

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika płynów**

Nazwa w języku angielskim: **Fluid Mechanics**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031015 (MMM031315)**

Grupa kursów: **tak**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów	X				
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2	1.4			

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

### CELE PRZEDMIOTU

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

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Umieć definiować podstawowe prawa w mechanice płynów.

PEK\_W02 - Objaśniać zasady działania maszyn i zjawisk zachodzących w ich budowie i eksploatacji maszyn.

PEK\_W03 - Wskazywać na powiązania między podstawowymi prawami mechaniki płynów, a zasadami działań elementów wyposażenia maszyn.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Analizować przebieg zjawisk związanych z przepływami w eksploatacji maszyn.

PEK\_U02 - Uporządkowana wiedza w zakresie teorii budowy maszyn.

PEK\_U03 - Umie łączyć prawa mechaniki płynów z zagadnieniami projektowania i eksploatacji maszyn.

### 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 budowie maszyn.

PEK\_K03 - Posiada świadomość niezbędności aktywności indywidualnych i zespołowych wykraczających poza działalność 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.	2
Wy5	Pływalność i stateczność ciał pływających.	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, pomp i turbin wodnych.	2
Wy8	Ciecze rzeczywiste, przepływ laminarny i turbulentny, równanie Bernoulliego dla cieczy rzeczywistych.	1
Wy9	Podobieństwo hydrodynamiczne przepływów, liczby podobieństwa, przykłady zastosowań.	2
Wy10	Przykłady rozwiązań równań N-S, przepływy w przewodach osiowo-symetrycznych, straty liniowe, zasady ich obliczania, wpływ chropowatości.	2
Wy11	Hydrodynamiczna teoria smarowania w łożyskach. Przepływ przez szczeliny.	2
Wy12	Przepływy w rurociągach, charakterystyki rurociągów, zjawiska niestacjonarne – uderzenie hydrauliczne.	2
Wy13	Teoria warstwy przyściennej, warstwa laminarna i turbulentna, zjawisko oderwania warstwy przyściennej	1

Wy14	Opływ ciał, opory opływu. Płat nośny, charakterystyki hydrodynamiczne profili, metody obliczeń sił na płatach nośnych	2
Wy15	Metody numeryczne w mechanice płynów, przykłady wykorzystania w analizie przepływów.	2
Wy16	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie zadań z zakresy podstawowych własności płynów.	1
Ćw2	Zadania ilustrujące zastosowanie równania Eulera i prawa Pascala.	2
Ćw3	Obliczanie sił naporu na ściany płaskie oraz powierzchnie dowolne.	2
Ćw4	Zastosowanie równania Bernoulliego i równania ciągłości do obliczania przepływu cieczy.	2
Ćw5	Obliczenia pływalności i stateczności ciał pływających.	2
Ćw6	Zastosowanie zasady zachowania pędu i momentu pędu do obliczania sił hydrodynamicznych.	2
Ćw7	Obliczanie strat ciśnienia w przewodach zamkniętych. Wyznaczanie charakterystyki rurociągu.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	kolokwium
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot FC$		

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Ćwiczenia)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	kolokwium
P = F1=FC		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

Prosnak W.J.: Mechanika płynów. Tom I. PWN, Warszawa 1970. 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.

#### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Mechanika płynów** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Mechanika i Budowa Maszyn**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1MBM_W06	C1	Wy1-Wy15	N1
PEK_W02	K1MBM_W08	C2, C3	Wy5, Wy7, Wy12, Wy15	N1, N2
PEK_W03	K1MBM_W02	C2, C3	Wy1-Wy15	N1, N2
PEK_U01	K1MBM_U09	C2, C3	Cw1-Cw7	N3
PEK_U02	K1MBM_U06	C2, C3	Cw2, Cw6, Cw7	N3
PEK_U03	K1MBM_U05	C2, C3	Cw2, Cw4-Cw7	N3
PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	K1MBM_K08	C1-C3	Cw1-Cw7	N3

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Jan Kulczyk tel.: 71 320-25-70 email: Jan.Kulczyk@pwr.wroc.pl

Faculty of Mechanical Engineering

### SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika płynów**

Name in English: **Fluid Mechanics**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031015 (MMM031315)**

Group of courses: **yes**

	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	60			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
Group of courses	X				
Number of ECTS points	2	2			
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2	1.4			

### 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.

### 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 the machines
- C3. Gaining ability to use basic laws of fluid mechanics in the machinery operation

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

### **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 machines 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 machines equipment.

### **II. Relating to skills:**

PEK\_U01 - Student is able to analyse the process of the phenomena associated with the flows in the machines operation.

PEK\_U02 - Structured knowledge of machine design theory.

PEK\_U03 - Student is able to combine law of fluid mechanics with the problems of machine 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 machine design.

PEK\_K03 - Student is aware of the necessity of individual and group activities that go beyond the engineering operation.

## PROGRAMME 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.	2
Lec5	Buoyancy and stability of floating bodies.	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, pumps and turbines.	2
Lec8	Real fluids, laminar and turbulent flow, the Bernoulli's equation for real fluids.	1
Lec9	The flow similitude, the dimensionless numbers in fluid Dynamics, examples of applications.	2
Lec10	Examples of solutions of N-S equations, flows in the axially-symmetric pipes, major losses and their calculation, the effect of roughness.	2
Lec11	Hydrodynamic theory of lubrication in bearings, flows through the narrow gaps.	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.	1
Lec14	Flow around bodies, drag forces, aerofoil theory, the hydrodynamic characteristics of profiles. Methods of calculation of forces on aerofoil.	2
Lec15	Numerical methods in fluid mechanics, examples of use in the analysis of flows.	2
Lec16	Final Test	2
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	The solution of the basic fluid properties problems.	1
CI2	Exercises illustrating the application of the Euler equation and Pascal's law.	2
CI3	Calculation of pressure forces on the walls.	2
CI4	Application of the Bernoulli's equation and the continuity equation for calculating ideal fluid flow.	2
CI5	Calculation of buoyancy and stability of floating bodies.	2
CI6	Application of the conservation of momentum equation and moment of momentum equation to calculate the hydrodynamic forces.	2
CI7	Calculation of the pressure loss in closed in pipelines. Determination of pipeline characteristics.	2
CI8	Final Test	2
		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 EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Test
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot FC$		

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Classes)



Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Test
P = F1=FC		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Prosnak W.J.: Mechanika płynów. Tom I. PWN, Warszawa 1970. 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.

### SECONDARY LITERATURE

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.

## MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT **Fluid Mechanics** AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **Mechanical Engineering and Machine Building**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives	Programme content	Teaching tool number
PEK_W01	K1MBM_W06	C1	Lec1-Lec15	N1
PEK_W02	K1MBM_W08	C2, C3	Lec5, Lec5, Lec12, Lec15	N1, N2
PEK_W03	K1MBM_W02	C2, C3	Lec1-Lec1	N1, N2
PEK_U01	K1MBM_U09	C2, C3	CI1-CI7	N3
PEK_U02	K1MBM_U06	C2, C3	CI2, CI6, CI7	N3
PEK_U03	K1MBM_U05	C2, C3	CI2, CI4-CI7	N3
PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	K1MBM_K08	C1-C3	CI1-CI7	N3

## SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Jan Kulczyk tel.: 71 320-25-70 email: Jan.Kulczyk@pwr.wroc.pl

