Załącznik nr 1 do siwz

Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

1. **LABORATORIUM - Mechanika klasyczna**
   Wykaz stanowisk laboratoryjnych
   1.1. Zestaw do wyznaczania środka ciężkości
   1.2. Zestaw do wyznaczania momentu siły
   1.3. Zestaw do badania ugięcia belek
   1.4. Zestaw do badania skręceń elementów o przekroju kołowym
   1.5. Zestaw do przeprowadzania prób rozciągania
   1.6. Zestaw do badania ruchu harmonicznego prostego
   1.7. Zestaw do badania siły tarcia i równi pochyłej
   1.8. Zestaw do badania energii potencjalnej i kinetycznej
   1.9. Zestaw do badania wielokrążków

Specyfikacja techniczna stanowisk laboratoryjnych

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

A. Każde z ćwiczeń zestawu laboratoryjnego montowane jest na uniwersalnej ramie służącej do montażu modułowych zestawów laboratoryjnych z zakresu mechaniki klasycznej, przystosowanej do standardowego stołu laboratoryjnego.

   Ilość zamawianych ram: 6 sztuk

   Rama powinna składać się z następujących elementów oraz posiadać następujące cechy:

   - Powinna składać się z lakierowanej stalowej i perforowanej blachy stanowiącej panel roboczy, który umożliwia mocowanie na jego powierzchni zestawów doświadczalnych z zakresu mechaniki klasycznej
   - Perforowana blacha powinna być zamocowana do dwóch podpór/stojaków umożliwiających jej ustawienie na płaskiej powierzchni.
   - Konstrukcja panelu roboczego powinna pozwalać na jego mocowanie w pozycjach: pionowej, poziomej i ukośnej.
   - Otwory w panelu służące do mocowania zestawów powinny być rozmieszczone w siatce min. 15 x 20 otworów w równych odstępach umożliwiających wielomiejscowe mocowanie zestawów doświadczalnych.
   - Wymiary w stanie zmontowanym (pionowo): max. wysokość 550 mm x szerokość 380 mm oraz głębokość 280 mm.

B. Do każdego ze stanowisk laboratoryjnych dostarczona jest instrukcja wykonywania eksperymentów.

C. Do każdego ze stanowisk laboratoryjnych dostarczone jest oprogramowanie na CD-ROM (sieciowe lub indywidualne na stanowisku), pozwalające na symulacje wszystkich badanych struktur na stanowisku laboratoryjnym. Oprogramowanie każdego stanowiska zawiera pomocnicze materiały, jak: wytyczne instrukcje do przeprowadzenia ćwiczeń , konspekt materiałów, które są potrzebne do przeprowadzenia eksperymentów na każdym stanowisku laboratoryjnym.

D. Elementy potrzebne do przeprowadzenia eksperymentów na każdym stanowisku laboratoryjnym powinny być dla każdego zestawu składowane w jednym zamykanym wiekiem pudełku/transporterze o konstrukcji plastikowej, wyłożonej materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia.

E. Okres gwarancji na dostarczone zestawy - 5 lat.

1.1 Zestaw do wyznaczania środka ciężkości

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu wyznaczania środka ciężkości różnych figur oraz badanie zależności między kątami a siłami współpłaszczyznowymi.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Wyznaczanie środka ciężkości
- Trójkąty sił
- Wieloboki sił i notacja Bow'a
- Połączone wieloboki (niezbieżne układy sił)

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Plastikowe dwuwymiarowe figury (kształty) min. 6 szt.
- Marker
- Elementy do montażu wielokrążka min. 5 szt.
- Wieszaki na obciążniki oraz obciążniki
- Lina i pierścienie
- Kątomierz magnetyczny
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.2 Zestaw do wyznaczania momentu siły

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania zależności między odległościami a siłami w belkach sztywno utwierdzonych i dźwigniach.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Moment siły
- Równania równowagi belki
- Dźwignie 1., 2., i 3. klasy
- Dźwignia kątowa
- Reakcje belek

