Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne | Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna,Systemy i urządzenia energetyczne,Urządzenia i instalacje ochrony środowiska

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Mechanika płynów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fluid mechanics
Kod przedmiotu	E210
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	4.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Projekt	Seminarium
3	15	15	30	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami statyki i kinematyki płynów

Cel 2 Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu doskonałego w zakresie umożliwiającym wyznaczanie sił hydrodynamicznych i ich momentów oddziałujących na ciała

Cel 3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu lepkiego pod kątem wyznaczania strat ciśnienia w przewodach przepływowych

Cel 4 Zapoznanie studentów z zagadnieniami doświadczalnej mechaniki płynów w zakresie identyfikacji pól prędkości i ciśnienia w obszarze przepływu

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Zaliczone przedmioty: Matematyka, Fizyka

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student definiuje warunki równowagi płynu, powierzchnie stałego ciśnienia i stałego potencjału, zna podstawowe wielkości kinematyczne w ruchu płynu

EK2 Umiejętności Student potrafi sprawdzić warunki potencjalności pola sił masowych, potrafi wyznaczyć wartość naporu hydrostatycznego na powierzchnię płaską i współrzędne środka naporu

EK3 Wiedza Student objaśnia podstawowe pojęcia ruchu płynu doskonałego, zna założenia prowadzące do uzyskania całki Eulera - Bernoulliego

EK4 Umiejętności Student potrafi wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu na ciało stałe z nim graniczące, potrafi też wyznaczyć moment reakcyjny płynu na wirnik maszyny przepływowej

EK5 Wiedza Student rozróżnia podstawowe formy przepływu płynu lepkiego i przygotowany do wyznaczenia rozkładu prędkości w prostej rurze

EK6 Umiejętności Student potrafi wyznaczyć spadki ciśnienia wywołane tarciem lepkim i przeszkodami lokalnymi w przewodach przepływowych w zakresie ruchu laminarnego i turbulentnego

EK7 Umiejętności Student wykonuje pomiary różnic ciśnienia, lokalnych pól prędkości i temperatury

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Wstęp do mechaniki płynów: cel i zakres, pojęcia podstawowe, właściwości makroskopowe płynów, ciecze w stanie nadciekłym, siły działające na płyn	2
W2	Hydrostatyka: równania równowagi płynu, warunki całkowalności równań równowagi płynu. Równania różniczkowe powierzchni stałego ciśnienia i stałego potencjału. Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione, współrzędne środka naporu	4
W3	Kinematyka płynów: metody badania ruchu płynu, równania toru elementu płynu, równania linii prądu, równanie ciągłości przepływu w przypadku jednowymiarowym, nieustalonym płynu ściśliwego, definicja strumienia objętości i masy płynu	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W4	Dynamika płynu doskonałego: równania ruchu płynu doskonałego, warunki całkowalności równań ruchu płynu doskonałego, całka Eulera - Bernoulliego, równanie Bernoulliego, zjawisko kawitacji, prędkość wypływu cieczy ze zbiornika przez mały otwór, czas opróżnienia zbiornika. Zasada pędu i krętu w mechanice płynów. Równanie Eulera dla wirujących maszyn przepływowych. Wodne turbiny akcyjne i reakcyjne	4
W5	Dynamika płynu lepkiego: klasyfikacja ruchu płynu lepkiego, pojęcie liczby Reynoldsa, równania Navier - Stokesa. Analiza uformowanego ruchu laminarnego w rurze, prawo Hagen - Poiseuille'a. Przepływy cieczy lepkiej przez przewody zamknięte, uogólnione równanie Bernoulliego, wzór Darcy - Weisbacha, wykres Nikuradse. Analiza ruchu płynu w przewodach niekołowych, promień hydrauliczny i średnica zastępcza. Obliczanie przepływów płynu w układach sieci hydraulicznych, połączenia szeregowe i równoległe przewodów przepływowych.	3

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Pomiar lepkości cieczy	2
L2	Identyfikacja właściwości reologicznych cieczy nienewtonowskiej	2
L3	Wypływ cieczy przez małe otwory	2
L4	Opływ ciała stałego płynem rzeczywistym	2
L5	Klasyczne doświadczenie Reynoldsa	2
L6	Pomiar prędkości lokalnej i średniej płynu	2
L7	Wzorcowanie rotametrów	2
L8	Pomiar strat ciśnienia wywołanych lepkością	2
L9	Pomiar strat miejscowych (lokalnych)	2
L10	Badanie zjawisk kawitacji przepływowej	2
L11	Badanie charakterystyk pompy wirowej	2
L12	Badanie zjawisk kawitacji w pompie wirowej	2
L13	Reakcja hydrodynamiczna strugi	2
L14	Pomiar natężenia przepływu gazu w rurociągu za pomocą przepływomierza kolanowego i kryzy	2
L15	Odrabianie ćwiczeń i zaliczanie ćwiczeń zaległych	2

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Hydrostatyka: wyznaczanie parametrów powierzchni swobodnej cieczy w naczyniach wirujących ze stałą prędkością kątową oraz w naczyniach poruszających się ruchem prostoliniowym ze stałym przyśpieszeniem. Wyznaczanie wartości naporu hydrostatycznego na powierzchnie płaskie i zakrzywione, wyznaczanie współrzędnych środka naporu	5
C2	Dynamika płynu doskonałego: wyznaczanie reakcji hydrodynamicznej płynu na ścianki krzywaka, obliczanie czasów opróżnienia zbiornika przez mały otwór, wyznaczanie mocy turbiny akcyjnej i reakcyjnej	5
C3	Wyznaczanie strat ciśnienia w przepływach płynu lepkiego przez przewody kołowe i niekołowe, obliczanie mocy silnika pompy potrzebnej do przetłoczenia płynu w układach hydraulicznych	5

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Zadania tablicowe

N4 Konsultacje

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	6
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	8
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**120**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Test

F4 Zadanie tablicowe

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W3 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Test

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie zna warunków równowagi płynu, nie zna pojęć powierzchni stałego ciśnienia i stałego potencjału
Na ocenę 3.0	Student zna warunki równowagi płynu, potrafi napisać wzory opisujące powierzchnię stałego ciśnienia i stałego potencjału
Na ocenę 3.5	—
Na ocenę 4.0	—
Na ocenę 4.5	—
Na ocenę 5.0	—
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie zna warunków równowagi płynu i nie potrafi wyznaczyć wartości naporu hydrostatycznego ani też współrzędnych środka naporu
Na ocenę 3.0	Student zna warunki równowagi płynu i potrafi wyznaczyć wartość naporu hydrostatycznego na powierzchnię płaską
Na ocenę 3.5	—
Na ocenę 4.0	—
Na ocenę 4.5	—
Na ocenę 5.0	—
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu płynu doskonałego
Na ocenę 3.0	Student potrafi wyprowadzić równania ruchu płynu doskonałego
Na ocenę 3.5	—
Na ocenę 4.0	—
Na ocenę 4.5	—
Na ocenę 5.0	—
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie zna zasady pędu i krętu w mechanice płynów
Na ocenę 3.0	Student potrafi wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu doskonałego na płaską płytę
Na ocenę 3.5	—
Na ocenę 4.0	—

Na ocenę 4.5	———
Na ocenę 5.0	———
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Student nie zna podziału form przepływu płynu lepkiego
Na ocenę 3.0	Student potrafi zdefiniować liczbę Reynoldsa i podać jej interpretację fizykalną
Na ocenę 3.5	———
Na ocenę 4.0	———
Na ocenę 4.5	———
Na ocenę 5.0	———
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	Student nie zna pojęcia współczynnika strat tarcia i współczynnika strat lokalnych
Na ocenę 3.0	Student potrafi wyznaczyć wysokość strat ciśnienia w przepływie cieczy przez rurę prosto - osiową
Na ocenę 3.5	———
Na ocenę 4.0	———
Na ocenę 4.5	———
Na ocenę 5.0	———
Efekt kształcenia 7	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć związanych z ruchem płynu w rurociągach
Na ocenę 3.0	Student wykonuje proste pomiary wielkości przepływowych w rurze. Potrafi przeliczać jednostki wielkości przepływowych w różnych układach fizycznych
Na ocenę 3.5	———
Na ocenę 4.0	———
Na ocenę 4.5	———
Na ocenę 5.0	———

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 1	L1 L2 L3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK2	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 1	L3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK3	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 2	L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK4	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 3	L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK5	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 4	W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK6	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 4	W5	N2 N3 N4	F2 P1
EK7	K1_W09 K1_U03 K1_K01 K1_K03	Cel 5	W4 W5	N2	F1 F2

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN

[2] Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1994, PWN

[3] Kazimierz Rup — *Mechanika płynów w środowisku naturalnym*, Kraków, 2003, Polit. Krakowska

Literatura uzupełniająca

[1] Zdzisław Orzechowski, Jerzy Prywer, Roman Zarzycki — *Mechanika płynów w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2000, WNT

[2] Czesław Gołębiowski, Edward Walicki, Edward Łuczywek — *Zbiór zadań z mechaniki płynów*, Warszawa, 1998, PWN

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof.dr hab.inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)

2 Dr inż. Stanisław Walczak (kontakt: swalczak@mech.pk.edu.pl)

3 mgr inż. Bartosz Kopiczak (kontakt: bkopiczak@mech.pk.edu.pl)

4 dr inż. Konrad Nering (kontakt: knering@mech.pk.edu.pl)

5 prof.dr hab.inż. Zbigniew Matras (kontakt: zmatras@mech.pk.edu.pl)

6 prof.dr hab.inż. Jolanta Stacharska Targosz (kontakt: jtargosz@usk.pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .