



KP-272-PNK-34/2024

Załącznik nr 1 do SWZ – Opis przedmiotu zamówienia

Opis przedmiotu zamówienia

Dostawa urządzenia do analizy odkształceń i przemieszczeń dynamicznych 3D

1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest dostawa urządzenia do analiz odkształceń i przemieszczeń dynamicznych 3D, które pozwala na prowadzenie badań w zakresie pomiaru odkształceń i przemieszczeń małych i dużych próbek, komponentów i zespołów konstrukcyjnych. Umożliwi wyświetlanie wartości przemieszczenia i odkształcenia w trakcie pomiaru.

2. Zakres zamówienia

- Dostawa fabrycznie nowego urządzenia do analizy odkształceń i przemieszczeń dynamicznych 3D.
- Oprogramowanie komputerowe służące do obsługi urządzenia.
- Jednostka sterująca - co najmniej jedno stanowisko.
- Oprogramowanie służące do obsługi, analizy i raportowania.

W skład przedmiotu zamówienia wchodzi również dostawa, instalacja (montaż), uruchomienie, wdrożenie oraz szkolenie kompleksowe w jednostce zamawiającej.

3. Szkolenie oraz wsparcie

Przeprowadzenie czterodniowego szkolenia (4 dni x 8 godzin) dla minimum 4, maksymalnie 10 osób, obejmujące obsługę urządzenia oraz oprogramowania, w terminie ustalonym z zamawiającym, oraz wydanie każdemu uczestnikowi certyfikatu potwierdzającego fakt przeszkolenia.

Wsparcie w zakresie obsługi urządzenia oraz opieka nad oprogramowaniem, trwające co najmniej dwa lata od momentu uruchomienia.

4. Gwarancja:

- Co najmniej dwa lata gwarancji (24 miesiące), liczone od momentu uruchomienia.
- Reakcja serwisowa (rozumiana jako wizyta serwisanta) maksymalnie dwa dni robocze.
- Co najmniej dwadzieścia cztery miesiące wsparcia programowego, pozwalającego na aktualizację oprogramowania dla każdego systemu do najnowszej wersji.

5. Dostawa

Miejsce dostawy: Politechnika Lubelska (ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin), wraz z kompleksową dostawą, instalacją (montażem), uruchomieniem, wdrożeniem oraz szkoleniem w jednostce zamawiającej.

6. Termin realizacji:

Zamówienie zostanie zrealizowane w ciągu maksymalnie 18 tygodni od dnia zawarcia umowy.

7. Obowiązki wykonawcy:

Wykonawca ponosi wszystkie koszty związane z realizacją dostarczenia urządzenia, w tym koszty sprzętu, koszty osobowe, koszty podróży, koszty praw autorskich, koszty opracowania materiałów



*Dotacja celowa na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową: zakup aparatury naukowo – badawczej, pn. „Naukowe Centrum Badań i Doskonalenia Innowacyjnych Technologii Wytwarzania”
Finansowanie: Skarb Państwa – Ministerstwo Edukacji i Nauki, Umowa nr 7312/IA/SP/2022
Dofinansowanie: 4 980 000 zł, Wartość całkowita projektu 4 980 000 zł*

merytorycznych i pozostałe koszty, które nie są wymienione, a które są niezbędne do realizacji zadania, jakim jest dostarczenie urządzenia do analizy odkształceń i przemieszczeń dynamicznych 3D. Zamawiający zastrzega sobie prawo żądania od oferenta zdjęć oferowanego urządzenia jako całości oraz poszczególnych jego podzespołów i rozwiązań konstrukcyjnych. Oferowane urządzenie nie może być urządzeniem prototypowym; musi być kompletnym systemem oferowanym na rynku od minimum 2 lat. Urządzenie powinno posiadać certyfikat CE.