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Sztywna stalowa belka z punktami zaczepowymi
- Stalowa dźwignia kątowa z punktami zaczepowymi
- Wagi sprężynowe
- Wielokrążek
- Wieszaki na obciążniki oraz obciążniki
- Lina i haki
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.3 Zestaw do badania ugięcia belek

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania ugięcia belek wykonanych z różnych materiałów, o różnych wymiarach, różnie podpartych.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Długość belki a ugięcie
- Materiał, z którego została wykonana belka, a ugięcie (moduł Young'a)
- Wartość "I" belki a ugięcie
- Podparcie belki a ugięcie (wspornik, wspornik utwierdzony, belka utwierdzona i swobodnie podparta)

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Belki min. 6 szt.: aluminiowe min. 4szt., stalowa min. 1szt., mosiężna min. 1szt., każda o długości 372 mm (+/- 20%)
- Wskaźnik tarczowy
- Suwmiarka czujnikowa (tarczowa)
- Bloki mocujące 2szt. z ostrzem (knife-edge) i mocowaniami
- Linijka min. 30 cm
- Wieszaki na obciążniki oraz obciążniki
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.4 Zestaw do badania skręceń elementów o przekroju kołowym

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania skręceń próbek o przekroju kołowym, wykonanych z różnych materiałów i o różnej długości.
Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Długość próbki a kąt skręcenia
- Rodzaj materiału, z którego została wykonana próbka, a kąt skręcenia (moduł sztywności)
- Wartość "J" próbki a kąt skręcenia

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Belki testowe min. 3 szt.: aluminiowa min. 1 szt., stalowa min. 1 szt., mosiężna min. 1 szt., każda o długości min. 370 mm
- Uchwyty obrotowe i stałe
- Suwmiarka czujnikowa (tarczowa)
- Linijka min. 30 cm
- Wieszak na obciążniki oraz obciążniki min. 50 szt. po 10 g
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.5 Zestaw do przeprowadzania prób rozciągania

Zestaw powinien umożliwiać wykonanie praktycznych eksperymentów z zakresu przeprowadzania prób rozciągania próbek wykonanych z różnych materiałów.
Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Próby rozciągania różnych materiałów (aż do zniszczenia)
- Wyznaczanie siły rozciągającej materiału
- Zdolność materiału do odkształceń plastycznych i elastycznych
- Wykres zależności przyrostu długości od wielkości siły rozciągającej

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Tester rozciągania
- Suwmiarka czujnikowa (tarczowa)
- Zestaw próbek – stal min. 10 szt., aluminium min. 10 szt., duraluminium min. 10 szt. oraz PVC min. 10 szt.
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.6 Zestaw do badania ruchu harmonicznego prostego

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania ruchu harmonicznego prostego (drgań) w sprężynach i wahadłach oraz określanie jego przydatności.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Ruch harmoniczny prosty wahadeł prostych, bifilarnych i trifilarnych o różnej długości i masie
- Ruch harmoniczny prosty sprężyny z różnymi masami oraz prosty test sprężystości
- Ruch harmoniczny prostego wahadła dwuczłonowego
- Ruch harmoniczny prosty i siła ciężkości przy użyciu odwracalnego wahadła Katera

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Płyta górna do zawieszania wahadeł
- Odwracalne wahadło Katera/wahadło dwuczłonowe
- Proste wahadła min. 2 szt. – aluminiowe i mosiężne
- Bifilarny drążek zawieszenia
- Trifilarna płyta
- Sprężyna naciągowa
- Wieszak na obciążniki oraz obciążniki min. 50 szt. po 10 g
- Stoper
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.7 Zestaw do badania siły tarcia i równi pochyłej

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania siły tarcia i innych sił działających na ciała oraz pomiędzy różnymi powierzchniami, na płaszczyźnie poziomej lub równi pochyłej.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Rozkład sił na równi pochyłej
- Tarcie toczne i tarcie poślizgowe różnych powierzchni
- Tarcie ślizgowe kinetyczne i statyczne różnych powierzchni

