

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
KATEDRA MECHANIKI I BUDOWY MASZYN
(Nazwa kierunku studiów)
Studia I Stopnia

Przedmiot:	Mechanika Płynów	Fluid Mechanics
Rok: II		Semestr: IV
Rodzaje zajęć i liczba godzin:	Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
Wykład	15	
Ćwiczenia	15	
Laboratorium	15	
Projekt		
Liczba punktów ECTS:	3	

Cel przedmiotu	
C1	Znać podstawowe prawa-zasady w mechanice płynów, znaczenie pojęć i wielkości oraz ich jednostki i miary.
C2	Znajomość i rozumienie procesów przepływowych w różnych wytworach techniki.
C3	Znać fundamentalne przykłady zastosowań równań i zależności w odniesieniu do zachowań płynów w statycznym, kinematycznym i dynamicznym ujęciu.
C4	Umieć całkować wybrane typy równań różniczkowych określających zachowania płynów.
C5	Umieć interpretować podstawowe zadania zależności w mechanice płynów, wskazać możliwość ich użycia w praktyce inżynierskiej.
C6	Rozbudzenie u studentów zainteresowania mechaniką płynów jako bazą dla innych nauk przyrodniczych.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Matematyka – rachunek wektorowy, pojęcie pochodnej i różniczki funkcji jednej i wielu zmiennych, elementy rachunku operatorowego (gradient, dywergencja, rotacja), całki pól wektorowych (całka krzywoliniowa i powierzchniowa oraz zachodzące między nimi związki) równania różniczkowe zwyczajne liniowe rzędu I i II.
2	Fizyka: ogólna znajomość i zrozumienie zasad zachowania masy, pędu, momentu pędu i energii oraz podstaw termodynamiki.

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EKW1	Zna podstawy statyki, kinematyki i dynamiki mechaniki płynów.
EKW2	Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania zasad zachowania dla płynu, równań opisujących jego ruch i ich całek pierwszych, a także sposobów określania reakcji aero/hydrodynamicznych.
EKW3	Ma podstawową wiedzę na temat modelu ruchu płynu newtonowskiego oraz inżynierskich metod wyznaczania ruchu laminarnego i turbulentnego cieczy lepkiej w rurociągach, zna pojęcie podobieństwa dynamicznego przepływów i znaczenie fizyczne podstawowych liczb podobieństwa.
EKW4	Ma elementarną wiedzę w zakresie podstaw dynamiki gazów
	W zakresie umiejętności:
EKU1	Potrafi rozwiązać proste zagadnienia inżynierskie z zakresu statyki cieczy.
EKU2	Potrafi posłużyć się aparatem algebry i analizy wektorowej do wyznaczenia charakterystyk ruchu płynu.

EKU3	Potrafi rozwiązać zagadnienia wyznaczania ruchu cieczy idealnej lub rzeczywistej w prostych rurociągach posługując się podstawowym równaniem Bernoulliego	
EKU4	Posługując się całkową postacią zasady zachowania pędu potrafi rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych.	
EKU5	Potrafi dokonać prostej analizy warunków podobieństwa dynamicznego, a także wykorzystać metody analizy wymiarowej do przewidywania formalnej postaci praw fizycznych.	
W zakresie kompetencji społecznych:		
EKS1	Ocenić społeczne i środowiskowe problemy wynikające z procesów przepływowych w rurach kołowych, przepływów turbulentnych w rurach kołowych.	
EKS2	Wie o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	
Treści programowe przedmiotu		
Forma zajęć - wykłady		
	Treści programowe	Liczba godzin
W1	WIADOMOŚCI WSTĘPNE - Podstawowe definicje i właściwości płynów: lepkość, ściśliwość, gęstość, rozszerzalność. Siły w płynach. Podstawowe modele płynów.	2
W2	Elementy statyki płynów - Tensor naprężenia. Równanie i warunki równowagi. Równanie Eulera dla płynu idealnego. Parcie płynu na ścianki. Prawo Pascala, prawo Archimedesesa.	2
W3	Elementy kinematyki płynów - Tor elementu płynu, linia prądu, linia wirowa. Natężenie przepływu(wydatek). Pochodna substancjalna. Tensor prędkości deformacji. Potencjał prędkości.	2
W4	Podstawowe równania przepływu i równania równowagi - Równanie ciągłości(równanie zachowania masy), Płyn nielepki, przepływy potencjalne, wirowość. Równanie ruchu płynu nielepkiego(Eulera). Równowaga płynu.	2
W5	Równanie Bernoulliego. - Całkowanie równań Eulera. Równanie Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego (rurki spiętrzeniowe, rurka Pitota, rurka Prandtla, zwężka Venturi). Wypływ cieczy ze zbiornika, zjawisko kontrakcji.	2
W6	Równanie pędu dla przepływu rzeczywistego (równ. Naviera-Stokesa). - Lepkość płynu. Równanie ruchu płynu lepkiego(równanie Naviera-Stokesa). Podobieństwo przepływów. Liczby kryterialne Strouhala, Froude'a, Eulera, Macha i Reynolds'a.	2
W7	Przepływ laminarny i turbulentny - Przepływ laminarny. Przepływ turbulentny. Warstwa przyścienna. Obliczanie strat przepływu.	2
W8	Elementy hydrauliki - Przepływy laminarne w rurach kołowych, przepływy turbulentne w rurach kołowych. Straty hydrauliczne.	1
	Suma godzin:	15
Forma zajęć – ćwiczenia		
	Treści programowe	Liczba godzin

ĆW1	Makroskopowe właściwości płynów: gęstość, lepkość dynamiczna i kinematyczna, ściśliwość płynu, rozszerzalność cieplna.	2
ĆW2	Natężenie przepływu(wydatek). Parcie hydrostatyczne na powierzchni płaskie i zakrzywione.	2
ĆW3	Wypór hydrostatyczny, pływanie ciał(zastosowanie prawa Archimedesesa).	2
ĆW4	Równowaga cieczy. Powierzchnie ekwipotencjalne i izobaryczne. Rozkład ciśnienia(zastosowanie równania Eulera).	2
ĆW5	Zastosowania równania Bernoulliego dla cieczy idealnej(prędkość i czas wypływu).	2
ĆW6	Przepływ w poziomej nieograniczonej rurze(przepływ Poisselea).	2
ĆW7	Jednoparametrowe, ustalone przepływy gazu(parametry krytyczne).	2
ĆW8	Zaliczenie ćwiczeń.	1
	Suma godzin:	15

Forma zajęć – laboratorium		
	Treści programowe	Liczba godzin
L1	Sprawy organizacyjne oraz omówienie spraw BHP dotyczących wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych. Pokaz możliwości i wykorzystania tunelu aerodynamicznego EWT(Educational Wind Tunnel)	2
L2	Ciśnienie w strumieniu powietrza. Siła ciągu i ciągu wstecznego zależne od kąta natarcia oraz wielkości płytki. Rozkład ciśnienia.	2
L3	Siła nośna i opór aerodynamiczny (opór przepływu). Opór ciśnienia. Opór tarcia. Współczynnik oporu. Przepływ turbulentny. Przepływ laminarny. Liczba Reynoldsa. Ciśnienie dynamiczne. Równanie Bernoulliego.	2
L4	Powierzchnia cieczy wirujących. Prędkość kątowna. Siła odśrodkowa (bezwładności). Ruch obrotowy. Paraboloida obrotowa. Równowaga. Powierzchnia ekwipotencjalna i izobaryczna.	2
L5	Zjawiska falowe w falownicy fal wodnych. Wytwarzanie fal na powierzchni (wody), rozchodzenie się fal na powierzchni (wody), odbicia fali, załamanie (refrakcja) fali.	2
L6	Prędkość dźwięku w powietrzu. Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu, dla różnych odległości między źródłem dźwięku i mikrofonem.	2
L7	Zasada działania rakiet. Siła odrzutu. Pojemność cieplna różnych metali (wyznaczanie pojemności cieplnej kalorymetru, żelaza, mosiądzu i aluminium).	3
	Suma godzin:	15

Metody i środki dydaktyczne	
1	Wykład , ćwiczenia rachunkowe oraz ćwiczenia laboratoryjne.
2	Zestawy demonstracyjne(komputer, rzutnik multimedialny).
3	Zestawy laboratoryjne do wykonywania ćwiczeń.
4	Sporadycznie inne metody(pogadanka, opis).

Sposoby oceniania	
Ocenianie kształtujące	
F1	Podczas oceniania (kolokwium, rozmowa, pytania) będą uwzględniane czynniki natury oddziaływania wychowawczego np. zachęcanie do systematycznej pracy, umiejętność samooceny, oceny koleżeńskiej.
F2	Odpowiedzialność, współpraca w grupie
F3	Podczas oceniania (kolokwium, rozmowa, pytania) będą uwzględniane czynniki natury oddziaływania wychowawczego np. zachęcanie do systematycznej pracy, umiejętność samooceny, oceny koleżeńskiej
F4	Stosowanie efektywnej informacji zwrotnej(wyszczególnienie i docenienie dobrych elementów pracy studenta, odnotowanie tego, co wymaga poprawienia lub dodatkowej pracy ze strony studenta, wskazówki, w jaki sposób student powinien poprawić tę konkretną pracę oraz wskazówki, w jakim kierunku powinien pracować dalej.
F5	Inne zależne od sytuacji.
Ocenianie podsumowujące	
P1	Omawianie wyników kolokwium (najczęściej popełniane błędy, jak unikać takich błędów)
P2	Analizowanie, weryfikowanie i interpretacja wyników obliczeń. Omawianie wykonania ćwiczenia laboratoryjnego oraz sprawozdania z wykonanego ćwiczenia(błędy, niedociągnięcia).
P3	Pokazanie podczas oceniania, co zostało opanowane oraz jakie są luki i jak je usunąć.
P4	Inne zależne od sytuacji.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na realizowanie aktywności
(Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze)	45
(Godziny kontaktowe z wykładowcą realizowane w formie np. konsultacji – łączna liczba godzin w semestrze)	3
(Przygotowanie się do ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych– łączna liczba godzin w semestrze)	30
Suma	78
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Chlebny B., Sobieraj W., Wrzesień St.: Mechanika płynów, WAT, Warszawa 2003

2	Bukowski J., Kijowski P. : Kurs mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1980
3	Gołębiewski C., Łuczywek E., Walicki E.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1980
4	Mechanika płynów / Ryszard GRYBOS Politechnika Śląska. - Wyd.7. - Gliwice : PŚL., 1991
5	Prosnak W. J.: Równania klasycznej mechaniki płynów, PWN, Warszawa, 2006 .
6	Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych, PWSZ Chełm

Macierz efektów kształcenia						
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody i środki dydaktyczne	Sposoby oceniania	
EKW1	<i>MBMIP_W01</i> +++ <i>MBMIP_W02</i> + <i>MBMIP_W11</i> +++	(C1,C6)	(W1 –W8, ĆW 1- ĆW5,L1-L7)	(1,2)	(F1,F2,F4,P1,P2)	
EKW2	<i>MBMIP_W01</i> +++ <i>MBMIP_W02</i> + <i>MBMIP_W11</i> +++	(C1-C6)	(W1-W7, ĆW1- ĆW5,L1-L7)	(1,2,3)	(F1-F5, P1-P4)	
EKW3	<i>MBMIP_W01</i> +++ <i>MBMIP_W02</i> + <i>MBMIP_W11</i> +++	(C1-C6)	(W6-W7,ĆW6,ĆW7,L1,L6)	(1,2,3)	(F1-F5, P1-P4)	
EKW4	<i>MBMIP_W01</i> +++ <i>MBMIP_W10</i> + <i>MBMIP_W04</i> +	(C3-,C6)	(W6-W8,ĆW4,L1, L6)	(2, 3)	(F4,F5,P3,P4)	
EKU1	<i>MBMIP_U01</i> +++ <i>MBMIP_U06</i> +	(C1)	(W1 –W2, ĆW 1- ĆW4,L5)	(1,2,3)	(F1,F2,F4,P1,P2)	
EKU2	<i>MBMIP_U01</i> +++ <i>MBMIP_U06</i> ++	(C2,C4)	(W3-W5,ĆW5, ĆW6,L4,L5)	(1, 2)	(F3-,F5,P1,P2)	
EKU3	<i>MBMIP_U01</i> +++ <i>MBMIP_U06</i> ++ <i>MBMIP_U04</i> +	(C3-,C6)	(W7,W8, ĆW6, ĆW7)	(1, 2)	(F3-,F5,P1,P2)	
EKU4	<i>MBMIP_U01</i> ++ <i>MBMIP_U06</i> ++ <i>MBMIP_U04</i> +	(C3-,C6)	(W6, W8,L1)	(1, 2)	(F3-,F5,P1,P2)	
EKU5	<i>MBMIP_U01</i> ++ <i>MBMIP_U06</i> + <i>MBMIP_U04</i> +	(C4-C6)	(W6,L1,L3)	(1, 2)	(F4,F5,P4)	
EKS1	<i>MBMIP_K01</i> + <i>MBMIP_K03</i> ++	(C5, C6)	(W6-W8,ĆW6, ĆW7,L1,L4, L5)	(1,2,3,4)	(F4,F5)	
EKS2	<i>MBMIP_K01</i> + <i>MBMIP_K03</i> ++	(C5, C6)	(W1-W8,ĆW1- ĆW7,L1-L7)	(1,2,3,4)	(F4,F5)	

Formy oceny - szczegóły						
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 3+ (dst+)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 4+ (db+)	Na ocenę 5 (bdb)
EKW 1	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub niezaliczone. ćwiczenia lab. lub nieznajomość podstawowych praw w mechanice płynów.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz znajomość podstawowych praw w mechanice płynów na3.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz znajomość podstawowych praw w mechanice płynów na3+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz znajomość podstawowych praw w mechanice płynów na 4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz znajomość podstawowych praw w mechanice płynów na 4+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz znajomość podstawowych praw w mechanice płynów na 5.
EKW 2	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub lub niema podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz znajomość podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu na 3.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz znajomość podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu na 3+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz znajomość podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu na 4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz znajomość podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu na 4+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz znajomość podstawowej wiedzy o równaniach opisujących ruch płynu na 5.
EKW 3	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub Niezaliczone ćwiczenia lub niema podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz znajomość podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego na3.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz znajomość podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego na3+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz znajomość podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego na 4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz znajomość podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego na 4+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz znajomość podstawowej wiedzy modelach płynu newtonowskiego na 5.
EKW 4	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub Niezaliczone . ćwiczenia lub niema podstawowej wiedzy z podstaw dynamiki gazów.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz ma podstawową wiedzy z podstaw dynamiki gazów na3.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz Zaliczone ćwiczenia na 3+ i ma podstawową wiedzy z podstaw dynamiki gazów na3+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz Zaliczone ćwiczenia na 4 i ma podstawową wiedzy z podstaw dynamiki gazów na 4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz Zaliczone ćwiczenia na co najmniej 4+ i ma podstawową wiedzy z podstaw dynamiki gazów na 4+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz ma podstawową wiedzy z podstaw dynamiki gazów na 5.
EKU1	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub Niezaliczone . ćwiczenia lub nie potrafi rozwiązać	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz potrafi rozwiązać proste zagadnienia	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz Zaliczone ćwiczenia na3+ i potrafi rozwiązać	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz Zaliczone ćwiczenia na4 i potrafi rozwiązać zagadnienia	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz Zaliczone ćwiczenia na co najmniej 4+ i potrafi rozwiązać	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz potrafi rozwiązać zagadnienia z mechaniki płynów na5.

	prostych zagadnień z mechaniki płynów.	z mechaniki płynówna3.	proste zagadnienia z mechaniki płynówna3+.	z mechaniki płynówna4.	zagadnienia z mechaniki płynówna4+.	
EKU2	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub nie potrafi wyznaczyć podstawowych charakterystyk płynu.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz potrafi wyznaczyć podstawowe charakterystyki płynu na3.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz Zaliczone ćwiczenia na3+i potrafi wyznaczyć podstawowe charakterystyki płynu na3+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz Zaliczone ćwiczenia na4 i potrafi wyznaczyć podstawowe charakterystyki płynu na4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz Zaliczone ćwiczenia na co najmniej 4+ potrafi wyznaczyć podstawowe charakterystyki płynu na 4+.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz potrafi wyznaczyć podstawowe charakterystyki płynu na5
EKU3	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub nie potrafi rozwiązać prostego zadania dla cieczy idealnej.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz potrafi rozwiązać proste zadania dla cieczy idealnej.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz Zaliczone ćwiczenia na 3+ i potrafi rozwiązać proste zadania dla cieczy idealnej.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz Zaliczone ćwiczenia na 4 i potrafi rozwiązać zadania dla cieczy idealnej na 4.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz Zaliczone ćwiczenia na co najmniej 4+i potrafi rozwiązać zadania dla cieczy idealnej na 4+.	Z Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz +i potrafi rozwiązać zadania dla cieczy idealnej na 5.
EKU4	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub nie potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego w prostych przykładach.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego w prostych przykładach.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego w trudniejszych przykładach.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego w zagadnieniach złożonych..	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego w zagadnieniach złożonych.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz potrafi wykorzystać prawa Bernoulliego do obliczeń czasu wpływu cieczy, ciśnienia dynamicznego
EKU5	Niezaliczone ćwiczenia rach. lub nie potrafi dokonać prostej analizy podobieństw a dynamicznego przepływu.	Zaliczone ćw. rach. i zal. ćw. lab. na3 oraz potrafi dokonać prostej analizy podobieństw a dynamicznego przepływu.	Średnia z ćw. rach. i lab.-3+ oraz potrafi dokonać głębszej analizy podobieństw a dynamicznego przepływu.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4 oraz potrafi wykorzystać liczby kryterialne (Macha i Reynolds'a) w zagadnieniach przepływowych.	Średnia z ćw. rach. i lab.-4+ oraz potrafi wykorzystać liczby kryterialne (Macha i Reynolds'a) w zagadnieniach przepływowych.	Średnia z ćw. rach. i lab.-5 oraz potrafi bardzo dobrze wykorzystać liczby kryterialne (Macha i Reynolds'a) w zagadnieniach przepływowych.
EKS1	Nie przygotowuj e się do	Przygotowuj e się do zajęć w stopniu	Przygotowuj e się do zajęć w stopniu	Dobrze przygotowuj e się do	Dobrze przygotowuj e się do	Bardzo dobrze przygotowuj

	zajęć.	minimalnym, stara się dostrzec problemy techniczne w przepływach płynów.	zadowalającym, stara się dostrzec problemy techniczne w przepływach płynów.	zajęć. Dostrzega możliwość zastosowania zdobytej wiedzy w technice.	zajęć. Zauważa możliwość zastosowania zdobytej wiedzy w technice.	e się do zajęć. Zauważa możliwość zastosowania zdobytej wiedzy w technice.
EKS 2	Nie ma wiedzy o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	Ma minimalną wiedzę o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	Ma dostateczną wiedzę o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	Ma dość dobrą wiedzę o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	Ma dobrą wiedzę o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.	Ma bardzo dobrą wiedzę o zastosowaniu mechaniki płynów w technice.

Autor programu:	Jerzy Biały
Adres e-mail:	jebi@poczta.fm
Jednostka organizacyjna:	Instytut Nauk Technicznych PWSZ Chełm

