

## ANALIZA CFD OPEROWANIA ŚMIGŁOWCA EC-135P2 NAD OBSZAREM LOTNISKA

WOJCIECH FLORCZUK

*Instytut Lotnictwa*

### Streszczenie

*Operowanie śmigłowców ratowniczych o średniej masie (2800-3500 kg) z małymi średnicami wirników nośnych, nad obszarem lotniska, czy też nad obszarem zurbanizowanym jest dość istotnym problemem z punktu widzenia logistyki i bezpieczeństwa personelu medycznego oraz transportowanych osób rannych. Mała średnica wirnika nośnego jest źródłem indukowania dużych prędkości podmuchu co może stanowić zagrożenie dla otoczenia. Dodatkowo chaotyczne podmuchy wiatru mogą intensyfikować wypadkową prędkość podmuchu w pobliżu lądującego, czy też startującego śmigłowca. W sytuacjach krytycznych ciśnienie dynamiczne podmuchu może osiągać takie wartości, przy których elementy wyposażenia medycznego, personel medyczny, a nawet ambulanse medyczne operujące w pobliżu pracującego śmigłowca mogą zostać przewrócone, co jest niedopuszczalne.*

*W pracy tej dokonano obliczeń wielu przypadków zawisu śmigłowca ratowniczego EC-135 w wersji P2 (jest to wersja wykorzystywana przez polskie Lotnicze Pogotowie Ratunkowe) nad płaskim obszarem lądowiska. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują występowanie obszarów o dużej prędkości podmuchu pod śmigłowcem. Dzięki temu, informacje te pozwolą w przyszłości na lepszą logistykę operacji ratowniczych w sytuacjach kryzysowych, tj. wypadkach drogowych, dostarczaniu pomocy humanitarnej, czy też innym o podobnym znaczeniu.*

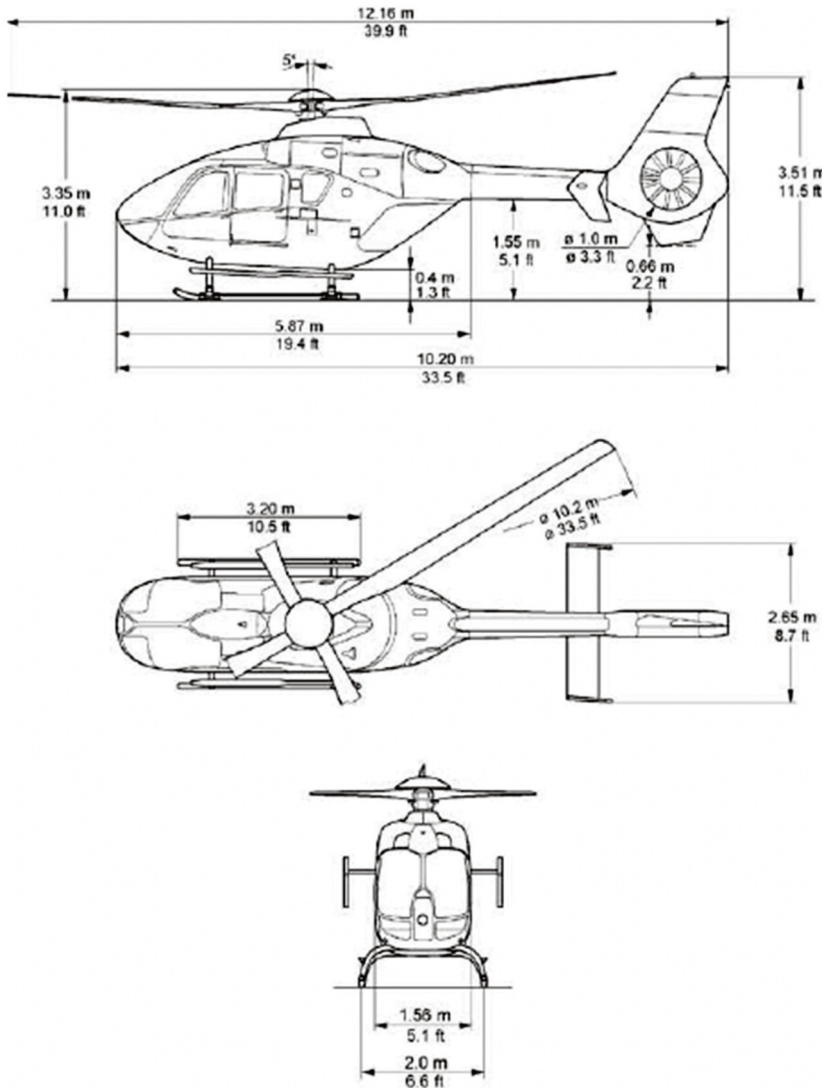
### 1. GŁÓWNY CEL BADAŃ

Głównym celem wykonanych badań było:

