

FACULTY OF CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish:	Zarządzanie biznesem				
Name of subject in English:	Business Management				
Main field of study (if applicable):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,3				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1.					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 Acquaintance student with the rules of doing business.					
C2. Gaining by the student the basic knowledge on the firm environment.					
C3. Acquaintance student with strategies employed by different firms.					
C4. Acquaintance students with the basic reports prepared by a firm.					
C5. Acquaintance students with the measures of the quality of firm management and the firm financial safety.					
C6. Acquaintance students with the methods of change management.					
C7. Acquaintance students with innovation management.					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>relating to knowledge:</b>					
PEK_W01 – possess basic knowledge on firm activity					
PEK_W02 – knows strategies implemented by firm					
PEK_W03 – knows basic reports presented by firm					
PEK_W04 – knows basic measures of a firm operation quality					
PEK_W05 – knows the means of innovation and change management					
<b>PROGRAMME CONTENT</b>					
<b>Lectures</b>					<b>Number of hours</b>
Lec1-3	Analysis of economy environment of the firm (global and national economy: trends, economic cycle, government influence on firm activity, wealthiness of the society, competitors).				6
Lec4-5	Strategy of the firm (vision, mission, competitive position, product of the firm and				4

	its place on the market).	
Lec6	Rules of business plan preparing.	2
Lec7	Possibilities of funds obtainment.	2
Lec8-9	Reading and understanding of the financial statements prepared by a firm.	4
Lec10	Evaluation of the quality of management and safety of a firm using operational indicators.	2
Lec11	Management of a firm society.	2
Lec12	Management of changes.	2
Lec13	Innovation management.	2
Lec14	Know-how, searching for new solutions by screening the patents bases, preparing of a patent.	2
Lec15	Discussion on proposals of different businesses created by students.	2
	Total hours	<b>30</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lecture. N2. Discussion. N3. Computer and oral presentation. N4. Various media resources (internet, press, TV)		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05.	Evaluation of the project of business prepared by student
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b> [1] J. Morrow, Do business, Morrow Pub. 1991 [2] P.B. Crosby, The eternally successful organization, McGraw-Hill 1988		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
Dr Janusz DZIAK e-mail: <a href="mailto:janusz.dziak@pwr.edu.pl">janusz.dziak@pwr.edu.pl</a> ,		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim :	Zarządzanie biznesem				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim :	Business Management				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu					
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3				
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1.					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 . Zapoznanie studentów ze sposobami prowadzenia działalności biznesowej					
C2 . Uzyskanie podstawowej wiedzy o otoczeniu firmy					
C3. Zapoznanie studentów z rodzajami strategii stosowanymi przez firmy działające na rynku					
C4. Uzyskanie podstawowej wiedzy o sprawozdaniach finansowych przygotowywanych przez firmę					
C5. Uzyskanie podstawowej wiedzy na temat określania sprawności działania firmy i jej bezpieczeństwa finansowego					
C6. Zapoznanie studentów ze sposobami zarządzania zmianą w firmie					
C7. Zapoznanie studentów ze sposobami zarządzania innowacją					
PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEK_W01 – Wie na czym polega działalność firmy					
PEK_W02 – Zna strategie stosowane w działalności biznesowej					
PEK_W03 – Zna rodzaje sprawozdań finansowych firmy					
PEK_W04 – Zna sposoby określania sprawności działania firmy i bezpieczeństwa finansowego firmy					
PEK_W05 – Zna sposoby zarządzania zmianami i innowacją w firmie					
TREŚCI PROGRAMOWE					
Forma zajęć - wykład				Liczba godzin	
Wy1-3	Analiza otoczenia ekonomicznego firmy (rozumienie gospodarki globalnej i krajowej: trendy, cykle koniunkturalne, wpływ państwa na działalność firmy, zamożność społeczeństwa, konkurencja).			6	
Wy4-5	Strategia firmy (wizja, misja, pozycja konkurencyjna firmy, produkt firmy i			4	

	jego miejsce na rynku).	
Wy6	Zasady sporządzania biznes planu.	2
Wy7	Możliwości pozyskiwania funduszy dla rozpoczęcia i rozwoju biznesu.	2
Wy8-9	Czytanie i rozumienie sprawozdań finansowych: bilans, rachunek zysków i strat, przepływy finansowe.	4
Wy10	Określenie sprawności działania firmy i jej bezpieczeństwa finansowego na podstawie badania wskaźników operacyjnych.	2
Wy11	Zarządzanie społecznością firmy.	2
Wy12	Zarządzanie zmianą.	2
Wy13	Zarządzanie innowacją.	2
Wy14	Know-how, patentowanie wynalazków, przeszukiwania baz patentowych w poszukiwaniu nowych rozwiązań.	2
Wy15	Dyskusja na temat propozycji biznesowych przygotowanych przez studentów.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład tradycyjny. N2. Dyskusja. N2. Prezentacja z użyciem komputera.		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05.	Ocena projektu działalności biznesowej, przygotowanego przez studenta
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] J. Morrow, Do business, Morrow Pub. 1991 [2] P.B. Crosby, The eternally successful organization, McGraw-Hill 1988		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Janusz DZIAK e-mail: janusz.dziak@pwr.edu.pl</b>		

## FACULTY CHEMISTRY

**SUBJECT CARD**

Name of subject in English: Chemical process project designed and management  
 Main field of study (if applicable): Inżynieria chemiczna i procesowa  
 Specialization (if applicable): Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology  
 Profile: academic  
 Level and form of studies: 2nd level, full-time  
 Kind of subject: obligatory  
 Subject code:  
 Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	45		15	60	30
Number of hours of total student workload (CNPS)	150		60	120	60
Form of crediting	exam		crediting with grade	crediting with grade	crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	5		2	4	2
including number of ECTS points for practical (P) classes			2	4	2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,95		0,7	3	1,4

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

1. Basic knowledge of organic and inorganic chemical technology.
2. Basic knowledge of Quality Management Systems.
3. Basic knowledge of unit processes and apparatus solutions in chemical engineering.
4. Basic knowledge of environmental protection.
5. Basic knowledge of chemical process design.
6. Knowledge of simulation and design programs for chemical installations.

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. Acquainting students with the principles of Sustainable Development, the balance between economy, ecology and social issues, in the context of requirements for modern functioning of chemical companies.
- C2. Obtaining basic knowledge about the sector of basic chemicals production, raw materials and cooperation links with the chemical processing sector.
- C3. Acquainting student with the technical dossier for substance which is manufactured in or imported into UE under REACH.
- C4. Understanding the nature and role of quality management in the production process, use it in the implementation of technology and the development of basic documents in this field.
- C5. Providing students with a general knowledge of the concepts of production economics.
- C6. Providing student with understanding and practical application of knowledge of modeling chemical and biotechnological processes.
- C7. Understanding the basic methods of industrial waste management.
- C8. Understanding the current trends in the development of industrial waste disposal technologies.
- C9. Understanding the principles of developing project documentation.
- C10. Understanding the principles of integrated process design.

- C11. Acquiring the ability to present work results.  
 C12. Working knowledge of using a professional software for calculation of optimal process parameters and costs of processing.

### SUBJECT LEARNING OUTCOMES

#### related to knowledge:

- PEK\_W01 – Student has basic knowledge about the procedures of the European integrated permitting system for industries based on chemical technologies.  
 PEK\_W02 – Knows basic techniques and technologies recognized as the best available technologies (BAT).  
 PEK\_W03 – Has knowledge on obligation of actor in supply chain to register chemical substances under REACH that are manufactured in or imported into the EU and can define 7 key steps toward successfully registration.  
 PEK\_W04 – Knows the key concepts and issues in the field of production management and organization of the production system, principles of technology strategy as well as rules of technology choice.  
 PEK\_W05 – Knows how to perform economic analysis of industrial installation, able to produce required product.  
 PEK\_W06 – Knows methods of optimization of unit operations and complete process lines.  
 PEK\_W07 – Knows the types of waste generated in industry and the ways of their management.  
 PEK\_W08 – Has in-depth knowledge of development trends and new achievements in the field of chemical and process engineering.

#### related to skills:

- PEK\_U01 – Student has the knowledge and skills in the use of selected quality tools and methods as well as assessing the ability of production process.  
 PEK\_U02 – Student can prepare a technological concept and develop a final specification of a new product in accordance with applicable standards.  
 PEK\_U03 - Is able to perform process optimization calculations.  
 PEK\_U04 - Can choose the construction materials of devices for the technological process.  
 PEK\_U05 – Is able to choose a sequence of unit operations for the technological process.  
 PEK\_U06 – Can perform economic analysis of chemical and biotechnological installation.  
 PEK\_U07 – Acquires, critically evaluates and creatively processes information from scientific literature, databases and other properly selected sources.  
 PEK\_U08 – Is able to present the goals and results of the scientific work in the form of an oral presentation using modern information and communication techniques.

#### related to social competences:

- PEK\_K01 – Student is aware of the benefits of implementing a quality management system in the company.  
 PEK\_K02 – Is ready to act and think in an entrepreneurial way.  
 PEK\_K03 – Is able to cooperate in a design group.  
 PEK\_K04 – Can present the results of the work.

### PROGRAMME CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction, fundamentals, terminology, definitions. Environmental protection principles in the EU. EU directive on integrated pollution prevention and control. Categories of economic activity requiring an integrated permit.	2
Lec 2	BAT for large-scale production of inorganic and organic chemicals. Applied technologies, emission factors, reference technologies, solutions used for existing installations to improve their environmental impact indicators.	2
Lec 3	Obligations and exemptions of REACH registration - identification and classification of a substance.	2
Lec 4	Key steps toward successfully REACH registration, technical dossier and a chemical	2

	safety assessment.	
Lec 5	Issues concerning management systems of quality, environment, occupational health and safety as well as management in laboratory, selected industry standards).	2
Lec 6	Organization and management of the production process - preparation of plans, budgets, production.	2
Lec 7	Technological strategy, selection of technology - selection rules and implementation of technology.	2
Lec 8	Partial test.	1
Lec 9	Concept of production. Factors of production.	2
Lec 10	Theory of production. Short-run production costs.	2
Lec 11	Long-run production costs. Research-project-implementation cycle.	2
Lec 12	Design of installation. Cost of scale-up.	2
Lec 13	Selection of optimal production method. Bottlenecks.	2
Lec 14	Payback time. Product lifetime.	2
Lec 15	Analysis of selected processes.	2
Lec 16	Partial test.	1
Lec 17	Issues, preliminary definitions and current legal regulations in waste management.	2
Lec 18	Organization of industrial waste management. Circular economy.	2
Lec 19	General waste classification. Selected groups of industrial waste and their characteristics.	2
Lec 20	Waste treatment methods for industrial waste. Selective collection and recycling of waste. Recovery of raw materials and energy from industrial waste.	2
Lec 21	Selected examples of processes and devices used in the processing of chemical industrial waste.	2
Lec 22	Selected examples of processes and devices used in the processing of industrial bio-waste.	2
Lec 23	An overview of the latest trends in the development of industrial waste disposal technologies.	2
Lec 24	Partial test.	1
	<b>Total</b>	<b>45</b>
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction. Safety regulations. SuperPro Designer introduction.	3
Lab 2	Optimal process parameters. Optimization of construction. Process timeline.	3
Lab 3	Gantt graphs. Resources management. Order of separation processes. Up-stream and down-stream processes. Costs of separation.	3
Lab 4	Membrane processes. Diffusion processes.	3
Lab 5	Bottlenecks. Remediation processes.	3
	<b>Total</b>	<b>15</b>
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Introduction, organization, discussion of the scope of classes. Product Selection, features, standards, requirements, the program of the production process progress and planning of production capacity.	2
Proj 2	Market analysis and marketing aspects of quality, location planning and assessment of project impact on the environment.	2
Proj 3-4	Presentation of the initial technological concept for the selected product.	4
Proj 5	Structure of the Quality Manual in accordance with the principles of ISO 9001 regarding	2

	the supervision of documentation.	
Proj 6-7	Tools and methods for the improvement of quality – exercises.	4
Proj 8	Submission of a technological concept for the selected product.	1
Proj 9	Introduction to integrated process design - diagrams, standards, preparation of the schematic diagram, material balance, apparatus and technology diagram.	9
Proj 10	Modeling, evaluation and optimization of processes.	9
Proj 11	Integrated design - process economics, materials selection and industrial waste management.	9
Proj 12	Preparation of piping diagram and instrumentation.	9
Proj 13	Integrated process evaluation.	5
Proj 14	Autopresentation.	4
	Total	<b>60</b>
<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Choosing the subjects of presentations.	2
Proj 2	Content of presentations.	2
Proj 3	General processes balances. Streams. Planned costs analysis.	2
Proj 4	Choosing the right equipment. Costs of apparatuses.	2
Proj 5	Resources sources and management.	2
Proj 6	Waste management.	2
Proj 7	Process analysis and optimization.	2
Proj 8	Presentations of individual problem issues.	12
Proj 9	Final project presentations.	4
	Total	<b>30</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
<p>N1. Lecture with multimedia presentation.  N2. Presentation of semester work.  N3. Solving tasks and problems for elaborated project.  N4. Preparation and presentation of a project.  N5. Development of project documentation with the use of computer programs packages.  N6. The use of specialized software for creating individual projects.  N7. Consultation.  N8. Didactic trip for chemical installation.</p>		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEK_W01-PEK_W04	Partial test
F2 (lecture)	PEK_W05-PEK_W06	Partial test
F3 (lecture)	PEK_W07-PEK_W08	Partial test
<p>P (lecture)= F1+F2+F3  P = 3.0 if the sum of points in the range 50-60%  3.5 if the sum of points in the range 61-72%  4.0 if the sum of points in the range 73-82%  4.5 if the sum of points in the range 83-92%  5.0 if the sum of points in the range 93-100%  5.5 if the sum of points is 100%, and the student demonstrates the knowledge above the regular</p>		



material scope		
P (laboratory)	PEK_U06-PEK_U07 PEK_K03	Project prepared using a dedicated software
P (laboratory) P = 3.0 if the sum of points in the range 50-60% 3.5 if the sum of points in the range 61-72% 4.0 if the sum of points in the range 73-82% 4.5 if the sum of points in the range 83-92% 5.0 if the sum of points in the range 93-100% 5.5 if the sum of points is 100%, and the student demonstrates the knowledge above the regular material scope		
F1 (project)	PEK_U01	Solving tasks
F2 (project)	PEK_U02 PEK_K01	Presentation and submission of a technological concept for the selected product
F3 (project)	PEK_U08 PEK_K02-PEK_K04	Autopresentation
F4 (project)	PEK_U03-PEK_U05 PEK_K02-PEK_K04	Project evaluation
$P(\text{project}) = (0,3 F1 + 0,7 F2 + 0,4 F3 + 0,6 F4) / 2$ P = 3.0 if the sum of points in the range 50-60% 3.5 if the sum of points in the range 61-72% 4.0 if the sum of points in the range 73-82% 4.5 if the sum of points in the range 83-92% 5.0 if the sum of points in the range 93-100% 5.5 if the sum of points is 100%, and the student demonstrates the knowledge above the regular material scope		
F1 (seminarium)	PEK_U08 PEK_K03-PEK_K04	Presentation
F2 (seminarium)	PEK_U08 PEK_K03-PEK_K04	Presentation
$P(\text{seminarium}) = F1 + F2$ P = 3.0 if the sum of points in the range 50-60% 3.5 if the sum of points in the range 61-72% 4.0 if the sum of points in the range 73-82% 4.5 if the sum of points in the range 83-92% 5.0 if the sum of points in the range 93-100% 5.5 if the sum of points is 100%, and the student demonstrates the knowledge above the regular material scope		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
[1]	B. Sujak-Cyrul, Quality management systems: an introduction to the project of documenting and audit of quality management systems, Wrocław, Wrocław University of Technology; Łódź: PRINTPAP, 2011.	
[2]	S.E. Windsor, An introduction to green process management, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, cop. 2011.	
[3]	N.R. Tague, The quality toolbox, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2005.	
[4]	Official website of European Chemical Agency <a href="https://echa.europa.eu/pl">https://echa.europa.eu/pl</a> .	
[5]	Best available techniques Reference document (BREFs) developed under the IPPC Directive and the IED <a href="http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference">http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference</a> .	
[6]	F.N. Fraser, Global engineering economics, Financial decision making for engineers, 4th Ed., Prentice Hall, Toronto, 2009.	

- [7] E. Heinzle, A.P. Biwer, C.L. Cooney - Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment, Wiley 2006.
- [8] L.T. Blank, A. Tarquin, Engineering Economy, 6th Ed., McGraw-Hill, Boston, 2005.
- [9] Cz. Rosik-Dulewska, Podstawy gospodarki odpadami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.
- [10] T. Piecuch, J. Dąbrowski, Procesy i urządzenia w przeróbce odpadów przemysłowych, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2016.
- [11] R. Turton, R. C. Bailie, W. B. Whiting, J. A. Shaeiwitz, D. Bhattacharyya, Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 4th Edition, Prentice Hall, 2012.
- [12] W.D. Seider, D.R. Lewin, J.D. Seader, S. Widagdo, R. Gani, K- Ming. Ng, Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation, 4th Edition, Wiley, 2016.
- [13] Lista tematów projektowych – do wyboru.
- [14] Lista BAT odpowiednich do tematów projektowych.

#### **SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Woodard & Curran, Inc., Industrial Waste Treatment Handbook, Elsevier, 2006.
- [2] S. Zabawa, Zarządzanie gospodarką odpadami: techniczno-organizacyjno-prawne aspekty gospodarki odpadami, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2010.
- [3] B. Tora, Niekonwencjonalne metody wykorzystania odpadów przemysłowych, Wydawnictwa AGH, Kraków 2013.
- [4] D. A. Vallero, Environmental Biotechnology: A Biosystems Approach, Academic Press, 2010.
- [5] G.M. Evans, J.C. Furlong, Environmental Biotechnology: Theory and Application, Wiley, 2002.
- [6] H.V. Mott, Environmental Process Analysis: Principles and Modeling, Wiley, 2013.
- [7] R.C. Gaur, Basic Environmental Engineering Paperback, New Age International Publisher, 2008.
- [8] R.G. Harrison, P. Todd, S.R. Rudge, D.P. Petrides - Bioseparations Science and Engineering, Oxford, 2002.
- [9] Instrukcja użytkownika do program SuperPro Designer.

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

dr hab. inż. Krystyna Hoffman, [krystyna.hoffmann@pwr.edu.pl](mailto:krystyna.hoffmann@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Marta Huculak-Mączka, [marta.huculak@pwr.edu.pl](mailto:marta.huculak@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Karolina Labus, [karolina.labus@pwr.edu.pl](mailto:karolina.labus@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Konrad Matyja, [konrad.matyja@pwr.edu.pl](mailto:konrad.matyja@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Michał Araszkiwicz, [michal.araszkiwicz@pwr.edu.pl](mailto:michal.araszkiwicz@pwr.edu.pl)  
 dr hab. inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl) (przygotowanie karty przedmiotu)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projektowanie i zarządzanie procesami chemicznymi					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chemical process project designed and management					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria chemiczna i procesowa					
Specjalność (jeśli dotyczy): Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology					
Poziom i forma studiów: II stopień stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu					
Grupa kursów NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45		15	60	30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150		60	120	60
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	5		2	4	2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2	4	2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,95		0,7	3	1,4
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowa wiedza z zakresu technologii chemicznej organicznej i nieorganicznej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza na temat procesów jednostkowych i rozwiązań aparaturowych w inżynierii i technologii chemicznej.</li> <li>3. Podstawowa wiedza z zakresu ochrony środowiska.</li> <li>4. Podstawowa wiedza z zakresu projektowania procesów chemicznych.</li> <li>5. Znajomość programów symulacji i projektowania instalacji chemicznych.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>C1. Zapoznanie studentów z zasadami Zrównoważonego Rozwoju, równowagi pomiędzy ekonomią, ekologią i zagadnieniami społecznymi, w kontekście wymagań nowoczesnego funkcjonowania przedsiębiorstw chemicznych.</li> <li>C2. Uzyskanie podstawowej wiedzy o sektorze produkcji podstawowych chemikaliów, bazy surowcowej, a także powiązań kooperacyjnym z sektorem przetwórstwa chemicznego.</li> <li>C3. Zapoznanie studenta z dokumentacją rejestracyjną substancji importowanej lub produkowanej w EU zgodnie z rozporządzeniem REACH.</li> <li>C4. Zrozumienie istoty i roli zarządzania jakością w procesie produkcyjnym, wykorzystanie jej w zakresie wdrażania technologii oraz opracowanie podstawowej dokumentacji z tego zakresu.</li> <li>C5. Zapoznanie studentów z pojęciami ekonomiki produkcji.</li> <li>C6. Zrozumienie i praktyczne zastosowanie wiedzy o modelowaniu i optymalizacji procesów chemicznych i biotechnologicznych.</li> <li>C7. Poznanie podstawowych metod zagospodarowywania odpadów przemysłowych.</li> <li>C8. Poznanie bieżących trendów rozwoju technologii unieszkodliwiania odpadów przemysłowych.</li> <li>C9. Zrozumienie zasad opracowywania dokumentacji projektowej.</li> <li>C10. Zrozumienie zasad zintegrowanego projektowania procesów.</li> </ol>					

- C11. Nabycie umiejętności prezentacji wyników pracy.  
 C12. Nabycie umiejętności zastosowania specjalistycznego oprogramowania komputerowego do obliczania optymalnych parametrów procesowych i kosztów procesów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – Student ma podstawowe wiadomości dotyczące procedur europejskiego systemu udzielania pozwoleń zintegrowanych dla branż przemysłu opartych na technologiach chemicznych.  
 PEK\_W02 – Zna podstawowe techniki i technologie uznawane jako najlepsze dostępne technologie (BAT).  
 PEK\_W03 – Posiada wiedzę na temat obowiązków poszczególnych podmiotów w łańcuchu dostaw podczas rejestracji substancji chemicznych w ramach REACH, które są wytwarzane lub importowane do UE oraz potrafią zdefiniować 7 kluczowych kroków w kierunku pomyślnej rejestracji.  
 PEK\_W04 – Zna kluczowe pojęcia i zagadnienia z zakresu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie, zasady organizacji i zarządzania produkcją oraz organizacji systemu produkcyjnego, strategii oraz zasady wyboru i wdrażania technologii.  
 PEK\_W05 – Posiada wiedzę potrzebną do opracowania analizy ekonomicznej instalacji przemysłowej służącej do otrzymywania produktu o wymaganych parametrach.  
 PEK\_W06 – Zna metody optymalizacji procesów jednostkowych i ciągów technologicznych.  
 PEK\_W07 – Zna rodzaje odpadów powstających w przemyśle i sposoby ich zagospodarowania.  
 PEK\_W08 – Ma pogłębioną wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach w zakresie unieszkodliwiania odpadów przemysłowych.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – Student posiada wiedzę i umiejętności w zakresie stosowania wybranych metod i narzędzi doskonalenia jakości oraz oceny zdolności procesu produkcyjnego.  
 PEK\_U02 – Potrafi przygotować koncepcję technologiczną oraz opracować końcową specyfikację nowego produktu zgodnie z obowiązującymi standardami.  
 PEK\_U03 – Potrafi wykonać obliczenia optymalizacyjne procesu.  
 PEK\_U04 – Potrafi dobrać materiały konstrukcyjne urządzeń do procesu technologicznego.  
 PEK\_U05 – Potrafi dobrać sekwencję operacji jednostkowych do procesu technologicznego.  
 PEK\_U06 – Potrafi dokonać ekonomicznej analizy instalacji chemicznej i biotechnologicznej.  
 PEK\_U07 – Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł.  
 PEK\_U08 – Potrafi przedstawić cele i wyniki pracy naukowej w formie ustnej prezentacji wykorzystując nowoczesne techniki informacyjno-komunikacyjne.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – Student ma świadomość korzyści płynących z wdrożenia systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie.  
 PEK\_K02 – Jest gotów do działania i myślenia w sposób przedsiębiorczy.  
 PEK\_K03 – Potrafi współpracować w grupie projektowej.  
 PEK\_K04 – Potrafi zaprezentować wyniki pracy.

### TRZĘSCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, podstawy, terminologia, definicje. Zasady ochrony środowiska w UE. Dyrektywa UE w sprawie zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeń i ich kontroli. Kategorie działalności gospodarczej wymagające pozwolenia zintegrowanego.	2
Wy2	BAT dla wielkotonażowej produkcji chemikaliów nieorganicznych i organicznych. Stosowane technologie, wskaźniki emisji zanieczyszczeń, technologie wzorcowe, rozwiązania stosowane dla instalacji istniejących w	2

	celu poprawy ich wskaźników oddziaływania na środowisko.	
Wy3	Obowiązki i zwolnienia z rejestracji REACH - identyfikacja i klasyfikacja substancji.	2
Wy4	Kluczowe kroki w kierunku pomyślnej rejestracji REACH, dokumentacji rejestracyjnej i oceny bezpieczeństwa chemicznego.	2
Wy5	Zagadnieniami dotyczące systemów zarządzania jakością, środowiskiem, bezpieczeństwem i higieną pracy oraz laboratorium, wybrane normy branżowe.	2
Wy6	Organizacja i zarządzanie procesem produkcyjnym – przygotowanie planów, budżetów, produkcji.	2
Wy7	Strategia technologiczna, wybór technologii – zasady wyboru i wdrażania technologii.	2
Wy8	Kolokwium cząstkowe.	1
Wy9	Koncepcja produkcji. Parametry produkcji.	2
Wy10	Teoria produkcji. Krótkoterminowe koszty produkcji.	2
Wy11	Długoterminowe koszty produkcji. Badania- projekt – cykl wdrożenia.	2
Wy12	Projekt instalacji. Koszt powiększenia skali.	2
Wy13	Wybór optymalnej metody produkcji. Wąskie gardło w produkcji.	2
Wy14	Czas spłaty. Czas trwałości produktu.	2
Wy15	Analiza wybranych procesów.	2
Wy16	Kolokwium cząstkowe.	1
Wy17	Zagadnienia i definicje wstępne oraz aktualne regulacje prawne w gospodarce odpadami.	2
Wy18	Organizacja gospodarki odpadami przemysłowymi. Gospodarka cyrkularna.	2
Wy19	Ogólna klasyfikacja odpadów. Wybrane grupy odpadów przemysłowych i ich charakterystyka.	2
Wy20	Metody unieszkodliwiania odpadów przemysłowych. Selektywna zbiórka i recykling odpadów. Odzysk surowców oraz energii z odpadów przemysłowych.	2
Wy21	Wybrane przykłady procesów i urządzeń stosowanych w przeróbce chemicznych odpadów przemysłowych.	2
Wy22	Wybrane przykłady procesów i urządzeń stosowanych w przeróbce bio-odpadów przemysłowych.	2
Wy23	Przegląd najnowszych kierunków rozwoju technologii unieszkodliwiania odpadów przemysłowych.	2
Wy24	Kolokwium cząstkowe.	1
	Suma godzin	<b>45</b>
<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie. Zasady bezpieczeństwa. Wstęp do program SuperPro Designer.	3
La2	Optymalne parametry procesu. Optymalizacja konstrukcji. Harmonogram procesu.	3
La3	Wykresy Gantta. Zarządzanie zasobami. Kolejność procesów separacji. Procesy up- i down-stream. Koszty separacji.	3
La4	Procesy membranowe. Procesy dyfuzyjne.	3
La5	Wąskie gardła procesu. Procesy oczyszczania.	3
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie, organizacja, omówienie zakresu zajęć. Wybór produktu, cechy, normy, wymagania, program przebiegu procesu produkcyjnego i planowanie zdolności produkcyjnej.	2
Pr2	Analiza rynku i marketingowe aspekty jakości, planowanie lokalizacji oraz	2

	ocena wpływu projektu na środowisko.	
Pr3-4	Prezentacja opracowanej wstępnej koncepcji technologicznej dla wybranego produktu.	4
Pr5	Struktura Księgi Jakości zgodnie z zasadami normy ISO 9001 dotyczącymi nadzoru nad dokumentacją ze szczególnym uwzględnieniem działu produkcji.	2
Pr6-7	Narzędzia i metody doskonalenia jakości – ćwiczenia.	4
Pr8	Przedłożenie koncepcji technologicznej dla wybranego produktu.	1
Pr9	Wprowadzenie do zintegrowanego projektowania procesów - diagramy, normy, przygotowanie schematu ideowego, bilansu materiałowego, schematu aparaturowo-technologicznego.	9
Pr10	Modelowanie, ocena i optymalizacja procesów.	9
Pr11	Zintegrowane projektowanie - ekonomika procesu, wybór materiałów i zarządzanie odpadami przemysłowymi.	9
Pr12	Przygotowanie schematu orurowania i oprzyrządowania.	9
Pr13	Zintegrowana ocena procesu.	5
Pr14	Autoprezentacja.	4
	Suma godzin	<b>60</b>
<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Sposób prowadzenia i zaliczenia zajęć. Wybór tematów prezentacji.	2
Se2	Zawartość prezentacji.	2
Se3	Ogólne bilanse procesu. Strumienie. Analiza planowanych kosztów.	2
Se4	Wybór odpowiedniego sprzętu. Koszty aparatury.	2
Se5	Źródła zasobów i zarządzanie nimi.	2
Se6	Zarządzanie odpadami.	2
Se7	Analiza procesu i optymalizacja.	2
Se8	Prezentacje poszczególnych zagadnień problemowych.	12
Se9	Prezentacja końcowa projektów.	4
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną. N2. Wygłoszenie referatu. N3. Rozwiązywanie zadań i problemów dla opracowanego projektu. N4. Przygotowanie i prezentacja projektu. N5. Opracowanie dokumentacji projektowej z wykorzystaniem pakietów programów komputerowych. N6. Wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania do tworzenia projektów indywidualnych. N7. Konsultacje. N8. Wycieczka dydaktyczna na instalację chemiczną.		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (Wykład)	PEK_W01-PEK_W04	Kolokwium cząstkowe
F2 (Wykład)	PEK_W05-PEK_W06	Kolokwium cząstkowe
F3 (Wykład)	PEK_W07-PEK_W08	Kolokwium cząstkowe
P (Wykład)= F1+F2+F3 P = 3,0 jeżeli suma punktów w zakresie 50-60% 3,5 jeżeli suma punktów w zakresie 61-72% 4,0 jeżeli suma punktów w zakresie 73-82%		

4,5 jeżeli suma punktów w zakresie 83-92% 5,0 jeżeli suma punktów w zakresie 93-100% 5,5 jeżeli suma punktów wyniesie 100%, oraz student wykaże się wiedzą wykraczającą poza obowiązujący zakres materiału		
P (Laboratorium)	PEK_U06-PEK_U07 PEK_K03	Projekt wykonany z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania
P (Laboratorium) P = 3,0 jeżeli suma punktów w zakresie 50-60% 3,5 jeżeli suma punktów w zakresie 61-72% 4,0 jeżeli suma punktów w zakresie 73-82% 4,5 jeżeli suma punktów w zakresie 83-92% 5,0 jeżeli suma punktów w zakresie 93-100% 5,5 jeżeli suma punktów wyniesie 100%, oraz student wykaże się wiedzą wykraczającą poza obowiązujący zakres materiału		
F1 (Projekt)	PEK_U01	Rozwiązywanie zadań
F2 (Projekt)	PEK_U02 PEK_K01	Prezentacja i przedłożenie koncepcji technologicznej dla wybranego produktu
F3 (Projekt)	PEK_U08 PEK_K02-PEK_K04	Autoprezentacja
F4 (Projekt)	PEK_U03-PEK_U05 PEK_K02-PEK_K04	Ocena projektu
P(projekt) = (0,3 F1+0,7 F2+0,4 F3 +0,6 F4)/2 P = 3,0 jeżeli suma punktów w zakresie 50-60% 3,5 jeżeli suma punktów w zakresie 61-72% 4,0 jeżeli suma punktów w zakresie 73-82% 4,5 jeżeli suma punktów w zakresie 83-92% 5,0 jeżeli suma punktów w zakresie 93-100% 5,5 jeżeli suma punktów wyniesie 100%, oraz student wykaże się wiedzą wykraczającą poza obowiązujący zakres materiału		
F1 (Seminarium)	PEK_U08 PEK_K03-PEK_K04	Prezentacja
F2 (Seminarium)	PEK_U08 PEK_K03-PEK_K04	Prezentacja
P(Seminarium)=F1+F2 P = 3,0 jeżeli suma punktów w zakresie 50-60% 3,5 jeżeli suma punktów w zakresie 61-72% 4,0 jeżeli suma punktów w zakresie 73-82% 4,5 jeżeli suma punktów w zakresie 83-92% 5,0 jeżeli suma punktów w zakresie 93-100% 5,5 jeżeli suma punktów wyniesie 100%, oraz student wykaże się wiedzą wykraczającą poza obowiązujący zakres materiału		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] B. Sujak-Cyruł, Quality management systems: an introduction to the project of documenting and audit of quality management systems, Wrocław, Wrocław University of Technology; Łódź: PRINTPAP, 2011.		
[2] S.E. Windsor, An introduction to green process management, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, cop. 2011.		
[3] N.R. Tague, The quality toolbox, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2005.		
[4] Official website of European Chemical Agency <a href="https://echa.europa.eu/pl">https://echa.europa.eu/pl</a> .		
[5] Best available techniques Reference document (BREFs) developed under the IPPC Directive and the IED <a href="http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference">http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference</a> .		
[6] F.N. Fraser, Global engineering economics, Financial decision making for engineers, 4th Ed.,		

- Prentice Hall, Toronto, 2009.
- [7] E. Heinzle, A.P. Biwer, C.L. Cooney - Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment, Wiley 2006.
- [8] L.T. Blank, A. Tarquin, Engineering Economy, 6th Ed., McGraw-Hill, Boston, 2005.
- [9] Cz. Rosik-Dulewska, Podstawy gospodarki odpadami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.
- [10] T. Piecuch, J. Dąbrowski, Procesy i urządzenia w przeróbce odpadów przemysłowych, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2016.
- [11] R. Turton, R. C. Bailie, W. B. Whiting, J. A. Shaeiwitz, D. Bhattacharyya, Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 4th Edition, Prentice Hall, 2012.
- [12] W.D. Seider, D.R. Lewin, J.D. Seader, S. Widagdo, R. Gani, K- Ming. Ng, Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation, 4th Edition, Wiley, 2016.
- [13] Lista tematów projektowych – do wyboru.
- [14] Lista BAT odpowiednich do tematów projektowych.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Woodard & Curran, Inc., Industrial Waste Treatment Handbook, Elsevier, 2006.
- [2] S. Zabawa, Zarządzanie gospodarką odpadami: techniczno-organizacyjno-prawne aspekty gospodarki odpadami, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2010.
- [3] B. Tora, Niekonwencjonalne metody wykorzystania odpadów przemysłowych, Wydawnictwa AGH, Kraków 2013.
- [4] D. A. Vallero, Environmental Biotechnology: A Biosystems Approach, Academic Press, 2010.
- [5] G.M. Evans, J.C. Furlong, Environmental Biotechnology: Theory and Application, Wiley, 2002.
- [6] H.V. Mott, Environmental Process Analysis: Principles and Modeling, Wiley, 2013.
- [7] R.C. Gaur, Basic Environmental Engineering Paperback, New Age International Publisher, 2008.
- [8] R.G. Harrison, P. Todd, S.R. Rudge, D.P. Petrides - Bioseparations Science and Engineering, Oxford, 2002.
- [9] Instrukcja użytkownika do program SuperPro Designer.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr hab. inż. Krystyna Hoffman, [krystyna.hoffmann@pwr.edu.pl](mailto:krystyna.hoffmann@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Marta Huculak-Mączka, [marta.huculak@pwr.edu.pl](mailto:marta.huculak@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Karolina Labus, [karolina.labus@pwr.edu.pl](mailto:karolina.labus@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Konrad Matyja, [konrad.matyja@pwr.edu.pl](mailto:konrad.matyja@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Michał Araszkievicz, [michal.araszkievicz@pwr.edu.pl](mailto:michal.araszkievicz@pwr.edu.pl)  
 dr hab. inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl) (przygotowanie karty przedmiotu)



