

Bartosz ZDUNEK, Marek AUGUSTYNIAK, Stanisław TARYMA

## WSTĘP DO OPTYMALIZACJI KONSTRUKCJI FOTELIKA SAMOCHODOWEGO DO PRZEWOZU DZIECI Z WYKORZYSTANIEM OPROGRAMOWANIA CAD I MES

### *Streszczenie*

*W artykule opisano najważniejsze funkcje fotelika. Omówiono przebieg prac projektowych fotelika samochodowego do przewozu dziecka w samochodzie na podstawie wdrożonego do produkcji projektu. Przedstawiono konstrukcje zbudowanych prototypów oraz wybrane wyniki optymalizacji MES.*

**Słowa kluczowe:** fotelik samochodowy, przewóz dzieci, konstrukcja, optymalizacja, systemy CAD i MES.

### WSTĘP

Konstrukcja „urządzeń przytrzymujących dla dzieci” – wg Regulaminu EKG ONZ nr 44, zwyczajowo nazywanych fotelikami samochodowy podporządkowana jest ochronie dziecka w trakcie wypadku drogowego, jest to jego podstawowa i najważniejsza funkcja. Bardzo ważne jest również zapewnienie komfortu podczas długich podróży. Musi być też bezpieczny dla innych pasażerów pojazdu podczas kolizji jak w codziennym użytkowaniu.

W przeciągu ostatnich kilkunastu lat nastąpił wręcz skokowy wzrost bezpieczeństwa biernego samochodów. Konstrukcje są bezustannie doskonalone, kabiny pasażerskie są coraz sztywniejsze a strefy kontrolowanego zgniotu projektowane tak, aby coraz lepiej rozpraszać energię zderzenia.

Tak szybki postęp w dziedzinie bezpieczeństwa jest wiąże się z rozwojem narzędzi wspomagających prace inżynierskie, przede wszystkim programy do modelowania tzw.: CAD 3D, oraz narzędzia obliczeniowe pracujące w oparciu o Metodę Elementów Skończonych w skrócie MES.

## 1. FUNKCJE FOTELIKA SAMOCHODOWEGO

### 1.1. Wnętrze pojazdu

Mimo znacznego postępu w dziedzinie bezpieczeństwa biernego pojazdów ich wnętrza nie zapewniają dostatecznej ochrony są dla osób o wzroście poniżej 150 cm. Nowe systemy bezpieczeństwa często nie uwzględniają odmiennej odmiennych wymagań najmłodszych a część z nich może stanowić dla nich niebezpieczeństwo, np. poduszka powietrzna. Jej gwałtowne

napelnianie się może stanowić niebezpieczeństwo dla nie w pełni ukształtowanego układu kostnoszkieletowego dziecka.

W przeszłości próbowano zintegrować fotelik z tylną kanapą np. w renault 19, unoszone siedzisko miało zapewnić prawidłowy przebieg pasów bezpieczeństwa. To rozwiązanie nie przyjęło się, miało na to prawdopodobnie wpływ brak trzymania bocznego. Koncerny samochodowe w większości oddały tę część rynku niezależnym wytwórcom fotelików samochodowych.

## **1.2. Komfort przewozu dziecka jako czynnik bezpieczeństwa**

Fotelik można określić jako adapter, pozwalający na bezpieczny przewóz dziecka w samochodzie, który nie jest dostosowany do jego potrzeb. Właściwy poziom komfortu, przekłada się bezpośrednio na poziom bezpieczeństwa. Jeśli dziecko będzie zmęczone, marudne i może rozpraszać kierującego pojazdem. Statystyki wskazują nieodpowiednie zachowanie dzieci jako pośrednią i bezpośrednią przyczynę dużej części kolizji drogowych.

## **2. ROZWÓJ KONSTRUKCJI FOTELIKA SAMOCHODOWEGO**

### **2.1. Etapy prac projektowych**

Prace projektowe zostały podzielone na dwa etapy. Ułatwiło to ocenę kosztów i właściwe określenie harmonogramu. Bardzo istotne było właściwe kreślenie założeń projektowych, pozwoliło to ograniczyć liczbę zmian w czasie projektowania. W następnej kolejności został opracowany komputerowy model CAD 3D. Na jego podstawie został wykonany pierwszy prototyp wykonany w technologii laminowania. Pozwolił on ocenić pierwszą fazę projektu. Po wprowadzeniu poprawek przygotowany został drugi prototyp, w technologii szybkiego prototypownia, umożliwiającą ostateczną weryfikację konstrukcji.

### **2.2. Rozwój koncepcji**

Prace koncepcyjne pozwoliły określić najlepsze wg ówczesnej oceny rozwiązania konstrukcyjne. Początkowo przebudowano istniejące foteliki. Dopracowanie koncepcji jest bardzo istotne w projektowaniu detali z tworzyw sztucznych, każda zmiana w formie wtryskowej jest bardzo kosztowna i czasochłonna a czasami nie wykonalna np. ze względu na kolizję z istniejącymi kanałami chłodzącymi. Ewentualne zmiany po wykonaniu pierwszych wyprasek z formy powinny się ograniczyć do podwyższenia i pogrubienia żeberek.

### **2.3. Oprogramowanie**

Wszystkie elementy zostały zaprojektowane w środowisku CAD 3D, były to programy Pro Engineer, Mechanical, Inventor. Wszystkie wytyczne projektowe zostały uwzględnione w modelu CAD 3D. Oprogramowanie wspomagające prace projektowe umożliwia eliminację większości kolizji i grubych błędów, zanim zostanie wykonany pierwszy prototyp. Możliwa jest wstępna ocena poprawności pracy mechanizmów.

## **3. WSTĘP DO OPTYMALIZACJI KONSTRUKCJI**

### **3.1. Motywacja**

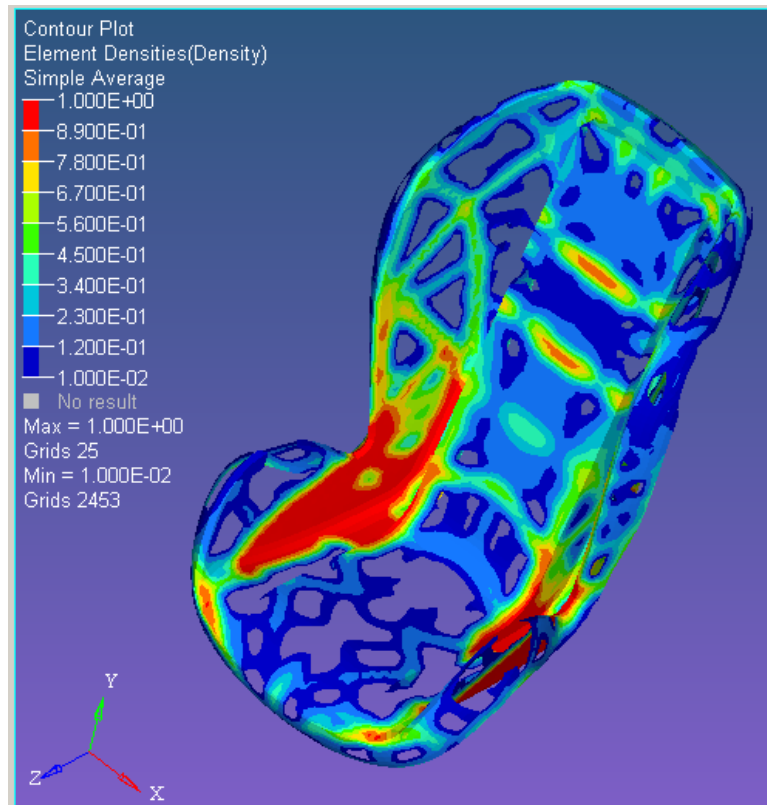
Doświadczenie zdobyte w czasie prac badawczych, projektowych i wdrożeniowych konstrukcji fotelika wskazały również pewne ograniczenia w tradycyjnym podejściu do analizy konstrukcji Metodą Elementów Skończonych. Przyjęta powszechnie sekwencja:

- budowa modelu CAD,
- analiza MES,
- wprowadzenie wynikających z analizy poprawek,
- powtórna analiza sprawdzająca,

jest powtarzana do uzyskania zadowalającego efektu.

Dostępne obecnie oprogramowanie do optymalizacji kształtu konstrukcji korzysta z jądra obliczeniowego MES. Jego zaletą jest wskazywanie możliwych do zastosowania rozwiązań a nie tylko weryfikacja opracowanych przez projektanta konstrukcji. Wynikiem optymalizacji jest model CAD 3D.

### 3.2. Wyniki wstępnej optymalizacji topologicznej

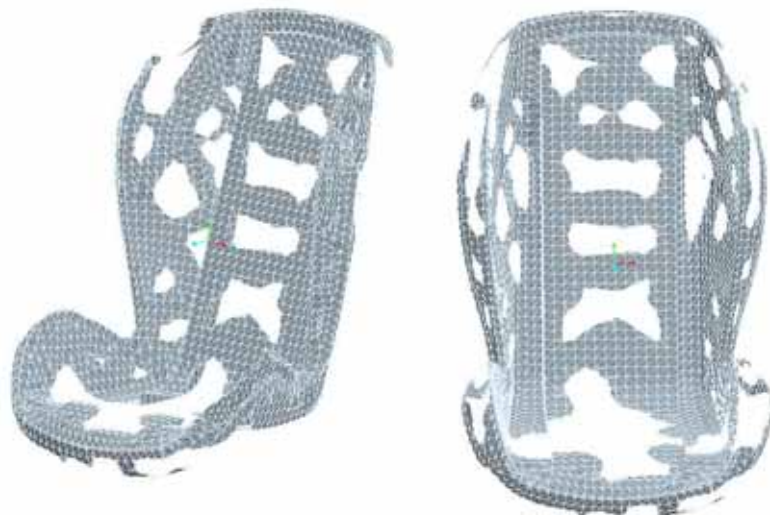


**Rys. 1.** Wynik optymalizacji topologicznej modelu fotelika samochodowego. Kolory prezentują stopień ubytku masy

Na rysunku 1 został przedstawiony wynik optymalizacji, której celem była redukcja masy przy możliwie małym spadku sztywności. Wykorzystana została funkcja topologiczna programu HyperWorks, polegająca na proporcjonalnej redukcji masy w stosunku do przenoszonych obciążeń.

### 3.3. Wynikowy model CAD

Program umożliwia eksport wyników optymalizacji kształtu jako model CAD. Dzięki temu mogą być kontynuowane prace projektowe, np. dopracowanie pod kątem technologii produkcji.



Rys. 2. Model CAD jako wynik optymalizacji topologicznej

## PODSUMOWANIE

Optymalizacja otwiera nowe możliwości dla konstruktorów. Dotychczas projektant przewidywał jaki będzie najlepszy kształt ze względu na przenoszone przez obiekt obciążenia i pełnione przez niego funkcje. Narzędzia optymalizacyjne dają odpowiedź jaki będzie najbardziej optymalny kształt przy zadanych obciążeniach, ograniczeniach i właściwie zdefiniowanym celu działania.

## BIBLIOGRAFIA

1. Fern – Bank, (2007) *Crisis Communication: A Casebook approach*.
2. <http://otomotif.kompas.com/read/xml/2009/08/24/toyota.recall.690.000.kendaraan.di.china>
3. [http://www.wartaekonomi.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4282:recall-besar-besaran-toyota-pengaruhi-perekonomian-jepang](http://www.wartaekonomi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=4282:recall-besar-besaran-toyota-pengaruhi-perekonomian-jepang)
4. <http://otomotif.kompas.com/read/xml/2010/02/25/presiden.toyota.motor.corp.akio.toyoda.minta.maaf>
5. <http://otomotif.kompas.com/read/xml/2010/02/25/18430759/dukungan.mengalir.buat.toyoda>

## INTRODUCTION TO DESIGN OPTIMIZATION CHILD RESTRAINT SYSTEMS USING CAD AND FEM SOFTWARE

### *Abstract*

*The article describes the most important functions of Child Restraint Systems (CRS). Discussed a process of design a CRS based on the production implemented project. Prototypes build in developed process are presented and selected results of FEM optimization.*

**Key words:** Child Restraint Systems, design, construction, optimization, CAD and MES systems.

### *Autorzy:*

mgr inż. **Bartosz Zdunek** – Politechnika Gdańska, Kreator s.c. Gdańsk  
dr inż. **Marek Augustyniak** – Politechnika Gdańska, Desart Gdynia  
dr hab. inż. **Stanisław Taryma** – Politechnika Gdańska

