**PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA
W CIECHANOWIE**

**ul. Narutowicza 9, 06-400 Ciechanów
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**KAG.262.31.2019 Załącznik nr 1**

**Opis przedmiotu zamówienia**

**Stanowisko doświadczalne do realizowania podstawowych doświadczeń
z hydrostatyki**, które umożliwia wykonanie badań związanych z siłą wyporu, siłą napięcia powierzchniowego (kapilarnością cieczy) i gęstością cieczy oraz przeprowadzenie dowodu dotyczącego prawa Boyle’a-Mariotte’a.

**Cechy indywidualne stanowiska:**

a) możliwość realizowania różnorodnych badań z zakresu hydrostatyki,

b) podstawowe wyposażenie stanowiska to zamknięty obieg wody ze zbiornikiem magazynowym wody, pompą zanurzeniową, przewodami, zbiornikiem badawczym
i naczyniami ciśnieniowymi, armaturą i przyrządami pomiarowymi.

Oczekiwania dotyczące stanowiska laboratoryjnego to pozyskanie przez studenta wiedzy i umiejętności związanych z następującymi doświadczeniami:

- badanie siły wyporu w zależności od rodzaju ciała zanurzonego w cieczy (prawo Archimedesa),

- badanie gęstości płynu,

- badanie wpływu sił powierzchniowych na ciśnienie panujące wewnątrz zamkniętego zbiornika wypełnionego cieczą (prawo Pascala),

- badanie ciśnienia hydrostatycznego w naczyniach połączonych,

- badanie ciśnień statycznego i całkowitego panujących w strumienia przepływającej cieczy za pomocą rurki Pitota i rurki do pomiaru ciśnienia statycznego,

- badanie i obserwacja napięcia powierzchniowego cieczy,

- badanie ciśnienia wywieranego przez słup cieczy na dno naczynia (paradoks hydrostatyczny),

- przeprowadzenie dowodu związanego z prawem Boyle’a-Mariotte’a,

- prezentacja zjawiska włoskowatości,

- zapoznanie z różnorodnymi metodami pomiaru ciśnienia,

Wymagania ogólne dotyczące stanowiska badawczego i jego wyposażenia:

a) możliwość zaprezentowania wyczerpującego wprowadzenia teoretycznego odnośnie do zagadnień hydrostatyki i sposobu realizowania badań z tego zakresu,

b) budowa stanowiska i standard wyposażenia:

- zbiornik pomiarowy i naczynia ciśnieniowe przezroczyste, umożliwiające obserwowanie przebiegu doświadczenia,

- bogate oprzyrządowanie zawierające: kompresor do generowania ujemnego i dodatniego ciśnienia powietrza, aparat do pomiaru ciśnienia wywołanego działaniem słupa cieczy, dwa areometry,

- dwie rurki manometryczne, umieszczone w obudowie z kompletem wyposażenia (automatyczny zawór odpowietrzający, króćce przyłączeniowe do węży elastycznych),

- jednakowe podziałki mianowane na każdym urządzeniu/przyrządzie umożliwiającym: obliczenie siły wyporu, ustalenie ciśnienia statycznego i hydrostatycznego, pomiar napięcia powierzchniowego, pomiar ciśnienia panującego w naczyniach połączonych, pomiar włoskowatości,

- rurka Pitota do ustalenia ciśnienia całkowitego i rurka do pomiaru ciśnienia statycznego,

- przyrządy: czujnik ciśnienia z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym, manometr różnicy ciśnień, manometr membranowy, manometr z rurką Burdona,

- konstrukcja nośna stanowiska z profili i elementów stalowych, malowanych proszkowo farbą epoksydową, chemoodporną,

c) stanowisko winno być wykonane w wersji mobilnej i wyposażone w kółka samonastawne
z blokadą zapewniają bezpieczne pozycjonowanie,

**Stanowisko do wykonywania podstawowych doświadczeń z hydrauliki** umożliwiające prowadzenie dydaktycznych badań laboratoryjnych związanych z przepływem cieczy ponad przelewem pomiarowym oraz stabilizacja położenia ciała unoszącego się na powierzchni falującej wody w celu wyznaczenia jego środka ciężkości.

