

MODEL 3D MCAD LEKKIEGO SAMOLOTU SPORTOWEGO, JAKO ŹRÓDŁO GEOMETRII DLA ANALIZY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ MES OBIEKTU

*Tadeusz Niezgoda, Wojskowa Akademia Techniczna,
Jerzy Małachowski, Wojskowa Akademia Techniczna,
Waldemar Topol, Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 2 w Bydgoszczy,
Adam Budzyński, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy,
Szymon Kościanowski, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy*

1. Wstęp

Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 2 w Bydgoszczy, rozpoczęły produkcję seryjną samolotu sportowego ZODIAC. Uważa się, że możliwe jest odpowiednie zmodyfikowanie zapisu konstrukcji jego głównych układów nośnych, polegające na zmniejszeniu ich masy oraz zminimalizowaniu liczby komponentów składowych, z jednoczesnym zachowaniem założonych własności wytrzymałościowych danych obiektów.

Optymalizacja numerycznego zapisu konstrukcji samolotu możliwa jest przede wszystkim, dzięki wykorzystaniu narzędzi obliczeniowych, działających z zastosowaniem Metody Elementów Skończonych. Warunkiem koniecznym rozpoczęcia obliczeń MES jest wykonanie dokładnych modeli 3D MCAD wybranych układów samolotu, a następnie ich uproszczenie i poddanie dyskretyzacji w wybranym środowisku CAE.

Na podstawie oryginalnej dokumentacji wykonawczej, udostępnionej przez Dyрекcję Wojskowych Zakładów Lotniczych Nr 2 w Bydgoszczy wykonano model 3D MCAD ww. statku powietrznego (Rys. 1).

Wykorzystano oprogramowanie UGS Solid Edge V17 oraz UGS Unigraphics NX3, ze szczególnym wykorzystaniem ich modułów Sheet Metal, służących do projektowania numerycznego cienkościennych elementów blaszanych.

2. Model 3D MCAD samolotu sportowego ZODIAC

Wykonany model 3D MCAD struktury wytrzymałościowej samolotu sportowego ZODIAC przedstawiono na Rys. 1, a składa się on z następujących części składowych:

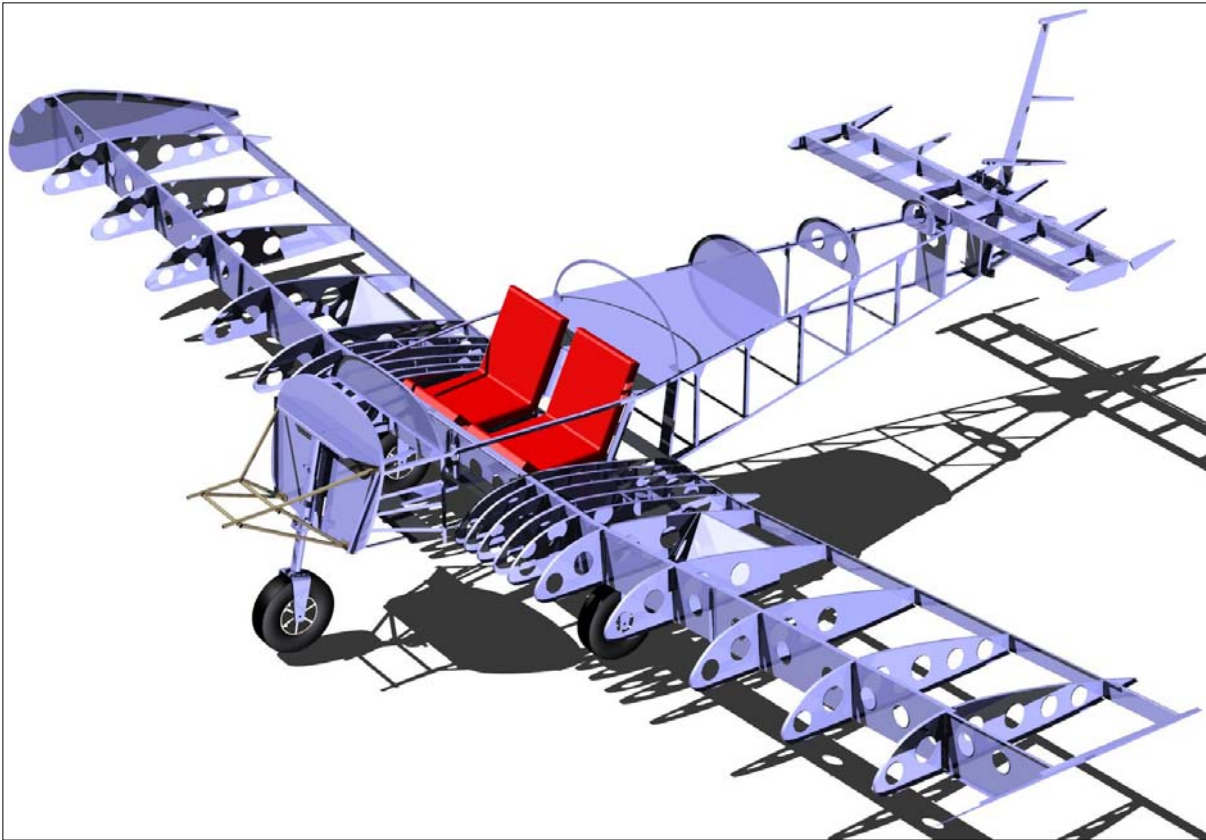
- a) kadłub (Rys. 2) - zespół ten składa się ze 124 elementów giętych z blach.
- b) skrzydła:

Układ ten złożony jest ze skrzydła prawego (Rys. 3a), skrzydła lewego oraz centroplata (Rys. 3b). W jego skład wchodzi 159 elementów giętych z blach.

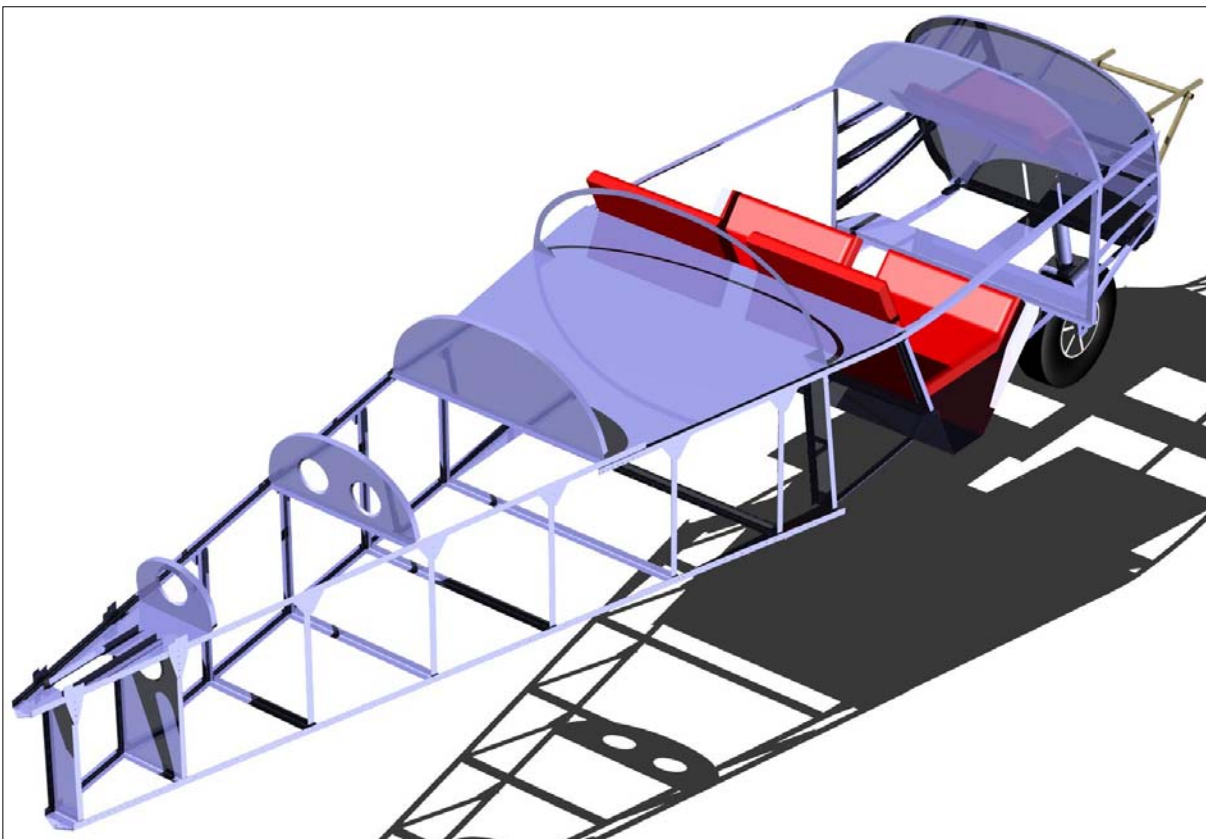
- c) usterzenie ogonowe (Rys. 4):

Zespół ten składa się ze steru wysokości (statecznik i ster poziomy) oraz z płytowego steru kierunku. W jego skład wchodzi 59 elementów giętych z blach.

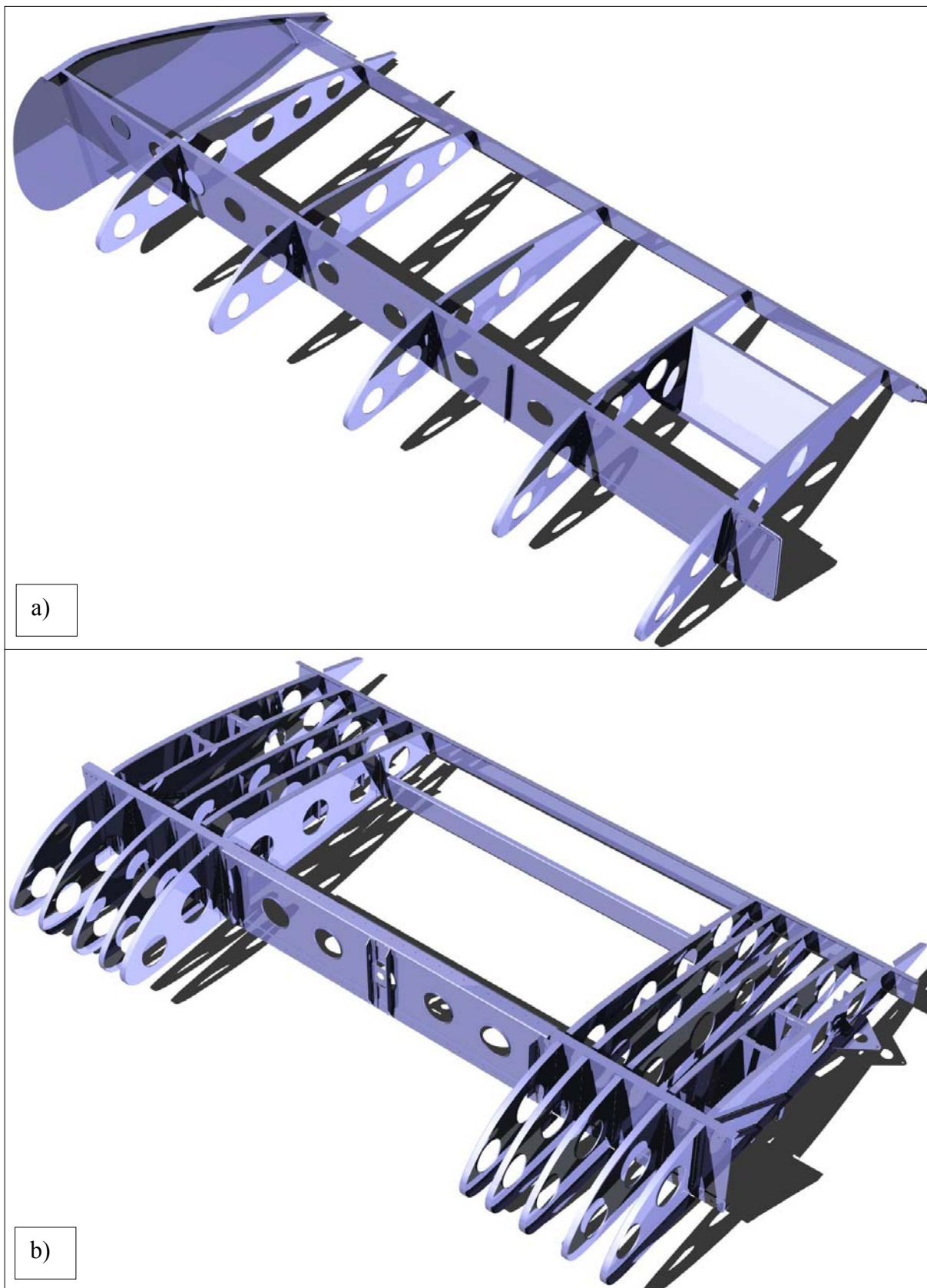
Znaczna większość części, wchodzących w skład usterzenia ogonowego oraz skrzydeł samolotu ZODIAC jest wytwarzana metodą gięcia blach. Zastosowanie systemu Solid Edge umożliwia zamodelowanie tych części w ich ostatecznej postaci, a także – poprzez numeryczną symulację rozwinięcia blach – wyznaczenie kształtu półfabrykatu. W skład ww. układów wchodzi również części wytwarzane metodą tłoczenia, a należą do nich przede wszystkim zebrza usterzenia i skrzydeł. Geometrię 3D MCAD tych obiektów klasyfikuje się jako zbiór powierzchni nierozwijalnych, wobec czego numeryczne wyznaczenie kształtu półfabrykatu możliwe jest tylko z zastosowaniem zaawansowanego środowiska hi-end, jakim jest m.in. system UGS Unigraphics NX3 (Rys. 5).



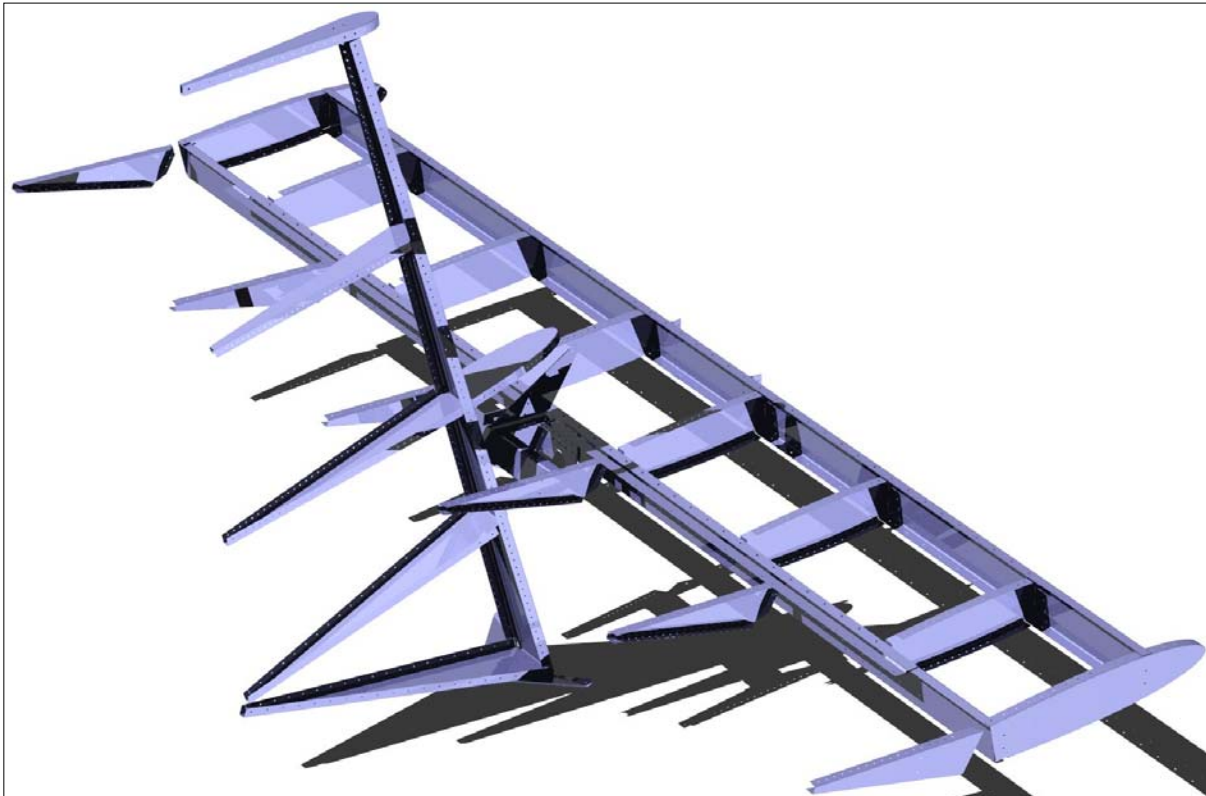
Rys. 1. Widok modelu 3D MCAD kompletnej szkieletowej struktury wytrzymałościowej samolotu ZODIAC



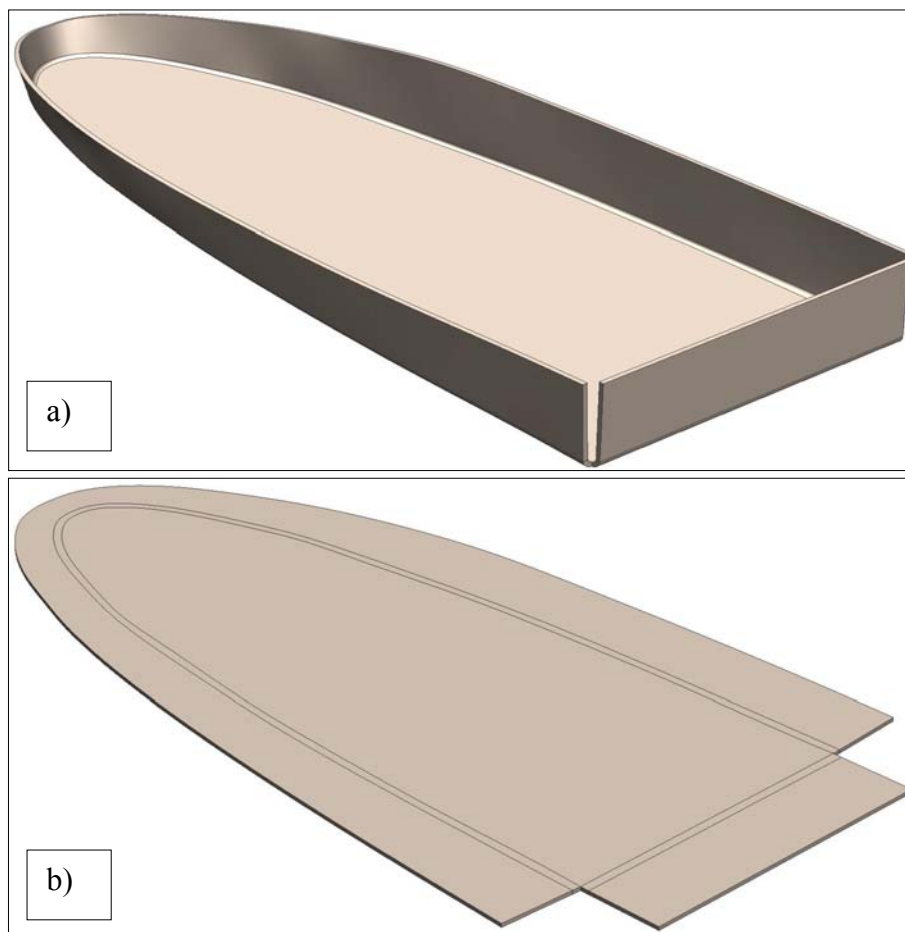
Rys. 2. Model szkieletu kadłuba lekkiego samolotu sportowego



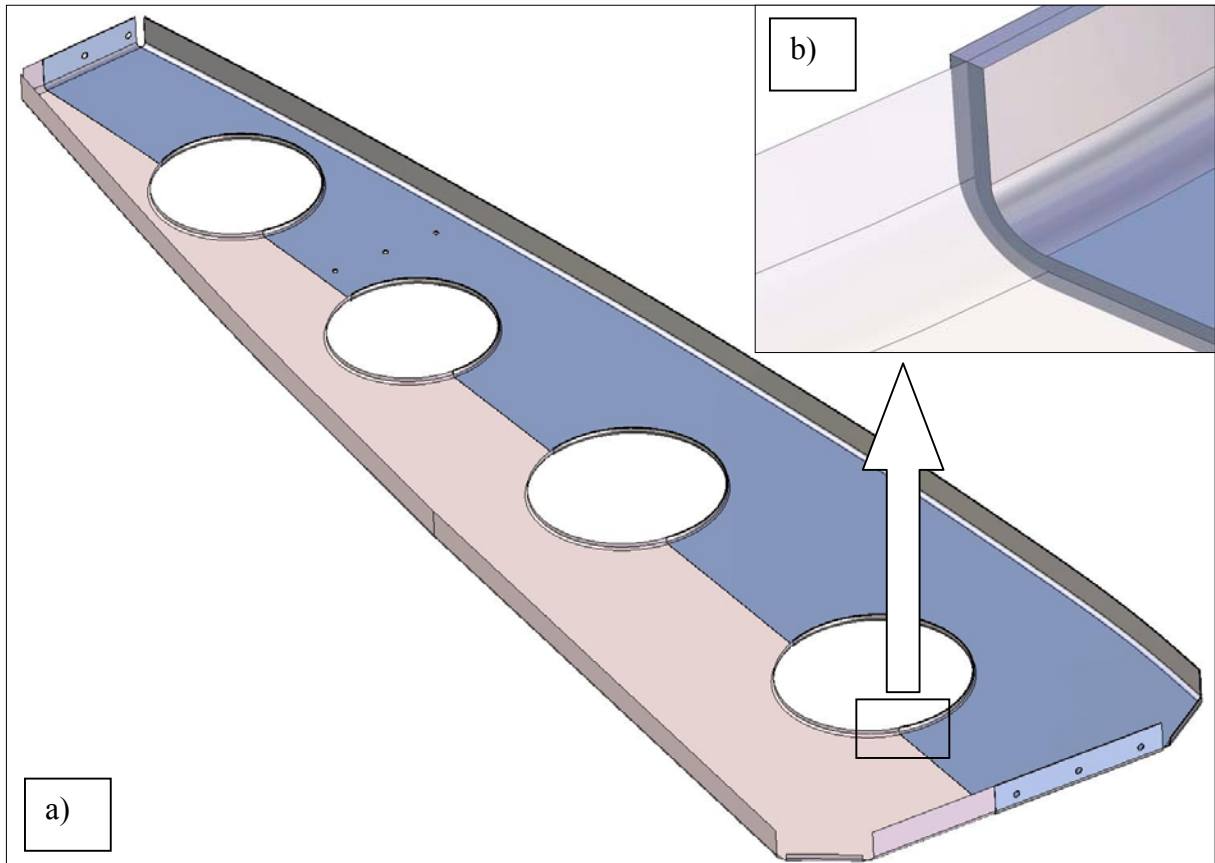
Rys. 3. Wybrane elementy składowe struktury wytrzymałościowej skrzydeł samolotu ZODIAC:
a) skrzydło prawe, b) centrołat



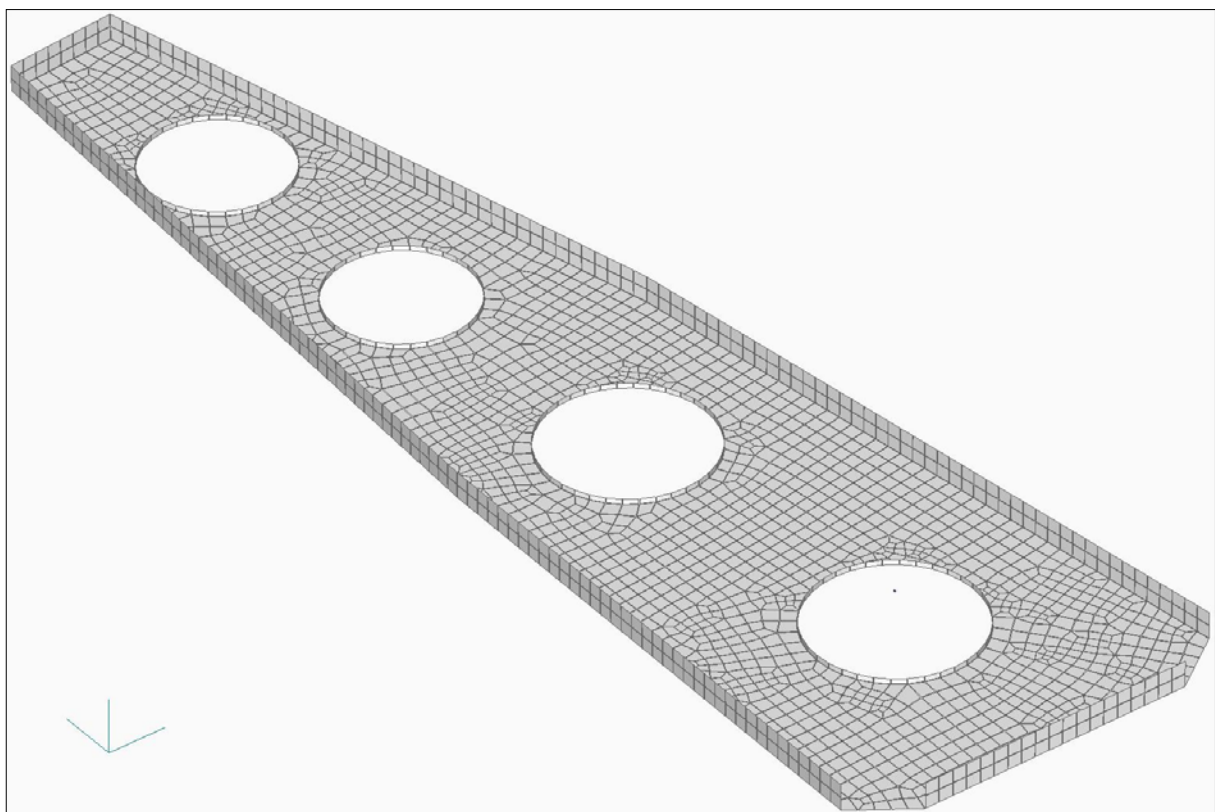
Rys. 4. Model 3D MCAD usterzenia ogonowego samolotu ZODIAC



Rys. 5. Zapis kształtu tłoczonego żebra (a) i półfabrykatu (b), uzyskany dzięki wykorzystaniu systemu NX



Rys. 6. Widok częściowy bryłowego modelu bryłowego żebra skrzydła samolotu wraz z asocjatywnym modelem powierzchniowym warstwy obojętnej obiektu: a) widok ogólny, b) szczegół



Rys. 7. Siatka MES tworząca model dyskretny żebra skrzydła prawego samolotu sportowego

3. Model MES

Geometrię 3D MCAD wybranych zespołów funkcjonalnych modelu odpowiednio uproszczono.

W następnej kolejności dokonano przekształcenia wieloczęściowych zespołów obiektów bryłowych w jednorodne modele powierzchniowe. Dzięki specjalistycznym narzędziom modułu Solid Edge Sheet Metal, wygenerowano powierzchniowe odwzorowania warstwy obojętnej modeli elementów giętych i tłoczonych z blach. Na Rys. 6. zaprezentowano widok częściowy bryłowego modelu żebra skrzydła samolotu wraz ze współlistniejącym modelem powierzchniowym warstwy obojętnej obiektu.

Korzystając z integracji systemu CAD UGS Solid Edge z aplikacją CAE UGS NX Nastran for FEMAP, modele powierzchniowe zostały wprowadzone do preprocesora bez potrzeby translacji.

Po zdefiniowaniu rodzaju materiału, rodzaju elementów skończonych, a także ustaleniu ich liczby na danych krawędziach modelu, zbudowano siatki elementów skończonych opisujących w odpowiednim uproszczeniu podzespoły modelu rzeczywistego.

Uzyskano w ten sposób zbiór modeli MES gotowy do rozpoczęcia odpowiednich obliczeń numerycznych. Na Rys. 7 przedstawiono model MES żebra skrzydła prawego samolotu ZODIAC.

4. Wnioski

Przedstawione modele 3D MCAD usterzenia ogonowego oraz skrzydeł samolotu ZODIAC wykonano ze szczególną dbałością o możliwie dokładne odwzorowanie geometrii poszczególnych części, uzależnionej od wymiarów zawartych w dokumentacji wykonawczej, jak również od określonych metod wytwarzania.

Pozwala to na przyjęcie założenia, iż wyniki analiz MES przedstawionych układów, przeprowadzonych m.in. dzięki zaimportowaniu do wybranego systemu CAE modeli 3D MCAD (nawet odpowiednio uproszczonych) będą w zadowalający sposób opisywać rzeczywiste zjawiska wytrzymałościowe.

Dzięki całkowitej integracji systemu MES NX Nastran z systemem CAD Solid Edge, możliwe jest szybsze uruchomienie obliczeń m.in. dzięki automatycznemu zaimportowaniu do systemu MES geometrii układów wraz z przypisanym do niej zbiorem wartości odpowiednich wielkości fizycznych układu, m.in. postaci macierzy bezwładności, wartości momentów i ramion bezwładności, a także współrzędnych środków masy i objętości modeli.

Poza tym, z chwilą ewentualnej zmiany geometrii MCAD jakiegokolwiek z części wchodzących w skład kompletnego modelu, automatycznej aktualizacji może ulec również siatka elementów skończonych wygenerowana w systemie CAE MES NX Nastran.

Czynnikami te wpływają na zmniejszenie liczby interakcji Użytkownika podczas przygotowywania obliczeń MES, oraz na zwiększenie wiarygodności otrzymanych wyników.

7. Literatura

- [1] Dacko M, Borkowski W., Dobrociński S, Niezgoda T., Wieczorek M.: Metoda Elementów Skończonych w mechanice konstrukcji, ARKADY Warszawa 1994
- [2] Lewitowicz J.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych t. I, II, ITWL Warszawa 2003
- [3] Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT Warszawa 2000
- [4] Cheda W., Malski M.: Płatowce, WKiŁ Warszawa 1985
- [5] Szulżenko M., Mostowoj A.: Konstrukcja samolotów, WKiŁ Warszawa 1986
- [6] Praca zbiorowa (red. Szczeciński S.): Technika lotnicza, WKiŁ Warszawa 1988
- [7] Kiciak P.: Podstawy modelowania krzywych i powierzchni WNT Warszawa 2000
- [8] Kazimierzczak G., Pacula B., Budzyński A.: Solid Edge – komputerowe wspomaganie projektowania, HELION Gliwice 2001