- Określenie pól prędkości na wysokości 1 m nad powierzchnią lotniska w pobliżu operującego śmigłowca.
- Wyznaczenie obszarów prędkości przekraczającej 15 m/s, jako prędkości krytycznej dla człowieka.
- Wyznaczenie pól ciśnienia dynamicznego na powierzchni lotniska, jako obciążenia przyszłych konstrukcji lotniskowych.

### 2. BUDOWA MODELU ŚMIGŁOWCA EC135

Model śmigłowca EC-135 opracowany został w środowisku CAD według dostępnych informacji ze strony producenta oraz innych. Podstawowe wymiary przedstawia poniższy rysunek.



Rys. 1. Wymiary śmigłowca EC-135, [1]

Pozostałe dane do obliczeń, takie jak masy śmigłowca i osiągi zamieszczone są w tabelach 1 i 2.

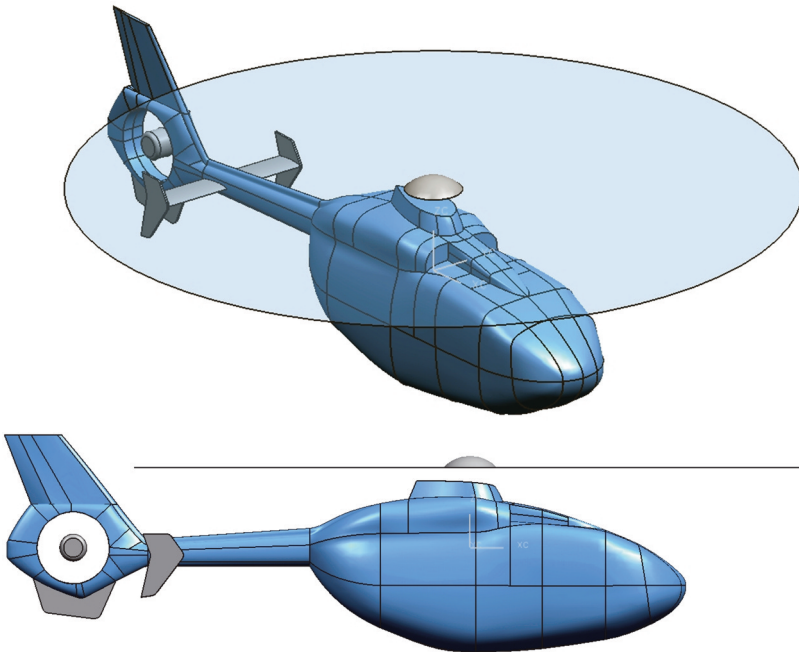
Tabela 1. Parametry masowe śmigłowca EC-135, EC135 Technical Data by EADS

Note: margin +/- 1.5%

	kg
• Empty weight, wet (in standard aircraft configuration)	1,455
• Useful load (for standard aircraft configuration)	1,455
• Pilot	80
• Payload and / or fuel	1,375
• Maximum take-off weight	2,910

Tabela 2. Parametry napędu śmigłowca EC-135, EC135 Technical Data by EADS

<b>Thermodynamic limits per engine at SL, ISA</b>	<b>kW</b>
<b>PW206B2</b>	
• One Engine Inoperative (OEI), 30 sec power	609
• One Engine Inoperative (OEI), 2.0 min power	580
• One Engine Inoperative (OEI), MCP	528
• Take-Off Power (TOP)	498
• Maximum Continuous Power (MCP)	457
<b>Twin engine operation</b>	
• Take-Off Power	2 x 320
• Maximum Continuous Power (MCP)	2 x 283

