

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika płynów**

Nazwa w języku angielskim: **Fluid Mechanics**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Transport**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **TRM031020**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2	0.7			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu matematyki, obejmującą algebrę, analizę.
2. Uporządkowana wiedza z zakresu fizyki, mechaniki.
3. Uporządkowana wiedza z zakresu podstaw projektowania i wytwarzania środków transportu.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie podstawowych praw mechaniki w odniesieniu do przepływów cieczy i gazów.
- C2. Umiejętność wykorzystania podstawowych praw mechniki płynów w w budowie i projektowaniu środków transportu.
- C3. Umiejętność wykorzystania podstawowych praw mechniki płynów w eksploatacji środków transportu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Umieć definiować podstawowe prawa w mechanice płynów.

PEK_W02 - Objasniać zasady działania maszyn i zjawisk zachodzących w budowie i eksploatacji środków transportu.

PEK_W03 - Wskazywać na powiązania między podstawowymi prawami mechaniki płynów, a zasadami działań elementów wyposażenia środków transportu.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Analizować przebieg zjawisk związanych z przepływami w analizie eksploatacji środków transportu.

PEK_U02 - Uporządkowana wiedza w zakresie teorii ruchu i eksploatacji środków transportu.

PEK_U03 - Umie łączyć prawa mechaniki płynów z zagadnieniami projektowania i eksploatacji środków transportu.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Rozumie prawne aspekty i skutki działalności inżynierskiej.

PEK_K02 - Rozumie i ma świadomość pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera w transporcie.

PEK_K03 - Posiada świadomość niezbędności aktywności indywidualnych i zespołowych wykraczających poza działalnością inżynierską.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, właściwości cieczy i gazów, siły i naprężenia w płynach, podstawowe pojęcia teorii pola.	2
Wy2	Płyny newtonowskie i nienewtonowskie, metody analizy ruchu płynów, linie prądu, przepływy potencjalne i wirowe.	2
Wy3	Podstawowe równania mechaniki płynów, równanie ciągłości, równanie zachowania pędu dla cieczy doskonałych i rzeczywistych (równanie Eulera i Naviera-Stokesa).	2
Wy4	Równania hydrostatyki, naczynia połączone, napór cieczy na ściany.	1
Wy5	Pływalność i stateczność ciał pływających. Wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji środków transportu wodnego.	2
Wy6	Całki równania Eulera – równanie Bernoulliego, przykłady zastosowań: pomiary prędkości, wypływ cieczy przez otwory.	2
Wy7	Zasada pędu i momentu pędu, reakcja hydrodynamiczna, podstawy teorii maszyn przepływowych, propellerów i pędników okrętowych.	2
Wy8	Ciecze rzeczywiste, przepływ laminarny i turbulentny, równanie Bernoulliego dla cieczy rzeczywistych.	1
Wy9	Przepływy w korytach otwartych, prędkości krytyczne.	1
Wy10	Podobieństwo hydrodynamiczne przepływów, liczby podobieństwa, przykłady zastosowań.	2
Wy11	Przykłady rozwiązań równań N-S, przepływy w przewodach osiowo symetrycznych, straty liniowe, zasady ich obliczania, wpływ chropowatości.	2

Wy12	Przepływy w rurociągach, charakterystyki rurociągów, zjawiska niestacjonarne – uderzenia hydrauliczne.	2
Wy13	Teoria warstwy przyściennej, warstwa laminarna i turbulentna, zjawisko oderwania przepływu, analiza opływu środków transportu.	1
Wy14	Opływ ciał, opory opływu, klasyfikacja oporów w ruchu ciała na granicy dwu ośrodków, metody wyznaczania oporów ruchu.	2
Wy15	Płat nośny, charakterystyki hydrodynamiczne profili, metody obliczeń sił na płatach nośnych.	2
Wy16	Metody numeryczne w mechanice płynów, przykłady wykorzystania w analizie opływu.	2
		Suma: 28
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zadania ilustrujące zastosowanie równania Eulera i prawa Pascala.	2
Ćw2	Obliczanie sił naporu na ściany dowolnie zorientowane w przestrzeni.	2
Ćw3	Zastosowanie równania Bernoulliego i równania ciągłości do obliczania przepływu cieczy.	2
Ćw4	Obliczenia pływalności i stateczności ciał pływających.	2
Ćw5	Zastosowanie zasady zachowania pędu i momentu pędu do obliczania sił hydrodynamicznych.	2
Ćw6	Obliczanie strat ciśnienia w przewodach zamkniętych. Wyznaczanie charakterystyki rurociągu.	2
Ćw7	Obliczanie oporów ruchu i sił hydrodynamicznych na płatach nośnych.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. wykład problemowy
N3. ćwiczenia rachunkowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	kolokwium

$$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot FC$$

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	kolokwium
P = F1=FC		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Bukowski J., Kijkowski P.: Kurs mechaniki płynów, PWN, 1980.

Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R.: Mechanika płynów w inżynierii środowiska. PWN, Warszawa 1998.

Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H.: Mechanika płynów. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2001.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Burka S.E., Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach. PWN, Warszawa 1994.

Zieliński A.: Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2011.

Dudziak J. Teoria okrętu, Gdańsk, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Emilia Skupień email: emilia.skupien@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika płynów**

Name in English: **Fluid Mechanics**

Main field of study (if applicable): **Transport**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **TRM031020**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points	2	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2	0.7			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a structured knowledge of mathematics, including algebra and analysis.
2. Student has a structured knowledge of physics, mechanics.
3. Student has a structured knowledge of basis of machine design and production of means of transport.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding the basic laws of mechanics in relation to flows of liquids and gases.
- C2. Gaining ability to use basic laws of fluid mechanics in the construction and design of means of transport
- C3. Gaining ability to use basic laws of fluid mechanics in the means of transport operation.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student is able to define basic laws of fluid mechanics.

PEK_W02 - Student is able to explain the principles of means of transport operation and the phenomena utilized in their construction.

PEK_W03 - Student is able to Indicate the relationship between the fundamental laws of fluid mechanics and principles of operation of means of transport equipment.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student is able to analyse the process of the phenomena associated with the flows in the means of transport operation.

PEK_U02 - Structured knowledge of the theory of motion and operation of means of transport.

PEK_U03 - Student is able to combine law of fluid mechanics with the problems of means of transport design and operation.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Student understands the legal aspects and effects of engineering activities.

PEK_K02 - Student understands and is aware of the non-technical aspects and impacts of engineering activities in transport.

PEK_K03 - Student is aware of the necessity of individual and group activities that go beyond the engineering operation.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Properties of liquids and gases, forces and stresses in fluids, basic concepts of field theory.	2
Lec2	Newtonian and non-Newtonian fluids, fluid motion analysis method, streamlines, potential and rotational flow.	2
Lec3	The basic equations of fluid mechanics, the continuity equation, the conservation of momentum equation for the ideal and real fluids (Euler equation and Navier-Stokes equations).	2
Lec4	Hydrostatic equations, communicating vessels, the pressure forces of the liquid on the walls.	1
Lec5	Buoyancy and stability of floating bodies. Impact on the operational safety of waterway transport.	2
Lec6	Euler equation integrals - Bernoulli's equation, examples of applications: measurements of velocity, the flow of liquid through the holes.	2
Lec7	The equations of momentum and moment of momentum equation, hydrodynamic reaction, principles of turbo-machinery and propellers.	2
Lec8	Real fluids, laminar and turbulent flow, the Bernoulli's equation for real fluids.	1
Lec9	Flow in open channels, the critical speed.	1
Lec10	The flow similitude, the dimensionless numbers in fluid dynamics, examples of applications.	2

Lec11	Examples of solutions of N-S equations , flows in the axially-symmetric pipes , major losses and their calculation, the effect of roughness.	2
Lec12	Flow in pipes, pipelines characteristics, the unsteady phenomena - water hammer.	2
Lec13	The theory of the boundary layer, laminar and turbulent layer, the phenomenon of flow separation, flows around means of transport.	1
Lec14	Flow around bodies, drag forces. Classification of resistance of body motion between the two fluids. The methods of determining the motion resistance.	2
Lec15	Aerofoil, hydrodynamic characteristic of aerofoil and hydrofoil. Methods of calculation of forces on aerofoil.	2
Lec16	Numerical methods in fluid mechanics, examples of use in the analysis of external flows.	2
		Total hours: 28
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Exercises illustrating the application of the Euler equation and Pascal's law.	2
CI2	Calculation of pressure forces on the walls.	2
CI3	Application of the Bernoulli's equation and the continuity equation for calculating ideal fluid flow.	2
CI4	Calculation of the buoyancy and stability of floating bodies.	2
CI5	Application of the conservation of momentum equation and moment of momentum equation to calculate the hydrodynamic forces.	2
CI6	Calculation of the pressure loss in closed in pipelines. Determination of pipeline characteristics.	2
CI7	Calculation of the motion resistance and hydrodynamic forces on aerofoils and hydrofoils.	2
CI8	Final Test	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem lecture N3. calculation exercises	

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	test
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot FC$		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	test
$P = F1 = FC$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u> Bukowski J., Kijkowski P.: Kurs mechaniki płynów, PWN, 1980. Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R.: Mechanika płynów w inżynierii środowiska. PWN, Warszawa 1998. Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H.: Mechanika płynów. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2001.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u> Burka S.E., Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach. PWN, Warszawa 1994. Zieliński A.: Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2011. Dudziak J. Teoria okrętu, Gdańsk, 2007.</p>	

SUBJECT SUPERVISOR	
dr inż. Emilia Skupień email: emilia.skupien@pwr.edu.pl	