FACULTY CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish:	Aparaty i metody inżynierii chemicznej				
Name of subject in English:	Chemical Processes Equipment and Methods				
Main field of study (if applicable):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	60		60	60	15
Number of hours of total student workload (CNPS)	180		120	120	30
Form of crediting	Examination		crediting with grade	crediting with grade	crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	6		4	4	1
including number of ECTS points for practical (P) classes			4	4	1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	2,6		2,8	3	0.7
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of physics and general chemistry.</li> <li>2. Understanding of energy, power, heat and mass transfer concepts.</li> <li>3. Understanding of thermodynamics rules.</li> <li>4. Basics of calculus.</li> <li>5. Good knowledge of international system of units (SI).</li> <li>6. Knowledge of the principles of technical drawing and the ability to use AutoCAD.</li> </ol>					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
<p>C1 Acquaintance student with technological process, apparatus and equipment being part in chemical installation.</p> <p>C2. Gaining by the student the basic knowledge on the work of the process equipment applied for material transportation, heat and mass transfer.</p> <p>C3. Acquaintance student with design methods and selection rules for the apparatus applied in chemical installations. Rules of material selection for the equipment construction.</p> <p>C4. Acquaintance students with the apparatus for measurement, manual and automatic control, applied in a chemical installations.</p> <p>C5. Acquaintance students with raw materials and energy supply systems.</p> <p>C6 . Analysis of current fossil fuels resources.</p> <p>C7 . Analysis of possibilities of energy production from renewable resources.</p> <p>C8 . Understanding of operation principles of engines producing energy from renewable resources.</p> <p>C9. Analysis of current trends in electricity production from renewable resources.</p> <p>C10. Analysis of problems related to energy storage.</p> <p>C11. Analysis of relations between energy production/consumption and global climate changes.</p> <p>C12. Getting familiar with the idea of applied a membrane processes in the clean technology.</p> <p>C13. Getting familiar with types of membranes, structure of membranes modules and scheme of modules connecting.</p>					

- C14. Getting familiar with pressure and diffusion membrane technics and their applications  
 C15. Getting familiar with equipment applied in membrane processes.  
 C16. Learning the methods of yield and effectiveness processes membranes determination  
 C17. Learning the application of membrane processes in different industrial areas.  
 C18. Getting familiar with drying technology and drying apparatuses.  
 C19. Getting familiar with microwave technology.  
 C20. Getting familiar with IR technology.  
 C21. Getting familiar with safety regulations used with microwave equipment.  
 C22. Knowledge of measurements techniques in microwave technology.  
 C23. Acquainting with modern software for simulation and design of chemical plants.  
 C24. Acquainting with building models of unit operations and chemical plants.  
 C25. Teaching of performing of simulations and design computations.  
 C26. Teaching of searching for and calculating physical properties of substances and mixtures in simulation software.  
 C27. Presentation of methods for searching for, processing and analysing calculation results.  
 C28. Familiarization of the student with the principles of creating and reading technological schemes.  
 C29. The ability to use computer-aided design in the creation and modification of technological schemes.

### SUBJECT LEARNING OUTCOMES

#### relating to knowledge:

- PEK\_W01 – knows what the technological process, production installation are, and what role the different apparatus play in the process installation.  
 PEK\_W02 – knows basic equipment applied in the chemical industry installation.  
 PEK\_W03 – knows fundamentals of design of unit operations and selection of the apparatus and constructional materials.  
 PEK\_W04 – knows the rules of the measurement and control equipment selection as well as safety rules applied for chemical installations.  
 PEK\_W05 – knows the systems for raw materials and energy supply.  
 PEK\_W06 – understands the notion of renewable and non-renewable energy source.  
 PEK\_W07 – knows conventional and renewable energy sources and their availability.  
 PEK\_W08 – knows the methods of electricity production from conventional and renewable energy sources.  
 PEK\_W09 – knows the basic methodology of conception of installations producing electricity from renewable resources.  
 PEK\_W10 – is aware of current trends in research in the domain of energy.  
 PEK\_W11 – is able to analyze the adequacy of a system of energy production from renewable source, for a given application.  
 PEK\_W12 – knows about advanced thermal technologies: microwaves and IR  
 PEK\_W13 – knows about drying technology and equipment used in it

#### relating to skills:

- PEK\_U01 – can determine process parameters (pressure, pressure drop, temperature, flow-rate, power consumption, mixer revolutions).  
 PEK\_U02 – can determine the physico-chemical properties of the substances used in a technological process.  
 PEK\_U03 – can proceed process calculations for selected unit operations.  
 PEK\_U04 – manages to select the apparatus for measurement and control of the process installation.  
 PEK\_U05 – is able to analyze the effectiveness of energy recovery from a given renewable source.  
 PEK\_U06 – is able to compare the renewable energy resources regarding the efficiency of energy recovery, and the environmental impact of their exploitation.  
 PEK\_U07 – is able to propose new potential applications using energy from renewable resources.

PEK\_U08 –Can carry out mixture separation on laboratory scale applying processes of microfiltration and reverse osmosis.

PEK\_U09 –Can carry out the process of pervaporation and dialysis.

PEK\_U10 - Can describe mathematically the work of membrane bioreactor and carry on verifying experiment.

PEK\_U11 –Can select the membrane material for a specific membrane process.

PEK\_U12- Can build the mathematical model of the process and to perform simulations.

PEK\_U13- Can perform sensitivity analyses, optimisation calculations and to set design specifications.

PEK\_U14- Can perform simulations and design calculations of chosen unit operations.

PEK\_U15- Can perform an analysis of physical properties and to determine physical data necessary for computations.

PEK\_U16- Can create and read a technological scheme.

PEK\_U17- Can use the methods of computer aided design in the creation and modification of technological schemes.

**relating to social competences:**

PEK\_K01 – can discuss the problems of the work conditions and equipment selection for chemical technology installation.

PEK\_K02 – can work in a team.

PEK\_K01 – is able to discuss the issues related to energy production from conventional (fossil, nuclear) sources;

PEK\_K03 – is able to present the arguments for the reorientation of countries energy politics towards the renewable sources;

PEK\_K04 – is able to take part and argue in discussions about global warming, its causes and consequences.

PEK\_K05 – how to appreciate the quality of an experimental result ;

PEK\_K06 – how to critically evaluate the veracity of statistical analysis of any data.

### PROGRAMME CONTENT

Lectures		Number of hours
<b>Chemical Process Equipment</b>		
Lec1	Technological process. Unit processes and unit operations. Scheme of a technological system. Rules of the equipment selection.	2
Lec2	Equipment and methods for raw materials, semi-products, products, wastes storage.	2
Lec3	Means of transport for the materials. Friction losses during the process of fluids transportation in the pipelines.	2
Lec4	Equipment for grinding, mixing, sedimentation, filtration and spinning.	2
Lec5	Equipment for heat transfer.	2
Lec6	Equipment for evaporation and liquid solutions concentration.	2
Lec7	Equipment for cristalization.	2
Lec8	Equipment for absorption and distillation.	2
Lec9	Equipment for extraction and adsorption.	2
Lec10	Chemical reactors.	2
Lec11	Rules of the apparatus design and the selection of constructional materials.	2

Lec12	Equipment for measurement and control in the chemical installations.	2
Lec13	Systems of raw materials and Energy supply.	2
Lec14	Technical safety in a production installation.	2
Lec15	Written exam.	2
	Total hours	<b>30</b>
<b>Membrane Processes</b>		
Lec1	An introduction to the course. A chemical and structural classification of membranes. The idea of clean and cleaning technologies. The types of membrane processes.	2
Lec2	The types of membrane modules. A possibility of modules connection. An yield and effectiveness of membrane processes.	2
Lec3	Pressure processes – micro, ultrafiltration – basics and application. Fouling – prevention methods.	2
Lec4	Pressure processes – nanofiltration, reverse osmosis – basics and application. Application of membranes in drinking water production.	2
Lec5	An introduction to diffusion membrane processes – gas and vapor separation, pervaporation – an idea of process, properties of membranes, and an application.	2
Lec6	A membrane distillation and extraction. The liquid membranes.	2
Lec7	A dialysis – basics of process and application. The factors decrease an effectiveness of membrane process.	2
Lec8	The most popular application of membrane process in industry	2
Lec9	Drying processes – background	2
Lec10	Dryers – apparatuses	2
Lec11	Microwave technology	2
Lec12	Microwave equipment	2
Lec13	Measurements methods in microwave technology	2
Lec14	Infrared technology and equipment	2
Lec15	Specific risk management and safety procedures in chemical engineering thermal technologies	2
	<b>Number of hours</b>	<b>30</b>
<b>Renewable Energy Sources</b>		
Lec 1	Introduction. Notion of energy and energy source. Energy production vs. modern world's needs. Energy and planet overpopulation.	2
Lec 2	Non-renewable energy sources. Coal, oil, natural gas. Nuclear energy.	2
Lec 3	Biofuels.	2
Lec 4	Hydro energy.	2
Lec 5	Geothermic energy. Wind energy.	2
Lec 6	Solar (thermal) energy.	2
Lec 7	Solar (photovoltaic) energy.	2

Lec 8	Energy production/consumption vs. climate changes. Energy storage.	1
	Total hours	<b>15</b>
<b>Laboratory</b>		
<b>Chemical Process Equipment</b>		
La1	Liquid mixer examination..	5
La2	Examination of heat exchangers of different types..	5
La3	Absorption in a packed column.	5
La4	Continuous and batch rectification.	10
La5	Liquid-liquid extraction.	5
	Total hours	<b>30</b>
<b>Membrane processes</b>		
La1	Microfiltration – getting familiar with microfiltration installation, determination a permeate stream, retention coefficient of components mixture. Getting familiar with fouling phenomenon.	5
La2	Ultrafiltration – getting familiar with ultrafiltration installation, fractionation conception, and cut – off definition. Balancing of membrane systems.	5
La3	Nanofiltration – learning about the mixed separation mechanism, i.e. sieve and diffusion ones. A comparison of permeate stream decline (MF, UF and NF) and the different mechanisms of transport.	5
La4	Pervaporation – getting familiar with pervaporation installation, determination a selectivity and enrichment coefficient and learning about a collection of permeate in vacuum condition	5
La5	Dialysis – getting familiar with hemodialysis module and the system of stream regulation in this type of module. Determination of mass transfer and dialysis coefficient.	5
La6	Membrane extraction – getting familiar with mechanism of membrane extraction, selection of process conditions, developing a partition coefficient. A comparison to classic process of extraction.	5
		<b>30</b>
<b>Seminar</b>		
<b>Renewable Sources of Energy</b>		
Se1	Coal gasification. Clean coal. CO <sub>2</sub> Sequestration and use.	2
Se2	Fracking of oil and gas. Gas exploitation vs. renewable energy sources.	2
Se3	Nuclear energy: ‘fusion’ or ‘fission’? Security of nuclear power plants. New generation reactors.	2
Se4	Zero emission cars. Alternative transportation fuels.	2
Se5	Small scale hydro- and wind energy: possibilities, cost, environmental impact.	2
Se6	Small scale solar installations (thermal and photovoltaic). Cost.	2
Se7	Energy storage: why? at which extend? Cost? New solutions.	2
Se8	Energy production/consumption and climate changes. Pollution. Species extinction.	1
	Total hours	<b>15</b>
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>

<b>Aspen – optimisation of unit processes</b>		
Pr1, Pr2	Presentation of passing rules. Discussion on usage of simulation software in chemical and process engineering. Introduction into Aspen Plus interface. Rules of appropriate choice of physical properties models. Simulation of flash distillation and rectification	4
Pr3, Pr4	Sensitivity analysis and design specification	4
Pr5	Fundamentals of hydraulic calculations. Calculations of pressure drops in pipelines. Simulation of the operation of media displacement equipment. The issue of cavitation	2
Pr6	Specifying properties of solid-state materials, including granular materials. Simulation of separation of solid materials	2
Pr7	Test 1	2
Pr8, Pr9	Analysis and estimation of physical properties of pure components and mixtures	4
Pr10	Simulation of extraction process	2
Pr11	Specifying chemical reactions. Available models of reactors. Simulation of the operation of chemical reactors	2
Pr12	Elements of heat exchange calculations – introduction to Aspen Exchanger Design and Rating	2
Pr13	Optimisation of chemical plant operation	2
Pr14	Topics to choose from: simulation of a chosen chemical plant operation or regression of physical parameters or elements of economic calculations	2
Pr15	Test 2	2
	Total hours	<b>30</b>
<b>Industrial plant engineering and design</b>		
Pr1	Introduction into the environment of AutoCAD Plant 3D. Familiarization with the user interface.	2
Pr2	Creating and managing a project in AutoCAD Plant 3D. Files management. Familiarization with the different work spaces.	2
Pr3-4	P&ID drawing - creating a design and a technological drawing in 2D. Inserting process equipment into the installation diagram. Pipelines. Adding fittings. Adding descriptions to the technological drawing.	4
Pr5	Modeling of steel constructions in 3D model.	2
Pr6-9	Industrial plant 3D Project. Addition and configuration of process equipment Connecting equipment with pipelines, addition of fittings.	8
Pr10	Working with the specification editor and part catalog - AutoCAD Plant 3D Spec Editor.	2
Pr11-12	Documentation - creating and printing 2D documentation in AutoCAD Plant 3D.	4
Pr13-14	Design data management and reporting in AutoCAD Plant 3D. Data exchange with other applications - AutoCAD, Inventor Professional, Excel.	4
Pr15	Presentation and submission of the final project documentation in AutoCAD Plant 3D.	2
	Total hours	<b>30</b>

<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
<p>N1. Lecture.            N2. Discussion.            N3. Computer and oral presentation.            N4. Various media resources (internet, press, TV).            N5. Experiment.            N6. Report of the work.            N4. Every week test of knowledge.            N6. Description of the results with the use of graphical computer programs.            N7. Selected membranes application presentation.            N8. Consultations.</p> <p>N9. Computer simulations with the use of Aspen Plus and Aspen Exchanger Design and Rating software.            N10. Computations of physical and chemical properties of substances and mixtures with the use of Aspen Properties software.            N11. Individual work in simulation software.</p> <p>N12. Using Autodesk Plant 3D software, AutoCAD, Autodesk Inventor.            N13. Preparing the project.</p>		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1 (lecture 1)	PEK_W01-PEK_W11.	Exam
P2 (lecture 2)	PEK_W12-PEK_W18	Presentation on a chosen aspect/application of renewable energy sources will be graded
P3 (lab. 1)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04.	Test at the beginning of each lab. (70%), report evaluation (30%).
P4 (lab. 2)	PEK_U11- PEK_U14	Test at the beginning of each lab. (50%) + laboratory activity (25%) + report (25%)
F1, F2 (project 1)	PEK_U12- PEK_U15.	Partial test no 1, Partial test no 2.
P5 (project 1)		50%F1+50%F2
P6 (project 2)	PEK_U16-PEK_U17	Project report
P7 (seminar 1)	PEK_U05- PEK_U07. PEK_U08- PEK_U10.	Presentation on a chosen aspect/application of renewable energy sources will be graded
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] R. Koch, A. Noworyta, *Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej*. WNT 1992.  
 [2] A. Skoczylas, J. Dziak, *Procesy cieplne w inżynierii chemicznej*, Oficyna Wydawnicza PWr 2015.  
 [3] R.Koch, A. Koziół, *Dyfuzyjno-cieplny rozdział substancji*. WNT 1994.  
 [4] J.R. Couper, W.R. Penney, J.R. Fair, S.M. Walas, *Chemical Process Equipment*, Elsevier 2005.  
 [4] D.W. Green, R.H. Perry, *Perry's chemical engineers' handbook*, 8-th ed., McGraw-Hill 2007.  
 [5] R.Ehrlich, H.A. Geller, *Renewable Energy*, CRC Press 2017.
- [6] R. Rautenbach – *Procesy membranowe*, Wyd. Naukowo-Techniczne, W-wa 1996  
 [7] M.Bodzek, K.Konieczny – *Techniki membranowe w ochronie środowiska*, Gliwice 1997  
 [8] A.Narębska – *Membrany i membranowe techniki rozdziału*, Toruń 1997
- [9] K. Al-Malah, *Aspen Plus® Chemical Engineering Applications*, Wiley, Hoboken, 2017.  
 [10] R. Schefflan, *Teach Yourself the Basics of Aspen Plus*. Wyd. 2., Wiley, 2016.  
 [11] Pomoc programu Aspen Plus.
- [12] Tickoo S., *AutoCAD Plant 3D 2018 for Designers*, ADCIM Technologies; 4<sup>th</sup> edition, 2017  
 [13] Toghraei M., *Piping and Instrumentation Diagram Development*, Wiley-Aiche, 2019  
 [14] Metaxas A.C., Meredith R.J., *Industrial Microwave Heating (Energy Engineering)*, The Institution of Engineering and Technology (June 30, 1988)

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] T. Hobler, *Ruch ciepła i wymienniki*, WNT 1986  
 [2] T. Hobler, *Dyfuzyjny ruch masy i absorberzy*, WNT 1976,  
 [3] Z. Ziołkowski, *Destylacja i rektyfikacja w przemyśle chemicznym*, WNT 1978  
 [4] Z. Ziołkowski, *Ekstrakcja w przemyśle chemicznym*, WNT 1980.  
 [5] A.Trusek-Holownia – *Membrane bioreactors- models for bioprocess design*, NY 2011.  
 [6] J. Haydary, *Chemical Process Design and Simulation: Aspen Plus and Aspen Hysys Applications*, Wiley, 2019.  
 [7] S. I. Sandler, *Using Aspen Plus in Thermodynamics Instruction: A Step-by-Step Guide*. Wiley, 2015.  
 [8] R. Turton, J. A. Shaeiwitz, D, Bhattacharyya, W. B. Whiting, *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*. Wyd. 5., Prentice Hall, 2018.  
 [9] M. Mulder, *Basic Principles of membrane technology*, Kluwer Academic Publishers, 1991  
 [10] R.D. Noble, S.A. Stern, *Membrane separation technology. Principles and applications*, Elsevier, 1995  
 [11] Martyn S. Ray, *Chemical Engineering Design Project: A Case Study Approach*, 2<sup>nd</sup> edition, CRC, 1998

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

**Dr Janusz DZIAK** e-mail: [janusz.dziak@pwr.edu.pl](mailto:janusz.dziak@pwr.edu.pl),  
**Prof. Lucyna FIRLEJ** e-mail: [lucyna.firlej@umontpellier.fr](mailto:lucyna.firlej@umontpellier.fr)  
**Prof. Anna Trusek** e-mail: [anna.trusek@pwr.edu.pl](mailto:anna.trusek@pwr.edu.pl)  
**Dr Magdalena Lech** e-mail: [magdalena.lech@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.lech@pwr.edu.pl)



**Mgr Piotr Korman e-mail: [piotr.korman@pwr.edu.pl](mailto:piotr.korman@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl)**

**Mgr inż. Mateusz Kruszelnicki, [mateusz.kruszelnicki@pwr.edu.pl](mailto:mateusz.kruszelnicki@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Aparaty i metody inżynierii chemicznej					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chemical Processes Equipment and Methods					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Chemiczna i Procesowa					
Specjalność (jeśli dotyczy): Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology					
Poziom i forma studiów: II stopień stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu					
Grupa kursów NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60		60	60	15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180		120	120	30
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	6		4	4	1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4	4	1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2,6		2,8	3	0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy fizyki i chemii ogólnej.</li> <li>2. Zrozumienie pojęć energii, mocy, wymiany ciepła, wymiany masy.</li> <li>3. Zrozumienie zasad termodynamiki.</li> <li>4. Podstawy analizy matematycznej.</li> <li>5. Dobra znajomość międzynarodowego systemu jednostek (SI).</li> <li>6. Znajomość zasad rysunku technicznego i umiejętność podstaw obsługi programu AutoCAD.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 . Zapoznanie studentów z procesem technologicznym, z aparatami i urządzeniami wchodzącymi w skład układu technologicznego i instalacji produkcyjnej.					
C2 . Uzyskanie podstawowej wiedzy o budowie i działaniu aparatury i urządzeń do realizacji procesów przepływowych, cieplnych i dyfuzyjnych oraz innych stosowanych w operacjach towarzyszących.					
C3 . Zapoznanie studentów z zasadami projektowania i doboru aparatury, urządzeń i materiałów konstrukcyjnych na potrzeby instalacji produkcyjnej w przemyśle chemicznym.					
C4 . Zapoznanie studentów z aparaturą kontrolną, pomiarową, układami automatycznej regulacji i sterowania w instalacji produkcyjnej oraz bezpieczeństwa technicznego instalacji.					
C5 . Zapoznanie studentów z systemem zaopatrzenia w surowce i energię.					
C6 . Analiza aktualnego stanu zasobów kopalnych źródeł energii.					
C7 . Analiza możliwości produkcji energii z odnawialnych źródeł.					
C8 . Zrozumienie podstaw działania urządzeń produkujących energię ze źródeł odnawialnych.					
C9 . Analiza aktualnych trendów ewolucji produkcji energii elektrycznej.					
C10 . Zrozumienie problemów związanych z przechowywaniem energii.					

- C11. Analiza wpływu pozyskiwania energii z różnych źródeł na klimat.  
 C12. Zapoznanie się z ideą stosowania procesów membranowych w czystych technologiach.  
 C13. Poznanie rodzajów membran, budowy modułów membranowych, schematów łączenia modułów.  
 C14. Zapoznanie się z ciśnieniowymi i dyfuzyjnymi technikami membranowymi i ich aplikacjami.  
 C15. Zapoznanie się z aparaturą stosowaną w procesach membranowych.  
 C16. Zapoznanie się z metodami oznaczania wydajności i efektywności procesów membranowych.  
 C17. Poznanie zastosowań przemysłowych procesów membranowych.  
 C18. Zapoznanie się z technologią suszenia i aparaturą suszarniczą.  
 C19. Zapoznanie się z technologią mikrofalową.  
 C20. Zapoznanie się z technologią IR.  
 C21. Zapoznanie z zasadami bezpieczeństwa przy stosowaniu mikrofal.  
 C22. Znajomość technik pomiarowych w środowisku mikrofalowym.  
 C23. Zapoznanie z nowoczesnymi programami do symulacji i projektowania instalacji chemicznych.  
 C24. Nauczenie budowy modeli procesów jednostkowych oraz instalacji chemicznych.  
 C25. Nauczenie wykonywania obliczeń symulacyjnych oraz projektowych.  
 C26. Nauczenie wyszukiwania oraz obliczania właściwości fizycznych substancji i mieszanin w programach symulacyjnych.  
 C27. Nauczenie wyszukiwania, przetwarzania i analizowania uzyskanych wyników obliczeń.  
 C28. Zapoznanie studenta z zasadami tworzenia i odczytywania schematów technologicznych.  
 C29. Umiejętność wykorzystania komputerowego wspomaganie projektowania w tworzeniu i modyfikacji schematów technologicznych.

#### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

##### **Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01 – Wie, czym jest proces technologiczny, układ technologiczny, instalacja produkcyjna; zna rolę aparatów i urządzeń w układzie technologicznym i w instalacji produkcyjnej.  
 PEK\_W02 – Zna podstawowe aparaty i urządzenia stosowane w instalacjach przemysłowych.  
 PEK\_W03 – Zna podstawy projektowania operacji jednostkowych oraz zasady doboru aparatów i urządzeń oraz materiałów konstrukcyjnych na potrzeby instalacji produkcyjnej.  
 PEK\_W04 – Zna zasady wyposażenia instalacji produkcyjnej w aparaturę kontrolno-pomiarową, regulacyjną i układy sterowania; zna zasady zapewniania bezpieczeństwa technicznego instalacji.  
 PEK\_W05 – Zna system i procedury zaopatrzenia w surowce i energię.  
 PEK\_W06 – wie, co oznaczają pojęcia energii odnawialnej i nieodnawialnej.  
 PEK\_W07 – zna konwencjonalne i odnawialne źródła energii oraz ich zasoby.  
 PEK\_W08 – zna metody produkcji energii elektrycznej z konwencjonalnych i odnawialnych źródeł.  
 PEK\_W09 – zna zasady metodologii projektowania systemów do produkcji energii odnawialnych.  
 PEK\_W10 – zna aktualne trendy badań w dziedzinie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.  
 PEK\_W11 – potrafi przeprowadzić krytyczną analizę szczegółową systemu produkcji energii ze źródła odnawialnego w funkcji potencjalnego zastosowania.  
 PEK\_W12 – zna pojęcie „membrany” i rodzaje materiałów membranowych  
 PEK\_W13 - zna konstrukcję modułów membranowych i ideę tworzenia systemów wielomodułowych  
 PEK\_W14 – zna zakres stosowania membranowych procesów ciśnieniowych  
 PEK\_W15 – zna podstawowe procesy membranowe separujące składniki na drodze dyfuzji  
 PEK\_W16 – zna czynniki zmniejszające wydajność procesów membranowych i sposoby na utrzymanie stałości strumienia permeatu

PEK_W17 – potrafi wymienić po kilka aplikacji każdego z procesów i omówić je szczegółowo
PEK_W18 - ma wiedzę na temat przeniesienia skali procesów
PEK_W19 – ma wiedzę o zaawansowanych technologiach cieplnych: mikrofalowych i w podczerwieni
PEK_W20 – ma wiedzę o procesach suszarniczych i sprzęcie w nich wykorzystywanym
<b>Z zakresu umiejętności:</b>
PEK_U01 – Potrafi określić parametry procesu (ciśnienie, spadek ciśnienia, temperatura, natężenie przepływu, zużycie energii, obroty mieszadła).
PEK_U02 – Potrafi ustalić właściwości fizykochemiczne substancji stosowanych w procesie technologicznym.
PEK_U03– Potrafi wykonać obliczenia projektowe wybranych operacji jednostkowych.
PEK_U04 – potrafi wstępnie dobrać aparaturę kontrolno–pomiarową, regulacyjną dla instalacji procesowej.
PEK_U05 – potrafi przeanalizować efektywność pozyskiwania energii.
PEK_U06 – potrafi porównać różne źródła energii z punktu widzenia ich efektywności.
PEK_U07 – potrafi zaproponować nowe projekty zastosowań energii ze źródeł odnawialnych.
PEK_U08 – potrafi przeprowadzić w skali laboratoryjnej rozdział mieszaniny stosując proces mikrofiltracji oraz odwróconej osmozy.
PEK_U09 – potrafi przeprowadzić proces perwaporacji, dializy.
PEK_U10 - umie opisać matematycznie pracę bioreaktora membranowego i przeprowadzić eksperymenty weryfikujące.
PEK_U11 – potrafi dobrać materiał membrany do konkretnego procesu membranowego.
PEK_U12- Umie zbudować matematyczny model procesu i wykonać obliczenia symulacyjne w pakiecie do obliczeń inżynierskich.
PEK_U13- Potrafi wykonać analizę wrażliwości, uzgodnić specyfikacje projektowe oraz przeprowadzić obliczenia optymalizacyjne.
PEK_U14- Umie wykonać obliczenia symulacyjne i projektowe wybranych operacji jednostkowych.
PEK_U15- Potrafi wykonać analizę właściwości fizycznych oraz wyznaczyć potrzebne do obliczeń dane fizyczne.
PEK_U16- Student potrafi utworzyć i odczytać schemat technologiczny.
PEK_U17- Student potrafi wykorzystać metody wspomaganie komputerowego w tworzeniu i modyfikacji schematów technologicznych.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>
PEK_K01 – potrafi argumentować w dyskusjach nt. doboru urządzeń dla prowadzenia określonego procesu chemicznego.
PEK_K02 – potrafi współpracować w zespole.
PEK_K03 – potrafi argumentować w dyskusjach nt. zasobów konwencjonalnych źródeł energii.
PEK_K04 – potrafi argumentować w dyskusjach o konieczności przestawienia energetyki kraju na odnawialne źródła energii.
PEK_K05 – potrafi zająć pozycje w dyskusjach nt. globalnego ocieplenia, jego powodów i konsekwencji.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Proces technologiczny. Operacje i procesy jednostkowe. Schematy układu technologicznego. Zasady doboru aparatów i urządzeń.	2

Wy2	Urządzenia do przechowywania surowców, półproduktów, produktów i odpadów.	2
Wy3	Sposoby transportu i urządzenia do transportu materiałów.	2
Wy4	Aparaty do rozdrabniania, mieszania, sedymentacji, filtracji, wirowania.	4
Wy5	Aparaty do wymiany ciepła.	2
Wy6	Aparaty do odparowania, zateżniania roztworów.	2
Wy7	Aparaty do krystalizacji	2
Wy8	Aparaty do absorpcji i destylacji.	2
Wy9	Aparaty do ekstrakcji i adsorpcji.	2
Wy10	Reaktory o działaniu okresowym, przepływowe z idealnym wymieszaniem reagentów, z przepływem tłokowym.	2
Wy11	Zasady projektowania aparatury. Dobór materiałów konstrukcyjnych.	2
Wy12	Aparatura kontrolna, pomiarowa, regulacyjna, sterowanie.	2
Wy13	System zaopatrzenia w surowce i energię instalacji produkcyjnej.	2
Wy14	Bezpieczeństwo techniczne instalacji produkcyjnej.	2
Wy15	Podział chemiczny i strukturalny membran. Idea technologii czystych i czyszczących. Rodzaje procesów membranowych	2
Wy16	Rodzaje modułów membranowych. Możliwości łączenia modułów. Wydajność, efektywność procesów membranowych.	2
Wy17	Procesy ciśnieniowe – mikro, -ultrafiltracja – podstawy i zastosowanie. Fouling – metody zapobiegania.	2
Wy18	Procesy ciśnieniowe – nanofiltracja, odwrócona osmoza – podstawy i zastosowanie. Wykorzystanie nanofiltracji i odwróconej osmozy w produkcji wody pitnej.	2
Wy19	Wprowadzenie do dyfuzyjnych procesów membranowych – separacja par i gazów, perwaporacja – idea procesów, właściwości membran, zastosowanie.	2
Wy20	Destylacja i ekstrakcja membranowa. Membrany ciekłe.	2
Wy21	Dializa – podstawy procesu i zastosowanie. Czynniki zmniejszające efektywność procesów membranowych.	2
Wy22	Omówienie najważniejszych zastosowań procesów membranowych w przemyśle.	2
Wy 23	Procesy suszarnicze – podstawy technologii	2
Wy24	Suszarki - aparatura	2
Wy25	Technologie mikrofalowe	2
Wy26	Aparatura mikrofalowa	2
Wy27	Metody pomiarowe w technologii mikrofalowej	2
Wy28	Technologia podczerwieni i aparatura IR	2
Wy29	Specyficzne zasady bezpieczeństwa oraz zarządzanie ryzykiem w technologiach cieplnych inżynierii chemicznej	2
	Suma godzin	<b>60</b>
<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba</b>

		<b>godzin</b>
La1	Badanie mieszalnika cieczy.	5
La2	Badania różnych typów wymienników ciepła.	5
La3	Absorpcja w kolumnie wypełnionej.	5
La4	Rektyfikacja ciągła i okresowa w układzie alkohol etylowy-woda.	10
La5	Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz.	5
La6	Mikrofiltracja – poznanie budowy jednostki mikrofiltracyjnej, wyznaczenie strumienia permeatu, współczynników retencji składników mieszaniny. Zapoznanie się ze zjawiskiem <i>foulingu</i>	5
La7	Ultrafiltracja – poznanie budowy jednostki ultrafiltracyjnej, zapoznanie się z pojęciem frakcjonowania i współczynnikiem odcięcia. Bilansowanie układów membranowych.	5
La8	Nanofiltracja – poznanie mieszanego mechanizmu separacji tj.: sitowego i dyfuzyjnego. Separacja produktów hydrolizy enzymatycznej. Porównanie spadków strumieni permeatu dla UF, MF, NF oraz RO oraz różnych mechanizmów transportu przez membranę w zależności od techniki membranowej	5
La9	Perwaporacja – poznanie budowy jednostki perwaporacyjnej, próżniowy odbiór permeatu, selektywność membrany perwaporacyjnej, wyznaczania współczynnika selektywności oraz wzbogacenia	5
La10	Dializa – poznanie budowy modułu stosowanego do hemodializy, poznanie zasady podawania strumieni na moduł membranowy, wyznaczenie współczynnika transportu masy oraz współczynnika dializy	5
La11	Ekstrakcja membranowa – poznanie mechanizmu procesu ekstrakcji membranowej, dobór warunków procesowych, wyznaczenie współczynników podziału. Porównanie procesu do ekstrakcji klasycznej	5
Suma godzin		<b>60</b>
<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Omówienie zastosowań pakietów symulacyjnych w inżynierii chemicznej i procesowej. Zapoznanie z interfejsem programu Aspen Plus. Zasady doboru modeli właściwości fizykochemicznych. Symulacja procesu destylacji rzutowej i rektyfikacji ciągłej	4
Pr2	Analiza wrażliwości i specyfikacje projektowe	4
Pr3	Podstawy obliczeń hydraulicznych. Obliczenia spadków ciśnienia w rurociągach. Symulacja działania urządzeń przetłaczających. Zagadnienie kawitacji	2
Pr4	Wprowadzanie specyfikacji stałych surowców, w tym materiałów ziarnistych. Symulacja procesu separacji fazy stałej	2
Pr5	Kolokwium 1	2
Pr6	Analiza i szacowanie właściwości fizykochemicznych substancji czystych i mieszanin	4
Pr7	Symulacja procesu ekstrakcji	2
Pr8	Definiowanie reakcji chemicznych. Dostępne modele reaktorów. Symulacja działania reaktorów chemicznych	2
Pr9	Elementy obliczeń wymiany ciepła – wprowadzenie do programu	2