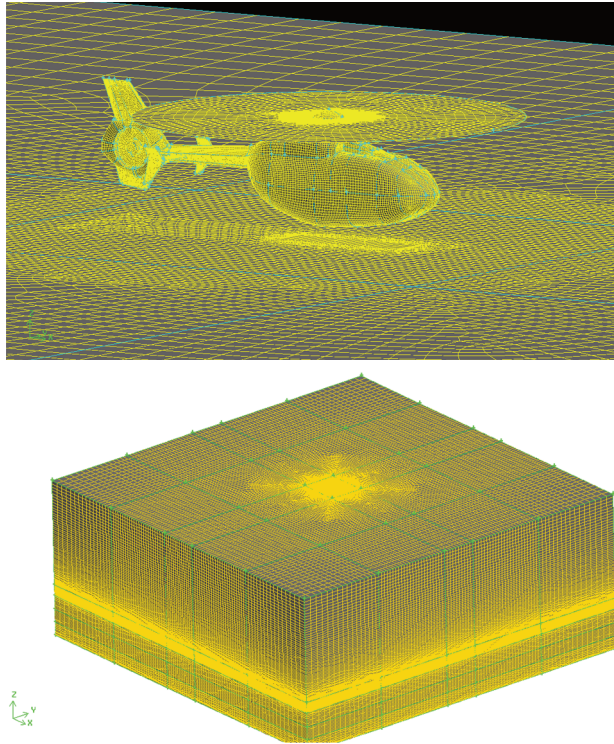


Rys. 2 i 3. Model CAD EC-135

Tak przygotowany model CAD zaimportowany został do środowiska budowania siatek obliczeniowych GAMBIT.

### 3. PRZYGOTOWANIE MODELU CFD

Modele śmigłowca oraz jego otoczenia do obliczeń CFD opracowane zostały w programie GAMBIT. Modele te obejmowały kilka wariantów zawisu śmigłowca nad ziemią dla różnych wysokości. Model śmigłowca w każdym z przypadków umieszczony został centralnie w obszarze obliczeniowym o wymiarach 170 m x 170 m. Wybrano 4 różne wysokości zawisu śmigłowca, tj. 0 m, 5 m, 10 m i 15 m nad ziemią.



Rys. 4. Siatka obliczeniowa obszaru badawczego

$$P_{MR} = \frac{M_{TO} \cdot g}{S_{MR}} = 350 [\text{Pa}]$$

Do poprawnego symulowania pracy śmigłowca użyto warunku brzegowego typu „Fan” na powierzchniach wirnika głównego i ogonowego. Jest to warunek brzegowy, który powoduje skokową zmianę ciśnienia statycznego na powierzchni do, której zostanie „przyczepiony”. Wartość skoku ciśnienia określono z poniższej zależności.

Tabela 3. Parametry obliczeniowe śmigłowca EC-135

Blade Tip Speed, $V_{Blade}$ [m/s]	211-219
Promień łopaty wirnika głównego, $R_{MR}$ [m]	5,1
Pole powierzchni wirnika, $S_{MR}$ [m <sup>2</sup> ]	81,7
Prędkość obrotowa wirnika głównego, $\omega_{MR}$ [1/s]	43
Moc całkowita nominalna, $P$ [kW]	640
Masa, $M_{TO}$ [kg]	2900
Pole powierzchni wirnika ogonowego, $S_{Fen}$ [m <sup>2</sup> ]	2,85
Długość części ogonowej, $L_{Tail}$ [m]	6,1



Skok ciśnienia na wirniku ogonowym obliczono na podstawie danych zawartych w tabeli 3 z użyciem poniższych wzorów.

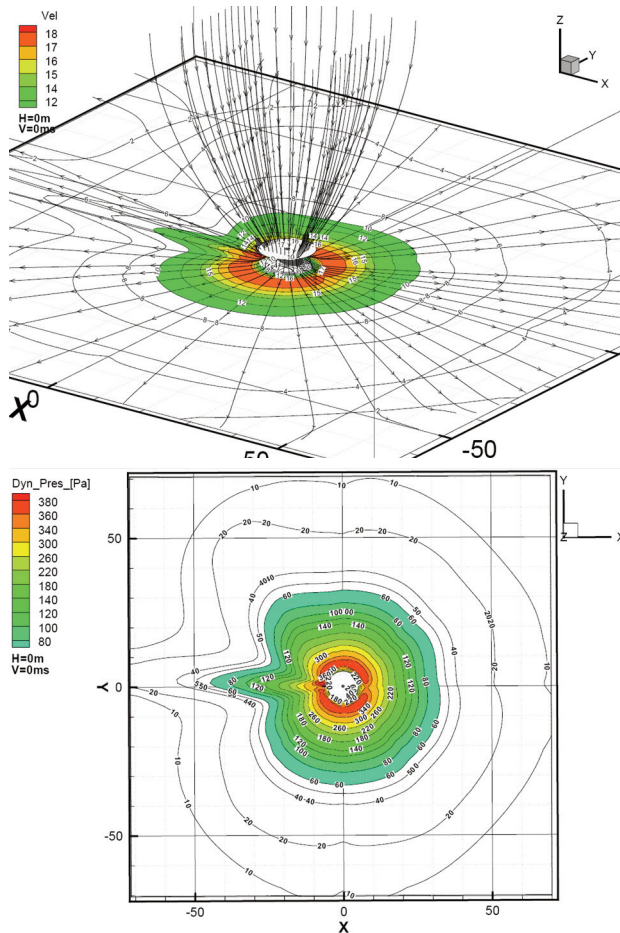
$$M_F = \frac{P}{\omega_{MR}} = 14884 [\text{Nm}]$$

$$F_{Tail} = \frac{M_F}{L_{Tail}} = 2440 [\text{N}]$$

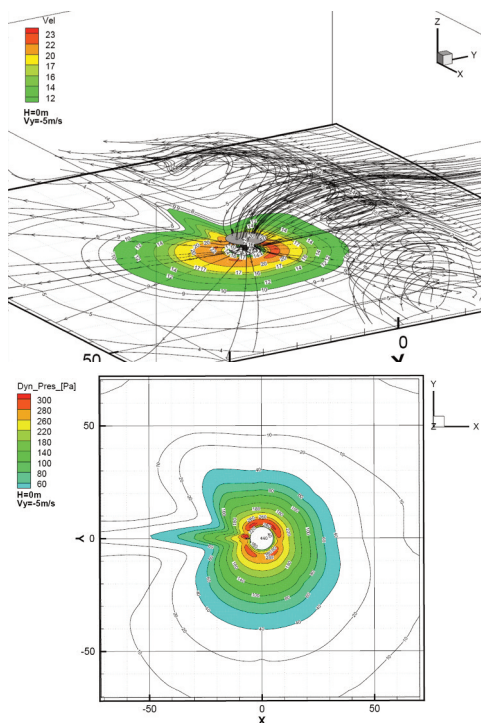
$$P_{Fen} = \frac{F_{Tail}}{S_{Fen}} = 856 [\text{Pa}]$$

Otoczenie rozpatrywanego obszaru zamodelowano warunkiem brzegowym typu „Pressure outlet”. Obliczenia wykonano programem do obliczeń numerycznych ANSYS FLUENT 13.0.

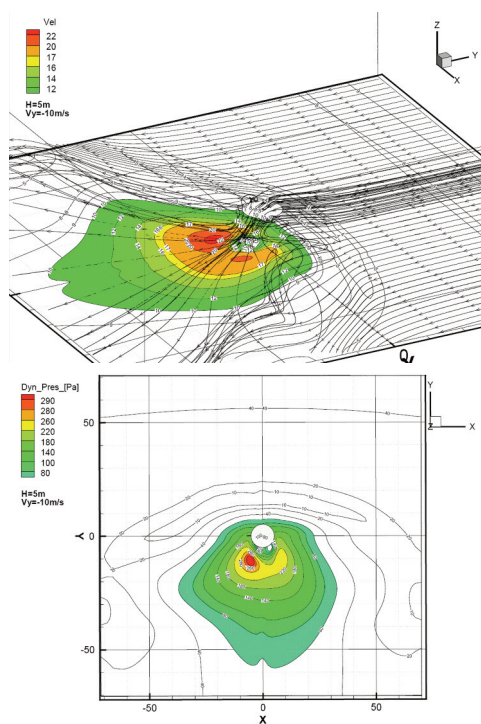
#### 4. PRZYKŁADOWE WYNIKI OBLICZEŃ CFD



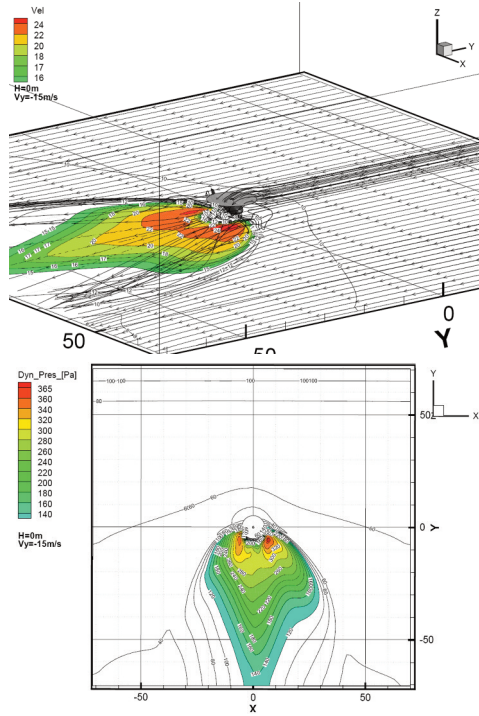
Rys. 5. Śmigłowiec na lądowisku,  $h = 0$  m, wiatr boczny  $V_y = 0$  m/s



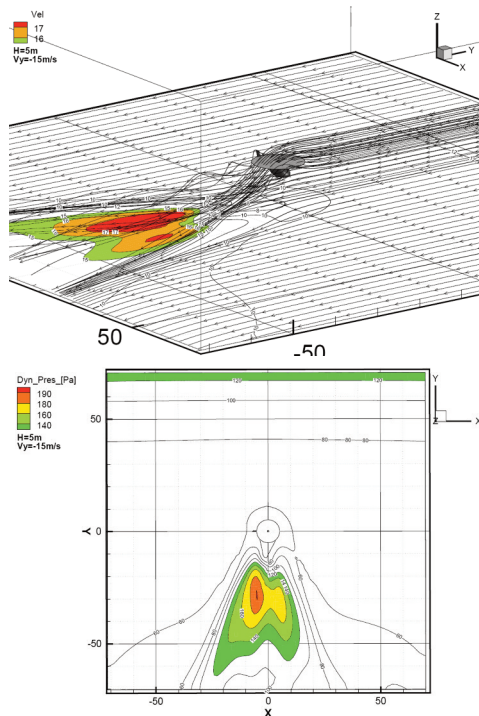
Rys. 6. Śmigłowiec na wysokości  $h = 0$  m, wiatr boczny od lewej strony  $V_y = -5$  m/s



Rys. 7. Śmigłowiec na wysokości  $h = 5$  m, wiatr boczny od lewej strony  $V_y = -10$  m/s



Rys. 8. Śmigłowiec na wysokości  $h = 0$  m, wiatr boczny od lewej strony  $V_y = -15$  m/s



Rys. 9. Śmigłowiec na wysokości  $h = 5$  m, wiatr boczny od lewej strony  $V_y = -15$  m/s

## 5. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można zauważyć, że obszar występowania pól prędkości powyżej 15 m/s znajduje się od 0 do 25 metrów od operującego śmigłowca. Powstałe mapy prędkości będą bardzo przydatną instrukcją dla personelu poruszającego się w pobliżu śmigłowca w czasie jego przyziemnych manewrów. Dzięki temu możliwe będzie sprawne zarządzanie misją ratowniczą bez dodatkowego narażania rannego na urazy. Dodatkowo rozkład pól ciśnienia dynamicznego pomoże architektom w sprawniejszym określaniu obciążeń budynków narażonych na poddmuchy powietrza powstające od operującego śmigłowca. Jak widać na załączonych rysunkach z wynikami, rozkład ciśnień dynamicznych nie jest równomierny, co będzie skutkowało nierównomiernym obciążeniem danej konstrukcji, czego wynikiem będą powstałe momenty skręcające. Dalsze planowane prace badawcze związane z operowaniem wielozadaniowego śmigłowca EC-135P2 Lotniczego Pogotowia Ratunkowego w sytuacjach kryzysowych będą dotyczyły oddziaływania powstałego poddmuchu na elementy umieszczone w pobliżu śmigłowca.

WOJCIECH FLORCZUK

## CFD ANALYSIS OF HOVER EC-135P2 ROTORCRAFT

### Abstract

*Operating the rescue helicopters with an average weight of 2800-3500 kg and with small diameters of rotor over the airports or urban area is a significant problem from the standpoint of logistics and safety of medical personnel and transported injured people. The small diameter of the rotor is the source of inducing high-speed blast what may cause a dangerous situations. Additionally chaotic wind speed may enhance the blast near landing or taking off the helicopter. In critical situations the dynamic pressure can reach such a values at which elements of medical equipment, medical personnel, and even medical ambulances operating near the helicopter may be toppled, what is unacceptable.*

*In this work the CFD calculations have been performed for many cases of hovering rescue helicopter EC-135 P2, that is the version used by Polish Medical Air Rescue. The results clearly indicate the presence of local areas with high velocity (exceeded acceptable values of 15 m/s) induced by the main rotor of helicopter. Thus, this information will help in the future to better logistics, rescue operations in crisis situations such as road accidents, the provision of humanitarian aid, or others actions.*