

# ANALIZA WPŁYWU AERODYNAMIKI LUSTEREK SAMOCHODU CIĘŻAROWEGO NA ZUŻYCIE PALIWA

Autor: mgr inż. ARKADIUSZ MACEK Opiekun naukowy: prof. uczelni dr hab. inż. MACIEJ ZAWIŚLAK

## WPROWADZENIE

W ostatnich latach zaobserwowano znaczący trendy w optymalizacji pracy samochodów ciężarowych. Konstruktorzy starają się poprawić efektywność pracy jednostek spalinowych, ergonomii pracy kierowcy oraz poprawę aerodynamiki tych pojazdów. Na drogach poruszają się olbrzymie ilości tych pojazdów, zużywają one znaczne ilości paliwa. Każda nawet najmniejsza poprawa w konstrukcji pojazdu przekłada się na ekologiczną i ekonomiczną poprawę ich eksploatacji.

Jednak pojazdy te muszą spełniać szereg obostrzeń oraz norm. W przypadku lusterek zewnętrznych samochodów ciężarowych norma jaką muszą spełniać te pojazdy na terenie Unii Europejskiej to: „Regulamin nr 46 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite wymagania dotyczące homologacji urządzeń widzenia pośredniego oraz homologacji pojazdów silnikowych w odniesieniu do instalacji tych urządzeń” [1]. Norma ta określa ilość oraz położenie lusterek w pojeździe. Każde z lusterek ma określony cel oraz powinno zapewnić odpowiednie pole widzenia do operatora pojazdu.

Z punktu widzenia aerodynamiki pojazdu największą rolę odgrywają lusterka boczne, są one największe oraz ich położenie powoduje znaczne opory aerodynamiczne pojazdu. Z tego powodu ich kształt ma znaczący wpływ na poprawę aerodynamiki całego pojazdu oraz na opory jakie powstają w tym pojeździe.

## METODOLOGIA ORAZ POMIARY

Podczas procesu analizy wykorzystano następujące założenia:

- masa samochodu ciężarowego, 40 000 [kg]
- długość pojazdu, 18,75 [m]
- szerokość pojazdu, 2,55 [m]
- wysokość pojazdu, 3,5 [m]
- prędkość, stała 25 [m/s]
- podłoże, asfalt
- brak wzniesienia (ruch po płaskim podłożu)
- spalanie samochodu ciężarowego przed optymalizacją, 35l/100km

Opory ruchu pojazdu zostały wyliczone na podstawie następujących wzorów:

$$F = F_t + F_p + F_w + F_b + F_u \quad (1)$$

- $F_t$  – opory toczenia
- $F_p$  – opory powietrza
- $F_w$  – opory wzniesienia
- $F_b$  – opory bezwładności mas wirujących
- $F_u$  – opory uciągu

Opory toczenia:

$$F_t = G f_t \quad (2)$$

- $G$  – ciężar samochodu
- $f_t$  – współczynnik oporu toczenia

Opory aerodynamiczne:

$$F_p = 0,5 \rho c_d A V^2 \quad (3)$$

- $\rho$  – gęstość
- $c_d$  – współczynnik oporów aerodynamicznych
- $A$  – pole przekroju poprzecznego

Opory wzniesienia:

