



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Reologia techniczna

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria chemiczna i procesowa

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Jacek Różański

e-mail: Jacek.Rozanski@put.poznan.pl

tel. 61 665 2147

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Sylwia Różańska

e-mail: Sylwia.Rozanski@put.poznan.pl

tel. 61 665 2789

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien mieć podstawową wiedzę z matematyki, fizyki, chemii, statystyki, grafiki inżynierskiej, mechaniki płynów oraz materiałoznawstwa. Powinien również posiadać umiejętności posługiwania się arkuszami kalkulacyjnymi, przeprowadzeniem analizy statystycznej wyników pomiarów oraz gotowość podjęcia pracy w zespole.

### Cel przedmiotu

1. Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą z zakresu reologii technicznej, w szczególności z właściwości przepływowymi płynów nienewtonowskich i ich mikrostrukturą, reometrią oraz metodami obliczeń strat ciśnienia.
2. Wykształcenie umiejętności prowadzenia badań reologicznych oraz praktycznego wykorzystania ich wyników.



### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

1. Zna podstawowe pojęcia reologiczne: lepkość dynamiczna, lepkość kinematyczna, lepkość wzdłużna i inne pojęcia lepkości, krzywe płynięcia i lepkości, liczbę Debory, podział płynów - [K\_W11]
2. Zna podstawowe właściwości płynów reologicznie stabilnych i niestabilnych, lepkością przężystych, magneto- i elektroreologicznych oraz metody matematycznego ich opisu - [K\_W11]
3. Zna podstawy teoretyczne reometrii kapilarnej i rotacyjnej, metod pomiaru właściwości lepkości przężystych płynu i lepkości wzdłużnej, zalety i wady poszczególnych metod pomiarowych oraz zasady ich doboru - [K\_W11]
4. Zna podstawowe właściwości reologiczne płynów polimerowych, układów dwufazowych oraz biomateriałów stosowanych w przemyśle chemicznym - [K\_W09]
5. Zna zasady obliczania strat ciśnienia przy przepływie różnych klas płynów nienewtonowskich w rurociągach - [K\_W11], [K\_W15]

#### Umiejętności

1. Student ma umiejętność doboru odpowiedniej metody pomiarowej do określenia różnych właściwości reologicznych płynów - [K\_U08], [K\_U18]
2. Potrafi przeprowadzić wybranymi metodami reometrycznymi pomiary reologiczne - [K\_U08], [K\_U12]
3. Student potrafi rozróżnić na podstawie badań doświadczalnych właściwości reologiczne różnych klas płynów nienewtonowskich oraz zastosować odpowiednie matematyczne modele reologiczne do opisu ich krzywych płynięcia - [K\_U08]
4. Student potrafi połączyć właściwości reologiczne płynu z ich właściwościami użytkowymi - [K\_U07]

#### Kompetencje społeczne

1. Student rozumie ciągłą konieczność poszerzania swojej wiedzy i umiejętności ze względu na szybki postęp w przemyśle chemicznym. Jest świadom, że ciągłe dokształcanie się jest sposobem na zachowanie konkurencyjności na rynku pracy - [K\_K01]
2. Student potrafi samodzielnie i zespołowo realizować postawione zadania. Jest świadomy odpowiedzialności za ich realizację w ramach pracy zespołowej - [K\_K04]

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana podczas egzaminu. Egzamin składa się z 3 pytań otwartych tak samo punktowanych oraz około 30 pytań testowych zamkniętych. Próg zaliczeniowy: 51% punktów. Zagadnienia egzaminacyjne, na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej. Egzamin w formie zdalnej będzie przeprowadzony jedynie w formie testu za pośrednictwem platformy eKursy.



Umiejętności i wiedza nabyta w ramach zajęć laboratoryjnych weryfikowane są na bieżąco na podstawie odpowiedzi ustnych oraz 2 kolokwiów zaliczeniowych. W celu zaliczenia laboratorium należy:

1. Udzielić odpowiedzi ustnej z materiału zawartego w ćwiczeniach oraz z podanych zagadnień (każda ocena niedostateczna musi zostać poprawiona na pozytywną).
2. Wykonać wszystkie przewidziane programem studiów ćwiczenia laboratoryjne.
3. Uzyskać zaliczenia raportów z wykonanych ćwiczeń.
4. Zaliczyć dwa kolokwia: 1 - test (około 15 pytań zamkniętych); 2 – trzy pytania otwarte (próg zaliczeniowy: 51% punktów)
5. Ocena końcowa będzie wystawiona w oparciu o:
  - a) średnią arytmetyczną z wszystkich ocen uzyskanych z odpowiedzi ustnych,
  - b) średnią arytmetyczną z wszystkich ocen uzyskanych z kolokwiów.

W ten sposób obliczone średnie arytmetyczne zostaną podzielone przez dwa, a ocena końcowa zostanie wystawiona według skali: do 2,74 – niedostateczny; od 2,75 do 3,24 – dostateczny; od 3,25 do 3,74 – dostateczny plus; od 3,75 do 4,24 – dobry; od 4,25 do 4,74 – dobry plus; od 4,75 – bardzo dobry.

Zaliczenie laboratorium w formie zdalnej będzie przeprowadzone w oparciu o odpowiedzi ustne przeprowadzone za pośrednictwem platformy eMeeting lub innej zalecanej przez Politechnikę Poznańską.

### **Treści programowe**

W ramach zajęć omawiane są następujące zagadnienia:

1. Odpowiedź sprężysta, lepka i lepkosprężysta
2. Czas jako parametr charakteryzujący odpowiedź substancji
3. Ścinanie proste ciał stałych i płynów
4. Pojęcie lepkości dynamicznej i kinematycznej
5. Wpływ temperatury i ciśnienia na właściwości reologiczne płynów
6. Płyny nienewtonowskie: definicja, koncepcja uogólnionego płynu newtonowskiego, podział
7. Matematyczne modele reologiczne płynów reostabilnych
8. Interpretacja zjawisk zagęszczania i rozrzedzania ścinaniem
9. Płyny z granicą płynięcia (przyczyny występowania metody wyznaczania granicy płynięcia)
10. Płyny o właściwościach zależnych od czasu ścinania (pojęcie tiksotropii i antytiksotropii)



11. Pojęcie pierwszej różnicy naprężeń normalnych
12. Efekty naprężeń normalnych (efekt Weissenberga, efekt Barusa)
13. Modele mechaniczne płynów lepkosprężystych (Maxwella, Kelvina, Burgersa)
14. Ciecze elektro- i magnetoreologiczne.
15. Przepływy wiskozymetryczne
16. Charakterystyka wiskozymetrów (grawitacyjne lepkościomierze kapilarne, lepkościomierze wypływowe, lepkościomierze ze spadającą kulką)
17. Opadanie pojedynczej cząstki (prędkość opadania, opory ruchu cząstek kulistych i niekulistych, wykres Schillera-Naumanna, wykres Koziola)
18. Reometria kapilarna – równania podstawowe
19. Reometria rotacyjna – równania podstawowe
20. Metody badań właściwości lepkosprężystych płynów
21. Zalety i wady reometrów: kapilarnych, o współosiowych cylindrach, stożek-płytki
22. Lepkość wzdłużna – definicja i metody pomiaru
23. Metody obliczania oporów przepływu dla płynów nienewtonowskich
24. Zjawisko redukcji oporów przepływu
25. Właściwości reologiczne płynów polimerowych
26. Właściwości reologiczne układów dwufazowych
27. Metody szacowania szybkości ścinania

### **Metody dydaktyczne**

1. Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: wykonanie pomiarów reologicznych przy użyciu wiskozymetrów i reometrów.

### **Literatura**

#### Podstawowa

1. M. Dziubiński, T. Kiljański, J. Sęk, Podstawy teoretyczne i metody pomiarowe reologii, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2014.
2. M. Dziubiński, Kiljański T., Sęk J.: Podstawy reologii i reometrii płynów, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.



3. T. Kiljański, M. Dziubiński, J. Sęk, K. Antosik: Wykorzystanie właściwości reologicznych płynów w praktyce inżynierskiej, Wydawca EKMA Krzysztof Antosik, Warszawa 2009.

4. K. Wilczyński: Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2001.

Uzupełniająca

1. J. Ferguson, Z. Kembłowski: Reologia stosowana płynów, Wydawnictwo Marcus s.c., Łódź 1995.

2. Z. Kembłowski, T. Kiljański: Ćwiczenia laboratoryjne z reometrii technicznej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Seria: Skrypty, Łódź 1993.

3. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 1997.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	50	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności