

# MODELOWANIE MES ZABUDOWY DO OPRÓŻNIANIA I DEZYNFEKCJI POJEMNIKÓW NA ODPADY KOMUNALNE NA POTRZEBY REALIZACJI ANALIZ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono model obliczeniowy zabudowy do opróżniania i dezynfekcji pojemników na odpady komunalne, który wykonano dla potrzeb realizacji analiz wytrzymałościowych w zakresie zmęczeniowym. Opisano szczegółowo proces generacji modelu oraz omówiono techniki, które wykorzystano do odzwierciedlenia węzłów kinematycznych badanego urządzenia.

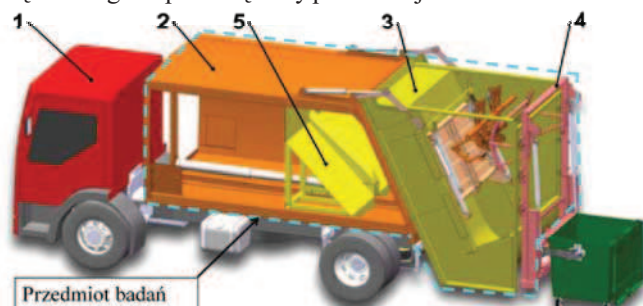
**Słowa kluczowe:** pojemniki, odpady, modelowanie, MES, wytrzymałość, analizy

## Wprowadzenie

W nowoczesnej inżynierii projektowania konstrukcji mechanicznych ważną rolę odgrywają badania wytrzymałościowe z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Do analiz tych wykorzystuje się wirtualne modele 3D, na podstawie których budowane są uproszczone modele dyskretne. Modele te muszą zawierać wszystkie węzły konstrukcyjne maszyny. Do ich budowy powinny zostać wykorzystane odpowiednie elementy skończone, zapewniające zbieżność uzyskanych rezultatów z badaniami eksperymentalnymi.

## Budowa modelu obliczeniowego

Proces budowy modelu obliczeniowego samochodu ciężarowego z zabudową do opróżniania i dezynfekcji pojemników na odpady komunalne realizowany był w systemie I-DEAS przy użyciu modelu geometrycznego (rys. 1) [1-2]. Model zabudowy składa się z kilku zasadniczych zespołów: skrzyni ładunkowej (kontener), kosza zasypowego (tzw. odwłoku), urządzenia załadunkowego oraz spychacza. Cała skrzynia ładunkowa połączona jest z ramą samochodu ciężarowego za pomocą ramy pośredniej.



Rys. 1. Model wirtualny zabudowy do opróżniania i dezynfekcji pojemników na odpady komunalne: 1 - nadwozie samochodu, 2 - kontener, 3 - kosz zasypowy, 4 - urządzenie załadunkowe, 5 - spychacz

Fig. 1. The virtual model of structure to drain and disinfect the waste containers: 1 - body 2 - container, 3 - intake hopper, 4 - loading device, 5 - bulldozer

Dla celów budowy modelu obliczeniowego wykorzystano elementy:

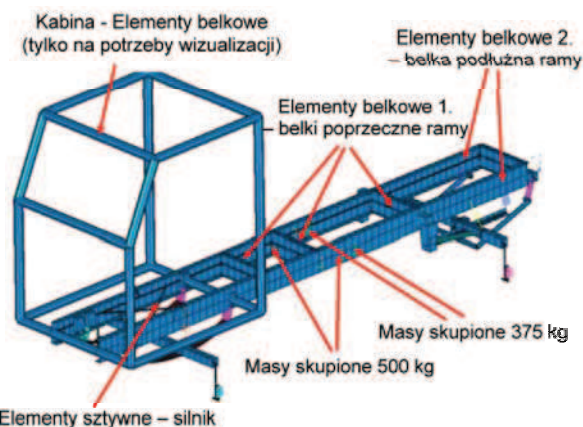
a) jednowymiarowe:

