Załącznik nr 9
do Zarządzenia Rektora PŚk Nr 35/19
w brzmieniu ustalonym Zarządzeniem Nr 12/22

# KARTA PRZEDMIOTU

| | | |
|---|---|---|
| Kod przedmiotu | studia stacjonarne: | **M#1-S1-WP-403** |
| | studia niestacjonarne: | |
| Nazwa przedmiotu | **Mechanika płynów** | |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | **Fluid mechanics** | |
| Obowiązuje od roku akademickiego | **2022/2023** | |

## USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

| | |
|---|---|
| Kierunek studiów | **WZORNICTWO PRZEMYSŁOWE** |
| Poziom kształcenia | **I stopień** |
| Profil studiów | **ogólnoakademicki** |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | **Studia stacjonarne** |
| Zakres | **wszytskie** |
| Jednostka prowadząca przedmiot | **Katedra Mechaniki** |
| Koordynator przedmiotu | **Dr hab. Inż. Magdalena Piasecka, prof. PŚk** |
| Zatwierdził | |

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

| | | |
|---|---|---|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów | | **Przedmiot kształcenia ogólnego** |
| Status przedmiotu | | **Obowiązkowy** |
| Język prowadzenia zajęć | | **Polski** |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr | studia stacjonarne | **Semestr IV** |
| | studia niestacjonarne | |
| Wymagania wstępne | | **Matematyka** |
| Egzamin (TAK/NIE) | | **NIE** |
| Liczba punktów ECTS | | **3** |

| Forma prowadzenia zajęć | | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Liczba godzin w semestrze** | studia stacjonarne: | **15** | **15** | **15** | | |
| | studia niestacjonarne: | | | | | |

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria | Symbol efektu | Efekty kształcenia | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|---|---|---|---|
| **Wiedza** | W01 | Rozumie pojęcia i definicje: płyn i jego właściwości, zna różnice pomiędzy płynami doskonałymi i rzeczywistym, ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych własności płynów i potrafi je scharakteryzować; rozróżnia siły działające na płyn. | **WP1_W02 WP1_W14** |
| | W02 | Ma podstawową wiedzę w zakresie statyki płynów; zna podstawowe równanie statyki, rozpoznaje przyrządy do pomiaru ciśnienia; ma elementarna wiedzę w zakresie wyznaczania naporu hydrostatycznego; zna prawo Archimedesa oraz zagadnienia związane z równowagą brył pływających; rozumie różnice pomiędzy ciśnieniem absolutnym, podciśnieniem i nadciśnieniem, ma wiedzę w zakresie równowagi względnej. | **WP1_W01 WP1_W02 WP1_W14** |
| | W03 | Rozumie podstawowe pojęcia i definicje dot. zagadnień w zakresie kinematyki płynów; rozróżnia metody opisu ruchu w płynie, ma wiedzę w zakresie równania ciągłości. | **WP1_W01 WP1_W02 WP1_W14** |
| | W04 | Posiada elementarną wiedzę w zakresie dynamiki płynów, zagadnienia wydatku masowego i objętościowego; zna równanie Eulera oraz równania Bernoulliego, a także jego zastosowania; identyfikuje postać równania ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa); zna zagadnienia towarzyszące przepływowi płynów w przewodach zamkniętych: w tym prawo Hagena – Poiseuille'a; rozróżnia przepływy laminarne i turbulentne, potrafi scharakteryzować krytyczne liczby Reynoldsa; posiada zarys wiedzy dot. podobieństwa zjawisk przepływowych. | **WP1_W01 WP1_W02 WP1_W14** |
| | W05 | Ma wiedzę w zakresie strat energii występujących podczas przepływu oraz zna metody ich wyznaczania; zna typowe zagadnienia przy obliczaniu rurociągów; posiada podstawowe wiadomości w zakresie przepływów w kanałach otwartych; zna koncepcję warstwy przyściennej oraz zagadnienia związane z opływem ciał stałych przez płyny lepkie; znana jest mu tematyka, którą zajmuje się aerodynamika. | **WP1_W01 WP1_W02 WP1_W14** |
| Umiejętności | U01 | Potrafi wyznaczać gęstość mieszaniny przy zadanych udziałach masowych czy objętościowych; potrafi wyznaczać zmianę objętości, lepkości lub gęstości płynów przy zmianie ciśnienia i/lub temperatury; potrafi wyznaczyć lepkość płynu na podstawie eksperymentalnego pomiaru naprężeń stycznych w funkcji odkształcenia postaciowego, wykorzystując wiskozymetr rotacyjny; potrafi korzystać z równania Clapeyrona w zadaniach dotyczących gazów. | **WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | U02 | Potrafi korzystać z prawa Pascala, umie obliczać ciśnienie hydrostatyczne w zbiornikach zamkniętych i stosować równanie równowagi płynu; umie wyznaczać równanie powierzchni swobodnej cieczy podczas równowagi względnej (ruch obrotowy wokół osi pionowej), na podstawie eksperymentu. | **WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20** |
| | U03 | Potrafi wyznaczyć wydatek masowy i objętościowy, umie zastosować równanie ciągłości do obliczenia prędkości w segmentach rurociągu, potrafi wyznaczyć liczbę Reynoldsa, w tym krytyczną, na podstawie eksperymentu. | **WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20** |
| | U04 | Umie zastosować równanie Bernoulliego do wyznaczenia prędkości i ciśnień płynu czy poziomu zwierciadła w zbiorniku, w zagadnieniach przepływu płynu doskonałego w przewodzie zamkniętym. | **WP1_U01 WP1_U02 WP1_U08** |
| | U05 | Umie wyznaczyć straty energii podczas przepływu płynu rzeczywistego w rurociągu, umie zastosować równanie Bernoulliego do rozwiązywania typowych zagadnień przepływu płynu w przewodach zamkniętych, w tym wyznaczenia strat liniowych i lokalnych energii oraz wyznaczenia typowych charakterystyk maszyny przepływowej – pompy (również na podstawie eksperymentu). | **WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20** |
| Kompetencje społeczne | K01 | Ma świadomość jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób przechowywania i transportu płynów | **WP1_K02** |
| | K02 | Umie pracować w grupie, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole; potrafi przedstawiać swoje stanowisko i bronić go, używając rzeczowych argumentów w dyskusji. | **WP1_K03 WP1_K04 WP1_K11** |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe |
|---|---|
| wykład | 1. Przedmiot mechaniki płynów. Płyny rzeczywiste i doskonałe. Własności płynów. Siły działające na płyn. |
| | 2.Statyka płynów. Podstawowe równanie statyki płynów. Pomiar ciśnienia. Nadciśnienie, podciśnienie i ciśnienie absolutne. Prawo Pascala. Manometry. |
| | 3. Napór hydrostatyczny na powierzchnie zanurzone w płynie. Paradoks Stevina. Naczynia połączone. Równowaga względna w ruchu prostoliniowym i naczyniu wirującym. |
| | 4. Prawo Archimedesa. Równowaga brył pływających. Równowaga statyczna płynów ściśliwych. Kinematyka płynów – podstawowe pojęcia. Opis ruchu płynu. Równanie ciągłości strugi. Klasyfikacja przepływów. Przepływ ustalony. |
| | 5. Dynamika płynów - równanie ruchu Eulera. Równanie Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Dynamiczne równanie ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa). |
| | 6. Przepływy w przewodach zamkniętych. Prawo Hagena – Poiseuille'a. Przepływy laminarne i turbulentne. Krytyczne liczby Reynoldsa. Straty liniowe i miejscowe. Podobieństwo zjawisk przepływowych. |
| | 7. Typowe zagadnienia przy obliczaniu rurociągów. Przepływy w kanałach otwartych. Koncepcja warstwy przyściennej, opływ ciał stałych przez płyny lepkie. Zarys aerodynamiki. |
| ćwiczenia | 1. Właściwości fizyczne płynów: masa, gęstość, wyznaczenie gęstości płynu dla zadanego udziału masowego/objętościowego mieszaniny; zastosowanie równania Clapeyrona do zagadnień dotyczących gazów doskonałych. |
| | 2. Cechy fizyczne płynów: ściśliwość, rozszerzalność i lepkość. |
| | 3. Podstawowe zagadnienia statyki płynów; ciśnienie hydrostatyczne, |

| | |
|---|---|
| | 4. Prawo naczyń połączonych w zagadnieniach statyki płynów. |
| | 5. Wydatek masowy/objętościowy; równanie ciągłości strugi; równanie Bernoulliego w obliczeniach dot. przepływu płynu doskonałego. |
| | 6. Straty energii podczas przepływu płynu rzeczywistego; równanie Bernoulliego podczas przepływu rzeczywistego przez przewody zamknięte. |
| | 7. Zastosowanie równania Bernoulliego w zagadnieniach podczas przepływu płynu rzeczywistego - wybrane zagadnienia. |
| laboratorium | 1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w Laboratorium mechaniki płynów. Zasady opracowywania danych eksperymentalnych. |
| | 2. Pomiar naprężeń stycznych w cieczy. |
| | 3. Równowaga względna cieczy. |
| | 4. Wizualizacja przepływu - krytyczna liczba Reynoldsa. |
| | 5. Wyznaczanie współczynnika strat liniowych w przewodzie zamkniętym. |
| | 6. Wyznaczanie współczynnika strat lokalnych przy przepływie wody w rurze. |
| | 7. Wyznaczanie charakterystyki maszyny przepływowej. |

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia *(zaznaczyć X)* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01 | | | X | | X | |
| W02 | | | X | | X | |
| W03 | | | X | | X | |
| W04 | | | X | | X | |
| W05 | | | X | | X | |
| U01 | | | X | | X | |
| U02 | | | X | | X | |
| U03 | | | X | | X | |
| U04 | | | X | | | |
| U05 | | | X | | X | |
| K01 | | | | | X | |
| K02 | | | | | X | |

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia | Warunki zaliczenia |
|---|---|---|
| wykład | **zaliczenie z oceną** | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć |
| ćwiczenia | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć, wykonanie sprawozdań z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych |

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lp. | Rodzaj aktywności | Obciążenie studenta | | | | | | | | | | Jednostka |
| | | studia stacjonarne | | | | | studia niestacjonarne | | | | | |
| 1. | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów | W | C | L | P | S | W | C | L | P | S | h |
| | | 15 | 15 | 15 | | | | | | | | |
| 2. | Inne (konsultacje, egzamin) | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | h |
| 3. | **Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego** | **51** | | | | | | | | | | h |
| 4. | **Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego** | **2,0** | | | | | | | | | | ECTS |
| 5. | **Liczba godzin samodzielnej pracy studenta** | **24** | | | | | | | | | | h |
| 6. | **Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy** | **1,0** | | | | | | | | | | ECTS |
| 7. | **Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym** | **50** | | | | | | | | | | h |
| 8. | **Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym** | **2,0** | | | | | | | | | | ECTS |
| 9. | **Sumaryczne obciążenie pracą studenta** | **75** | | | | | | | | | | h |
| 10. | **Punkty ECTS za moduł**<br>*1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta* | **3** | | | | | | | | | | ECTS |

## LITERATURA


1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 2001
2. R.Gryboś: Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1998
3. R.Puzyrewski, J.Sawicki: Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, Warszawa 1998
4. A.Tarnogrodzki: Wykłady i ćwiczenia z mechaniki cieczy i gazów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991
5. R.A. Duckworth: Mechanika płynów, WNT, Warszawa 1983
6. Y. Nakayama, R.F. Boucher: Introduction to Fluid Mechanics, ButterworthHeinemann 2002
7. Burka E.S., Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach, PWN, Warszawa 2002
8. Ratajczak R., Zwoliński W.: Zbiór zadań z hydromechaniki, PWN, Warszawa 1981
9. Gołębiewski C. i in.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1980
10. Orzechowski Z.: Ćwiczenia audytoryjne z mechaniki płynów, skrypty dla szkół wyższych, Politechnika Łódzka, Łódź 1993
11. Gryboś R., Pakuła G.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, skrypt ucz. Politechniki Śląskiej nr 1609, Gliwice 1991
12. Bartosik: Laboratorium mechaniki płynów, skrypt nr 368, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2001
13. M. Matlak, A. Szuster: Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002

14. H.Szewczyk: Mechanika płynów. Ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989