

I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **MECHANIKA PŁYNÓW**
2. Kod przedmiotu: **Kh**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksplotacja Mechanicznych Urządzeń Przemysłowych**
6. Moduł: **treści podstawowych**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **IV**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr hab. inż. Marek Sperski**

CEL PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi pojęciami mechaniki płynów, modelami obliczeniowymi oraz rodzajami sił kształtujących przepływy
C2	Zapoznanie studentów ze sposobami formułowania różniczkowych równań równowagi płynu oraz wyrobienie umiejętności rozwiązywania tych równań.
C3	Zapoznanie słuchaczy z pojęciem naporu hydrostatycznego oraz sposobami obliczania sił naporu na ściany płaskie i zakrzywione
C4	Zapoznanie studentów z pojęciami pływalności i stateczności pływania oraz sposobami obliczania wysokości metacentrycznych.
C5	Zapoznanie słuchaczy ze sposobami formułowania różniczkowych równań ruchu płynu nielepkiego oraz metodami całkowania tych równań
C6	Zapoznanie słuchaczy z pojęciem potencjału prędkości przepływu oraz metodami badań przepływów potencjalnych
C7	Zapoznanie słuchaczy ze sposobami formułowania i rozwiązywania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich.
C8	Wyrobienie umiejętności obliczania strat ciśnienia podczas przepływów w rurociągach oraz oporów ruchu konstrukcji przemieszczających się w płynach lepkich.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1	Znajomość podstawowych twierdzeń mechaniki klasycznej.
2	Znajomość matematyki z algebrą wektorów i podstawami teorii pola.
3	Umiejętność posługiwania się rysunkiem technicznym.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1	Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, właściwości ośrodków nazywanych płynami, rodzaje sił działających na elementy płynu oraz modele matematyczne i fizyczne służące do opisu przepływów.
EK2	Student potrafi formułować różniczkowe równania równowagi płynu, rozwiązać je oraz sporządzać wykresy rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskich w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.
EK3	Student potrafi obliczać wartości, miejsca przyłożenia i kierunki sił naporu hydrostatycznego na płaskie i zakrzywione ściany konstrukcji inżynierskich oraz wstępnie ocenić skutki oddziaływania tych sił.
EK4	Student potrafi obliczać głębokości zanurzenia podwodnych elementów konstrukcji pływającej na powierzchni cieczy, obliczać wysokości metacentryczne oraz oceniać na ich podstawie zdolność powracania wychylonej konstrukcji do położenia równowagi.
EK5	Student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, całkować je wzdłuż linii prądu, posługiwać się równaniem Bernoulliego w opisach przepływów, obliczać czas opróżniania i zalewania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne.
EK6	Student zna podstawowe metody badań przepływów bezwirowych, potrafi obliczyć rozkład linii prądu podczas opływu ciał o nieskomplikowanych kształtach, rozkład ciśnień na powierzchni tych ciał oraz współczynniki mas wody towarzyszącej w prostych przypadkach ruchu ciał w płynie nielepkim.

EK7	Student zna sposoby formułowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, ogólną postać równań Naviera-Stokes'a oraz rezultaty całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.
EK8	Student potrafi obliczyć straty ciśnienia w przepływach cieczy lepkich w rurociągach oraz siły oporów ruchu konstrukcji inżynierskich przemieszczających się w płynach lepkich ze szczególnym uwzględnieniem oporów ruchu okrętu.
EK9	Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.
EK10	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
EK11	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.

TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
W1	Pojęcia podstawowe mechaniki płynów. Definicje, właściwości, modele obliczeniowe, siły działające na płyn, stany naprężeń, podział płynów.	2
W2	Zastosowanie teorii pola skalarnego i pola wektorowego do opisu przepływów.	1
W3	Równowaga bezwzględna i równowaga względna płynu w potencjalnym polu sił masowych. Różniczkowe równania równowagi płynu oraz całkowanie tych równań.	1
W4	Napór hydrostatyczny płynu na ściany płaskie i zakrzywione. Metody wyznaczania składowych oraz miejsc przyłożenia sił naporu.	1
W5	Prawo Archimedes'a. Pływanie ciał. Równowaga i stateczność pływania	1
W6	Postawowe pojęcia kinematyki płynów: pole prędkości przepływu, linia prądu, tor elementu płynu, rurka i włókno prądu, objętościowe i masowe natężenie przepływu.	2
W7	Różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego. Warunki brzegowe i początkowe. Równanie ciągłości przepływu. Całkowanie równań ruchu wzdłuż linii prądu (równania Bernoulliego i Eulera). Metody pomiarów ciśnień, prędkości i natężenia przepływów.	2
W8	Przepływy potencjalne. Potencjał prędkości przepływu i funkcja prądu. Rozkład ciśnień na powierzchniach opływanych ciał. Równania ruchu ciała sztywnego w przepływie potencjalnym. Współczynniki mas wody towarzyszącej.	2
W9	Ogólne równania różniczkowe ruchu płynu lepkiego.	2
W10	Model płynu Newtona. Równania Naviera-Stokes'a; całki tych równań dla przepływu w rurach i w warstwie przyściennej. Dynamiczne podobieństwo przepływów.	2
W11	Siły działające na ciała sztywne przemieszczające się w płynach lepkich. Metody obliczania oporu okrętu na podstawie badań modelowych.	2
Razem		18
ĆWICZENIA		
Ć1	Obliczanie rozkładu ciśnień na ściany konstrukcji inżynierskich stykających się z cieczą w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.	2
Ć2	Obliczanie sił naporu hydrostatycznego na ściany płaskie.	1
Ć3	Obliczanie sił naporu hydrostatycznego na ściany zakrzywione.	1
Ć4	Obliczanie głębokości zanurzenia elementów konstrukcji pływających	1
Ć5	Obliczanie wysokości metacentrycznych konstrukcji pływających.	1
Ć6	Obliczanie prędkości i ciśnień w przepływach oraz czasu napełniania i opróżniania zbiorników.	2
Ć7	Obliczanie reakcji hydrodynamicznych na ściany rurociągów i kanałów otwartych .	2
Ć8	Obliczanie rozkładów ciśnień na powierzchniach opływanych ciał oraz współczynników mas wody towarzyszącej w nieskomplikowanych przypadkach ruchu.	2
Ć9	Obliczanie strat ciśnienia podczas przepływów płynów lepkich w rurociągach.	2

Ć10	Obliczanie oporów ruchu ciał sztywnych przemieszczających się w płynach lepkich.	2
Ć11	Obliczanie oporów ruchu okrętu na podstawie wyników badań modelowych.	2
	Razem	18

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Tablica i kolorowe pisaki
3	Pomoce naukowe

SPOSOBY OCENY

FORMUJĄCA

F1	Odpowiedź ustna	EK1, EK5, EK7
F2	Wykonanie zadań obliczeniowych	EK3-EK5, EK8

PODSUMOWUJĄCA

P1	Kolokwium nr 1	EK1-EK4
P2	Kolokwium nr 2	EK5-EK8
P3	Egzamin pisemny i ustny	EK1-EK8

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności		
	semestr	IV	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem		36	36
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń		18	18
Samodzielne opracowanie zagadnień		21	21
SUMA GODZIN W SEMESTRZE		75	75
PUNKTY ECTS W SEMESTRZE		3	3

LITERATURA

PODSTAWOWA

1	W. Prosnak: Równania klasycznej mechaniki płynów. PWN, Warszawa 2006
2	K. Jeżowiecka-Kabsch, H. Szewczyk: Mechanika płynów. Politechnika Poznańska 2001 (w internecie)
3	B. Chlebny, W. Sobieraj: Mechanika płynów. WAT, Warszawa 2001
4	E. Kruszczyński, J. Świtek: Hydromechanika. AMW, Gdynia 1984

PROWADZĄCY PRZEDMIOT

1	dr hab. inż. Marek Sperski, m.sperski@amw.gdynia.pl
----------	---

Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, właściwości ośrodków nazywanych płynami, rodzaje sił działających na elementy płynu oraz modele matematyczne i fizyczne służące do opisu przepływów.</i>			
	Student wymienia podstawowe pojęcia mechaniki płynów lecz nie potrafi ich poprawnie zdefiniować. .	Student potrafi zdefiniować pojęcia elementu płynu, gęstości, ściśliwości, lepkości, ciśnienia, stanu naprężeń, pola skalarnego i wektorowego oraz zapisać podstawowe wielkości teorii pola w kartezjańskim układzie odniesienia.	Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, potrafi je objaśnić popierając rysunkami i przykładami, oraz zapisać twierdzenia całkowite teorii pola w postaci wektorowej	Student definiuje i objaśnia podstawowe pojęcia mechaniki płynów, potrafi uzasadnić potrzebę zastosowań teorii pola do opisu przepływów oraz wydedukować z definicji zapisy podstawowych wielkości teorii pola we współrzędnych kartezjańskich.
EK2	<i>Student potrafi formułować różniczkowe równania równowagi płynu, rozwiązać je oraz sporządzać wykresy rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskich w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.</i>			
	Student potrafi zapisać wyuczone na pamięć różniczkowe równania równowagi płynu bez objaśnienia oznaczeń występujących w tych równaniach i bez wskazania sposobu całkowania tych równań. Nie rozóżnia równowagi względnej od bezwzględnej.	Student potrafi zapisać różniczkowe równania równowagi płynu w kartezjańskim układzie współrzędnych, wskazać sposoby całkowania tych równań oraz znać rozwiązanie w jednorodnym polu sił masowych. Potrafi też sporządzić wykres rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskiej w stanie równowagi względnej i bezwzględnej	Student potrafi formułować i rozwiązywać różniczkowe równania równowagi płynu w stanie równowagi bezwzględnej i względnej w jednorodnym polu siły ciężkości oraz sporządzać wykresy ciśnień hydrostatycznych ściany konstrukcji o bardziej skomplikowanych kształtach.	Student potrafi sformułować, objaśnić i rozwiązać różniczkowe równania równowagi płynu ściśliwego i nieściśliwego w dowolnym polu sił masowych oraz sporządzać wykresy ciśnień hydrostatycznych w stanie równowagi względnej i bezwzględnej na ściany konstrukcji o dowolnych kształtach.
EK3	<i>Student potrafi obliczać wartości, miejsca przyłożenia i kierunki sił naporu hydrostatycznego na płaskie i zakrzywione ściany konstrukcji inżynierskich oraz wstępnie ocenić skutki oddziaływania tych sił.</i>			
	Student potrafi zdefiniować pojęcie naporu hydrostatycznego oraz środka naporu, nie potrafi jednak obliczyć wartości i kierunku oraz współrzędnych punktu przyłożenia tej siły.	Student zna definicje siły naporu hydrostatycznego, potrafi obliczyć wartości oraz współrzędne przyłożenia składowych tej siły, działających na płaskie i zakrzywione ściany typowych konstrukcji inżynierskich.	Student zna pojęcia naporu hydrostatycznego na ściany płaskie i zakrzywione, potrafi sformułować równania matematyczne umożliwiające obliczenie składowych siły naporu i środka naporu oraz wykazuje umiejętność posługiwania się tymi równaniami.	Student potrafi sformułować i objaśnić równania matematyczne umożliwiające obliczenie siły naporu hydrostatycznego i współrzędnych środka naporu, wykazuje biegłą umiejętność posługiwania się tymi równaniami oraz potrafi wstępnie ocenić skutki oddziaływania sił naporu na konstrukcje inżynierskie.

