

PROGRAM OF STUDIES

FACULTY:	MECHANICAL AND POWER ENGINEERING
MAIN FIELD OF STUDY:	POWER ENGINEERING
DYSCIPLINES:	Environmental engineering, mining and energetics
EDUCATION LEVEL:	second-level studies
FORM OF STUDIES:	full-time studies
PROFILE:	general academic
LANGUAGE OF STUDY:	Polisch (specializations CCK, NTE), English (specializations CAE, RSE, RAC)
IN EFFECTS SINCE ACADEMIC YEAR:	2023/2024

Content:

1. Assumed learning outcomes – att. no 1 to program of studies
2. Description of the program of studies – att. no 2 to program of studies
3. Plan of studies – att. no 3 to program of studies

ASSUMED LEARNING OUTCOMES

FACULTY:	MECHANICAL AND POWER ENGINEERING
MAIN FIELD OF STUDY:	POWER ENGINEERING
EDUCATION LEVEL:	second-level studies
PROFILE:	general academic

Location of the main field of study:

Branch of science:	technical and engineering sciences
Disciplines:	environmental engineering, mining and energetics

Description:

P7U – universal first degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level

P7S – second degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level PRK

W – category „knowledge”

U – category „skills”

K – category „social competences”

K(faculty symbol)_W1, K(faculty symbol)_W2, K(faculty symbol)_W3, ...- main-field-of study learning outcomes related to the category "knowledge"

K(faculty symbol)_U1, K(faculty symbol)_U2, K(faculty symbol)_U3, ...- main-field-of study learning outcomes related to the category "skills"

K(faculty symbol)_K1, K(faculty symbol)_K2, K(faculty symbol)_K3, ...- main-field-of study learning outcomes related to the category "social competences"

..._inż – learning outcomes related to the engineer competences

Main field of study learning outcomes	Description of learning outcomes for the main-field-of study:	Reference to PRK characteristics		
	ENERGETYKA / POWER ENGINEERING	Universal first degree characteristics (U)	Second degree characteristics typical for qualifications obtained in higher education (S)	
			Characteristics for qualifications on 7 level of PRK	Characteristics for qualifications on 7 level of PRK, enabling acquiring engineering competences
	<i>After the graduation graduate:</i>			
KNOWLEDGE (W)				
K2ENG_W01	<i>Has a structured knowledge of mathematics useful for formulating and solving energy problems</i>	P7U_W	P7S_WG	
K2ENG_W02	<i>Has a structured knowledge of physics necessary to understand the processes used in the energy industry</i>	P7U_W	P7S_WG	
K2ENG_W03	<i>Has a structured knowledge of numerical methods, programming and mathematical modeling useful for solving simple scientific and engineering problems</i>	P7U_W	P7S_WG	
K2ENG_W04	<i>Has an in-depth knowledge of thermodynamics, heat transfer, and fluid mechanics fundamental to technologies used in the energy industry</i>	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ENG_W05	<i>Has knowledge of development trends and the most significant achievements related to the latest technologies and systems used in the power industry, the directions of their development and the problems associated with their implementation</i>	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ENG_W06	<i>Has knowledge of the measurement of basic process parameters in the power industry and the control of these processes</i>	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ENG_W07	<i>Has a well-established knowledge of fuels, agents and fluids used in the energy industry and the safety of their use</i>	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ENG_W08	<i>Has a structured knowledge of the materials used and the methods of designing and manufacturing machinery, equipment and energy systems</i>	P7U_W	P7S_WK	P7S_WG_inż
K2ENG_W09	<i>has the knowledge necessary to understand the social, economic, legal and other non-technical conditions of engineering activities, including management and business, including in the area of individual entrepreneurship</i>	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inż

SKILLS (U)				
K2ENG_U01	<i>is able to obtain information from literature, databases and other sources; is able to integrate obtained information, interpret it, as well as draw conclusions and formulate and justify opinions</i>	P7U_U	P7S_UW P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U02	<i>Has the ability to self-educate, is able to work individually and as part of a team; is able to estimate the time needed to complete the assigned task; is able to develop and implement a work schedule to ensure deadlines are met</i>	P7U_U	P7S_UW P7S_UU P7S_UO	P7S_UW_inż
K2ENG_U03	<i>is able to develop documentation on the implementation of an engineering task and prepare a text containing a discussion of the results of the task</i>	P7U_U	P7S_UW P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U04	<i>is able to prepare and present a short presentation on the results of an engineering task</i>	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U05	<i>has language skills in the fields of science and scientific disciplines appropriate to the field of study of Power Engineering, in accordance with the requirements specified at least for level B2+ and at least for level A1 (second foreign language) of the Common European Framework of Reference for Languages</i>	P7U_U	P7S_UK	P7S_UW_inż
K2ENG_U06	<i>Is able to - when formulating and solving scientific and engineering tasks, integrate knowledge of energy and mathematics</i>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U07	<i>is able - with the help of computer tools - to solve complex, advanced problems of heat transfer and fluid mechanics, to program and mathematically model and carry out simulations of energy processes and systems</i>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U08	<i>is able to plan and conduct experimental studies, including measurements of basic operating parameters, interpret the obtained results and draw conclusions about the operation of energy systems</i>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U09	<i>is able to develop a conceptual technological design, conduct an energy and technical-economic analysis, and prepare design specifications for the components of a machine, equipment or energy system</i>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U10	<i>is able to use theoretical knowledge to perform thermodynamic calculations of complex energy conversion systems, perform analysis and evaluate the efficiency of energy processes, installations and systems</i>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż

SOCIAL COMPETENCES (K)				
K2ENG_K01	<i>understands the need for and knows the possibilities of continuous training (third degree, postgraduate studies, courses) - improving professional, personal and social competence</i>	P7U_K	P7S_KK	
K2ENG_K02	<i>Is aware of the importance and understanding of the non-technical aspects and consequences of the activities of a power engineer, including its impact on the environment and the associated responsibility for decision-making. and the necessity of individual and team activity beyond engineering activities</i>	P7U_K	P7S_KK P7S_KO P7S_KR	
K2ENG_K03	<i>is aware of the responsibility for his own work and is ready to follow the rules of teamwork and take responsibility for jointly implemented tasks</i>	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	
K2ENG_K04	<i>can think and act in a creative and entrepreneurial way</i>	P7U_K	P7S_KO	
K2ENG_K05	<i>is aware of the social role of a graduate of a technical university, and in particular understands the need to formulate and communicate to the public - including through the mass media - information and opinions on energy activities; makes efforts to communicate such information and opinions in a reliable and widely understood manner</i>	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	

DESCRIPTION OF THE PROGRAM OF STUDIES

Main field of study	Profile:
POWER ENGINEERING Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja - CCK, Nowe technologie energetyczne - NTE, Computer Aided Mechanical and Power Engineering - CAE, Renewable Sources of Energy - RSE, Refrigeration and Cryogenic - RAC	GENERAL ACADEMIC
Education level:	Form of studies:
second-level studies	FULL-TIME STUDIES

1 General description

1.1. Number of semesters	1.2. Total number of ECTS points necessary to complete studies at a given level:
3	90
1.3. Total number of hours	1.4. Prerequisites (particularly for second-level studies):
975	Diploma in engineering with a professional degree of Eng. or M.Sc. Detailed requirements are contained in the Internal Orders "On the conditions and procedure for recruitment".
1.5. Upon completion of studies graduate obtains professional degree of:	1.6. Graduate profile, employability:
Magister inżynier	<i>Specialization Refrigeration, heating and air conditioning:</i> He has knowledge and skills in advanced technologies and methods of process research and operation of machinery and equipment for heating, refrigeration, air conditioning and related fields. He is prepared to design, optimize and implement new energy technologies, especially in the field of providing indoor thermal comfort, as well as to work in local government bodies and independently conduct business in the conditions of the energy

market and the implementation of the principle of sustainable development. He knows a foreign language at the B2+ proficiency level and a second foreign language at the A1 or A2 level.

Specialization Modern Energy Technologies:

He has knowledge and skills in advanced technologies and methods of process research and operation of machinery and equipment in the commercial power industry and related industries. He is prepared to design, optimize and implement new energy technologies, particularly in nuclear, coal and gas power, as well as technologies to minimize their impact on the environment. He is also prepared to work in local self-government bodies and independently conduct business in the conditions of the energy market and the implementation of the principle of sustainable development. He knows a foreign language at the B2+ proficiency level and a second foreign language at the A1 or A2 level.

Computer Aided Mechanical and Power Engineering specialization:

He has knowledge and skills in advanced technologies and methods of process research and operation of machinery and equipment in energy and related industries. He is prepared for modeling, simulation, optimization and implementation of new energy technologies, as well as for work in local government bodies and independent business. Has knowledge and skills in the use of advanced computer tools to support work in the energy and mechanical industries. Knows a foreign language at the B2+ proficiency level and a second foreign language at the A1 or A2 level.

Specializing in Renewable Sources of Energy:

He has knowledge and skills in advanced technologies and methods of process research and operation of machinery and equipment in energy and related industries. He is prepared to design, optimize and implement new energy technologies, especially in the field of renewable energy sources, as well as to work in local government bodies and independently conduct business in the conditions of the energy market and the implementation of the principle of sustainable development. He knows a foreign language at

	<p>the B2+ proficiency level and a second foreign language at the A1 or A2 level.</p> <p><i>Specializing in Refrigeration and Cryogenics:</i> He has knowledge and skills in: design, manufacturing and operation of machinery and manufacturing systems, as well as environmental technologies and technical safety. He is prepared to: creatively use methods and information technologies to support the design, manufacture and operation of power generation machinery and equipment; direct and develop production in industrial enterprises and manage technological processes; conduct research in scientific and research institutes; manage design laboratories in the field of power generation equipment design and technological processes; conduct business. Has the necessary knowledge and skills in the design, testing and operation of machinery and equipment generating low temperatures down to -35o C in refrigeration and in the range from 120 K (-153o C) to fractions of Kelvin in cryogenics, among others, for technical, scientific and medical purposes. Knows a foreign language at the B2+ proficiency level and a second foreign language at the A1 or A2 level.</p>
<p>1.7. <i>Possibility of continuing studies:</i></p> <p>Ability to apply for admission to doctoral school, postgraduate studies</p>	<p>1.8. <i>Indicate connection with University's mission and its development strategy</i></p> <p>The study program is in line with the university's mission of imparting knowledge and skills with high quality education, and pursues one of the strategic goals of shaping the silhouette of a graduate for society. Wrocław University of Technology focuses on interactive, discursive and experimental formation of skills of its students. The study program harmonizes the proportion of knowledge that is directly useful professionally, knowledge that enables subsequent professional adaptations and knowledge that shapes a rational view of the world.</p>

2 Detailed description

2.1 Total number of learning outcomes in the program of study:

W (knowledge) =	9
-----------------	---

U (skills) =	10
K (competences) =	5
W + U + K =	24

2.2 For the main field of study assigned to more than one discipline - the number of learning outcomes assigned to the discipline:

D1 (major):	24	(this number must be greater than half the total number of learning outcomes)
D2:	-	

2.3 For the main field of study assigned to more than one discipline - percentage share of the number of ECTS points for each discipline:

D1 (major):	100	% ECTS points
D2:	-	% ECTS points

2.4 a) For the general academic profile of the main field of study – the number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline or disciplines to which the main field of study is assigned – DN:

ECTS (DN):	77	(must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2)
------------	----	------------------------------------------------------------------------

~~b) For the practical profile of the main field of study – the number of ECTS points assigned to the classes shaping practical skills:~~

ECTS (P):	n/d	(must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2)
-----------	-----	------------------------------------------------------------------------

2.5 Concise analysis of compliance of the assumed learning outcomes with the needs of the labor market:

The assumed learning outcomes ensure the increment of engineering competencies obtained at the first level of education, mainly in terms of knowledge and skills, with a particular emphasis on creativity in solving specific technical problems. Thus, the study program equips the graduate with attributes that enable him to adapt to the dynamically changing requirements of the labor market.

In a broader professional perspective, employees with technical education and skills in analytical thinking, building quantitative models and mathematical analysis of phenomena and processes related to energy generation, conversion and distribution are desired in the labor market. The assumed educational results correspond to the expectations of employers regarding knowledge, skills and also broad-mindedness and the general culture of the candidate employee

2.6 The total number of ECTS points that a student must obtain in classes requiring direct participation of academic teachers or other persons conducting classes and students:

ECTS (BU):	45,32 CCK 45,24 NTE	(enter the sum of ECTS credits for the courses / groups of courses coded BU1, while for the full-time studies this number must be higher than 50% of the total number of ECTS credits from point 1.2)
------------	------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	45,72 CAE 46,04 RSE 45,56 RAC	
--	-------------------------------------	--

2.7 Total number of ECTS points, which student has to obtain from basic sciences classes

Number of ECTS points for obligatory subjects	5
Number of ECTS points for optional subjects	0
Total number of ECTS points	5

2.8 Total number of ECTS points, which student has to obtain from practical classes, including laboratory classes (enter total number of ECTS points for courses/group of courses denoted with code P)

Number of ECTS points for obligatory subjects	16
Number of ECTS points for optional subjects	33 CCK, 35 NTE, 38 CAE, 38 RSE, 34 RAC
Total number of ECTS points	49 CCK, 51 NTE, 54 CAE, 54 RSE, 50 RAC

2.9 Minimum number of ECTS points, which student has to obtain doing education blocks offered as part of university-wide classes or other main field of study (enter number of ECTS points for courses/groups of courses denoted with code O):

ECTS (O):	8	(enter number of ECTS points for courses/groups of courses denoted with code O)
-----------	---	---------------------------------------------------------------------------------

2.10 Total number of ECTS points, which student may obtain doing optional blocks:

ECTS:	54	(min. 30% of total number of ECTS points)
-------	----	-------------------------------------------

3 Description of the process leading to learning outcomes acquisition:

A student entering a course has the necessary knowledge and skills, which are prerequisites for the course/subject. The student attends classes organized at the University, takes advantage of consultations and does work at home to acquire the necessary knowledge and develop skills. In lectures, the knowledge necessary for a graduate is imparted, and in classes students are motivated to discuss and work on their own outside of class. Subjects of a practical nature allow students to acquire skills and competencies. Classes are implemented in small teams and are conducted in such a way as to allow discussion, presentation of the results of own work and learning to solve problems, including those of a research nature. The student is periodically subjected to verification of his/her own knowledge and skills during examinations, credit colloquia, interim papers, midterms, etc. The student has the opportunity and is encouraged to use other forms of improving knowledge and skills, and which are not part of the study program, such as work in student organizations or study circles. The student participates in meetings with entrepreneurs representing the industry related to the field of study.

The staffing of teaching assignments follows the academic tradition of assigning teaching assignments based on the academic achievements and professional experience of the teaching staff. When planning teaching staffing, the following are taken into account: the competence and predisposition of academic teachers to teach a given subject, the results of surveys and, in particular, the opinions of students expressed in surveys and during post-session meetings, the results of hospitalizations, and the possibly even load of teaching duties on the Staff.

