

KARTA EKSPONATU nr 1 M4

Nazwa eksponatu (robocza):

Aerodynamika

Przekaz merytoryczny/cel edukacyjny eksponatu:

Eksponat ma na celu pokazanie, że powietrze opływając obiekty stałe tworzy wiry o różnych kształtach. Użytkownik dowiaduje się o istnieniu sił powstałych wskutek wytworzenia się wirów. Dowiaduje się o:

- sile nośnej wykorzystywanej w lotnictwie,
- sile docisku – wykorzystywanej w Formule 1 oraz
- wirach Karmana, mogących być przyczyną katastrof budowlanych.

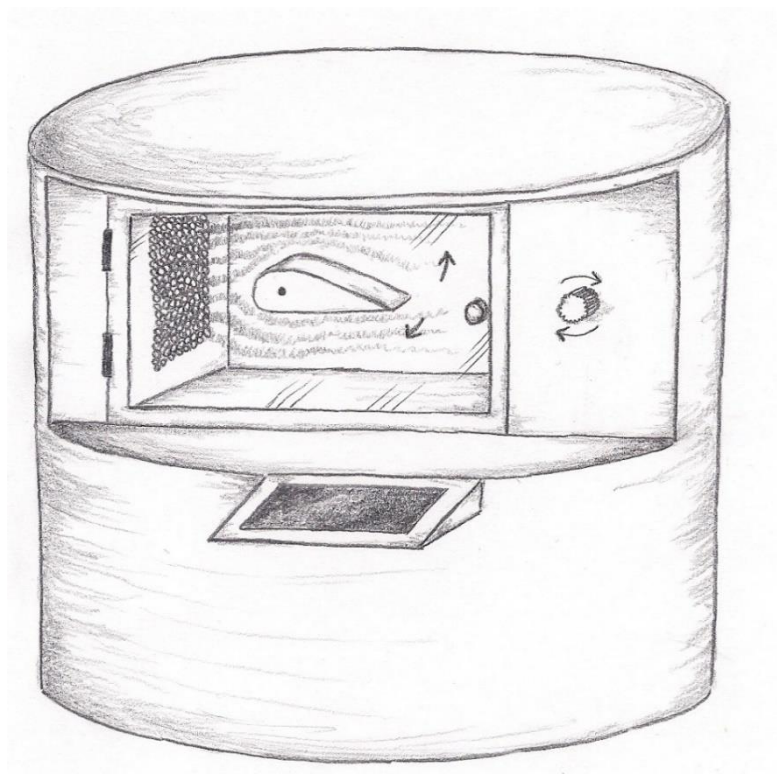
Opis eksponatu:

1. O czym jest/czemu służy eksponat:

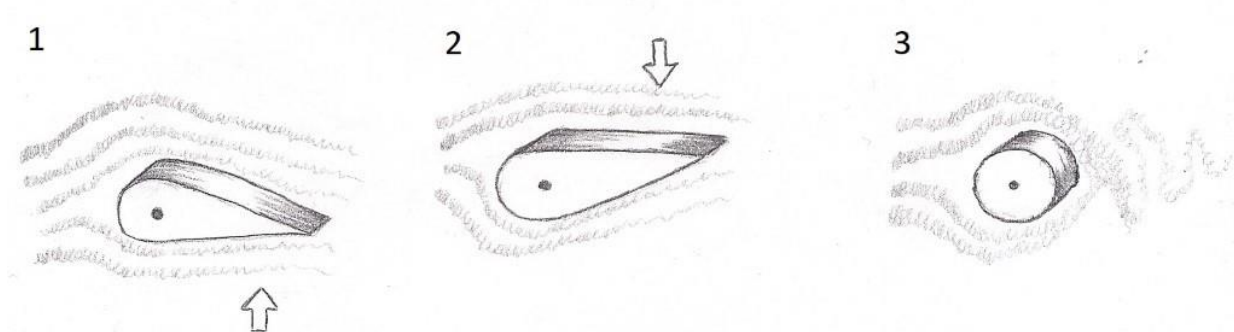
Użytkownik zapoznaje się ze wybranymi zjawiskami rządzącymi mechaniką płynów (gazów / cieczy). Użytkownik sprawdza jakie zaburzenia powstają w przepływającej strudze powietrza na skutek umieszczenia w niej elementów o różnych kształtach.

2. Rysunek:

Rysunki poglądowe nie uwzględniające końcowego kształtu obudowy, a jedynie ukazujące rozlokowanie kluczowych elementów eksponatu.



Rys. 1 – Ogólny układ eksponatu



Rys. 2 – Przykładowe kształtki użyte w eksperymencie

- 1 - profil przekroju poprzecznego przez skrzydło samolotu (do zobrazowania siły nośnej),
- 2 - profil przekroju poprzecznego spoileru samochodu Formuły 1 (do zobrazowania siły docisku),
- 3 - cylinder o przekroju okrągłym (do zobrazowania ciągu wirowego Karmana).

3. Opis elementów eksponatu:

Eksponat wolnostojący, stolikowy, zbudowany na planie koła. Przystosowany do użytku przez osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich. Składa się z następujących elementów:

- obudowy,
- tunelu aerodynamicznego,
- zestawu kształtek,
- manipulatorów,
- monitora.

3.1 Obudowa:

- Ma cylindryczny kształt i średnicę 1425 - 1500 mm. W górnej części posiada płaski blat ulokowany na wysokości $750 \text{ mm} \pm 5\%$, na którym:
 - zainstalowany jest tunel aerodynamiczny,
 - znajduje się pojemnik na kształtki,
 - zainstalowane są manipulatory,
 - w jego przedniej części znajduje się ekran,
- Powyżej powierzchni blatu, tylna część obudowy, stanowi jednocześnie obudowę tunelu aerodynamicznego.

3.2 Tunel aerodynamiczny:

- Jest szczelną obudowaną od góry, tyłu i po bokach komorą, zamykaną od przodu drzwiczkami z przeziernego materiału (np. szkła).
- Umożliwia obserwowanie zawirowań powietrza powstających na kształtkach.
- Kształtki są mocowane na obrotowej osi, znajdującej się pośrodku tylnej ściany tunelu.
- W celu ułatwienia obserwacji zjawiska, wewnątrz komory jest oświetlane.

3.3 Zestaw kształtek:

- Na wyposażeniu stanowiska znajdują się trzy kształtki, których właściwości aerodynamiczne może sprawdzać Użytkownik:
 - profil przekroju poprzecznego przez skrzydło samolotu (do zobrazowania siły nośnej),
 - profil przekroju poprzecznego spoileru samochodu Formuły 1 (do zobrazowania siły docisku),
 - cylinder o przekroju okrągłym (do zobrazowania ciągu wirowego Karmana).

- Kształtki zaprojektowane są w sposób, który zapewnia ich pewne osadzenie na osi obrotowej, znajdującej się wewnątrz tunelu aerodynamicznego.
- Wymiana kształtek w komorze jest prosta, intuicyjna i nie wymaga użycia dużej siły.
- Zamawiający na etapie użytkowania eksponatu będzie miał możliwość wyprodukowania własnych kształtek, które będą wykorzystywane w ekspozycji.

3.4 Manipulatory:

- Do sterowania interakcją służą dwa manipulatory:
 - przycisk uruchamiający tunel aerodynamiczny,
 - pokrętło służące do obracania osi znajdującą się wewnątrz tunelu aerodynamicznego, na której osadzone są kształtki.
- Przycisk start:
 - jest aktywny dopiero po zamontowaniu wybranej kształtki i zamknięciu drzwiczek tunelu aerodynamicznego,
 - jego wciśnięcie powoduje uruchomienie tunelu aerodynamicznego na ustalony na etapie prototypownia czas,
 - aktywność przycisku sygnalizowana jest jego podświetleniem.

