

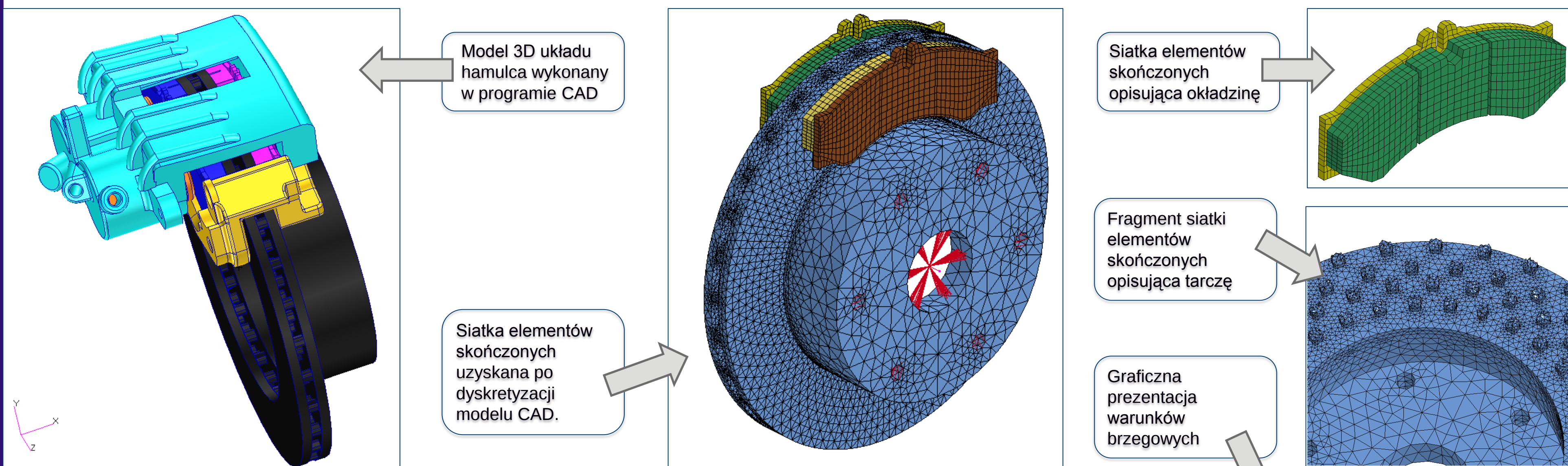


Autorzy: **Krzysztof DAMAZIAK, Jerzy JACHIMOWICZ, Jerzy MAŁACHOWSKI**,
e-mail: kdamaziak@wat.edu.pl, jjachimowicz@wat.edu.pl,
jerzy.malachowski@wat.edu.pl,

Instytucja: **Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej
Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie**

Tytuł plakatu: **NUMERYCZNY MODEL HAMULCA TARCZOWEGO**

Układ hamulcowy jest jednym z podstawowych podzespołów zapewniających bezpieczne użytkowanie pojazdów. Obecnie producenci hamulców projektują je bazując głównie na doświadczeniu zdobytym przy eksploatacji swoich wcześniejszych wyrobów. Przy takim podejściu dość trudno jest przewidzieć dokładnie parametry pracy hamulca, czy też żywotność jego elementów – parametrów wymaganych w nowoczesnym procesie projektowania całego pojazdu. Dlatego też coraz częściej pojawia się potrzeba przeprowadzenia dokładnych symulacji procesu hamowania. Niniejsza publikacja przedstawia analizę hamulca tarczowego, która jest pierwszym etapem prac mających na celu wyznaczenie wspomnianych parametrów metodami numerycznymi. Stosując metodę elementów skończonych przeprowadzono dynamiczną analizę pracy hamulca, z uwzględnieniem generacji ciepła w wyniku pracy sił tarcia.

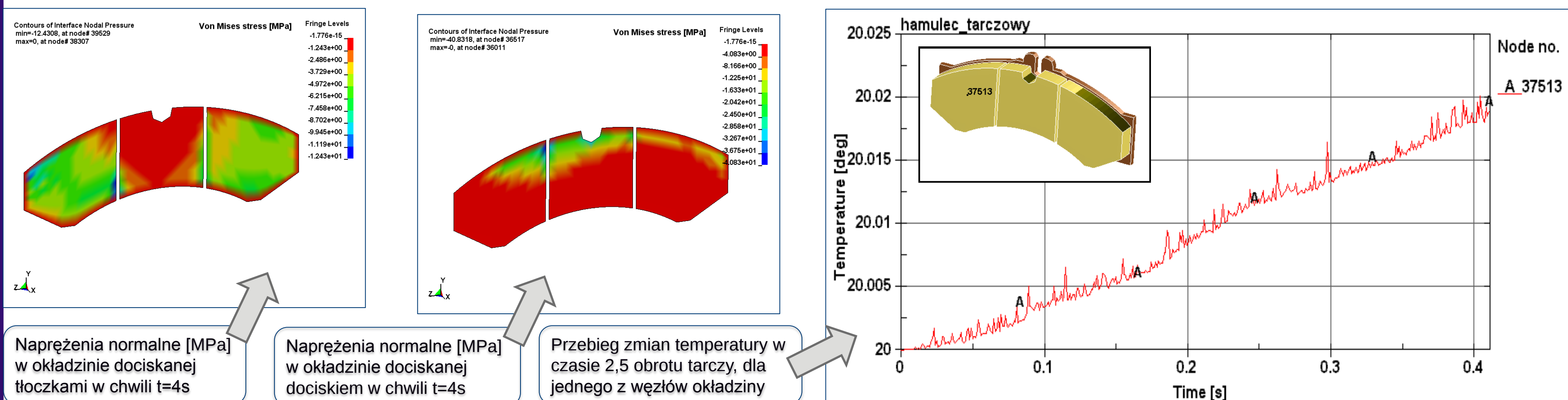


Na podstawie modelu 3D wykonanego w systemie CAD przygotowano model MES hamulca. W procesie dyskretyzacji wygenerowano siatkę złożoną z 150500 elementów bryłowych i 40328 węzłów. Okładziny zamodelowano elementami heksagonalnymi a tarczę elementami tetragonalnymi. Niestety, z powodów organizacyjnych, do opisu własności materiałowych musiano użyć wartości literaturowych. Warunki brzegowe zdefiniowano w oparciu o badania stanowiskowe, którym poddany był hamulec, w taki sposób, aby jak najwierniej odwzorować warunki eksperymentu. Okładziny obciążono ciśnieniem odpowiadającym ciśnieniu 8 MPa, panującemu w instalacji hamulcowej, w miejscach działania tłoczków i zacisku. Tarczy nadano początkową prędkość obrotową odpowiadającą prędkości pojazdu 100 km/h. i utwierdzono w obszarach łączenia z piastą. W osi obrotu zdefiniowano też ciało o masie i momentach bezwładności odpowiadających stanowiskowemu modelowi pojazdu. Temperaturze otoczenia nadano wartość 20 C. Wielkość wygenerowanego ciepła wyznaczano przy założeniu, że cała praca sił tarcia (100%) zamieniana jest w energię cieplną:

$$F_f \frac{dS}{dt} = mc_p \frac{dT}{dt}$$

gdzie: F_f – siła tarcia, S – droga hamowania, t – czas, m – masa, c_p – ciepło właściwe, T – temperatura.

Obliczenia wykonano przy użyciu program LS-Dyna, dzieląc zadanie na 4 subdomeny. Wyniki analiz wskazują na prawidłowe działanie algorytmu generowania ciepła przez siły tarcia oraz – potwierdzone eksperymentalnie – niejednakowe warunki pracy okładzin dociskanych tłoczkami i zaciskiem. Niestety, brak wiarygodnych danych materiałowych, zwłaszcza termicznych, nie pozwolił na bezpośrednią weryfikację wyliczonych pól temperatur z danymi doświadczalnymi.



Prezentowana praca jest etapem wstępnym badań, których efektem ma być przeprowadzenie numerycznej symulacji działania hamulca, z uwzględnieniem procesu zużycia okładzin. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zastosowane podejście umożliwia odwzorowanie termomechanicznych aspektów pracy hamulca i wskazać jednocześnie dużą wrażliwość wyników na termodynamiczne własności materiałowe. Wynika z tego, że uzyskanie poprawnych wyników ilościowych w takich analizach wymaga wykonania wcześniejszych dokładnych badań materiałowych.

Innym problemem prezentowanego podejścia jest bardzo długi czas analizy. Niestety, połączenie specyfiki modelowanej konstrukcji (realizacja dużych obrotów, sprzężenie termomechaniczne) i zastosowanie algorytmu całkowania bezpośredniego pełnych równań dynamiki (z warunkami stabilności wymuszającymi krótki krok całkowania), sprawia, że nawet zastosowanie nowoczesnych, wieloprocessorowych systemów komputerowych nie pozwala na znaczące skrócenie czasów analiz.