

POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ BUDOWY MASZYN I ZARZĄDZANIA
MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
M-1



Laboratoria MES

Porównanie opływu samochodu osobowego i ciężarowego.

Prowadzący:

Dr inż. Tomasz Stręk

Wykonał:

Hubert Jakrzewski
Specjalizacja IRW, Semestr VI
Rok Akad. 2009/2010

1. Wstęp

Opór powietrza ma decydujący wpływ na zużycie paliwa i poziom szumu powstającego podczas jazdy. Jak duży opór stawia powietrze podczas jazdy samochodem, można zauważyć, wystawiając rękę z otwartą dłońią za uchyloną szybę.

Powierzchnia czołowa auta osobowego wynosi około 2 m^2 . Opór powietrza jest więc bardzo duży, a na jego pokonanie trzeba zużyć dużo energii. Dlatego konstruktorzy starają się nadawać karoserii samochodów takie kształty, aby współczynnik C_x był jak najmniejszy. Jego wartość w nowych aerodynamicznych autach wynosi poniżej 0,3.

Współczynnik oporu powietrza bada się w tunelach aerodynamicznych. Mamy tam do czynienia z sytuacją odwrotną do rzeczywistej, tzn. samochód stoi w miejscu, a tłoczone powietrze opływa go strugą. Często dla uzyskania lepszego efektu strugi się barwi. Wówczas widać, jak powietrze opływa samochód i gdzie powstają zawirowania. Niekiedy próby przeprowadzane są w basenie z wodą, gdzie zamiast powietrza auto opływa woda. Najniższy współczynnik oporu powietrza ma odwrócona o 90 stopni kropla wody. Bliski optymalnego ma kształt jajko. Dobre kształty z punktu widzenia oporów powietrza mają kadłuby samolotów. W samolotach C_x wynosi od 0,03 do 0,05. Opór powietrza jest największy, gdy napotyka płaską ścianę. Wtedy C_x wynosi 1,5. Współczynnik C_x nie zależy od wielkości auta. Ciężarówka czy autobus mogą mieć równie dobry współczynnik C_x jak auto osobowe.

Z punktu widzenia aerodynamiki powinny być budowane samochody o idealnie gładkiej powierzchni, np. w kształcie jajka. Ale nie jest to możliwe. Samochód ma wiele elementów wystających: lusterka, błotniki, układ wydechowy, wycieraczki, klamki. Duży wpływ na opór powietrza ma nie tylko kształt nadwozia, ale także płyta podłogowa, czyli spód samochodu. W najnowszych konstrukcjach płyty podłogowe są płaskie, takie elementy jak układ wydechowy i katalizator są w nią wkomponowane. Zainstalowanie właściwych spoilerów z przodu i z tyłu pozwala na obniżenie współczynnika C_x średnio o 12 proc.

Konstruktorzy cały czas myślą, jak w przypadku aut osobowych zejść ze współczynnikiem oporu powietrza C_x do wartości 0,2. Jeśli się to uda, efektem będzie istotne obniżenie zużycia paliwa. Opór powietrza rośnie wraz z kwadratem szybkości, a więc im wyższa prędkość, tym większe zużycie paliwa ze względu na zwiększony opór powietrza. Optymalny leży pomiędzy najniższym z możliwych do uzyskania współczynników C_x a rozsądną prędkością. Otworzenie okna pogarsza C_x o 5 proc., podobnie jest z szyberdachem, a zainstalowanie szerokich, ale eleganckich fartuchów przeciwbłotnych pogarsza C_x aż o 7 proc.

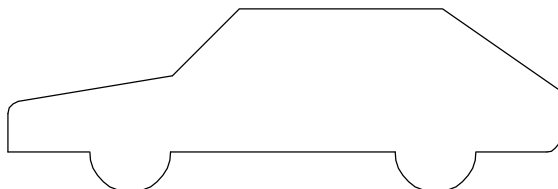
Opory powietrza i zużycie paliwa

- Obecnie w samochodach, pod względem aerodynamicznym badany jest kształt prawie każdego elementu. Np. opór zawirowań strug powietrza na bokach może podnieść współczynnik C_x o 8 proc.
- Źle wyprofilowane detale, takie jak lusterka, uszczelki, kołpaki kół mogą zwiększyć ten współczynnik aż o 15 proc. Burzliwy przepływ powietrza przez układ chłodzenia i komorę silnika może podwyższyć C_x o 10 proc.
- Użytkownikowi pojazdu zdarza się zwiększać współczynnik C_x . Okna otwarte podczas jazdy powodują wzrost jego wartości o 5 proc., otwarty dach o 2 proc., a bagażnik dachowy może zwiększyć współczynnik nawet o 40 proc.
- Prędkość jazdy wpływa na wzrost siły oporu i to aż w kwadracie. Do 80 km/h opór aerodynamiczny odgrywa małą rolę w bilansie mocy i wymaga jedynie 1,4 KM. Przy 120 km/h już 22 KM i stanowi ok. połowę występujących oporów ruchu, co znacznie zwiększa zużycie paliwa.

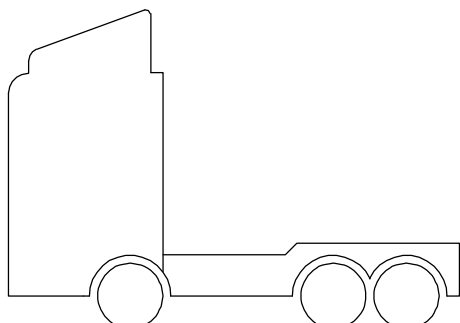
2. Dane wejściowe:

W projekcie tym poddany badaniu zostanie opływ powietrza wokół samochodu osobowego oraz wokół samochodu ciężarowego bez naczepy.

a) model samochodu osobowego:



b) model samochodu ciężarowego:



Do obliczeń użyłem moduł: Fluid Dynamics, Incompressible Navier-Stokes, Transient analysys.

Stałe obliczeniowe:

$U_{max} = 1,5[\text{m/s}]$ - maksymalna prędkość początkowa

$Re = 150$ - liczba Reynoldsa

$\rho_0 = 1[\text{kg}/\text{m}^3]$ - gęstość pola

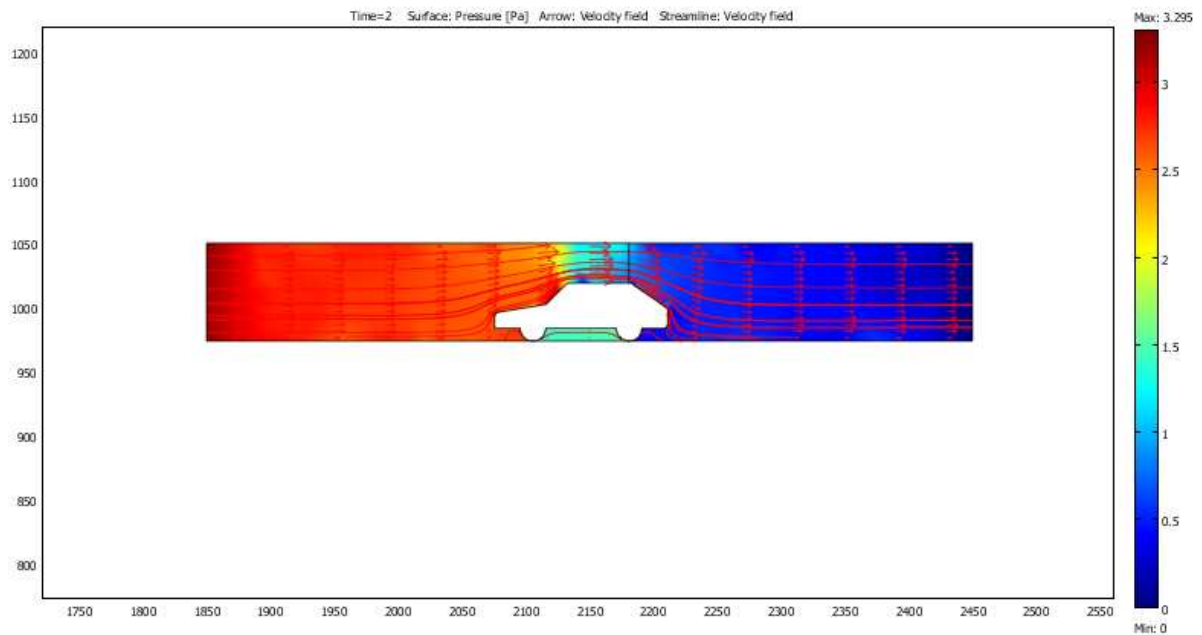
$\eta_0 = 1\text{e-}3[\text{Pa}\cdot\text{s}]$ - lepkość dynamiczna.