EK4	<i>Student potrafi obliczać głębokości zanurzenia podwodnych elementów konstrukcji pły-wającej na powierzchni cieczy, obliczać wysokości metacentryczne oraz oceniać na ich podstawie zdolność powracania wychylonej konstrukcji do położenia równowagi.</i>			
	Student definiuje pojęcia siły wyporu, środka wyporu, pływerności konstrukcji i stateczności pływania, nie potrafi jednak zapisać miar tych pojęć w formie matematycznych równań, ani też posługiwać się tymi równaniami	Student zna podstawowe pojęcia pływerności i stateczności pływania, potrafi zapisać ich miary w formie matematycznych równań, obliczyć głębokości zanurzenia dowolnie wybranych elementów konstrukcji pływającej oraz obliczać początkowe wysokości metacentryczne.	Student potrafi sformułować i objaśnić matematyczne równania umożliwiające obliczenie podstawowych miar pływerności i stateczności pływania oraz wykazuje umiejętność praktycznego posługiwania się tymi równaniami.	Student definiuje i objaśnia podstawowe pojęcia oraz miary pływerności i stateczności pływania potrafi sformułować równania matematyczne umożliwiające obliczenie tych miar oraz obliczać je w przypadkach złożonych konstrukcji inżynierskich.
EK5	<i>Student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, całkować je wzdłuż linii prądu, posługiwać się równaniem Bernoulliego w opisach przepływów, obliczać czas opróżniania i zalewania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne.</i>			
	Student zna różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego oraz ich podstawowe całki, ale nie potrafi się nimi posługiwać w obliczeniach praktycznych	Student zna równania Bernoulliego i Eulera, równanie pochodnej pędu dla przepływów w rurociągach i kanałach otwartych, potrafi posługiwać się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych	Student potrafi sformułować i objaśnić równania Bernoulliego i Eulera, równanie pochodnej pędu płynu nielepkiego, obliczać ciśnienia i prędkości w przepływach, czas napełniania i opróżniania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne.	Student potrafi sformułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, wyznaczyć ich najprostsze całki, wyprowadzić równanie pochodnej pędu dla przepływu w rurociągach i kanałach otwartych oraz wykazuje biegłą umiejętność posługiwania się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych.
EK6	<i>Student zna podstawowe metody badań przepływów bezwirowych, potrafi obliczyć rozkład linii prądu podczas opływu ciał o nieskomplikowanych kształtach, rozkład ciśnień na powierzchni tych ciał oraz współczynniki mas wody towarzyszącej w prostych przypadkach ruchu ciał w płynie nielepkim.</i>			
	Student zna pojęcia przepływu potencjalnego, potencjału prędkości przepływu oraz związku Cauchy'ego-Riemanna, lecz nie potrafi zastosować tych związków do obliczeń praktycznych	Posługując się związkami Cauchy'ego-Riemanna student potrafi sporządzić wykresy linii prądu opływów półciała i walca kołowego prądem jednostajnym oraz obliczyć rozkłady ciśnień na powierzchni tych ciał.	Student potrafi wyznaczyć równania potencjału prędkości i funkcji prądu dla prostych i złożonych przepływów potencjalnych oraz wykazuje umiejętność posługiwania się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych.	Student biegle posługuje się równaniami typowych przepływów potencjalnych, potrafi sformułować i objaśnić równania ruchu ciała sztywnego w płynie nielepkim oraz wyznaczyć współczynniki mas wody towarzyszącej w prostszych przypadkach ruchu.
EK7	<i>Student zna sposoby formułowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, ogólną postać równań Naviera-Stokes'a oraz rezultaty całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.</i>			
	Student zna pojęcie płynu lepkiego oraz rozkład naprężeń na ściankach elementu płynu, jednak nie potrafi sformułować równań ruchu ani też posługiwać się rozwiązaniami tych równań	Student zna wektorową i skalarną postać równań Naviera-Stokesa oraz całki tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.	Student potrafi zapisać równania Naviera-Stokes'a we współrzędnych kartezjańskich oraz objaśnić sposoby całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.	Student zna sposoby formułowania i całkowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, potrafi posługiwać się rozwiązaniami tych równań w obliczeniach praktycznych oraz omówić teorię podobieństwa dynamicznego przepływów

	<i>Student potrafi obliczyć straty ciśnienia w przepływach cieczy lepkich w rurociągach oraz siły oporów ruchu konstrukcji inżynierskich przemieszczających się w płynach lepkich ze szczególnym uwzględnieniem oporów ruchu okrętu.</i>			
EK8	Student zna rozwiązania równań Naviera-Stokesa dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej, nie potrafi jednak zastosować tych równań do obliczeń praktycznych.	Posługując się poznanymi rozwiązaniami równań Naviera-Stokesa student potrafi obliczać straty ciśnienia w rurociągach oraz opory ciał przemieszczających się w płynach lepkich. Zna składniki oporu okrętu.	Student potrafi omówić sposób całkowania równań Naviera-Stokesa dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej oraz stosować uzyskane rozwiązania w obliczeniach praktycznych.	Student swobodnie posługuje się poznanymi rozwiązaniami różniczkowych równań ruchu płynu newtonowskiego oraz kryteriami podobieństwa dynamicznego przepływów w obliczeniach konstrukcji inżynierskich .
	<i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>			
EK9	Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia	wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł
	<i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>			
EK10	Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów	student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów
	<i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i>			
EK11	Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium	dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium