

Obliczenia

1. Ciśnienie wiatru.

Według wstępnych założeń maksymalna prędkość samochodu ma wynosić 300km/h. Ciśnienie jakie generuje wiatr w zależności od prędkości można obliczyć ze wzoru:

$$q = 0,5\rho v^2$$

gdzie: q – ciśnienie wiatru [Pa], ρ – gęstość strugi powietrza [$\frac{kg}{m^3}$], v - prędkość wiatru [$\frac{m}{s}$].

Gęstość powietrza atmosferycznego o temperaturze 20°C i ciśnieniu 1000hPa wynosi 1,19 [$\frac{kg}{m^3}$].

a) Dla prędkości maksymalnej i bezwietrznej pogody.

Przy bezwietrznej pogodzie prędkość wiatru równa się prędkości samochodu.

$$q_1 = 0,5 * 1,19 * 83,3^2 = 4128,6Pa$$

b) Dla prędkości maksymalnej wietrznej pogody.

Założono, że pojazd jedzie pod wiatr o sile 6 w skali Beauforta, czyli o prędkości maksymalnie 13,8m/s. Jest to prędkość jaką należy dodać do prędkości samochodu, by uzyskać wartość względnej prędkości wiatru.

$$q_2 = 0,5 * 1,19 * (83,3 + 13,8)^2 = 5609,9Pa$$

2. Siła nacisku wiatru.

By obliczyć siłę z jaką wiatr naciska na skrzydło należy skorzystać ze wzoru:

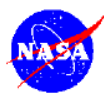
$$F = \rho * S * C_d$$

gdzie: F – siła z jaką wiatr naciska na skrzydło, S – powierzchnia, która wieje wiatr (rzut powierzchni na płaszczyznę normalną), C_d – współczynnik oporu powietrza.

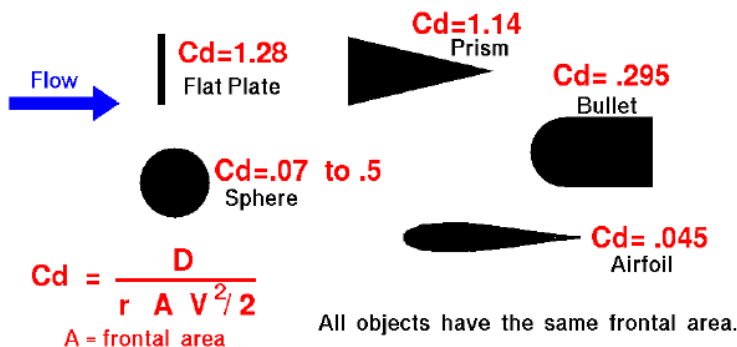
Gdy skrzydło zostanie uniesione do pionowej pozycji (hamowanie) pole rzutu jego powierzchni prostopadłej do kierunku działania wiatru wynosi (wyliczone w programie Inventor):

$$S = 381499,857mm^2 = 0,381m^2$$

Współczynnik oporu powietrza wyznacza się eksperymentalnie w tunelu aerodynamicznym. Jednak z braku dostępu do takowego tunelu, więc posłużono się pewnym przybliżeniem, bazując na współczynnikach dla różnych kształtów udostępnianych przez NASA (Rysunek 1).



The shape of an object has a very great effect on the amount of drag.



Rysunek 1 Współczynnik oporu powietrza dla różnych kształtów [NASA].

Skrzydło w pozycji pionowej można przyrównać do płaskiej powierzchni (Rysunek 1) i przyjąć współczynnik oporu powietrza $C_d = 1,28$. Tak więc siła jaką wiatr będzie naciskał na skrzydło:

- a) Przy bezwietrznej pogodzie

$$F_1 = q_1 * S * C_d = 4128,6 * 0,381 * 1,28 = 2013,44N \approx 2kN$$

- b) Przy wietrze o sile 6 w skali Beauforta

$$F_2 = q_2 * S * C_d = 5609,9 * 0,381 * 1,28 = 2735,84N \approx 2,74kN$$

Jednocześnie można zauważyć, że dla kształtu o profilu zbliżonym do skrzydła (Rysunek 1) współczynnik oporu powietrza osiąga bardzo małą wartość. Oznacza to, że gdy spojler zostanie ustawiony w odpowiedniej pozycji, generowany przez niego opór powietrza oraz działająca na niego siła będą pomijalnie małe.

3. Siła potrzebna do zmiany pozycji skrzydła.



Rysunek 2 Rzut powierzchni skrzydła z zaznaczoną osią montażu.

Skrzydło zostało zamocowane tak, by wykorzystać siłę naciskającego na nie powietrza do zwiększania kąta natarcia spojlera. Siła potrzebna do zmiany położenia skrzydła jest więc różnicą sił nacisku powietrza na powierzchnie powyżej i poniżej osi montażu (Rysunek 2). Zgodnie z modelem powierzchnie te wynoszą:

- a) Powierzchnia generująca siłę przeciwdziałającą zwiększaniu kąta natarcia:

$$S_1 = 196269,266mm^2 = 0,196m^2$$

b) Powierzchnia generująca siłę pomagającą w zwiększaniu kąta natarcia:

$$S_2 = 184998,385 \text{ mm}^2 = 0,185 \text{ m}^2$$

Różnica powierzchni wynosi:

$$S_1 - S_2 = 0,196 - 0,185 = 0,011 \text{ m}^2$$

Jak widać powierzchnie te mają prawie identyczne pole i działające na nie siły prawie całkowicie się równoważą. Tak więc siła potrzebna zmiany pozycji skrzydła jest bardzo mała i wynosi:

a) Dla bezwietrznej pogody:

$$F'_1 = \frac{0,011}{0,381} * F_1 = \frac{0,011}{0,381} * 2013,44 = 58,13 \text{ N}$$

b) Dla jazdy pod wiatr:

$$F'_2 = \frac{0,011}{0,381} * F_2 = \frac{0,011}{0,381} * 2735,84 = 78,99 \text{ N}$$