Główne równanie:

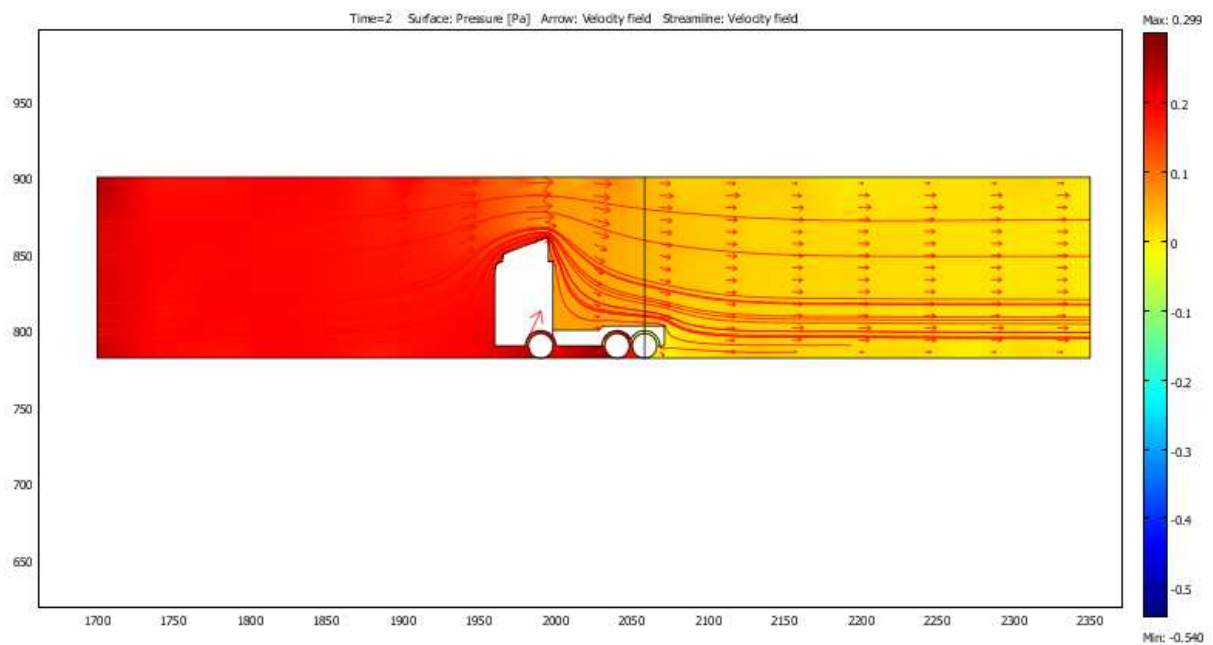
$$\frac{\rho \partial u}{\partial t} + \rho(u * \nabla)u = \nabla * [-pI + \eta(\nabla u + (\nabla U)^T)] + F$$

3. Otrzymane wyniki:

a) Samochód osobowy:



b) Samochód ciężarowy:



4. Wnioski:

Na podstawie przeprowadzonego badania można wywnioskować, że lepsze właściwości aerodynamiczne posiada samochód osobowy. Opływowa sylwetka powoduje, że powietrze łagodniej, z mniejszymi oporami opływa całe auto. Również za samochodem występuje mniejsze załamanie widma co ma także duży wpływ na jego poruszanie się, powoduje to bowiem lepszy docisk samochodu do jezdni a tym samym stabilniejsza jazdę. Mniejsze opory powietrza powodują także mniejsze spalania bardziej aerodynamicznych samochodów co w dzisiejszych czasach jest bardzo ważnym czynnikiem.