

Wyleżoł Marek, dr inż.

Politechnika Śląska, Instytut Podstaw Konstrukcji Maszyn

tel. 600 035 071

e-mail: [marek.wylezol@polsl.pl](mailto:marek.wylezol@polsl.pl)

Artur Łach

e-mail: [artusmax@gmail.com](mailto:artusmax@gmail.com)

## MODYFIKACJA KONSTRUKCJI OSŁONY KABINY LEKKIEGO POJAZDU KONKURSOWEGO „MUSHELLKA”

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono propozycję postaci konstrukcyjnej nowej osłony kabiny pojazdu konkursowego MuShellka. Dzięki tej osłonie użytkowanie i osiągi pojazdu powinny ulec polepszeniu. Natomiast widoczność z pozycji kierowcy powinna zostać zachowana na wymaganym – przez organizatora konkursu Shell Eco-marathon - poziomie.

**Słowa kluczowe:** Shell Eco-marathon, MuShellka, CATIA v5, Smart Power

## CABIN COVER DESIGN MODIFICATION OF LIGHT COMPETITION VEHICLE „MUSHELLKA”

**Abstract:** This article proposes a design of a new cab guards of a competition vehicle MuShellka. With this cab guards operation and performance of the vehicle should be improved. However, the visibility of the driver should be maintained at the required - by the organizer of the Shell Eco-marathon competition - level.

**Keywords:** Shell Eco-marathon, MuShellka, CATIA v5, Smart Power

### 1. WPROWADZENIE

Shell Eco-marathon to organizowane przez koncern Shell światowej klasy zawody jazdy ekonomicznej odbywające się cyklicznie od 1939 roku. To wielkie wydarzenie gromadzi corocznie najlepsze zespoły uniwersyteckie z całego świata. Obecnie konkursy odbywają się na trzech kontynentach jednocześnie: w Europie, Ameryce oraz Azji.

W zawodach tych dwukrotnie (2012 i 2013) wziął udział m.in. zespół Smart Power zrzeszający studentów Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Wystawionym do konkursu w klasie prototypów o napędzie elektrycznym był pojazd o nazwie MuShellka. Pojazd ten biorąc udział w wyścigach uzyskał wyniki 425 km/kWh w 2012 r. i 454 km/kWh w roku następnym. Aktualny wynik jest rekordem Polski.

Pojazd ten, ze względu na coraz wyższe wymagania regulaminowe oraz konkurencję ze strony innych zespołów podlega ciągłej modernizacji.

Jedną z możliwych modernizacji dotyczy konstrukcji i wykonania osłony kabiny. W artykule opisano zakres możliwych modyfikacji oraz prawdopodobne korzyści, które dzięki temu uda się uzyskać.



Rys. 1 MuShellka podczas konkursu w Rotterdamie, rok 2013

## 2. OPIS AKTUALNEJ OSŁONY KABINY

Dotychczasowa osłona kabiny pojazdu została zaadaptowana z osłony kabiny jednego z szybowców polskiej konstrukcji. Adaptacja dotyczyła głównie przystosowania kształtu osłony do linii brzegowej kadłuba pojazdu oraz sposobu jej mocowania.

Dotychczasowa osłona charakteryzuje się następującymi cechami o charakterze pozytywnym:

- bardzo dobra przezroczystość,
- brak zniekształceń wizualnych,
- duża sztywność.

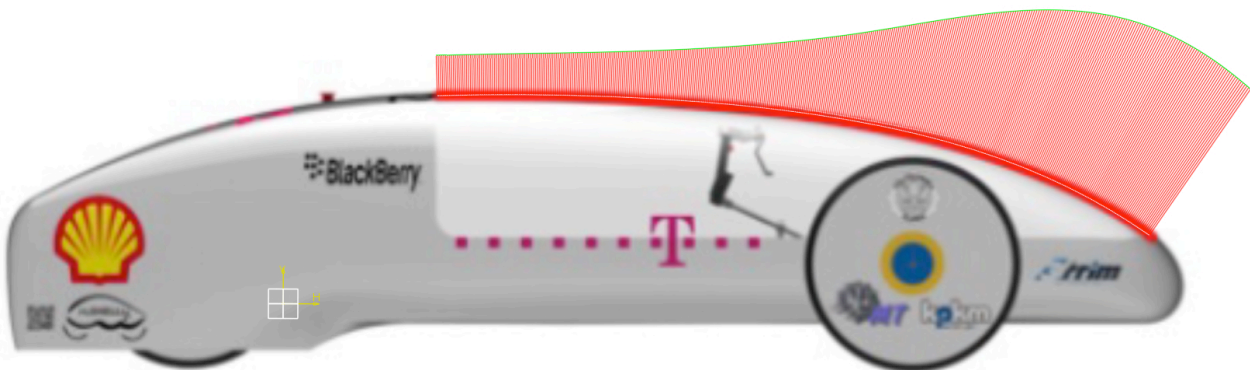
Niestety, osłona ta posiada również istotne wady, z których najważniejsze, to:

- duża masa (4,5 kg),
- niedoskonałość geometryczna w kontekście dopasowania do konstrukcyjnej postaci całego pojazdu (spore różnice przebiegu krzywizny zarysu bocznego, różnice widoczne są na rys. 2),
- wadliwe wykonanie układu mocowania do kadłuba - osłona podczas jazdy wpadała w drgania oraz miała tendencje do samoistnego unoszenia się; efekt ten widoczny jest na rys. 3.

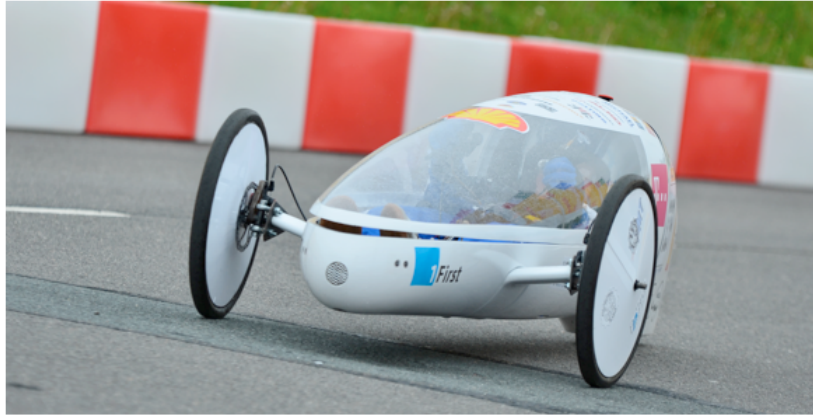
a)



b)



Rys. 2 Różnice w krzywiznach profili bocznych: a) obiekt rzeczywisty, b) model wirtualny



Rys. 3 Widoczny efekt unoszenia się osłony kabiny podczas jazdy

### 3. PROJEKT I KONSTRUKCJA NOWEJ OSŁONY

Celem opracowania nowej osłony było takie jej skonstruowanie, aby zachować wszystkie pozytywne cechy osłony obecnie stosowanej oraz aby maksymalnie wyeliminować zauważone błędy.

Realizując proces koncyptowania, zdecydowano się na koncepcję, według której nowa osłona powinna charakteryzować się następującymi cechami:

- 1) osłona powinna zostać podzielona na cztery osobne elementy: powłokę nośną, oszklenie, ramkę usztywniającą oraz uszczelkę,
- 2) powłoka nośna powinna zostać wykonana docelowo jako nieprzezroczysty kompozyt składający się z włókien węglowych, szklanych oraz aramidowych,
- 3) wieloczęściowe oszklenie powinno zostać wykonane docelowo technologią termoformowania z użyciem poliwęglanu,
- 4) ramka mocująca oraz usztywniająca powinna zostać wykonana również jako element kompozytowy; spodnia część ramki powinna zostać zintegrowana z uszczelką, której przeznaczeniem ma być tłumienie drgań przenoszonych się z kadłuba na osłonę kabiny.

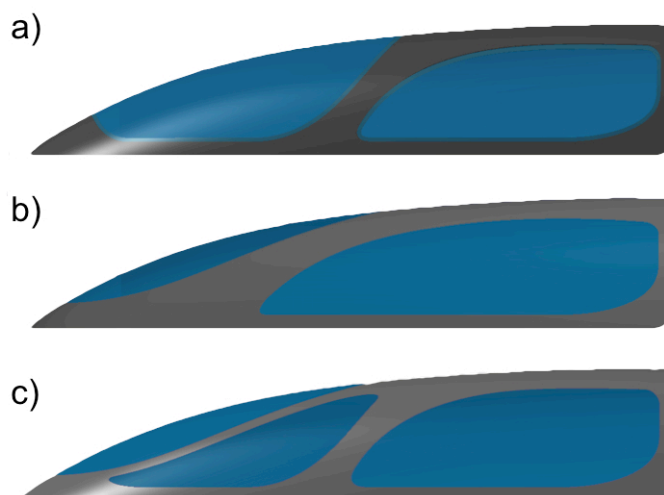
W ramach procesu koncyptowania opracowano trzy kolejne koncepcje, których cechy zostały dalej przedstawione.

