

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Cel zamówienia

Celem zamówienia jest zlecenie zakup oprogramowania do przeprowadzania obliczeń CFD.

Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest oprogramowanie o poniższych możliwościach/parametrach lub równoważnych:

1. Wspierane systemy operacyjne - Windows 10, Windows Server 2019, RH7.8-7.9 Enterprise, RHEL 8.1-8.3 Enterprise, SUSE Linux Enterprise Server/Desktop 12 SP, 4-SP5, SUSE Linux Enterprise Server/Desktop 15SP 1-2, CentOS 7.7-8.3
2. Typ licencji - licencja pływająca, wielostanowiskowa
3. Możliwości zrównoleglenia obliczeń - poprzez prowadzenie obliczeń na co najmniej 516 rdzeniach procesora
4. Możliwości obliczeń wariantowych/parametrycznych - co najmniej 4 równoczesne analizy 4. parametryczne, każda na co najmniej 4 rdzeniach procesora
5. Szczegółowy zakres możliwości obliczeniowych:
 - A. **Przygotowanie modelu geometrycznego oraz dyskretyzacji numerycznej – oprogramowanie powinno zapewniać następujące wymagania:**
 - a) Import oraz export geometrii z/do następujących formatów: ACIS, AMF, AutoCAD, CATIA, Creo Parametric, ECAD, ICEM CFD, IGES, MSH, JT Open, NX, OBJ, Parasolid, PDF, Rhino, SketchUp, STEP, STL, TGF, VRML
 - b) Możliwość wczytywania pliku bezpośredniego z następujących systemów CAD: Inventor, SolidWorks, SolidEdge
 - c) Możliwość parametryzacji modelu, wykonanego w programie jak i geometrii importowanej
 - d) Możliwość edycji geometrii bez konieczności tworzenia szkiców
 - e) Możliwość pisania oraz nagrywania skryptów
 - f) Możliwość tworzenia geometrii w oparciu o równania
 - g) Możliwość pracy z plikami *.STL oraz posiadanie narzędzi do inżynierii odwrotnej
 - h) Możliwość kopiowania geometrii pomiędzy różnymi modelami
 - i) Dostępność narzędzi wykrywających błędy geometrii oraz umożliwiających ich naprawę
 - j) Możliwość wykrywania przenikania się brył w modelu
 - k) Automatyczne poszukiwanie i edycja zbędnych cech geometrycznych (np. usuwanie otworów i małych powierzchni)
 - l) Możliwość stosowania operacji boolean lub równoważnych
 - m) Możliwość tworzenia grup elementów, które można wykorzystać w symulacjach numerycznych
 - n) Automatyczne tworzenie geometrii wokół elementu bryłowego na potrzeby symulacji przepływowych
 - o) Automatyczne tworzenie geometrii wewnątrz elementu bryłowego na potrzeby symulacji przepływowych

- p) Możliwość generowania siatki elementów skończonych na potrzeby symulacji numerycznych bezpośrednio w interfejsie graficznym programu
- q) Funkcja generacji siatek dla solverów wytrzymałościowych (analizy implicit, explicit), przepływowych,
- r) Generacja siatki w trybie równoległym na wielu rdzeniach
- s) Narzędzia umożliwiające przypisanie odpowiednich parametrów oraz rodzajów siatek (hexa-/tetrahedralna) do odpowiednich geometrii w złożeniu
- t) Automatyczna generacja kontaktów pomiędzy elementami wraz z możliwością ich edycji
- u) Generator blokowych siatek strukturalnych dla zagadnień przepływowych o różnej topologii
- v) Funkcja diagnostyki jakości siatki włącznie z automatyczną oraz manualną edycją elementów, węzłów.
- w) Generacja siatek wielościennech (poliedralnych), czworościennych, prostopadłościennych z warstwą przyścienną
- x) Predefiniowane szablony do generacji siatki
- y) Technologia 'wrappingu' lub równoważna
- z) Dedykowane narzędzia do generacji siatek dla maszyn wirnikowych