- pręty o sześciu stopniach swobody do modelowania siłowników i połączeń przegubowych,
  - belki o dwunastu stopniach swobody do modelowania ramy ciężarówki,
  - elementy sztywne do modelowania mechanizmów.
- b) dwuwymiarowe:
- płytowo-powłokowe do modelowania powierzchni blaszanych i profili zamkniętych oraz otwartych,
  - membranowe do modelowania powierzchni przesuwanych.
- c) trójwymiarowe czworościenne drugiego rzędu do modelowania sworzni.
- d) w postaci mas skupionych.

a)



b)



Rys. 2. Modele obliczeniowe: a) śmieciarki, b) ramy samochodu ciężarowego

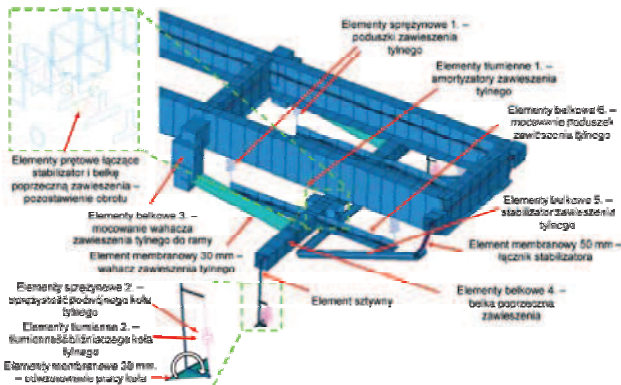
Fig. 2. The calculation models: a) garbage truck, b) frame of truck

Na rys. 2 przedstawiono model obliczeniowy samochodu ciężarowego z zabudową. Do jego budowy wykorzystano elementy skończone, pozwalające symulować zachowania dynamiczne obiektu pracującego w warunkach rzeczywistych. Zrezygnowano ze szczegółowego zamodelowania niektórych podzespołów konstrukcji pojazdu takich jak silnik i kabina, gdyż części te nie miały istotnego wpływu na wyniki analiz. Ich obecność uwzględniono przez zwiększenie ciężaru masami skupionymi. Zwrócono szczególną uwagę na to, aby reakcje osi przedniej i tylnej pojazdu były zgodne ze specyfikacją producenta.

W celu prawidłowego zbudowania modelu obliczeniowego konieczne było uwzględnienie wszystkich węzłów kinematycznych, mających wpływ na uzyskiwane wyniki analiz zmęczeniowych. Należały do nich m.in.:

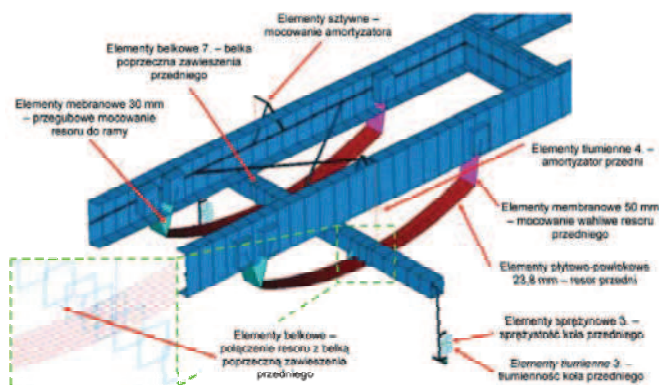
- przegubowe połączenie wahacza z belką podłużną ramy,
- przegubowe połączenie wahacza z belką poprzeczną zawieszenia,
- przegubowe połączenie stabilizatora z jego łącznikiem,
- przegubowe połączenie stabilizatora z belką poprzeczną zawieszenia,
- przegubowe połączenie łącznika stabilizatora z belką podłużną ramy.

Na rys. 3 przedstawiono tylną część modelu dyskretnego samochodu ciężarowego. Miechy pneumatyczne zastąpiono sprężynami o odpowiednio dobranej stałej sztywności. Zachowania pary kontaktowej opona-podłoże odzwierciedlono przy pomocy układu równoległego sprężyna-tłumik. Wprowadzono uproszczenie polegające na przyjęciu stałych współczynników sztywności i tłumienności.



Rys. 3. Model obliczeniowy tylnej części samochodu ciężarowego

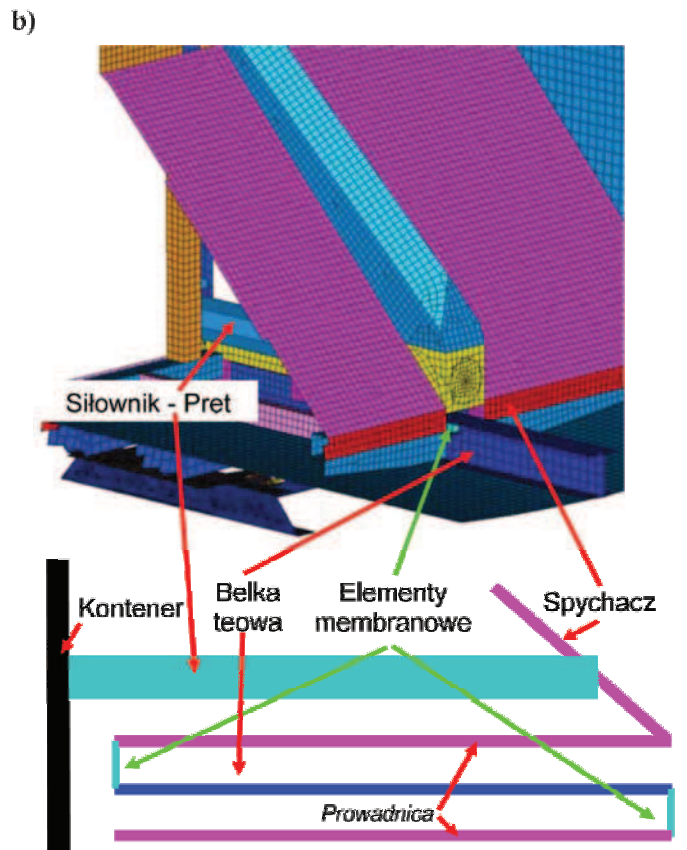
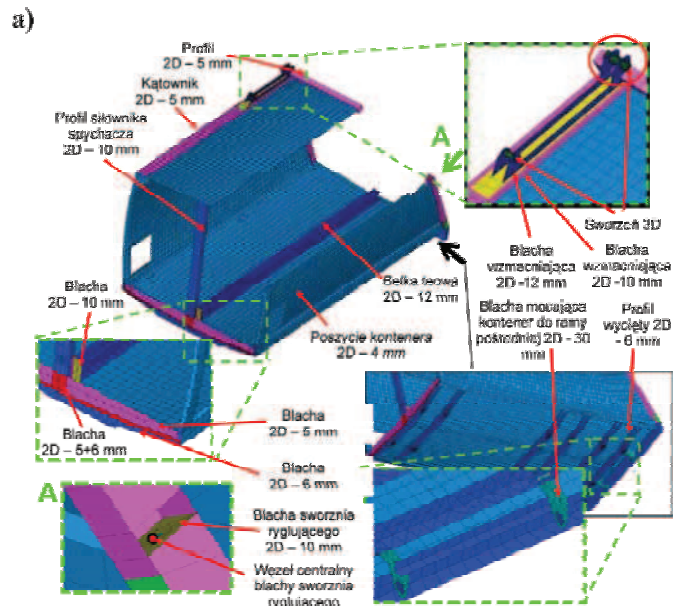
Fig. 3. The calculation model of rear part of truck



Rys. 4. Model obliczeniowy przedniej części samochodu ciężarowego

Fig. 4. The calculation model of front part of truck

Resory zamodelowano za pomocą elementów płytowo-powłokowych (rys. 4). Ich grubość dobrano tak, aby strzałka ugięcia mierzona w miejscu mocowania belki poprzecznej z resorem była zgodna z ugięciem rzeczywistego resoru. Konieczne było przeprowadzenie identyfikacji parametrów dynamicznych zawieszenia samochodu ciężarowego.

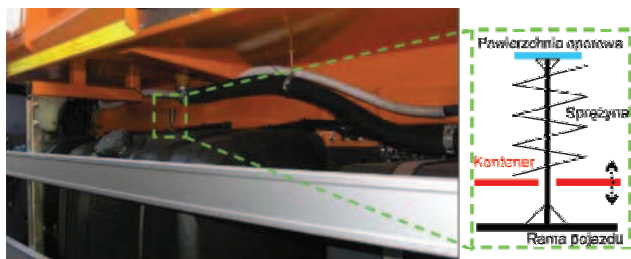


Rys. 5. Modele obliczeniowe: a) kontenera, b) spychacza z kontenerem

Fig. 5. The calculation models: a) container, b) bulldozer with container

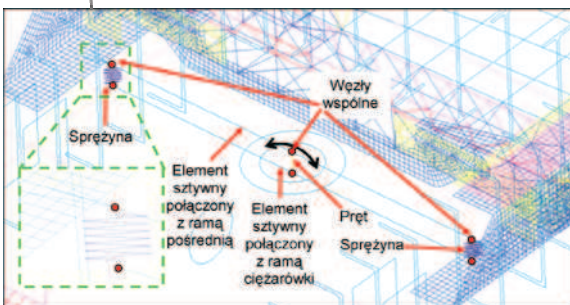
Rys. 5a przedstawia model obliczeniowy kontenera. W przeważającej części składa się z elementów dwuwymiarowych czworokątnych. Belka teowa również została zbudowana z tego typu elementów w celu lokalizacji miejsc, w których pojawiają się koncentracje naprężeń.





Rys. 6. Sposób połączenia przedniej części kontenera z ramą samochodu ciężarowego w przykładowej śmieciarce za pomocą sprężyn ściskanych

Fig. 6. The way of connecting front part of container with truck frame in exemplary garbage truck with the use of compression springs



Rys. 7. Model obliczeniowy fragmentu przedniej ramy pośredniej połączonej z ramą samochodu ciężarowego i kontenerem

Fig. 7. The calculation model of intermediate front frame connected with truck frame and container

Na rys. 5b znajduje się model obliczeniowy spychacza z uproszczonym schematem przedstawiającym sposób jego połączenia z kontenerem. Podspół posiada prowadnicę, która umożliwia ruch posuwisty po belce teowej kontenera. W celu zasymulowania zachowań zespołu spychacz-kontener wykorzystano elementy membranowe oraz prętowe.

W śmieciarce, w celu uniknięcia szkodliwego wpływu skręcania ramy samochodu ciężarowego na stan wyężenia zabudowy, wykorzystano stosowane już w tego typu pojazdach mocowanie ze sprężynami ściskanymi (rys. 6). Sprężyna nałożona jest na trzpień. Z jednej strony opiera się o ramę pojazdu, z drugiej natomiast o powierzchnię oporową. W trakcie postoju kontener spoczywa na ramie samochodu ciężarowego, natomiast podczas jazdy ma on możliwość niezależnego od podwozia ruchu. Model obliczeniowy tego połączenia pokazano na rys. 7.

### Podsumowanie

Przygotowany model obliczeniowy jest podstawą do realizacji badań wytrzymałościowych. Wprowadzenie punktów styku kół z podłożem umożliwi wygenerowanie map naprężeń zmiennych w czasie. Mapy te po wyborze odpowiednich technik analizy zmęczeniowej pozwolą na wstępną ocenę trwałości zmęczeniowej zabudowy.

### Bibliografia

- [1] Grzechowiak R., Pawłowski T., Rutkowski J., Szczepaniak J.: Modele obliczeniowe w procesie projektowania i weryfikacji konstrukcji typoszeregu wałów uprawowych o szerokościach roboczych 9, 12 i 15 m. Inżynieria Rolnicza, 2005, nr 14 (74), s. 267-276.
- [2] Rutkowski J., Szczepaniak J.: Symulacje i obliczenia komputerowe modeli wirtualnych typoszeregu wałów uprawowych. Journal of Research and Application in Agricultural Engineering, 2005, vol. 50, nr 1, s. 5-9.

## WASTE CONTAINERS FOR THE STRENGTH ANALYSIS

### Summary

The article presents the calculation model of structure to drain and disinfect the waste containers, which was performed for the strength analysis within the scope of fatigue. Described in detail process of creating model and discussed technics, which were used to reflect the kinematics bindings of researched device.

**Key words:** containers, waste, modeling, FEM, endurance, analyses

ISBN 978-83-927505-2-9

# KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31  
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;  
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: http://www.pimr.poznan.pl