

# Aparaty słuchowe Hi-Fi z Multiphysics Modeling

POLITECHNIKA POZNAŃSKA  
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania  
Mechanika i Budowa Maszyn  
Technologia Przetwarzania Materiałów

Prowadzący:

dr hab. Tomasz Stręk

Opracowali:

Tomasz Glapiński

Ryszard Grzelka

Robert Górny

Piotr Cykman

Jeremiah Kithethu

# COMSOL MULTIPHYSICS

COMSOL Multiphysics jest środowiskiem symulacyjnym, rozwiązującym układy nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych, przy wykorzystaniu metody elementów skończonych w jednym, dwóch lub trzech wymiarach. Jego elastyczność i cechy praktyczne pozwalają skoncentrować się na modelowanych zjawiskach bez konieczności dużego doświadczenia w użytkowaniu konkretnego programu.

Comsol posiada bardzo przyjazny i intuicyjny dla użytkownika interfejs (GUI) pozwalający na szybkie i wygodne tworzenie modeli, uruchamianie symulacji oraz wizualizację wyników. Eksperymentując z różnymi parametrami i geometrią modelowanego obiektu, użytkownik może szybko poznać i zrozumieć wpływ różnych parametrów na zachowanie całego systemu. Ułatwia to późniejsze przejście do zaawansowanej analizy systemu, projektowania i optymalizacji.

Rosnące zapotrzebowanie na aparaty słuchowe wymusza na producentach stosowanie coraz nowocześniejszych technologii aby urządzenia te były bardziej atrakcyjne i skuteczne.

Program COMSOL<sup>®</sup> okazał się bardzo przydatny podczas projektowania aparatów słuchowych ze względu na możliwość dowolnego wyznaczenia równania oraz dostarczenie innego formatu zintegrowanego sygnału przetwarzania modelu.

Z pokolenia Baby Boomer coraz większa liczba osób w wieku emerytalnym cierpi z powodu utraty słuchu.

Amerykańska Akademia Audiologii szacuje tę liczbę na około 36 milionów Amerykanów. Dodaje także, że połowa z tych osób ma mniej niż 65 lat, a około 12 % wszystkich dzieci w wieku od 6 do 9 lat z powodu nadmiaru hałasu ma problemy ze słuchem.

Wiele z tych osób jest kandydatami do korzystania z aparatów słuchowych.

Spełnienie wymogów rynku sprawia, że aparaty słuchowe są coraz bardziej skuteczne i mniej uciążliwe. Takim aparatem słuchowym jest model BTE (za ucho).



Model BTE przenosi dźwięk z aparatu słuchowego przez plastikową rurkę do wnętrza ucha, która pasuje do kanałów słuchowych.

Niewielkie ilości dźwięku nie trafiają do ucha , a jeśli aparat słuchowy jest źle zaprojektowany mikrofon może wychwycić te dźwięki i doprowadzić do trzasku w aparacie lub innych niepożądanych skutków.

Aby wyeliminować te efekty projektanci szukają ulepszonych materiałów na rurki, optymalnego rozmieszczenia mikrofonów, a także algorytmów sprzężenia zwrotnego, które zredukują krytyczne częstotliwości.

# DAŻENIE DO LEPSZEGO SŁUCHU

Modelowanie w programie COMSOL ma duży wpływ na stabilność i niezawodność algorytmów.

Wcześniej algorytmy opierały się na podstawie eksperymentalnych pomiarów samego aparatu słuchowego. Jednakże istnieje wiele aspektów, które trzeba wziąć pod uwagę w celu stworzenia optymalnego algorytmu sprzężenia zwrotnego np. kształt małżowiny usznej oraz położenie aparatu na uchu.

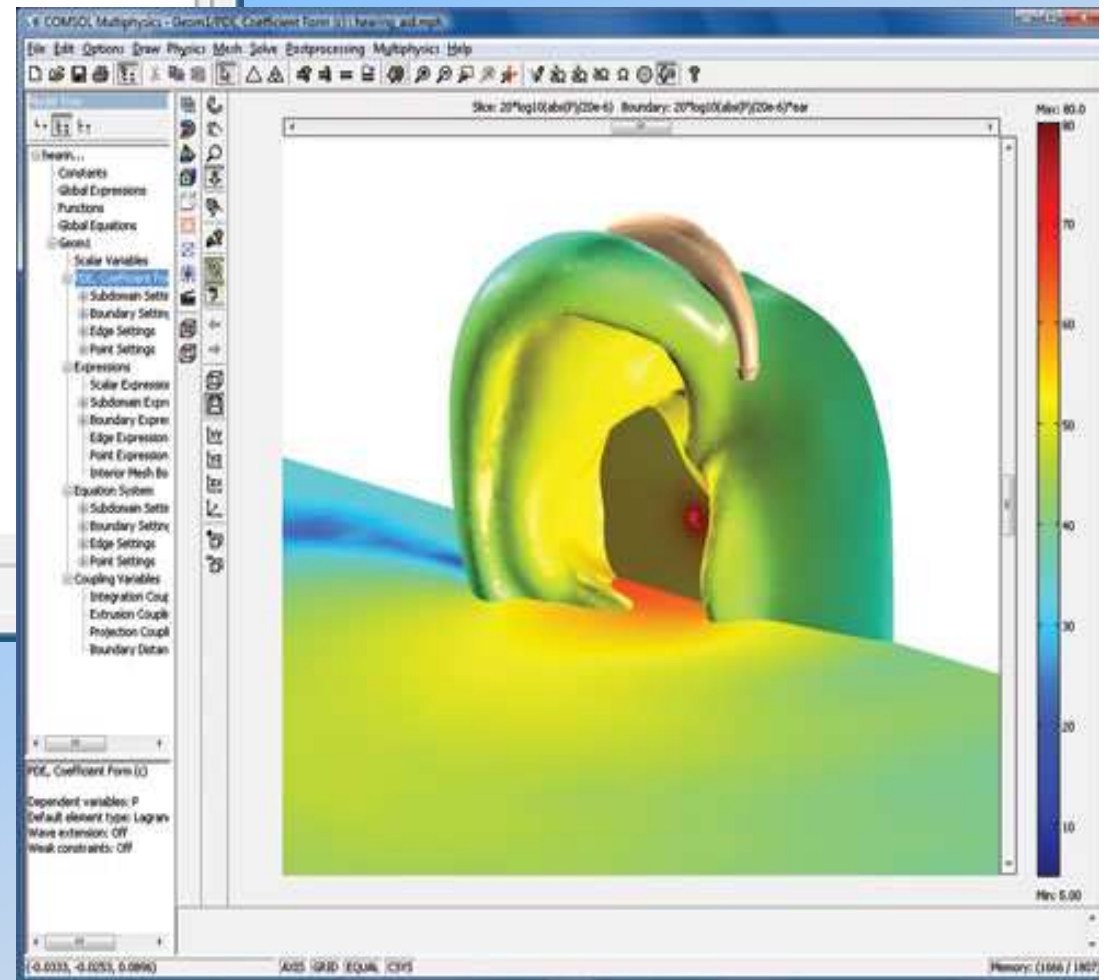
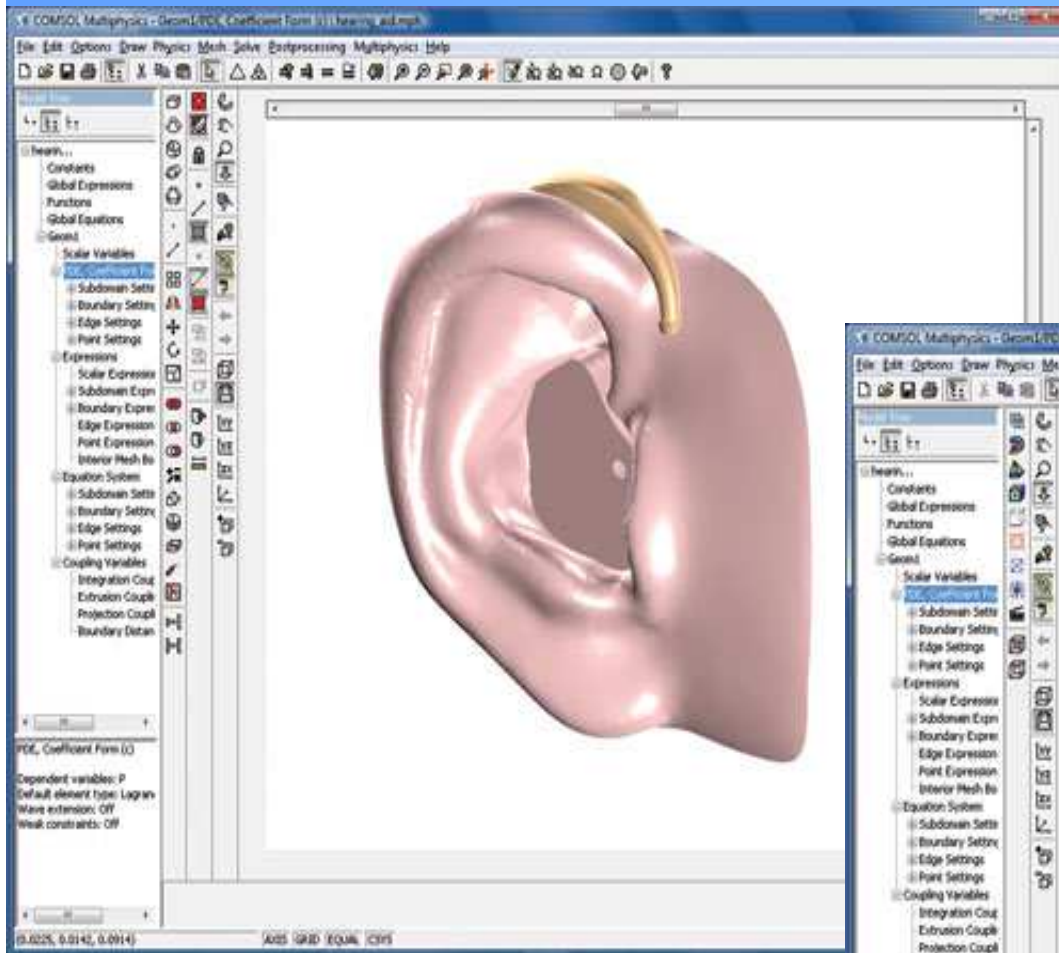
Dzięki programowi COMSOL możemy dodać szczegóły, które są trudne do uzyskania z badań doświadczalnych.

Chodź dziś wszystkie aparaty słuchowe korzystają z algorytmu sprzężenia zwrotnego, który jest uniwersalny dla wszystkich osób to w przyszłości algorytm ten może być przystosowany do indywidualnego kształtu ucha każdego człowieka.



Program COMSOL Multiphysics<sup>®</sup> jest szczególnie przydatny w badaniach dotyczących poprawy słuchu, które są oparte przede wszystkim na termolepkości akustycznej. Pakiet ten nie jest dostępny w innych programach symulacyjnych.

Możliwości COMSOL dotyczące układów równań były kluczowe w rozwoju aparatów słuchowych. Ponadto, swoboda określenia dowolnych warunków brzegowych jest bardzo pożyteczne.



CAD Import Module do czytania w Pro / ENGINEER<sup>®</sup> pozwala na zaimportowanie rysunków i użyciu ich w trybie COMSOL PDE's. Na podstawie otrzymanych wyników w programie COMSOL, można utworzyć algorytm oparty na MATLAB<sup>®</sup>, który jest programem komputerowym do wykonywania obliczeń naukowych i inżynierskich oraz do tworzenia symulacji komputerowych.

Dzięki temu zastosowaniu został znaleziony bardzo bliski związek między dźwiękiem, a ciśnieniem w aparatach słuchowych. Używając tych algorytmów i testując ustawienia zostało skonstruowane plastikowe ucho.

# BADANIE EFEKTU CIENIA W UCHU

Wyniki modelowania wpłynęły na optymalizację aparatów słuchowych oraz ich stabilność mechaniczną w celu najlepszego rozmieszczenia mikrofonów. Stało się to możliwe ponieważ dysponujemy lepszymi narzędziami do badania efektu cienia ucha.

Modelowania używamy także aby znaleźć jak najlepszą lokalizację otworu dla formy ucha, która jest niezbędna by zapobiec niepotrzebnemu tłumieniu niskich częstotliwości.

# OPRACOWANIE KOMPLEKSOWEGO MODELU

Dzięki badaniom COMSOL zdobywamy o wiele lepsze zrozumienie akustyki słuchu co przekłada się na coraz to lepszą jakość aparatów słuchowych.

COMSOL Multiphysics przyczynia się do rozwoju nowoczesnych technologii aparatów słuchowych. W badanych aparatach słuchowych można opisywać wiele różnych zjawisk fizycznych uzyskując wyniki bardzo dokładnie odzwierciedlające zachowanie rzeczywistego systemu.



**DZIĘKUJEMY  
ZA  
UWAGĘ**