

**KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ**

Kod przedmiotu	4606-PS-0000FGH-0052	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Podstawy reologii		
			w j. angielskim	Fundamentals of Rheology		
Przynależność do grupy przedmiotów	przedmioty specjalnościowe					
Koordynator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilczyński					
Jednostka realizująca	Wydział Mechaniczny Technologiczny	Dyscyplina/y naukowa*	Inżynieria Mechaniczna, Inżynieria Materiałowa, Inżynieria lądowa i transport			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	zimowy			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30h	Sumaryczna liczba ECTS	3 ECTS	
Minimalna liczba uczestników	12	Maksymalna liczba uczestników	-	Dostępność dla studentów	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2h				
	łącznie w semestrze	30h				

\* nie dotyczy warsztatu badacza

**1. Wymagania wstępne**

Studia inżynierskie lub magisterskie

**2. Cele przedmiotu**

Przedmiot obejmuje zagadnienia reologii i reometrii. W ramach przedmiotu przedstawiane są podstawowe (o charakterze ogólnym) elementy tych zagadnień, praktyczne i teoretyczne, oraz elementy zaawansowanych zastosowań w zagadnieniach przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Celem przedmiotu jest przekazanie doktorantom podstawowej wiedzy (o charakterze ogólnym) w zakresie reologii i reometrii oraz wiedzy zaawansowanej w zakresie zastosowań w zagadnieniach przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Doktoranci po odbyciu zajęć z tego przedmiotu zdobywają wiedzę umożliwiającą rozwiązywanie różnego typu zagadnień reologicznych o charakterze ogólnym oraz zaawansowanych zagadnień przetwórstwa tworzyw. Nabędą wiedzę w zakresie stosowania przyrządów reometrycznych do określania właściwości reologicznych tworzyw.

**3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)**

**Wykład**

- Podstawy reologii. Naprężenie i prędkość odkształcenia. Prawa zachowania mechaniki ośrodków ciągłych.
- Lepkość. Płyny newtonowskie i nienewtonowskie. Modele reologiczne cieczy lepkich.
- Lepkosprężystość. Zjawiska charakterystyczne. Modele reologiczne cieczy lepkoelastycznych.
- Podstawy reometrii. Metody jednopunktowe. Reometry ciśnieniowe, rotacyjne i rozciągające.
- Przepływy newtonowskie i nienewtonowskie w kanałach o różnej geometrii, ciśnieniowe i wleczone.
- Przepływy polimerów w procesach przetwórczych.
- Modelowanie procesów przetwórstwa tworzyw. Systemy CAD/CAE w przetwórstwie tworzyw.
- Obliczenia reologiczne wybranych przepływów newtonowskich i nienewtonowskich.
- Obliczenia reometryczne.

**Laboratorium**

**4. Efekty uczenia się**

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
<b>Wiedza</b>			
W01	Doktorant zna i rozumie światowy dorobek, obejmujący podstawy teoretyczne oraz zagadnienia ogólne i wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla reologii i reometrii, w tym najnowsze osiągnięcia nauki w tym obszarze.	SD_W2	ocena prezentacji
W02	Doktorant zna i rozumie główne trendy rozwojowe reologii i reometrii oraz związane z tym metodologie badań naukowych.	SD_W3	ocena prezentacji
<b>Umiejętności</b>			
U01	Doktorant umie wykorzystywać wiedzę z różnych dziedzin do twórczego formułowania i innowacyjnego rozwiązywania złożonych problemów reologii i reometrii lub wykonywania zadań o charakterze badawczym.	SD_U1	ocena aktywności w trakcie zajęć
U02	Doktorant umie dokonywać krytycznej analizy i oceny wyników badań naukowych w zakresie reologii i reometrii, w tym umie ocenić przydatność i możliwość wykorzystania wyników prac teoretycznych w praktyce.	SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć
U03	Doktorant umie komunikować się na tematy specjalistyczne, właściwe dla reologii i reometrii, w stopniu umożliwiającym aktywne uczestnictwo w środowisku naukowym, w tym w ramach międzynarodowych konsorcjów uczelni badawczych.	SD_U4	ocena aktywności w trakcie zajęć
<b>Kompetencje społeczne</b>			
K01	Doktorant umie dokonywać krytycznej oceny dorobku naukowego w zakresie reologii i reometrii, w tym oceny własnego dorobku	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć

\* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

## 5. Kryteria oceny

Podstawowa i zaawansowana wiedza w zakresie reologii i reometrii oraz rozumienie aktualnych zagadnień naukowo-badawczych w tym obszarze.

## 6. Literatura

### Literatura podstawowa:

1. K. Wilczyński : „Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, WNT, Warszawa 2001.
2. K. Wilczyński: „Rheology in Polymer Processing. Modeling and Simulation”, Carl Hanser Verlag, Munich 2021.

### Literatura uzupełniająca:

1. Praca zbiorowa (red. K. Wilczyński): „Przetwórstwo tworzyw polimerowych”, OW PW, Warszawa 2018.
2. Praca zbiorowa (red. K. Wilczyński): „Komputerowe wspomaganie projektowania w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, OW PW, Warszawa 2016.
3. Praca zbiorowa (red. K. Wilczyński): „Komputerowe wspomaganie projektowania w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Laboratorium”, OW PW, Warszawa 2014.

4. Praca zbiorowa (red. K. Wilczyński): „Wybrane zagadnienia przetwórstwa tworzyw sztucznych”, OWPW, Warszawa 2011.
5. Praca zbiorowa (red. K. Wilczyński): „Wybrane zagadnienia przetwórstwa tworzyw sztucznych. Laboratorium”, OW PW, Warszawa 2013.
6. M. Reiner: „Twelve Lectures on Theoretical Rheology”, North Holland Publishing Co., Amsterdam 1949.
7. F.R. Eirich (Ed.): „Rheology. Theory and Applications”, v.1 (1956), v.2 (1958), v.3 (1960) Academic Press Inc., New York.
8. R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot: „Transport Phenomena”, John Wiley & Sons, New York 1960.
9. R.B. Bird, R.C. Armstrong, O. Hassager: „Dynamic of Polymeric Liquids”, John Wiley & Sons, New York 1987.
10. J.L. White: „Principles of Polymer Engineering Rheology”, John Wiley & Sons, New York 1990.
11. J. Ferguson, Z. Kębłowski: „Applied Fluid Rheology”, Elsevier, London 1991.
12. C.W. Macosko C. W.: „Rheology: Principles, Measurements and Applications”, VCH Publishers, New York 1994.
13. J.M. Dealy, K.F. Wissbrun: „Melt Rheology and its Role in Plastics Processing”, Chapman & Hall, London 1995.
14. P.J., Carreau, D.C.R. De Kee, R.P. Chhabra: „Rheology of Polymeric Systems”, Hanser Publishers, Munich 1997
15. F.A. Morrison: „Understanding Rheology”, Oxford University Press, New York 2001.
16. N.S. Rao, N.R. Schott: „Understanding Plastics Engineering Calculations”, Hanser, Munich 2012.
17. T.A. Osswald, N. Rudolph: „Polymer Rheology. Fundamentals and Applications”, Hanser, Munich 2015.
18. J. Vlachopoulos: “Fundamentals of Fluid Mechanics”, Polydynamics, Hamilton 2016.
19. J. Vlachopoulos, N.D. Polychronopoulos: “Understanding Rheology and Technology of Polymer Extrusion”, Polydynamics Inc., Dundas 2019.
20. [www.campusplastics.com](http://www.campusplastics.com)

## 7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się\*\*

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30h
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	2h
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	40h
4	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	18h
<b>Sumaryczny nakład pracy doktoranta</b>		<b>90h</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>3 ECTS</b>

\*\* 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy doktoranta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)