8. Szczegółowy opis zamówienia

I) Funkcjonalność urządzenia

1. Głowica pomiarowa systemu odkształceń i przemieszczeń dynamicznych 3D, sterowniki i oprogramowanie powinny być ze sobą kompatybilne i współpracować ze sobą w niezakłócony sposób.
2. Możliwość doposażenia systemu o kolejny czujnik pomiarowy 3D (zestaw dwóch kamer) do realizacji synchronicznych pomiarów z dwóch dowolnych stron w stosunku do badanej próbki (dowolne niezależne ustawienie).
3. Możliwość pomiarów drgań powierzchni i położenia/przemieszczenia 3D poszczególnych punktów próbki badanej z wykorzystaniem tych samych komponentów sprzętowych (kamer).
4. System posiada możliwość dalszej rozbudowy o dodatkowe przestrzenie pomiarowe i urządzenia pomiarowe.
5. Obszar pomiarowy: szerokość 170 mm i wysokość 130 mm (głębina 40 mm) +/-10% oraz szerokość 2200 mm i wysokość 1800 mm (głębina 1800 mm) +/-10% (2 zakresy pomiarowe).
6. Umożliwia pomiar współrzędnych XYZ w czasie rzeczywistym.
7. Umożliwia pomiar przestrzennego przemieszczenia w czasie rzeczywistym.
8. System musi umożliwiać pomiary fotogrametryczne obiektów w 360°.
9. System powinien posiadać minimum dwie identyczne kamery, przy tym każda kamera powinna posiadać rozdzielczość nie mniejszą niż 12 MPx. i możliwość wykonania zdjęcia o min rozdzielczości 4096 x 2824 Px.
10. Dokładność pomiaru przemieszczeń i współrzędnych w przestrzeni 3D w tym w pomiarze na żywo nie większa niż ± 0.02 mm.
11. Umożliwienie pomiarów na żywo dowolnych inspekcji, w tym używanie protokołu SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments), np. w celu wysłania kilkudziesięciu inspekcji na żywo do innego PC / zewnętrznego oprogramowania w celu prowadzenia analiz na żywo.
12. Pomiary na żywo prowadzone z opóźnieniami nie większymi niż 60 ms.
13. Dokładność pomiaru odkształceń względnych nie mniejsza niż 0.005 % (50 $\mu\text{m}/\text{m}$) mierzona na zasadzie pomiaru szumu pomiarowego, np. na wykresie przynajmniej 100 zdjęć, gdzie za wynik uznaje się największą wartość międzyszczytową (odniesioną do pola wielkości typowego tensometru).
14. Kontroler systemu pomiarowego musi posiadać funkcjonalność PtPv2 lub nowszy do synchronizacji z innymi urządzeniami za pomocą Intranetu (PtP – Precision Time Protocol)
15. Minimalna częstotliwość wyk. zdjęć:
 - 25 Hz przy pełnej rozdzielczości 4096 x 3000 pikseli
 - 43 Hz przy rozdzielczości 2496 x 2096 pikseli (5M)
 - 75 Hz przy rozdzielczości 4096 x 1000 pikseli (1/3 obrazu)
 - 100 Hz przy redukcji rozdzielczości (binning)
 - 150 Hz przy rozdzielczości 4096 x 500 (1/6 obrazu)



*Dotacja celowa na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową: zakup aparatury naukowo – badawczej, pn. „Naukowe Centrum Badań i Doskonalenia Innowacyjnych Technologii Wytwarzania”
Finansowanie: Skarb Państwa – Ministerstwo Edukacji i Nauki, Umowa nr 7312/IA/SP/2022
Dofinansowanie: 4 980 000 zł, Wartość całkowita projektu 4 980 000 zł*

16. Przesyłanie danych na żywo do komputera przetwarzającego obraz podczas pomiaru poprzez dostarczone przewody USB lub RJ kompatybilne z systemem.
17. Sterowanie oświetleniem z poziomu systemu.
18. Wymagana komunikacja i przesyłanie danych przez TCP/IP Dotyczy połączenia komputera z kontrolerem.

II) wyposażenie urządzenia

1. Posiada co najmniej 8 kanałów A/D wejściowych oraz wyjściowych (o zakresie regulacji napięcia od $\pm 1V$ do $\pm 10V$); każdy kanał powinien posiadać filtrowanie szumu metodą low-pass, min rozdzielczość min.16 bitów; częstotliwość próbkowania danych nie mniejsza niż 800 000 wartości/s (zapisów na sekundę).
2. Posiada sterowanie akwizycją obrazu oraz wyzwalacz akwizycji obrazu przez wejścia analogowe
3. Posiada wejścia wyzwalające 2x BNC.
4. Posiada możliwość wyzwolenia poprzez TTL (izolowany optycznie) oraz możliwość podłączenia bramki świetlnej (podłączenie fotokomórki).
5. Posiada przycisk ręczny wyzwalacz do sekwencji pomiarowych przy konkretnych punktach w czasie.
6. Posiada możliwość użycia wyzwalacza dla urządzeń zewnętrznych synchronicznie z akwizycją obrazu z regulowanym opóźnieniem, np. dla pulsacyjnych źródeł światła
7. Posiada dokładną korelację między czasem, obrazami i wartościami AD (synchroniczny zapis wartości AD i obrazów)
8. Wymagane 4-portowy przełącznik Ethernet obsługujący standard IEEE 1588/PTPv2
9. Wymagane 4x Analogowe wyjście danych do analizy w czasie rzeczywistym zsynchronizowane kanały używane równolegle ,12 bitów , -10 V do +10 V Standard złącza BNC.
10. Wymagane sterowanie wskaźnikiem laserowym do regulacji i pozycjonowania głowicy czujnika
11. W komplecie z systemem musi znajdować się sonda stykowa do pomiarów na największej przestrzeni
12. System musi pozwalać na pracę z minimum 2 (możliwą do zaakceptowania przez możliwości sprzętowe komputera) liczbę czujników 3D (zestawów dwóch kamer z belką) okablowanie przewodami o min długości 10 metrów.
13. System musi umożliwiać pracę z przewodami 30m.

III) kalibracja

1. Proces kalibracji powinien uwzględnić wpływ aktualnej temperatury; moduł kalibracyjny powinien pozwolić na podanie współczynnika rozszerzalności cieplnej dla materiału wzorca kalibracyjnego.
2. Moduł kalibracyjny oprogramowania powinien pozwolić na podanie i skorygowanie (np. po recertyfikacji wzorca) odległości charakterystycznych oraz zapisać dane do protokołu z przeprowadzonej kalibracji.

IV) funkcje oprogramowania do obsługi urządzenia

1. System musi mieć możliwość wykorzystania markerów adhezyjnych – kompatybilnych z oświetleniem. Oświetlenie dużej przestrzeni wraz z markerami musi pozwalać na ustawienie czasów otwarcia migawki pozwalających na pomiar obiektów bez rozmycia.
2. System umożliwia zarządzanie wszystkimi zarejestrowanymi etapami pomiarowymi (funkcja zamrażania zdjęć bez ich usuwania, tworzenie dowolnych zakresów ze zdjęć wybranych do analizy, zmiana etapu odniesienia (referencyjnego)).
3. System umożliwia uzyskanie wyników pomiarów i ich wizualizację dla obszarów/wybranych punktów w postaci: współrzędnych 3D, przemieszczeń 3D, odkształceń, prędkości odkształceń,



*Dotacja celowa na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową: zakup aparatury naukowo – badawczej, pn. „Naukowe Centrum Badań i Doskonalenia Innowacyjnych Technologii Wytwarzania”
Finansowanie: Skarb Państwa – Ministerstwo Edukacji i Nauki, Umowa nr 7312/IA/SP/2022
Dofinansowanie: 4 980 000 zł, Wartość całkowita projektu 4 980 000 zł*

- odkształceń głównych i ich kierunków, prędkości punktów 3D, przyspieszeń punktów 3D, zmian odległości i kąta między wyznaczonymi punktami, trajektorii 3D ruchu punktów.
4. System umożliwia tworzenie własnych układów współrzędnych z wykorzystaniem kształtów i geometrii uzyskanych z analizy i/lub modeli CAD.
 5. System umożliwia tworzenie jednego wspólnego układu współrzędnych dla co najmniej dwóch użytych jednocześnie czujników pomiarowych.
 6. System umożliwia wykonywane analizy na danych pomiarowych uzyskanych z próbki badanej w wielu seriach pomiarowych w jednym układzie współrzędnych.
 7. System umożliwia obsługę projektów systemu fotogrametrycznego (np. importowanie chmur punktów celem użycia ich do stworzenia jednego wspólnego układu współrzędnych dla wielu czujników).
 8. System umożliwia wizualizację przemieszczeń w postaci wektorów przemieszczeń oraz kolorowych map przemieszczeń na całej powierzchni próbki badanej.
 9. System umożliwia pomiar elementów: podłużnych (np. pod wpust), walca, kuli, stożka) w celu wyznaczenia zmiany zadanych wymiarów geometrycznych.
 10. System powinien umożliwić dopasowanie uzyskanej z pomiarów siatki do elementów geometrycznych za pomocą: metody Gaussian, metody Chebyshev, metody wpisania maksymalnego obiektu danego kształtu w zmierzoną siatkę lub minimalnego obiektu danego kształtu w zmierzoną siatkę.
 11. System posiada zestaw funkcji interpolacyjnych brakujących węzłów siatki 3D.
 12. System musi posiadać możliwość tworzenia komponentów powierzchniowych z pomiarów punktowych na markerach
 13. System umożliwia tworzenie funkcji wirtualnego tensometru oraz ekstensometru, pozwalającego określić długość bazy ekstensometru podczas badań w czasie rzeczywistym.
 14. System umożliwia analizę całych powierzchni próbek badanych z wykorzystaniem deseni oraz markerów adhezyjnych. W przypadku analizy całej powierzchni za pomocą markerów system musi wykorzystywać interpolacje pomiędzy markerami.

V) funkcje oprogramowanie do analizy i obróbki danych

1. System posiada zestaw funkcji do filtrowania danych mierzonych w czasie rzeczywistym w celu wyeliminowania szumów.
2. System umożliwia tworzenie kształtów prostych (punkt, linia, płaszczyzna, okrąg, wielokąt, otwór).
3. System umożliwia przedstawienie danych pomiarowych w postaci wykresów i map rozkładu przemieszczeń i odkształceń, np. w funkcji wartości przyłożonego obciążenia.
4. System umożliwia automatyczne generowanie filmów obrazujących wyniki pomiarów i zapis tych filmów do przenośnych formatów: avi, mp4, osadzonych filmów w plikach pdf.
5. System umożliwia import ze skanera chmur punktów i siatek trójkątów (STL, ASCII, POL, PLY, PSL, etc.).
6. System umożliwia poligonizację chmur punktów z kontrolą szumu oraz możliwość wykonywania porównania spolonizowanego obiektu (na podstawie chmury punktów) do modelu CAD.
7. System umożliwia wykonanie analizy GD&T (wymiarowania i tolerancji) wraz z możliwością wybrania ogólnie przyjętej w pomiarach GD&T normy – np. ISO 1101 lub ASME Y.14.5
8. System umożliwia bezpośredni import danych CAD w formatach: IGES, STEP, JT Open.
9. System umożliwia odznaczanie punktów do komponentów powierzchniowych.
10. System umożliwia teksturyzację komponentów przy użyciu zdjęć 3D.



*Dotacja celowa na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową: zakup aparatury naukowo – badawczej, pn. „Naukowe Centrum Badań i Doskonalenia Innowacyjnych Technologii Wytwarzania”
Finansowanie: Skarb Państwa – Ministerstwo Edukacji i Nauki, Umowa nr 7312/IA/SP/2022
Dofinansowanie: 4 980 000 zł, Wartość całkowita projektu 4 980 000 zł*

11. System umożliwia parametryzację wszystkich funkcji za pomocą własnych skryptów pomiarowych.
12. System umożliwia import modeli CAD w natywnych formatach do CATIA, UG, Pro/E, SolidWorks bez konieczności korzystania z konwerterów i dodatkowego zewnętrznego oprogramowania.
13. System umożliwia obsługę skryptów i możliwość tworzenia własnych, np. z wykorzystaniem Python'a.
14. System umożliwia tworzenie szablonów projektów dla wielu takich samych próbek, tzn. funkcjonalności pozwalającej na jednokrotne stworzenie wszystkich funkcji pomiarowych i analiz wraz z raportami, a następnie po otwarciu takiego projektu jako szablonu i zaimportowaniu do niego projektu nieobliczonego na automatyczne wykonanie wszystkich funkcji i stworzenie raportu z uwzględnieniem nowych danych z zaimportowanego projektu.
15. System umożliwia tworzenie, importowanie i, eksportowanie własnych szablonów raportów.
16. Dostarczone oprogramowanie umożliwia przeprowadzenie weryfikacji modeli MES w tym wieloetapowych.
17. System musi zawierać Otwartą Strukturę Danych, tzn. możliwość importu danych tekstowych z zewnętrznych urządzeń, np. kamer termowizyjnych czy innych systemów, i zorientowanie ich w jednym wspólnym układzie współrzędnych.
18. System umożliwia współpracę z co najmniej 5 różnymi detalami i projektami jednocześnie – np.: wykonanie analiz geometrycznych i analizy złożeń wirtualnych geometrycznych w tym z wykorzystaniem danych z systemu fotogrametrycznego, tzn. chmur punktów typu *.stl i innych.

VI) oświetlenie

1. Oświetlenie powinno być zintegrowane z belką pomiarową oraz zestawem obiektywów stałoogniskowych. Oświetlenie w technologii LED minimum 2 lampy o mocy co najmniej 50W.

VII) zestaw komputerowy do obsługi systemu oraz oprogramowania do analizy danych

Minimalne wymagania do jednostki kontrolno obliczeniowej:

1. Procesor x86 zapewniający komputerom w testach passmark R20: minimum 2000 punktów w teście xCPU i minimum. Minimum 400 punktów w teście 1 rdzenia.
2. Uruchamiania aplikacji 64 bitowych sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji.
3. Min 64 GB RAM.
4. System operacyjny zalecany przez producenta.
5. Karta graficzna zalecana przez producenta do pracy z oprogramowanie o średniej wydajności 400 punktów w teście passmark, Min 4 GB VRAM.
6. Monitor o rozmiarze min 23,5" spełniający wymagania:
 - rozdzielczość nominalna dokładnie 1920x1080 pikseli jasność minimum 250 cd/m², kontrast minimum 1000:1 kąt widzenia pionowy minimum 178 stopni, format 16:9
 - kąt widzenia poziomy minimum 178 stopni,
 - czas reakcji plamki maksymalnie 8 ms (szary do szarego) złącze cyfrowe umożliwiające podłączenie zaoferowanego komputera, komputera ze złączem DVI i Display Port natywnie lub w postaci dołączonych przejściówek (kablów),
 - wbudowany hub USB minimum 2 portowy możliwość pochylenia monitora,
 - 2 cyfrowe złącza monitora,
 - możliwość regulacji pionie w zakresie minimum 100 mm
 - funkcja PIVOT (obrócenie ekranu o 90°)
7. Twardy dysk: SSD 1 TB klasy 40 (Sekwencyjny zapis minimum 350 MB/s, odczyt minimum 1500 MB/s).



*Dotacja celowa na realizację inwestycji związanej z działalnością naukową: zakup aparatury naukowo – badawczej, pn. „Naukowe Centrum Badań i Doskonalenia Innowacyjnych Technologii Wytwarzania”
Finansowanie: Skarb Państwa – Ministerstwo Edukacji i Nauki, Umowa nr 7312/IA/SP/2022
Dofinansowanie: 4 980 000 zł, Wartość całkowita projektu 4 980 000 zł*

8. Dysk zewnętrzny twardej 2,5" 2 TB ze złączem USB 3.0, możliwością pracy bez zasilacza z kablem USB 3.0 w zestawie.
9. Interfejs przetwarzania obrazu LAN, minimum 4 porty USB 2.0/USB 3.0 oraz minimum 1 port RJ45, karta sieciowa 10/100/1000 Mbit/s z obsługą trybów WOL i PXE minimum.
10. Myszka komputerowa, przewodowa, optyczna, minimum 1200 dpi, funkcja rolki, złącze USB.
11. Klawiatura przewodowa, złącze USB, typ klawiatury - mechaniczna

VIII) dodatkowe wymagania

1. Świadectwa wzorcowania i spójności pomiarowej
2. System musi być dostarczony z certyfikowanymi w PCA lub ośrodku odpowiadającym PCA wzorcami kalibracyjnymi z podaniem niepewności wzorca kalibracyjnego.
3. Dodatkowo wymagane jest dostarczenie świadectwa pomiaru niepewności pomiarowej dla każdej przestrzeni pomiarowej posiadającego minimum następujące informacje:
 - niepewność pomiaru pozycji (przemieszczenia) z wykorzystaniem markerów,
 - niepewność pomiaru odkształcenia z wykorzystaniem deseni.
4. System posiada możliwość łatwego przemieszczenia, umożliwia pracę w różnych laboratoriach. Wszystkie elementy systemu muszą mieć możliwość przechowywania w walizkach lub na dedykowanych wózkach
5. Interfejs oprogramowania w języku polskim.
6. Instrukcja obsługi w języku angielskim i polskim w wersji elektronicznej.