	Aspen Exchanger Design and Rating	
Pr10	Optymalizacja działania instalacji chemicznej	2
Pr11	Temat do wyboru: symulacja działania wybranej instalacji chemicznej lub regresja parametrów fizykochemicznych lub podstawy obliczeń ekonomicznych	2
Pr12	Wprowadzenie do środowiska pracy w programie AutoCAD Plant 3D. Zapoznanie z interfejsem użytkownika.	2
Pr13	Tworzenie i zarządzanie projektem w AutoCAD Plant 3D. Zarządzanie plikami projektu. Zapoznanie z dostępnymi w programie obszarami roboczymi.	2
Pr14	Rysunek P&ID - tworzenia projektu i rysunku technologicznego w 2D. Wstawianie urządzeń procesowych do schematu instalacji. Orurowanie. Dodawanie armatury. Dodawanie opisów do rysunku.	4
Pr15	Modelowanie konstrukcji stalowych w modelu 3D.	2
Pr16	Projekt instalacji przemysłowej w 3D. Dodawanie i konfiguracja urządzeń procesowych. Łączenie urządzeń rurociągami, dodawanie armatury.	8
Pr17	Praca z edytorem specyfikacji i katalogiem części - AutoCAD Plant 3D Spec Editor.	2
Pr18	Dokumentacja - tworzenie i drukowanie dokumentacji płaskiej w AutoCAD Plant 3D.	4
Pr19	Zarządzanie danymi projektu i tworzenie raportów w AutoCAD Plant 3D. Wymiana danych z innymi aplikacjami – AutoCAD, Inventor Professional, Excel.	4
Pr20	Prezentacja i oddanie dokumentacji projektu końcowego instalacji w AutoCAD Plant 3D.	2
Pr21	Kolokwium 2	2
	Suma godzin	<b>60</b>
<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Gazyfikacja węgla. Czysty węgiel. Sekwestracja i zastosowania CO <sub>2</sub> .	2
Se2	Fracking gazu i ropy. Eksploatacja gazu a odnawialne źródła energii.	2
Se3	Energia jądrowa: ‘fusion’ czy ‘fision’? bezpieczeństwo elektrowni jądrowych. Generatory nowych generacji.	2
Se4	Samochody bezemisyjne. Alternatywne paliwa dla transportu.	2
Se5	Hydroenergia i energia wiatru na małą skalę: możliwości, koszt, wpływ na środowisko.	2
Se6	Wykorzystanie energii słonecznej na małą skalę: instalacje PV i termiczne, koszt.	2
Se7	Składowanie energii: cel, skala, koszt, nowe rozwiązania.	2
Se8	Produkcja energii a zmiany klimatyczne. Zanieczyszczenia i giniecie gatunków.	1
Se1	Gazyfikacja węgla. Czysty węgiel. Sekwestracja i zastosowania CO <sub>2</sub> .	2

	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
<p>N1. Wykład (diaporama).  N2. Dyskusja.  N3. PBL (problem based learning) – analiza wyników otrzymanych na zajęciach laboratoryjnych.  N4. Ciągła (cotygodniowe sprawdziany) kontrola przyswojonych wiadomości.  N5. Wykonanie doświadczenia.  N6. Opis wyników z wykorzystaniem komputerowych programów graficznych.  N7. Prezentacja wybranych aplikacji procesów membranowych.  N8. Symulacje komputerowe z wykorzystaniem programów Aspen Plus i Aspen Exchanger Design and Rating.  N9. Obliczenia właściwości fizycznych i chemicznych substancji i mieszanin z wykorzystaniem programu Aspen Properties.  N10. Praca własna w programach symulacyjnych.  N11. Wykorzystanie oprogramowania Autodesk Plant 3D, AutoCAD, Autodesk Inventor.  N12. Wykonanie projektu.  N13. Konsultacje.</p>		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEK_W01- PEK_W011.	Egzamin pisemny.
F1 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U08-PEK_U11.	Kartkówki s
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U08-PEK_U11.	Sprawozdania
F1(projekt)	PEK_U12- PEK_U17	Kolokwia cząstkowe
F2 (projekt)	PEK_U12- PEK_U17	Projekt końcowy
F1 (seminarium)	PEK_U05-PEK_U07.	Prezentacja



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Koch, A. Noworyta, *Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej*. WNT 1992.
- [2] A. Skoczylas, J. Dziak, *Procesy cieplne w inżynierii chemicznej*, Oficyna Wydawnicza PWr 2015.
- [3] R.Koch, A. Kozioł, *Dyfuzyjno-cieplny rozdział substancji*. WNT 1994.
- [4] J.R. Couper, W.R. Penney, J.R. Fair, S.M. Walas, *Chemical Process Equipment*, Elsevier 2005.
- [4] D.W. Green, R.H. Perry, *Perry's chemical engineers' handbook*, 8-th ed., McGraw-Hill 2007.
- [5] R.Ehrlich, H.A. Geller, *Renewable Energy*, CRC Press 2017.
- [6] R. Rautenbach – *Procesy membranowe*, Wyd. Naukowo-Techniczne, W-wa 1996
- [7] M.Bodzek, K.Konieczny – *Techniki membranowe w ochronie środowiska*, Gliwice 1997
- [8] A.Narębska – *Membrany i membranowe techniki rozdziału*, Toruń 1997
- [9] K. Al-Malah, *Aspen Plus® Chemical Engineering Applications*, Wiley, Hoboken, 2017.
- [10] R. Schefflan, *Teach Yourself the Basics of Aspen Plus*. Wyd. 2., Wiley, 2016.
- [11] *Pomoc programu Aspen Plus*.
- [12] Tickoo S., *AutoCAD Plant 3D 2018 for Designers*, ADCIM Technologies; 4<sup>th</sup> edition, 2017
- [13] Toghraei M., *Piping and Instrumentation Diagram Development*, Wiley-Aiche, 2019
- [14] Metaxas A.C., Meredith R.J., *Industrial Microwave Heating (Energy Engineering)*, The Institution of Engineering and Technology (June 30, 1988)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] T. Hobler, *Ruch ciepła i wymienniki*, WNT 1986
- [2] T. Hobler, *Dyfuzyjny ruch masy i absorbery*, WNT 1976,
- [3] Z. Ziołkowski, *Destylacja i rektyfikacja w przemyśle chemicznym*, WNT 1978
- [4] Z. Ziołkowski, *Ekstrakcja w przemyśle chemicznym*, WNT 1980.
- [5] A.Trusek-Holownia – *Membrane bioreactors- models for bioprocess design*, NY 2011.
- [6] J. Haydary, *Chemical Process Design and Simulation: Aspen Plus and Aspen Hysys Applications*, Wiley, 2019.
- [7] S. I. Sandler, *Using Aspen Plus in Thermodynamics Instruction: A Step-by-Step Guide*. Wiley, 2015.
- [8] R. Turton, J. A. Shaeiwitz, D. Bhattacharyya, W. B. Whiting, *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*. Wyd. 5., Prentice Hall, 2018.
- [9] M. Mulder, *Basic Principles of membrane technology*, Kluwer Academic Publishers, 1991
- [10] R.D. Noble, S.A. Stern, *Membrane separation technology. Principles and applications*, Elsevier, 1995
- [11] Martyn S. Ray, *Chemical Engineering Design Project: A Case Study Approach*, 2<sup>nd</sup> edition, CRC, 1998

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr Janusz Dziak e-mail: [janusz.dziak@pwr.edu.pl](mailto:janusz.dziak@pwr.edu.pl),**  
**Prof. Lucyna Firlej e-mail: [lucyna.firlej@umontpellier.fr](mailto:lucyna.firlej@umontpellier.fr)**  
**Dr Magdalena Lech e-mail: [magdalena.lech@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.lech@pwr.edu.pl)**  
**Mgr Piotr Korman e-mail: [piotr.korman@pwr.edu.pl](mailto:piotr.korman@pwr.edu.pl)**  
**Dr inż. Inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl)**

FACULTY CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in English:	Heterogeneous processes in chemical, food and pharmaceutical industry				
Main field of study (if applicable):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code:					
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	60	15	45	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	180	60	90	60	
Form of crediting	Exam	crediting with grade	crediting with grade	crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	6	2	3	2	
including number of ECTS points for practical (P) classes		2	3	2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	2,6	0,7	2,1	0,75	
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Knowledge of mathematics and mass transfer phenomena on an engineering level					
2. Knowledge of basics of chemical reactor engineering					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 To provide students with a general knowledge about heterogeneous processes in chemical, food and pharmaceutical industry					
C2 To provide students with knowledge about heterogeneous chemical reactors					
C3 To provide students with knowledge about heterogeneous catalysis					
C4 To provide students with knowledge about bioreactors					
C5 To provide students with a general knowledge about high-pressure processes in chemical, food and pharmaceutical industry					
C6 To provide student with an ability to derive a mathematical model of the process and perform simulation calculations.					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>related to knowledge:</b>					
PEK_W01 student knows transport phenomena the processes of chemical engineering and environmental protection.					
PEK_W02 student knows the basic apparatus and devices used in industrial installations.					
PEK_W03 student knows the basics of designing unit operations.					
PEK_W05 student knows about the applications of high-pressure processes.					
PEK_W06 student has knowledge about heterogeneous reactors.					
PEK_W10 student knows the basics and use of bioreactors.					
<b>related to skills:</b>					

PEK\_U02 student is able to derive a mathematical model of the process and perform simulation calculations.

PEK\_U03 student is able to carry out selected unit processes and perform design calculations for them.

PEK\_U04 student is able to perform process optimization calculations.

PEK\_U06 student is able to use transport phenomena in the design of processes.

PEK\_U11 student is able to plan and carry out the process in heterogeneous reactors.

**related to social competences:**

PEK\_K02 student can present the results of the work

PEK\_K03 student is ready to act and think in an entrepreneurial way

### PROGRAMME CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Heterogeneous reactions	2
Lec 2	Gas-liquid and liquid-liquid reaction systems	3
Lec 3	Gas-solid non-catalytic systems	3
Lec 4	Heterogeneous catalysis and catalytic kinetics	3
Lec 5	Mass and heat transfer in heterogeneous catalysis, catalyst effectiveness	3
Lec 6	Analyses and design of heterogeneous reactors	8
Lec 7	Catalyst deactivation and strategies for its testing	3
Lec 8	High-pressure technology – thermodynamic and kinetic properties at high pressure	2
Lec 9	High-pressure industrial reaction units	2
Lec 10	Separation operation and equipment; supercritical fluid extraction	2
Lec 11	Supercritical fluid impregnation	2
Lec 12	Application of supercritical fluids in food and pharmaceutical industry	2
Lec 13	High pressure in renewable energy processes	2
Lec 14	High-pressure homogenization for production of emulsions	1
Lec 15	High-pressure food processing	2
Lec 16	Introduction to Nuclear Chemical Engineering	2
Lec 17	Enrichment of uranium and principles of isotopes separation. Nuclear fuel cycle and reprocessing.	3
Lec 18	Microbiological reactors - division, characteristics	2
Lec 19	Application of microbiological processes.	2
Lec 20	Biofilm.	2
Lec21	Immobilization of catalysts.	2
Lec22	Application of enzymatic catalysis.	2
Lec23	Membrane microbiological reactors	2
Lec24	Membrane enzyme reactors	2
Lec25	Biocatalysis in liquid-liquid systems	1
	Total hours	<b>60</b>

<b>Classes</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Optimal temperature regime in reactor performances	3
Proj 2	Gas-liquid and liquid-liquid reaction systems	3
Proj 3	Gas-solid non-catalytic systems	3
Proj 4	Catalytic reactor design I	3
Proj 5	Catalytic reactor design II	3
	Total hours	15
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Supercritical fluid extraction and impregnation	5
Proj 2	Biodegradation of gaseous pollutants	10
Proj 3	Beer production	15
Proj 4	Immobilization of enzymes	5
Proj 5	Enzymatic catalysis in a mixer and column reactor	10
	Total hours	<b>45</b>
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
Proj 1	Multiply heterogeneous reactions – isothermal performance, process design	3
Proj 2	Multiply heterogeneous reactions – non-isothermal performance, process design	3
Proj 3	Industrial catalytic process design for the net exothermic effect of reactions	3
Proj 4	Industrial catalytic process design for the net endothermic effect of reactions	3
Proj 5	Design of process in a catalytic membrane reactor	3
	Total hours	15
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Multimedia presentation		
N2. Computer / Excel, Polymath, Matlab		
N3. Performing tasks in the laboratory		
N4. Solving tasks		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1		
P	PEK_W01-W03, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W10	Written exam
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1	PEK_W01-W03, PEK_W06	Activity during classes (solving tasks using Polymath and Matlab)
P	PEK_W01-W03, PEK_W06	Written Exam (Computer laboratory)
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W03, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W10	Short test Activity during classes Laboratory reports
P		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W03, PEK_W06	Evaluation of each project performed
P		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
<p>[1] H. Scott Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 3<sup>rd</sup> Ed., 2004</p> <p>[2] James J. Carberry, Chemical and Catalytic Reaction Engineering, McGraw-Hill 1976</p> <p>[3] O. Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley &amp; Sons, New Jersey, 1999</p> <p>[4] High Pressure Process Technology: Fundamentals and Applications, A. Bertuccio and G. Vetter (Editors), Elsevier 2001</p> <p>[5] Bioreactors: Design, Operation and Novel Applications, C-F. Mandenius, Wiley-VCH Verlag. GmbH &amp; Co. KGaA 2016</p>		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b>		
<p>[1] Gas-Liquid-Solid Reactor Design, McGraw-Hill 1979</p> <p>[2] Industrial High Pressure Applications, Rudolf Eggers (Editor), WILEY-VCH, 2012</p> <p>[3]</p>		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
<p>Irena Žižović (<a href="mailto:irena.zizovic@pwr.edu.pl">irena.zizovic@pwr.edu.pl</a>)</p> <p>Anna Trusek (<a href="mailto:anna.trusek@pwr.edu.pl">anna.trusek@pwr.edu.pl</a>)</p>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Heterogeniczne procesy w przemyśle chemicznym, spożywczym i farmaceutycznym				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heterogeneous processes in chemical, food and pharmaceutical industry				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Chemiczna				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Poziom i forma studiów:	2 stopień, stacjonarne				
Rodzaj przedmiotu:	Obowiązkowy				
Kod przedmiotu					
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60	15	45	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180	60	90	60	
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	6	2	3	2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	3	2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2,6	0,7	2,1	0,75	
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość matematyki i zjawisk wymiany masy na poziomie inżynierskim</li> <li>2. Znajomość podstaw inżynierii reaktorów chemicznych</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studenta z tematem zastosowań procesów heterogenicznych w przemyśle chemicznym, spożywczym i farmaceutycznym					
C2 Zapoznanie studenta z tematem heterogenicznych reaktorów chemicznych					
C3 Zapoznanie studenta z tematem katalizy heterogenicznej					
C4 Zapoznanie studenta z tematem bioreaktorów					
C5 Zapoznanie studenta z tematem zastosowań procesów wysokociśnieniowych w przemyśle chemicznym, spożywczym i farmaceutycznym					
C6 Dostarczenie studentowi umiejętności uzyskania matematycznego modelu procesu i przeprowadzenia obliczeń symulacyjnych.					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 Zna zjawiska transportu w procesach inżynierii chemicznej i ochronie środowiska.

PEK\_W02 Zna podstawowe aparaty i urządzenia stosowane w instalacjach przemysłowych.

PEK\_W03 Zna podstawy projektowania operacji jednostkowych.

PEK\_W05 Ma wiedzę na temat zastosowań procesów wysokociśnieniowych.

PEK\_W06 Ma wiedzę na temat reaktorów heterogenicznych.

PEK\_W10 Zna podstawy i zastosowanie bioreaktorów.

**Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U02 Umie zbudować model matematyczny procesu i wykonać obliczenia symulacyjne.

PEK\_U03 Potrafi przeprowadzić wybrane procesy jednostkowe i wykonać dla nich obliczenia projektowe.

PEK\_U04 Potrafi wykonać obliczenia optymalizacyjne procesu.

PEK\_U06 Potrafi wykorzystać zjawiska transportu w projektowaniu procesów.

PEK\_U11 Potrafi zaplanować i przeprowadzić proces w reaktorach heterogenicznych.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K02 Potrafi zaprezentować wyniki pracy

PEK\_K03 Jest gotów do działania i myślenia w sposób przedsiębiorczy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Reakcje heterogeniczne	2
Wy2	Układy reakcji gaz-ciecz i ciecz-ciecz	3
Wy3	Gazowo-stałe systemy niekatalityczne	3
Wy4	Kataliza heterogeniczna i kinetyka katalityczna	3
Wy5	Wymiana masy i ciepła w katalizie heterogenicznej, skuteczność katalizatora	3
Wy6	Analizy i projektowanie reaktorów heterogenicznych	8
Wy7	Dezaktywacja katalizatora i strategię jego testowania	3
Wy8	Technologia wysokociśnieniowa - właściwości termodynamiczne i kinetyczne przy wysokim ciśnieniu	2
Wy9	Wysokociśnieniowe przemysłowe jednostki reakcyjne	2
Wy10	Operacja separacji i sprzęt; ekstrakcja nadkrytyczna	2
Wy11	Impregnacja nadkrytyczna	2
Wy12	Zastosowanie płynów nadkrytycznych w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym	2
Wy13	Wysokie ciśnienie w procesach energii odnawialnej	2
Wy14	Homogenizacja wysokociśnieniowa do produkcji emulsji	1
Wy15	Przetwarzanie żywności pod wysokim ciśnieniem	2
Wy16	Rola inżynierii chemicznej w energetyce jądrowej	2
Wy17	Wzbogacanie rud uranu oraz metody rozdzielania izotopów. Cykl paliwa jądrowego i jego przetwarzanie	3
Wy18	Reaktory mikrobiologiczne - podział, charakterystyka	2
Wy19	Zastosowanie procesów mikrobiologicznych.	2
Wy20	Biofilm.	2
Wy21	Immobilizacja katalizatorów.	2
Wy22	Zastosowanie katalizy enzymatycznej.	2
Wy23	Membranowe reaktory mikrobiologiczne	2
Wy24	Membranowe reaktory enzymatyczne	2
Wy25	Biokataliza w układach ciecz-ciecz	1

	Suma godzin	<b>60</b>
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Optymalny reżim temperaturowy w wydajności reaktora	3
Ćw2	Układy reakcji gaz-ciecz i ciecz-ciecz	3
Ćw3	Gazowo-stałe systemy niekatalityczne	3
Ćw4	Obliczanie reaktora katalitycznego I	3
Ćw5	Obliczanie reaktora katalitycznego II	3
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Nadkrytyczne ekstrakcja i impregnacja	5
La2	Biodegradacja zanieczyszczeń gazowych	10
La3	Produkcja piwa	15
La4	Immobilizacja enzymów	5
La5	Kataliza enzymatyczna w reaktorze mieszalnikowym i kolumnowym	10
	Suma godzin	<b>45</b>
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Złożone reakcje heterogeniczne - projektowanie procesu izotermicznego	3
Pr2	Złożone reakcje heterogeniczne - projektowanie procesu nieizotermicznego	3
Pr3	Przemysłowy proces katalityczny dla efektu egzotermicznego netto reakcji	3
Pr4	Przemysłowy proces katalityczny dla efektu endotermicznego netto reakcji	3
Pr5	Projekt procesu w katalitycznym reaktorze membranowym	3
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna		
N2. Komputer / Excel, Polymath, Matlab		
N3. Wykonywanie zadań w laboratorium		
N4. Rozwiązywanie zadań		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny WYKŁAD</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		
P	PEK_W01-W03, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W10	Egzamin pisemny
<b>Oceny ĆWICZENIA</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W03, PEK_W06	Aktywność na zajęciach (rozwiązywanie zadań za pomocą Polymath i Matlab)



P	PEK_W01-W03, PEK_W06	Egzamin pisemny (komputer)
<b>Oceny LABORATORIUM</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W03, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W10	Kartkówki Aktywność na zajęciach Sprawozdania
P		
<b>Oceny PROJEKT</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W03, PEK_W06	Ocena każdego zrealizowanego projektu
P		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] H. Scott Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 3rd Ed., 2004		
[2] James J. Carberry, Chemical and Catalytic Reaction Engineering, McGraw-Hill 1976		
[3] O. Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, 3rd edition, John Wiley & Sons, New Jersey, 1999		
[4] High Pressure Process Technology: Fundamentals and Applications, A. Bertuccio and G. Vetter (Editors), Elsevier 2001		
[5] Bioreactors: Design, Operation and Novel Applications, C-F. Mandenius, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 2016		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Gas-Liquid-Solid Reactor Design, McGraw-Hill 1979		
[2] Industrial High Pressure Applications, Rudolf Eggers (Editor), WILEY-VCH, 2012		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Irena Žižović ( <a href="mailto:irena.zizovic@pwr.edu.pl">irena.zizovic@pwr.edu.pl</a> ) Anna Trusek ( <a href="mailto:anna.trusek@pwr.edu.pl">anna.trusek@pwr.edu.pl</a> )		

FACULTY Chemistry					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish	Nanoinżynieria – postawy i zastosowania				
Name of subject in English	Nanoengineering – fundamentals and application.				
Main field of study (if applicable):	Chemical Engineering				
Specialization (if applicable):	ADVANCED CHEM.ENG. AND NANOTECHNOLOGY				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2 level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	60		30	30	30
Number of hours of total student workload (CNPS)	180		60	60	60
Form of crediting	exam		crediting with grade	crediting with grade	crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	6		2	2	2
including number of ECTS points for practical (P) classes			2	2	2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	2,6		1,4	1,5,4	1
<b>*PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Basics Physic, Physical Chemistry and Chemical Engineering					
2. Basic programming and numerical algorithms					
3. Chemical Thermodynamics					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 Educate a new generation of engineers who can participate in the creation of new high-technology companies					
C2 Prepare the students to construct and realize individually or in a team all steps of a research and development project in the domain of nano-sciences et nanotechnologies					
C3 Give the students expertise in numerical modeling to predict the chemical and physical properties at the nano-scale					
C4 Prepare the students for a career in the field of nanotechnology, by offering them a robust experience in this multidisciplinary domain of sciences and engineering					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>relating to knowledge:</b>					
PEK_W01 know basics of nano-engineering					
PEK_W02 knows the modern industrial nano-technological processes					
PEK_W03 knows the principles of modeling in the nanoscale					
PEK_W04 knows the applications of the materials used in the nano-technological processes					
<b>relating to skills:</b>					
PEK_U01 can propose the numerical models and carry out modeling of nano-systems					
PEK_U02 can calculate the physio-chemical properties of the nano-systems					
PEK_U03 can apply the transport phenomenon in the design of the processes					
relating to social competences:					
PEK_K01 can work in the group projects					
PEK_K02 can make a presentation of the results					

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lectures</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Why properties of nano-materials are different?	2
Lec 2	The role of intermolecular interactions at nanoscale	2
Lec 3	Introduction into nanotechnology	2
Lec 4	Molecular nano-machines	2
Lec 5	Adsorption and nanoporous materials	2
Lec 6	Gas storage in nanopores	2
Lec 7	Modeling and simulations of nano-systems	4
Lec 8	Nano-applications in nature	2
Lec 9	Importance of surface at nanoscale: interface and surface tension, interface equilibria	4
Lec 10	Nanoporous materials: important materials in Nanoengineering	4
Lec 11	Thermodynamics in nanoscale: methodology, Kelvin equation, thermodynamics of adsorption	2
Lec 12	Adsorption in nanopores: capillary condensation, hysteresis, IUPAC classification	4
Lec 13	Theoretical models of adsorption: Langmuir, BET, numerical approach	2
Lec 14	Characterization of the nanoporous materials: specific surface, pore size distribution	4
Lec 15	Statistical thermodynamics of adsorption: exact models (Langmuir, BET)	2
Lec 16	Applications: gas storage	2
Lec 17	Applications: gas/liquid separations	3
Lec 18	Nanoemulsions - production, characteristics, application	2
Lec 19	Nanosilica - synthesis, characteristics, application	2
Lec 20	Silver nanoparticles in materials - synthesis, characteristics, application	2
Lec 21	Drug carriers on a nano and micro scale.	2
Lec 22	Gel carriers - production, application, release mechanism	2
Lec 23	Polymer carriers - production, application, release mechanism	2
Lec 24	Carriers in targeted therapy	2
Lec 25	Nanosensors in medicine	1
	Total hours	<b>60</b>
<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Nanoemulsions – preparation, characterization, and stability study	5
Lab 2	Silica nanoparticles – preparation and characterization	5
Lab 3	Bioinspired synthesis and characterization of silver nanoparticles	5
Lab 4	Core-shell carriers preparation	10
Lab 5	Kinetics of drug release.	5
	Total hours	<b>30</b>
<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>

Proj 1	Modeling of porous materials	6
Proj 2	Modeling of adsorption in porous materials	6
Proj 3	Phase transformations in porous systems with adsorbed gases	6
Proj 4	Separation and storage gases in nanoporous systems	6
Proj 5	Modeling of diffusion in nanoporous systems	6
	Total hours	30
<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
Sem 1	Adsorption: state of art in storage and separation	3
Sem 2	Adsorption and nanoporous materials: possible applications	3
Sem 3	Gas storage in nanopores: perspective	3
Sem 4	Modeling and simulations of nano-systems: basic algorithms	3
Sem 5	Nano-applications in nature	3
Sem 6	Importance of surface at nanoscale: interface and surface tension, interface equilibria	3
Sem 7	Porous materials: numerical modeling	3
Sem 8	Molecular modeling of adsorption in nanopores	3
Sem 9	Adsorption in nanopores: diffusion, wetting	3
Sem 10	Numerical techniques of adsorption modeling: Monte Carlo and Molecular Dynamics	3
	Total hours	30
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lectures with multimedia presentations N2. Internet search and discussion N3. Project – working in team N4. Consultations N5. Students presentations		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01 - U03	Project
F2	PEK_K01 - K02	Presentation
P: Final exam		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
[1] Introduction to nanoscience, S.M.Lindsay [2] Nanometer structures: Theory, modeling and simulation, A.Lakhtakia, [3] Applied biophysics for drug discovery, D.Huddler, E.Zartler [4] Biomedical Engineering, W.M.Salzman [5] Advanced Polymers in Medicine, F.Puoci		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b>		
[1] Internet search		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
Bogdan Kuchta, bogdan.kuchta@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim     Nanoinżynieria – postawy i zastosowania					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Nanoengineering – fundamentals and application.					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):         Inżynieria chemiczna					
Specjalność (jeśli dotyczy):             ADVANCED CHEM.ENG. AND NANOTECHNOLOGY					
Poziom i forma studiów:                 II stopnia, stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu:                         obowiązkowy					
Kod przedmiotu					
Grupa kursów                                 NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60		30	30	30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180		60	60	60
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	6		2	2	2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2	2	2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2,6		1,4	1,5	1,4
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Fizyka ogólna, Chemia Fizyczna i Inżynieria Chemiczna					
2. Podstawy programowania i algorytmów numerycznych					
3. Termodynamika chemiczna					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Wychowanie nowej generacji inżynierów którzy będą tworzyć nowe 'high-tech' przedsiębiorstwa					
C2 Przygotowanie studentów do pracy indywidualnej lub grupowej we wszystkich etapach badań i rozwoju projektów w dziedzinie nano-technologii					
C3 Przekazanie wiedzy w dziedzinie modelowanie numerycznego w celu przewidywania fizykochemicznych właściwości w skali nano					
C4 Przygotowanie studentów do pracy w dziedzinie nanotechnologii, oraz przekazanie doświadczenia w zastosowaniach wyników naukowych w inżynierii.					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 zna podstawy nanoinżynierii

PEK\_W02 zna nowoczesne procesy przemysłowe oparte na nanotechnologii

PEK\_W03 zna zasady budowania modeli matematycznych procesów w skali nano

PEK\_W04 ma niezbędną wiedzę dotyczącą materiałów stosowanych w procesach technologicznych w nanoinżynierii

**Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 umie zbudować matematyczny model procesu i wykonać obliczenia symulacyjne układów nanometrycznych

PEK\_U02 potrafi wyznaczyć właściwości fizykochemicznych substancji obiektów nanometrycznych

PEK\_U03 potrafi zastosować zjawiska transportu w projektowaniu procesów

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 potrafi współpracować w grupie projektowej

PEK\_K02 potrafi zaprezentować wyniki pracy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Dlaczego nano-materiały są inne?	2
Wy2	Rola oddziaływań międzycząsteczkowych w skali nano	2
Wy3	Wstęp do nanotechnologii	2
Wy4	Nano-maszyny molekularne	2
Wy5	Adsorpcja i materiały nanoporowate	2
Wy6	Składowanie gazów w nanoporach	2
Wy7	Modelowanie i symulacje układów nanowymiarowych	4
Wy8	Przykłady nanoinżynierii w przyrodzie	2
Wy9	Rola powierzchni w skali nano: napięcie powierzchniowe i równowagi powierzchniowe	4
Wy10	Materiały porowate: ważna grupa układów w nanoinżynierii	4
Wy11	Termodynamika w skali nano: metodologia, równanie Kelvina, termodynamika adsorpcji	2
Wy12	Adsorpcja w nanoporach: kondensacja kapilarna, hystereza, klasyfikacja IUPAC	4
Wy13	Theoretyczne modele adsorpcji i ich zastosowania	2
Wy14	Charakteryzacja materiałów porowatych: powierzchnia, rozkład wielkości porów	4
Wy15	Termodynamika statystyczna adsorpcji	2
Wy16	Zastosowania: składowanie gazów	2
Wy17	Zastosowania: separacje gazów i cieczy	3
Wy18	Nanoemulsje – wytwarzanie, charakterystyka, zastosowanie	2
Wy19	Nanokrzemionka – synteza, charakterystyka, zastosowanie	2
Wy20	Nanocząstki srebra w materiałach - synteza, charakterystyka, zastosowanie	2
Wy21	Nośniki leków w skali nano i mikro.	2
Wy22	Nośniki żelowe – wytwarzanie, zastosowanie, mechanizm uwalniania	2

Wy23	Nośniki polimerowe – wytwarzanie, zastosowanie, mechanizm uwalniania	2
Wy24	Nośniki w terapii celowanej	2
Wy25	Nanoczujniki w medycynie	1
	Suma godzin	<b>60</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Nanoemulsje – wytwarzanie, charakterystyka i badanie stabilności	5
La2	Nanokrzemionka - synteza i charakterystyka	5
La3	Biosynteza i charakterystyka nanocząstek srebra	5
La4	Wytwarzanie nośników rdzeń-powłoka.	10
La5	Kinetyka uwalniania leku na drodze dyfuzji.	5
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Modelowanie materiałów porowatych	6
Pr2	Modelowanie adsorpcji w materiałach nanoporowatych	6
Pr3	Przejścia fazowe w nanoporach wypełnionych adsorbentem	6
Pr4	Separacja i składowanie gazów w materiałach nanoporowatych	6
Pr5	Modelowanie dyfuzji w układach nanoporowatych	6
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Adsorpcja: separacja i składowanie gazów	3
Se2	Adsorpcja i materiały nanoporowate: zastosowania	3
Se3	Składowanie gazów w materiałach porowatych: perspektywy	3
Se4	Modelowanie i symulacje w nano-układach: podstawowe algorytmy	3
Se5	Zastosowania nano-inżynierii w przyrodzie	3
Se6	Rola powierzchni w skali nano: napięcie i równowagi powierzchniowe	3
Se7	Materiały porowate: numeryczne modelowanie	3
Se8	Modelowanie molekularne adsorpcji w nanoporach	3
Se9	Adsorpcja w nanoporach: dyfuzja i zwilżanie	3
Se10	Numeryczne metody modelowania adsorpcji: Monte Carlo i Dynamika Molekularna	3
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykłady z prezentacją multimedialną		
N2. Internet i dyskusje		
N3. Projekt-praca w grupie		
N4. Konsultacje		
N5. Prezentacje studenckie		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEK_U01 - U03	Projekt
F2	PEK_K01 - K02	Prezentacja
F3		
P: egzamin końcowy		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Introduction to nanoscience, S.M.Lindsay
- [2] Nanometer structures: Theory, modeling and simulation, Akhlesh Lakhtakia
- [3] Applied biophysics for drug discovery, D.Huddler, E.Zartler
- [4] Biomedical Engineering, W.M.Salzman
- [5] Advanced Polymers in Medicine, F.Puoci

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Internet

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Bogdan Kuchta, bogdan.kuchta@pwr.edu.pl**



FACULTY CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in English:	Project management				
Main field of study (if applicable):	CHEMICAL AND PROCESS ENGINEERING				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code:					
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,65				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Diploma of the first degree studies. 2. Knowledge of using a personal computer including tools for creating and editing presentations.					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 Understanding the issues and mastering the basic knowledge in the field of project management					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>related to knowledge:</b>					
PEK_W01 The student has basic knowledge of project management.					
PEK_W02 The student knows the methods of estimating investment and operating costs of industrial installations.					
<b>PROGRAMME CONTENT</b>					
<b>Lectures</b>					Number of hours
Lec 1	Project definition (sequence of activities, purpose). Project parameters (scope, quality, costs, delivery time, resources).				2
Lec 2	Classification of projects (by project characteristics, project types). Principles of traditional project management.				2
Lec 3	The cycle of the project (phases, levels). Quality management (continuous and process quality management model).				2
Lec 4	Risk management in the project.				2

Lec 5	Forecasting project parameters. Project network diagram. Availability of resources and costs and changes in the schedule.	2
Lec 6	Management of the project team. Project management method critical chain.	2
Lec 7	Project portfolio management.	2
Lec 8	IT tools for project management.	1
		<b>15</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lecture with multimedia presentation N2. Consultations N3. Internet resources		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01,PEK_W02	Final test
<p>P</p> <p>P = 3.0 if the sum of points in the range 50-60%</p> <p>3.5 if the sum of points in the range 61-72%</p> <p>4.0 if the sum of points in the range 73-82%</p> <p>4.5 if the sum of points in the range 83-92%</p> <p>5.0 if the sum of points in the range 93-100%</p> <p>5.5 if the sum of points is 100%, and the student demonstrates the knowledge above the regular material scope</p>		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
<p>[1] Trocki M. (red.): Metodyki zarządzania projektami. Bizarre, Warszawa 2011.</p> <p>[2] 2. Trocki M., Bukłaha E. (red.): Zarządzanie projektami – wyzwania i wyniki badań. Oficyna</p> <p>[3] Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2016.</p> <p>[4] Juchniewicz M.: Dojrzałość projektowa organizacji. Bizarre, Warszawa 2009.</p>		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b>		
[1] Kaczorowska A.: E-usługi administracji publicznej w warunkach zarządzania projektami.		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
<b>Łukasz Radośniński, lukasz.radośniński@pwr.edu.pl</b>		

WYDZIAŁ Chemiczny					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Zarządzenie projektem				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Project management				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Chemiczna i procesowa				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu					
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,65				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dyplom ukończenia studiów pierwszego stopnia.</li> <li>2. Znajomość obsługi komputera osobistego w tym narzędzi do tworzenia i edycji prezentacji.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Poznanie problematyki i opanowanie podstawowych wiadomości z zakresu zarządzania projektami.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEK_W01 Posiada podstawową wiedzę o zarządzaniu projektem.					
PEK_W02 Zna metody szacowania kosztów inwestycyjnych i ruchowych instalacji przemysłowych.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEK_U01 Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także anglojęzycznych.					
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>					
PEK_K01 Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania					
PEK_K02 Odpowiedzialnie współdziała w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - wykład</b>					<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Definicja projektu (sekwencja działań, cel). Parametry projektu				2