**Cechy indywidualne stanowiska:**

a) możliwość wykonania badań dotyczących przepływu cieczy ponad krawędzią przelewu
oraz ustalenia zależności objętościowego objętościowego natężenia przepływu od spiętrzenia cieczy przed przelewem i typu przelewu pomiarowego,

b) podstawowe wyposażenie stanowiska: obieg zamknięty wody zbudowany ze zbiornika magazynowego wody, pompy zanurzeniowej, przewodu tłocznego, dwusekcyjnego stanowiska pomiarowego (pierwszą sekcję stanowi koryto otwarte zakończone tamą
z przelewem pomiarowym, druga zbiornik zlewowy z dwupoziomowym dnem), stanowisko winno być wyposażone w przyrządy pomiarowe, przelew i spust,

d) stabilizator ciał pływających.

Oczekiwania dotyczące stanowiska laboratoryjnego to pozyskanie przez studenta wiedzy i umiejętności związanych z:

- określeniem warunków przepływu cieczy ponad przelewem pomiarowym i wykonaniem ćwiczenia,

- wyznaczeniem środka ciężkości ciała unoszącego się na powierzchni falującej wody.

Wymagania ogólne dotyczące stanowiska badawczego i jego wyposażenia:

a)doświadczenie winno umożliwić wyznaczenie zależności objętościowego natężenia przepływu od spiętrzenia cieczy i typu przelewu pomiarowego,

b) budowa stanowiska i standard wyposażenia:

- zamknięty zbiornik do magazynowania wody cyrkulującej w instalacji, wyposażony
w pompę zatapialną,

- zbiornik pomiarowy (zlewowy), przeznaczony do pomiaru strumienia objętości przepływajacej cieczy, konstrukcja dna zbiornika schodkowa,

- w środkowej części powierzchni roboczej stanowiska winien być usytuowany kanał otwarty zakończony tamą z przelewem pomiarowym (kształt przelewu wymienny: prostokątny, trójkątny i paraboliczny), dno kanału znajduje się około 20 cm poniżej wierzchu właściwej powierzchni roboczej,

- od strony wewnętrznej poziom powierzchni roboczej nieznacznie obniżony w stosunku do krawędzi brzegu, rozwiązanie to ma na celu stanowić zabezpieczenie dla akcesoriów
i umożliwiać zbieranie kropel chlapiącej wody, powierzchnia robocza winna być odpowiednio wyprofilowana ze spadkiem w kierunku kanału,

- wyprofilowanie powierzchni roboczej ze spadkiem w kierunku kanału winno umożliwić odprowadzenie kropel chlapiacej wody do kanału,

- zlewka pomiarowa ze skalą służącą do pomiaru bardzo małych objętości przepływającej cieczy,

- stoper do pomiaru strumienia objętości przepływającej cieczy,

- dodatkowe wyposażenie stanowiska: zawór kontrolny, przelew, wodowskaz, zawór zamykający (spustowy), umożliwiający opróżnienie zbiornika pomiarowego,

- stabilizator ciał pływających + minimum dwa ciała pływające, każde o innym kształcie,

- materiał zbiornika magazynowego wody, zbiornik pomiarowy i powierzchnia robocza winny być wykonane z GRP,

- konstrukcja nośna stanowiska z profili i elementów stalowych, malowanych proszkowo farbą epoksydową, chemoodporną,

c) stanowisko winno być wykonane w wersji mobilnej i wyposażone w kółka samonastawne
z blokadą zapewniają bezpieczne pozycjonowanie,

d) wymagania ogólne dotyczące budowy przyrządu do stabilizacji położenia ciała:

- jeden poziomy, ruchomy, zaciskowy obciążnik do regulacji przechyłu bocznego,

- jeden pionowy, ruchomy, zaciskowy obciążnik do skorygowania środka ciężkości,

- eklimetr (przechyłomierz) ze skalą do zobrazowania przechyłu bocznego.

**Stanowisko związane z wykonaniem badań z zakresu hydrodynamiki,** które umożliwia porównanie różnych metod pomiaru strumienia objętości cieczy przepływającej
w rurociągu, wyznaczenie współczynnika oporu, pomiar ciśnienia za pomocą rurki Pitota,
a także wizualizację rozdziału ciśnienia w zwężce Venturiego oraz rozdziału spowodowanego istnieniem kryzy i dyszy pomiarowej. Ponadto stanowisko winno być wyposażone w sprzęt umożliwiający kalibrację przyrządów pomiarowych.

**Cechy indywidualne stanowiska:**

a) możliwość wykonania pomiaru strumienia objętości przepływającej cieczy
z zastosowaniem różnych urządzeń pomiarowych: kryzy pomiarowej, dyszy pomiarowej, zwężki Venturiego, rotametru,

b) podstawowe elementy stanowiska to rurociąg wyposażony w różnorodne urządzenia
do pomiaru strumienia objętości przepływającej cieczy, komplet rurek manometryczych do ustalenia i wizualnego przedstawienia rozdziału ciśnienia podczas przepływu cieczy
w zwężce Venturiego, kryzie i dyszy pomiarowej,

c) zawór regulujący natężenie przepływu cieczy w rurociągu,

d) końcówki rurociągu wyposażone w zawory odcinające i zakończone złączkami do podłączenia przewodów doprowadzających i odprowadzających wodę do stanowiska.

Oczekiwania dotyczące stanowiska laboratoryjnego to pozyskanie przez studenta wiedzy i umiejętności związanych z:

- różnorodnymi metodami pomiaru strumienia objętości cieczy przepływającej w rurociągu,

- przeprowdzeniem wizualizacji badań pomiarowych realizowanych za pomocą zwężki Venturiego, kryzy i dyszy pomiarowej,

- wykonaniem pomiaru ciśnienia całkowitego za pomocą rurki Pitota,

- wyznaczeniem współczynnika przepływu,

- przeprowadzeniem kalibracji przyrządów pomiarowych.

Wymagania ogólne dotyczące budowy instalacji i jej wyposażenia:

a) budowa stanowiska podstawowego:

- wszystkie elementy instalacji (rury i przyrządy), z wyłączeniem elastycznych węży, winny być umieszczone na tablicy i przymocowane do niej w sposób trwały,

- złączka z zaworem odcinającym na przyłączeniu instalacji zasilającej stanowisko w wodę,

- obudowa elementu zawierającego kryzę pomiarową i dyszę pomiarową transparentna, wyposażona w dwa punkty (króćce) umożliwiające połączenie z urządzeniami pomiarowymi,

- zwężka Venturiego w przezroczystej obudowie wyposażona w 6 króćców (punktów) pomiarowych, konfuzor - kąt 10,5o, dyfuzor – kąt 4o,

- 6 przezroczystych sztywnych rurek manometrycznych, każda z podziałką mianowaną, obudowa wyposażona w króćce wlotowe do podłączenia przezroczystych rurek elastycznych oraz automatyczny zawór odpowietrzający,

- 6 elastycznych węży,

- rotametr w szklanej obudowie,

- dwa punkty pomiarowe montowane na rurociągu przed i za rotametrem,

- zawór do regulacji strumienia objętości przepływającej cieczy,

- rurka Pitota do pomiaru całkowitego ciśnienia,

- zawór odcinający na odpływie,

- spust wody wyposażony w złączkę do przyłączenia przewodu odprowadzającego wodę,

- rury, kształtki (kolana) i złączki z PCV (PEHD).

b) dodatkowe wyposażenie stanowisk winien stanowić sprzęt do kalibracji przyrządów pomiarowych zbudowany z manometru z rurką Burdona i manometru tłokowego.

Oczekiwania: pozyskanie przez studenta wiedzy związanej z zasadami funkcjonowania manometru z rurką Burdona i manometru tłokowego oraz umiejętności kalibracji manometrów i wyznaczania błędu systematycznego.

Wymagania ogólne odnośnie do wyposażenia jednostki do kalibracji:

- manometr z rurką Burdona do pomiaru ciśnienia,

- tarcza z podziałką i przezroczystą przesłoną oraz widocznym mechanizmem sprężyny,

- pompa hydrauliczna ze zbiornikiem magazynowym i mechanizmem spustowym,

- wszystkie wymienione powyżej elementy zainstalowane na jednej płycie.