**Koncepcja nr 1** (rys. 4a) – jej cechą charakterystyczną było zastosowanie jednej dużej szyby oraz dwóch symetrycznych szyb bocznych wspólnie zamocowanych w nieprzezroczystej części nośnej. Koncepcję tę odrzucono po konsultacjach z potencjalnym wykonawcą. Trudnością okazało się wykonanie szyby przedniej, ze względu na jej duże rozmiary oraz krzywizny powierzchni.

**Koncepcja nr 2** (rys. 4b) – jej cechą charakterystyczną było znaczne zmniejszenie powierzchni szyby przedniej przy jednoczesnym zwiększeniu powierzchni szyb bocznych. Rozwiązanie to odrzucono po wykonaniu testów widoczności (w środowisku wirtualnym systemu CATIA v5), które wykazały znaczne zmniejszenie się obszaru widoczności przedniej półsfery kierowcy. Natomiast pod względem technologiczności wykonania rozwiązanie to uznano za poprawne.

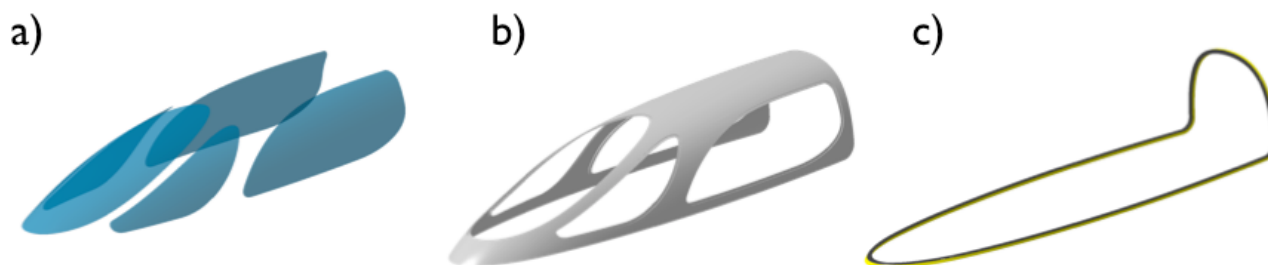
**Koncepcja nr 3** (rys. 4c) – jej główną cechą było zastosowanie podziału przedniej szyby na trzy osobne elementy. Tym sposobem widoczność przedniej półsfery kierowcy została zachowana na wystarczającym poziomie. Jednocześnie zachowano również technologiczność wykonania wszystkich elementów przezroczystych. Powierzchnia szyb bocznych uległa nieznacznemu zmniejszeniu, ale bez wpływu na zmniejszenie widoczności bocznych półsfery przez kierowcę. Natomiast znacznie uległa zmianie postać konstrukcyjna nieprzezroczystej powłoki nośnej osłony. Zostały bowiem dodane dwa „słupki” nośne w części przedniej, co było konieczne do zamocowanie dodatkowych szyb w części przedniej pojazdu.

Koncepcja nr 3 została zaakceptowana do dalszych prac rozwojowych.



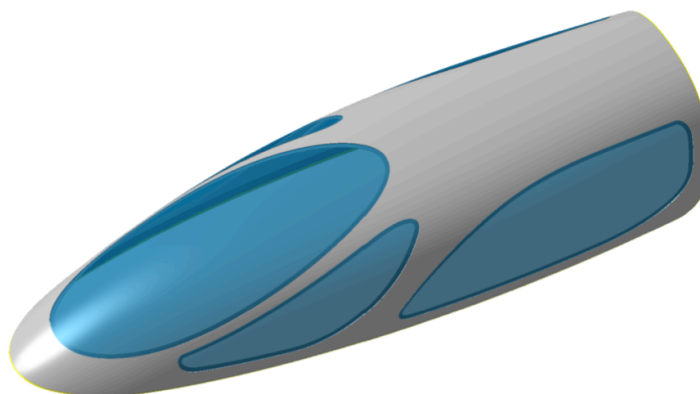
Rys. 4 Widoki rzutów bocznych kolejnych wersji koncepcyjnych osłony kabiny

Według wybranej koncepcji wykonano wirtualne modele konstrukcyjne wszystkich elementów wchodzących w skład nowej osłony kabiny pojazdu (rys. 5).



Rys. 5 Podział konstrukcyjny nowej osłony pojazdu: (a) oszklenie, (b) powłoka nośna, (c) ramka usztywniająca z uszczelką

Całościowy model osłony połączono z istniejącym modelem wirtualnym pojazdu. Poszczególnym elementom osłony nadano cechy tworzywowe, co pozwoliło m.in. na wyznaczenie teoretycznej masy nowej osłony. Masa obliczeniowa nowej osłony wyniosła 3,2 kg, co stanowi redukcję masy w stosunku do osłony istniejącej o 29%. Przyjęto przy tym założenie, że oszklenia zostaną wykonane z poliwęglanu o grubości 2 mm (dobór tworzywa oraz jego grubość uzgodniono z potencjalnym wykonawcą tych elementów).



Rys. 6 Widok ogólny modelu nowej osłony

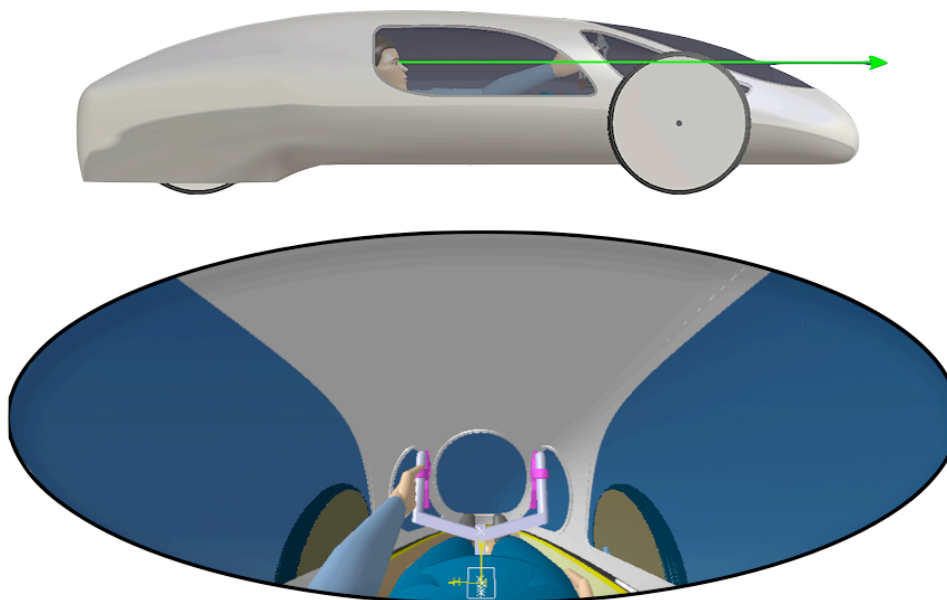


#### 4. ANALIZA WIDOCZNOŚCI

Model nowej osłony kabiny pojazdu MuShellka posłużył również do wykonania szeregu testów w środowisku wirtualnym systemu CATIA v5. Testy te dotyczyły głównie widoczności z pozycji kierowcy. Obecna osłona kabiny jest w pełni przezroczysta, więc nie stanowi żadnego problemu dla obserwacji otoczenia przez kierowcę.

Osłona nowego rodzaju posiada mniej obszarów przeszklonych, co potencjalnie może spowodować zmniejszenie widoczności z pozycji kierowcy.

Dlatego też wykonano dwa testy widoczności. Pierwszy, dotyczył symulacji widoczności przedniej półsfery z pozycji kierowcy (kierowca leży na dnia kadłuba, głowę z kaskiem ma uniesioną i mocno zgiętą, aby móc obserwować przestrzeń przed sobą). Analiza widoczności została wykonana z użyciem modułów ergonomicznych systemu CATIA v5 (rys. 7).



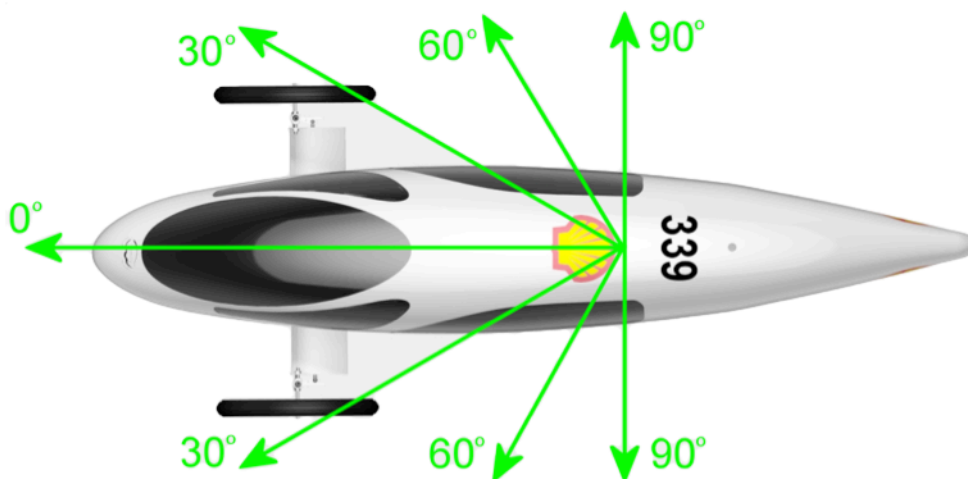
Rys. 7 Analiza widoczności przedniej półsfery

Dodatkowo wykonano analizę widoczności związaną z wymogami regulaminowymi (rys. 8). Inspektor odpowiedzialny za bezpieczeństwo konkursu sprawdza bowiem czy kierowca widzi znaki liczbowe umieszczone 60 cm nad poziomem podłoża na słupkach rozstawionych co 30° na promieniu 4 m w półkolu otaczającym pojazd. Wymagane pole widzenia musi być osiągnięte bez pomocy jakichkolwiek optycznych lub elektronicznych urządzeń (tj. pryzmaty, lustra itp.). Wymagane natomiast jest zapewnienie możliwości wykonywania ruchów głowy kierowcy w granicach pojazdu w celu osiągnięcia wymaganej widoczności.

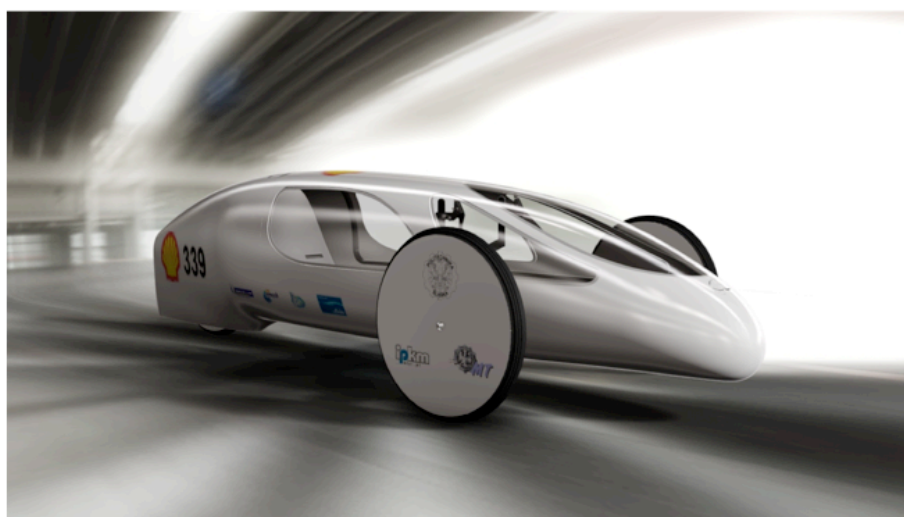
Oba testy dowiodły, że nowy rodzaj osłony kabiny nie będzie miał negatywnego wpływu na widoczność kierowcy. Wykonany model pojazdu ze zmienioną osłoną posłużył również do wykonania symulacji jego wyglądu. Przykładowy rendering pokazano na rys. 9.

#### 5. UWAGI KOŃCOWE

- osłona kabiny wykonana według nowej konstrukcji powinna mieć wyłącznie pozytywny wpływ na poprawę osiągnięć pojazdu MuShellka,
- zaawansowany system CATIA v5 pozwala nie tylko na zapis konstrukcji (w postaci modeli 3D), ale również na wykonywanie zaawansowanych symulacji, w tym testów widoczności,
- ze względów finansowych i organizacyjnych nie udało się wytworzyć nowej osłony tak, aby mogła znaleźć swoje zastosowanie w konkursie z roku 2013.



Rys. 8 Analiza widoczności w teście regulaminowym



Rys. 9 Widok pojazdu MuShellka wyposażonego w nową osłonę kabiny (symulacja)

## 6. LITERATURA

- [1] Dassault Systèmes, <http://3ds.com/products/catia>.
- [2] Wyleżoł M.: *Udział zespołu Smart Power w zawodach Shell Eco-marathon Europe 2013*, Mechanik nr 8-9/2013, Warszawa 2013.