3.5 Monitor:

- Stanowisko wyposażone jest w pojedynczy monitor LCD.
- Monitor zainstalowany jest w przedniej części blatu obudowy, w sposób który umożliwia Użytkownikowi swobodną obserwację prezentowanych treści i eksperymentu przeprowadzanego w komorze tunelu aerodynamicznego.
- Na monitorze wyświetlane są animacje stanowiące uzupełnienie merytoryczne i wytłumaczenie zjawisk obserwowanych w tunelu aerodynamicznym.
- Animacje są odtwarzane automatycznie po wciśnięciu przycisku start, ich treść jest uzależniona od rodzaju kształtki wybranej przez Użytkownika i zainstalowanej na obrotowej osi w komorze tunelu aerodynamicznego.

4. Przebieg interakcji:

- Użytkownik otwiera drzwiczki i wybraną przez siebie kształtkę osadza na osi znajdującej się na tylnej ścianki komory tunelu aerodynamicznego.
- Po zamknięciu drzwiczek uruchamiany Użytkownik wciska przycisk "start", który uruchamia tunel aerodynamiczny (przepływ powietrza oraz system wytwarzania mgły / pary wodnej) oraz wyświetlana jest właściwa animacja. Równocześnie na monitorze wyświetlana jest odpowiadająca wybranej kształtce animacja stanowiąca merytoryczne uzupełnienia do zjawiska widocznego w tunelu aerodynamicznym.
- Użytkownik przy pomocy manipulatora może obracać kształtkę umieszczoną w strudze powietrza, poprzez obrót wokoło jej osi.
- Następnie użytkownik może zmienić kształtkę i ponowić interakcję.

5. Informacje dodatkowe:

- Kształtka przedstawiająca przekrój skrzydła samolotu, może prezentować profil wklęsłowy lub wypukły, albo płaskowy. Ostateczne rozwiązanie zostanie ustalone na etapie prototypownia.
- Kształtki wykonane w technologii umożliwiającej łatwe ich uzupełnienie, jeśli ulegną zniszczeniu lub zgubieniu.
- Wykonawca dostarcza po trzy sztuki z każdego z trzech rodzajów kształtek.
- System oświetlenia komory tunelu aerodynamicznego, powinien być uruchamiany w momencie otwarcia drzwiczek oraz wciśnięcia przycisku start. Czas świecenia należy dobrać tak, by zminimalizować ryzyko zgaśnięcia podświetlenia w czasie od zamknięcia drzwiczek do wciśnięcia przycisku start.

- Przekątna monitora zainstalowanego na stanowisku zostanie ustalona na etapie prototypownia eksponatu, z uwzględnieniem jak najlepszej czytelności prezentowanych treści i zasad ergonomii.
- Wykonawca przygotowuje animację wyjaśniającą obserwowane zjawiska wyświetlaną na monitorze eksponatu oraz przedstawia ją do akceptacji przez Zamawiającego. Informacje merytoryczne do animacji dostarczy Zamawiający.

Treści do przedstawienia w animacjach:

- przekrój przez skrzydło samolotu: kierunek i zwrot siły nośnej, rozkład ciśnienia nad i pod płatem skrzydła.
- przekrój przez spojler samochodu: kierunek i zwrot siły docisku.
- walec: wiry Karmana powstające za przeszkodami o przekroju koła.

6. Szacunkowe wymiary eksponatu:

Średnica obudowy: 1425-1500mm

7. Czas interakcji:

Maksymalnie: 5 minut

8. Źródła:

Konstrukcja tunelu aerodynamicznego:

[1] <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/tunsmoke.html>

[2] <http://www.davidoprevatt.com/wp-content/uploads/2010/09/boudreau-2009-honors-thesis.pdf>

[3] <http://taml.cstam.org.cn/article/doi/10.1016/j.taml.2018.06.010?pageType=en>

[4] <http://www.ara.bme.hu/cms/index.php?lang=en>