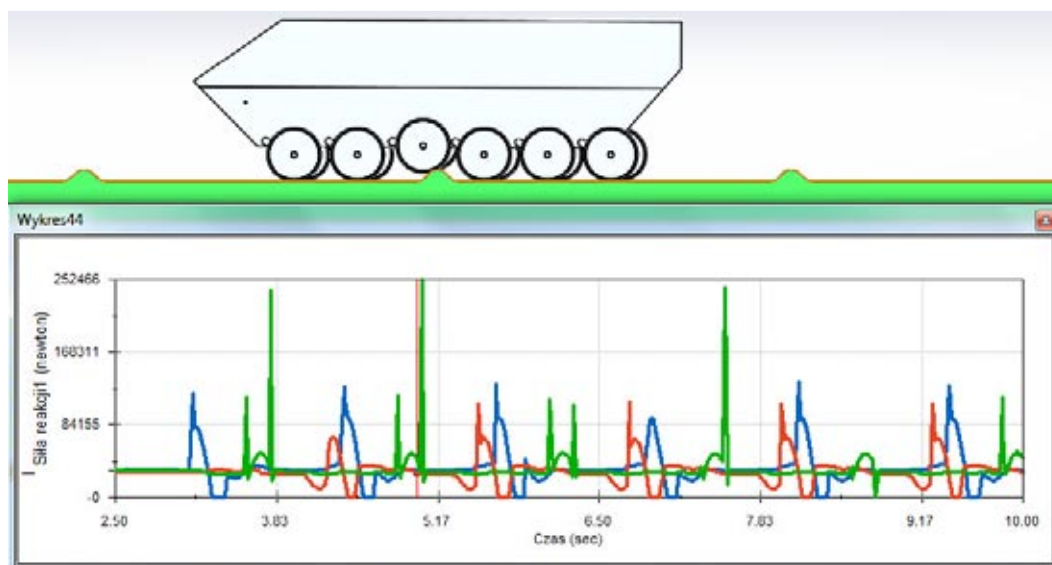
Rys. 15. Wymiary przeszkody



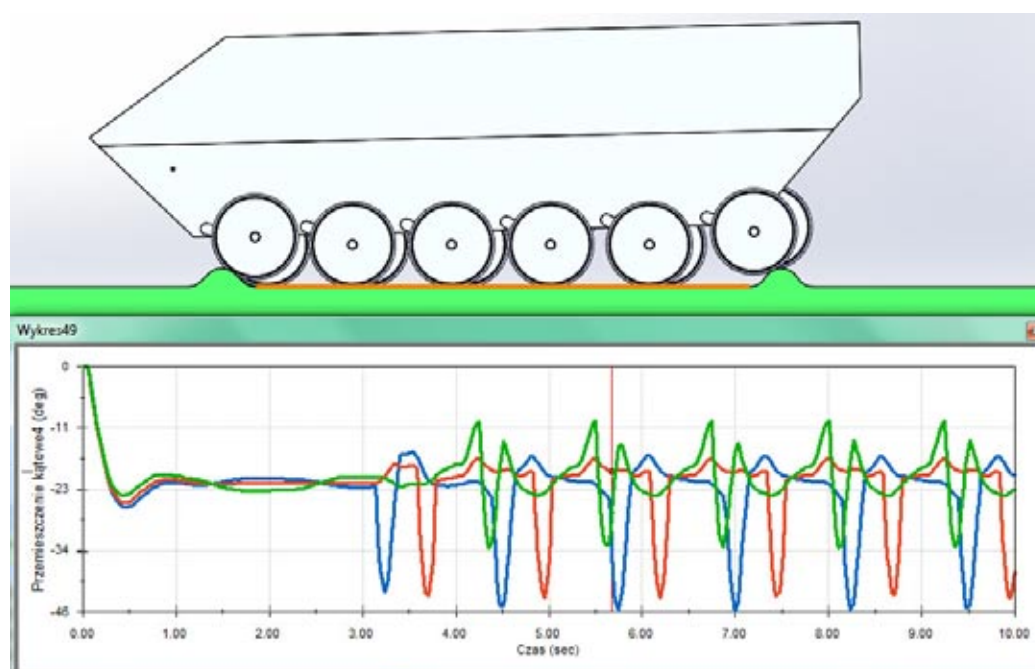
Rys. 16. Wykres przyspieszenia przedniej krawędzi kadłuba (pojazd pokazano tuż przed dojechaniem do przeszkody)



Rys. 17. Wykres przemieszczenia przedniej krawędzi kadłuba (pojazd pokazano tuż przed dojechaniem do 2. garbu)



Rys. 18. Siły nacisku kół na lewej stronie (1. koło - kolor niebieski, 3. koło - kolor zielony i 6. koło - kolor czerwony)



Rys. 19. Przesunięcia kątowne wahaczy lewej strony (1. koło - kolor niebieski, 3. koło - kolor czerwony i 6. koło - kolor zielony)

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykorzystując oprogramowanie SolidWorks Motion, można na etapie projektowania przeprowadzać analizy porównawcze zawieszona o różnych parametrach sztywności i tłumienia. Przez porównanie wartości występujących przyspieszeń i innych wielkości można wybrać optymalne wartości charakterystyk zawieszona.

Przez zmianę charakterystyk sprężystości, tłumienia, zmianę ustawień wstępnych wahaczy i ich rozmieszczenia na kadłubie można wpływać na charakter ruchu pojazdu przez przeszkody i wielkości go charakteryzujące.

Wyniki można przedstawiać na wykresach, nagrywać filmy z przejazdu przez przeszkody a także eksportować dane z obciążeń powstałych w czasie przejazdu do obliczeń wytrzymałościowych poszczególnych elementów zawieszenia i kadłuba.

Z przeprowadzonych analiz przy prędkości przejazdu 60 km/h po torze prób z dwoma garbami o wysokości 150 mm i oddalonymi od siebie w odległości podwójnej długości przylegania gąsienicy do podłoża maksymalne przyśpieszenie wynosi 25.146 m/s^2 (powinno być mniejsze od 3g [3]).

7. LITERATURA

- [1] Burdziński Z.: Teoria ruchu pojazdu gąsienicowego. Warszawa, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności WKiŁ, 1972.
- [2] Kamiński E., Pokorski J.: Dynamika zawiesznień i układów napędowych pojazdów samochodowych. Warszawa, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności WKiŁ, 1982.
- [3] Та́лу К. А.: Конструкция и обчисление чзо́лго́в. Москва 1963.

W artykule wykorzystano wyniki prac wykonanych w ramach Projektu realizowanego na rzecz bezpieczeństwa i obronności państwa pt. „Wóz wsparcia bezpośredniego (WWB)” finansowanego ze środków NCBiR, Warszawa w ramach konkursu nr 4/2013 – umowa nr DOBR-BI04/017/13411/2013.

MOTION ANALYSIS OF A TRACKED VEHICLE

Abstract. The article describes a method of modelling the movements of a vehicle in the SolidWorks environment. Driving a vehicle on a test track with model bumps at various speeds is presented and capabilities are described for determining road wheel load, determining the frequency of vertical and angular vibration of the vehicle, as well as of displacements and forces generated during movement and acting on the individual components of the hull.

Keywords: suspension, hull, tracks, road wheels, traction system.