	(zakres, jakość, koszty, czas realizacji, zasoby).	
Wy2	Klasyfikacja projektów (wg cech projektów, typów projektów). Zasady tradycyjnego zarządzania projektami.	2
Wy3	Cykl realizacji projektu (etapy, poziomy). Zarządzanie jakością (model ciągłego oraz procesowego zarządzania jakością).	2
Wy4	Zarządzanie ryzykiem w projekcie.	2
Wy5	Prognozowanie parametrów projektu. Diagram sieci projektu. Dostępność zasobów i kosztów a zmiany w harmonogramie.	2
Wy6	Zarządzanie zespołem projektowym. Zarządzanie projektami metodą łańcucha krytycznego.	2
Wy7	Zarządzanie portfelem projektu.	2
Wy8	Narzędzia informatyczne do zarządzania projektem.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1 Wykład N2 Konsultacje N3 Zasoby internetowe		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01,PEK_W02	Kolokwium
<b>P (wykład)</b>		
<b>P = 3.0</b> jeżeli suma punktów w zakresie 50-60%		
<b>3.5</b> jeżeli suma punktów w zakresie 61-72%		
<b>4.0</b> jeżeli suma punktów w zakresie 73-82%		
<b>4.5</b> jeżeli suma punktów w zakresie 83-92%		
<b>5.0</b> jeżeli suma punktów w zakresie 93-100%		
<b>5.5</b> jeżeli suma punktów wyniesie 100%, oraz student wykaże się wiedzą wykraczającą poza obowiązujący zakres materiału		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Trocki M. (red.): Metodyki zarządzania projektami. Bizarre, Warszawa 2011.		
[2] 2. Trocki M., Bukłaha E. (red.): Zarządzanie projektami – wyzwania i wyniki badań. Oficyna		
[3] Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2016.		
[4] Juchniewicz M.: Dojrzałość projektowa organizacji. Bizarre, Warszawa 2009.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Kaczorowska A.: E-usługi administracji publicznej w warunkach zarządzania projektami.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Łukasz Radosiński, lukasz.radosinski@pwr.edu.pl</b>		

FACULTY OF CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish	Analiza statystyczna danych eksperymentalnych				
Name of subject in English	Statistical analysis of experimental data				
Main field of study (if applicable):	Chemical and process engineering				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,65				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Basics of theory of probability. 2. Basics of calculus. 3. Good knowledge of international system of units (SI).					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 . Quantitative estimation of quality of a direct measurement. C2 . Quantitative estimation of evaluation quality for an direct value. C3. Understanding of quality of statistical description of experimental data. C4 . Understanding of basic ideas of statistical comparisons of measurements. C5. Analysis of degree of correlation between variables. C6. Statistical adjustment of experimental curves.					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>Relating to knowledge:</b>					
After the classes, a student knows:					
PEK_W01 – what are the types, sources, and methods of determination of experimental uncertainties;					
PEK_W02 – how to choose and calculate meaningful means, and evaluate the limits of dispersion of experimental results,					
PEK_W03 – what is the relations between correlation and regression analysis of data,					
PEK_W04 – what are the common principle of statistical tests,					
PEK_W04 – how to choose and run tests of comparison of two or more experimental values,					
PEK_W05 – how to choose and run simple non-parametric tests,					
PEK_W06 – how to estimate the parameters of regression lines, and the confidence limits for regression curve.					
<b>Relating to skills:</b>					
After the classes, a student knows:					
PEK_U01 – how to estimate the uncertainties of direct measurements,					

PEK_U02 – how to calculate the uncertainties on indirect measurements, PEK_U03 – how to estimate the parameters of regression lines and how to linearise non-linear laws.		
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>		
After the classes, a student knows:		
PEK_K01 – how to appreciate the quality of an experimental result ;		
PEK_U02 – how to critically evaluate the veracity of statistical analysis of any data.		
<b>PROGRAMME CONTENT</b>		<b>Liczba godzin</b>
<b>Lectures</b>		
Lec1	Measurables: direct, indirect. Uncertainty: absolute, relative, type A and type B. Determination of experimental uncertainty for direct measures.	2
Lec2	Propagation of errors	2
Lec3	Descriptive statistics: type of means, variance, standard deviation.	2
Lec4	Correlation.	2
Lec5	Regression (linear). Linearisation of non-linear laws.	2
Lec6	Principle of statistical tests. Basic non-parametric test: $\chi^2$ .	2
Lec7	Parametric tests: comparison of frequencies and means.	2
Lec8	Non parametric tests. Tests on ranks.	1
	Total contact hours	<b>15</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Presentation of essential theoretical information (diaporama)		
N2. PBL (problem based learning) – metrological analysis of laboratory results.		
N3. Continuous (weekly) verification of progress.		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01 - U03	Weekly interrogations
P	PEK_W01-W06, PEK_U01 - U03	Final MCT
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
[1] Michael Sullivan „Fundamentals of statistics”		
[2] H.Szydłowski “Teoria pomiarów” (in Polish)		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Lucyna FIRLEJ e-mail: lucyna.firlej@umontpellier.fr</b>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim :	Analiza statystyczna danych eksperymentalnych.				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim :	Statistical analysis of experimental data				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu					
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,65				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawy teorii prawdopodobieństwa. 2. Podstawy analizy matematycznej. 3. Dobra znajomość międzynarodowego systemu jednostek (SI).					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 . Ilościowa ocena jakości pomiarów bezpośrednich. C2 . Ilościowa ocena jakości wyznaczenia eksperymentalnych wielkości pośrednich. C3. Zrozumienie zasad i ocena jakości statystycznego opracowania danych eksperymentalnych. C4 . Zrozumienie podstawowych zasad statystycznego porównywania danych. C5. Analiza korelacji między zmiennymi.. C6. Statystyczne dopasowania krzywych eksperymentalnych .					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
Po ukończeniu kursu student:					
PEK_W01 – wie jakie są źródła, typy oraz metody wyznaczania niepewności pomiarowych;;					
PEK_W02 – wie jak wybrać typ i policzyć średnie wartości z danych eksperymentalnych i ocenić statystyczne granice rozrzutu pomiarów;					
PEK_W03 – potrafi odróżnić korelacje wielkości od regresji;					
PEK_W04 – zna zasady przeprowadzenia testów statystycznych;					
PEK_W04 – potrafi przeprowadzić statystyczne porównanie dwóch lub więcej wyników eksperymentalnych;					
PEK_W05 – potrafi przeprowadzić proste testy statystyczne, parametryczne I nieparametryczne;					
PEK_W06 – potrafi policzyć parametry krzywych regresji i ich przedziały ufności.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
Po ukończeniu kursu student:					

PEK_U01 – potrafi oszacować niepewności pomiarowe wielkości bezpośrednich; PEK_U02 – potrafi oszacować niepewności pomiarowe wielkości pośrednich; PEK_U03 – potrafi oszacować parametry prostej regresji i zlinearyzować zależności nieliniowe.		
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>		
Po ukończeniu kursu student:		
PEK_K01 – potrafi ocenić jakość wyniku pomiaru ;		
PEK_U02 – potrafi krytycznie ocenić zasadność analizy statystycznej dowolnych danych (wyników pomiarów, sondaży itp.).		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wielkości fizyczne bezpośrednie i pośrednie. Niepewności pomiarowe: bezwzględne, względne, typu A i typu B. Wyznaczanie niepewności pomiarowych wielkości bezpośrednich.	2
Wy2	Propagacja niepewności pomiarowych (wielkości pośrednie).	2
Wy3	Statystyka opisowa: typy średnich, wariancja, odchylenie standardowe.	2
Wy4	Korelacja.	2
Wy5	Regresja (liniowa). Linearyzacja zależności nieliniowych..	2
Wy6	Podstawy testów statystycznych. Nieparametryczny test khi2.	2
Wy7	Testy parametryczne: zgodność częstości i średnich.	2
Wy8	Testy nieparametryczne. Testy rankingów.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja podstaw teoretycznych (diaporama)		
N2. PBL (problem based learning) – analiza wyników otrzymanych na zajęciach laboratoryjnych.		
N3. Ciągła (cotygodniowe sprawdziany) kontrola przyswojonych wiadomości.		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - U03	Cotygodniowe sprawdziany
P	PEK_W01-W06, PEK_U01 - U03	Końcowy test.
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Michael Sullivan „Fundamentals of statistics” (po angielsku)		
[2] H.Szydłowski “Teoria pomiarów”		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Lucyna FIRLEJ e-mail: lucyna.firlej@umontpellier.fr</b>		



FACULTY Chemistry					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish	Trendy w inżynierii chemicznej				
Name of subject in English	Trends in chemical engineering				
Main field of study (if applicable):	Chemical Engineering				
Specialization (if applicable):	ADVANCED CHEM.ENG. AND NANOTECHNOLOGY				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2 level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					15
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting					crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					0,7
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Basics of Chemical Engineering					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 Acquaint students with the latest trends in chemical engineering, bioprocess engineering, nanoengineering.					
C2 Familiarize students with the offered topics of research in chemical engineering.					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>relating to knowledge:</b>					
PEK_W01 know the trends in chemical engineering					
PEK_W02 knows the modern industrial processes based on nanotechnology					
PEK_W03 knows the modern bioprocesses					
<b>relating to skills:</b>					
PEK_U01 can applied given processes in the technologies of chemical, food and pharmaceutical industries					
<b>relating to social competences:</b>					
PEK_K01 can work in the group projects					
<b>PROGRAM CONTENT</b>					
	<b>Seminar</b>				<b>Number of hours</b>
Sem1	Heat transfer improvement				1
Sem2	Application of supercritical and near-critical fluids				1
Sem3	Microwaves application				1
Sem4	Membrane separation				1
Sem5	Membrane reactors				1
Sem6	Hydrogels				1

Sem7	One- and multi-catalyst immobilization	1
Sem8	Bioreactors in chemicals production	1
Sem9	Beer production controlling	1
Sem10	Heavy metals removing	1
Sem11	Effects of the presence of nanoparticles on dispersed systems	1
Sem12	Biopolymer based drug delivery systems	1
Sem13	Micro/Nanofluidics & Lab-on-a-Chip	1
Sem14	New nanoporous materials	1
Sem15	Computer simulations of adsorption in nanoporous materials	1
	<b>Total hours</b>	<b>15</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Multimedia presentations N2. Discussion N3. Consultations		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 - W03	Class attendance and discussion
F2	PEK_U01	Class attendance and discussion
F3	PEK_K01	Class attendance and discussion
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b> A.K.Haghi - Modern Trends in Chemistry and Chemical Engineering J.M.P.Q. - Current Trends in Chemical Engineering		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b> Journals eg. <i>Trends in Chemical Engineering</i> ; <i>Current Trends in Chemical Engineering and Process Technology</i>		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
Anna Trusek; <a href="mailto:anna.trusek@pwr.edu.pl">anna.trusek@pwr.edu.pl</a>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim		Trendy w inżynierii chemicznej			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		Trends in chemical engineering			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Inżynieria chemiczna			
Specjalność (jeśli dotyczy):		ADVANCED CHEM.ENG. AND NANOTECHNOLOGY.			
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu					
Grupa kursów		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawy inżynierii chemicznej					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z najnowszymi trendami w inżynierii chemicznej, inżynierii bioprosesowej, nanoinżynierii.					
C2 Zapoznanie studentów z tematyką oferowanych prac badawczych z zakresu inżynierii chemicznej.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEK_W01 zna obecne kierunki rozwoju inżynierii chemicznej					
PEK_W02 zna nowoczesne procesy przemysłowe oparte na nanotechnologii					
PEK_W03 zna nowoczesne bioprosesy przemysłowe					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEK_U01 potrafi zastosować dane procesy w wybranych technologiach przemysłu chemicznego, spożywczego, farmaceutycznego					
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>					
PEK_K01 potrafi współpracować w grupie					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - seminarium</b>					<b>Liczba godzin</b>
Se1	Intensyfikacja wymiany ciepła				1
Se2	Zastosowanie płynów nadkrytycznych i blisko-nadkrytycznych				1

Se3	Zastosowanie mikrofal	1
Se4	Separacje membranowe	1
Se5	Reaktory membranowe	1
Se6	Hydrożele	1
Se7	Immobilizacja pojedynczego i wielu katalizatorów	1
Se8	Bioreaktory do produkcji przyjaznych chemikaliów	1
Se9	Kontrola produkcji piwa	1
Se10	Usuwanie metali ciężkich	1
Se11	Efekt działania nanocząstek w układach dyspersyjnych	1
Se12	Biopolimery w nośnikach leków	1
Se13	Micro/Nanoprzepływy & Lab-on-a-Chip	1
Se14	Nowe nanoporowate materiały.	1
Se15	Komputerowe symulacje adsorpcji w materiałach nanoporowatych	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna		
N2. Dyskusja		
N3. Konsultacje		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - W03	Obecność na zajęciach i dyskusja
F2	PEK_U01	Obecność na zajęciach i dyskusja
F3	PEK_K01	Obecność na zajęciach i dyskusja
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
A.K.Haghi - Modern Trends in Chemistry and Chemical Engineering		
J.M.P.Q. - Current Trends in Chemical Engineering		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
Czasopisma naukowe np. <i>Trends in Chemical Engineering</i> ; <i>Current Trends in Chemical Engineering and Process Technology</i>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Anna Trusek; <a href="mailto:anna.trusek@pwr.edu.pl">anna.trusek@pwr.edu.pl</a>		

FACULTY OF CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish:	Materiały wykorzystywane w procesach i operacjach chemicznych				
Name of subject in English:	Materials used in chemical unit operation				
Main field of study (if applicable):	Chemical and Process Engineering				
Specialization (if applicable):					
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, , full-time				
Kind of subject:	optional				
Subject code					
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,3				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Basic knowledge on chem technology					
2. Knowledge on material science					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 Introduction to material science with special emphasis to modern technology					
C2 Presentation of place for materials in unit operation processes					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>Relating to knowledge:</b>					
PEU_W01 – students know materials used in industry					
PEU_W02 – students are able to assess usability of materials in a particular technology					
<b>Relating to skills:</b>					
PEU_U01 – students can shape and solve the problems					
<b>Relating to social competences:</b>					
PEU_K01 students understand a need to transfer their knowledge on engineering achievements to communities					
<b>PROGRAM CONTENT</b>					
<b>Lectures</b>					<b>Number of hours</b>
Lec 1	Unit processes in chemical technology, materials used in chemical technology, classification				2
Lec 2	Plastics, kind of polymers, crosslinking, polymer in solution, in gel and in solid state, polymer crystallinity				2
Lec 3	Phase transition, glass temperature, polymer blends and composites, stability				2
Lec 4	Separation, polymer membranes, preparation of membranes, modification of membranes				2
Lec 5	Polymer sorbents, specialty sorbents, monodispersive sorbents, porous				2

	structure, sorbent swelling, sorbents for hybrid processes	
Lec 6	Ion exchange and chelating resins, SIR, core-shell resins	2
Lec 7	Molecularly imprinted polymers, surface and bulk imprinting, natural sorbents	2
Lec 8	Constructive polymers, chemical and mechanical resistivity, tests	2
Lec 9	Carbon materials, activated carbon, porosity, sorption properties, sorbents and catalyst carriers	2
Lec 10	Polymer carbon composites for such separation processes as ED, RO, NF, CDI or EDI	2
Lec 11	Materials not prone for fouling, surface hydrophilization, super-hydrophilic and super-hydrophobic surfaces, polyelectrolytes, L-b-L structures	2
Lec 12	Surface modification by layer deposition, plasma modification, surface grafting, ATRP method in surface alteration	2
Lec 13	Inorganic materials, nanospheres, zeolites and perovskites, molecular sieves, sorbents and carriers, surface modification	2
Lec 14	Metals, protective and passive layers, electrochemical protection, surface pre-treatment	2
Lec 12	Summary	30
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Lecture with PPT presentations		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU-W01, W02 PEU-U01 PEU-K01	examination
C=F1		
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b>		
[1] [1] F.W.Billmeyer, Textbook of polymer science, J.Wiley New York, 1984		
[2] J.F.Rabek, Współczesna wiedza o polimerach, PWN Warszawa, 2013		
[3] S.Penczek, Z.Florianczyk, Chemia polimerow Tom I-III, Warszawa, 1995-98		
[4] K.Li, Ceramic Membranes for Separation and Reaction, J.Wiley, 2007		
[5] N.Hilal, Membrane modification, CRC Press 2012		
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b>		
[1] [1] E.Hoek, Encyclopedia of Membrane Science and Technology, J.Wiley, 2013		
[2] A.Basile, Membrane for Membrane reactors, Elsevier, 2013		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
Prof. Dr. Marek Bryjak, <a href="mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl">marek.bryjak@pwr.edu.pl</a>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Materiały wykorzystywane w procesach i operacjach chemicznych					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Materials used in chemical unit operation					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria chemiczna i procesowa					
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów: II stopień stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: wybieralny					
Kod przedmiotu: ICC020009					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawowa wiedza z zakresu technologii chemicznej					
2. Wiedza z obszaru Materiałoznawstwa					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Wprowadzenie do wiedzy dotyczącej materiałów stosowanych we współczesnej technologii					
C2 Przedstawienie miejsca nowoczesnych materiałów w procesach i operacjach technologicznych					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – ma niezbędną wiedzę dotyczącą materiałów stosowanych w procesach technologicznych

PEK\_W02 – posiada informacje pozwalające oceniać przydatność materiałów do konkretnych procesów

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi wskazać na cechy niezbędne przy wyborze materiałów do konkretnych zastosowań technologicznych,

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 – zna istotę problemu związanego z wykorzystaniem nowoczesnych materiałów we współczesnej technologii

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Operacje i procesy chemiczne, materiały stosowane w operacjach i procesach, podział materiałów, charakterystyka	2
Wy2	Materiały polimerowe, rodzaje polimerów, sieciowanie, roztwory polimerów, żele polimerowe, polimery w stanie stałym, krystaliczność polimerów	2
Wy3	Przemiany fazowe, temperatura zeszklenia, mieszaniny polimerów, kompozyty polimerowe, trwałość	2
Wy4	Procesy separacyjne - membrany polimerowe – otrzymywanie i właściwości, modyfikacja membran polimerowych,	2
Wy5	Sorbenty polimerowe, struktura porowata, pęcznienie, specjalne sorbenty, sorbenty monodispersyjne, sorbenty do procesów hybrydowych	2
Wy6	Żywice jonowymienne i chelatujące, żywice typu SIR, żywice z warstwą szczepionych łańcuchów	2
Wy7	Polimery z odciskami molekularnymi, struktury objętościowe i powierzchniowe, sorbenty naturalne	2
Wy8	Konstrukcyjne materiały polimerowe, odporność chemiczna, wytrzymałość mechaniczna, testy	2
Wy9	Materiały węglowe, węgle aktywne, właściwości sorpcyjne, porowatość, modyfikacja powierzchniowa, sorbenty i nośniki katalizatorów	2
Wy10	Materiały polimerowo-węglowe do takich procesów demineralizacji wody jak ED, RO, NF, CDI czy EDI	2
Wy11	Materiały z ograniczoną tendencją do foulingu, hydrofilizacja powierzchni, super hydrofilowe i super hydrofobowe powierzchnie, układy typu L-b-L, polielektrolity	2
Wy12	Modyfikacja powierzchni przez nanoszenie warstw, plazmowa modyfikacja, szczepienie powierzchniowe, ATRP w modyfikacji powierzchni	2
Wy13	Materiały nieorganiczne, nanosfery, zeolity i perowskity, sita molekularne, sorbenty i nośniki katalizatorów, modyfikacja	2



	powierzchniowa,	
Wy14	Metale – powłoki ochronne i warstwy pasywujące, zabezpieczenia elektrochemiczne, przygotowanie powierzchni	2
WY15	podsumowanie	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z zastosowaniem metod audiowizualnych		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK-W01, W02 PEK-U01 PEK-K01	Egzamin
P=F1		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] F.W.Billmeyer, Textbook of polimer science, J.Wiley New York, 1984		
[2] J.F.Rabek, Współczesna wiedza o polimerach, PWN Warszawa, 2013		
[3] S.Penczek, Z.Florianczyk, Chemia polimerow Tom I-III, Warszawa, 1995-98		
[4] K.Li, Ceramic Membranes for Separation and Reaction, J.Wiley, 2007		
[5] N.Hilal, Membrane modification, CRC Press 2012		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[6] E.Hoek, Encyclopedia of Membrane Science and Technology, J.Wiley, 2013		
[7] A.Basile, Membrane for Membrane reactors, Elsevier, 2013		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
(Prof. Dr hab. Inż. Marek Bryjak, <a href="mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl">marek.bryjak@pwr.edu.pl</a> )		

FACULTY OF CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name of subject in Polish: Mikrofale i inne zaawansowane technologie cieplne w inżynierii chemicznej					
Name of subject in English: Microwaves and other advanced thermal technologies in chemical engineering					
Main field of study (if applicable): Inżynieria chemiczna i procesowa					
Specialization (if applicable): Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology					
Profile: academic					
Level and form of studies: 2nd level, uniform magister studies, full-time					
Kind of subject: optional					
Subject code					
Group of courses: NO					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,3				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Student knows basic physics					
2. Student knows the basic unit processes					
3. Student knows the principles of heating processes					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1 To provide students with a general knowledge of electromagnetic radiation features, limitation and advantages and volumetric heating					
C2 To provide students with a general knowledge of equipment used for generating, transmitting and delivering microwaves into the material.					
C3 To provide students with a general knowledge of basic design concepts and assorting the microwave apparatuses according to the microwave proces					
C4 To provide students with a general knowledge about safety rules of working with microwaves.					
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>Relating to knowledge:</b>					
PEU_W01 Student knows the principles of microwaves characteristics, their limitations and advantages, knows the definition of volumetric heating					
PEU_W02 Student knows the processes that can be conducted with microwaves					
PEU_W03 Student knows the rules of designing and assorting of basic microwave apparatuses					
PEU_W04 Student knows the heat and mass transfer in microwave processes					
PEU_W05 Student knows the rules of safe work with microwaves					
<b>Relating to skills:</b>					
PEU_U01 Student is able to safely use microwave apparatus.					
PEU_U02 Student is able to explain the principles of operation of microwave equipment.					

<b>PROGRAM CONTENT</b>		
<b>Lectures</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction	2
Lec 2	Electromagnetic waves, their characteristics and means of transport.	2
Lec 3	Maxwell laws	2
Lec 4	Materials determination according to their dielectric features	2
Lec 5	Volumetric heating	2
Lec 6	Heat and mass transfer in microwave processes	
Lec 7	Specific phenomena that may occur during microwave processes	2
Lec 8	Magnetron - structure, types and functions	2
Lec 9	Waveguide - structure, types and functions	2
Lec 10	Microwave applicator - structure, types and functions	2
Lec 11	Batch processes microwave units. continuous processes microwave units.	2
Lec 12	The chemical engineering processes that microwave technology can be applied into.	2
Lec 13	Measuring methods, control equipment, automation in microwave processes	2
Lec 14	Technical safety in the microwave installation	2
Lec 15	Examples of real microwave installations in chemical engineering.	
	Total hours	<b>30</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1. Multimedia presentation		
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEK_W01-05, PEK_U01-02	Final test
<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>		
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>		
[1] R.J. Meredith, Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating, Institution of Electrical Engineers, London 1998		
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>		
<b>Michał Araszkiwicz, <a href="mailto:michal.araszkiwicz@pwr.edu.pl">michal.araszkiwicz@pwr.edu.pl</a></b>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrofale i inne zaawansowane technologie cieplne w inżynierii chemicznej					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Microwaves and other advanced thermal technologies in chemical engineering					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria chemiczna i procesowa					
Specjalność (jeśli dotyczy): Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology					
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarne					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu:					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość podstaw fizyki.</li> <li>2. Znajomość podstawowych procesów jednostkowych.</li> <li>3. Znajomość podstawowych zagadnień związanych z przenoszeniem ciepła.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o własnościach promieniowania elektromagnetycznego, jego ograniczeniach i zaletach oraz procesie ogrzewania objętościowego.					
C2 Zapoznanie studentów z aparaturą wykorzystywaną do wytwarzania, przenoszenia i dostarczania mikrofal do materiału.					
C3 Zapoznanie studentów z zasadami projektowania i doboru aparatury mikrofalowej w zależności od procesu, w jakim zamierza się wykorzystać technikę mikrofalową.					
C4 Zapoznanie studentów z podstawowymi zasadami bezpieczeństwa pracy z mikrofalami.					

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Z zakresu wiedzy:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
PEK_W01 – wie, jaka jest charakterystyka fal elektromagnetycznych, jakie mają ograniczenia i zalety, czym jest ogrzewanie objętościowe,		
PEK_W02 – zna procesy, w jakich można zastosować skutecznie techniki mikrofalowe,		
PEK_W03 – zna podstawy projektowania i doboru podstawowych aparatów i urządzeń mikrofalowych w zależności od rodzaju procesu, w jakim zamierza się wykorzystać technikę mikrofalową,		
PEK_W04 – zna zasady przenoszenia ciepła i masy w procesach mikrofalowych		
PEK_W05 – zna zasady bezpiecznej pracy z mikrofalami.		
<b>Z zakresu umiejętności:</b>		
PEU_U01 Student potrafi bezpiecznie obsłużyć urządzenie mikrofalowe		
PEU_U02 Student potrafi wytłumaczyć zasady działania urządzenia mikrofalowego		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie	2
Wy2	Fale elektromagnetyczne, ich fizyka, sposoby rozprzestrzeniania się.	2
Wy3	Prawa Maxwell'a	2
Wy4	Podział materiałów pod kątem ich własności dielektrycznych.	2
Wy5	Ogrzewanie objętościowe.	2
Wy 6	Przenoszenie ciepła i masy w procesach mikrofalowych.	2
Wy 7	Specyficzne zjawiska występujące podczas stosowania mikrofal	2
Wy 8	Magnetron – budowa, rodzaje i funkcje.	2
Wy 9	Falowód - budowa, rodzaje i funkcje.	2
Wy 10	Aplikator mikrofal – budowa, rodzaje i funkcje	2
Wy 11	Urządzenia mikrofalowe pracujące okresowo. Urządzenia mikrofalowe pracujące w sposób ciągły.	2
Wy 12	Procesy inżynierii chemicznej, w jakich można stosować techniki mikrofalowe.	2
Wy 13	Metody pomiarowe, aparatura kontrolna, automatyzacja w technice mikrofalowej.	2
Wy 14	Bezpieczeństwo techniczne instalacji mikrofalowej.	2
Wy 15	Przykłady rzeczywistych instalacji mikrofalowych w inżynierii chemicznej.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P(wykład)	PEK_W01-05, PEK_U01-02	Test zaliczeniowy

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPELNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R.J. Meredith, Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating, Institution of Electrical Engineers, London 1998

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Michał Araszekiewicz, [michal.araszekiewicz@pwr.edu.pl](mailto:michal.araszekiewicz@pwr.edu.pl)**

FACULTY OF CHEMISTRY					
<b>SUBJECT CARD</b>					
Name in Polish	Nowe trendy w inżynierii chemicznej				
Name in English	New concepts and solutions in chemical engineering				
Main field of study (if applicable):	Inżynieria chemiczna i procesowa				
Specialization (if applicable):	Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	selectable				
Subject code					
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	credit				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,3				
<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>					
1. Fundamentals of physics, chemistry and chemical engineering.					
<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>					
C1	To understand role of chemical engineering in modern global economy.				
C2	To understand direction of development of chemical engineering.				
C3	To understand role of nanotechnology in chemical industry.				
C4	To understand role of advanced analytical methods in chemical industry.				
C5	To understand role of advanced computer modeling methods in chemical industry.				
<b>SUBJECT LEARNING OUTCOMES</b>					
<b>Related to knowledge:</b>					
The person who completed the course:					
P2P_W01 – knows the fundamental challenges in chemical industry,					
P2P_W03 – knows advanced computational and analytical methods used in chemical engineering,					
P2P_W07 – understands the role of new technologies in the design of technological processes,					
P2A_W05 – knows directions of development of new technologies in chemical engineering.					
<b>Related to skills:</b>					
The person who completed the course:					
P2K_U01 - is able to find in the literature information concerning advances in chemical engineering,					
P2K_U02 – is able to propose application of new technologies in chemical industry,					
P2K_U07 – is able to identify directions of development of chemical engineering.					

<b>With a range of social skills:</b>		
The person who completed the course: P2K_K01 - is able to work in a group consisting of several people interchanging and formulating opinions		
<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Form of classes - project</b>		<b>Number of hours</b>
Lec1	Challenges of the XXI century.	2
Lec2	Advanced analytical methods process I: spectrometric methods in the analysis of the crystallization process.	2
Lec3	Advanced analytical methods for process II: observations in the near-infrared spectroscopy and image analysis in search of pollution during the production of drugs.	2
Lec4	The intensification of the process: nanofluids.	2
Lec5	Nano-biocomposites in chemical engineering.	2
Lec6	Design and development of targeted drug carriers.	2
Lec7	Energy industry based on hydrogen I: methods of energy generation.	2
Lec8	Energy industry based on hydrogen II: storage.	2
Lec9	Nanotechnology in water treatment technologies.	2
Lec10	Radioactive waste treatment.	2
Lec11	Non-invasive measurement methods: tomographic methods, laser methods, advanced image analysis.	2
Lec12	Novel methods of sequestration, distribution and processing of carbon dioxide.	2
Lec13	Microreactors I.	2
Lec14	Microreactors II.	2
Lec15	The future of chemical engineering.	2
Total hours		<b>30</b>
<b>TEACHING TOOLS USED</b>		
N1	Lecture	
N2	Consultation	
<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEK_W01-W15	exam
grade	<b>2,0</b> if P < 14,5 pnt. <b>3,0</b> if P= 14,5– 18,0 pnt. <b>3,5</b> if P = 18,5 – 21,5 pnt. <b>4,0</b> if P = 20 – 22 pnt. <b>4,5</b> if P = 22,5- 24,5 pnt. <b>5,0</b> if P = 25 - 27 pnt. <b>5,5</b> if P = 27,5-30 pnt.	



<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b><u>PRIMARY LITERATURE:</u></b> [1] Wirth Thomas, Microreactors in Organic Chemistry and Catalysis, Wiley-Vch, Singapore, 2013 [2] Jigihai Li, Advances in Chemical Engineering: Characterization of Flow, Particles and Interfaces, Academic Press, 2009.
<b><u>SECONDARY LITERATURE:</u></b> [1] Internet sources
<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
<b>Dr inż. Łukasz Radosiński lukasz.radosinski@pwr.wroc.pl</b>

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa w języku polskim		Nowe trendy w inżynierii chemicznej			
Nazwa w języku angielskim		New concepts and solutions in chemical engineering			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Inżynieria chemiczna i procesowa			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Advanced Chemical Engineering and Nanotechnology			
Stopień studiów i forma:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		wybieralny			
Kod przedmiotu					
Grupa kursów					
NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>					
1. Wykłady z fizyki, chemii i inżynierii chemicznej					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1	Zrozumienie roli inżynierii chemicznej w gospodarce światowej.				
C2	Zrozumienie kierunków rozwoju inżynierii chemicznej.				
C3	Zrozumienie roli nanotechnologii w przemyśle chemicznym.				
C4	Zrozumienie roli zaawansowanych metod analitycznych w przemyśle chemicznym.				
C5	Zrozumienie roli modelowania komputerowego w przemyśle chemicznym.				

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Z zakresu wiedzy:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
P2P_W01 – zna podstawowe wyzwania technologiczne w przemyśle chemicznym,		
P2P_W03 – zna zaawansowane metody badawczo obliczeniowe stosowane w inżynierii chemicznej,		
P2P_W07 – rozumie rolę nowych technologii w projektowaniu procesów technologicznych,		
P2A_W05 – zna kierunki rozwoju nowych technologii w inżynierii chemicznej		
<b>Z zakresu umiejętności:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
P2K_U01 – jest w stanie znaleźć informacje literaturowe związane z nowymi trendami rozwoju w inżynierii chemicznej,		
P2K_U02 – jest w stanie zaproponować zastosowania nowych technologii w przemyśle chemicznym,		
P2A_U07 – jest w stanie zidentyfikować kierunki rozwoju inżynierii chemicznej		
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
P2K_K01 – umie pracować w wieloosobowej grupie formułując i wymieniając opinie.		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wyzwania cywilizacyjne XXI wieku.	2
Wy2	Zaawansowane metody analityczne procesu technologicznego I: metody spektrometryczne w analizie procesu krystalizacji.	2
Wy3	Zaawansowane metody analityczne procesu technologicznego II: obserwacje spektrometryczne w bliskiej podczerwieni oraz analiza obrazu w wyszukiwaniu zanieczyszczeń podczas produkcji leków.	2
Wy4	Intensyfikacja procesu: nanofluidy.	2
Wy5	Nano-biokompozyty w inżynierii chemicznej.	2
Wy6	Projektowanie i rozwój celowanych nośników leków.	2
Wy7	Przemysł energetyczny oparty na wodorze: metody generowania energii.	2
Wy8	Przemysł energetyczny oparty na wodorze: sposoby przechowywania.	2
Wy9	Nanotechnologia w uzdatnianiu wody.	
Wy10	Uzdatnianie odpadów radioaktywnych.	2
Wy11	Nieinwazyjne metody pomiarowe: metody tomograficzne, metody laserowe, zaawansowana analiza obrazu.	2
Wy12	Nowe metody sekwestracji, rozkładu oraz przetwarzania dwutlenku węgla.	2
Wy13	Mikroreaktory I.	2
Wy14	Mikroreaktory II.	2
Wy15	Przyszłość inżynierii chemicznej.	2
	Suma godzin	30
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.	

N2	Konsultacje	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W15	Egzamin pisemny
Ocena	<b>2,0</b> jeśli P < 14,5 pkt. <b>3,0</b> jeśli P = 14,5– 18,0 pkt. <b>3,5</b> jeśli P = 18,5 – 21,5 pkt. <b>4,0</b> jeśli P = 20 – 22 pkt. <b>4,5</b> jeśli P = 22,5- 24,5 pkt. <b>5,0</b> jeśli P = 25 - 27 pkt. <b>5,5</b> jeśli P = 27,5-30 pkt.	
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Wirth Thomas, Microreactors in Organic Chemistry and Catalysis, Wiley-Vch, Singapore, 2013		
[2] Jighai Li, Advances in Chemical Engineering: Characterization of Flow, Particles and Interfaces, Academic Press, 2009.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Źródła internetowe.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>		
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)		
<b>Dr inż. Łukasz Radosiński lukasz.radosinski@pwr.wroc.pl</b>		