

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA			
Nazwa modułu/przedmiotu mechanika płynów			Kod
Kierunek studiów Inżynieria Chemiczna i Procesowa		Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 2 / 4
Specjalność —		Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: — Laboratoria: 30 Projekty / seminaria: 15			Liczba punktów 5
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne	Podział ECTS (liczba i %) 5 100%
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) kierunkowy —			
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr hab. inż. Grzegorz Musielak, prof. nadzw. PP			
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:			
1	Wiedza:	K_W01 K_W02	
2	Umiejętności:	K_U01 K_U05 K_U06	
3	Kompetencje społeczne	K_K01 K_K03	
Cel przedmiotu: Opanowanie wiedzy z zakresu mechaniki płynów, a w szczególności statyki, kinematyki oraz dynamiki płynów idealnych i płynów newtonowskich oraz przepływów dwufazowych. Wykorzystanie tej wiedzy do obliczania sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałami stałymi, obliczeń układów hydraulicznych, pomiarów hydraulicznych, doboru pomp.			
Efekty kształcenia			Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia
Wiedza:			
1. znajomość statyki płynów i sił oddziaływujących statycznie 2. znajomość kinematyki płynów 3. znajomość dynamiki płynów 4. znajomość opisu przepływów dwufazowych			K_W13 K_W13 K_W13, K_W15 K_W13
Umiejętności:			
1. umiejętność obliczenia sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałem stałym 2. umiejętność obliczania i projektowania prostych układów hydraulicznych 3. umiejętność zaprojektowania i przeprowadzenia prostych pomiarów przepływów 4. umiejętność doboru pomp dla układów hydraulicznych 3. umiejętność samokształcenia			K_U07 K_U01, K_U07 K_U07, K_U08 K_U19 K_U05
Kompetencje społeczne:			
1. rozumie potrzebę samokształcenia i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych 2. ma świadomość przestrzegania zasad etyki w szeroko pojętym zakresie 3. potrafi pracować w zespole			K_K01 K_K03 K_K04

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Zaliczenie projektów na podstawie oceny umiejętności rozwiązywania zadań projektowych.
Zaliczenie laboratorium na podstawie poznanej wiedzy, pracy zespołowej podczas ćwiczeń, umiejętności przeprowadzenia prostych pomiarów przepływów, opracowania wyników eksperymentów oraz umiejętności wyciągania wniosków z doświadczeń.

Egzamin końcowy, pisemny dotyczący opanowania i zrozumienia całości materiału oraz umiejętności rozwiązywania prostych zadań projektowych.

Treści programowe

W ramach przedmiotu przedstawia się mechanikę płynów w zakresie związanym z inżynierią chemiczną i procesową. W szczególności omawia się:

pojęcia podstawowe mechaniki płynów (definicja płynu, cieczy, gazu, przedmiot badań i podział mechaniki płynów, płyn jako ośrodek ciągły, polowy charakter opisu płynu, właściwości płynu, siły w płynach, wektor i tensor naprężenia, ciśnienie, napięcie powierzchniowe, wzór Laplace'a); statykę płynów (hydrostatyka i aerostatyka, ciśnienie i siła powierzchniowa, równanie równowagi płynu, naczynia połączone, prawo Pascala, zasada ciągu kominowego, równowaga bezwzględna i względna cieczy, parcie cieczy na powierzchni płaskie i zakrzywione, wypór hydrostatyczny, prawo Archimedes'a);

kinematykę płynów (opis ruchu płynu w ujęciu Lagrange'a i Eulera, pochodna materialna, przepływy ustalone i nieustalone, linie opisujące ruch płynu, interpretacja fizyczna tensorów prędkości deformacji i wiru);

równanie ciągłości przepływów (globalny i lokalny bilans masy w układach zamkniętym i otwartym, masowe natężenie przepływu, gęstość strumienia masy, przepływ ustalony, przepływ płynu nieściśliwego i objętościowe natężenia przepływu);

bilanse pędu, momentu pędu i energii (globalne i lokalne bilanse, bilans pędu dla procesów ustalonych, oddziaływanie płynu na ścianki, bilans momentu pędu i symetria tensora naprężeń);

płyn idealny (definicja płynu idealnego, równania Eulera, równanie Bernoulliego, ciśnienie statyczne, ciśnienie dynamiczne, ciśnienie hydrostatyczne, wysokość ciśnienia, wysokość prędkości, wysokość położenia (niwelacyjna), równanie B. dla wąskiej strugi, współczynnik Coriolisa);

dynamikę płynów rzeczywistych (uogólniona hipoteza lepkości Newtona, równania Naviera – Stokesa);

podobieństwo przepływów i analizę wymiarową (podobieństwo geometryczne, kinematyczne oraz dynamiczne, warunki podobieństwa, liczby kryterialne Strouhala, Eulera, Newtona, Reynoldsa, Froude'a, Macha, Webera, parametry wymiarowe i bezwymiarowe, I i II twierdzenie Buckingham'a, baza wymiarowa, potęgowa postać (Rayleigh) w analizie wymiarowej);

przepływy laminarne i turbulenty (doświadczenie Reynoldsa, krytyczne prędkości i krytyczne liczby Reynoldsa, charakterystyka ruchu turbulentnego, Intensywność turbulencji, lepkość turbulentna);

ustalone przepływy laminarne (przepływy Couette'a, Poiseuille'a, spływ filmowy, przepływ złożony, Hagen – Poiseuille'a);

opływ zewnętrzny ciał (siła oporu, siła nośna, współczynnik oporu i współczynnik siły nośnej); hydrodynamiczną warstwę przyścienną (laminarna, przejściowa i turbulentna część warstwy przejściowej, grubość przesunięcia i grubość straty pędu, oderwanie warstwy przyściennej, współczynnik oporu);

przepływy w przewodach zamkniętych (równanie Darcy – Weisbacha, współczynnik tarcia, wzory: Blasiusa, Krajenki, Prandtla – Karmana, Nikuradze, Colebrooke'a – White'a, opory miejscowe, współczynnik strat miejscowych, zmodyfikowane równanie Bernoulliego, obliczenia hydrauliczne rurociągów, wykres Ancony, rurociągi długie);

kanały otwarte (ruch jednostajny i zmienny, spadek hydrauliczny, spadek dna, wzór Chézy'ego, promień hydrauliczny, izotachy, krytyczny spadek dna, przepływ spokojny i rwący, przelewy);

pompy (podział pomp, wydajność pompy, wysokość podnoszenia, moc, charakterystyka pompy, charakterystyka rurociągu, dobór pompy);

przepływy dwufazowe (faza ciągła, faza rozproszona, aerozole, pyły, dymy, mgły, hydrozole, emulsje, piana, układy wielofrakcyjne, krzywa udziału ilościowego cząstek, struktury przepływów dwufazowych, mapy struktury);

przepływy płynu ściśliwego (propagacja małych zaburzeń, równania falowe, prędkość dźwięku).

Literatura podstawowa:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001, wyd. 2; 2. R. Gryboś, Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa, 1998; 3. R. Gryboś, Mechanika płynów z hydrauliką, Wyd. Politechniki Śląskiej, 1999, wyd. 10; 4. J. Bukowski, Mechanika płynów, PWN Warszawa, 1970, wyd. 3; 5. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Zadania z mechaniki płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001; 6. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, PWN, Warszawa 2002 		
Literatura uzupełniająca:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. E. Tuliszka, Mechanika płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1969; 2. J.A. Kołodziej, Podstawy mechaniki płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1982; 3. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT Warszawa 1983; 4. Płanowski A.N., Ramm W.M., Kagan S.Z. Procesy i aparaty w technologii chemicznej. Seria wydawnicza: Inżynieria chemiczna, WNT Warszawa 1974; 5. J.E. Elsner, Turbulencja przepływów, PWN Warszawa 1987; 6. Podstawowe procesy inżynierii chemicznej. Przenoszenie pędu, ciepła i masy, praca zbiorowa pod red. Z. Ziołkowskiego, PWN Warszawa 1982; A. Osiecki, Hydrostatyczny napęd maszyn, WNT Warszawa 2004, wyd. 2; 7. Zadania projektowe z inżynierii procesowej, praca zbiorowa pod red. M. Kozłowskiego, Wyd. Politechniki Warszawskiej 2002, wyd. 2; 8. K.F. Pawłow, P.G. Romankow, A.A. Noskow, Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, WNT Warszawa, wyd. 5 		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas	
1. wykład	30	
2. konsultacje do wykładu	6	
3. konsultacje do laboratorium	6	
4. przygotowanie do laboratorium	10	
5. laboratorium	30	
6. konsultacje do zajęć projektowych	6	
7. przygotowanie do zajęć projektowych	10	
8. zajęcia projektowe	15	
9. przygotowanie do egzaminu	15	
10. egzamin	2	
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	130	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	95	
Zajęcia o charakterze praktycznym		