

**Katedra Wytrzymałości Materiałów i Metod Komputerowych
Mechaniki**

**Zakład Mechaniki Komputerowej i Wytrzymałości Materiałów
Wydział Mechaniczny Technologiczny
POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH**

PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

**Symulacja działania amortyzatora
w systemie MSC.visualNastran4D**

Zakres pracy

- Przegląd literatury związanej z tematem pracy
- Zapoznanie się z systemami CAD, CAE
- Wykonanie modelu CAD przedniego zawieszenia roweru
- Wykonanie modelu CAE przedniego zawieszenia roweru
- Analizy kinematyczne opracowanego modelu
- Opracowanie wyników

Konstrukcje amortyzatorów

1. Konstrukcje teleskopowe:

- *typu downsaide-up*
- *typu upsaid-down*
- *jednopółkowe*
- *dwupółkowe*
- *w rurze sterowej*
- *ze sztywną osią*
- *jednostronne*



2. Konstrukcje wahaczowe

3. Konstrukcje klatkowe (pantografowe)



Systemy amortyzacji

Elementy sprężynujące:

- *sprężyna*
- *elastomer*
- *powietrze*

Elementy tłumiące:

- *elastomer*
- *powietrze*
- *olej*

Właściwa amortyzacja

Połączenie elementu sprężynującego z tłumiącym

- amortyzacja *elastomerowo-sprężynowa*,
- amortyzacja *elastomerowo-sprężynowo-powietrzna*,
- amortyzacja *powietrzna*,
- amortyzacja *olejowo-powietrzna*,
- amortyzacja *olejowo-sprężynowa*.

Systemy komputerowe wspomagania prac inżynierskich

System CAD – Catia

CAD Computer Aided Design – Komputerowe Wspomaganie Projektowania

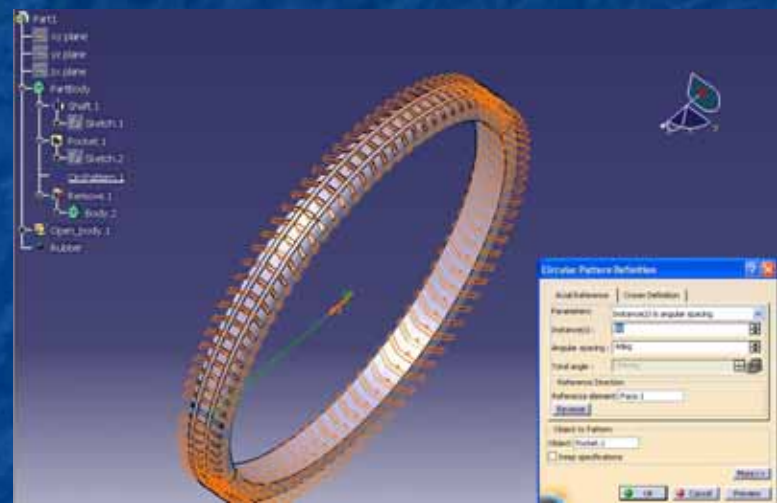
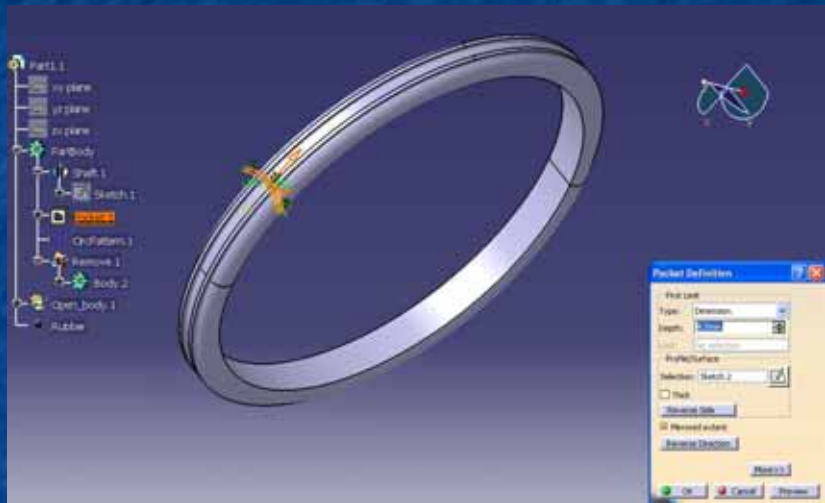
System CAE – Visual Nastran 4D

CAE Computer Aided Engineering - Komputerowe Wspomaganie Obliczeń i Analizy Inżynierskiej

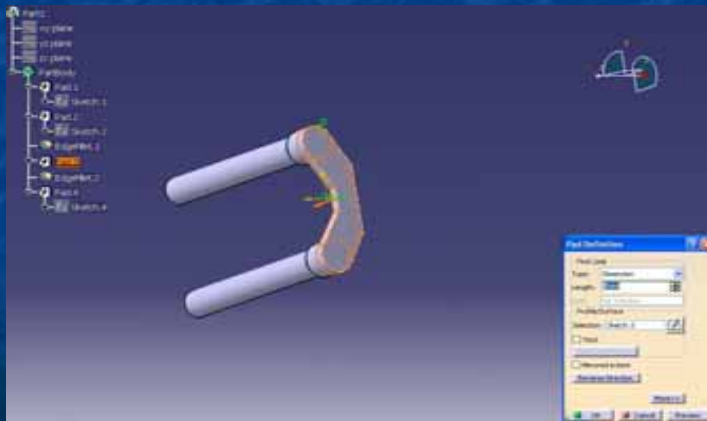
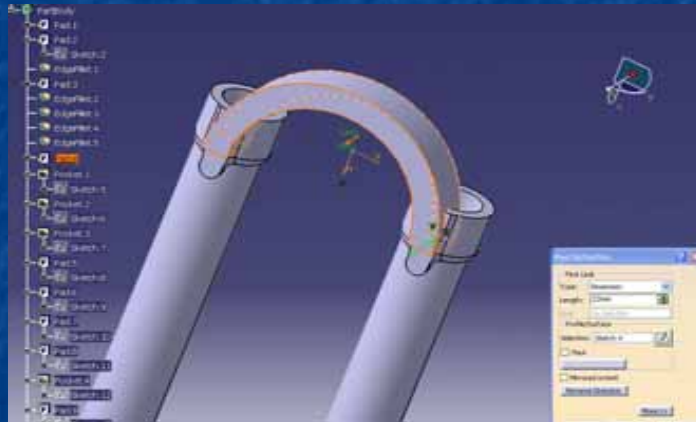
Projektowanie modelu roweru



Modelowanie opony

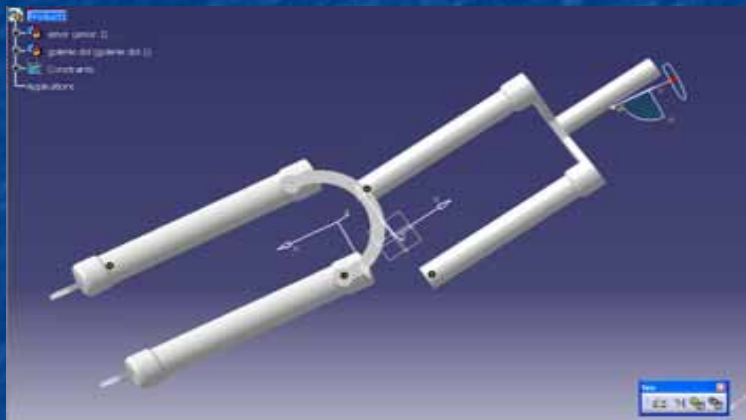


Projektowanie części amortyzatora



Łączenie poszczególnych elementów w module

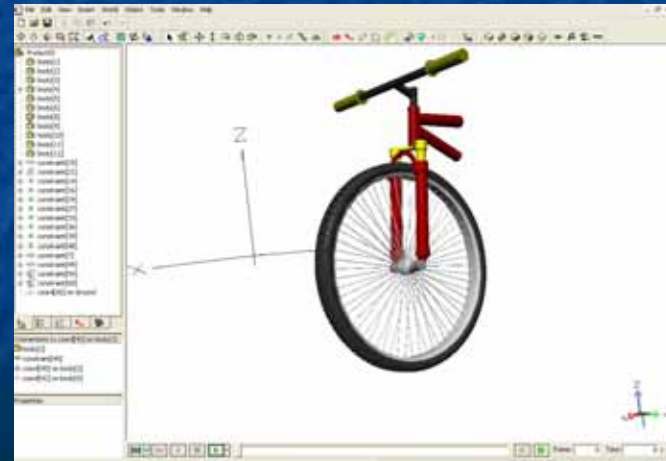
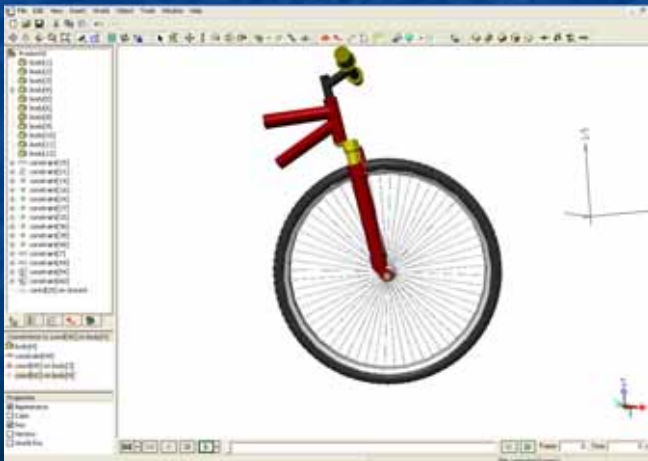
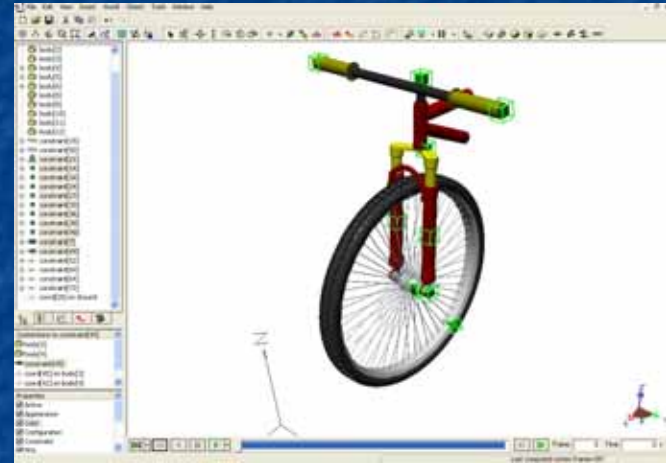
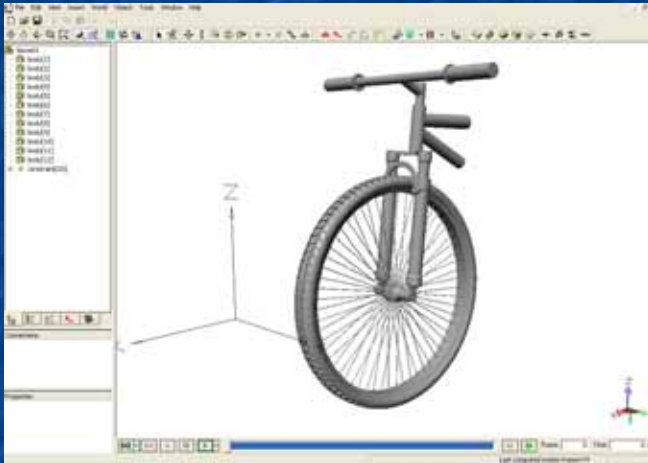
Assembly Design



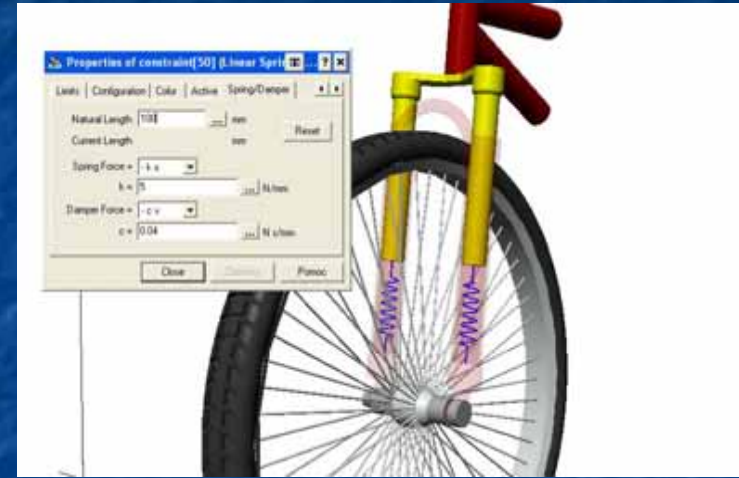
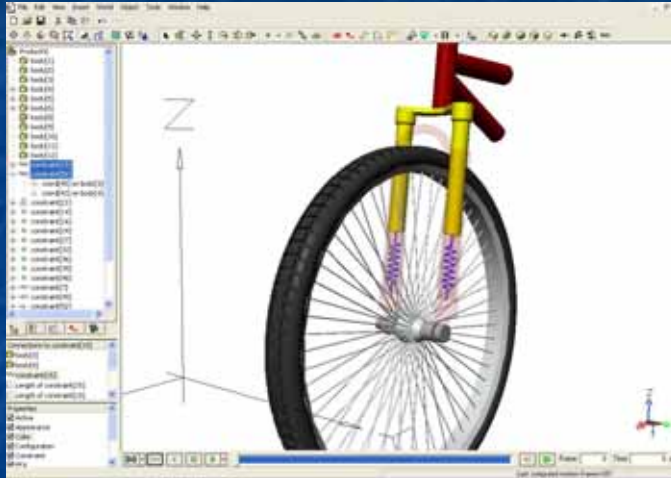
Przeprowadzenie symulacji działania amortyzatora

VisualNastran 4D, produkt firmy *MSC.Software*, jest to uniwersalny program przeznaczony do obliczeń zarówno wytrzymałościowych, jak i kinematycznych

Nadawanie więzów konstrukcji



Elementy aktywne amortyzatora



W konstrukcji wybrano liniową charakterystykę sprężystości, czyli opcję *Spring Force* ustawiono na „-kx”, a współczynnik sprężystości „k” ustawiono na 5 N/mm. Ustawiono także liniową charakterystykę tłumienia „-cv” w opcji *Dampen Force*, a współczynnik tłumienia „c” ustawiono na 0,04 N s/mm.

Symulowanie ruchu po wyboistym terenie



$F_1 = -150$ N i działającej w czasie od 0 do 0,2 s,

$F_2 = -70$ N i działającej w czasie od 1,7 do 1,8 s,

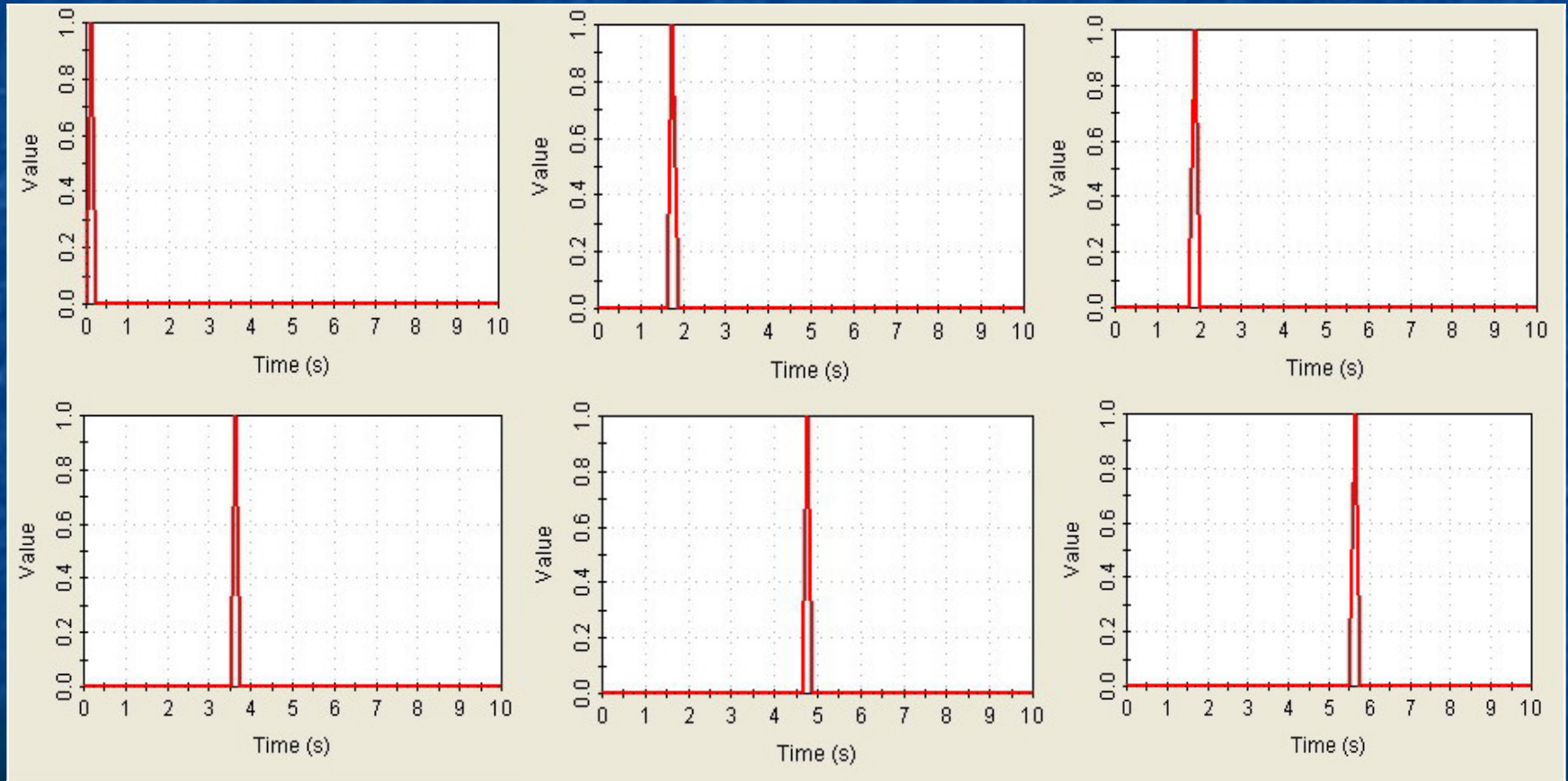
$F_3 = -100$ N i działającej w czasie od 1,8 do 1,9 s,

$F_4 = -200$ N i działającej w czasie od 3,5 do 3,6 s,

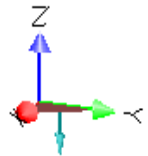
$F_5 = -50$ N i działającej w czasie od 4,7 do 4,8 s,

$F_6 = 80$ N i działającej w czasie od 5,5 do 5,6 s

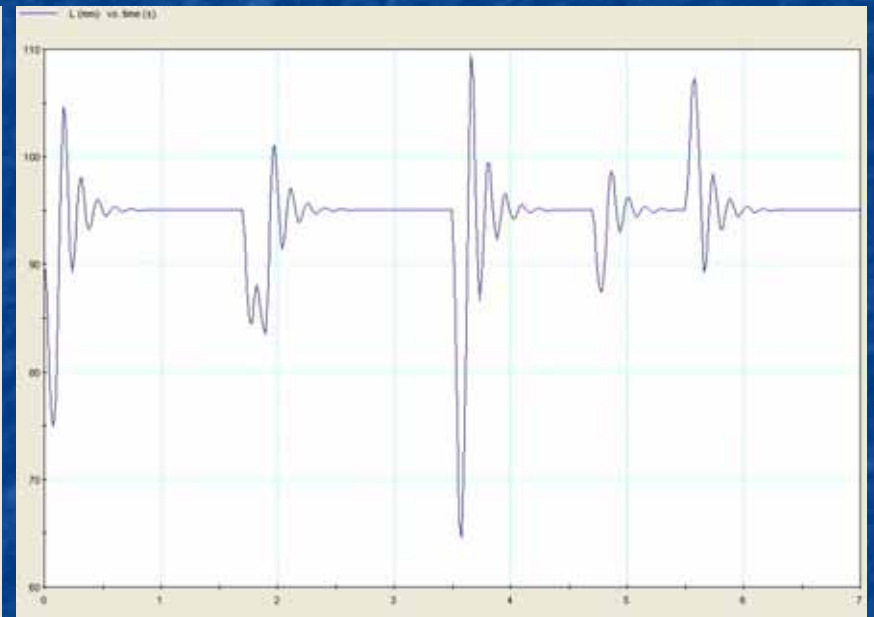
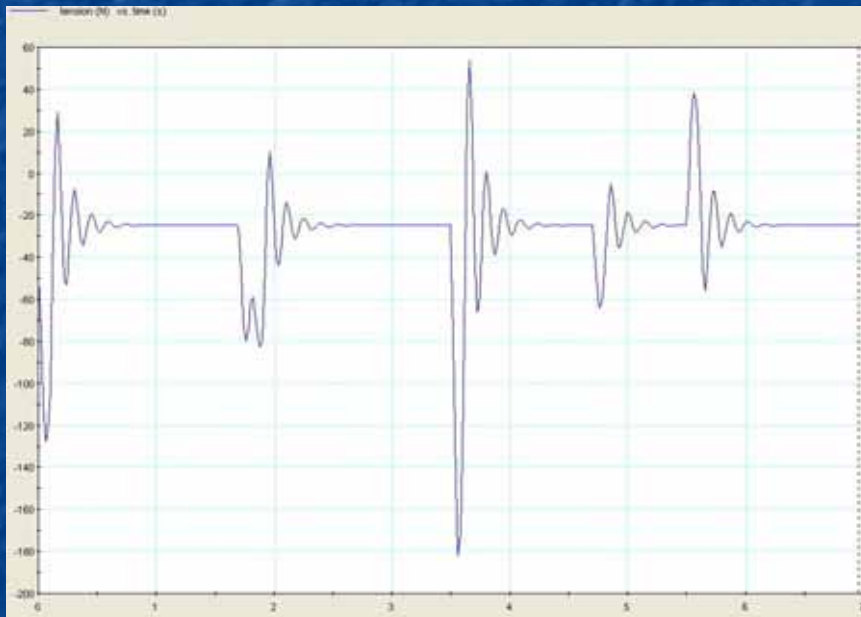
Działanie sił w czasie



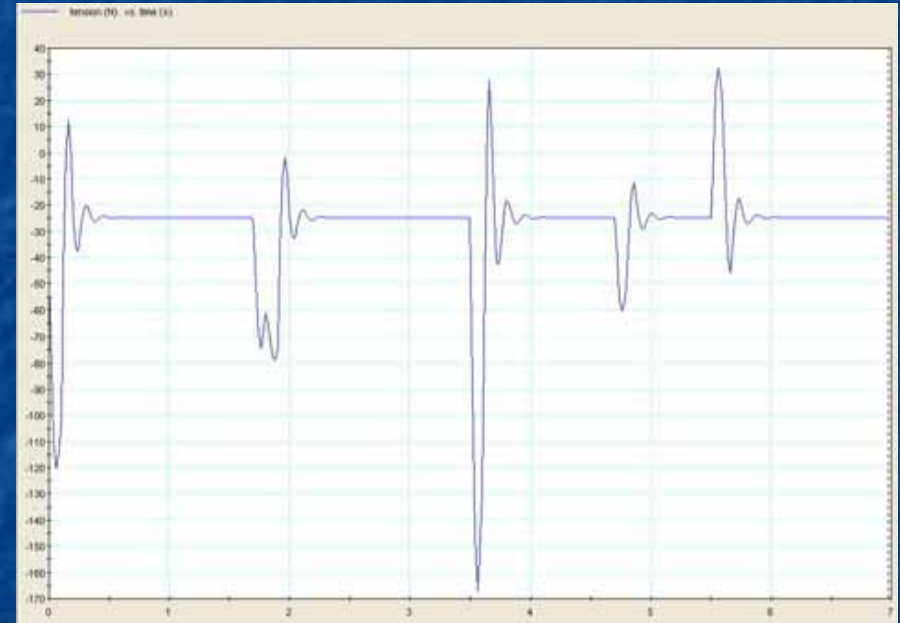
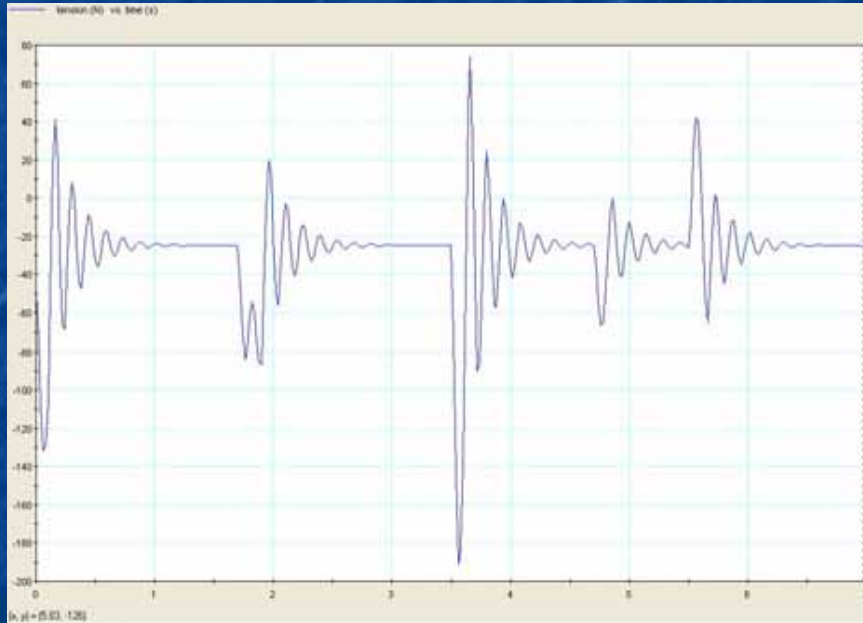
Symulacja działania amortyzatora



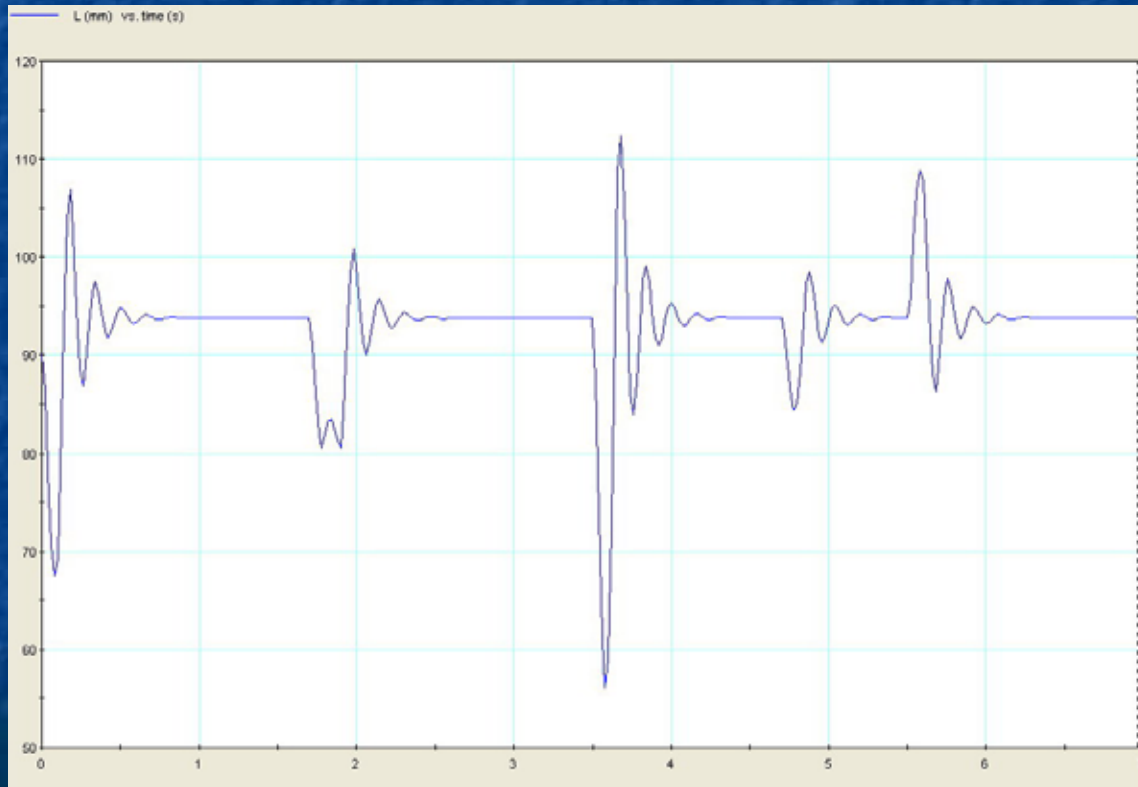
Przebieg sił i przemieszczeń elementów aktywnych w amortyzatorze



Zachowanie się zawieszenia przedniego ze zmniejszonym i zwiększonym tłumieniem



Przemieszczenie amortyzatora po zmianie współczynnika sprężystości



Wnioski

- możliwości stosowania programów projektowych
- wykorzystanie właściwości systemu CAE
- możliwości doboru odpowiednich parametrów amortyzatora
- symulacje komputerowe w przyszłości

Literatura

<http://www.amory.of.pl/>

<http://www.wrower.pl/>

<http://www.bikeboard.wyd.pl/>

<http://www.cad.pl/>

<http://www.cad.glt.pl/>

<http://www.mscsoftware.com.pl/>