$$F_w = G \sin \alpha \quad (4)$$

- $G$  – ciężar samochodu
- $\alpha$  – kąt wzniesienia

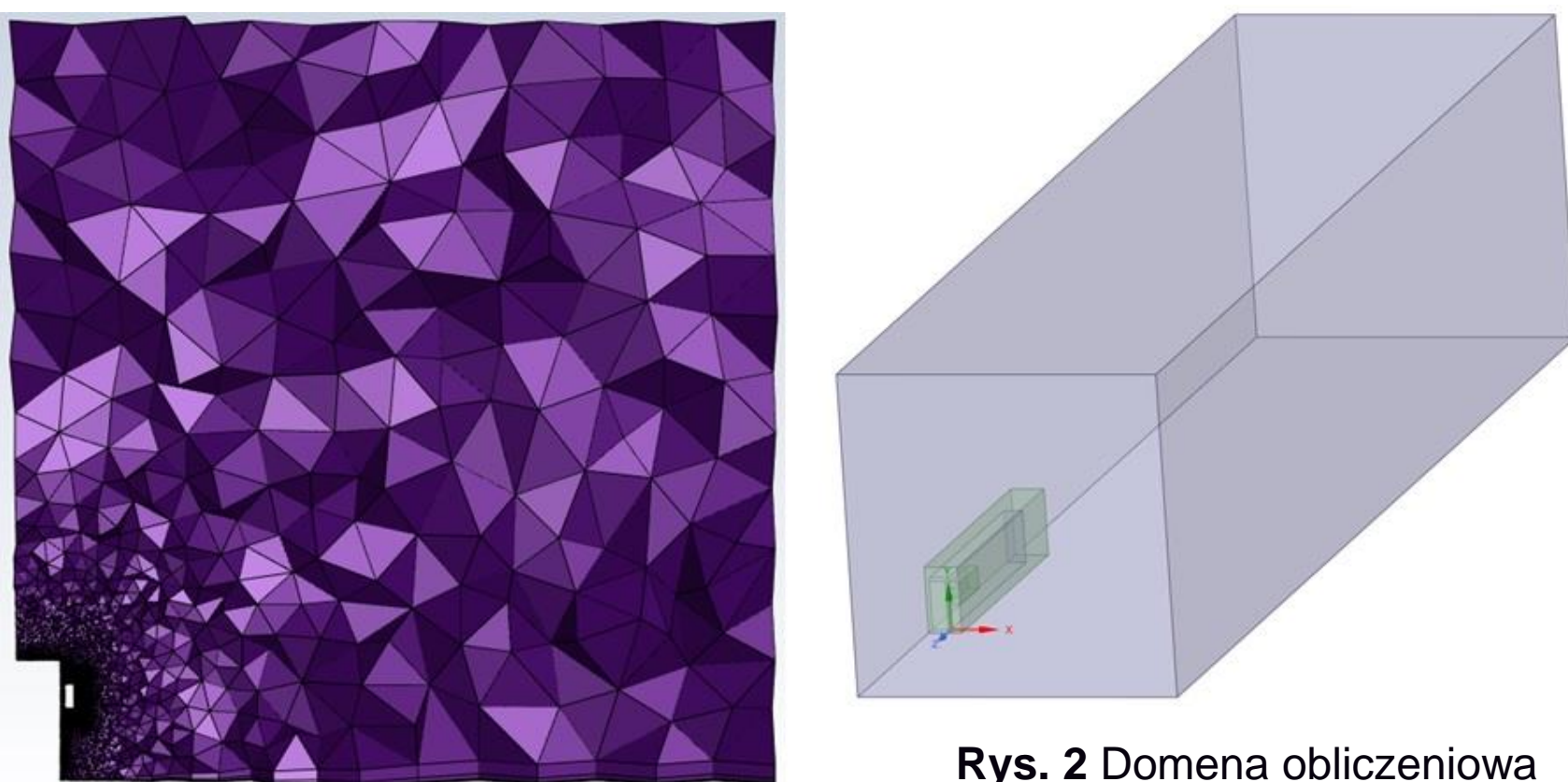
Opory bezwładności:

$$F_b = \delta G \frac{dv}{dt} \quad (5)$$

- $\delta$  – współczynnik oporów bezwładności mas samochodu, uwzględniający wpływ mas obrotowych
- $G$  – ciężar samochodu

Opory uciągu:

$$F_u = F_t' + F_p' + F_w' + F_b' \quad (6)$$



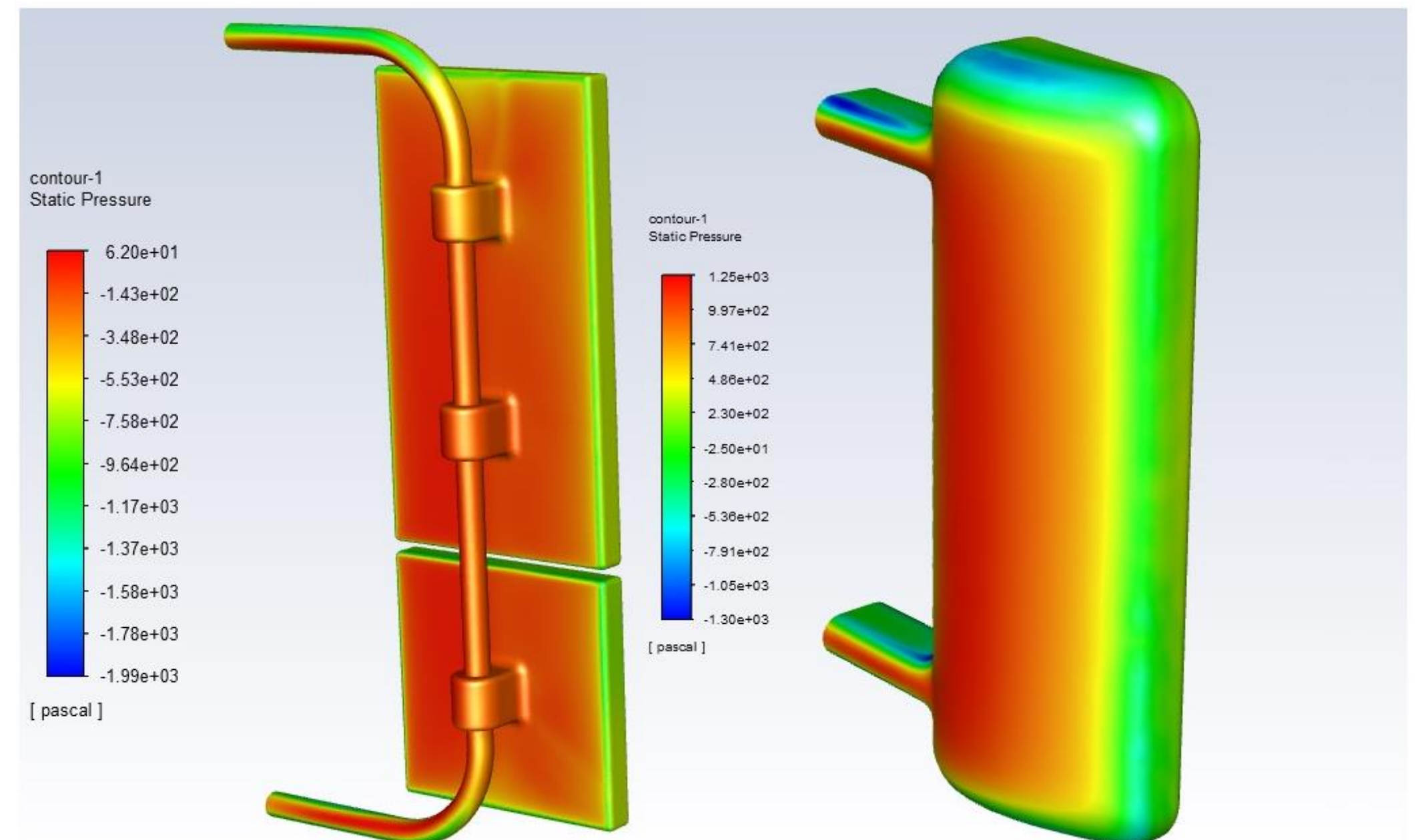
Rys. 2 Domena obliczeniowa

Domena obliczeniowa została dobrana odpowiednio do wielkości modelu, jej wielkość to 100x22x22 [m]. Model dyskretny składa się z około 7 milionów elementów. W dyskretyzacji modelu użyte zostały elementy sześciennie. Dodatkowo w celu odwzorowania warstwy przyściennej użyto elementy typu pryzm (10 warstw, y+ zależny od wielkości elementu). Zastosowano także dodatkowe zagęszczenia wolumetryczne, w obszarach występowania największych turbulencji.



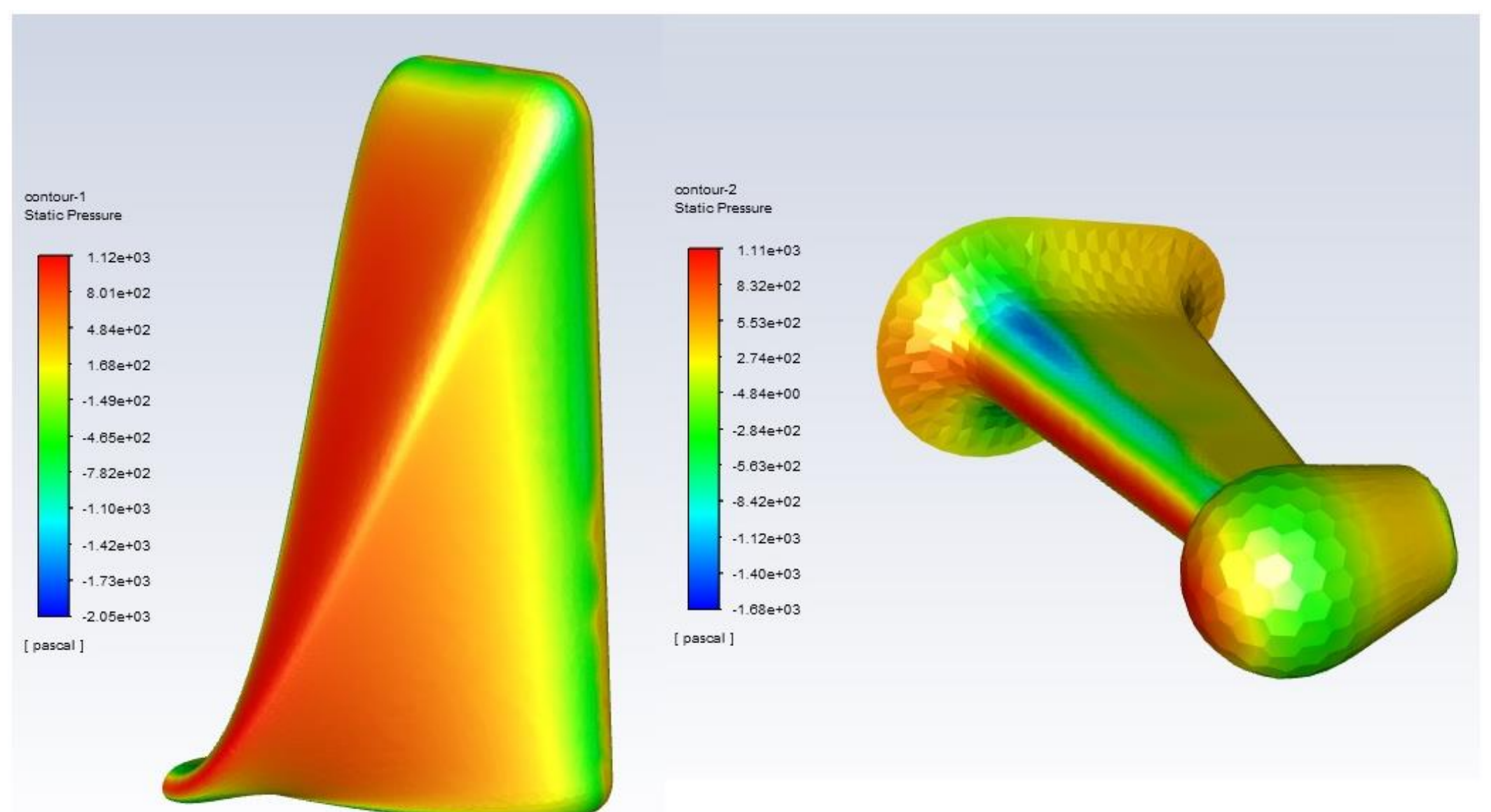
Rys. 1 Siatka modelu dyskretnego

## MODELE LUSTERKA SAMOCHODU CIĘŻAROWEGO



Rys. 3 Lusterko 1

Rys. 4 Lusterko 2

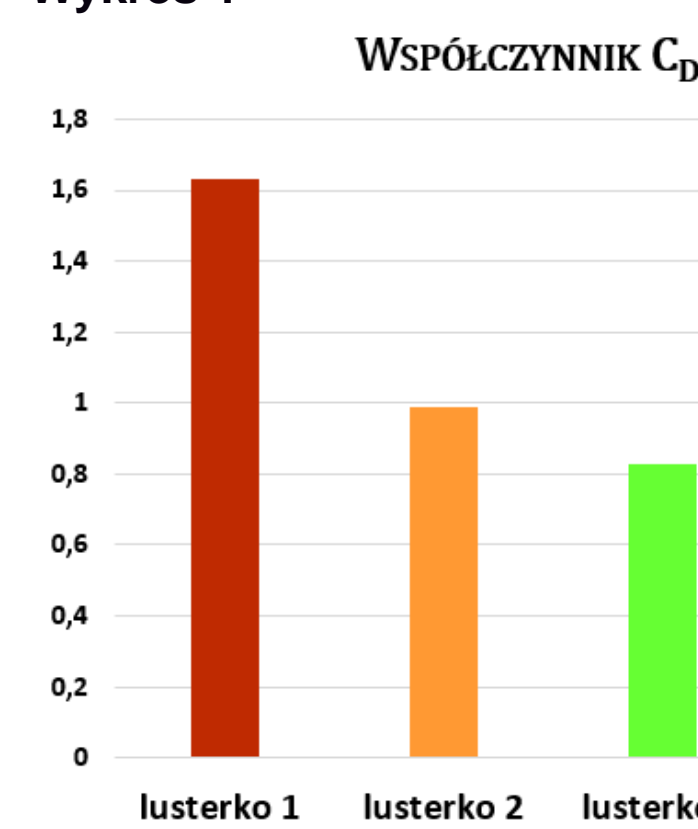


Rys. 5 Lusterko 3

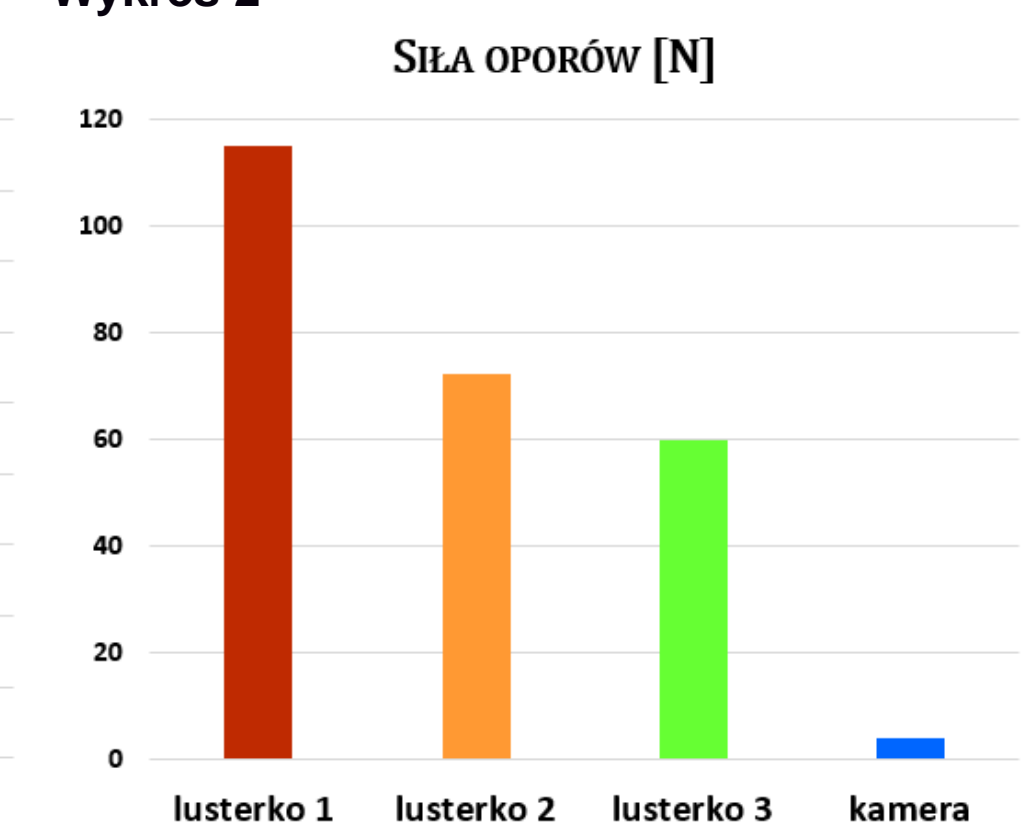
Rys. 6 Kamera

## WYNIKI

### Wykres 1



### Wykres 2



### Tabela 1

Model	Siła oporów aerodynamicznych powstałych na lusterkach po obu stronach pojazdu [N]	Zmniejszenie oporów aerodynamicznych w [%]	Zmniejszenie zużycia paliwa w [%]	Zmniejszenie zużycia paliwa w [l] na 100 [km]
Lusterko 1	229,8	-	-	-
Lusterko 2	144,2	3,1	2,7	0,94
Lusterko 3	119,6	4	3,4	1,2
Kamera	8,4	7,9	6,4	2,43

Wyniki obliczeń zostały przedstawione w tabeli 1. Wyniki z tabeli pozwalają ocenić, iż kształt lusterka pojazdu ciężarowego ma znaczący wpływ na opory aerodynamiczne wytwarzane przez ten pojazd. Wartości sił oporów spadły z 229,8 [N] do 119,6 [N] w przypadku lusterka oraz do 8,4 [N] w przypadku kamery. Są to znaczne wartości, które przedstawiają znaczne zmniejszenie zużycia paliwa przez tego typu pojazd. Suma wszystkich sił działających na pojazd to 3193 [N], z czego 2793 [N] czyli 87,47% to siły wynikające z oporów aerodynamicznych. Zmniejszenie wartości tych oporów w znaczący sposób zmniejszyło zużycie paliwa.

## BIBLIOGRAFIA

- „Regulamin nr 46 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite wymagania dotyczące homologacji urządzeń widzenia pośredniego oraz homologacji pojazdów silnikowych w odniesieniu do instalacji tych urządzeń”.
- Zawiślak M.: Metoda projektowania i modernizacji maszyn oraz układów przepływowych z zastosowaniem numerycznej mechaniki płynów, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2017.