**Załącznik nr 1 do SIWZ – opis przedmiotu zamówienia**

Komputerowy klaster obliczeniowy wraz oprogramowaniem

|  |  |
| --- | --- |
| **Sprzęt** | **Stacja robocza o wysokiej wydajności – 2szt., o następujących właściwościach:**1. Obudowa z zasilaczem o mocy min. 1125W i wydajnością rzędu 90% wyposażona w czujnik otwarcia obudowy oraz następujące wejścia wyjścia (min):
	* włącznik zasilania na tylnej ściance
	* 6 x port USB 3.1 Gen1
	* 1 x Serial Port
	* 2 x RJ-45
	* 1 x Audio Line-In
	* 1 x Audio Line-Out
	* 2 x USB3.1 TypeC (na przednim panelu)
	* 2 x USB3 TypeA (na przednim panelu)
2. 2 szt. Procesor
	* O wydajności nie mniejszej niż 18000 według benchmarku Passmark (<http://www.cpubenchmark.net/>)
	* posiadający min. 8 rdzeni
	* o taktowaniu typowym nie mniejszym niż 3.2 GHz
3. Pamięć RAM
	* 192GB (12x16GB)
	* DDR42666 ECC Registered
4. Karta Graficzna
	* o wydajności (G3D Rating) nie mniejszej niż 9000 według benchmarku Passmark (http://www.videocardbenchmark.net/)
	* wyposażona w USB-C
5. Dysk SSD w standardzie M.2 o poj. Min 1TB na którym zainstalowany powinien być system operacyjny
6. 2 x Dysk magnetyczny
	* 3.5”, SATA
	* o pojemności min. 4TB
	* prędkość obrotowa min. 7200RPM
7. Nagrywarka DVD typu slim
8. Karta sieciowa 10Gbe SFP+, PCIe v3.0, 2 porty
9. Dodatkowa karta sieciowa 10GbE SFP+
10. Moduł do chłodzenia dwóch procesorów
11. Płyta główna zgodna z pozostałymi komponentami.
12. Gwarancja min. 5 lat NBD
13. Oprogramowanie umożliwiające dostęp zdalny do stacji z urządzeń typu stacja robocza, komputer klasy PC, tablet etc. dedykowane pod zaawansowane aplikacje graficzne i modelowanie 3D
14. System operacyjny powinien:
	* posiadać możliwość obsługi 4 procesorów
	* posiadać możliwość obsługi do 6TB pamięci
	* być kompatybilny z pozostałym oprogramowaniem
	* wspierać 64 bitowe instrukcje procesora;
	* posiadać GUI natywnie wspierające język polski oraz jego kodowanie;
	* mieć możliwość dokonywania darmowych aktualizacji i poprawek systemu przez Internet w języku polskim, z możliwością wyboru instalowanych poprawek, ich konfiguracją i zarządzaniem zmianami;
	* posiadać wbudowaną zaporę internetową (firewall) dla ochrony połączeń internetowych;
	* posiadać zintegrowaną z systemem konsolę do zarządzania ustawieniami zapory i regułami protokołu IP w wersji v4 i v6;
	* posiadać wsparcie dla większości powszechnie używanych urządzeń peryferyjnych (drukarek, urządzeń sieciowych, standardów USB, Plug&Play, Wi-Fi, itp.);
	* być wyposażony w zabezpieczony hasłem hierarchiczny dostęp do systemu;
	* posiadać wbudowany system pomocy w języku polskim;
	* zapewniać wsparcie dla logowania przy pomocy Smartcard;
	* obsługiwać co najmniej 192 GB pamięci operacyjnej dla procesorów x64;
	* wspierać równoczesne współdzielenie plików i drukarek dla co najmniej 10 połączeń przychodzących;
	* posiadać funkcjonalność pozwalającą na identyfikację sieci komputerowych, do których jest podłączony, zapamiętywanie ustawień i przypisywanie do min. 3 kategorii bezpieczeństwa (z redefiniowanymi odpowiednio do kategorii ustawieniami zapory sieciowej, udostępniania plików itp.);
	* być w pakiecie z telefonicznym wsparciem technicznym w języku polskim w dni robocze zapewnionym przez producenta przez co najmniej 3 lata od chwili zakupu;
	* być wspierany przez producenta do co najmniej do końca 2019 roku;
	* wspierać co najmniej 2 fizyczne procesory;
	* zawierać komponent do automatycznego backupu systemu z możliwością wykonania kopii zapasowej w lokalizacji sieciowej;
	* natywnie wspierać podłączenie zdalnego pulpitu (jako klient oraz jako serwer) na bazie protokołu RDP;
	* umożliwiać tworzenie oraz dołączanie do grup roboczych w sieci LAN;
	* mieć wbudowaną obsługę DVD (dekodować standardy MPEG-2 oraz Dolby Digital);
	* natywnie wspierać standard AVCHD;
	* umożliwiać podłączenie wielu monitorów (co najmniej dwóch);
	* w pełni obsługiwać 32-bitową głębię kolorów;
	* obsługiwać szybkie przełączanie między użytkownikami systemu bez konieczności zamykania aplikacji i połączeń sieciowych;
	* być wyposażony w przejrzysty interfejs graficzny oraz
	* możliwość zmian „tematów graficznych”;
	* zawierać graficzny komponent, który w jednym oknie umożliwi zarządzanie: jasnością wyświetlacza, głośnością dźwięku, baterią i planami zasilania, kartą sieci bezprzewodowej, orientacją obrazu (pionowa, pozioma), monitorami zewnętrznymi, synchronizacją z innymi urządzeniami, ustawieniami prezentacji;
	* natywnie umożliwiać obsługę zdalnego drukowania włącznie
	* z zarządzaniem kolejką druku, ustawieniem rozmiaru papieru, wyborem rozdzielczości druku, itp.;
	* posiadać wbudowany moduł kontroli przeglądanych treści internetowych;
	* powinien obsługiwać Multitouch;
	* powinien posiadać wbudowany komponent obsługi mediów umożliwiający m.in. streamowanie i odtwarzanie telewizji z co najmniej dwóch fizycznych tunerów telewizyjnych, odtwarzanie filmów oraz plików muzycznych, itp.;
	* powinien posiadać wbudowany komponent zarządzania dyskami, partycjami, software’owym RAID’em umożliwiający tworzenie dynamicznych dysków;
	* wspierać szyfrowanie systemu plików EFS umożliwiające zabezpieczenie wrażliwych danych;
	* wspierać drukowanie zależne od lokalizacji, czyli możliwość ustawienia różnych domyślnych drukarek w zależności od sieci LAN, w której znajduje się komputer;
	* mieć możliwość włączenia trybu prezentacji, w którym można ustawić sposób działania wygaszacza ekranu, głośność, inną tapetę, wyłączyć powiadomienia systemowe, itp.;
	* mieć możliwość nałożenia ograniczeń na konto użytkownika wynikających z zasad grupy na poziomie domeny;
	* wspierać przekierowanie folderów/katalogów, czyli automatyczny re-routing I/O z/na standardowe foldery systemowe podczas używania przestrzeni dyskowej sieci lokalnej;
	* umożliwiać dołączenie do domeny, która zawiera scentralizowaną bazę umożliwiającą: zarządzanie informacjami o komputerach domeny, zarządzanie kontami użytkowników oraz definiowanie zasad obowiązujących w sieci;
	* natywnie posiadać wbudowaną wirtualną maszynę z licencjonowaną kopią starszej wersji systemu operacyjnego, umożliwiającą obsługę programów w trybie zgodności z poprzednimi wersjami systemu operacyjnego;
 |
| **Moduł do przygotowania modeli numerycznych MES** | **Oprogramowanie musi posiadać następujące cechy i właściwości:**1. 3 niezależne licencje sieciowe (pływające) w konfiguracji: dwie licencje do przygotowania modelu numerycznego oraz jedna licencje do obliczeń.
2. Możliwość obliczenia na co najmniej 12, fizycznych rdzeniach (CPU)
3. Moduł umożliwiający analizy nieliniowe, dynamiczne (explicite i implicite) z uwzględnieniem nieliniowych danych materiałowych, symulacji odkształcania materiałów hiperelastycznych,
4. Program automatycznie wykrywający kontakt w oparciu o wybrane kryterium separacji w modelu numerycznym oraz automatycznie tworzący kontakty na etapie preprocesora.
5. Program posiadający model kontaktu ortotropowego, model zużycia powierzchni kontaktowych, własny model użytkownika zachowania powierzchni kontaktowych oraz specjalny moduł do obciążania powierzchni kontaktu w analizach uszczelnień.
6. System umożliwiający badanie konstrukcji pod kątem czułości na zmianę parametru, optymalizację w wybranej funkcji celu. Parametrem może być geometria CAD, warunek brzegowy, siatka elementów skończonych, własności materiałowe,
7. Program musi posiadać wbudowaną funkcjonalność budowy i bezpośredniego importu parametrycznej geometrii z systemu CAD wraz z przeniesieniem parametrów, materiałów i złożeń oraz automatycznego odświeżenia modelu numerycznego po zmianie geometrii w systemie CAD.
8. Możliwość automatycznego odświeżania modelu parametrycznego z optymalizacją parametryczną w jednym środowisku w powiązaniu z systemem CAD poprzez dwukierunkową komunikację z CAD. System powinien umożliwiać rozbudowę o powyższą funkcjonalność dla następujących systemów CAD: ***Catia v4 i v5, SolidEdge, Solid Works, NX, Creo Elements/Parametric, Inventor.***
9. System musi posiadać zintegrowany moduł do przygotowania geometrii CAD:
	1. Tworzenie i naprawa geometrii na potrzeby analiz numerycznych, główne cechy:
	2. modelowanie bezpośrednie typu „drag&drop”,
	3. parametryzacja geometrii natywnej lub zaimportowanej z innych formatów,
	4. import geometrii z formatów :

- \*.SCDOC     - \*.SAT, \*.SAB -    Standard ACIS- \*.DWG, \*.DXF -    AutoCAD - \*.MODEL, \*.EXP -    CATIA V4- \*.IDF, \*.EMN -    ECAD- \*.IGS, \*.IGES -    Standard IGES- \*.IPT, \*.IAM -    Inventor- \*.PRT -    NX- \*.X\_T, \*.XMT\_TXT, \*.X\_B, \*.XMT\_BIN     -    Standard Parasolid- \*.PRT, \*.ASM -    PRO/ENGINEER- \*.3DM -    Rhino- \*.SKP -    SketchUp- \*.SLDPRT, \*.SLDASM – SolidWorks- \*.STP, \*.STEP - Standard STEP- \*.STL -    Standard STL- \*.VDA -    Standard VDA* 1. eksport do formatów:

- SCDOC - Natywny  format ANSYS SpaceClaim DM- (sat, sab) - ACIS- (dwg, dxf) - AutoCAD- (pdf 3D) - Acrobat- (igs, iges) - IGES- (bip) - Luxion KeyShot - (obj) - Wavefront  OBJ- (x\_b, xmt\_bin, x\_t, xmt\_txt)  - Parasolid- (3dm) - Rhino- (skp) - SketchUp- (stp, step) - STEP- (stl) - STL- (vda) - VDA-FS- (wrl) - VRML- (xaml) - XAML- (gif, jpg, png, bmp, tif)  - Image* 1. upraszczanie modeli geometrycznych,
	2. weryfikacja jakości geometrii (np.: ciągłości powierzchni),
	3. naprawa modeli geometrycznych,
	4. poszukiwanie i edycja zbędnych cech geometrycznych (np. zaklejanie otworów, kasowanie małych powierzchni) ,
	5. automatyczne wyciąganie powierzchni środkowej z geometrii bryłowych i tworzenie powłok w tym automatyczne przypisywanie grubości
	6. modelowanie geometrii dla podziału elementami belkowymi (zdefiniowanie i przypisanie przekrojów poprzecznych do linii – automatyczna ekstrakcja zmiennego przekroju z brył)
	7. tworzenie komponentów z linii, powierzchni i brył,
	8. wyciąganie domen płynu na potrzeby analiz przepływowych,
	9. osobny moduł do rysowania obiektów z blach cienkościennych (Sheet Metal),
	10. interfejs dwukierunkowy do współpracy ze środowiskiem ANSYS Workbench,
	11. tworzenie dokumentacji technicznej 2D (rysunki wykonawcze i złożeniowe).
	12. tworzenie modeli geometrycznych na podstawie rysunków 2D

osobny moduł służący do naprawy i przygotowania modeli STL, dodatkowo umożliwia odtworzyć model 3D na podstawie modelu STL (Facets)1. W zestawie dodatkowa baza 250 materiałów metalowych, polimerów i elastomerów uwzględniająca własności:
	1. zmęczeniowe
	2. plastyczne z pełną charakterystyką rozciągania
2. Możliwość łatwej rozbudowy istniejącej funkcjonalności poprzez tworzenie własnych procedur, przycisków i kreatorów symulacji. Pakiet zawiera narzędzia do dostosowania programu na potrzeby użytkownika w języku Python. C++.
3. Możliwość automatycznej i dynamicznej zmiany układu jednostek analizy oraz używania niespójnych układów jednostek
4. Program musi umożliwiać 3D rezoning (implicite)
5. Program musi posiadać wbudowany modeler CAD wykorzystujący technologię Direct Modelingu.
6. Oprogramowanie musi umożliwiać prowadzenie silnie sprzężonych (w jednym solwerze) analiz wytrzymałościowo-termiczno-elektryczno-dyfuzyjnych
7. Możliwość rozbudowy funkcjonalności solwera o dwukierunkowe analizy typu FSI (FEA-CFD).
8. Program musi być wyposażony w zabudowaną funkcjonalność optymalizacji parametrycznej z automatycznym odświeżaniem parametrów w tle i prowadzeniem optymalizacji bez konieczności ponownej definicji modelu numerycznego. Moduł umożliwiający optymalizację dla dowolnej funkcji celu i prowadzenie badań nad modelem w oparciu o analizę korelacji oraz wrażliwości. Optymalizacja jest możliwa w oparciu o algorytmy genetyczne, sieci neuronowe i Reduced Order Modeling.
9. Możliwość prowadzenia analiz z mechaniki pękania wraz z wbudowanymi narzędziami wyznaczającymi współczynniki intensywności naprężeń, całkę-J, całkę-C oraz prędkość uwalnianej energii.
10. Kompatybilność z Separating Morphing and Adaptive Remeshing Technology Fatigue Crack Grow 3D.
11. Technologia XFEM dla 2D i 3D.
12. Program musi posiadać modele materiałowe przeznaczone do symulacji pełzania metali w wysokich temperaturach w tym model Grahama, Blackburn, Garofalo, Exponential, Norton.
13. Symulacja układów mechanicznych z możliwością traktowania wybranych elementów mechanizmu jako ciało doskonale sztywne.
14. System musi posiadać zintegrowany moduł do symulacji zjawisk związanych z hydrodynamiką ANSYS AQWA lub równoważny,
15. Możliwość wczytywania danych wejściowych z formatów:
	1. \*.wbpj
	2. \*.wbpz
	3. \*.wbjn
16. System musi posiadać moduł do symulacji 3D w czasie rzeczywistym metodą bezsiatkową, gdzie obliczenia są prowadzone na karcie GPU (każda zmiana warunku brzegowego lub geometrii powoduje natychmiastowe odświeżenie wyników), dla zjawisk związanych ze statyką liniową, analizą modalną, przepływem ciepła i przepływem płynów. Moduł powinien umożliwiać modelowanie 3D metodą bezpośrednią (tzw. Direct Modeling). Moduł nie wymaga przygotowania geometrii ani generowania siatki elementów skończonych.

**Licencja musi zwierać również moduł z następującymi możliwościami z zakresu symulacji przepływów:**1. Stan ustalony
2. Przepływ laminarny i turbulentny (modele RANS: k-ε i k-ω)
3. Przepływy nieściśliwe i ściśliwe
4. Konwekcja naturalna i wymuszona
5. Radiacja (tylko w formie warunku brzegowego; wypromieniowanie na zewnątrz)
6. Przewodzenie w ciałach stałych
7. Wnikanie ciepła (transfer ciepła ciało stałe ↔płyn)
8. Ośrodki porowate
9. Objętościowe źródła pędu i ciepła (np. do modelowania wentylatorów lub nagrzewania się elektroniki)
10. Płyny nie-newtonowskie

**Licencja musi zwierać również moduł z następującymi możliwościami z zakresu symulacji elektromagnetycznych:**1. Pogram musi posiadać wbudowane 3 moduły do obliczeń elektromagnetycznych: MagnetostaticEddyCurrent DC Conduction
2. Pozwalać na wyznaczanie rozpływu prądu stałego oraz strat Joule’a z wykorzystaniem solvera DC Conduction.
3. Mieć możliwość analizy statycznych pól elektromagnetycznych (Magnetostatic) - wyznaczanie rozkładu statycznych pól magnetycznych (B, H) wywołanych przepływem prąd DC oraz pochodzących od magnesów trwałych dla materiałów liniowych oraz nieliniowych, wyznaczanie sił, momentów, indukcyjności.
4. Mieć możliwość analizy pól elektromagnetycznych prądu przemiennego AC (EddyCurrent) w domenie częstotliwości – efekty związane ze zjawiskiem naskórkowości i wypierania, indukowanie się prądów wirowych, wyznaczanie strat w rdzeniach, rezystancji i indukcyjności.
5. Moduły obliczeniowe Magnetostatic oraz EddyCurrent muszą wykorzystywać adaptacyjny proces tworzenia siatki elementów skończonych z funkcją automatycznego zagęszczania siatki w newralgicznych miejscach. Moduł musi posiadać możliwość wizualizacji pól w 3D oraz przekrojach, wyświetlanie wartości pola wzdłuż linii.
6. Możliwość wykonania jednostronnego sprzężenia analizy elektromagnetycznej z termiką oraz analizy elektromagnetycznej z termiką i mechaniką w ramach wspólnego GUI.

**Dostawca oprogramowania zapewnia wsparcie techniczne i szkolenia w Polsce i po polsku. Dostawca posiada certyfikat jakości świadczonych usług SUS 2.0 lub równoważny.** |
| **Oprogramowanie do analiz dynamicznych** | **Oprogramowanie musi posiadać następujące cechy i właściwości:**1. Automatyczny import geometrii, przygotowanie, dyskretyzacja oraz postprocessing modeli MES typu Lagrange.
2. Możliwość importu geometrii z formatów: Step, IGES
3. Możliwość rozbudowy importu geometrii o bezpośrednią wymianę parametrów, materiałów, nazw i złożeń z systemami CAD: Inventor, SolidEdge, SolidWorks, CREO (Pro/ENGINEER), NX (Unigraphics), CATIA, AT, OneSpace Designer, Mechanical Desktop MDT, CoCreate Modeling, SpaceClaim
4. Możliwość eksportu plików CAD do formatu: IGES, step, Parasolid, Montecarlo N Particie
5. Tworzenie siatki elementów skończonych
	1. tworzenie siatki elementów skończonych bryłowych czworościennych i sześciościennych
	2. tworzenie siatki elementów skończonych powłokowych i belkowych
	3. możliwość tworzenia siatki bez opierania się o geometrię
	4. kontrola jakości siatki, m.in. Jakobian, Skew Ratio, Warping Factor.
	5. automatyczne wyszukiwanie kontaktów
6. Solver do obliczeń dynamicznych explicit metodą elementów skończonych
7. Solver do obliczeń dynamicznych metodą objętości skończonych
8. Bezsiatkowy solver cząsteczkowy SPH (smooth particle hydrodynamics)
9. Bezsiatkowy solver Element Free Galerkin
10. Solver do obliczeń dynamicznych i statycznych implicit
11. Solver do wyznaczania częstotliwości drgań własnych
12. Możliwości solverów
	1. sprzężenie FSI
	2. analiza termiczna i termomechaniczna
	3. analiza implicit explicit
	4. analiza explicit implicit
	5. analiza ciał podatnych oraz sztywnych
	6. analiza dynamiczna układów wieloczłonowych MB typu explicit i implicit
	7. zmiana stanu podatności podczas trwania analizy (sztywne<>podatne)
	8. analiza modeli belkowych, powłokowych i bryłowych
	9. analizy 2D i 3D
	10. analizy materiałów kompozytowych
	11. analiza zagadnień mechaniki pękania
	12. remeshing
	13. możliwość śledzenia wyników rozwiązania w trakcie obliczeń
	14. restart dalszych obliczeń po ich przerwaniu
	15. płyny Naviera-Stokes’a
	16. płyny ściśliwe, solver CESE
	17. akustyka
	18. elektromagnetyzm
	19. symulacja cząsteczek (discrete particle)
13. Modele materiałowe:
	1. równania stanu (EOS)
	2. modele hipersprężyste gum i pianek
		1. BLATZ-KO
		2. Mooney-Rivlin
		3. Ogden
		4. Arruda-Boyce
		5. Model tkanek Lunga hiper-wiskosprężysty
	3. modele wytrzymałościowe
		1. modele plastyczności z izotropowym i kinematycznym wzmocnieniem
		2. model lepkosprężysty
		3. model lepkoplastyczny
		4. model Johnsona-Cooka
		5. model betonu
		6. model Johnsona-Holmquista
		7. model Zerilli-Amstrong
		8. model Gursona
		9. model Druckera Pragera
		10. model Ramberga-Osgooda
		11. model struktury plastra miodu
	4. modele specjalne
		1. modele poduszek powietrznych oraz pasów
		2. materiałów z pamięcią kształtu
	5. modele ortotropowe
	6. modele zniszczenia dla materiałów kruchych i ciągliwych
	7. logiczne funkcje zniszczenia
	8. możliwość dopisywania własnych modeli materiałów, modeli tarcia, zniszczenia,
14. Możliwość rozbudowy solvera do wykonywania obliczeń rozproszonych i równoległych
15. Postprocesing wyników
	1. tworzenie barwnych map konturowych
	2. tworzenie wykresów w postaci wektorów i izopowierzchni
	3. tworzenie animacji
	4. tworzenie wykresów zależności
	5. śledzenie punktów
	6. tworzenie przekrojów
16. Możliwość wczytywania danych wejściowych z formatów:
	1. \*.wbpj
	2. \*.wbpz
	3. \*.wbjn
17. Program musi mieć możliwość obliczeń na co najmniej 9 rdzeniach fizycznych (CPU)

**Program musi mieć możliwość rozbudowy funkcjonalności o obliczenia na wielu rdzeniach.**  |
| **Szkolenia (dla grupy maks. 10 osób na dostarczonym oprogramowaniu)** | * Wstęp do obliczeń dynamicznych - 2dni
* Geometria i siatki - 2 dni
* MES dla praktyków - 3 dni
* Zaawansowane analizy - 2 dni
 |