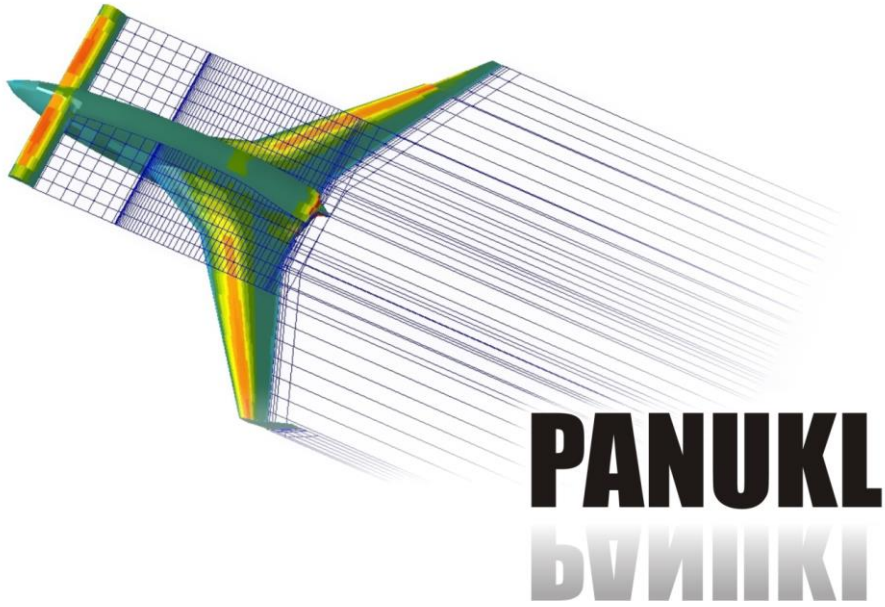


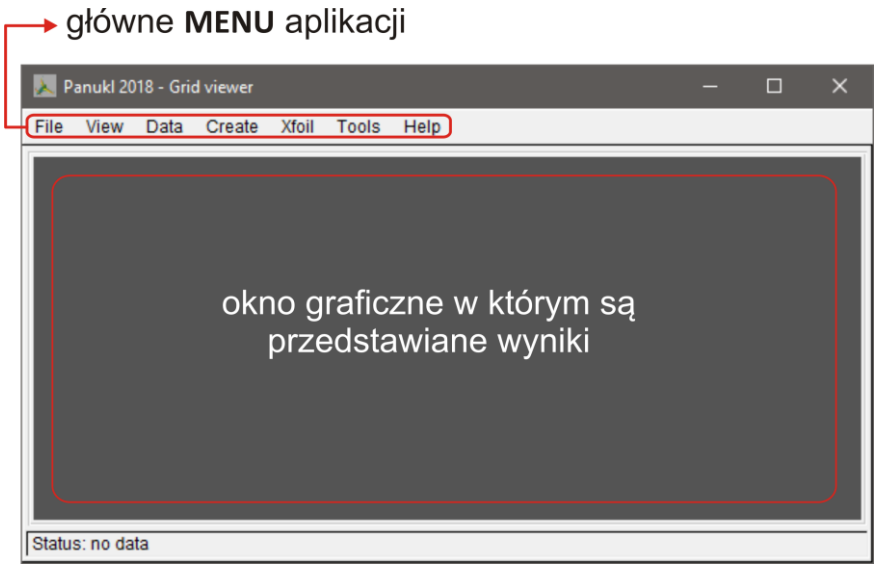
Wersja 2018

Spis treści

Praca w pakiecie PANUKL....2
Opis funkcjonalności Menu – FILE....2
Opis funkcjonalności Menu – VIEW....4
Opis funkcjonalności Menu – DATA....6
Opis funkcjonalności Menu – CREATE....7
Opcja: Create grid file (F9)....7
Opcja: Create grid file with the neighbours (F10)....8
Opcja: Compute doublet distribution (F11)....10
Opcja: Compute pressure distribution (F12)....11
Opcja: Compute sequence (Shift-F10)....14
Opcja: Prepare data for SDSA....15
Opcja: Export FEM data for Calculix....17
Opcja: Connect two grids....17
Opcja: Correct neighbours....20
Opcja: Correct geometry....20
Opis funkcjonalności Menu – XFOIL....21
Opcje obliczeniowe....21
Opcje podglądu wyników....23
Opcje narzędziowe....24
Opis funkcjonalności Menu – TOOLS....25
Opcja: Files location....25
Opcja: Image options....26
Opcja: Color map....26
Opcja: JPEG parameters....27
Opcja: Save Options (Shift+Ctrl+S)....27
Opis funkcjonalności Menu – HELP....28
Opis dostępnych opcji Menu –HELP....28
Opcje system pomocy (Help system)....29
Odnośniki....29

Praca w pakiecie PANUKL

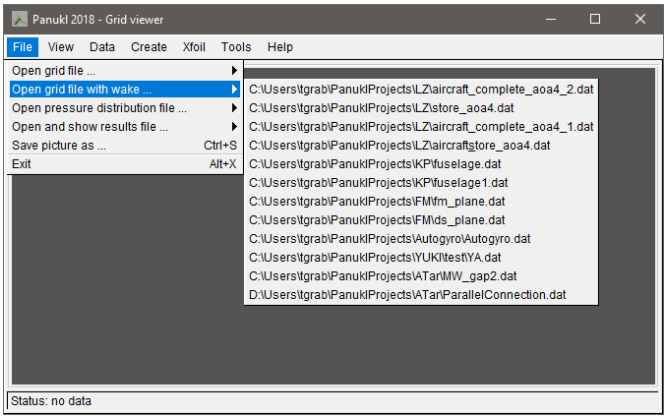
Niniejszy dokument przedstawia opis interfejsu graficznego pakietu **PANUKL 2018** wraz z opisem dostępnych opcji. Programy zewnętrzne są opisane w oddzielnych plikach. W celu uruchomienia interfejsu graficznego programu **PANUKL**, klikamy na ikonkę aplikacji zarządzającej **GridView**, która w zależności od sposobu instalacji może znajdować się na **PULPICIE** lub wybieramy ją z folderu do, którego zainstalowany został program. Po krótkiej chwili pojawi się główne okno interfejsu graficznego Rys. 1. Pakiet **PANUKL** jest w pełni gotowy do pracy.



Rys. 1 – Główne okno interfejsu graficznego aplikacji

Rozmiar okna możemy zmieniać przy pomocy standardowych modyfikatorów dostępnych w danym systemie operacyjnym. Poszczególne opcje programu dostępne są z poziomu **MENU** programu zarządzającego.

Opis funkcjonalności Menu – FILE

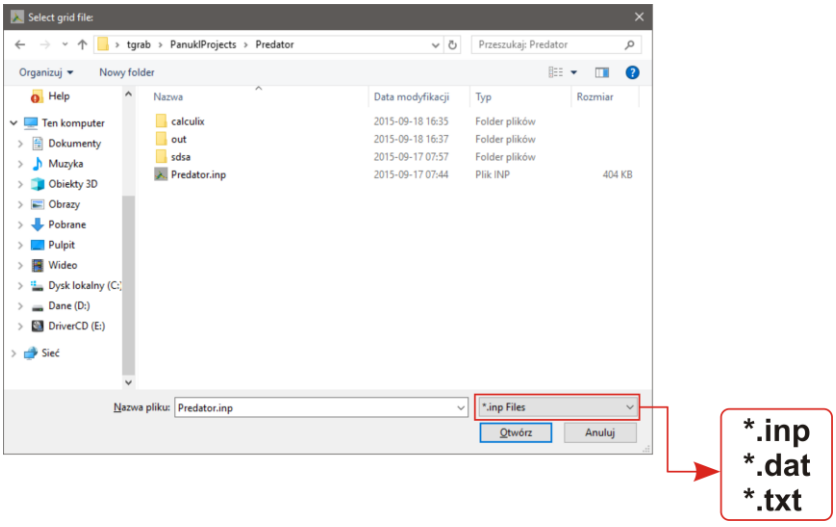


Rys. 2 – Menu – FILE

Opis dostępnych opcji Menu – FILE

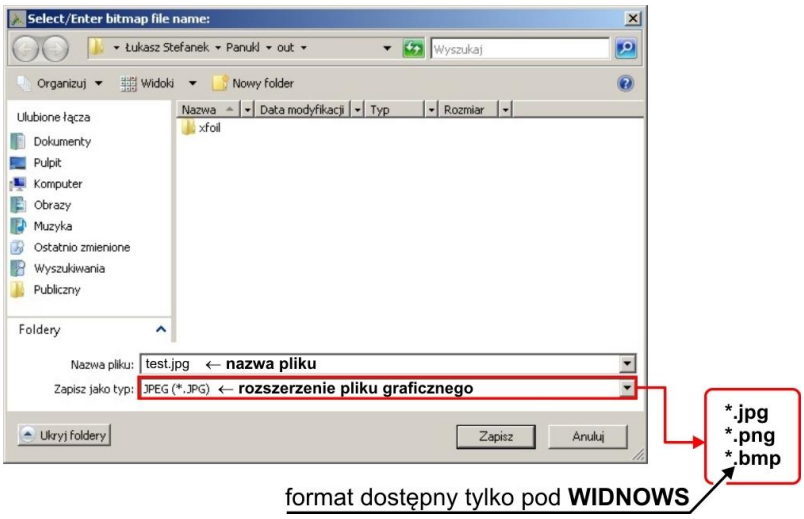
Funkcja/ Polecenie	Opis
Open grid file [Ctrl+O]	Wczytanie z wybranej przez użytkownika lokalizacji, pliku **[.inp]**, zawierającego siatkę (składającą się z czworokątnych paneli), opisującą geometrię obiektu będącego przedmiotem analizy, Rys. 3.
Open grid file with Wake [Alt+Ctrl+O]	Wczytanie z wybranej przez użytkownika lokalizacji, pliku **[.dat]**, zawierającego siatkę wraz z wygenerowanym śladem wirowym, dla obiektu będącego przedmiotem analizy.
Open pressure distribution file [Alt+Ctrl+T]	Wczytanie z wybranej przez użytkownika lokalizacji, pliku **[.txt]**, zawierającego wyniki obliczeń aerodynamicznych (dla poszczególnych paneli siatki) dla obiektu będącego przedmiotem analizy.
Open and show results file	Wyświetlenie w zewnętrznym oknie wyników (z wybranego przez użytkownika pliku **[.out]** lub **[.czy]**) , Rys. 5.
Save picture as [Ctrl+S]	Zapisanie w postaci obrazu **JPEG** , **PNG** lub **BMP** aktualnie wyświetlanej zawartości głównego okna graficznego programu **PANUKL**. Wyświetlone zostaje okno wyboru, Rys. 4.
Exit [Alt+X]	Zakończenie pracy z programem, zamknięcie aplikacji.

Ostatnie otwarte pliki (po 20 w każdej z czterech grup „Open") są rejestrowane i użytkownik może je następnie wybierać z rozwijanego menu (Rys. 2).

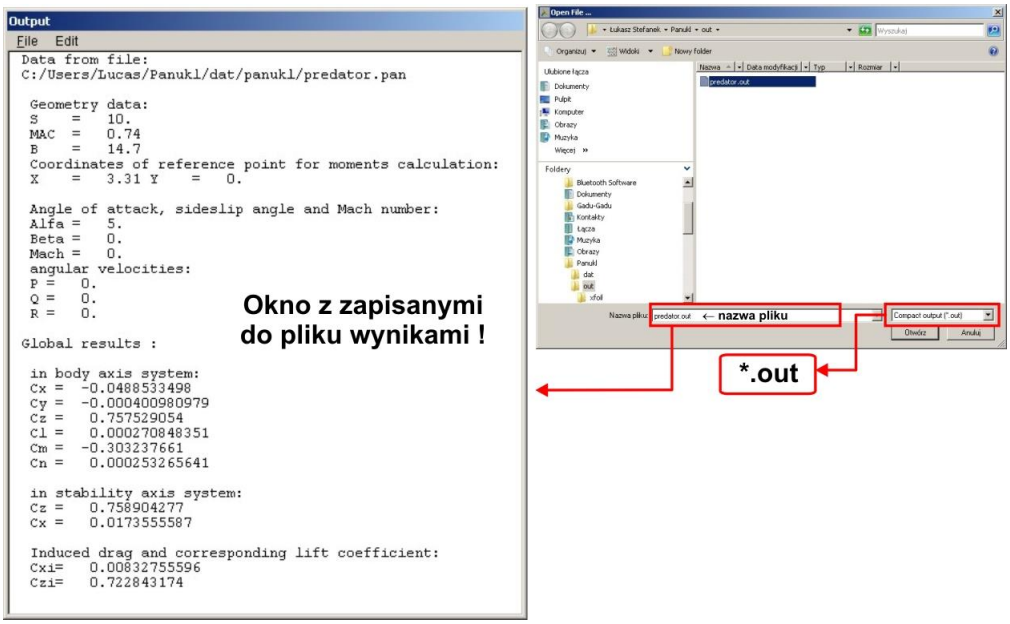


Rys. 3 – Przykładowe okno wyboru pliku

Niektóre okna wyboru plików z dysku mogą się różnić wyglądem w zależności od posiadanego systemu operacyjnego, wygląd okien nie wpływa w żaden sposób na działanie programu.

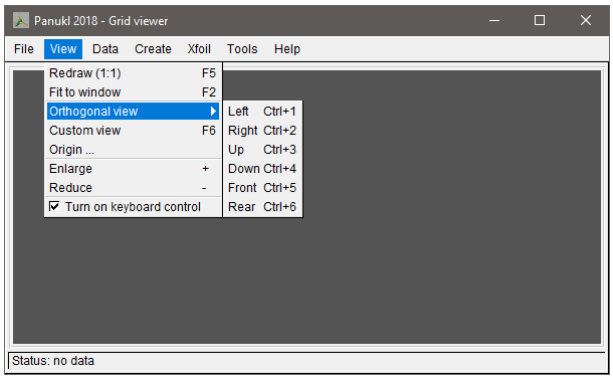


Rys. 4 – Okno zapisu plików graficznych



Rys. 5 – Okno z wyświetlonymi obliczonymi wynikami

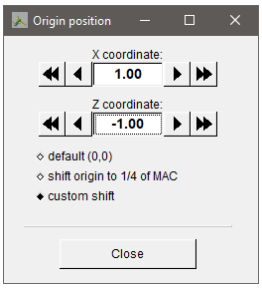
Opis funkcjonalności Menu – VIEW



Rys. 6 – Menu – VIEW

Opis dostępnych opcji Menu – VIEW

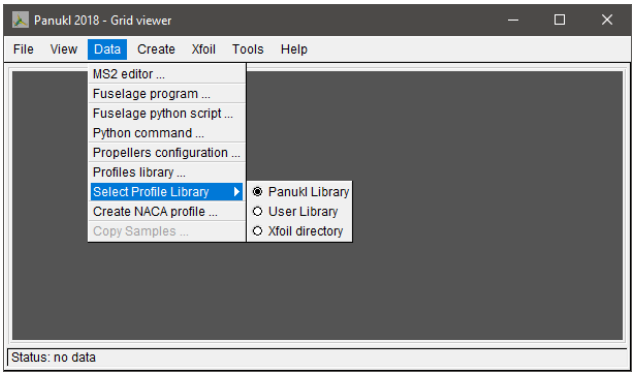
Funkcja/ Polecenie	Opis
Redraw (1:1) **[F5]**	Odświeżenie widoku (w oknie graficznym), powrót do oryginalnej skali obiektu.
Fit to window **F2**	Skalowanie do rozmiaru okna
Orthogonal view	Wybór rzutu prostokątnego: Lewy – Ctrl-1 Prawy – Ctrl-2 Z góry – Ctrl-3 Z dołu – Ctrl-4 Z przodu – Ctrl-5 Z tyłu – Ctrl-6
Custom view **F6**	Widok zapamiętany
Origin …	Wyświetla okienko do przesunięcia bieguna obrotu (Rys. 7)
Enlarge **[+]**	Powiększenie widoku (w oknie graficznym).
Reduce **[-]**	Zmniejszenie widoku (w oknie graficznym).
Turn on keyboard control **[check box]**	Włączenie obsługi widoku (w oknie graficznym) z poziomu klawiatury, Rys. 8



Rys. 7 – okienko do ustawienia bieguna obrotu bryły samolotu

Rys. 8 – Obsługa widoku z poziomu klawiatury

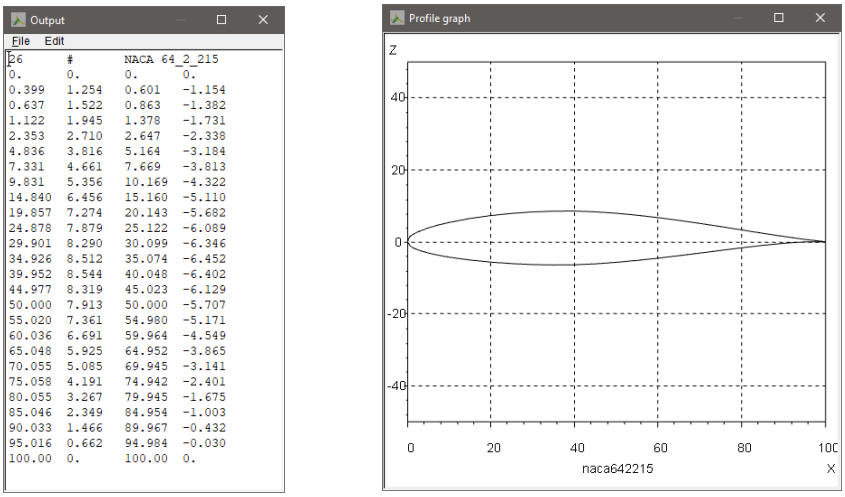
Opis funkcjonalności Menu – DATA



Rys. 9 – Menu - DATA

W menu **DATA** są dostępne różne narzędzia do edycji oraz zarządzania danymi. Kolejne opcje oznaczają:

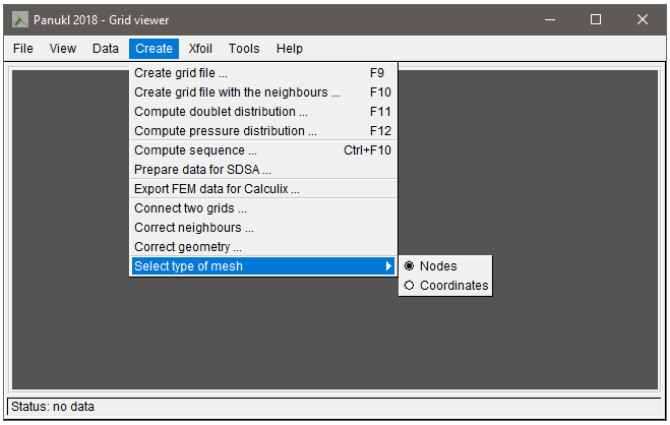
- MS2 Editor – wywołanie programu MS2edit służącego do edycji plików-skryptów MS2 [1]
- Fuselage program – wywołanie programu Fuselage służącego do tworzenia pliku z geometrią kadłuba utworzonego wcześniej w programie NX [2]
- Fuselage python script – wywołanie skryptu służącego do tworzenia pliku z geometrią kadłuba utworzonego wcześniej w programie NX [2]
- Python command – ustawienie opcji interpretera Pythona
- Propellers configuration – wywołanie programu ActuatorDisc służącego do edycji pliku konfiguracyjnego układu śmigieł ([.acd]).



Rys. 10 – Podgląd profili z biblioteki profili

- Profiles library – przeglądanie biblioteki profili (Rys. 10)
- Select Profiles library – użytkownik ma do wyboru jedną z trzech opcji:
  - Panukl Library – biblioteka dostarczona razem z pakietem
  - User Library – biblioteka profili użytkownika
  - Xfoil Library – biblioteka profili tworzonych/modyfikowanych programem Xfoil [3]
- Create NACA profile – utworzenie pliku z geometrią profilu należącego do cztero lub pięcio-cyfrowej rodziny klasycznych profili NACA
- Copy Samples – kopiowanie plików z przykładami dostarczonymi z pakietem do katalogu roboczego. Podczas kopiowania pliki konfiguracyjne są modyfikowane w celu dostosowania danych do układu katalogów użytkownika.

Opis funkcjonalności Menu – CREATE

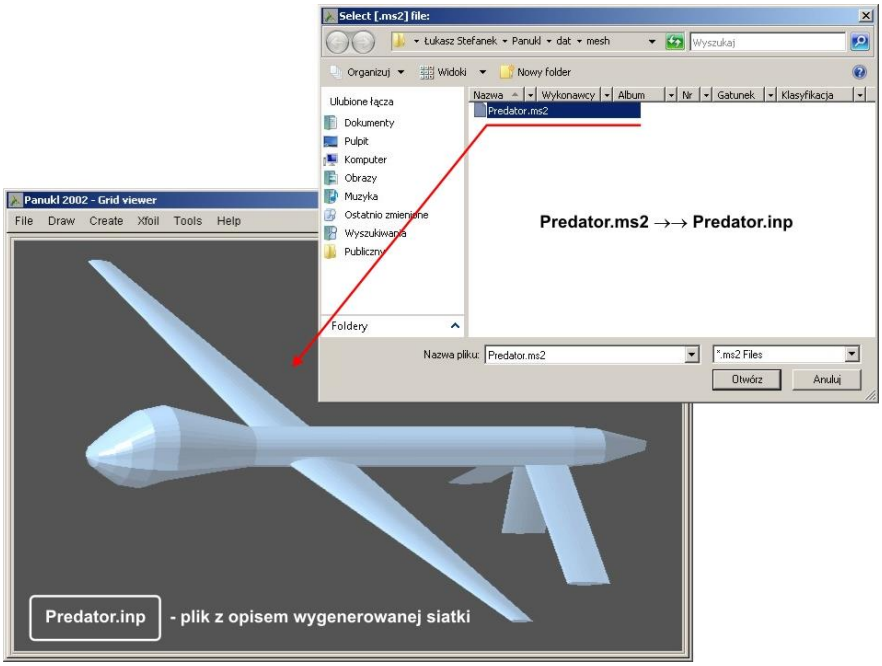


Rys. 11 – Menu – CREATE

W menu **CREATE** użytkownik odnajdzie najważniejsze funkcje pakietu **PANUKL**, które umożliwiają przeprowadzenie całkowitej sesji obliczeniowej dla danego zbioru danych wejściowych.

Opcja: Create grid file (F9)

Polecenie uruchamia program **Mesh3**, składnik pakietu **PANUKL**, który dla wybranego zbioru danych, zawierającego opis geometrii modelu (zbiór główny **[.ms2]**) wygeneruje plik, zawierający siatkę **[.inp],** opisującą geometrię modelu. Siatka składa się z czworokątnych paneli, Rys. 12.



Rys. 12 – Tworzenie pliku siatki dla danego zbioru danych (modelu)

Opcja: Create grid file with the neighbours (F10)

Polecenie uruchamia program **Neigh**, składnik pakietu PANUKL, który dla wybranego pliku zawierającego siatkę [.inp] modelu, wygeneruje plik [.dat]. W pliku wyjściowym [.dat] zapisana zostaje siatka modelu wzbogacona o wygenerowany ślad wirowy oraz informacje o numerach „sąsiadów" poszczególnych paneli siatki

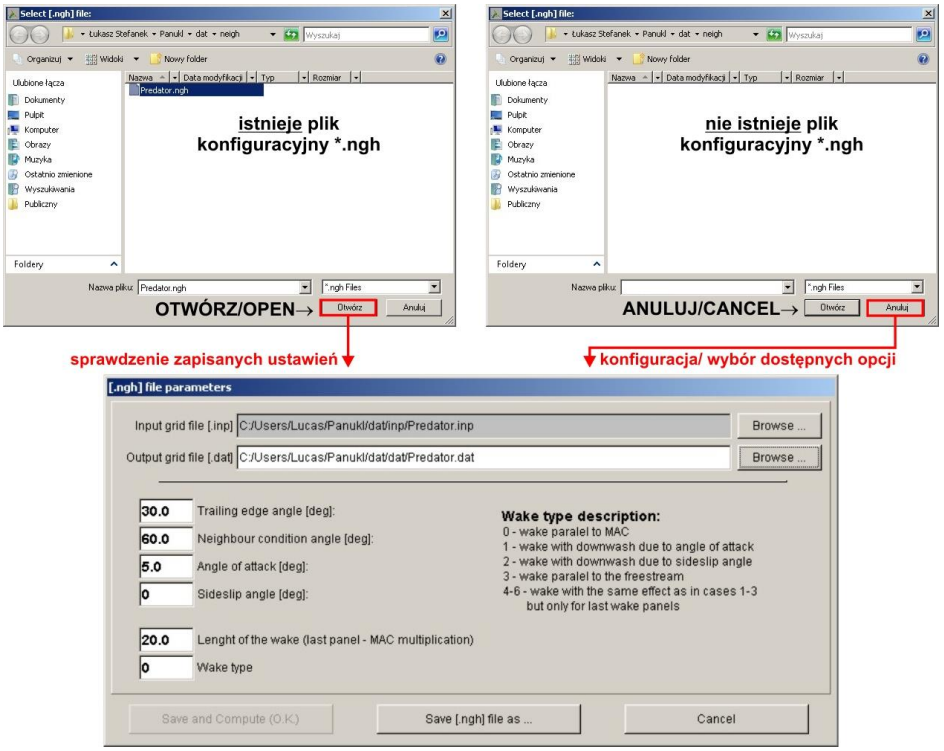
Po wyborze tej opcji użytkownik ma dwie możliwości:

Możliwość 1 – posiadamy zapisany na dysku plik konfiguracyjny **[.ngh]**, Rys. 13

Po wywołaniu funkcji **Create grid file with the neighbours** zostaje wyświetlone okno w którym program prosi o wskazanie przez użytkownika pliku konfiguracyjnego **[.ngh]** – plik zawiera zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]**. Wybrany plik **[.ngh]** otwieramy klikając przycisk **OTWÓRZ/OPEN**. Pojawia się okno Rys. 13 w którym widoczne są zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]**. W celu wygenerowania pliku **[.dat]** klikamy przycisk **Save and Compute (OK)**.

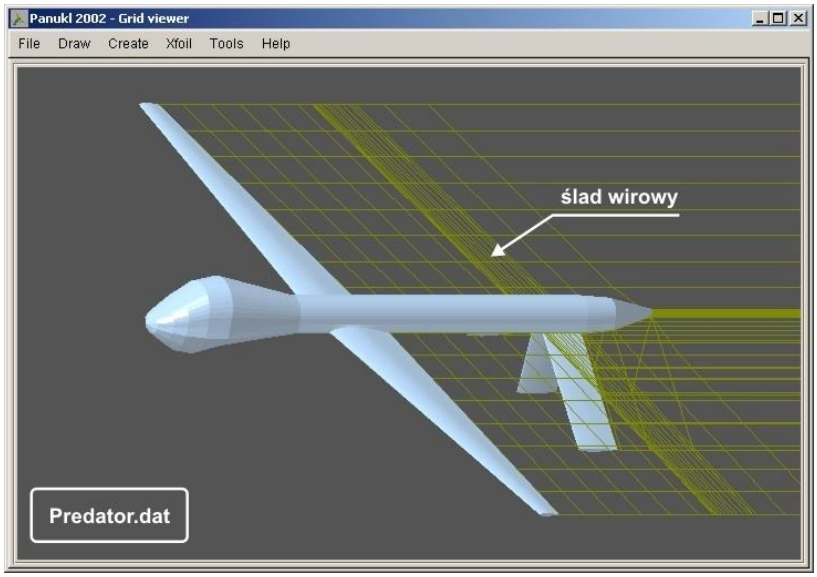
Możliwość 2 – nie posiadamy pliku konfiguracyjnego **[.ngh]**, Rys. 13

Po wywołaniu funkcji **Create grid file with the neighbours** zostaje wyświetlone okno w którym program prosi o wskazanie pliku konfiguracyjnego **[.ngh]** – klikając przycisk **ANULUJ/CANCEL** przechodzimy bezpośrednio do okna dialogowego (dolne okno na Rys. 13) w którym użytkownik może wybrać opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]**. W celu zapisania wybranych opcji do pliku **[.ngh]** klikamy przycisk **Save [.ngh] file as**, wygenerowanie pliku **[.dat]** zatwierdzamy klikając przycisk **Save and Compute (OK).**



Rys. 13 – Okno dialogowe uruchomienia programu **Neigh**

Ustawienie	Opis
Length of the wake (MAC multiplication)	Długość śladu wirowego podana jako krotność średniej cięciwy aerodynamicznej.
Wake type description	**Sposób tworzenia śladu wirowego:** **0** – ślad równoległy do średniej cięciwy aerodynamicznej **1** – ślad odchylony zgodnie z kątem natarcia α **2** – ślad odchylony zgodnie z kątem bocznego ślizgu β **3** – ślad równoległy do kierunku przepływu niezaburzonego **4** – ślad odchylony (tylko dla ostatnich paneli) zgodnie z kątem natarcia α **5** – ślad odchylony (tylko dla ostatnich paneli) zgodnie z kątem bocznego ślizgu β **6** – ślad równoległy (tylko dla ostatnich paneli) do kierunku przepływu niezaburzonego
Trailing edge angle [deg]	Kąt ostrza. Jeżeli kąt pomiędzy panelami na krawędzi spływu jest mniejszy lub równy podanej wartości to z tak zdefiniowanej krawędzi będzie poprowadzone pasmo śladu wirowego.
Neighbour condition angle [deg]	Wartość kąta warunkująca zerowanie „sąsiadów”. Jeśli kąt pomiędzy dwoma sąsiadującymi panelami siatki będzie większy od podanej wartości, panele te nie będą traktowane jako sąsiadujące.
Angle of attack [deg]	Kąt natarcia (uwzględniany przy tworzeniu śladu wirowego).
Sideslip angle [deg]	Kąt bocznego ślizgu (uwzględniany przy tworzeniu śladu wirowego).



Rys. 14 – Przykładowy plik: siatka + ślad wirowy „Predator.dat”

Opcja: Compute doublet distribution (F11)

Polecenie uruchamia program Panukl, składnik pakietu PANUKL, który dla wybranego pliku danych [.dat] , wygeneruje plik [.pan]. W pliku wyjściowym [.pan] zapisany zostaje wynikowy rozkład potencjału prędkości. Plik jest zapisany tzw. formatem swobodnym – do odczytu i zapisu jedynie przez programy pakietu.

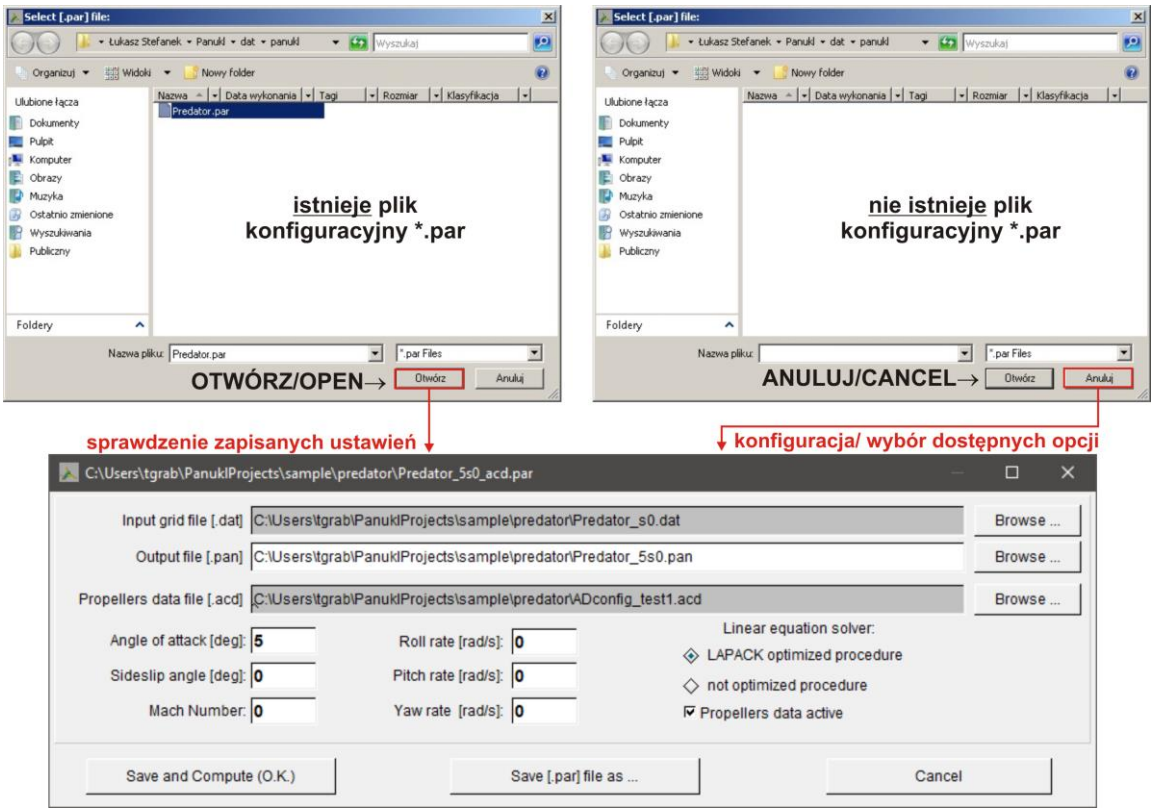
Po wyborze tej opcji użytkownik ma dwie możliwości:

Możliwość 1 – posiadamy zapisany na dysku plik konfiguracyjny **[.par]**, Rys. 15

Po wywołaniu funkcji **Compute doublet distribution** zostaje wyświetlone okno, w którym program prosi o wskazanie przez użytkownika pliku konfiguracyjnego **[.par]** – plik zawiera zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.pan]**. Wybrany plik **[.par]** otwieramy klikając przycisk **OTWÓRZ/OPEN**. Pojawia się okno Rys. 15, w którym widoczne są zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.pan]**. W celu wygenerowania pliku **[.pan]** klikamy przycisk **Save and Compute (OK)**.

Możliwość 2 – nie posiadamy pliku konfiguracyjnego **[.par,** Rys. 15

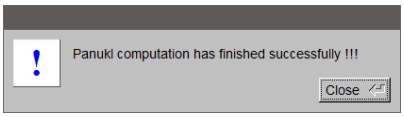
Po wywołaniu funkcji **Compute doublet distribution** zostaje wyświetlone okno, w którym program prosi o wskazanie pliku konfiguracyjnego **[.par]** – klikając przycisk **ANULUJ/CANCEL** przechodzimy bezpośrednio do okna Rys. 15, w którym użytkownik może wybrać opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.pan]**. W celu zapisania wybranych opcji do pliku **[.par]** klikamy przycisk **Save [.par] file as**, wygenerowanie pliku **[.pan** zatwierdzamy klikając przycisk **Save and Compute (OK)**.



Rys. 15 – Okno dialogowe do uruchomienia programu **Panukl**

Ustawienie	Opis
Linear equation solver	Wybór procedury rozwiązującej układ równań : - **LAPACK optimized procedure** (domyślna) - **not optimized procedure** (procedura licząca dłużej ale może być dokładniejsza)
Angle of attack [deg]	Kąt natarcia [deg], mierzony jako kąt pomiędzy kierunkiem prędkości niezaburzonej a kierunkiem osi **OX.**
Sideslip angle [deg]	Kąt bocznego opływu [deg].
Mach Number	Liczba **Macha**.
Roll rate [rad/s]	**P** - Prędkość kątowa przechylania [rad/s]
Pitch rate [rad/s]	**Q** - Prędkość kątowa pochylania [rad/s]
Yaw rate [rad/s]	**R** - Prędkość kątowa odchylania [rad/s]
Propellers data active	Włącza wpływ układu śmigieł zdefiniowanego w pliku [.acd]

Program **Panukl** oblicza współczynniki wpływu i rozwiązuje układ równań dając w wyniku rozkład potencjału prędkości. Moduł ten ma największe wymagania sprzętowe. Czas trwania obliczeń może być znaczny i zależy w przybliżeniu od trzeciej potęgi liczby paneli. Po zakończeniu obliczeń program Panukl wyświetla komunikat (Rys. 16).



Rys. 16 – Komunikat zakończenia obliczeń

Opcja: Compute pressure distribution (F12)

Polecenie uruchamia program **Press**, składnik pakietu PANUKL, który dla wybranego pliku danych [.pan], wygeneruje końcowe pliki wynikowe. W pliku wyjściowym [.out] zapisane zostają wyniki obliczeń całkowitych współczynników aerodynamicznych. W pliku wyjściowym [.txt] zapisane zostają wyniki obliczeń dotyczące składowych prędkości, osobliwości, ciśnień itp. dla poszczególnych paneli. W pliku wyjściowym [.eps] zapisane zostają wyniki obliczeń kąta odchylenia strug (zbiór tworzony opcjonalnie).

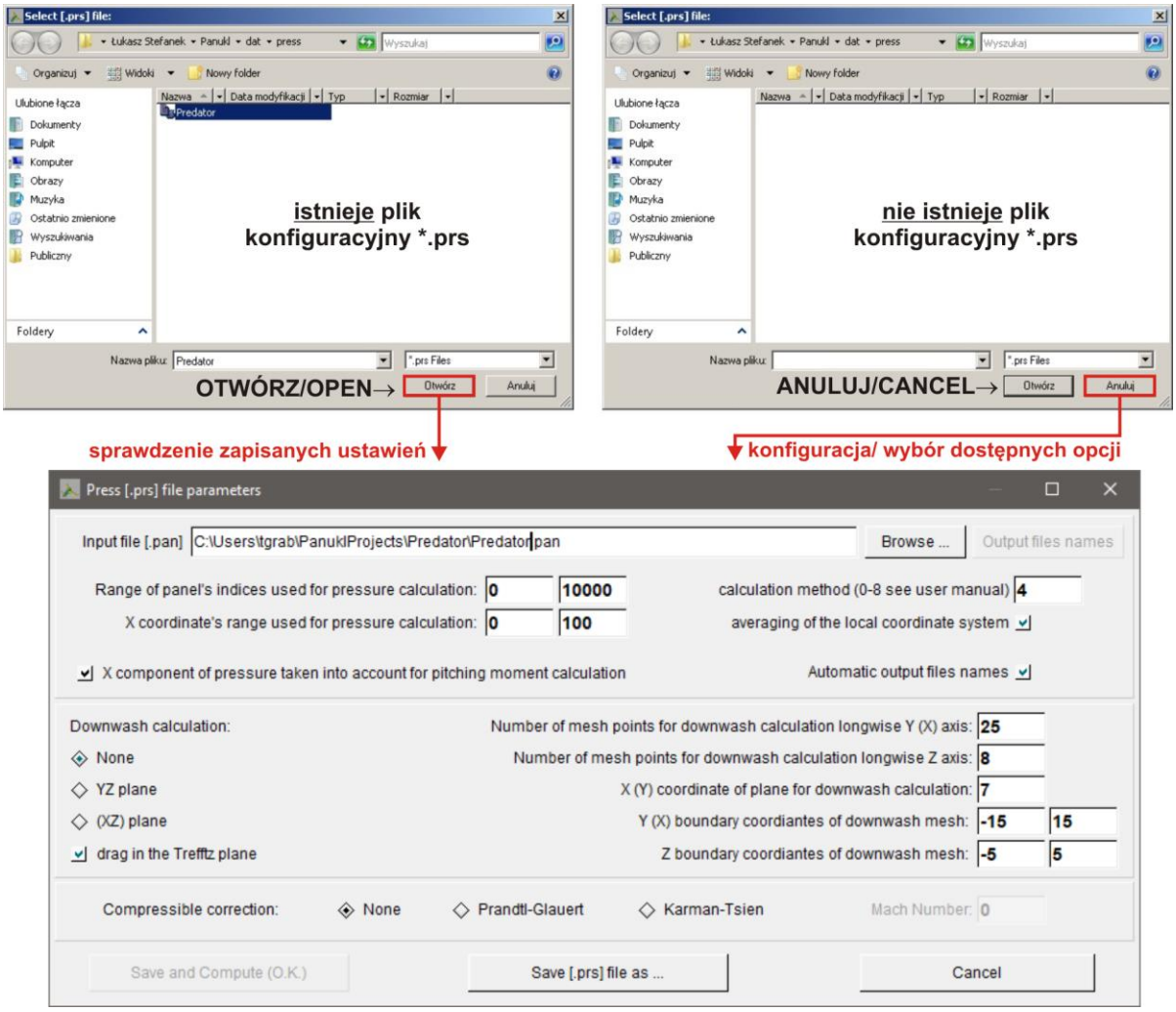
Możliwość 1 – posiadamy zapisany na dysku plik konfiguracyjny **[.prs]**, Rys. 17

Po wywołaniu funkcji **Compute pressure distribution** zostaje wyświetlone okno, w którym program prosi o wskazanie przez użytkownika pliku konfiguracyjnego **[.prs]** – plik zawiera zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia zbiorów wynikowych **[.out]**, **[.txt]**, **[.eps]**. Wybrany plik **[.prs]** otwieramy klikając przycisk **OTWÓRZ/OPEN**. Pojawia się okno Rys. 17, w którym widoczne są zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.out]**, **[.txt]**, **[.eps]**. W celu wygenerowania pliku **[.prs** klikamy przycisk **Save and Compute (OK)**.

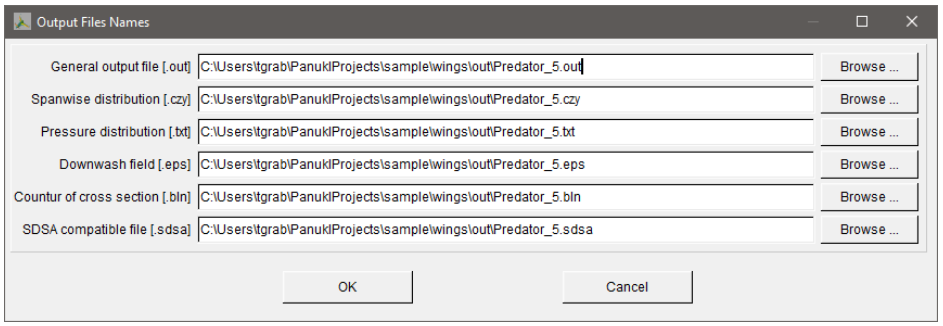
Możliwość 2 – nie posiadamy pliku konfiguracyjnego **[.prs]**, Rys. 17

Po wywołaniu funkcji **Compute pressure distribution** zostaje wyświetlone okno, w którym program prosi o wskazanie pliku konfiguracyjnego **[.prs]** – klikając przycisk **ANULUJ/CANCEL** przechodzimy bezpośrednio do okna Rys. 17, w którym użytkownik może wybrać opcje dotyczące sposobu tworzenia zbiorów wynikowych **[.out]**, **[.txt]**, **[.eps]**. W celu zapisania wybranych opcji do pliku **[.prs]**

klikamy przycisk **Save [.par] file as**, wygenerowanie zbiorów wynikowych **[.out]**, **[.txt]**, **[.eps]** zatwierdzamy klikając przycisk **Save and Compute (OK)**.



Rys. 17 – Okno dialogowe do uruchomienia programu **Press**



Rys. 18 – Okno dialogowe do zdefiniowania nazw plików wyjściowych

Ustawienie	Opis
Range of panel's indices used for pressure calculation	Wartości oznaczające numery paneli, pierwszy i ostatni, które będą uwzględniane przy wyznaczaniu globalnych współczynników aerodynamicznych.
X coordinate's range used for pressure calculation	Wartość początkowa i końcowa współrzędnej **X** dla przedziału, który będzie uwzględniony przy wyznaczaniu globalnych współczynników aerodynamicznych.
X component of pressure taken into account for pitching moment calculation	Zaznaczenie pola spowoduje uwzględnienie, składowej **X**-owej ciśnienia przy obliczaniu globalnych wartości momentu pochylającego.
Calculation method (0-8)	Wybór metody różniczkowania rozkładu potencjału (Stosowane są 4 metody podstawowe i ich średnie. Podstawowe metody polegają na wyznaczeniu wielomianu na podstawie znanych wartości potencjału na danym panelu i jego 8 sąsiadach): **0** – średnia z dwóch, spośród czterech niżej wymienionych metod, dających najbardziej zbliżone wyniki, **1** – metoda kolokacji – wielomian postaci: $\varphi(x,y)=Ax^2y^2+Bx^2y+Cxy^2+Dxy+Ex^2+Fy^2+Gx+Hy+I$, **2** – metoda kolokacji (z pominięciem punktu na danym panelu) – wielomian postaci: $\varphi(x,y)=Bx^2y+Cxy^2+Dxy+Ex^2+Fy^2+Gx+Hy+I$, **3** – aproksymacja wielomianem postaci: $\varphi(x,y)=Bx^2y+Cxy^2+Dxy+Ex^2+Fy^2+Gx+Hy+I$, **4** – aproksymacja wielomianem postaci: $\varphi(x,y)=Dxy+Ex^2+Fy^2+Gx+Hy+I$, **5** – metody 1, 2 i 3, **6** – metody 1, 2 i 4, **7** – metody 1, 3 i 4, **8** – (domyślna) metody 2, 3 i 4.
Averaging of local coordinate system	Likwidacja możliwych do wystąpienia błędów podczas różniczkowania potencjału, wynikających z niekorzystnego „numerycznie" położenia lokalnego związanego z panelem układu współrzędnych.
Downwash calculation:	Wyznaczenie kąta odchylenia strug za płatem: **None** – kąt odchylenia strug nie jest wyznaczany (wynikowy plik **[.eps** nie zostaje zapisany), **YZ plane** – kąt odchylenia strug wyznaczany zostaje w płaszczyźnie **OYZ,** **XZ plane** – kąt odchylenia strug wyznaczany zostaje w płaszczyźnie **OXZ.**
Number of mesh points for downwash calculation longwise Y (X) axis:	Liczba punktów wzdłuż osi **Y** (lub **X** – jeśli **XZ plane**), w których będzie obliczony kąt odchylenia strug.
Number of mesh points for downwash calculation longwise Z axis:	Liczba punktów wzdłuż osi **Z,** w których będzie obliczony kąt odchylenia strug.
X (Y) coordinate of plane for downwash calculation:	Współrzędna **X** (lub **Y** – jeśli **XZ plane**) wyznaczająca położenie płaszczyzny, w której będzie liczony kąt odchylenia strug.

Y (X) boundary coordinates of downwash mesh:	Początkowa i końcowa wartość współrzędnej **Y** (lub **X** – jeśli **XZ plane**), ograniczające prostokątny obszar w którym będzie liczony kąt odchylenia strug.
Z boundary coordinates of downwash mesh:	Początkowa i końcowa wartość współrzędnej **Z**, ograniczające prostokątny obszar, w którym będzie liczony kąt odchylenia strug.
Drag In the Trefz plane	Wyznaczenie oporu w płaszczyźnie **TREFZA**.
Compressible correction:	Uwzględnienie poprawki dotyczącej ściśliwości dla zadanej liczby **Macha**: **None** – brak poprawki, **Prandtl-Glauert** – poprawka **Prandtla-Glauerta**, **Karman-Tsien** – poprawka **Karmana-Tsiena**.
Automatic output filenames	Przyjęcie automatycznych nazw plików wynikowych – pliki wynikowe nazwę własną mają taką jak plik [.pan] a zmieniane są jedynie rozszerzenia
Output files names	Wyświetla okno dialogowe do definiowania indywidualnego nazw plików wynikowych – Rys. 18

Opcja: Compute sequence (Shift-F10)

Polecenie uruchamia okno konfiguracyjne programu **PanAuto** (Rys. 19), który służy do automatyzacji podstawowych obliczeń pakietu. Program umożliwia uruchomienie jednej sekwencji obliczeń, tj. wywołania kolejno programów: Mesh3, Neigh, Panukl i Press ze wskazanymi plikami konfiguracyjnymi. Użytkownik może obserwować status obliczeń. Kolor okrągłej kontrolki (Status) wskazuje na stan pracy: brak koloru – proces nie został jeszcze uruchomiony, czerwony – w trakcie obliczeń, zielony – zakończone obliczenia.

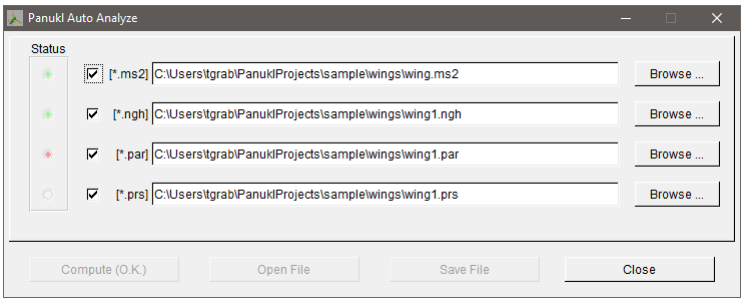
Program może być również uruchomiony w trybie wsadowym poleceniem:

PanAuto [filename.auto] [iGUI]

gdzie:

filename.auto – plik konfiguracyjny (patrz [6])
iGUI – flaga (0/1) uruchomienia interfejsu graficznego (Rys. 19)

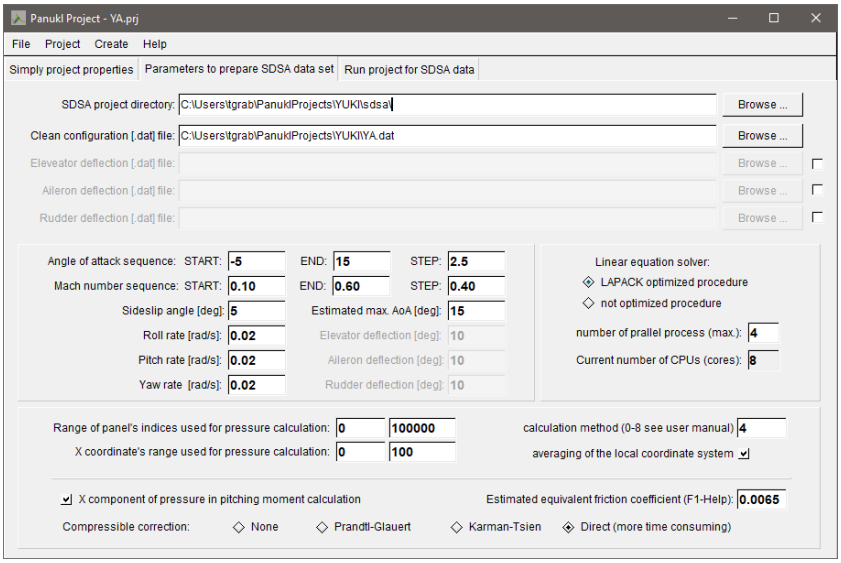
Program bez podania parametrów zawsze uruchamia się z interfejsem graficznym. Podanie tylko pierwszego parametru uruchamia program bez interfejsu graficznego.



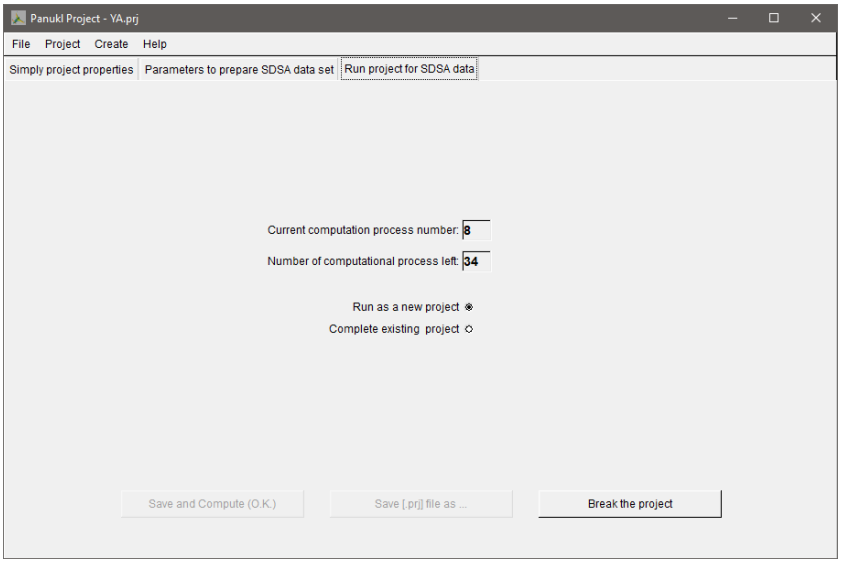
Rys. 19 – Okno dialogowe programu PanAuto

Opcja: Prepare data for SDSA

Polecenie uruchamia okno konfiguracyjne programu **PanProject** (Rys. 20), który służy do obliczeń kompletnych danych aerodynamicznych, w tym pochodnych aerodynamicznych, w postaci zgodnej z pakietem SDSA [7]. Zestaw danych (parametrów) programu PanProject ustawiany jest przy pomocy kontrolek okna dialogowego i może być zapisany w pliku typu [.prj]. Znaczenie poszczególnych zmiennych jest przedstawione w oddzielnym dokumencie [6]. Użytkownik musi wcześniej przygotować plik z siatką obiektu i śladu wirowego [.dat]. Aby wyznaczyć pochodne sterowania, konieczne jest przygotowanie wersji siatki z wychylonymi powierzchniami sterowymi (sterem wysokości, lotkami, sterem kierunku). Ponieważ proces obliczeń zestawu danych do SDSA może być czasochłonny, użytkownik może wskazać aby obliczenia odbywały się równolegle, korzystając z wielordzeniowej/wieloprocesorowej architektury komputera. Zaleca się aby liczba procesów równoległych była mniejsza od liczby rdzeni/procesorów zainstalowanych w komputerze.



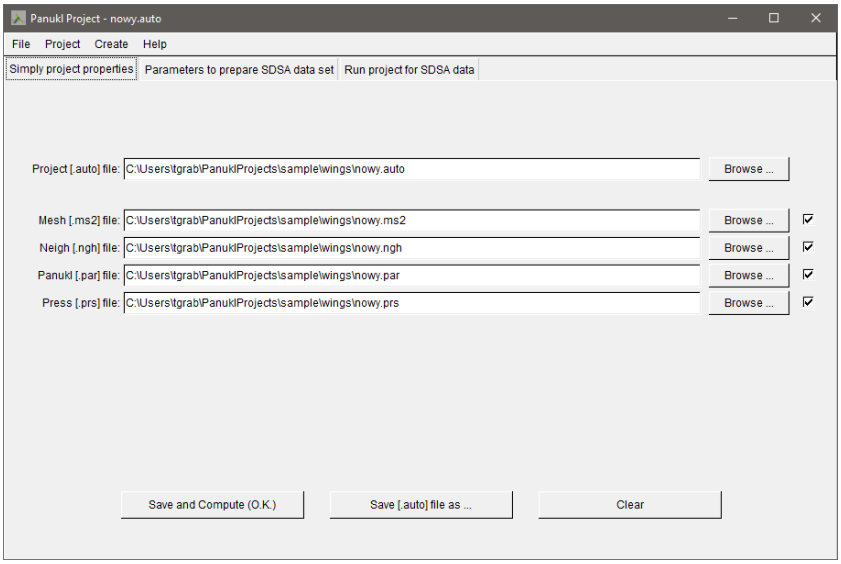
Rys. 20 – Okno dialogowe programu PanProject w trybie przygotowania danych do SDSA



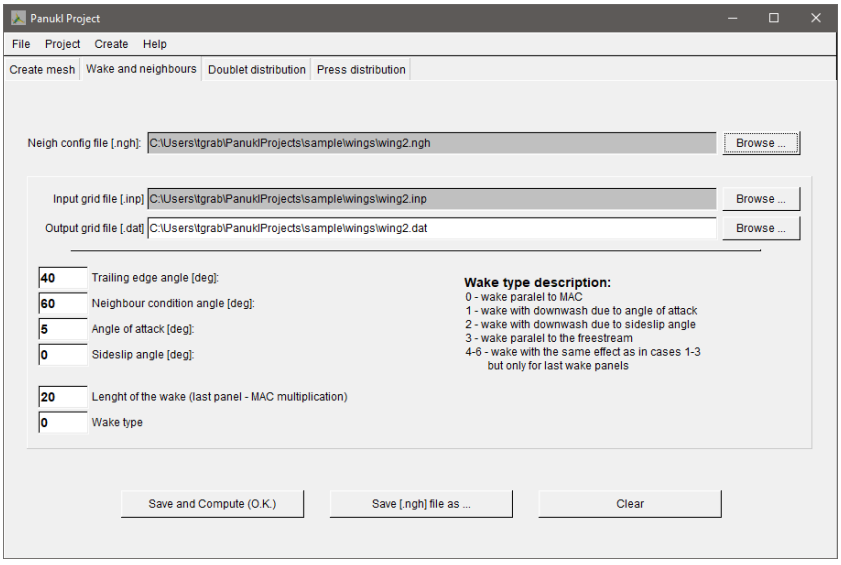
Rys. 21 – Okno dialogowe programu PanProject w trybie wykonywania obliczeń danych do SDSA

Po ustawieniu wszystkich parametrów, należy przejść do karty „Run project for SDSA data” (Rys. 21) i uruchomić obliczenia przyciskiem „Save and compute (OK)”. Parametry projektu są zapisywane do pliku [.prj] i rozpoczyna się procedura obliczeniowa. Postęp obliczeń jest pokazywany na dwóch okienkach-licznikach. Pierwszy pokazuje aktualnie uruchomiony ostatni proces (sekwencja programów Panukl i Press), na drugim widnieje liczba sekwencji jaka pozostała do wykonania. Przycisk „Break the project” służy do przerwania obliczeń. Obliczenia można wtedy wznowić w dowolnym momencie, również po ponownym wywołaniu programu PanProject.

Program PanProject służy również do realizacji pojedynczej sekwencji, podobnie jak program PanAuto. Wywołanie pojedynczej sekwencji jest możliwe po przełączeniu programu na kartę „Simply project properties” (Rys. 22). Opcje menu „Create” umożliwiają uruchomienie ręczne poszczególnych etapów obliczeń, podobnie jak opcje programu GridView. Okna dialogowe są dostępne w kartach Rys. 23.



Rys. 22 – Okno dialogowe programu PanProject w trybie jednej sekwencji obliczeń



Rys. 23 – Okno dialogowe jednej z opcji (Wake and neighbours) funkcjonalności „Create”

Program może być również uruchomiony w trybie wsadowym poleceniem:

PanProject [filename.auto/filename.prj] [iBatch]

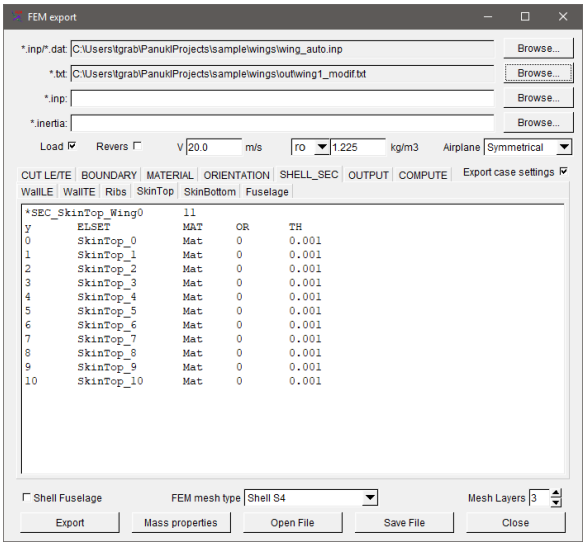
gdzie:

filename.auto/filename.prj – plik konfiguracyjny (patrz [6])
iBatch – flaga (0/1) trybu wsadowego

W zależności od rodzaju pliku wejściowego program uruchomi się w trybie prostej sekwencji (plik typu [.auto]) lub w trybie wyznaczenia wyników dla SDSA (plik typu [.prj]).

Opcja: Export FEM data for Calculix

Polecenie uruchamia okno konfiguracyjne programu **FEM** (Rys. 24), który służy do eksportu danych i wyników obliczeń (rozkładów ciśnień) do programu Calculix [4], realizującego analizy wytrzymałościowe metodą elementów skończonych. Szczegółowy opis działania i obsługi programu znajduje się w oddzielnym dokumencie [5].

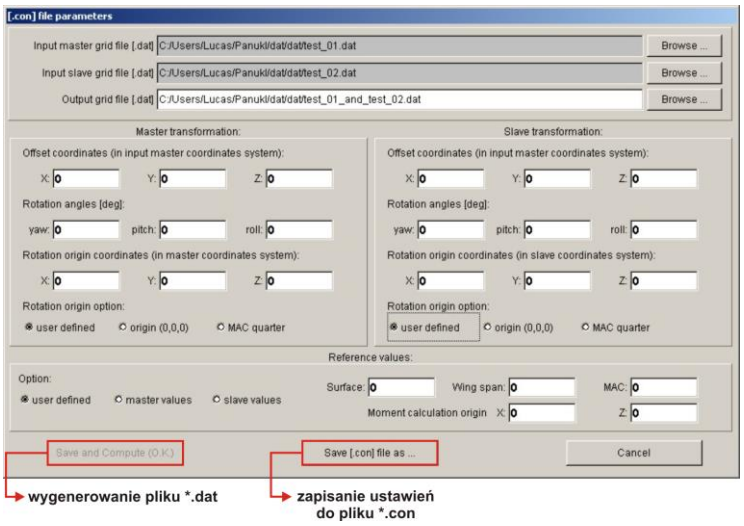


Rys. 24 – Okno dialogowe programu FEM

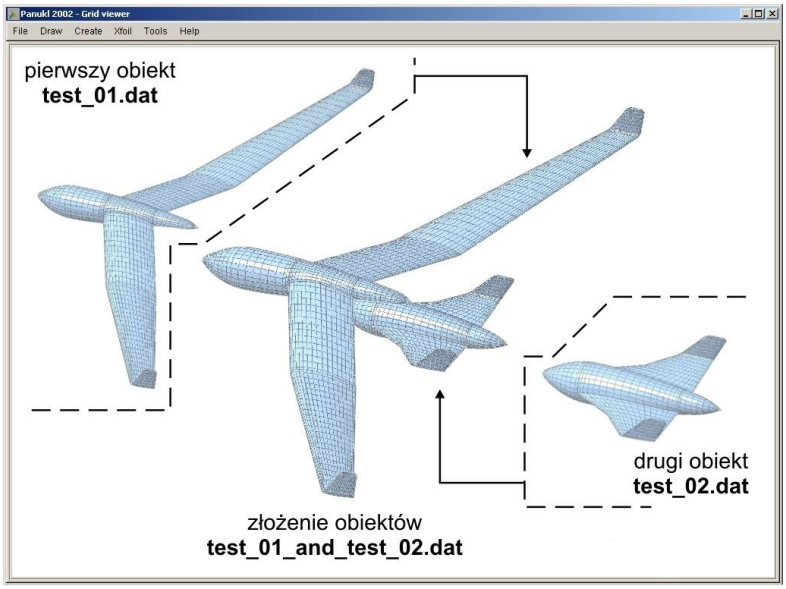
Opcja: Connect two grids

Polecenie uruchamia okno konfiguracyjne programu **Connect** (Rys. 25), który służy do łączenia siatek modeli z wygenerowanym śladem [.dat].

Dzięki tej opcji programu możliwe jest tworzenie skomplikowanych siatek obliczeniowych składających się z więcej niż jednego obiektu oraz tworzenie niesymetrycznych, rozbudowanych siatek. Opcja ta daje użytkownikowi pakietu **PANUKL** możliwości np. analizy wzajemnego wpływu aerodynamicznego jednego obiektu na drugi (kiedy dwa lub więcej obiekty znajdują się w bliskiej odległości - Rys. 26) lub np. analizy odłączania np. zbiornika podwieszanego z samolotu itp.



Rys. 25 – Główne okno konfiguracyjne dotyczące funkcji łączenia siatek modeli



Rys. 26 - Sposób działania funkcji do łączenia siatek

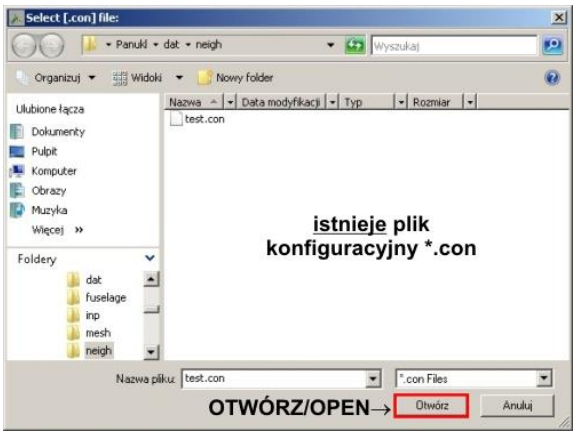
Sposób działania

Możliwość 1 – posiadamy zapisany na dysku plik konfiguracyjny **[.con]**

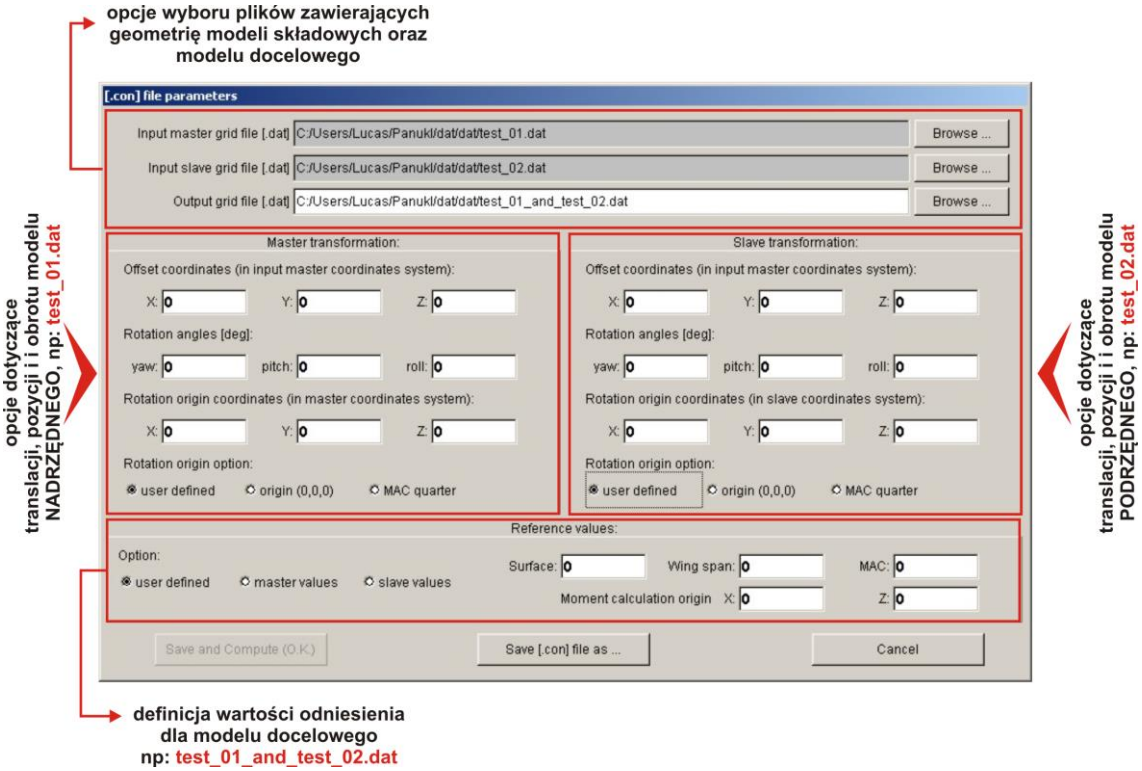
Po wywołaniu funkcji **CONNECT TWO GRIDS** zostaje wyświetlone okno Rys. 27, w którym program prosi o wskazanie przez użytkownika pliku konfiguracyjnego **[.con]** – plik zawiera zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]** (nowego pliku, który będzie zawierał złożenie wybranych przez użytkownika siatek). Wybrany plik **[.con]** otwieramy klikając przycisk **OTWÓRZ/OPEN**. Pojawia się okno Rys. 25, w którym widoczne są zapisane opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]**. W celu wygenerowania pliku **[.dat]** klikamy przycisk **Save and Compute (OK)**.

Możliwość 2 – nie posiadamy pliku konfiguracyjnego **[.con]**

Po wywołaniu funkcji **CONNECT TWO GRIDS** zostaje wyświetlone okno, w którym program prosi o wskazanie pliku konfiguracyjnego **[.con]** – klikając przycisk **ANULUJ/CANCEL** przechodzimy bezpośrednio do okna Rys. 28, w którym użytkownik może wybrać opcje dotyczące sposobu tworzenia pliku **[.dat]**. W celu zapisania wybranych opcji do pliku **[.con]** klikamy przycisk **Save [.con] file as**, wygenerowanie pliku **[.dat]** zatwierdzamy klikając przycisk **Save and Compute (OK)**.



Rys. 27 – Okno wyboru pliku konfiguracyjnego *.con

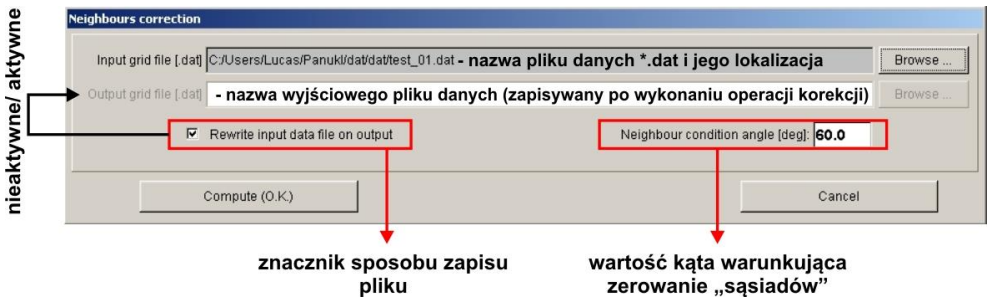


Rys. 28 – Główne opcje funkcji do łączenia siatek modeli

Funkcja/ Polecenie	Opis
Offset coordinates (in input master coordinates system)	Określenie współrzędnych przesunięcia obiektu – **X**, **Y**, **Z** w układzie, w którym był stworzony dany obiekt.
Rotation angles [deg]	Obracanie obiektu po przez podanie odpowiednich wartości kątów **[deg]**, względem punktu zdefiniowanego względem: **User defined** – punkt zdefiniowany przez użytkownika, **Origin (0,0,0)** – początek układu współrzędnych dla danego obiektu (określony w trakcie definiowania obiektu składowego), **MAC quarter** – biegun obrotu (zwykle ¼ SCA) dla danego obiektu.
Reference values	Określenie wartości odniesienia: **powierzchni**, **rozpiętości**, **SCA** dla obiektu będącego złożeniem obiektów składowych, dostępne opcje: **User defined** – wartości odniesienia zdefiniowane przez użytkownika, **Master values** – wartości odniesienia obiektu nadrzędnego, **Slave values** – wartości odniesienia obiektu podrzędnego.

Opcja: Correct neighbours

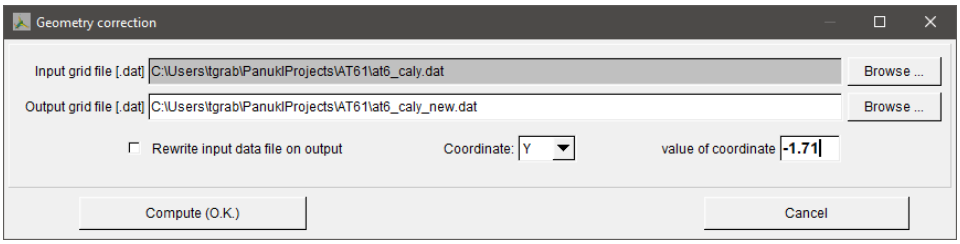
Polecenie powoduje wywołanie okna dialogowego (Rys. 29) uruchamiającego program **Neigh_con**, który służy do korekcji „sąsiadów" dla wygenerowanego już pliku danych **[.dat]**. Program korekcji sąsiadów należy uruchomić jeżeli stosowano procedurę łączenia siatek opisana w poprzednim rozdziale.



Rys. 29 – Okno dialogowe opcji "Correct Neighbours"

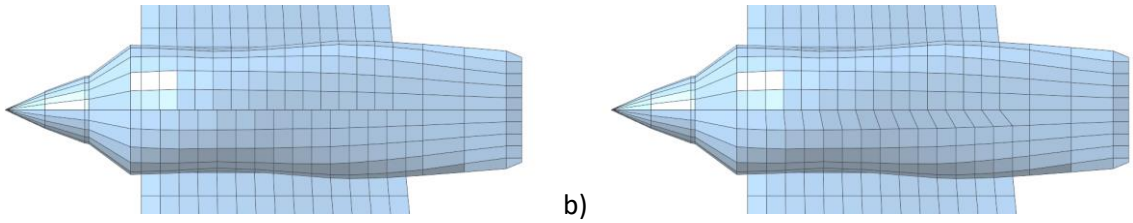
Opcja: Correct geometry

Polecenie powoduje wywołanie okna dialogowego (Rys. 30) uruchamiającego program **Geom_cor**, który służy do korekcji geometrii paneli w płaszczyźnie połączenia, przy tworzeniu siatki łączonej z kilku składowych. Użytkownik musi wskazać plik siatki z sąsiadami (Input grid file) oraz plik do którego siatka wynikowa ma być zapisana (Output grid file). Ponadto należy określić w której płaszczyźnie ma być dokonana korekcja poprzez podanie typu (trzy możliwości: X – płaszczyzna YZ, Y – płaszczyzna XZ, Z – płaszczyzna XY) oraz dokładnej wartości współrzędnej. Korekcie podlega położenie węzłów znajdujących się w tej płaszczyźnie tak, aby zachować spójność siatki.



Rys. 30 – Okno dialogowe opcji „Correct geometry"

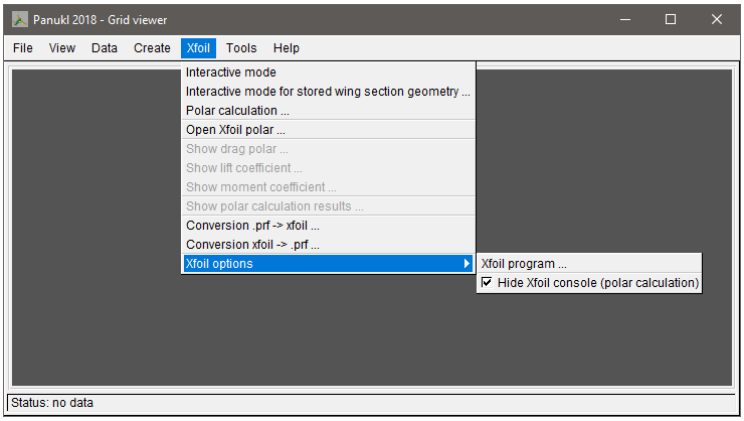
a) b)



Rys. 31 – Korekta geometrii w płaszczyźnie środkowej gondoli: a – przed korekcją, b – po korekcji

Uwaga: Opcja „Correct geometry" jest na obecnym etapie traktowana jako eksperymentalna i należy zachować dużą ostrożność przy jej stosowaniu, ze względu na możliwość powstania „dziur" w powierzchni bryły samolotu (otwartych paneli).

Opis funkcjonalności Menu – XFOIL

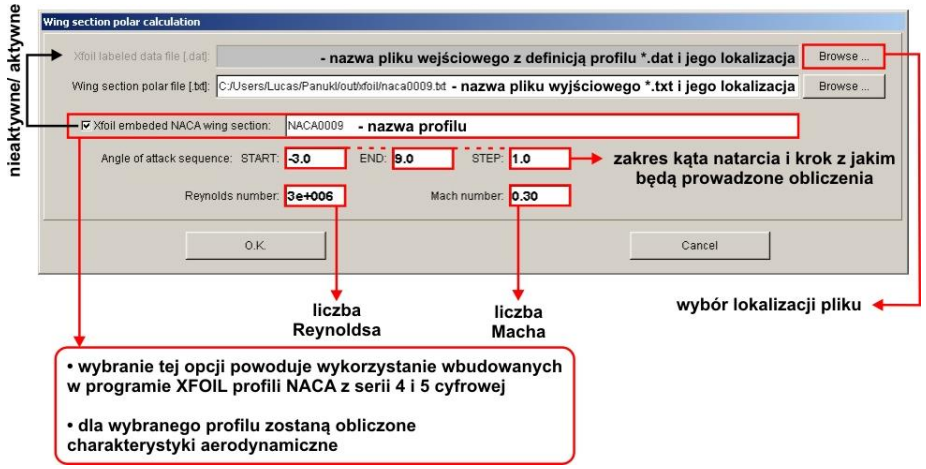


Rys. 32 – Menu – XFOIL

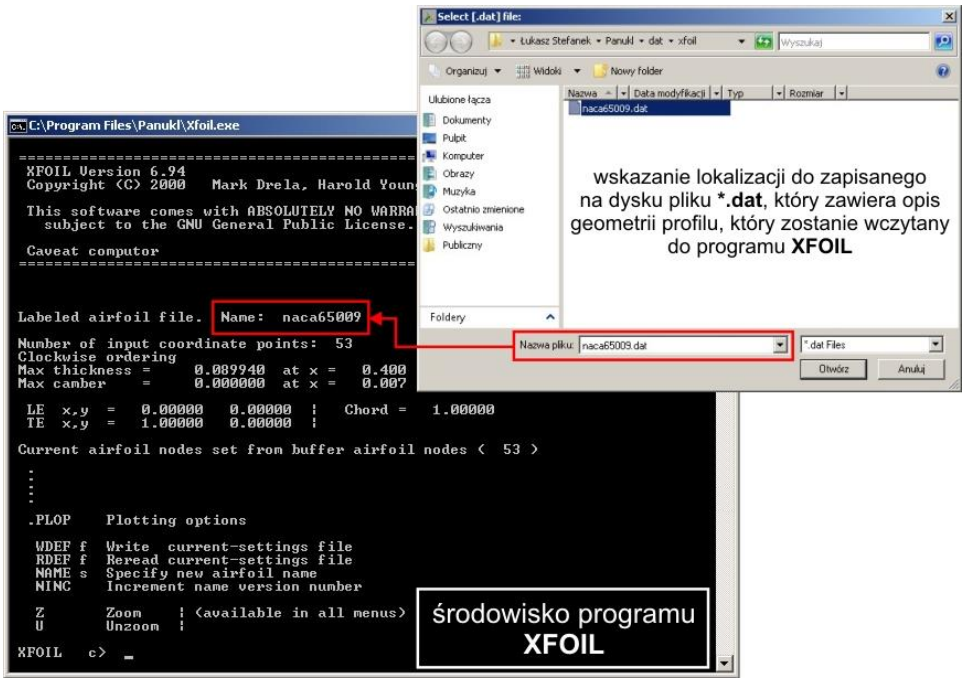
W menu **XFOIL** użytkownik znajdzie najważniejsze funkcje, które mają na celu ułatwienie analizy aerodynamicznej wykorzystywanych profili, przy użyciu zewnętrznego programu **XFOIL**. W celu prawidłowego wykorzystania i interpretacji otrzymanych wyników wymagana jest podstawowa znajomość programu **XFOIL**.

Opcje obliczeniowe

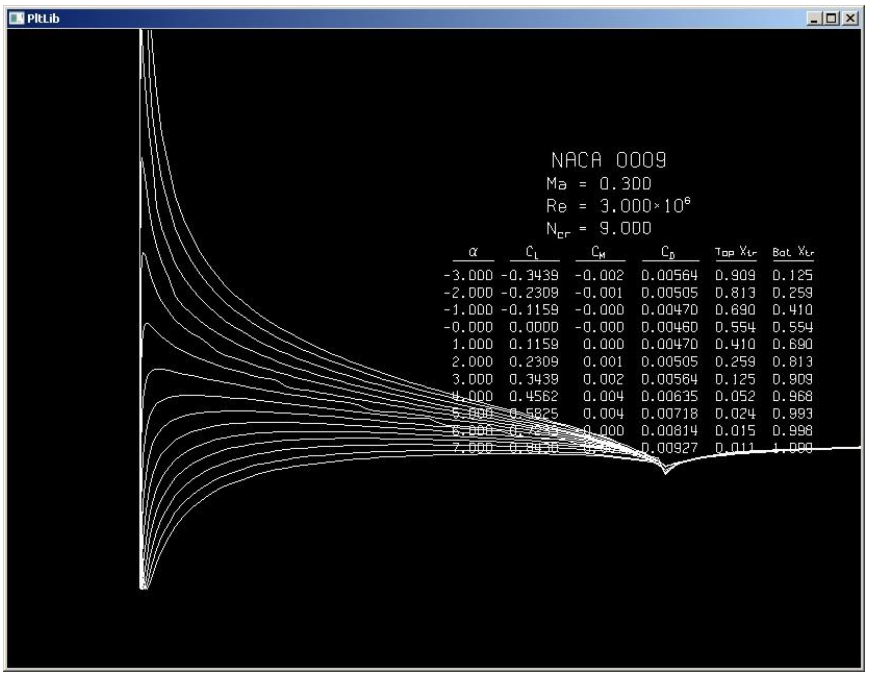
Funkcja/ Polecenie	Opis
Interactive mode	Polecenie uruchamia zewnętrzny program **XFOIL**. Wywołane zostaje standardowe okno programu.
Interactive mode for stored wing section geometry	Uruchomienie zewnętrznego programu **XFOIL** dla wybranego pliku **[.dat]**, zawierającego opis geometrii profilu, który będzie poddany analizie aerodynamicznej (Rys. 34).
Polar calculation	Wyznaczenie podstawowych charakterystyk aerodynamicznych: **CL-siły nośnej**, **CD-oporu**, **CM-momentu**, w funkcji kąta natarcia **Alpha** dla danej liczby **Reynoldsa** i liczby **Macha** dla wybranego przez użytkownika profilu (opis geometrii - plik **[.dat]**). Wyniki obliczeń charakterystyk aerodynamicznych zapisywane są w pliku tekstowym **[.txt]** , Rys. 33.



Rys. 33 – Okno sterujące – wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych dla profilu



Rys. 34 – Zewnętrzne okno programu XFOIL wraz z oknem wyboru pliku [.dat profilu

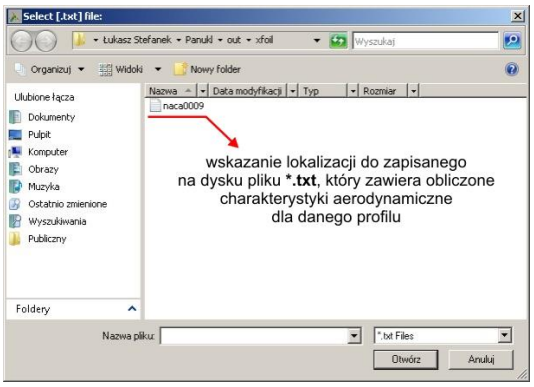


Rys. 35 – Okno programu XFOIL – obliczenia charakterystyk aerodynamicznych profilu

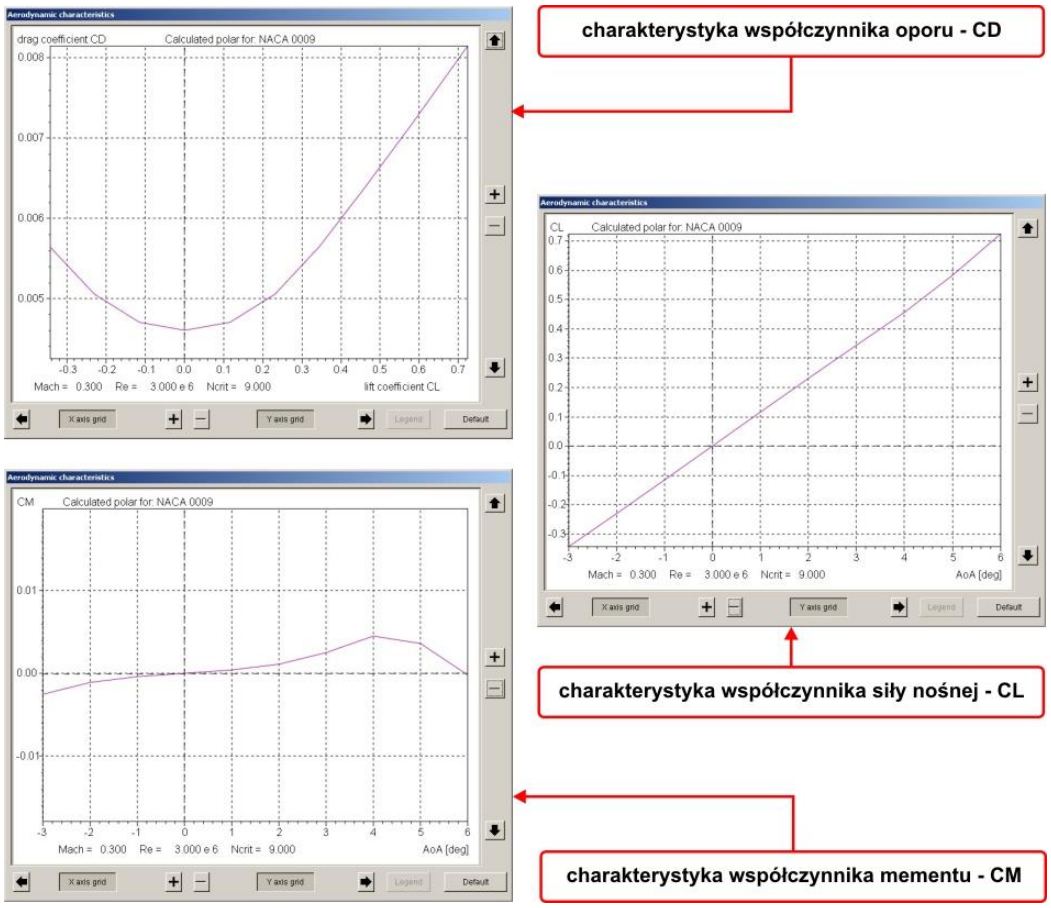
W przypadku obliczeń aerodynamicznych przy użyciu programu **XFOIL** użytkownik powinien zwrócić uwagę na to czy obliczenia zbiegają się a otrzymane wyniki „są prawidłowe” z punktu widzenia prowadzonej analizy.

Opcje podglądu wyników

Funkcja/ Polecenie	Opis
Open XFOIL polar	Wczytanie z wybranej lokalizacji na dysku pliku z zapisanymi charakterystykami aerodynamicznymi profilu, Rys. 36. Po wczytaniu pliku z danymi **[.txt]**, aktywne stają się poniższe polecenia:
Show Drag polar	Wyświetlenie okna z charakterystyką **CD-oporu** , Rys. 37.
Show Lift coefficient	Wyświetlenie okna z charakterystyką **CL-siły nośnej**, Rys. 37.
Show Moment coefficient	Wyświetlenie okna z charakterystyką **CM-momentu**, Rys. 37.



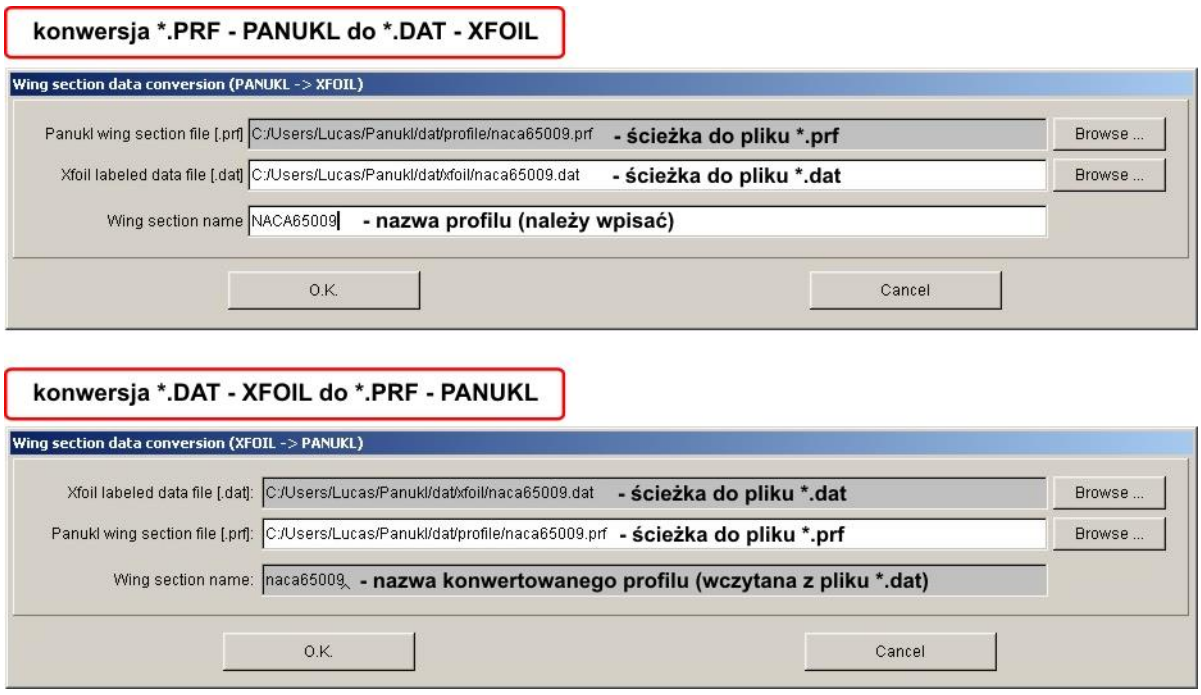
Rys. 36 – Okno wyboru pliku, w którym zapisane charakterystyki aerodynamiczne profilu



Rys. 37 – Przykładowe charakterystyki aerodynamiczne profilu CL, CD, CM w funkcji kąta natarcia

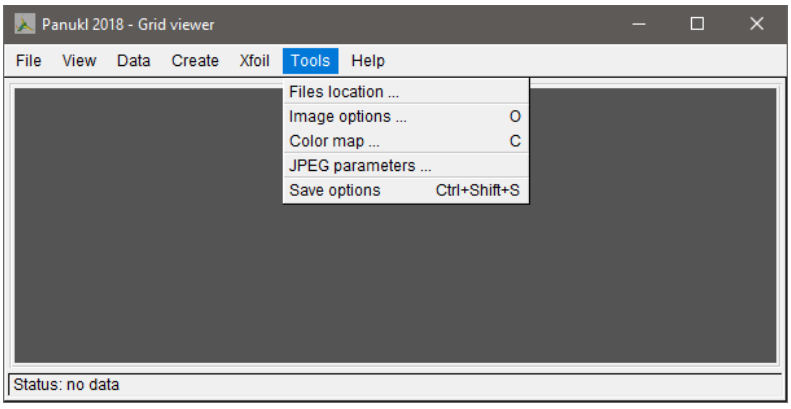
Opcje narzędziowe

Funkcja/ Polecenie	Opis
Conversion [.prf] to XFOIL	Opcja umożliwiająca konwersję pliku **[.prf]** zawierającego definicję geometrii profilu w formacie natywnym dla programu **PANUKL** do formatu **[.dat]** akceptowanego przez program **XFOIL**, Rys. 38.
Conversion XFOIL to [.prf	Opcja umożliwiająca konwersję pliku **[.dat]** zawierającego definicję geometrii profilu w formacie akceptowanym przez program **XFOIL** do formatu **[.prf]** natywnego dla programu **PANUKL**, Rys. 38.
Xfoil options	Opcja zawiera dwa dodatkowe ustawienia programu XFOIL: • Xfoil program – ustawia położenie pliku wykonywalnego programu Xfoil; domyślnie jest tam ustawienie programu dystrybuowanego z pakietem, jednak użytkownik może korzystać z programu zainstalowanego oddzielnie lub znajdującego się w dystrybucji systemu operacyjnego (Linux). • Hide Xfoil console (polar calculation) – program Xfoil uruchomiony do obliczeń biegunowej profilu otwiera okienko konsoli na której pokazuje przebieg obliczeń; opcja ta ukrywa okienko konsoli i obliczenia odbywają się w tle.



Rys. 38 – Konwersja plików z geometrią profili

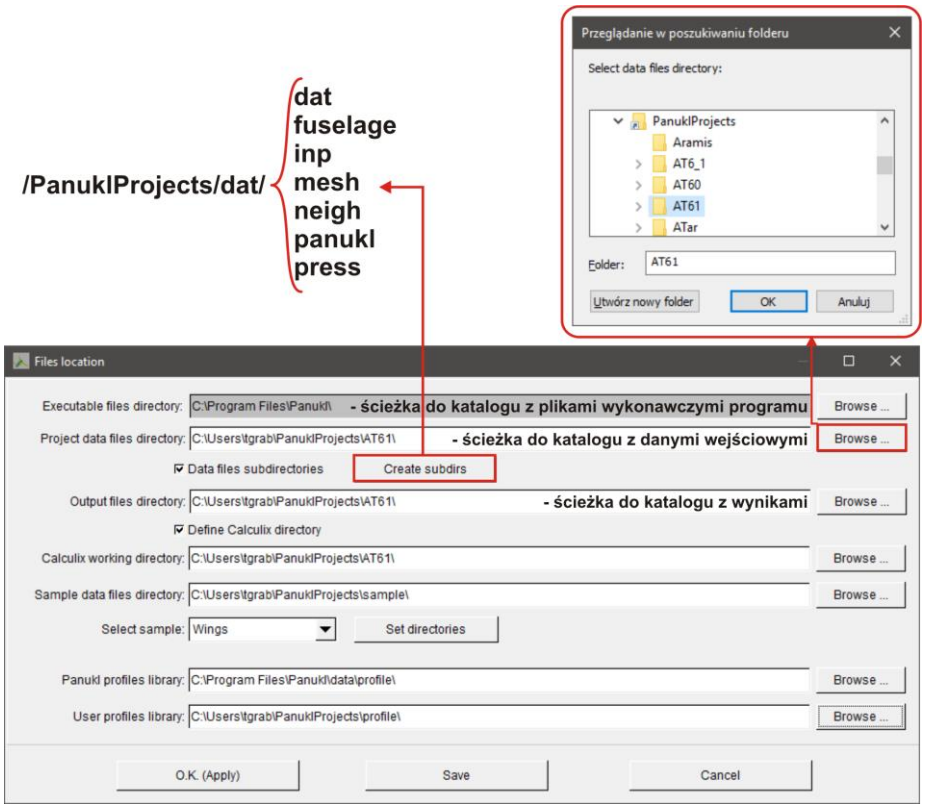
Opis funkcjonalności Menu – TOOLS



Rys. 39 – Menu – TOOLS

Opcja: Files location

Opcja ta wyświetla okno dialogowe, w którym użytkownik może zmienić ustawienia dotyczące lokalizacji i nazwy folderów w których są przechowywane dane wejściowe, otrzymane wyniki oraz inne pliki związane z działaniem pakietu (Rys. 40).



Rys. 40 – Określenie lokalizacji plików zawierających dane wejściowe i wyniki

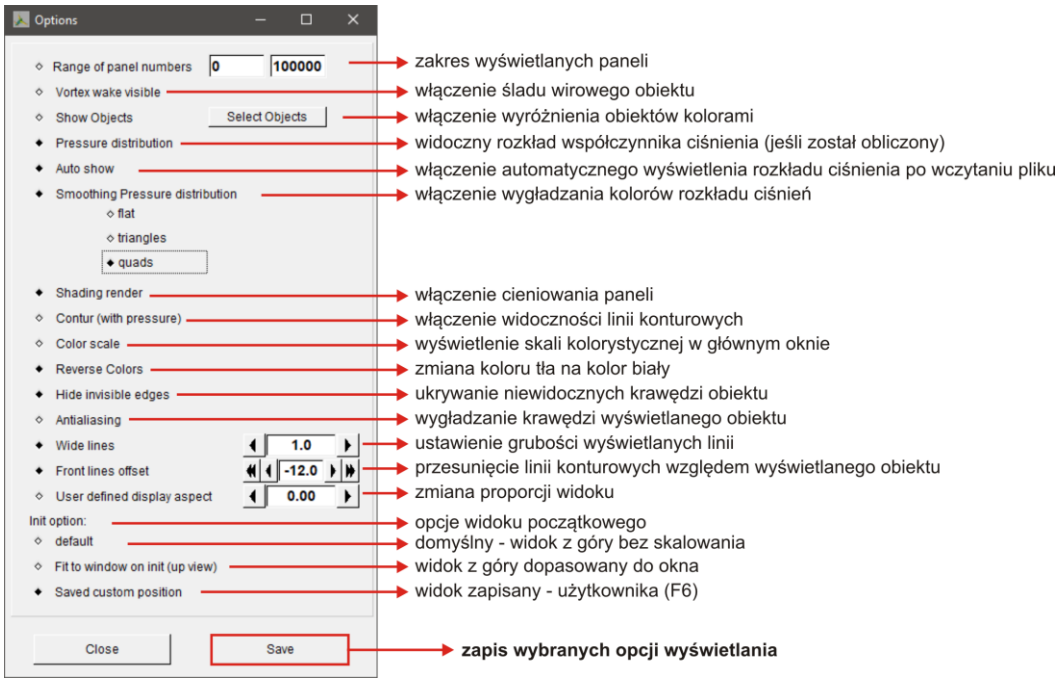
Użytkownik musi ustawić katalogi na pliki danych (Project data files directory) oraz na pliki wynikowe (Output files directory). Może to być ten sam katalog (katalog projektu) lub różne specjalizowane katalogi. Użytkownik może wskazać specjalizowane podkatalogi na pliki danych:

- skrypty do tworzenia siatki – podkatalog **mesh**
- pliki z geometrią kadłuba – podkatalog **fuselage**
- pliki z siatką utworzoną przez program Mesh3 – podkatalog **inp**
- pliki konfiguracyjne dla programu Neigh [.ngh] – podkatalog **neigh**
- pliki z siatką ze śladem – podkatalog **dat**
- pliki konfiguracyjne dla programu Panukl [.par] – podkatalog **panukl**
- pliki konfiguracyjne dla programu Press [.prs] – podkatalog **press**

Użytkownik może automatycznie stworzyć strukturę katalogów specjalizowanych na pliki danych poprzez kliknięcie przycisku **CREATE SUBDIRS**.
Wszystkie zmiany katalogów powinny być zapisane – przycisk **SAVE**.

Opcja: Image options

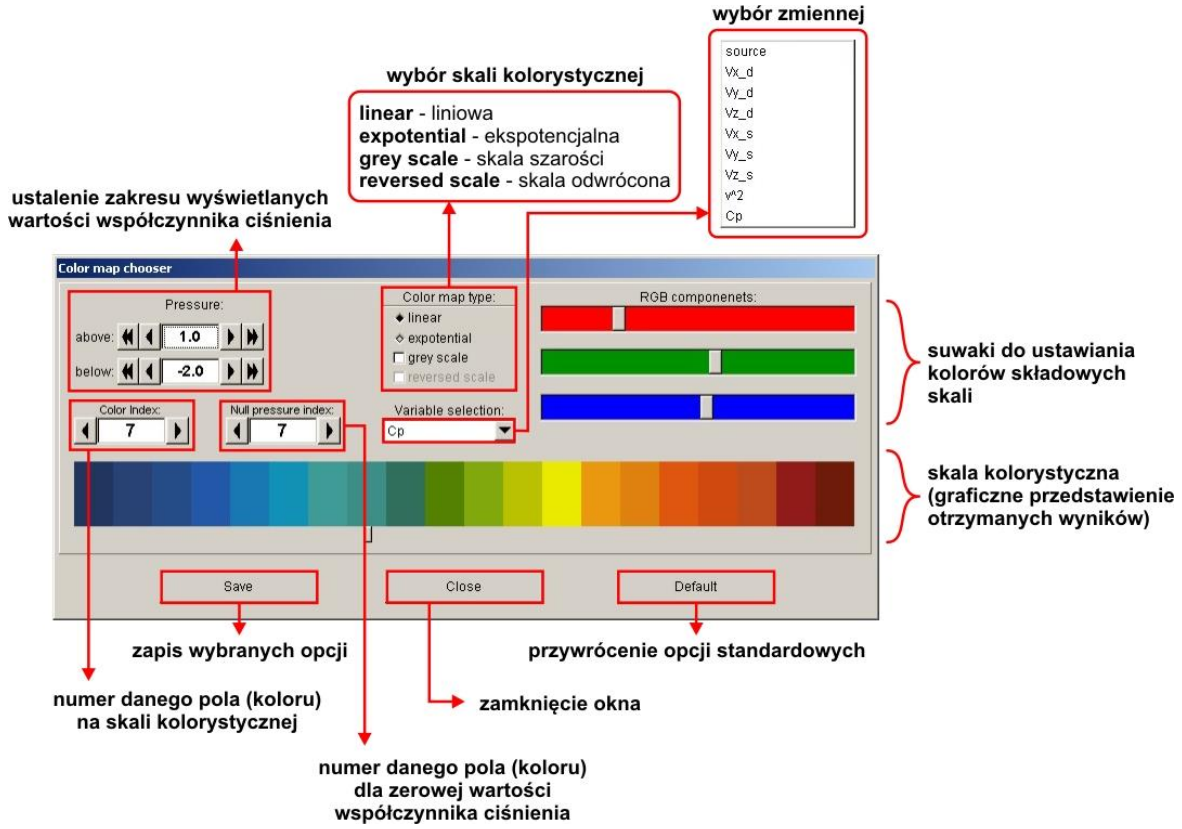
Opcja wyświetla okno dialogowe zawierającego opcje dotyczące sposobu wyświetlania modelu w oknie graficznym (Rys. 41).



Rys. 41 – Okno wyboru opcji dotyczących sposobu wyświetlania modelu

Opcja: Color map

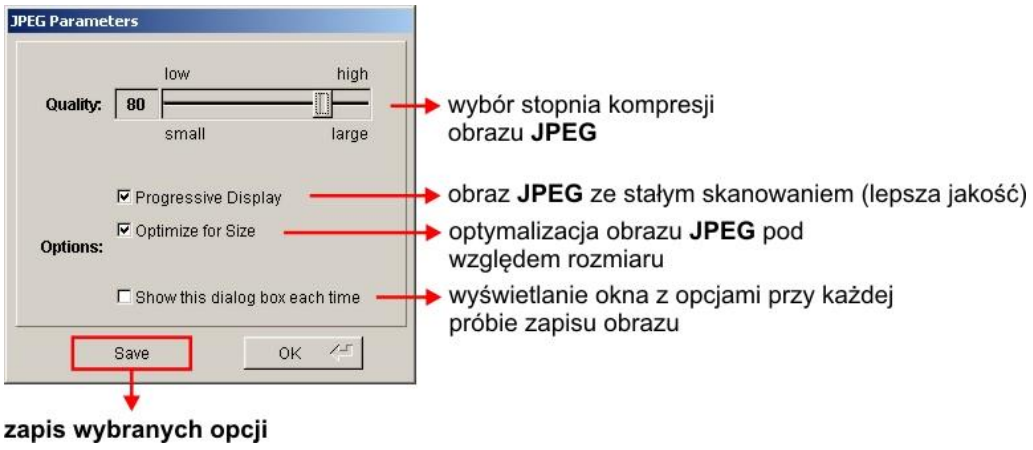
Opcja wyświetla okno dialogowe, w którym użytkownik może zmieniać i ustawiać sposób, w jaki będą prezentowane otrzymane wyniki dotyczące rozkładów np. współczynnika ciśnienia, prędkości, itp. (Rys. 42).



Rys. 42 – Okno wyboru opcji dotyczących graficznej reprezentacji wyników

Opcja: JPEG parameters

Opcja wyświetla okno dialogowe, w którym użytkownik może zmieniać i ustawiać opcje generowania plików JPG będących zapisem obrazów przechwytywanych z głównego okna graficznego programu (Rys. 43).

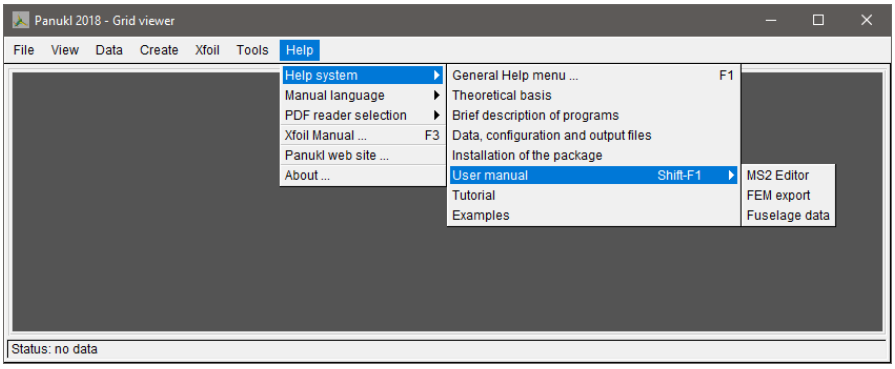


Rys. 43 – Okno wyboru opcji dotyczących zapisu plików JPEG – „zrzuty ekranu”

Opcja: Save Options (Shift+Ctrl+S)

Opcja służąca do zapisu wszystkich bieżących ustawień pakietu PANUKL.

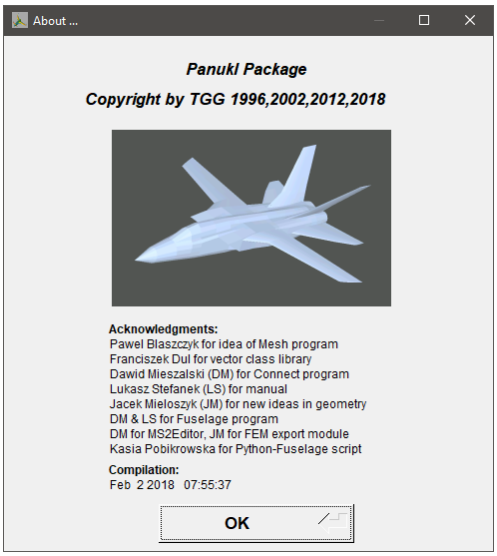
Opis funkcjonalności Menu – HELP



Rys. 44 – Menu – HELP

Opis dostępnych opcji Menu –HELP

Funkcja/ Polecenie	Opis
Help system	System pomocy pakietu **PANUKL**
Manual language	Wybór języka pliku pomocy (dostępny: **PL** i **ENG**)
PDF reader selection	Wybór programu do obsługi i wyświetlania pliku pomocy.
Xfoil Manual (F3)	Instrukcja programu XFOIL [3]
Panukl web site	Uruchamia przeglądarkę internetową i łączy ze stroną pakietu PANUKL (wersja zgodna z wybranym językiem)
About	Wyświetlenie okna w którym użytkownik może znaleźć informacje o autorach pakietu **PANUKL** oraz datę kompilacji bieżącej wersji, Rys. 45.



Rys. 45 – Okno informacyjne o programie PANUKL

Opcje system pomocy (Help system)

System pomocy obejmuje główny plik pomocy, który zawiera ogólne informacje o pakiecie oraz łącza do poszczególnych plików dokumentacji. Całość dokumentacji obejmuje podstawy teoretyczne, opis podstawowych funkcjonalności i sposobu użycia oraz przykłady zastosowania. System pomocy zawiera:.

- Wprowadzenie (General Help menu – F1)
- Podstawy teoretyczne (Theoretical basis)
- Opis programów wchodzących w skład pakietu (Brief description of programs)
- Pliki danych, konfiguracyjne, wynikowe (Data, configuration and output files)
- Instalacja pakietu (Installation of package)
- Instrukcja obsługi (manual) (User manual – Shift F1 – ten document)
    - MS2 editor – opis edytora skryptów MS2
    - FEM export – opis programu do eksportu danych i wyników do program Calculix [4]
    - Fuselage data – opis programu do importu geometrii kadłuba z programu NX
- Przewodnik (Tutorial)
- Przykłady (Examples) – omówienie przykładów zawartych w wersji instalacyjnej pakietu.

Odnośniki

[1] Opis programu MS2edit
[2] Opis programu Fuselage
[3] Drela M., (2017) Xfoil - Subsonic Airfoil Development System, http://web.mit.edu/drela/Public/web/xfoil/
[4] CALCULIX - A Free Software Three-Dimensional Structural Finite Element Program, http://www.calculix.de/
[5] Opis programu FEMexport
[6] Pliki danych, konfiguracyjne, wynikowe
[7] Goetzendorf-Grabowski T., (2018), Simulation and Dynamic Stability Analysis, https://www.meil.pw.edu.pl/zsis/ZSiS/Dydaktyka/Oprogramowanie/SDSA