- Kąt nachylenia powierzchni a tarcie pomiędzy powierzchniami

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Równia pochyła
- Model samochodu lub sanek
- Płyty cierne – drewno, plastik, stal
- Powierzchnie cierne – drewno, plastik, guma
- Wieszaki na obciążniki min. 2 szt. oraz obciążniki min. 100 szt. po 10 g i min. 20 szt. po 1 g
- Zestaw rolek
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.8 Zestaw do badania energii potencjalnej i kinetycznej

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu badania różnicy między energią potencjalną a kinetyczną oraz sposobu, w jaki jedna zamienia się w drugą.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Energia kinetyczna i potencjalna wahadła
- Energia potencjalna sprężystości sprężyny
- Energia kinetyczna koła zamachowego

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Wahadło mosiężne, średnica min. 22 mm
- Koło zamachowe aluminiowe, średnica min. 95 mm, waga min. 330 g
- Sprężyna naciągowa
- Wieszak na obciążniki i obciążniki min. 50 szt. po 10 g
- Linijka stalowa min. 30 cm
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

1.9 Zestaw do badania wielokrążków

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z zakresu prezentacji mechanicznej korzyści płynącej z zastosowania różnych kombinacji wielokrążków, prostego koła i osi.

Zestaw powinien być montowany na ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Zwykłe wielokrążki – stały, ruchomy oraz zespolony
- Koło i oś
- Wielokrążek różnicowy

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Koła pasowe (wielokrążki) pojedynczy mały, pojedynczy, podwójny, potrójny (koła z rowkiem)
- Wielokrążek różnicowy
- Koło i oś
- Wieszaki na obciążniki min. 2 szt. oraz obciążniki min. 100 szt. po 10 g i 10 szt. po 1 g

- Linijka min. 30 cm
- Plastikowe pudełko z wkładką do przechowywania zestawu
- Przykrywka na pudełko
- Instrukcja wykonywania eksperymentów

2. LABORATORIUM Wytrzymałość materiałów
Wykaz stanowisk laboratoryjnych

2.1. Stanowisko do badania momentów zginających w belce
2.2. Stanowisko do badania siły ścinającej w belce
2.3. Stanowisko do badania ugięcia belek i wsporników
2.4. Stanowisko do badania naprężeń zginających w belce
2.5. Stanowisko do badania skręceń elementów o przekroju kołowym
2.6. Stanowisko do badania ugięć i ścięć asymetrycznych przekrojów
2.7. Stanowisko do badania połączeń przegubowych konstrukcji ramowych
2.8. Stanowisko do badania łuku trójprzegubowego
2.9. Stanowisko do badania łuku dwuprzegubowego

Specyfikacja techniczna stanowisk laboratoryjnych

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

A. **Uniwersalna rama do montażu stanowisk dydaktycznych/zestawów eksperymentalnych: 6 sztuk**
(ilość potrzebna do obsługi równocześnie 6 stanowisk laboratoryjnych).
Każde z ćwiczeń zestawu laboratoryjnego montowane jest na uniwersalnej ramie służącej do montażu stanowisk dydaktycznych/zestawów eksperymentalnych.

Rama ustawiana na ławie lub stole, służąca do montażu wielu wymiennych modułów stanowisk dydaktycznych wraz z oprzyrządowaniem, z zakresu wytrzymałości materiałów.

Rama powinna składać się z następujących elementów oraz posiadać następujące cechy:

- Powinna umożliwiać łatwy montaż i demontaż wymiennych modułów stanowisk dydaktycznych wraz z oprzyrządowaniem, z zakresu wytrzymałości materiałów
- Powinna posiadać łatwe w użyciu elementy mocujące
- Powinna być wykonana ze sztywnej, anodyzowanej ramy aluminiowej, o przekroju nie mniejszym niż 90 x 45 mm
- Maksymalne obciążenie: min. 5 kN
- Rama powinna zawierać min. 14 samozaciskowych nakrętek sprężynujących, umożliwiających bezpieczne mocowanie elementów stanowisk dydaktycznych i akcesoriów
- Powinna posiadać 4 regulowane nóżki z możliwością ustawienia wysokości do 40 mm, służące do wypoziomowania ramy
- Stopy przednia i tylna, powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 500 mm od siebie, w celu zapobiegania przewrócenia się ramy

Wymiary zewnętrzne: 880 x 850 x 610 mm (+/- 20%)
Okres gwarancji - 5 lat

B. Cyfrowy wyświetlacz sił: 6 sztuk
(ilość potrzebna do obsługi równocześnie 6 stanowisk laboratoryjnych).

Urządzenie powinno umożliwiać wyświetlanie do 4 wartości sił mierzonych w czasie rzeczywistym przez czujniki umieszczone na modułach wybranych stanowisk dydaktycznych z zakresu wytrzymałości materiałów.
W skład urządzenia powinny wchodzić co najmniej/urządzenie powinno posiadać następujące cechy:

- Urządzenie powinno dać się zmontować na uniwersalnej ramie do montażu stanowisk/zestawów eksperymentalnych
- Wyświetlacz LCD powinien pokazywać w czasie rzeczywistym do czterech sił, z automatyczną regulacją zakresu do siły
- Wybór sygnału siły za pomocą przełącznika obrotowego
- Możliwość podłączenia do opcjonalnego automatycznego modułu gromadzenia danych, w celu automatycznego pomiaru wszystkich czterech sił w czasie rzeczywistym oraz w celu umożliwienia rejestracji danych pomiarowych za pomocą opcjonalnego oprogramowania
- Zakres pomiarów: min. 0 - 20 N i 0 - 500 N, wybierany automatycznie

Okres gwarancji - 5 lat

C. Automatyczny moduł gromadzenia danych: 6 sztuk

Urządzenie wraz z oprogramowaniem powinno umożliwiać automatyczne przesyłanie danych z modułów pomiarowych stanowisk dydaktycznych z zakresu wytrzymałości materiałów do komputera.

W skład urządzenia powinny wchodzić co najmniej/urządzenie powinno posiadać następujące cechy:

- Powinno posiadać interfejs użytkownika w języku polskim lub angielskim oraz specjalistyczne oprogramowanie dostarczone na płycie CD-ROM umożliwiające automatyczne wyświetlanie, gromadzenie danych i ich przygotowanie do dalszej analizy z wybranych modułów eksperymentalnych z zakresu wytrzymałości materiałów
- Powinno pozwalać na przeprowadzanie wirtualnych eksperymentów
- Powinno umożliwiać przesłanie danych do komputera wyposażonego w system operacyjny Windows 7 lub Windows 10 w celu ich dalszej analizy
- Powinno pozwalać na przeprowadzanie porównań wyników przeprowadzonych eksperymentów z wynikami z oprogramowania symulacyjnego
- Cyfrowy wyświetlacz sił +/- 6 VDC
- Cyfrowy wyświetlacz tensometryczny +/- 6 VDC
- Czujnik kątowy 0 - 6 VDC
- Cyfrowe wskaźniki ugięcia
- Powinno konwertować dane wejściowe na właściwe sygnały danych dla komputera
- Powinno umożliwiać analizę danych oraz na ich podstawie tworzyć tabele i wykresy
- Powinno dać się połączyć z komputerem przy pomocy łącza USB

Okres gwarancji - 5 lat

D. Oprogramowanie zestawów laboratoryjnych: 1 sztuka

Oprogramowanie powinno umożliwiać komputerową symulację zjawisk z zakresu działania konstrukcji.

Oprogramowanie powinno posiadać następujące cechy:

- Powinno umożliwiać naukę zasad konstrukcji
- Powinno pozwalać na symulacje co najmniej 15 eksperymentów z zakresu konstrukcji
- Powinno zawierać podręcznik użytkownika, a w nim propozycje przeprowadzania eksperymentów i odpowiedzi na typowe pytania
- Powinno pozwalać na symulowane komputerowo badanie podstaw różnorodnych konstrukcji, w tym:
    - Momenty zginające w belce
    - Siła ścinająca w belce
    - Ugięcie belek i wsporników
    - Naprężenia zginające w belce

    - Skręcenia elementów o przekroju kołowym
    - Ugięcia i ścięcia asymetrycznych przekrojów
    - Połączenia przegubowe konstrukcji ramowych
    - Łuk trójprzegubowy
    - Łuk dwuprzegubowy
- Powinno umożliwiać zmiany różnych części każdego symulowanego eksperymentu, w takich zakresach jak:
    - Rodzaj i ilość podpór
    - Kształt konstrukcji lub próbki
    - Materiał konstrukcji lub próbki
    - Moduł Younga konstrukcji lub próbki
    - Przekrój poprzeczny belki
- Powinno pozwalać na symulowanie zastosowania szerokiego zakresu obciążeń, w tym obciążeń równomiernie rozłożonych
- Powinno umożliwiać przetwarzanie danych, tworzenie tabel i wykresów, jak również powinno umożliwiać porównywanie między sobą właściwości szerokiego zakresu różnych konstrukcji

C. Do każdego ze stanowisk laboratoryjnych dostarczona jest instrukcja wykonywania eksperymentów.
D. Do każdego ze stanowisk laboratoryjnych dostarczone jest oprogramowanie na stanowisku, pozwalające na symulacje wszystkich badanych struktur na stanowisku laboratoryjnym.
E. Okres gwarancji na dostarczone zestawy - 5 lat

2.1. Stanowisko do badania momentów zginających w belce

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na przedstawienie i udowodnienie zasady działania momentów zginających w belce.
Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Zmiana momentu zginającego w punkcie obciążenia
- Zmiana momentu zginającego w innym miejscu niż punkt obciążenia
- Badanie innych rodzajów obciążeń, w tym obciążeń poprzecznych belki

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Belka ścinana osiowo, podparta ramieniem siły oddziałującym na elektroniczny czujnik obciążenia, w celu dokonania pomiaru przyłożonej siły, belka powinna posiadać min. 24 miejsca przyłożenia obciążenia rozstawione w odstępach co max. 20 mm
- Ramię siły długości do 150 mm
- Osie i mechanizmy wyposażone w łożyska kulkowe, umożliwiające ruch obrotowy
- Jedna z podpór powinna umożliwiać również ruch poziomy
- Wieszaki na obciążniki (min. 5 szt.) oraz obciążniki (min. 150 szt. po 10 g)
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.2. Stanowisko do badania siły ścinającej w belce

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na przedstawienie i udowodnienie zasady działania siły ścinającej w belce.
Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Zmiana siły ścinającej przy rosnącym obciążeniu punktowym
- Zmiana siły ścinającej w różnych warunkach obciążenia
- Badanie innych rodzajów obciążeń i ich wpływu na siłę ścinającą, w tym obciążeń ścinających

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Belka ścinana osiowo, podparta mechanizmem oddziałującym na elektroniczny czujnik obciążenia, w celu dokonania pomiaru siły ścinającej. Belka powinna posiadać min. 23 miejsca przyłożenia obciążenia rozstawione w odstępach co max. 20 mm
- Osie i mechanizmy wyposażone w łożyska kulkowe, umożliwiające ruch obrotowy
- Jedna z podpór powinna umożliwiać również ruch poziomy
- Wieszaki na obciążniki (min. 5 szt.) oraz obciążniki (min. 150 szt. po 10 g)
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.3. Stanowisko do badania ugięcia belek i wsporników

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie ugięcia belek pod różnymi obciążeniami, oraz sposobów mocowania belek.
Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Badanie ugięcia belki
- Poznanie wzoru na ugięcie belki
- Kąt obrotu swobodnego końca belki
- Współczynnik sprężystości podłużnej (moduł Young'a) różnych materiałów
- Punkty charakterystyczne belki:
    - Wspornik
    - Wspornik podparty
    - Belka obustronnie utwierdzona
    - Belka swobodnie podparta

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Cyfrowy wskaźnik ugięcia znajdujący się na przesuwnym wsporniku, który umożliwia precyzyjne przemieszczenie wskaźnika do dowolnej pozycji wzdłuż belki testowej

- Dwa sztywne zaciski do zamocowania na tablicy, w celu utrzymania belki w dowolnej pozycji
- Dwie podpórki do zamocowania w dowolnym miejscu wzdłuż belki
- Podziałki nadrukowane na tablicy do precyzyjnego umieszczania cyfrowego wskaźnika ugięcia, podpórek oraz obciążeń.
- Wieszaki na obciążniki min. 15 szt.
- Obciążniki min. 150 szt. po 10 g
- Belki testowe – około 650 mm x ¾" x ⅛"
    - min. 1x aluminium
    - min. 1x stal
    - min. 1x mosiądz
- Linijka i noniusz
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.4. Stanowisko do badania naprężeń zginających w belce

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie rozkładu naprężeń w przekroju belki.

Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Geometryczny moment bezwładności
- Zamiana odkształceń na naprężenia
- Mierniki tensometryczne
- Oś neutralna
- Równanie linii ugięcia belki

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Pierścieniowy czujnik obciążenia z elektronicznym czujnikiem siły
- Obciążenie (możliwość regulacji od 0 do min. 500 N)
- Belka testowa: aluminiowa o przekroju T
- Obciążenie belki zapewniający stały moment zginający w położeniach pomiarowych
- dziewięć mierników tensometrycznych
- Połączenia od tensometrów do odczytu za pomocą pozłacanych szybkozłączy
- Typ wskaźnika: typ 350 Ω
- Gwarantowany współczynnik czułości tensometru 2.1 ± 0.05
- Dołączone akcesoria: noniusz
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.5. Stanowisko do badania skręceń elementów o przekroju kołowym

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie momentu obrotowego i ugięcia różnych elementów o przekroju kołowym.

Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Związek między długością, momentem obrotowym i ugięciem kątowym próbki
- Zachowanie próbek różnych materiałów i o różnych przekrojach
- Teoria skręcania
- Współczynnik ścinania
- Biegunowy moment bezwładności

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Tablica z uchwytami na wszystkich końcach, służącymi do przytwierdzania próbek
- Element służący do połączenia z czujnikiem obciążenia za pomocą ramienia do pomiaru momentu obrotowego
- Przesuwny element służący do zmiany długości próbki, zawierający skalę kątomierza do pomiaru obrotów oraz przetwornik kątowy do komunikacji z automatycznym modułem gromadzenia danych
- Pokrętło na skali kątomierza do przykładania obciążenia
- Maksymalny moment obrotowy: 0,7 Nm
- Próbki
    - min.1 x lita stal
    - min.1 x lity mosiądz
    - min.1 x mosiądz cylindryczny (rurowy)
- Dołączone akcesoria: linijka i noniusz
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.6. Stanowisko do badania ugięć i ścięć asymetrycznych przekrojów

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie pionowych i poziomych ugięć różnych asymetrycznych (niesymetrycznych) przekrojów.
Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Odchylenie poziome i pionowe różnych asymetrycznych przekrojów pod różnymi kątami
- Odchylenie poziome i pionowe różnych asymetrycznych przekrojów pod różnymi obciążeniami
- Związek między ugięciami pionowymi i poziomymi oraz głównymi momentami każdego przekroju
- Środek ścinania różnych asymetrycznych przekrojów
- Budowa koła Mohra

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Płyta górna i uchwyt umożliwiające indeksowanie w krokach po min. 22,5° (min. 16 kątowych skoków)

- Płyta spodnia z dwoma cyfrowymi wskaźnikami, które mogą być ustawiane pod kątem 90° względem siebie w eksperymentach z niesymetrycznym zginaniem, lub równolegle względem siebie w eksperymentach ze środkiem ścinania
- Wieszaki na obciążniki min. 5 szt. oraz obciążniki min. 150 szt. po 10 g
- Próbki z aluminium:
    - min. 1x przekrój 'U'
    - min. 1x przekrój 'L'
    - min. 1x płaski przekrój
- Dołączone akcesoria: linijka i noniusz
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.7. Stanowisko do badania połączeń przegubowych konstrukcji ramowych

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie odkształceń, naprężeń, sił i ugięć w różnych połączeniach przegubowych konstrukcji ramowych. Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.

Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Badanie notacji Bow'a, odkształceń, naprężeń, sił i ugięć w różnych ramach, w tym w kratownicy Warrena i w wiązarze więźby dachowej
- Porównanie różnych rodzajów konstrukcji ramowych

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Pierścieniowy czujnik obciążenia z elektronicznym czujnikiem siły
- Obciążenie: możliwość regulacji od 0 do min. 500 N
- Elementy członowe umożliwiające budowę szeregu konstrukcji ramowych, w tym dźwigara prostego, kratownicy Warrena i wiązaru więźby dachowej
- Łączniki uniwersalne min. 9 szt. do łączenia członów pod kątem 30, 45 lub 60 stopni
- Elementy członowe: min. 15 szt.; stal nierdzewna, przekrój okrągły, długości około: 42 mm, 93 mm, 112 mm, 170 mm,
- Czujniki tensometryczne min. 4 szt. przytwierdzone w konfiguracji pełnego mostka
- Pomiar odkształcenia (ew. naprężenia):
    - 16-kierunkowy cyfrowy pomiarowy mostek tensometryczny
    - Typ wskaźnika: typ 350 Ω
    - Gwarantowany współczynnik czułości tensometru 2.1 ± 0.05
- Pomiar ugięcia:
    - Rozdzielczość cyfrowego wskaźnika ugięcia 1μm
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.8. Stanowisko do badania łuku trójprzegubowego

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie łuku trójprzegubowego w warunkach różnych obciążeń.

Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Cechy łuku trójprzegubowego
- Związek pomiędzy zastosowanymi obciążeniami a poziomym naciskiem spowodowanym przez prostą, określoną konstrukcję łukową
- Szacowanie stabilności punktu podparcia i ekonomiki

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Specjalne masy przegubowe, służące do przykładania obciążeń podczas eksperymentów
- Elementy pozwalające na stosowanie równomiernie rozłożonych obciążeń
- Dwie podpory pod most
- Dwie symetryczne połówki mostu, połączonych ze sobą przegubem w koronie. Jedna połowa powinna spoczywać na stałe na podporze przegubowej (przegub umożliwia ruch obrotowy). Druga połowa powinna się obracać oraz przesuwać
- Łuk: wysokość min.100 mm, rozpiętość min. 500 mm, min. 9 pozycji obciążenia
- Masy:
    - min. 1 x 100 g
    - min. 1 x 200 g
    - min. 1 x 300 g
    - min. 2 pary równomiernie rozłożonych obciążeń
- Dołączone akcesoria: linijka
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat

2.9. Stanowisko do badania łuku dwuprzegubowego

Stanowisko dydaktyczne powinno umożliwiać przeprowadzanie praktycznych eksperymentów z konstrukcjami modułowymi oraz pozwalać na badanie łuku dwuprzegubowego w warunkach różnych obciążeń.
Stanowisko powinno być montowane na przeznaczonej do tego celu ramie lub stojaku umożliwiającym przeprowadzanie eksperymentów.
Stanowisko dydaktyczne powinno zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie eksperymentów z następujących zakresów:

- Cechy łuku dwuprzegubowego
- Związek pomiędzy zastosowanymi obciążeniami a poziomym naciskiem pochodzącym od zbędnej (w jednym stopniu) konstrukcji łukowej
- Porównanie zachowania do uproszczonej teorii opartej na metodzie Secant

W skład stanowiska dydaktycznego powinny wchodzić co najmniej/stanowisko powinno posiadać następujące cechy:

- Dwie podpory oraz paraboliczny łuk ze stopu aluminium. Jedna połowa łuku powinna spoczywać na stałe na podporze przegubowej (przegub powinien umożliwiać ruch obrotowy). Druga połowa łuku powinna obracać się oraz przesuwać
- Zestaw powinien zawierać wieszaki na obciążniki – min. 9 szt. oraz masy min. 150 szt. po 10 g

- Łuk: wysokość min. 100 mm, rozpiętość min. 500 mm
- Łuk wykonany ze stopu aluminium
- 9 punktów obciążenia na podziałce liniowej min. 50 mm
- Maksymalne obciążenie punktowe min. 5N
- Dołączone akcesoria: linijka
- Instrukcja wykonywania eksperymentów
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego cyfrowego wyświetlacza sił
- Stanowisko powinno umożliwiać podłączenie do niego automatycznego modułu gromadzenia danych

Okres gwarancji - 5 lat