B. Analizy zagadnień wytrzymałościowych – oprogramowanie powinno zapewniać następujące wymagania:

- a) Obsługa elementów skończonych jednowymiarowych typu: sprężyna, element tłumiący, masa, belka, rura (pipe)
- b) Możliwość przeprowadzenia analizy osiowo-symetrycznej, w płaskim stanie naprężenia lub odkształcenia wykorzystując elementy skończone dwuwymiarowe
- c) Możliwość przeprowadzenia analizy na elementach bryłowych (solid).
- d) Możliwość modelowania kontaktów liniowych oraz nieliniowych (bez tarcie, z tarcie oraz z nieskończenie dużym tarcie).
- e) Możliwość modelowania par kinematycznych
- f) Tworzenie i usuwanie elementów w trakcie symulacji (element birth and death)
- g) Dostępność liniowych modeli materiałowych, izo- i anizotropowych z możliwością definiowania ich w funkcji temperatury
- h) Dostępność nieliniowych modeli materiałowych niezależnych od prędkości deformacji (Bilinear Isotropic Hardening, Multilinear Isotropic Hardening, Nonlinear Isotropic Hardening, Isotropic Hardening Static Recovery) lub równoważnych
- i) Możliwość współpracy z zewnętrznymi bazami materiałowymi
- j) Możliwość definiowania własnego materiału
- k) Możliwość przeprowadzenia analizy liniowej statycznej
- l) Możliwość przeprowadzenia analizy nieliniowej statycznej
- m) Możliwość optymalizacji w analizie strukturalnej
- n) Możliwość optymalizacji w analizie modalnej
- o) Możliwość uwzględnienia obciążenia cieplnego w procesie optymalizacji konstrukcji
- p) Możliwość walidacji zoptymalizowanej struktury
- q) Możliwość uwzględnienia symetrii w procesie optymalizacji
- r) Możliwość liczenia wycinka modelu (submodeling)
- s) Możliwość mapowania danych eksperymentalnych na model
- t) Możliwość wczytywania stanu początkowego w modelu z innego modelu
- u) Możliwość automatycznego przejścia z modelu 2D na 3D

- v) Analiza typu Spectrum I Random Vibration
- w) Analiza dynamiki maszyn wirnikowych
- x) Analiza dynamiki brył sztywnych
- y) Analiza termiczna ustalona i nieustalona uwzględniająca mechanizmy transportu ciepła: przewodzenie, promieniowanie (do otoczenia i model S2S)
- z) Możliwość uwzględnienia przemiany fazowej
- aa) Analiza termiczna w analizach jednowymiarowych
- bb) Możliwość jednokierunkowe sprzęgnięcia w solverem CFD w ramach spójnego środowiska obliczeniowego
- cc) Licencja z narzędziami do optymalizacji
- dd) Możliwość definiowania parametrów

C. Analiza zagadnień szybkozmiennych – oprogramowanie powinno zapewniać następujące wymagania:

- a) Możliwość symulacji z zastosowaniem metod jawnych (explicit) oraz niejawnych (implicit) do całkowania równań ruchu
- b) Możliwość zastosowania metod bezsiatkowych do symulacji procesów przepływowych: SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics), EFG (Element Free Galerkin), DEM (Discrete Element Method) lub równoważnych
- c) Możliwość symulacji zagadnień związanych z przepływem ciepła
- d) Możliwość symulacji zagadnień związanych z przepływem płynów w różnych domenach: ICFD, Euler, ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian), FSI (Fluid-Structure Interaction), Navier-Stokes fluids, Compressible fluid solver, CESE (Conservation Element & Solution Element)
- e) Możliwość sprzężenia symulacji z różnych dziedzin
- f) Możliwość symulacji w dziedzinie częstotliwości (analiza modalna, analiza harmoniczna, analiza drgań losowych)
- g) Możliwość parametryzacji modeli
- h) Możliwość wykorzystania najczęściej stosowanych programów jako Preprocesorów do generowania plików wsadowych (np. ANSYS, Hypermesh)
- i) Możliwość budowania modelu numerycznego na podstawie złożenia kilku innych modeli

D. Analizy ciepłno-przepływowe – oprogramowanie powinno zapewniać następujące wymagania:

- a) zintegrowany solver przepływowy z możliwością rozszerzenia funkcjonalności o analizy mechaniczne
- b) wymiana danych pomiędzy narzędziami i funkcjami wspierającymi do pre/post-processingu
- c) przewodzenie, model ścianki zerowej grubości z przewodzeniem ciepła w kierunku stycznym
- d) promieniowanie (modele S2S, Monte Carlo, DO, DTRM, P-1)
- e) możliwość zmiany fazy poprzez entalpię
- f) możliwość łączenia różnych mechanizmów transportu ciepła (konwekcja swobodna, wymuszona i mieszana)
- g) uproszczone modele wymienników ciepła (podejścia wykorzystujące NTU i efficiency)
- h) posiadanie dedykowanego solvera CFD do modelowania zagadnień 2D i 3D
- i) stany ustalone lub nieustalone
- j) przepływy ściśliwe i nieściśliwe

- k) posiadanie funkcji importu rozkładu zmiennych z plików zewnętrznych
- l) przepływ płynów nielepkich i lepkich
- m) przepływy subsoniczne, transoniczne oraz supersoniczne
- n) przepływy laminarne, turbulentne (RANS, URANS: S-A, k- ϵ standard, RNG i realizable; k- ω standard, GEKO, BSL i SST; RSM linear pressure-strain, quadratic pressure-strain, stress-omega, stress-BSL; LES, SAS, DES, DDES, SDES, SBES, ELES)
- o) cieczy newtonowskie
- p) przepływ swobodny lub wymuszony
- q) możliwość modelowania ruchu elementu (Dynamic Mesh)
- r) przepływy wielofazowe (modele DPM, Mixture Model, DDPM, VOF, Euler-Euler, DEM, Eulerian Wall Film z opcją kondensacji oraz odparowania) mieszanie z uwzględnieniem wymiany ciepła
- s) możliwość symulacji zagadnień z poruszającą się i odkształcalną siatką
- t) posiadanie solvera z wbudowaną opcję remeshingu
- u) posiadanie solvera z wbudowaną opcję zamiany siatki czworosciennej na poliedralną
- v) posiadanie solvera z wbudowaną opcję mesh-morphingu
- w) posiadanie solvera z wbudowaną opcję optymalizacji
- x) posiadanie solvera z wbudowaną opcję adjoint solver
- y) posiadanie solvera z wbudowaną opcję adaptacyjnego zagęszczania siatki
- z) posiadanie solvera z wbudowaną opcję overset mesh z uwzględnieniem modeli BSL oraz SST k- ω
- aa) posiadanie solvera z funkcjonalnością implementacji własnych modeli poprzez makra w języku C
- bb) posiadanie funkcji modelowania kawitacji (modele Schnerr-Sauer oraz Zwart-Gerber-Belamri)
- cc) możliwość zrównoleglenia obliczeń na wielu rdzeniach procesora oraz GPU jednocześnie gwarantującą dużą skalowalność obliczeń
- dd) posiadanie szablonów pozwalające na przygotowanie symulacji maszyn wirnikowych łącznie z analizą wyników
- ee) modele: SRF, MRF, sliding mesh, TBR
- ff) modele łączenia kolejnych stopni wieńców łopatek: uśrednianie (mixing plane), podejście zamrożonego wirnika (frozen rotor), modele transformacji profilu, transformacji w czasie, transformacji w dziedzinie częstotliwości
- gg) możliwość definicji wyrażeń dla warunków brzegowych
- hh) możliwość identyfikacji korelacji między parametrami wyjściowymi a wejściowymi
- ii) możliwość stworzenia modelu powierzchni odpowiedzi (metody Genetic Aggregation, Full 2nd Order Polynomials, Kriging, Non-Parametric Regression, Neural Network, Sparse Grid)
- jj) posiadanie narzędzi do analizy modeli płaszczyzny odpowiedzi
- kk) możliwość wykonania optymalizacji bezpośredniej
- ll) możliwość wykonania analizy wpływu tolerancji wielkości wejściowych na tolerancję wielkości wyjściowych

E. Analizy równoległe i parametryczne – oprogramowanie powinno zapewniać następujące wymagania:

- a) Możliwość prowadzenia obliczeń w trybie równoległym przez cały okres licencyjny.

- b) Możliwość prowadzenia obliczeń równoległych dla jednego projektu przy użyciu co najmniej 516 rdzeni procesora
- c) Możliwość prowadzenia obliczeń parametrycznych dla co najmniej 4 wariantów przy wykorzystaniu nie mniej niż 4 rdzeni procesora na wariant

F. Wsparcie techniczne do końca trwania licencji w zakresie:

- a) Wsparcie podczas pobierania, instalacji i konfiguracji oprogramowania wraz z serwerem licencji
- b) Wskazówki odnośnie planowania projektu (szacowany czas realizacji projektu, sugerowane rozwiązania sprzętowe oraz numeryczne)
- c) Wskazówki odnośnie źródeł problemów, ograniczeń modelu i spodziewanej dokładności
- d) Pomoc przy wyszukiwaniu rozwiązań zgłaszanych problemów i interpretowaniu dokumentacji
- e) Wskazówki odnośnie interpretacji wyników
- f) Dostęp do regularnych aktualizacji oprogramowania

- 6. Ważność licencji – co najmniej 80 dni