4 List of education blocks:

4.1 List of obligatory blocks

4.1.1 List of general education blocks

4.1.2 List of basic sciences blocks

4.1.2.1 Mathematics block – specializations in Polish

min. 4 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concer ning scientific activities ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2301	Matematyka stosowana	2					K2ENG_W01	30	60	2		1,44	T	E				PD
2	W09ENG-SM2301	Matematyka stosowana		2				K2ENG_U06	30	60	2		1,28	T	Z			P	PD
Razem			2	2					60	120	4		2,72					2	

4.1.2.1. Mathematics block – specializations in English

min. 4 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concer ning scientific activities ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2331	Applied mathematics	2					K2ENG_W01	30	60	2		1,44	T	E				PD
2	W09ENG-SM2331	Applied mathematics		2				K2ENG_U06	30	60	2		1,28	T	Z			P	PD
Razem			2	2					60	120	4		2,72					2	

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.1.2.2 Blok Fizyka – specializations in Polish

min. 1 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2302	Fizyka - zagadnienia wybrane	1					K2ENG_W02	15	30	1		0,68	T/Z	Z				PD
		Razem	1						15	25	1		0,68						

4.1.2.2 Blok Fizyka - specializations in English

min. 1 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2332	Physics - selected issues	1					K2ENG_W02	15	30	1		0,68	T/Z	Z				PD
		Razem	1						15	25	1		0,68						

Altogether for basic sciences blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pe	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
3	2	0	0	0	75	150	5	0	3,4

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.1.3 List of main-field-of-study blocks

4.1.3.1 Obligatory main-field-of-study blocks – specializations in Polish

min. 31 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2304	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM2304	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
3	W09ENG-SM2305	Technologie energetyczne nowej generacji	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM2309	Metoda elementów skończonych	2					K2ENG_W03	30	75	3	3	1,28	T	E		DN		K
5	W09ENG-SM2309	Metoda elementów skończonych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
6	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
7	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
8	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM2303	Mechatronika i systemy sterowania	2					K2ENG_W06	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
10	W09ENG-SM2303	Mechatronika i systemy sterowania			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
11	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
12	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
13	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo			1			K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
14	W09ENG-SM2308	Chłodnictwo	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
15	W09ENG-SM2308	Chłodnictwo		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
16	W09ENG-SM2311	Modelowanie systemów energetycznych	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

17	W09ENG-SM2311	Modelowanie systemów energetycznych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
18	W09ENG-SM2310	Symulacje CFD urządzeń energetycznych	2					K2ENG_W01	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
19	W09ENG-SM2310	Symulacje CFD urządzeń energetycznych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
Razem			15	2	11	1			435	775	31	31	20,12					14	

Obligatory main-field-of-study blocks - specializations in English

min. 31 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientifi- c activitie s ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2334	Selected problems of thermal-flow processes	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM2334	Selected problems of thermal-flow processes			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
3	W09ENG-SM2335	New generation energy technologies	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM2339	Finite element analysis	2					K2ENG_W03	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
5	W09ENG-SM2339	Finite element analysis			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
6	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
7	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
8	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy					1	K2ENG_U04	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM2333	Mechatronics and control systems	2					K2ENG_W06	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
10	W09ENG-SM2333	Mechatronics and control systems			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
11	W09ENG-SM2338	Low-temperature technologies	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
12	W09ENG-SM2338	Low-temperature technologies		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

13	W09ENG-SM2337	Modeling of HVAC systems	1				K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
14	W09ENG-SM2337	Modeling of HVAC systems		2			K2ENG_U10	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
15	W09ENG-SM2341	Modeling of Energy systems	1				K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
16	W09ENG-SM2341	Modeling of Energy systems		2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
17	W09ENG-SM2340	CFD simulations of power generation units	2				K2ENG_W03	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
18	W09ENG-SM2340	CFD simulations of power generation units		2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
Razem			15	1	11	1	1		435	775	31	31	20,12				14	

Altogether (for main-field-of-study blocks):

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pe	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
15	1	11	1	1	435	775	31	31	20,12

4.2 List of optional blocks

4.2.1 List of general education blocks

4.2.1.1 Liberal-managerial subjects blocks - specializations in Polish

min. 5 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practicals ⁶	Type ⁷
1	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu	2					K2ENG_W09, K2ENG_K03 K2ENG_K04,	30	75	3		1,28	T/Z	Z	O	0		KO
	W08W09-SM0111	Zarządzanie projektami w energetyce																	

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

	W08W09-SM0115	Zarządzanie zespołami ludzkimi																
	W08W09-SM0116	ABC startupu																
2	W09-SM-W08H03	Przedmiot hum.-społ.	1					K2ENG_W09, K2ENG_K01, K2ENG_K02	15	50	2		0,68	T/Z	Z	O	0	KO
	W08W09-SM0113	Psychologia komunikacji																
	W08W09-SM0117	Kreatywność i innowacje																
	W08W09-SM0118	Relacje międzyludzkie																
		Razem	3						45	125	5		1,96					

Liberal-managerial subjects blocks - specializations in English

min. 5 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09-SM-W08ZA2	Management course (eligible)	2					K2ENG_W09 K2ENG_K03 K2ENG_K04	30	75	3		1,28	T/Z	Z	O	0		KO
	W08W09-SM1111	Project management at energy sector																	
	W08W09-SM1115	Team management																	
2	W09-SM-W08HA3	Humanities course (eligible)	1					K2ENG_W09, K2ENG_K01, K2ENG_K02	15	50	2		0,68	T/Z	Z	O	0		KO
	W08W09-SM0113	Psychology of communication																	
	W08W09-SM1117	Communication in a multicultural environment																	
		Razem	3						45	125	5		1,96						

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.2.1.2 Foreign languages block - specializations in Polish

min. 3 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	SJO-SM0001	Język obcy 1		1				K2ENG_U05	15	30	1		0,5	T	Z	O	0	P	KO
2	SJO-SM0002	Język obcy 2		3				K2ENG_U05	45	60	2		1,5	T	Z	O	0	P	KO
Razem				4					60	90	3		2				3		

Foreign languages block - specializations in English

min. 3 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	SJO-SM0004	Foreign language 1		1				K2ENG_U05	15	30	1		0,5	T	Z	O	0	P	KO
2	SJO-SM0003	Foreign language (next language)		3				K2ENG_U05	45	60	2		1,5	T	Z	O	0	P	KO
Razem				4					60	90	3		2				3		

Altogether for general education blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pe	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
3	4				105	215	8		3,96

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.2.2 List of specialization blocks

4.2.2.1 Specialization subjects blok: specialization CCK

min. 42 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2312	Sprężarkowe systemy chłodnicze	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2312	Sprężarkowe systemy chłodnicze			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2313	Energooszczędne instalacje ciepne, wentylacyjne i klimatyzacyjne	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
4	W09ENG-SM2313	Energooszczędne instalacje ciepne, wentylacyjne i klimatyzacyjne			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2314	Systemy akumulacji energii	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2314	Systemy akumulacji energii			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2315	Sorpcyjne systemy energetyczne	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM2315	Sorpcyjne systemy energetyczne		1				K2ENG_U08	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM2316	Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,68	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM2316	Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM2322	Elektroenergetyka	2					K2ENG_W08	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM2328	Seminarium dyplomowe					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U04, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM2330	Praca dyplomowa magisterska				1		K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U03, K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

Razem	10	1	6	1	2		300	1050	42	42	15,28				30
-------	----	---	---	---	---	--	-----	------	----	----	-------	--	--	--	----

Optional specializations subjects - specialization CCK

min. 4 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2323	Wybrane aspekty energetyki jądrowej	2					K2ENG_W04	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM2315	Planowanie procesu inwestycyjnego	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
3	W09ENG-SM2326	Energetyka termojądrowa	1					K2ENG_W07	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2325	Challenges of modern power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
		Razem	4						60	100	4	4	2,56						

4.2.2.2 Specialization subjects blok: specialization NTE

min. 42 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2317	Współczesne reaktory jądrowe	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2317	Współczesne reaktory jądrowe			1			K2ENG_U07	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2318	Gospodarka paliwowa	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2318	Gospodarka paliwowa			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2319	Techniki ograniczania emisji	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM2319	Techniki ograniczania emisji				2		K2ENG_U09	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

7	W09ENG-SM2320	Pomiary w ochronie środowiska			2			K2ENG_U04	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2321	Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM2321	Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne			1			K2ENG_U04	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM2323	Wybrane aspekty energetyki jądrowej	2					K2ENG_W08	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
11	W09ENG-SM2328	Seminarium dyplomowe				2		K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U04, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
12	W09ENG-SM2330	Praca dyplomowa magisterska				1		K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U03, K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
Razem			9		5	4	2		300	1050	42	42	15,20					32	

Optional specializations subjects - specialization NTE

min. 4 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2322	Elektroenergetyka	2					K2ENG_W08	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
2	W09OZE-SM2315	Planowanie procesu inwestycyjnego	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
3	W09ENG-SM2324	Energetyka termojądrowa	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,64	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2325	Challenges of modern power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,64	T/Z	Z		DN		S
Razem			4						60	100	4	4	2,56						

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.2.2.3 Specialization subjects blok: specialization CAE

min. 46 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientifi- c activitie s ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2342	Modeling of combustion processes	1					K2ENG_W03	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2342	Modeling of combustion processes			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2343	Advanced numerical modeling using OpenFOAM	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2343	Advanced numerical modeling using OpenFOAM			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2344	Fundamentals of programming	1					K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2344	Fundamentals of programming			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2345	Advanced data processing	1					K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM2345	Advanced data processing			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM2346	Numerical methods	1					K2ENG_W03	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
10	W09ENG-SM2346	Numerical methods			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM2347	Integrated production systems	1					K2ENG_W08	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM2347	Integrated production systems			1			K2ENG_U10	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM2348	Thermodynamic analysis of energy processes	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
14	W09ENG-SM2348	Thermodynamic analysis of energy processes		1				K2ENG_U07	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
15	W09ENG-SM2349	Artificial intelligence	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
16	W09ENG-SM2349	Artificial intelligence			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
17	W09ENG-SM2370	Master thesis				1		K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U03, K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

18	W09ENG-SM2350	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U04, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
Razem			8	1	12	1	2		360	1150	46	46	18,24					35	

4.2.2.4 Specialization subjects blok: specialization RSE

min. 46 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2355	Wind power plants	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM2355	Wind power plants				1		K2ENG_U09	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2354	Water power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2354	Water power engineering			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2354	Water power engineering				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM2353	Fuel cells and hydrogen production	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM2353	Fuel cells and hydrogen production			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
9	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system				1		K2ENG_W09	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
12	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
14	W09ENG-SM2358	Heat pumps	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
15	W09ENG-SM2358	Heat pumps				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

16	W09ENG-SM2356	Geothermal power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
17	W09ENG-SM2356	Geothermal power engineering		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
18	W09ENG-SM2357	Thermonuclear power generation	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
19	W09ENG-SM2357	Thermonuclear power generation					1	K2ENG_U04	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
20	W09ENG-SM2370	Master thesis					1	K2ENG_U02, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
21	W09ENG-SM2359	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
Razem			10	2	3	6	3		360	1150	46	46	18,56					35	

4.2.2.5 Specialization subjects blok: specialization RAC

min. 46 ECTS points

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM23564	Cryogenics	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM23564	Cryogenics			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM23564	Cryogenics				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM2363	Vapor-compression refrigeration systems	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S
5	W09ENG-SM2363	Vapor-compression refrigeration systems			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM2362	Air conditioning systems	1					K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM2362	Air conditioning systems			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2361	Applied cryogenic in power engineering	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM2360	Cooling systems	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM2360	Cooling systems				1		K2ENG_U08	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

11	W09ENG-SM2366	Cryogenic systems and applied superconductivity	2					K2ENG_W07	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM2366	Cryogenic systems and applied superconductivity				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM2367	Sorption refrigeration	1					K2ENG_W05, K2ENG_W08	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
14	W09ENG-SM2367	Sorption refrigeration		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
15	W09ENG-SM2365	Cold chain	1					K2ENG_W07	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
16	W09ENG-SM2370	Master thesis				1		K2ENG_U02, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z	0	DN	P	S
17	W09ENG-SM2369	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
Razem			13	1	4	4	2		360	1150	46	46	18,08					30	

Altogether for specialization blocks:

	Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
	lec	cl	lab	pe	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
CCK	14	1	6	1	2	360	1150	46	46	17,84
NTE	13		5	4	2	360	1150	46	46	17,76
CAE	8	1	12	1	2	360	1150	46	46	18,24
RSE	10	2	3	6	3	360	1150	46	46	18,56
RAC	13	1	4	4	2	360	1150	46	46	18,08

¹BU - number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional - enter T, remote - enter Z

³Exam - enter E, crediting - enter Z. For the group of classes - after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes - enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes - enter P. For the group of classes - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO - general education courses, PD - basic sciences courses, K - main field of study courses, S - specialization courses

4.3 Practises block – not applicable

4.4 „Diploma dissertation” block

Type of diploma dissertation:	Magister inżynier
Number of diploma dissertation semesters:	1
Number of ECTS points:	20
Code:	W09ENG-SM2330 – specializations in Polish W09ENG-SM2370 – specializations in English
Character of diploma dissertation:	The masters degree dissertation should be a computational, study, design or experimental solution to a problem in the field of energy using the knowledge and skills acquired during second-level studies.
Number of ECTS BU ¹	2,2
Number of ECTS DN ⁵	20

5 Ways of verifying assumed learning outcomes

Type of classes:	Ways of verifying assumed learning outcomes:
lecture	exam, test
class	test, colloquium, participation in the discussion of problems, activity, solving tasks
laboratory	test, entrance test, lab report, presentation
project	project defence, presentation
seminar	participation in discussion, presentation of the topic, the essay
diploma dissertation	thesis preparation

6 Range of diploma examination

Szczegółowa lista zagadnień egzaminu dyplomowego w danym roku akademickim jest konsultowana z nauczycielami akademickimi prowadzącymi poszczególne kursy i po zatwierdzeniu przez Komisję Programową kierunku studiów publikowana jest na stronie wydziału przed rozpoczęciem semestru, w którym realizowany jest przedmiot: „Praca dyplomowa magisterska”.

7 Plan of studies (attachment no. 3)

Approved by faculty student government legislative body:

21-09-2023

Date



signature of student representative

21-09-2023

Date



dr hab. inż. Piotr Szulc, prof. uczelni
Dean's signature

PLAN OF STUDIES

FACULTY:	MECHANICAL AND POWER ENGINEERING
MAIN FIELD OF STUDY:	POWER ENGINEERING
EDUCATION LEVEL:	second-level studies
FORM OF STUDIES:	full-time studies
PROFILE:	general academic
SPECIALIZATION:	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja - CCK, Nowe technologie energetyczne - NTE, Computer Aided Mechanical and Power Engineering - CAE, Renewable Sources of Energy - RSE, Refrigeration and Cryogenic – RAC
LANGUAGE OF STUDY:	Polish (specializations CCK, NTE), English (specilizations CAE, RSE, RAC)
IN EFFECTS SINCE ACADEMIC YEAR:	2023/2024

1 Set of obligatory and optional subjects and groups of classes in semestral arrangement

Semester 1

Obligatory subjects/groups of classes (specializations in Polish)

number of ECTS points 29

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Universi-ty-wide ⁴	Concer-ning scientifi-c activitie-s ⁵	Practica-l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2301	Matematyka stosowana	2					K2ENG_W01	30	60	2		1,44	T	E		0		PD
2	W09ENG-SM2301	Matematyka stosowana		2				K2ENG_U06	30	60	2		1,28	T	Z		0	P	PD
3	W09ENG-SM2302	Fizyka - zagadnienia wybrane	1					K2ENG_W02	15	30	1		0,68	T/Z	Z		0		PD
4	W09ENG-SM2304	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
5	W09ENG-SM2304	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
6	W09ENG-SM2305	Technologie energetyczne nowej generacji	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
7	W09ENG-SM2309	Metoda elementów skończonych	2					K2ENG_W03	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
8	W09ENG-SM2309	Metoda elementów skończonych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
10	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
11	W09ENG-SM2306	Odnawialne źródła energii				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
12	W09ENG-SM2303	Mechatronika i systemy sterowania	2					K2ENG_W06	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
13	W09ENG-SM2303	Mechatronika i systemy sterowania			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
14	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	1,44	T/Z	Z		DN		K
15	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
16	W09ENG-SM2307	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

17	W09ENG-SM2308	Chłodnictwo	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T/Z	E		DN		K
18	W09ENG-SM2308	Chłodnictwo		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
Razem			15	4	7	1			405	750	29	24	18,68					12	

Obligatory subjects/groups of classes (specializations in English)

number of ECTS points 29

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientifi- c activitie- s ⁵	Practica- l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2331	Applied mathematics	2					K2ENG_W01	30	50	2		1,44	T	E		0		PD
2	W09ENG-SM2331	Applied mathematics		2				K2ENG_U06	30	50	2		1,28	T	Z		0	P	PD
3	W09ENG-SM2332	Physics - selected issues	1					K2ENG_W02	15	25	1		0,68	T/Z	Z		0		PD
4	W09ENG-SM2334	Selected problems of thermal-flow processes	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
5	W09ENG-SM2334	Selected problems of thermal-flow processes			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
6	W09ENG-SM2335	New generation energy technologies	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
7	W09ENG-SM2339	Finite element analysis	2					K2ENG_W03	30	75	3	3	1,28	T	E		DN		K
8	W09ENG-SM2339	Finite element analysis			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		K
10	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
11	W09ENG-SM2336	Physics of renewable energy					1	K2ENG_U04	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	K
12	W09ENG-SM2333	Mechatronics and control systems	2					K2ENG_W06	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		K
13	W09ENG-SM2333	Mechatronics and control systems			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
14	W09ENG-SM2338	Low-temperature technologies	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T/Z	E		DN		K
15	W09ENG-SM2338	Low-temperature technologies		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	K
16	W09ENG-SM2337	Modeling of HVAC systems	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,76	T/Z	Z		DN		K

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

17	W09ENG-SM2337	Modeling of HVAC systems			2			K2ENG_U10	30	55	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
		Razem	15	3	7	1	1		405	750	29	24	18,68					12	

Optional subjects (specializations in Polish)

number of ECTS points 1

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	SJO-SM0001	Język obcy 1		1				K2ENG_U05	15	30	1		0,5	T	Z	O	O	P	KO
		Razem		1					15	30	1		0,5					1	

Optional subjects (specializations in English)

number of ECTS points 1

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	SJO-SM0004	Foreign language 1		1				K2ENG_U05	15	30	1		0,5	T	Z	O	O	P	KO
		Razem		1					15	30	1		0,5					1	

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Altogether in semester:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pe	sem	H	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
15	5	7	1		420	780	30	24	19,18

Semester 2

Obligatory subjects / groups of classes - specializations in Polish

number of ECTS points 7

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2311	Modelowanie systemów energetycznych	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM2311	Modelowanie systemów energetycznych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
3	W09ENG-SM2310	Symulacje CFD urządzeń energetycznych	2					K2ENG_W01	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
4	W09ENG-SM2310	Symulacje CFD urządzeń energetycznych			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
Razem			3		4				105	175	7	7	4,84					4	

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Obligatory subjects / groups of classes - specializations in English

number of ECTS points 7

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2341	Modeling of Energy systems	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM2341	Modeling of Energy systems			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
3	W09ENG-SM2340	CFD simulations of power generation units	2					K2ENG_W03	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		K
4	W09ENG-SM2340	CFD simulations of power generation units			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	K
Razem			3		4				105	175	7	7	4,84					4	

Optional subjects / groups of classes - specializations in Polish

number of ECTS points 5

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	SJO-SM0002	Język obcy 2		3				K2ENG_U05	45	60	2		1,5	T	Z	O	0	P	KO
2	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu (wybieralny)	2					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06	30	75	3		1,28	T/Z	Z	O	0		KO
Razem			2	3					75	135	5		2,78					2	

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional subjects / groups of classes - specializations in English

number of ECTS points 5

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univ ⁴ ersity-wide	Concer ⁵ ning scientific activities	Practica ⁶ le	Type ⁷
1	SJO-SM0003	Foreign language (next language)		3				K2ENG_U05	45	60	2		1,5	T	Z	O	0	P	KO
2	W09-SM-W08ZA2	Management course (eligible)	2					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06	30	75	3		1,28	T/Z	Z	O	0		KO
Razem			2	3					75	135	5		2,78					2	

Optional subjects / groups of classes – specialization CCK

number of ECTS points 18

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univ ⁴ ersity-wide	Concer ⁵ ning scientific activities	Practica ⁶ le	Type ⁷
1	W09ENG-SM2312	Sprężarkowe systemy chłodnicze	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2312	Sprężarkowe systemy chłodnicze			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2313	Energooszczędne instalacje ciepłone, wentylacyjne i klimatyzacyjne	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
4	W09ENG-SM2313	Energooszczędne instalacje ciepłone, wentylacyjne i klimatyzacyjne			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2314	Systemy akumulacji energii	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2314	Systemy akumulacji energii			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2315	Sorpcyjne systemy energetyczne	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

8	W09ENG-SM2315	Sorpcyjne systemy energetyczne		1				K2ENG_U08	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM2316	Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,68	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM2316	Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
Razem			8	1	6				225	450	18	18	10,52					8	

Optional subjects / groups of classes – specialization - NTE

number of ECTS points 18

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientifi- c activitie s ⁵	Practica l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2317	Współczesne reaktory jądrowe	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2317	Współczesne reaktory jądrowe			1			K2ENG_U07	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2318	Gospodarka paliwowa	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2318	Gospodarka paliwowa			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2319	Techniki ograniczania emisji	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM2319	Techniki ograniczania emisji				2		K2ENG_U09	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2320	Pomiary w ochronie środowiska			2			K2ENG_U04	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2321	Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM2321	Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne				1		K2ENG_U04	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
Razem			7		5	3			225	450	18	18	10,44					10	

Optional subjects / groups of classes – specialization CAE

number of ECTS points 18

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2342	Modeling of combustion processes	1					K2ENG_W03	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM2342	Modeling of combustion processes			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2343	Advanced numerical modeling using OpenFOAM	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2343	Advanced numerical modeling using OpenFOAM			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2344	Fundamentals of programming	1					K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2344	Fundamentals of programming			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2345	Advanced data processing	1					K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM2345	Advanced data processing			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM2346	Numerical methods	1					K2ENG_W03	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
10	W09ENG-SM2346	Numerical methods			2			K2ENG_U07	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
Razem			5		10				225	450	18	18	10,52					10	

Optional subjects / groups of classes – specialization RSE

number of ECTS points 18

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2355	Wind power plants	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM2355	Wind power plants				1		K2ENG_U09	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

3	W09ENG-SM2354	Water power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2354	Water power engineering			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2354	Water power engineering				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM2353	Fuel cells and hydrogen production	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM2353	Fuel cells and hydrogen production			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system	1					K2ENG_W05	15	50	2	2	0,84	T	E		DN		S
9	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system				1		K2ENG_W09	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,44	T	E		DN		S
12	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production			1			K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
Razem			7		4	4			225	450	18	18	10,92					10	

Optional subjects / groups of classes – specialization RAC

number of ECTS points 18

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientifi- c activitie- s ⁵	Practica- l ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM23564	Cryogenics	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S
2	W09ENG-SM23564	Cryogenics			2			K2ENG_U08	30	50	2	2	1,36	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM23564	Cryogenics				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM2363	Vapor-compression refrigeration systems	2					K2ENG_W05	30	75	3	3	1,44	T	E		DN		S

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

5	W09ENG-SM2363	Vapor-compression refrigeration systems			1		K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM2362	Air conditioning systems	1				K2ENG_W03	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM2362	Air conditioning systems			1		K2ENG_U08	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM2361	Applied cryogenics in power engineering	2				K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM2360	Cooling systems	2				K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM2360	Cooling systems				1	K2ENG_U08	15	50	2	2	0,76	T	Z		DN	P	S
Razem			9		4	2		225	450	18	18	10,52					7	

Altogether in semester:

	Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
	lec	cl	lab	pe	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
specjalność dyplomowania CCK	13	4	10			405	750	30	25	18,14
specjalność dyplomowania NTE	12	3	9	3		405	750	30	25	18,06
specjalność dyplomowania CAE	10	3	14			405	750	30	25	18,14
specjalność dyplomowania RSE	12	4	8	4		405	750	30	25	18,54
specjalność dyplomowania RAC	14	3	8	2		405	750	30	25	18,14

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Semester 3

Optional subjects / groups of classes – specializations in Polish

number of ECTS points 2

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientific activities ⁵	Practica- l ⁶	Type ⁷
1	W09-SM-W08H03	Przedmiot hum.-spot.	1					K2ENG_W09, K2ENG_K01, K2ENG_K02, K2ENG_K07	15	50	2		0,68	T/Z	Z	O	0		KO
		Razem	1						15	50	2		0,68						

Optional subjects / groups of classes – specializations in English

number of ECTS points 2

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			Univer- sity-wide ⁴	Concer- ning scientific activities ⁵	Practica- l ⁶	Type ⁷
2	W09-SM-W08HA3	Humanities course (eligible)	1					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K02	15	50	2		0,68	T/Z	Z	O	0		KO
		Razem	1						15	50	2		0,68						

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional subjects / groups of classes – specialization CCK

number of ECTS points 28

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2322	Elektroenergetyka	2					K2ENG_W08	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
2	ENG-SM-WYB03	Przedmioty wybieralne (4ECTS)	4						60	100	4	4	2,56	T/Z	Z		DN		S
	W09ENG-SM2323	Wybrane aspekty energetyki jądrowej	2					K2ENG_W04	30	50	2	2	1,28						
	W09ENG-SM2326	Planowanie procesu inwestycyjnego	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28						
	W09ENG-SM2325	Challenges of modern power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68						
	W09ENG-SM2324	Energetyka termojądrowa	1					K2ENG_W07	15	25	1	1	0,68						
3	W09ENG-SM2328	Seminarium dyplomowe					2	K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U04 K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM2330	Praca dyplomowa magisterska					1	K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
Razem			6				1 2		135	700	28	28	7,32					22	

Optional subjects / groups of classes – specialization NTE

number of ECTS points 28

No.	Subject / groups of classescode	Weekly number of hours	Learning effect symbol	Number of hours	Number of ECTS points	Form ² of subject /	Way ³ of	Subject / groups of classes
-----	---------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------	-----------------------	--------------------------------	---------------------	-----------------------------

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

		Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ class es	BU ¹ class es	groups of classes	credi ng	Univer sity- wide ⁴	Concer ning scientific activitie s ⁵	Practica ls ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2323	Wybrane aspekty energetyki jądrowej	2					K2ENG_W08	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
2	ENG-SM-WYB03	Przedmioty wybieralne	4						60	100	4	4	2,56	T/Z	Z		DN		S
	W09ENG-SM2323	Elektroenergetyka	2					K2ENG_W04	30	50	2	2	1,28						
	W09OZE-SM2315	Planowanie procesu inwestycyjnego	2					K2ENG_W05	30	50	2	2	1,28						
	W09ENG-SM2325	Challenges of modern power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,64						
	W09ENG-SM2324	Energetyka termojądrowa	1					K2ENG_W07	15	25	1	1	0,64						
3	W09ENG-SM23289	Seminarium dyplomowe					2	K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U04 K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM2330	Praca dyplomowa magisterska				1		K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
Razem			6			1	2		135	700	28	28	7,32					22	

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject /group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional subjects / groups of classes – specialization CAE

number of ECTS points 28

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pe	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2370	Master thesis				1		K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U03, K2ENG_K01, K2ENG_K03, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
2	W09ENG-SM2350	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_U04, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2347	Integrated production systems	1					K2ENG_W08	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2347	Integrated production systems			1			K2ENG_U10	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2348	Thermodynamic analysis of energy processes	1					K2ENG_W04	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2348	Thermodynamic analysis of energy processes		1				K2ENG_U07	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2349	Artificial intelligence	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM2349	Artificial intelligence			1			K2ENG_U07	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
Razem			3	1	2	1	2		135	700	28	28	7,72					25	

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional subjects / groups of classes – specialization RSE

number of ECTS points 28

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2370	Master thesis				1		K2ENG_U02, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S
2	W09ENG-SM2359	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2358	Heat pumps	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2358	Heat pumps				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2356	Geothermal power engineering	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2356	Geothermal power engineering		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2357	Thermonuclear power generation	1					K2ENG_W05	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM2357	Thermonuclear power generation					1	K2ENG_U04	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
Razem			3	1		2	3		135	700	28	28	7,64					25	

Optional subjects / groups of classes – specialization RAC

number of ECTS points 28

No.	Subject / groups of classescode	Name of subject / groups of classes (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of subject / groups of classes	Way ³ of crediting	Subject / groups of classes			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	W09ENG-SM2370	Master thesis				1		K2ENG_U02, K2ENG_K05	15	500	20	20	2,2	T	Z		DN	P	S

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

2	W09ENG-SM2369	Master seminar					2	K2ENG_U01, K2ENG_U02, K2ENG_K03	30	50	2	2	1,28	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM2366	Cryogenic systems and applied superconductivity	2					K2ENG_W07	30	50	2	2	1,28	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM2366	Cryogenic systems and applied superconductivity				1		K2ENG_U09	15	25	1	1	0,76	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM2367	Sorption refrigeration	1					K2ENG_W05 K2ENG_W08	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM2367	Sorption refrigeration		1				K2ENG_U10	15	25	1	1	0,68	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM2365	Cold chain	1					K2ENG_W07	15	25	1	1	0,68	T/Z	Z		DN		S
Razem			4	1		2	2		135	700	28	28	7,56					23	

Altogether in semester:

	Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
	lec	cl	lab	pr	sem	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
specialization CCK	7			1	2	150	750	30	28	8,00
specialization NTE	7			1	2	150	750	30	28	8,00
specialization CAE	4	1	2	1	2	150	750	30	28	8,40
specialization RSE	4	1		2	3	150	750	30	28	8,32
specialization RAC	5	1		2	2	150	750	30	28	8,24

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of classes – after the letter E or Z - enter in brackets the final subject form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide subject / group of classes – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical subject / group of classes – enter P. For the group of classes – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

2 Set of examinations in semestral arrangement

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semester
W09ENG-SM2301/ W09ENG-SM2331	Matematyka stosowana / Applied mathematics	1
W09ENG-SM2306/ W09ENG-SM2336	Odnawialne źródła energii / Physics of renewable energ	1
W09ENG-SM2308/ W09ENG-SM2338	Chłodnictwo / Low-temperature technologies	1
W09ENG-SM2309/ W09ENG-SM2339	Metoda elementów skończonych / Finite element analysis	1
W09ENG-SM2310/ W09ENG-SM2340	Symulacje CFD urządzeń energetycznych / CFD simulations of power generation units	2
W09ENG-SM2312	Sprężarkowe systemy chłodnicze (CCK)	2
W09ENG-SM2313	Energooszczędne instalacje ciepłe, wentylacyjne i klimatyzacyjne (CCK)	2
W09ENG-SM2317	Współczesne reaktory jądrowe (NTE)	2
W09ENG-SM2319	Techniki ograniczania emisji (NTE)	2
W09ENG-SM2342	Modeling of combustion processes (CAE)	2
W09ENG-SM2346	Numerical methods (CAE)	2
W09ENG-SM2351	Biomass and biofuels in energy production (RSE)	2
W09ENG-SM2352	Solar energy conversion system (RSE)	2
W09ENG-SM2363	Vapor-compression refrigeration systems (RAC)	2
W09ENG-SM23564	Cryogenics (RAC)	2

3 Numbers of allowable deficit of ECTS points after particular semesters

Semester	Allowable deficit of ECTS points after semester
1	7
2	7
3	0

Opinion of student government legislative body

21-09-2023

.....
Data

21-09-2023

.....
Data

Andrzej Ziemiński

.....
Name and surname, signature of student representative

DZIEKAN

dr.hab.inż. Piotr Szale, prof. uczelni
(1)

.....
Dean's signature

Advanced data processing

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Advanced data processing
Name in Polish	Zaawansowane przetwarzanie danych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	wybieralny
Subject code	W09ENG-SM2345
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		50		
Form of crediting	Colloquium		Colloquium		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic understanding of the programming process
2.	Knowledge of basic phenomena in thermodynamics and fluid mechanics and their mathematical modeling

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Provide knowledge on how to conduct automated measurement methods
C2	Provide knowledge of methods for analysing measurement data
C3	Providing knowledge on the verification of mathematical models

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Knowledge of programming in simulation conditions
PEU_W02	Knowledge of programming in real conditions
PEU_W03	Knowledge of selecting and using appropriate measurement systems
relating to skills:	
PEU_U01	Ability to program in LabView™
PEU_U02	Ability to use Diadem™ software
PEU_U03	Ability to connect the appliance in practice
PEU_U04	Ability to model and verify a mathematical model
relating to social competences:	
PEU_K01	Ability to work together in a small group (of two or three people)

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Organizing issues. Introduction to measurement automation and data analysis.	1
Lec2	LabView™ environment, data types, clustered arrays etc. Debugging and error handling capabilities.	2
Lec3	Implementation of loops and structures to facilitate programming.	2
Lec4	Preliminary analysis of the system for measurement. Selection of appropriate equipment. Programming of acquisition systems. File operations.	2
Lec5	'Live' data processing and presentation. Advanced data processing (filters, transforms) "live" and postprocessing.	2
Lec6	Global and local variables.	2
Lec7	Synchronisation and communication.	2
Lec8	Passing classes.	2
Suma godzin		15

Laboratory		Number of hours
La1	Course issues (input, output, assessment). Introduction to the course. Overview of tools used (LabView, Diadem, National Instruments hardware). (Computer Classes)	2
La2	Introduction to the LabView™ environment, basics of programming in graphical languages. (Computer Classes)	2
La3	Preparation of data-acquisition programme using simulation of measuring devices. Preparation of UI screen, basic data processing. (Computer classes)	2
La4		2
La5		2
La6	Advanced data processing, signal filtering, spectrum analysis. (Computer classes)	2
La7		2
La8	Development of measurement software for the thermodynamics test stand. Postprocessing of measurement data. (Laboratory classes)	2
La9		2
La10	Development of measurement software for the thermodynamics and heat transfer test stand. Processing of measurement data. Analysis incorporating and verifying the mathematical model. (Laboratory classes)	2
La11		2
La12		2
La13		2
La14		2
La15	Organisational and knowledge enhancement laboratory classes.	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Multimedia presentations
N2	Computers with installed LabView™ software
N3	Laboratory workstations including National Instruments™ components

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01	Report 1 (Computer Classes)
F2	PEU_U02, PEU_U04, PEU_K01	Report 2 (Laboratory Classes)
F3	PEU_U03	Activity during Laboratory Classes
C1 (Laboratory)	PEU_U01 – PEU_U03	2/5 F1 + 2/5 F2 + 1/5 F3
C2 (Lecture)	PEU_W01 – PEU_W03	Colloquium

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	LabView Application Development and Design Guidelines
2	Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers, Dr John Essick
3	Control Systems Engineering Paperback, Norman S. Nise
4	Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, Wiesław Tłaczała
Secondary literature	
1	LabVIEW - The Ultimate CLAD Preparation Book, Pierre FIÉVET
2	Software Engineering Approach to LabVIEW, Jon Conway
3	LabVIEW w praktyce, Marcin Chruściel

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

Imię i nazwisko:	Andrzej Nowak
E-mail:	an.nowak@pwr.edu.pl

Advanced numerical modeling using OpenFOAM

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Advanced numerical modeling using OpenFOAM
Name in Polish	Zaawansowane modelowanie numeryczne w środowisku OpenFOAM
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2343
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		50		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Preliminary knowledge related to numerical modelling including basic discretization schemes.
----	----------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Introduction to the OpenFoam numerical toolbox and OpenFoam programming.
C2	Introduction to basic and advanced numerical models implemented in OpenFoam.
C3	Developing skills to define new mathematical and numerical models.
C4	Developing skills to implement new numerical and mathematical models in OpenFoam.
C5	

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knows and understands basics of finite volume discretization and its specifics in the Computational Fluid Dynamics
PEU_W02	knows and understands the structure of OpenFoam numerical toolbox and basics of OpenFoam programming
PEU_W03	knows and understands advanced numerical models including: conjugate heat transfer, flow with mixing and reactions
PEU_W04	knows and understands dynamics mesh concepts including Arbitrary Mesh Interface
PEU_W05	knows and understands basic and more complex boundary conditions
relating to skills:	
PEU_U01	is able to: use the basic and advanced numerical models offered by the OpenFOAM

PEU_U02	is able to: use the basic and advanced preprocessing and postprocessing utilities offered by the OpenFoam environment
PEU_U03	is able to: use the ParaView software to visualise the numerical data
PEU_U04	is able to: implement new equations and to develop the exiting OpenFoam solvers
PEU_U05	is able to: implement new numerical models in the OpenFoam
PEU_U06	is able to: define numerical models with dynamic mesh
PEU_U07	is able to: define numerical multiphase numerical models

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Summary of conservation equations and their representation by partial differential equations. Introduction to OpenFoam software.	2
Wy2	Introduction to OpenFoam software including: the OpenFoam structure, available numerical models and basic pre- and post-processing utilities.	2
Wy3	Thermodynamic and transport models available in OpenFoam. Introduction to conjugate heat transfer modelling and detailed presentation of a corresponding flow example.	2
Wy4	Introduction to modelling of flow with multiple species and flow with chemical reactions. Detailed presentation of a corresponding numerical example based on lecturer own research.	2
Wy5	Introduction to Finite Volume Method and basic methods of discretization used in CFD.	2
Wy6	Introduction to OpenFoam programming #1: implementation of Burgers equation. Discussion of consequences of non-linear nature of the Burgers equation.	2
Wy7	OpenFoam programming #2: adding a new PDE equation to an existing solver, compilation and usage.	2
Wy8	OpenFoam programming #3: implementation of variable viscosity in an existing model, explanation of definition of new numerical model with the implemented viscosity model. Discussion of influence of the new model on the flow.	2
Wy9	Introduction to complex boundary condition.	2
Wy10	OpenFoam programming #4: creation of a new numerical library by definition and implementation of Casson viscosity model. Presentation of its usage and consequences in the flow.	2
Wy11	Introduction to turbulence and turbulence modelling: RANS equations, Eddy viscosity.	2
Wy12	Introduction to the concept of wall functions and basics of their implementation.	2
Wy13	Modelling of wind power plant: linear and angular momentum theory. Introduction to usage of additional source terms in numerical modelling.	2
Wy14	OpenFoam programming #5: definition and implementation of heat transfer in superfluid helium	2
Wy15	Final test of the lecture	2
Suma godzin		30

laboratory		Number of hours
La1	Introduction to the OpenFoam, discussion of its structure and installation. First Example: Lid-driven cavity flow and flow in a channel.	2
La2	Usage of complex boundary conditions (derived from basic BCs) based on T-junction example.	2
La3	Usage and definition of conjugate heat transfer model. Running calculation in parallel mode.	2
La4	OpenFoam programming #1: adding a new PDE equation to existing solver, compilation and usage.	2
La5	OpenFoam programming #2: step-by-step implementation of a variable viscosity in an existing solver. Exercise: modelling of a flow of two miscible fluids with different viscosities.	2
La6	Definition of a numerical model with dynamic mesh based on a sloshing tank example and a rigid body motion.	2
La7	Dynamic mesh motion using Arbitrary Mesh Interface	2
La8	OpenFoam programming #3: step-by-step implementation of a new viscosity model (Casson model).	2
La9	Usage of the new viscosity model implemented during Lab 8 in a flow in channel and comparison of the results with different viscosity models.	2
La10	Definition and running of numerical model of a flow of reacting mixture including: combustion, reactions and mixing.	2
La11	Adapting the reactingFoam for a passive gases mixing.	2

La12	Definition of a numerical model of helium discharge and its propagation in a tunnel.	2
La13	Adding new physical models as source terms (using fvOptions). Modelling of wind turbine as Actuation Disc Source.	2
La14	Adding new physical models as source terms (using fvOptions). Modelling of porosity.	2
La15	Presentation of individual student's projects.	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with a use of slides
N2	Laboratories – computational exercises
N3	Laboratories – individual solution of numerical problems using OpenFoam
N4	Consultation
N5	Independent work – individual study , homework and final project

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 -- PEK_W05	Final test
C1	PEK_W01 -- PEK_W05	Homework
C2	PEK_U01 -- PEK_U07	Exercises during laboratory classes

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	F Moukalled, L Mangani, M Darwish; The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM and Matlab
2	User Guide, Tutorial Guide, Programmers Guide, https://www.openfoam.com/documentation/
Secondary literature	
1	OpenFOAM wiki: http://openfoamwiki.net/index.php/Main_Page
2	J Ferziger, M Peric, R Street; Computational Methods for Fluid Dynamics

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

Imię i nazwisko:	Ziemowit Malecha
E-mail:	Ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

Air conditioning systems

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Air conditioning systems
Name in Polish	Systemy klimatyzacyjne
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2362
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		25		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		0,76		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Technical Thermodynamics
2.	Fluid Mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Acquisition of practical knowledge, regarding air-condition systems, their design and application.
C2	Development of skills how to design and analyze air-conditioning systems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge of rules and standards for design and operation of air-condition systems
PEU_W02	Has knowledge of the design of air-conditioning installations
relating to skills:	
PEU_U01	Can determine the basic parameters of the air-conditioning system and indicate characteristic points of refrigeration cycle.
PEU_U02	Can conclude from the measurements of air-conditioning system operating parameters

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Overview of the lecture. Introduction. Air-conditioning processes. Air flow and thermal comfort.	2

Lec2 – Lec7	Air-conditioning processes thermodynamic basics. Humid air properties. Psychrometric diagram. Heating, cooling and dehumidifying. Air mixing. Heating and cooling load calculations. Heating and humidifying systems. Influence of air relative humidity level on energy demand of heating and cooling systems. Refrigeration cycle for air-conditioning. Required temperature levels. Convective and radiant heat loads. Piping connection methods in air-conditioning systems. Heat recovery. Heat exchangers for air-conditioning. Thermal storage systems (cold water, ice slurry, ice harvesting, PCM).	12
Lec8	Colloquium	1
Total hours		15

laboratory		Number of hours
La1 – La7	Thermodynamic changes of moist air inside the air washer; adiabatic cooling. Dehumidification of moist air. Measurements of working parameters of the split air conditioner. Testing the ducted system air conditioning at varying load. Measurements of working parameters of the countercurrent flow recuperative heat exchanger. Measurements of working parameters of the spiral countercurrent flow recuperative heat exchanger. Testing the portable air conditioner	2
La8	Corrective and supplementary classes	1
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture with presentation.
N2	Laboratory – discussion of problems.
N3	Self-study – study and preparation for the final colloquium.
N4	Office hours.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01 – PEU_W02	Mark of the colloquium
C2	PEU_U01 – PEU_U02	Reports from laboratory classes

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	2009 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI Edition), © 2009 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
2	2011 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2011 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
3	ASHRAE GreenGuide - The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings (3rd Edition), © 2010 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
4	Vedavarz A., Kumar S., Hussain M.I., HVAC - The Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation., © 2007 Industrial Press
Secondary literature	
1	Farida M.M., Khudhaira A.M., Razackb S.A.K., Al-Hallajb S., A review on phase change energy storage: materials and applications., Energy Conversion and Management, Volume 45, Issues 9–10, June 2004, Pages 1597–1615
2	Sharmaa A., Tyagib V.V., Chena C.R., Buddh D., Review on thermal energy storage with phase change materials and applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13, Issue 2, February 2009, Pages 318–345
3	U.S. Department of Energy, Air Distribution System Design: Good Duct Design Increases Efficiency

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

Name and surname:	Bogusław Białko
E-mail address:	boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

Cryogenic systems and applied superconductivity

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Applied Cryogenics in Power Engineering
Name in Polish	Zastosowania kriogeniki w energetyce
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2361
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)	50				
Form of crediting	Zaliczenie				
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	1,28				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge of issues concerning thermodynamics basis of cryogenics and low temperature physics
2.	Knowledge of the basics of heat transfer and fluid mechanics
3.	Knowledge of the basics of electricity and magnetism

SUBJECT OBJECTIVES

C1	providing information about the use of gas and cryogenic technologies in industry and energetics
C2	providing information about the technologies of liquefied hydrogen and liquefied natural gas
C3	providing information about the industrial technologies of gas mixture separations
C4	providing information about superconductivity phenomenon and its application in energetics
C5	providing information about conventional and cryogenic-based energy storage systems
C6	providing information about fusion reactors, possible fuels and the needs for the cryogenic technologies use

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	has knowledge on the use of gas and cryogenic technologies in industry and energetics
PEU_W02	has knowledge on the technologies of liquefied hydrogen and liquefied natural gas
PEU_W03	has knowledge on the industrial technologies of gas mixture separations
PEU_W04	has knowledge on superconductivity phenomenon and its application in energetics
PEU_W05	has knowledge on conventional and cryogenic-based energy storage systems,
PEU-W06	has knowledge on fusion reactors, possible fuels and the needs for the cryogenic technologies use

relating to social competences:

PEU_K01	is able to active listening
---------	-----------------------------

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction, course content overview	2
Wy2	Introduction to LNG technology	2
Wy3	LNG fuel systems	2
Wy4	LNG big Infrastructure	2
Wy5	Liquid hydrogen technology	2
Wy6	Liquid hydrogen fuel systems	2
Wy7	Gas mixtures separation	2
Wy8	Oxy-fuel technology in power generation and metallurgy	2
Wy9	Cryogenic exergy recovery systems	2
Wy10	Superconducting power cables and power grid auxiliary equipment	2
Wy11	Superconducting motors and generators	2
Wy12	Conventional and cryogenic energy storage systems	2
Wy13	Cryogenics in fusion reactors	2
Wy14	He3 resources and recovery systems	2
Wy15	Test	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Information lecture
N2	Multimedia presentation
N3	Self-work, self-studies and preparation for the final test
N4	Individual discussion with students and consultancies

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEU_W01 -PEU_W06 PEU_K01	Final test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	S. Mokhatab at. al., <i>Handbook of Liquefied Natural Gas</i> , Elsevier Inc., 2014, ISBN 978-0-12-404585-9
2	W. Peschka, <i>Liquid Hydrogen - Fuel of the Future</i> , Springer-Verlag/Wien, 1992, ISBN978-3-7091-9128-6
3	Thomas M. Flynn, <i>Cryogenic Engineering</i> , Marcel Dekker, USA.2005
4	Chorowski M., <i>Kriogenika, podstawy i zastosowania</i> , IPPU MASTA, Gdańsk 2007
5	A.R. Jha, <i>Cryogenic Technology and Applications</i> , Elsevier, USA, 2008
6	P. J. Lee, <i>Engineering Superconductivity</i> , Wiley-IEEE Press; 1 edition, 2001
7	A. U. Schmiegel, <i>Energy Storage Systems</i> , Oxford University Press, 2023
Secondary literature	
1	R.C. Scurlock, <i>Low-Loss Storage and Handling of Cryogenic Liquids: The Application of Cryogenic Fluid Dynamics</i> , Kryos Publications, United Kingdom, 2006
2	G. Ventura, L. Risegari, <i>The Art of Cryogenics</i> , Elsevier, USA, 2008
3	<i>Advances in Cryogenic Engineering</i> , Transactions of the Cryogenic Engineering Conferences

4	W. Buckel, R. Kleiner, Superconductivity: Fundamentals and Applications, Wiley-VCH, 2004
---	------------------------------------------------------------------------------------------

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

Imię i nazwisko:	Jarosław Poliński
E-mail:	jaroslaw.polinski@pwr.edu.pl

Applied mathematics

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Applied mathematics
Name in Polish	Matematyka stosowana
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2331
Group of courses	NO

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	50			
Form of crediting	Egzamin	Zaliczenie			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2	2			
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,44	1,28			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic knowledge from differential and integral calculus
2.	Basic knowledge from algebra and vector analysis
3.	Basic knowledge from numerical methods

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Presentation of selected ordinary and partial differential equations necessary to understand the mathematical description of physical phenomena occurring in devices and technical processes.
C2	Familiarization with the techniques of solving selected ordinary and partial differential equations with the use of analytical and numerical methods.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Student understands how the physical aspect of processes occurring in technology is described mathematically in the form of algebraic and differential equations.
PEU_W02	When dealing with a mathematical problem (e.g. an algebraic or differential equation), student distinguishes between exact and approximate solutions and understands the relationships between them.
relating to skills:	
PEU_U01	Student can indicate equations (algebraic or differential) describing physical phenomena in the studied technical processes.
PEU_U02	Student is able to select a correct tools to solve an identified mathematical problem.

PEU_U03	Student is able to solve ordinary or partial differential equations using appropriate analytical and numerical methods, assess their accuracy and interpret the physical and technical meaning of the obtained results.
relating to social competences:	
PEU_K01	-

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1-Wy4	Ordinary differential equations of the first order. Analytical methods of solving them. Selected numerical methods used to solve first order ordinary differential equations - examples of application.	8
Wy5-Wy7	Ordinary linear differential equations of the second order. Analytical methods of solving them. Selected numerical methods used to solve ordinary differential equations of the second order - examples of application.	6
Wy8	Second order partial differential equations. Canonical form. Fourier series.	2
Wy9-Wy10	Parabolic equations. Analytical methods of solving them. Selected numerical methods used to solve parabolic equations - examples of application.	4
Wy11-Wy12	Elliptic equations. Analytical methods of solving them. Selected numerical methods used to solve elliptic equations - examples of application.	4
Wy13-14	Hyperbolic equations. Analytical methods of solving them. Selected numerical methods used to solve hyperbolic equations - examples of application.	4
Wy15	An example of solving ordinary and partial differential equations using the functions available in the Matlab software.	2
Suma godzin		30

classes		Number of hours
Cw1-Cw4	Ordinary differential equations of the first order - methods of solving them and examples of their application.	8
Cw5-Cw7	Linear ordinary differential equations of the second order - methods of solving them and examples of their application.	6
Cw8	Canonical form - solving tasks. Fourier series - examples of application.	2
Cw9-Cw10	Parabolic equations - examples of application.	4
Cw11-Cw12	Elliptic equations - examples of application.	4
Cw13-Cw14	Hyperbolic equations - examples of application.	4
Cw15	Written test	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture with the use of multimedia (presentation - slides).
N2	Calculation exercises supported by software.
N3	Consultation

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1	PEU_W01- PEU_W02	Written exam
P2	PEU_U01- PEU_U03	Written test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	M. Abell, J. Braselton: <i>Differential Equations with Mathematica</i> , Elsevier 2004
2	J. Mathews, K. Fink: <i>Numerical Methods Using MATLAB</i> , Pearson Education 2004
3	W. Cheney, D. Kincaid: <i>Numerical Mathematics and Computing</i> , Thomson Brooks 2008
Secondary literature	
1	G. Dahlquist, A. Bjorck: <i>Numerical Methods in Scientific Computing</i> , SIAM 2007

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

Imię i nazwisko:	Paweł Regucki
E-mail:	pawel.regucki@pwr.edu.pl

Artificial intelligence

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Artificial intelligence
Name in Polish	Sztuczna inteligencja
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2349
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		25		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		0,76		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	differential equation course
2.	computer programming course
3.	control systems course

SUBJECT OBJECTIVES

C1	mastering the methods of artificial intelligence with applications to energy and control systems
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	student is familiar with the artificial neural networks theory
PEU_W02	student is familiar with the fuzzy logic theory
PEU_W03	student is familiar with the genetic algorithms theory
relating to skills:	
PEU_U01	student knows how to use artificial neural networks in practical problems
PEU_U02	student knows how to use fuzzy logic in practical problems
PEU_U03	student knows how to use genetic algorithm in practical problems

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	How our brain works 1.1 Few surprises about brain 1.2 Scanning the brain 1.3 A journey through the brain 1.4 Brain functions 1.5 Brain cells 1.6 Nerve impulses 1.7 Brain mapping and simulation 1.8 What is consciousness?	1
Wy2	History and present day of artificial intelligence 2.1 Brief history of intelligent systems 2.2 Biological and cognitive paradigms 2.3 Essential characteristics of intelligence 2.4 Philosophical questions about artificial intelligence 2.5 Acquiring knowledge, ageing behaviour and regulation 2.6 Biological control paradigms	1
Wy3	Turing machines and formal logic 3.1 Intelligent systems 3.2 The cognitive paradigm 3.3 Essential characteristics of intelligence 3.4 Hierarchy of algorithmic and reflective activities 3.5 Autonomous system model 3.6 Formal logic of the autonomous system 3.7 Sentence calculus 3.7.1 Diadic operations 3.7.2 Unary operations 3.7.3 Truth table 3.7.4 Subsequent concepts in logic 3.8 Algorithms 3.9 Numerical systems 3.10 Turing machine 3.10.1 Logic processing 3.10.2 Machine components 3.10.3 Operation of the machine 3.10.4 Further evolution of the Turing machine 3.10.5 Examples Production of proteins in a cell Polymerase and ribosomes	1
Wy4	Set calculus 4.1 Predicate calculus 4.2 1st order logic 4.3 Sharp and fuzzy sets 4.4 Set theory	1
Wy5	Artificial neural networks 5.1 Natural and artificial neurons 5.1.1 Biological inspiration 5.1.2 Mathematical description 5.1.3 Linear network 5.1.4 Neural activation functions 5.2 Neural networks 5.2.1 linear 5.2.2 perceptron 5.2.3 Sigmoid 5.2.4 Network with threshold yes/no 5.2.5 Selecting the activation function	1

	<p>5.3 Learning neural networks</p> <p>5.3.1 Supervised and unsupervised learning</p> <p>5.3.2 The Hebb Rule</p> <p>5.3.3 Adaline network</p> <p>5.3.4 Linear network - teaching a single neuron</p> <p>5.3.5 Perceptron network - teaching a single neuron</p> <p>5.3.6 Sigmoid network - learning a single neuron</p> <p>5.3.7 Sigmoid network - learning neural layers</p> <p>5.3.8 Delta rule</p> <p>5.3.9 Method for identifying any object (linear or non-linear) by means of an artificial neural network</p> <p>5.3.10 Neural reverse model of an object (process)</p> <p>5.3.11 Neural controller</p> <p>5.3.12 Widrow-Hoff Rule</p> <p>5.3.13 Correlation rule</p> <p>5.4 Self-organising maps of Kohonen</p> <p>5.5 Recurrent networks: Hopfield and Grossberg</p> <p>5.6 Neural network applications</p> <p>5.6.1 Example. Test signals for the identification of NO₂ emissions from the OP-650 boiler</p>	
Wy6	Artificial neural networks, cntd.	1
Wy7	Artificial neural networks, cntd.	1
Wy8	<p>Fuzzy logic</p> <p>6.1 History</p> <p>6.2 Formalities</p> <p>6.2.1 Set theory</p> <p>6.2.2 Set operations</p> <p>6.2.3 Fuzzy sets</p> <p>6.2.4 Membership functions</p> <p>6.2.5 Fuzzy operations</p> <p>6.2.6 Fuzzy sets of Mamdani and Takagi-Sugeno</p> <p>6.2.7 Fuzzyfing of inputs, rules base and output sharpening (defuzzifying)</p> <p>6.2.8 Fuzzy controller</p> <p>6.3 Applications</p> <p>6.3.1 Ventilation control</p> <p>6.3.2 Fuzzy control and state controller</p> <p>6.3.3 The movement of robots</p> <p>6.3.4 Recognition of feelings</p> <p>6.3.5 Steam turbine control</p> <p>6.3.6 From the diary of the cement mill operator...</p> <p>6.3.7 Train control in Japan</p> <p>6.3.8 Fuzzy investing in the stock market</p> <p>6.3.9 Diagnosis of emphysema of the lungs</p> <p>6.3.10 Prevention of aviation accidents</p>	1
Wy9	<p>Genetic algorithms and optimisation methods</p> <p>7.1 Local and global search</p> <p>7.2 Numerical optimisation</p> <p>7.2.1 Newton's method</p> <p>7.2.2 Gradient method</p> <p>7.2.3 Gradientless method</p> <p>- based on a network of points in the field of</p> <p>- random search</p> <p>- symplex method (Nelder-Mead)</p> <p>7.3 Monte Carlo methods</p> <p>7.4 Simulated annealing</p> <p>7.5 Genetic algorithms</p> <p>7.5.1 Characteristics</p> <p>7.5.2 Evolution</p> <p>7.5.3 Reproduction</p> <p>7.5.4 Gene exchange</p>	1

	7.5.5 Mutation 7.5.6 A new generation 7.6 Implementation of a genetic algorithm 7.6.1 Population development process 7.6.2 Creating a new population 7.6.3 Changes in population 7.6.4 Crossing 7.6.5 Mutation 7.6.6 Environmental assessment 7.6.7 Ending evolution 7.6.8 Selection of a new population 7.7 Examples 7.7.1 Control signal 7.7.2 Minimum cost function 7.7.3 Circle and cross 7.7.4 Mouse is looking for cheese 7.7.5 Salesman problem 7.7.6 Minimum of complex function 7.7.7 Minimum of two-dimensional function 7.7.8 Stocks exchange	
Wy10	Algorithmic methods 8.1 Introduction 8.2 Artificial life : Boids (birds), Vants (ants), L-systems (plants), Life game 8.3 Machine learning 8.3.1 Feedback and adaptation 8.3.2 Object identification 8.3.3 Selected methods - Unit step, - Dirac's impulse, - Fourier's transformer, - Kuepfmueller, Rotach, Strejc, ARX models	1
Wy11	Algorithmic methods , cntd. 8.3.4 Search - Graphs - Bellman's dynamic programming 8.3.5 Entropy of signal 8.3.6 Supervised classification 8.4 Optimisation in control systems 8.4.1 Necessary and sufficient conditions for a minimum in static optimization 8.4.2 Equality constraints 8.4.3 Lagrange multipliers 8.4.4 Dynamic optimisation	1
Wy12	Immune systems	1
Wy13	Convolution networks	1
Wy14	Practical neural network recipes	1
Wy15	Large language models	1
Suma godzin		15

laboratory		Number of hours
La1	Neural network in Matlab	1
La2	Cntd.	1
La3	Neural models in Matlab	1
La4	Cntd.	1

La5	Fuzzy logic in Matlab	1
La6	Cntd.	1
La7	Genetic algorithm	1
La8	Cntd.	1
La9	Convolution neural network	1
La10	Cntd.	1
La11	Algorithmic methods. Identification. Dynamic programming.	1
La12	Cntd.	1
La13	Algorithmic methods. State space controllers	1
La14	Cntd.	1
La15	Credit	1
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Presentations
N2	Computer programming of examples

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1	7	Classes / sprawozdania/projekty
P2	7	Tests

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Rita Carter, <i>The human brain</i> , Weidenfeld / Nicholson 1998
2	Kevin M. Passino, <i>Fuzzy Control</i>
3	Jan Jantzen, <i>Tutorial On Fuzzy Logic/Design Of Fuzzy Controllers /Tuning Of Fuzzy PID Controllers</i>
4	Fuzzy Logic Toolbox/Matlab
5	Kaczorek T., <i>Teoria układów regulacji automatycznej. Część I.</i> , Wydanie czwarte, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, 1971
6	Michalewicz, Zbigniew, <i>Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs.</i>
7	Zbigniew Czech, <i>Analiza algorytmów</i> , Instytut Informatyki Politechnika Śląska, Materiały dydaktyczne, Gliwice, wrzesień 2004
8	Jakubczyk, Rozdział 4. <i>Algorytmy grafowe</i>
9	Żurada, Barski, Jędruch, <i>Sztuczne sieci neuronowe</i> , PWN, 1996
10	Goodfellow, Bengio, Courville, <i>Deep Learning</i> , PWN, 2018
11	Cichosz, <i>Systemy uczące się</i> , WNT 2000, 2007

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

Imię i nazwisko:	Janusz Lichota
E-mail:	Lichota@pwr.edu.pl

Biomass and biofuels in energy production

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Biomass and biofuels in energy production
Name in Polish	Produkcja energii z biomasy i biopaliw
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2351
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		25	25	
Form of crediting	Egzamin		Zaliczenie	Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		1	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,44		0,76	0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Thermodynamics, combustion and boilers, heat transfer
2.	Environmental protection issues, waste management

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Introduction to classification and general characteristics of biomass and biowaste as fuel acquainted with the processes of biomass preparation for energy production. Familiarization with the technologies of energy production from biomass and biofuels.
C2	Development skills of characterizing biofuels for the power energy sector.
C3	Acquisition of skills for biomass boiler balance calculation and evaluation of biomass furnaces.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Describe the general classification of biomass and characterize their fundamental properties and analytical methods for their determination
PEU_W02	Description of the mechanisms of combustion of biomass and list the main systems of combustion and pretreatment of biomass and biowaste
PEU_W03	Identify and characterize the main technologies of biomass co-firing with conventional solid fuels

relating to skills:	
PEU_U01	Identify and characterize the main parameters and processes characterizing biofuels for the power energy sector.
PEU_U02	Perform balance calculations of biomass boiler, with combustion chamber, – depends on type of biomass.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1-3	State of art for energy production from biomass. The potential of biomass, biomass types, definition of basic physical-chemical properties of biomass; power plant technical limitations resulting from biomass properties. Analytical methods of biomass characterization as a fuel.	6
Wy4-6	Energy fuel production from biomass formed by the mechanical and thermal pretreatment: drying, pelletizing, grinding, torrefaction and pyrolysis, fermentation,	6
Wy7-9	Combustion of biomass. Small, medium and large capacity power units using biomass. Types of furnaces depending on the boiler capacity, co-firing technique - advantages and disadvantages in power boilers. Transport system of biomass and its storage.	6
Wy10-14	The current state of the environment and reasons for searching for new energy sources. Causes and sources of waste generation in technological processes. Polish and EU policy on waste management. Legal, environmental and technological aspects of the use of alternative fuels, solid and liquid bio-waste. Preparation, processing and management of alternative fuels. Circular economy.	10
Wy15	Colloquium.	2
Suma godzin		

laboratory		Number of hours
La1-5	Characterization of alternative fuels, preparation for testing, sample averaging, grinding. Determining the content of chlorine, mercury and calorific value, classifying fuels in accordance with CEN standards, and determining the share of the biogenic part.	9
La6-8	Analysis of thermal and pretreatment of biomass and utilization under combustion processes: drying , torrefaction, combustion with the flue gas analysis.	6
Suma godzin		15

project		Number of hours
Pr1-2	Calculation of different type biomass composition with LHV for different moisture content	3
Pr3-4	Balance calculation of biomass combustion in stoichiometric condition.	4
Pr5-6	Thermal balance calculation of selected biomass furnace, calculation of combustion efficiency.	4
Pr7-8	Design of combustion chamber fired with biomass.	4
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture using multimedia presentation
N2	Individual work - self-study and exam preparation
N3	Discussion of laboratory tasks, individual work - preparation for laboratory
N4	Conceptual design and discussion of solutions for calculations.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
------------	---------------------------	--------------------------------------------------

(F– forming (during semester), C– concluding (at semester end)		
C1	PEU_W01-W03	Colloquium.
F1	PEU_U01	Evaluation of reports. $P=(F1+F2+\dots+F_n)/n$
C2	PEU_U02	Evaluation of final project and discussion in the field of biomass technology.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Rosendahl L., Biomass combustion science, technology and engineering, Woodhead Publishing Limited, 2013
2	Dahlquist E., Technologies for converting biomass to useful energy: combustion, gasification, pyrolysis, torrefaction and fermentation, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013,
3	Jaap K. Van Loo S., The handbook of Biomass Combustion and Co-firing; Earthscan Publications, Taylor & Francis Ltd., 2008
4	Tillman D. A., Wood Combustion, Elsevier, 2012
5	Energy Recovery from Municipal Solid Waste by Thermal Conversion Technologies, P. Jayarama Reddy, 2016
6	Waste Incineration Handbook, Paul N. Cheremisinoff, 2013
7	Alternative Fuels and Advanced Combustion Techniques as Sustainable Solutions for Internal Combustion Engines, Dhananjay Kumar, Avinash Kumar Agarwal, 2016
8	Basu P, .Boilers and Burners Design and Theory, Springer New York, 2012
Secondary literature	
1	GE. Klugmann-Radziemska; J. T. Haponiuk; J. G. Datta; K. Formela; M. Sienkiewicz; M. Włoch, Nowoczesne technologie recyklingu materiałowego, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2017.
2	International Energy Agency, https://www.iea.org
3	Bank Danych Lokalnych, https://www.bdl.stat.gov.pl
4	Internetowy System Aktów Prawnych (ISAP), http://prawo.sejm.gov.pl
5	EUR-Lex Baza aktów prawnych Unii Europejskiej, https://eur-lex.europa.eu
6	Confederation of European Waste-to-Energy Plants, http://www.cewep.eu
7	M. Hordyńska, Ekologistyka i zagospodarowanie odpadów, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2017
8	Kruczek S., Kotle. Konstrukcje i obliczenia, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002
9	R. Wasielewski, B. Tora, Stałe paliwa wtórne, Górnictwo i Geoinżynieria, Rok 33, Zeszyt 4, 2009

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

Imię i nazwisko:	supervisor: PhD Michał Ostrycharczyk teaching team: PhD Arkadiusz Szydełko, PhD Krystian Krochmalny
E-mail:	michal.ostrycharczyk@pwr.edu.pl

CFD simulations of power generation units

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	CFD simulations of power generation units
Name in Polish	Symulacje CFD urządzeń energetycznych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2340
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		60		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		50		
Form of crediting	Exam		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,44		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Skills to create three dimensional geometry in engineering software.
2.	The extent of knowledge in heat transfer and fluid mechanics fields.

SUBJECT OBJECTIVES

C1	providing knowledge about methods of thermal-flow processes numerical simulations
C2	providing knowledge about energetic systems optimizing methods
C3	developing skills of creating mesh for defined geometry and application
C4	developing abilities of performing numerical calculations for simple and complex thermal-flow processes

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knowledge about equations describing heat transfer and fluid flow
PEU_W02	knowledge of turbulence and their models
PEU_W03	knowledge about numerical methods of solving heat transfer problems
PEU_W04	acquaintance with numerical methods of solving steady and transient thermal-flow processes
PEU_W05	knowledge about boundary and initial conditions applied during thermal-flow processes analyses
PEU_W06	knowledge about most often occurring CFD numerical errors and their impact on calculations
PEU_W07	basics of LES method
PEU_W08	acquaintance with methods of energetic systems optimizing
relating to skills:	

PEU_U01	skills to create geometry and numerical mesh
PEU_U02	ability to evaluate influence of mesh density on numerical results
PEU_U03	skills to carry out numerical calculations of steady and unsteady heat transfer and fluid flow
PEU_U04	ability to perform numerical calculations of steady and unsteady processes in energetic machines
PEU_U05	ability to analyze numerical results and drawing proper conclusions

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Organizing issues. Introduction to Computational Fluid Dynamics (CFD).	2
Lec2	Description of heat transfer and fluid mechanics equations.	2
Lec3	Types of boundary conditions and their application.	2
Lec4-6	Finite volume method	6
Lec6	Algorithm for pressure and velocity fields calculations for fluid flow.	2
Lec7	Iteration methods for solving algebraic systems of equations.	2
Lec9	Turbulence. Models of turbulence.	2
Lec10	Types of numerical errors during CFD simulations and their influence on calculations.	2
Lec11-12	Large Eddy Simulation (LES) method.	4
Lec13-14	Optimizing of energy generation installations .	4
Lec15	Examples of energetic systems optimizing.	2
Total hours		30

laboratory		Number of hours
La1	Course matters (input, output, grading). Introduction to the course. Overview of the tools used (Matlab, CFX, Ansys Meshing). Lumped thermodynamic model of an energy installation. Preliminary system analysis.	4
La2-3	Flow through isolated pipeline. Calculating CHT problem, solving for pressure losses. Testing numerical results stability and computational cost against mesh parameters.	8
La4	Results post-processing and visualization. Report generation. Simple scripting in data manipulations.	4
La5-7	CFD calculations and optimization of a heat exchanger.	12
La8-10	CFD calculations and optimization of a pump.	12
La11	CFD calculations of a renewable energy source – wind turbine	4
La12	CFD calculations of a renewable energy source – solar thermal collector	4
La13-15	Individual project	12
Total hours		60

TEACHING TOOLS USED

N1	Multimedia presentation.
N2	Software for geometry and numerical mesh generation, for example ANSYS Spaceclaim, ANSYS Meshing
N3	Software for CFD simulation for example ANSYS CFX
N4	Office hours

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01- PEU_U05	Report 1
F2	PEU_U01- PEU_U05	Report 2
F3	PEU_U01- PEU_U05	Report 3
F4	PEU_U01- PEU_U05	Report 4
F5	PEU_U01- PEU_U05	Report 5

F6	PEU_U01- PEU_U05	Report 6
P1	PEU_W01- PEU_W08	Exam

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
2	Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
3	Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
4	Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej (in Polish).
Secondary literature	
1	Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
2	Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
3	Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4 th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

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

Imię i nazwisko:	Sławomir Pietrowicz
E-mail:	slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

Cold chain

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Cold chain
Name in Polish	Obiekty chłodnicze
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2365
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)	25				
Form of crediting	Zaliczenie				
For group of courses mark final course with (X)					
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	0,68				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Fundamental knowledge of thermodynamics and fluid mechanics.
----	--------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Familiarize students with the basic knowledge about refrigeration technologies used in the cold chain.
C2	Familiarize students with the mathematical model for cooling and freezing processes.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Student is able to choose the right refrigeration technology depending on the individual requirements of the stored goods
PEU_W02	Student is able to calculate the needed cooling capacity depending of the individual requirements of the stored goods or processes.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture	Number
---------------------------	--------

		of hours
Wy1	Scope of the lecture, credit conditions, literature. Basic thermal processes and their effect on organic materials.	1
Wy2	Cooling processes and characteristics of the most important accompanying processes	2
Wy3	Air cooling environment and the basics of cooling theory	2
Wy4	The theory of food freezing	2
Wy5	Food freezing by using the with air-blowing techniques	2
Wy6	Fluidized bed freezing – mathematical model	2
Wy7	Contact, immersion and crio freezing	2
Wy8	Final test	2
Suma godzin/ Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with the use of multimedia presentation
N2	Self-study – reading of supplementary materials.
N3	Office hours.
N4	
N5	

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1	PEU_W01	Colloquium
P2	PEU_W02	Colloquium

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Stoecker, W.F. and Jones, J.W. 1982. Refrigeration and Air Conditioning, NY, USA. McGraw Hill.
2	Mallett, C.P. 1993. Frozen Food Technology. Chapman and Hall, London, UK
Secondary literature	
1	

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

Imię i nazwisko:	Stefan Reszewski
E-mail:	Stefan.reszewski@pwr.edu.pl

Communication in a multicultural environment

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Communication in a multicultural environment
Name in Polish	Komunikacja w środowisku wielokulturowym
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	ogólnouczelniany
Subject code	W08W09-SM1117
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)	50				
Form of crediting	Zaliczenie				
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	0,68				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	No prerequisites
----	------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	To develop and improve critical and independent thinking skills.
C2	To shape and improve ability to formulate and express thoughts clearly and unambiguously.
C3	Introduction to the basic issues of multicultural communication.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	[P7S_WK]: knows and understands the social conditions of undertaking various types of professional activities relating to the awarded qualification, including regulations on industrial property rights and copyrights.
relating to skills:	
PEU_U01	[P7S_UO]: is able to direct the work of a team and is able to interact with others in teamwork and take a leading role in teams.
relating to social competences:	
PEU_K01	[P7S_KO]: is ready to fulfil one's social obligations, inspire and organise activities on behalf of society and is ready to initiate activities on behalf of the public interest.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction	1
Wy2	Communication process in multicultural environment.	2
Wy3	Formation of social norms in different cultures – examples.	2
Wy4	Stereotypes and myths in selected cultures.	2
Wy5	Communication barriers.	2

Wy6	International work environment.	2
Wy7	Techniques supporting communication.	2
Wy8	New media – problems for research, social challenges.	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture supported by audiovisual material
N2	Individual work of students
N3	Group work
N4	Case study
N5	Exercises

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Colloquium or final speech
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Activity in class

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	S. Ting-Toomey, L. Chung, Understanding intercultural communication, University Press, Oxford 2021.
2	Communication in the Real World: An Introduction to Communication Studies, University of Minnesota Libraries Publishing edition, Minnesota 2016.
3	F. Patel, M. Li, P. Sooknanan, Intercultural Communication Building a Global Community, SAGE Publications, London 2011.
4	E. Meyer, The Culture Map: Decoding How People Think, Lead, and Get Things Done Across Cultures, Hachette Book Group USA, 2016.
Secondary literature	
1	D. Andrews, Technical communication in the global community, Prentice Hall 2001.
2	Ethical Issues in International Communication, ed. A. G. Nikolaev, Palgrave Macmillan 2011.
3	A. Yüksel Mermod, Corporate Social Responsibility in the Global Business World, Springer 2013.

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

Imię i nazwisko:	dr Teresa Marcinów, dr Rafał Szopa
E-mail:	teresa.marcinow@pwr.edu.pl, rafal.szopa@pwr.edu.pl

Cooling systems

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Cooling systems
Name in Polish	Systemy chłodnicze
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2360
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50			50	
Form of crediting	Zaliczenie			Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,28			0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Proficiency in fundamental concepts of thermodynamics, fluid mechanics, heat and mass transfer, and technical drawing, demonstrated through successful grade(s).
2.	Proficiency in refrigerants and compression refrigeration systems demonstrated through positive grade(s).
3.	Proficiency in technical drawing validated by positive grade(s).

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Introduce students to the regulations and standards governing refrigeration and cooling system design and operation.
C2	Provide students with knowledge about system classification, their functioning, and practical applications.
C3	Familiarize students with safety regulations influencing system selection and operation, including the choice of working fluids.
C4	Develop students' skills in designing cooling and refrigeration systems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Demonstrates knowledge of rules and standards for designing and operating refrigeration systems and refrigeration facilities.
PEU_W02	Possesses knowledge of industrial, retail, and household refrigeration equipment, including refrigerated transport solutions.
PEU_W03	Exhibits expertise in the cooling of a variety of food products, including meat, vegetables, and beverages.
relating to skills:	

PEU_U01	Can select an appropriate cooling system for specific products or applications.
PEU_U02	Can calculate the required capacity for a refrigeration system, designing the system, and choosing its components.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1-2	Introduction to the lecture. The basic rules and standards for safety and design of cooling systems and refrigeration plants, including the standard EN 378 for refrigerating systems and heat pumps.	4
Wy3-5	Refrigerated facility design. Building considerations and thermal envelope.	6
Wy6-9	Industrial cooling systems (cooling of fruits, vegetables, meat, fish, etc. and other products.)	8
Wy10-11	Household and retail store cooling systems (refrigerators, freezers, vending machines, ice dispensers, etc.)	6
Wy12-14	Refrigerated transport (incl. refrigerated trucks, railway cars, air, and marine cargo)	6
Wy15	Final test.	2
Suma godzin		30

project		Number of hours
Pr1	Organizational aspects, literature and material selection, project content discussion, assignment of individual project topics, and the timeline for completing project phases	2
Pr2-3	Creating a comprehensive technology overview for the developed system tailored to each facility, and crafting implementation guidelines for location-specific refrigeration systems.	4
Pr4-7	Creating construction plans for cold rooms or spaces with cooling equipment, choosing the refrigeration system concept, performing system load calculations, determining refrigeration cycle calculations, designing installation diagrams, selecting system components, developing system-related pipeline designs, creating project drawings (including essential plans and sections), and finalizing the technical description for the proposed system.	8
Pr8	Submission of the complete project report.	1
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with multimedia presentation.
N2	The project - consultation, discussion, and presentation of the project.
N3	Own work - the project development.
N4	Own work - self-study and preparation for the final test.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1	PEU_W01-W03	Result of the final test.
P2	PEU_U01-U02	Quality of the project report.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	2014 ASHRAE® Handbook - Refrigeration (SI Edition) (@Knovel)
2	2017 ASHRAE® Handbook - Fundamentals (SI Edition) (@Knovel)
3	Stoecker, Wilbert F: Industrial refrigeration handbook. New York, McGraw-Hill, 1998.
4	Ibrahim Dinçer: Refrigeration systems and applications. Chichester : John Wiley & Sons, 2003.
5	EN 378:2008+A2:2012 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements

Secondary literature	
1	Diverse online resources containing catalogs of refrigeration components and units.
2	EN 1861:1998 Refrigerating systems and heat pumps - System flow diagrams and piping and instrument diagrams - Layout and symbols
3	EN 13136:2013 Refrigerating systems and heat pumps -Pressure relief devices and their associated piping – Method for calculation

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

Imię i nazwisko:	Bartosz Zajczkowski
E-mail:	bartosz.zajczkowski@pwr.edu.pl

Cryogenic systems and applied superconductivity

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Cryogenic systems and applied superconductivity
Name in Polish	Systemy kriogeniczne i nadprzewodnictwo stosowane
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2366
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50			30	
Form of crediting	Zaliczenie			Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,28				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge of issues concerning thermodynamics basis of cryogenics and low temperature physics
2.	Knowledge of the basics of heat transfer and fluid mechanics
3.	Knowledge of the basics of electricity and magnetism
4.	Knowledge of the basics of mechanical design
5.	Knowledge on the technical drawing
6.	Ability to use the 2D and 3D CAD software
7.	Ability to work and cooperate in heterogeneous groups

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Make students acquainted with components, design and analysis of the cryogenic systems
C2	Providing information about superconductivity phenomenon and its application in industry, energetics, medicine and science
C3	To familiarize students with chosen superconducting materials and with their physical properties
C4	Providing information about superconductors manufacture methods
C5	Providing information about methods of cryo-stabilization of low- and high-temperature superconducting composites
C6	Preparing students for the realization of the projects of cryogenic equipment
C7	Developing the skills in the preparation and presentation of technical documentations

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	possesses a knowledge in superconductivity and its application in industry, energetics, medicine and science
PEU_W02	names and characterizes some chosen low- and high-temperature superconductors
PEU_W03	has knowledge on the superconductors production technologies
PEU_W04	has knowledge on the cryostabilization of high- and low-temperature superconductors
PEU_W05	knowledge the cryogenic systems definition and classification
PEU-W06	knowledge of cryogenic system components, understanding of the particular component role in the system, knowledge of the components sizing procedure as well as selection of the component type
PEU-W07	knowledge of types of instrumentation for measurement and control of process variables in the cryogenic systems
PEU-W08	knowledge and understanding of design rules of basic and complex cryogenic systems with liquid, superfluid and supercritical helium
relating to skills:	
PEU_U01	can design the selected equipment and components of the installation applied in gas and cryogenic technologies in accordance with selected design codes and standards
PEU_U02	can select the necessary auxiliary equipment and safety devices
PEU_U03	can develop technical design documentations
relating to social competences:	
PEU_K01	is able to active listening
PEU_K02	is able to work in group

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Definition and classification of cryogenic systems and system components	2
Wy2	Cryogenic materials	2
Wy3	Cryogenic system components – part 1	2
Wy4	Cryogenic system components – part 2	2
Wy5	Cryogenic system components – part 3	2
Wy6	Cryogenic Instrumentation – part 1	2
Wy7	Cryogenic Instrumentation – part 2	2
Wy8	Introduction to superconductivity	2
Wy9	Theory of superconductivity	2
Wy10	Energy losses in superconductors	2
Wy11	Superconducting devices design and production –part 1	2
Wy12	Superconducting devices design and production –part 2	2
Wy13	Cryo-stabilization of low-temperature and high-temperature superconductors	2
Wy14	Helium distribution systems for large superconducting devices	2
Wy15	Test	2
Suma godzin		30

project		Number of hours
Pr1	Presentation of project subjects	2
Pr2	Selection of the working fluid type and its consumption for selected device	2
Pr3	Transfer line sizing and modularization, selection of the cryogenic vessel capacity and design pressure	2
Pr4	Design of transfer line module female and male bayonet connections, selection of the process pipe thermal compensation element and determination of the inner support system	2
Pr5	Determination of the heat losses to the process pipe	2
Pr6	Selection of the safety and axillary equipment	2
Pr7	Preparation of the project report, manufacturing drawings and assembly procedure	2
Pr8	Acceptance of the students' projects	1
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Information lecture
N2	Multimedia presentation
N3	Self-work, self-studies and preparation for the final test
N4	Individual discussion with students and consultancies
N5	Project results presentation

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
Lecture C	PEU_W01 -PEU_W08 PEU_K01	Final test
Project C	PEU_U01- PEU_U03	Project defense

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	A.M. Arkharov, I.V. Marfenina, Ye.I. Mikulin, Cryogenic systems, Bauman Moscow State University Press, Moscow, 2000
2	Thomas M. Flynn, Cryogenic Engineering, Marcel Dekker, USA, 2005
3	Chorowski M., Kriogenika, podstawy i zastosowania, IPPU MASTA, Gdańsk 2007
4	J.G. Weisend II, Handbook of Cryogenic Engineering, Taylor&Francis, USA, 1998
5	A.R. Jha, Cryogenic Technology and Applications, Elsevier, USA, 2008
6	W. Buckel, R. Kleiner, Superconductivity: Fundamentals and Applications, Wiley-VCH, 2004
7	P. J. Lee, Engineering Superconductivity, Wiley-IEEE Press; 1 edition, 2001
Secondary literature	
1	R.C. Scurlock, Low-Loss Storage and Handling of Cryogenic Liquids: The Application of Cryogenic Fluid Dynamics, Kryos Publications, United Kingdom, 2006
2	G. Ventura, L. Risegari, The Art of Cryogenics, Elsevier, USA, 2008
3	Advances in Cryogenic Engineering, Transactions of the Cryogenic Engineering Conferences
4	C.P. Poole., H.A. Farach, R.J. Creswick, R. Prozorov, Superconductivity, Academic Press, 2007
5	V.L. Ginzburg, E.A. Andryushin, Superconductivity, World Scientific Publishing Company, 2004

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

Imię i nazwisko:	Jarosław Poliński
E-mail:	jaroslaw.polinski@pwr.edu.pl

Cryogenics

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Cryogenics
Name in Polish	Kriogenika
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM23564
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	75				
Form of crediting	Exam		Zaliczenie	Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3		2	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,44				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Advanced knowledge of thermodynamics, heat transfer and fluid mechanics
2.	Basic knowledge of low temperature physics, mechanical and material engineering
3.	Basic knowledge of process simulation software programs

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Familiarizing students with cryogenics, cryogenic technologies and applications
C2	Familiarizing students with construction and operation of cryogenic devices and systems
C3	Practical training in safe handling of cryogenic fluids, preparing experiment and solving technical problems
C4	Practical training in measurements of working parameters, data collection and analysis
C5	Practical training in process / system calculations using process simulation software programs

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	understands the risk and hazard of cryogenic temperature/fluids/gases, devices and systems
PEU_W02	knows physics and mathematical background of low temperature processes
PEU_W03	knows the flow diagrams of cryogenic refrigerators and liquefiers
PEU_W04	knows the methods of reaching ultralow temperatures
PEU_W05	knows the phenomena of superfluid helium and superconductivity
relating to skills:	
PEU_U01	is able to calculate an energy balance of cryogenic system

PEU_U02	is able to estimate temperature drop in cooling processes
PEU_U03	is able to describe processes of cryogenic refrigerators and liquefiers
PEU_U04	is able to handle the cryogenic liquids in a safe way
PEU_U05	is able to perform low temperature measurements
PEU-U06	is able to model the cryogenic system in process simulation software
relating to social competences:	
PEU_K01	is able to work and cooperate in heterogeneous groups
PEU_K02	is able to communicate effectively with others in foreign language
PEU_K03	is able to active listening
PEU_K04	is able to leadership the group

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to cryogenics, basic definitions, history Applications of cryogenics and cryogenic technologies	2
Wy2	Introduction to safety engineering in cryogenics	2
Wy3	Gas temperature decrease: process of isentropic expansion	2
Wy4	Gas temperature decrease: process of isenthalpic expansion	2
Wy5	Gas temperature decrease: process of free exhaust	2
Wy6	Cryogenic liquefiers and refrigerators with recuperative heat exchangers – Joule-Thomson, Claude and Brayton systems	2
Wy7	Liquefaction of cryogenic gases, minimal work of liquefaction Thermodynamic optimization of the liquefier stage number	2
Wy8	Gaseous cryogenic refrigerators with regenerative heat exchangers – Stirling, Gifford-McMahon, pulse tubes	2
Wy9	Gaseous cryogenic refrigerators with regenerative heat exchangers – Vuilleumier-Taconis Categorization of cryogenic liquefiers and refrigerators	2
Wy10	Temperature decrease in process of adiabatic demagnetization, magnetic refrigerators	2
Wy11	Basic properties of superfluid helium He II	2
Wy12	Superfluid helium technologies	2
Wy13	Methods of obtaining the temperatures below 1, sorption refrigerators	2
Wy14	Dilution of 3He in 4He II and solidification of 3He, dilution and Pomeranchuk refrigerators	2
Wy15	New applications of cryogenics, laser cooling	2
Suma godzin		30

laboratory		Number of hours
La1	Introduction to cryogenic laboratory, physical properties of cryogenic liquids	2
La2-3	Safety engineering in cryogenics – problem of Oxygen Deficiency Hazard, risk of storage tank failures	4
La4-5	Heat transfer at cryogenic temperatures, cryogenic thermal insulations	4
La6-7	Cryogenic liquefiers and coolers with recuperative heat exchanger – Joule-Thomson systems	4
La8-9	Cryogenic refrigerator with regenerative heat exchanger – Gifford McMahon system	4
La10-11	Determination of the critical current for HTS superconducting tapes at different temperature levels and different magnetic field levels	4
La12-13	Modelling / measurements of temperature propagation in material	4
La14	Measurements of the gas re-gasification heat exchanger	2
La15	Additional /extra laboratory, final grading	2
Suma godzin		30

project		Number of hours
Pr1	Presentation of project subjects	1
Pr2	Introduction to process simulation software programs	2
Pr3	Modelling of basic thermodynamic processes, selection of working fluid, equation of state	2
Pr4	Modelling of pressure devices, compressors, expanders, valves	2
Pr5	Modelling of heat exchangers parameters	2
Pr6	Auxiliary modules, logical blocks, indicators	2
Pr7	Modelling of complex cryogenic system 1	2
Pr8	Modelling of complex cryogenic system 2	2
Pr9	Acceptance of the students' projects	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with multimedia presentations
N2	Software and simulators supporting process calculations
N3	Laboratory experiments aimed at process identification and parameters measurements
N4	Individual consultancies
N5	Student individual work

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
Lecture C	PEU_W01 -PEU_W05 PEU_K03	Final exam
Laboratory F C	PEU_U01 -PEU_U05 PEU_K01-PEU_K04	Written reports Average grade from the report's grades
Project C	PEU_U01 -PEU_U06 PEU_K01-PEU_K04	Submission of project technical documentation Project presentation and defence

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	A. Arkharov, I. Marfenina, Ye. Mikulin, Cryogenic Systems, Bauman Moscow, State Technical University Press, 2000
2	Thomas M. Flynn, Cryogenic Engineering, Marcel Dekker, USA.2005
3	Chorowski M., Kriogenika, podstawy i zastosowania, IPPU MASTA, Gdańsk 2007
4	A.Piotrowska-Hajnus, J.Fydrych, J.Poliński, Cryogenic Engineering Laboratory Handbook, Wroclaw University of Technology 2010
5	S. Mokhatab at. al., Handbook of Liquefied Natural Gas, Elsevier Inc., 2014, ISBN 978-0-12-404585-9
Secondary literature	
1	R.C. Scurlock, Low-Loss Storage and Handling of Cryogenic Liquids: The Application of Cryogenic Fluid Dynamics, Kryos Publications, United Kingdom, 2006
2	G. Ventura, L. Risegari, The Art of Cryogenics, Elsevier, USA, 2008
3	Advances in Cryogenic Engineering, Transactions of the Cryogenic Engineering Conferences
4	W. Buckel, R. Kleiner, Superconductivity: Fundamentals and Applications, Wiley-VCH, 2004

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

Imię i nazwisko:	Jarosław Poliński
E-mail:	jaroslaw.polinski@pwr.edu.pl

Finite element analysis

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Finite element analysis
Name in Polish	Metoda elementów skończonych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Computer Aided Mechanical and Power Engineering; Renewable Sources of Energy; Refrigeration and Cryogenics
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Language	English
Education cycle from	2023/2024
Subject code	W09ENG-SM2339
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	3		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,5		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic knowledge and skills in the field of: mechanics, thermodynamics, basics of machine construction, strength of materials, basics of materials science
2.	Solid models preparation in any CAD-software

SUBJECT OBJECTIVES

C1	To acquaint students with the knowledge of the theory of the finite element method.
C2	To develop students skills to build an appropriate model for FEA simulations with one-, two- and three-dimensional models.
C3	To develop students skills for numerical modeling of real objects and phenomena.
C4	The acquisition of skills by students to critically analyze the results of the FEA.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge of the theory of the finite element method
PEU_W02	Has knowledge of the preparation and formulation of numerical models for FEA calculations
PEU_W03	Has knowledge about the limitations and possibilities of using FEM analysis for numerical verification of the operating conditions of individual elements and structural systems

relating to skills:	
PEU_U01	The acquisition of skills by students to use the FEM-based algorithm software to perform numerical calculations
PEU_U02	Can define and apply the appropriate type of numerical model in based on FEM and depending on the problem being solved
PEU_U03	Can perform a critical analysis of the obtained results from FEA calculations
relating to social competences:	
PEU_K01	Acquires the ability to take responsibility for the own work
PEU_K02	To develop of thinking and acting creatively

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to mathematical modeling and numerical engineering analysis. Examples of FEA.	2
Wy2	Fundamentals of the finite element method.	2
Wy3	Methodology of FEM model formulation.	2
Wy4	Types and characteristics of finite elements.	2
Wy5	Shape function in the description of the finite element structure.	2
Wy6	FEM model assumptions - presentation of basic relationships for one-dimensional (1D) models.	2
Wy7	Examples of the application of the FEM algorithm in numerical strength of materials calculations.	2
Wy8	FEA strength of materials calculations for one-dimensional (1D), two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) model - comparative analysis.	2
Wy9	Nonlinearity in FEM calculations. Isotropic and anisotropic properties of materials and their influence on the construction of a discrete model.	2
Wy10	Dynamic analysis using the FEM algorithm. Modal analysis.	2
Wy11	FEM analysis of steady state heat flow processes.	2
Wy12	The influence of changes of boundary conditions on the obtained solutions of selected engineering problems.	2
Wy13	FEM analysis of structural elements under complex load state.	2
Wy14	Analysis of factors and evaluation of their influence on the accuracy of FEA simulation and obtained results.	2
Wy15	Implementation of the FEA algorithm in computer softwares for solving engineering problems.	2
Total hours		30

laboratory		Number of hours
La1	Presentation of the program of laboratory. Methodology of preparation and perform of numerical analysis.	2
La2	Introduction to the FEA simulation software. Principles of geometrical models preparation.	2
La3	Principles of numerical models preparation - discretization and boundary conditions.	2
La4	Definition and implementation of material properties. Analysis of selected factors in FEA-algorithm and evaluation of their influence on the accuracy of calculations.	2
La5	Definition and range of applicability of solid models. Solid models of isotropic materials - strength of materials analysis of machine elements in steady state conditions.	2
La6	Definition and range of applicability of beam model. The use of beam models in the analysis of frame structures.	2
La7	Definition and range of applicability of shell model. The use of shell models in the analysis of the operating conditions of frame structures.	2
La8	2D models in strength of materials numerical analysis. Plane stress, plane strain and axisymmetric models.	2
La9	Shell models of pressure apparatus equipment and elements.	2
La10	Isotropic and anisotropic properties of materials and their influence on results of numerical strength of materials analysis.	2
La11	Modal analysis - vibration characteristics (natural frequencies and mode shapes).	2

La12	FEM analysis of steady state heat flow processes.	2
La13	Strength of materials analysis in complex mechanical structures using contact dependencies.	2
La14	Feasibility and optimization analysis of solutions within the given criteria.	2
La15	Report of FEA numerical simulations - Results analysis.	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with the use of multimedia presentation, blackboard and chalk. Discussion of the problem.
N2	Preparation and presentation of the project and discussion of the obtained solutions and results.
N3	Individual work - models preparation for numerical simulations.
N4	Individual consultations.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K02	Final exam
C2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Work evaluation during the laboratory Preparation of reports based on the conducted numerical analysis

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., Zhu J.Z., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, 7th ed., McGraw-Hill / Butterworth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2013
2	Reddy J. N., An introduction to the Finite Element Method, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 2006
3	Bathe K. J., Finite Element Procedures, 2nd ed., K. J. Bathe, Watertown, MA, 2014
4	Thompson M. K., Thompson J. M., Ansys Mechanical APDL for Finite Element Analysis, Butterwoth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2017
5	Alawadhi E. M., Finite element simulations using ANSYS, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2019
Secondary literature	
1	Larson M. G., Bengzon F., The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer Heidelberg, 2010
2	Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, Springer New York, Second Edition, 2015
3	Chen X., Liu Y., Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2018

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

Imię i nazwisko:	Konrad Babul
E-mail:	konrad.babul@pwr.edu.pl

Fuel cells and hydrogen production

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Fuel cells and hydrogen production
Name in Polish	Ogniwa paliwowe i produkcja wodoru
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2353
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		25		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,28		0,76		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge and skills in chemistry, elektrochemistry, physics, thermodynamics.
----	-------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Introduction to the principle of fuel cell operation - the basics of electrochemistry .
C2	To become familiar with the classification and general characteristics of fuel cells and to design solutions, general construction and operation of fuel cells and to familiarize with the purpose of different types of fuel cells.
C3	Acquaintance with current hydrogen production and storage technologies and hydrogen characteristics.
C4	Acquainting with development directions of fuel cells in transport application and with energy production systems integrated with fuel cells.
C5	Developing skills to determine fuel cell efficiency and hydrogen production by electrolysis.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	The general classification of fuel cells and their purpose.
PEU_W02	Explanation of the operation of the PEM hydrogen cell.
PEU_W03	Explanation of the operation of other kinds of fuel cells, define the basic parameters characterizing their work.
PEU_W04	Knowledge of the application of fuel cells.
PEU_W05	Characterization and description hydrogen production and storage technologies.

relating to skills:	
PEU_U01	Perform basic measurements of current, voltage and power of fuel cells and electrolyzers.
PEU_U02	Use known measurement techniques to calculate cell efficiency and hydrogen production efficiency.
relating to social competences:	
PEU_K01	

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Hydrogen as an energy carrier. Review of current hydrogen applications, assessment of its physical and chemical properties. Safety rules for working with hydrogen.	2
Wy2	Hydrogen production methods - discussion of the main methods used on an industrial scale from raw natural fuels.	2
Wy3	Biological production of hydrogen, photosynthesis, hydrogen production by digestion processes.	2
Wy4	Hydrogen storage - technology review.	2
Wy5	Hydrogen Fuel Cells – Basic principles. History of fuel cell formation.	2
Wy6	Basics of electrochemistry. Redox reactions and their role in the processes taking place in electrolyzers and fuel cells.	2
Wy7	Galvanic cells and batteries. Comparison of primary and secondary cells.	2
Wy8	Classification of fuel cells.	2
Wy9	Proton Exchange Membrane and Direct Methanol Fuel Cell- as low temperature kind of fuel cells.	2
Wy10	Alkaline Fuel Cells, Phosphoric Acid Fuel Cells.	2
Wy11	Less known fuel cells: Direct Carbon Fuel Cells, Phosphoric Acid Fuel Cells.	2
Wy12	High temperature fuel cells: Molten Carbonate Fuel Cells, Solid Oxide Fuel Cell.	2
Wy13	Application of fuel cells for automotive, robotics and power engineering.	2
Wy14	Fuel Cell Systems Analyzed.	2
Wy15	Colloquium.	2
Suma godzin		30

laboratory		Number of hours
La1	Organizational classes - form of assessment, safety rules in the laboratory.	1
La2	Electrolysis of aqueous alkaline and salt solutions.	4
La3	Hydrogen production in the PEM electrolysis process (with proton exchange membrane).	3
La4	Fuel cell system performance testing.	3
La5	Determination of the efficiency of a methanol cell.	2
La6	Determination of the efficiency of hydrogen production in a system powered by renewable energy, with a fuel cell.	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture: - traditional lecture using multimedia presentation. - own work - independent studies and preparation for the exam.
N2	Exercises at research positions; - short written tests; - own work - preparation for laboratory exercises and test reports.
N3	Consultations.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01-PEU_W05	Colloquium.
F2	PEU_U01-PEU_U02	Average of grades from reports and tests.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	C. Spiegel, "Designing and Building Fuel Cells", McGraw-Hill, 2007
2	S.A. Sherif, D. Yogi Goswami, Elias K. Stefanakos, Aldo Steinfeld, Handbook of Hydrogen Energy, 2014
Secondary literature	
1	M. A. Energii, "The future of hydrogen", 2019
2	"The Hydrogen Economy: A Non-Technical Review", United Nations Environment Program E, 2006.

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

Imię i nazwisko:	dr inż. Monika Tkaczuk
E-mail:	monika.tkaczuk@pwr.edu.pl

Fundamentals of programming

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Fundamentals of programming
Name in Polish	Podstawy programowania
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2344
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		50		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge of calculus
2.	Knowledge of algebra
3.	Knowledge of information technology

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Presenting a selected programming environment and showing how to use it in order to obtain a numerical code implementing selected calculation algorithms.
C2	Presentation of sample algorithms implementing selected calculation goals met typically while using mathematical tools in engineer practice, especially during numerical modelling of physical phenomena, such as heat flow or fluid flow.
C3	Developing practical skills leading from identifying a computational problem through selection of algorithms and programming tools, creating code, running the program, up to verifying the correctness and accuracy of the numerical results obtained.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	understands how the computer performs numerical calculations and knows principles of numerical programming
PEU_W02	knows the basic algorithms that solve typical computational tasks occurring when mathematical tools are applied to engineering problems
relating to skills:	

PEU_U01	knows how to use a selected developer environment
PEU_U02	can decide whether a given computational problem can be solved by computer
PEU_U03	is able to select the appropriate numerical algorithm as well as programming tools suitable for coding this algorithm
PEU_U04	subsequently, is able to run correctly and efficiently the code and obtain the desired numerical results

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Operating systems, programs, programming languages.	1
Lec2	Program flow control. Calculations using integer and real numbers.	2
Lec3	Loops and logical conditions applied to calculating series, derivatives and integrals.	2
Lec4	File operations. Output and graphic presentation of results.	2
Lec5	Functions and procedures.	2
Lec6	One-dimensional steady heat flow. Internal heat sources.	2
Lec7	Accurate solutions of linear equation systems.	2
Lec8	Written test.	2
Total hours		15

laboratory		Number of hours
La1	Installation of a programming environment. Compilation of a simple program.	2
La2	Calculations with integers and reals. Ranges of values, precision, text formats of real numbers.	2
La3	Calculating series, derivatives and integrals.	2
La4	Functions and procedures.	2
La5	Implementation of numerical algorithms for ordinary differential equations.	2
La6	File operations. Output of results. Graphical presentation of results.	2
La7	One-dimensional heat flow. Internal heat sources.	4
La8	Accurate solution of linear equation systems. Cramer patterns. Gauss elimination. Thomas' algorithm.	4
La9	Relaxation methods for solving systems of linear equations. Jacobi method. Gauss-Seidel method.	2
La10	Numerical solution for selected two-dimensional fluid flows.	8
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture using multimedia (presentation - slides), supported by numerical software.
N2	Computer laboratory using programmer's environment for creating numerical programs.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01- PEU_U02	Laboratory reports
P1	PEU_W01- PEU_W02	Written test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	T. Beu: Introduction to Numerical Programming, CRC Press, 2015.
2	D. Yevick: A Short Course in Computational Science and Engineering - C ++ , Java and Octave Numerical Programming with Free Software Tools.
3	W. Cheney, D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing, Thomson Brooks 2008.

4	G. Dahlquist, A. Björck: Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM 2007.
Secondary literature	
1	D. Haskins: C Programming in Linux.
2	P. Wellin: Programming with Mathematica.

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

Imię i nazwisko:	Józef Rak
E-mail:	jozef.rak@pwr.edu.pl

Geothermal power engineering

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Geothermal power engineering
Name in Polish	Energetyka geotermalna
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2356
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	25	25			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68	0,68			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic knowledge in the field of chemistry, physics and thermodynamics.
2.	Basic knowledge related to the construction and operation of power plants.

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Acquisition knowledge, taking into account aspects of its application, in the field of: <ul style="list-style-type: none"> ▪ nature, classification and exploration of geothermal resources, ▪ geothermal energy utilization.
C2	Development of ability to identify and solve practical problems and issues related to the geothermal power.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge related to the exploration, development and utilization of geothermal resources.
PEU_W02	Has knowledge regarding geothermal district heating and power generating systems.
relating to skills:	
PEU_U01	Has ability to apply an integrated knowledge to solving practical tasks in geothermal energy exploration, development and utilization.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	The scope and course completion conditions. Introduction to geothermal energy. History and development of geothermal energy.	1
Lec 2	Structure of the Earth. Mechanism for geothermal heat flow.	2
Lec 3	Model of geothermal system. Classification of geothermal resources.	2
Lec 4	Strategies and techniques in geothermal energy exploration.	2
Lec 5	Geothermal well drilling.	2
Lec 6	Geothermal energy utilization. Direct use of geothermal energy.	2
Lec 7	Indirect use of geothermal energy. Geothermal power generating systems.	2
Lec 8	Colloquium.	2
Total hours		15

classes		Number of hours
Cl 1,2	Solving practical tasks related to the exploration and development of geothermal resources.	3
Cl 3	Solving practical tasks related to the exploitation of geothermal district heating systems.	2
Cl 4,5	Solving practical tasks related to the exploitation of dry steam geothermal power plants.	4
Cl 6,7	Solving practical tasks related to the exploitation of single-flash geothermal power plants.	4
Cl 8	Colloquium.	2
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Multimedia presentation.
N2	Solving practical task and results discussion.
N3	Consultations.
N4	Student's own work – preparation for colloquium.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEU_W01 ÷ PEU_W02	Colloquium
C	PEU_U01	Colloquium

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Harsh G., Sukanta R., Geothermal energy: an alternative resource for the 21st century, 2007
2	DiPippo R., Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact, 2008
3	Glassley W., Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment, 2010
4	Pierce V., Introduction to Geothermal Power, 2011
5	Wachtel A., Geothermal Energy, 2010
Secondary literature	
1	Quaschnig V., Renewable Energy and Climate Change, 2010
2	Tabak J., Solar and Geothermal Energy, 2009

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

Name and surname:	Wojciech Zacharczuk
E-mail address:	wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

Heat pumps

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Heat pumps
Name in Polish	Pompy ciepła
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2358
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	25			25	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68			0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Technical Thermodynamics
2.	Fluid Mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Teaching of practical knowledge, regarding heat pump technology, their design and application.
C2	Teaching of skills how to design and analyze heat pumps, their behavior and consequences of its cooperation with various heat sources.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge of rules and standards for design and operation of heat pumps
PEU_W02	Knows the classification of heat pump system
relating to skills:	
PEU_U01	Can choose the proper cycle for a given heat pump system
PEU_U02	Can calculate the capacity of the heat pump system and can design a heat pump system

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Overview of the lecture. Introduction. Principle of operation of the heat pump. Historical overview. Classification and application.	2
Lec2 – Lec7	Heat pumps thermodynamics basis, reversible Carnot Cycle. Heat pump cycle implementing methods. The ideal, comparative and real cycle. Low temperature heat sources: natural, artificial, waste heat. Guidelines for the design of heat exchanger. Ground, water, solar radiation and air as a low temperature heat source. Horizontal, vertical and spiral heat exchangers. Heat transfer coefficients. Thermal and operational parameters. Waste heat as the low temperature heat source. Usefulness assessment of low-temperature heat sources. Refrigerants and coolants. Special features, properties, classification, application possibilities. Heat pump in the heating and DHW system. Hydraulic installations and accumulation tanks. Heat pumps development trends. Ways of meeting energy needs with heat pumps in the context of climate change.	12
Lec8	Colloquium	1
Total hours		15

project		Number of hours
Pr1	Overview and introduction to the project. Distribution of the individual data for the project.	2
Pr2	Calculation of the heat pump cycle. Refrigerant selection. logP-h diagram description. Description of the necessary computer software.	2
Pr3 – Pr7	Calculation of the heat exchangers, selection of the compressor, selection of additional components, individual consultations.	10
Pr8	Submission of completed projects.	1
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with presentation of slides
N2	Self-study – reading of supplementary materials
N3	Self-study – working on the individual project
N4	Self-study – study and preparation to the colloquium.
N5	Consultation – improvement of knowledge

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01 – PEU_W02	Mark of the colloquium
C2	PEU_U01 – PEU_U02	Mark of submitted project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI Edition), © 2009 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
2	2016 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2016 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
3	Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps (5th Edition), BOOK•ByHundy, G. F.; Trott, A. R.; Welch, T. C.(2016)
Secondary literature	
1	McQuay International, Geothermal heat pump – Design Manual
2	RETSscreen Int. Training Material, Ground Source Heat Pump Project Analysis – Textbook
3	International Renewable Energy Agency. (2013). Heat Pumps - Technology Brief. International Renewable Energy Agency, IRENA

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

Name and surname:	Bogusław Białko
E-mail address:	boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

Integrated production systems

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Integrated production systems
Name in Polish	Zintegrowane systemy produkcji
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	wybieralny
Subject code	W09ENG-SM2347
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		50		
Form of crediting	Credit		Credit		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0.68		1.36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge of basic issues related to manufacturing processes.
2.	Ability to use the CATIA system in the generation of parametric models and assemblies.
3.	Knowledge of the basics of machine construction, strength and technical drawing

SUBJECT OBJECTIVES

C1	To familiarize students with CIM (Computer Integrated Manufacturing) - integrated manufacturing environment.
C2	To familiarize students with the development directions of technologies such as: CAD, CFD, MES, CAM, CAPP, MRP, ERP.
C3	Presentation of so-called methods Rapid Prototyping and the so-called Reverse Engineering.
C4	To develop the skills to integrate of the engineering activities into one CAD/CAM system

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Knows the basic production processes and the principles of their integration within the enterprise IT platform.
PEU_W02	Has basic knowledge of CAD, CAE, CAPP, CAM.
PEU_W03	Knows the methods of rapid prototyping and reverse engineering.
relating to skills:	

PEU_U01	Is able to elaborate a complete machine part design in one integrated CATIA package from the concept stage to simulation of the manufacturing process using MES and CAM.
PEU_U02	Is able to use online knowledge resources to select and obtain models of machine parts and is able to prepare a coherent presentation regarding the implemented project.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to classes. The essence of CIM.	2
Wy2	Overview of manufacturing techniques.	2
Wy3	Introduction to CAD.	2
Wy4	Introduction to FEM	2
Wy5	Introduction to CFD.	2
Wy6	Introduction to CAM and CNC.	2
Wy7	Rapid prototyping. Reverse engineering	2
Wy8	Credit	1
Total hours		15

laboratory		Number of hours
La1	Organizational matters. The issue of topics.	2
La2	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
La3	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
La4	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
La5	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
La6	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
La7	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
La8	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
La9	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
La10	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
La11	Preparation of the technical drawings in the CATIA system.	2
La12	Preparation of the technical drawings in the CATIA system.	2
La13	Elaboration of the manufacturing process of the selected part and familiarization with the CATIA CAM module.	2
La14	Elaboration of the manufacturing process of the selected part and familiarization with the CATIA CAM module.	2
La15	Presentation of results and defense of the project	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Informative lecture using multimedia technologies.
N2	Lecture using blackboard
N3	Consultations
N4	Own work

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01	Final test
F2	PEU_W02	Final test
F3	PEU_W03	Final test
F4	PEU_U01	Presentation of results and defense of the project
F5	PEU_U02	Presentation of results and defense of the project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Dorf R. „Handbook of Design, Manufacturing and Automation”, John Wiley & Sons, Inc., Toronto 1994
2	Khan W. Raouf A. „Standards for Engineering Design and Manufacturing”, Taylor & Francis Group, LLC, London 2006
3	Saaksvuori A., Immonen A. „Product Lifecycle Management”, Springer, Berlin, 2008.
4	Xun Xu „Integrating Advanced Computer-Aided Design, Manufacturing, and Numerical Control: Principles and Implementations”, IGI Global New York 2009.
5	Wu B. „Handbook of Manufacturing and Supply Systems Design”, Taylor&Francic, London 2002.
6	Dorf R. „Handbook of Design, Manufacturing and Automation”, John Wiley & Sons, Inc., Toronto 1994
Secondary literature	
1	Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 2. Computer Integrated Manufacturing”, CRC Press LLC, New York 2001.
2	Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 5. The Design of Manufacturing Systems”, CRC Press LLC, New York 2001.
3	Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 6. Manufacturing Systems Processes”, CRC Press LLC, New York 2001.
4	Leondes C. „Computer Aided and Integrated Manufacturing Systems. Volume 2. Intelligent Systems Technologies”, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. , Singapore 2003.

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

Imię i nazwisko:	Janusz Skrzypacz
E-mail:	janusz.skrzypacz@pwr.edu.pl

Low-temperature technologies

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Low-temperature technologies
Name in Polish	Technologie chłodnicze
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2338
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50				
Form of crediting	Egzamin		Zaliczenie		
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	1,44				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic knowledge of thermodynamics and low temperature physics
2.	Basic knowledge of fluid mechanics and heat transfer

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Familiarizing the students with thermodynamic fundamentals of refrigeration and cryogenics
C2	Familiarizing the students with low temperature technologies in power engineering and energy storage
C3	Familiarizing the students with construction and operation principals of refrigeration and cryogenic devices
C4	Training in calculations of refrigeration and cryogenic cycles

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knows the definitions, terminology and applications of refrigeration and cryogenics
PEU_W02	knows physics of low temperature processes
PEU_W03	knows processes of the vapor compression, sorption and cryogenic cycles
PEU_W04	knows refrigeration and cryogenic devices, systems and technologies
PEU_W05	knows basics of the magnetic cooling and space technologies
PEU_W06	knows gas mixture separation methods
relating to skills:	
PEU_U01	is able to calculate refrigeration and cryogenic cycles
PEU_U02	Is able to model simple refrigeration / cryogenic system in DWSIM simulator

relating to social competences:	
PEU_K01	is able to work and cooperate in groups
PEU_K02	is able to communicate effectively with others in foreign language

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to refrigeration and cryogenics	2
Wy2	Thermodynamic backgrounds of low temperature technologies	2
Wy3	Entropy in low temperature cycles. Unavailability of absolute zero	2
Wy4	Introduction to refrigeration technologies - vapor compression cycles	2
Wy5	Sorption technologies in refrigeration and air conditioning	2
Wy6	Refrigeration technologies in power generation and conversion - trigeneration	2
Wy7	Processes used in cryogenics	2
Wy8	Liquefiers and refrigerators with recuperative heat exchangers	2
Wy9	Liquefiers and refrigerators with regenerators	2
Wy10	Liquid Natural Gas (LNG) technologies and applications	2
Wy11	Hydrogen technologies in energy storage and conversion processes	2
Wy12	Introduction to applied superconductivity and cooling systems	2
Wy13	Magnetic cooling in refrigeration and cryogenics	2
Wy14	Cryogenic gas separation, applications in power generation	2
Wy15	Novel technologies in cryogenics, cryogenics in space engineering	2
Suma godzin		30

classes		Number of hours
Cw1	Introduction to tutorial classes, thermodynamic laws in low temperature systems	1
Cw2	Refrigeration cycles 1	2
Cw3	Refrigeration cycles 2	2
Cw4	Introduction to DWSIM simulator, modelling of simple refrigeration system	2
Cw5	Cryogenic cycles 1	2
Cw6	Cryogenic cycles 2	2
Cw7	Modelling of simple cryogenic system (using DWSIM simulator)	2
Cw8	Written test	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture / tutorial classes, presentations available for students
N2	Consultations during office hours
N3	Self-study

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
Lecture C	PEU_W01 - PEU_W06	Examination, written and oral
Tutorial classes C	PEU_U01 – PEU_U02	Test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	A. Arkharov, I. Marfenina, Ye. Mikulin, Cryogenic Systems, Bauman Moscow, State Technical University Press, 2000
2	G/F. Hundy, Refrigeration, Air-Conditioning and Heat Pumps, Butterworth-Heinemann, 2016
3	Presentations (lecture and tutorial)
Secondary literature	
1	J. G. Weisend II, The Handbook of Cryogenic Engineering, Taylor & Francis, 1998
2	M.I. Anand, Basics of Refrigeration and Air-Conditioning, ABPL, Second Edition, 2013

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

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski
E-mail:	maciej.chorowski@pwr.edu.pl

Master seminar CAE

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Master seminar CAE
Name in Polish	Seminarium dyplomowe
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Computer Aided Mechanical and Power Engineering
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional
Subject code	W09ENG-SM2350
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)					50
Form of crediting					Zaliczenie
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					1,28

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way
C2	Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and innovations
C3	Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions
C4	Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects
C5	Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:	
PEU_U01	Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions
PEU_U02	Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03	Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others
relating to social competences:	
PEU_K01	Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities
PEU_K02	Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion
PEU_K03	Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

PROGRAMME CONTENT

seminar		Number of hours
Se1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations	2
Se2-7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics	12
Se8-13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Se14	Individual presentations - additional term	2
Se15	Crediting with grade	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Multimedia presentation
N2	Problematic discussion
N3	Individual work

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
P1=(2*F1+F2)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	1. Literature related to the issues of the thesis
Secondary literature	
1	

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

Imię i nazwisko:	Dean of the Faculty
E-mail:	

Master seminar

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Master seminar RAC
Name in Polish	Seminarium dyplomowe
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Refrigeration and cryogenic
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional
Subject code	W09ENG-SM2369
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)					50
Form of crediting					Zaliczenie
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					1,28

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way
C2	Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and innovations
C3	Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions
C4	Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects
C5	Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:	
PEU_U01	Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions
PEU_U02	Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03	Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others
relating to social competences:	
PEU_K01	Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities
PEU_K02	Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion
PEU_K03	Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

PROGRAMME CONTENT

seminar		Number of hours
Se1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations	2
Se2-7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics	12
Se8-13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Se14	Individual presentations - additional term	2
Se15	Crediting with grade	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Multimedia presentation
N2	Problematic discussion
N3	Individual work

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
P1=(2*F1+F2)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	1. Literature related to the issues of the thesis
Secondary literature	
1	

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

Imię i nazwisko:	Dean of the Faculty
E-mail:	

Master seminar

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Master seminar RSE
Name in Polish	Seminarium dyplomowe
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Renewable Sources of Energy
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional
Subject code	W09ENG-SM2359
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)					50
Form of crediting					Zaliczenie
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					1,28

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way
C2	Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and innovations
C3	Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions
C4	Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects
C5	Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:	
PEU_U01	Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions
PEU_U02	Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03	Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others
relating to social competences:	
PEU_K01	Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities
PEU_K02	Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion
PEU_K03	Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

PROGRAMME CONTENT

seminar		Number of hours
Se1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations	2
Se2-7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics	12
Se8-13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Se14	Individual presentations - additional term	2
Se15	Crediting with grade	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Multimedia presentation
N2	Problematic discussion
N3	Individual work

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
P1=(2*F1+F2)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	1. Literature related to the issues of the thesis
Secondary literature	
1	

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

Imię i nazwisko:	Dean of the Faculty
E-mail:	

Mechatronics and control systems

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Mechatronics and control systems
Name in Polish	Mechatronika i systemy sterowania
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2333
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		50		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,28		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic competences in mathematics and physics as acquired on the 1st level studies
2.	Basic knowledge of electric circuit theory and electromagnetism as acquired on the 1st level studies.

SUBJECT OBJECTIVES

C1	C1 Acquisition of the basic knowledge regarding the following parts of a mechatronic system: C1.1 Sensors of physical quantities C1.2 Actuators C1.3 Control systems and devices – microcontrollers, PLC controllers.
C2	C2 Acquisition of the basic qualifications regarding: C2.1 The design methodology of the structure of a mechatronic system C2.2 The parametrization of the components deployed in a mechatronic system C2.3 Design and software implementation of the control algorithm for a control system.
C3	C3 Social competence enhancement C3.1 Acquiring and enhancing of the social competences regarding teamwork and co-operation during implementation of projects.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	the student is able to define a model of a mechatronic system
PEU_W02	the student has the basic knowledge regarding sensors
PEU_W03	the student knows the fundamentals of microcontroller programming

PEU_W04	the student knows the fundamentals of PLC programming
PEU_W05	the student is familiar with the internal structure & operation of a microcontroller
relating to skills:	
PEU_U01	the student is able to define and evaluate the technical parameters of a mechatronic system
PEU_U02	the student is able to design & assemble a simple test circuit with a microcontroller
PEU_U03	the student is able to specify and select sensors and actuators for a particular mechatronic system
PEU_U04	the student is capable of writing of simple control programs for a PLC controller used in a particular technological process
PEU_U05	the student is able to design and build a simple mechatronic system using a PLC controller together with sensors and actuators
relating to social competences:	
PEU_K01	the student is able to search for technical information by his own hand
PEU_K02	the student is prepared to mutual co-operation during teamwork

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction, Basic ideas, relations between mechatronics and other scientific disciplines	2
Wy2	Programmable control systems – an introduction. Process algorithms, Turing machine, von Neumann computer architecture.	2
Wy3	Microcontrollers – an introduction, basic ideas, internal architecture	2
Wy4	Microcontrollers – programming methods	2
Wy5	Microcontrollers – interfacing to I/O devices	2
Wy6	Microcontrollers – examples of applications, mobile robots.	2
Wy7	Sensors of fundamental physical quantities (pressure, temperature, displacement)	2
Wy8	Encoders, position sensors, examples of applications.	2
Wy9	Elements of motion transfer systems (gears, clutches, lead screw drives)	2
Wy10	Examples of mechatronic components application – CNC machines	2
Wy11	Mechatronics in biomedical applications – a pneumatic blood pressure wave sensor	2
Wy12	PLC controllers – an introduction, basic ideas.	2
Wy13	PLC controllers – a survey of market solutions and system architectures	2
Wy14	PLC controllers – programming methods, language-based coding of algorithm, exemplary programs	2
Wy15	PLC controllers – large control systems, SCADA software.	2
Total Hours		30

laboratory		Number of hours
La1	Presentation of the course, introduction, safety rules training	2
La2	Microcontrollers – development system with a microcontroller (an introduction)	2
La3	C language compiler for microcontrollers – an introduction	2
La4	Interfacing of LED diodes and microswitches with I/O ports of microcontroller	2
La5	Stepping motor service routines using I/O port of a microcontroller.	2
La6	LED display control using microcontroller	2
La7	An alphanumeric LCD display control with a microcontroller	2
La8	Built-in peripheral devices: A/D converter and serial port service routines.	2
La9	Programmable Logic Controllers (PLC)– an introduction. Interfacing of I/O signals to a PLC.	2
La10	PLC – ladder diagram programming (an introduction)	2
La11	PLC – timers and counters service routines	2

La12	PLC – programming of PLC operator panel and extension modules	2
La13	PLC – programming of modular production systems (MPS)	2
La14	PLC – implementation of an individual project, advanced programming methods	2
La15	Additional activities, final assessment.	2
Total Hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture: General lecture, multimedia presentation
N2	Laboratory: Lab report preparation, self-study accompanied by lab instruction sheets
N3	Consultations with the tutor

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1 (lecture)	PEU_W01,PEU_W07, PEU_U01,PEU_U07, PEU_K01,PEU_K02	Written examination
F2 (laboratory)	PEU_W01,PEU_W07, PEU_U01,PEU_U07, PEU_K01,PEU_K02	Lab reports assessment, micro-tests during lab sessions
P1=F1 (lecture), P2=F2 (laboratory)		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Cetinkunt S., Mechatronics with Experiments, Wiley 2015
2	Michael B. Hstand, David G. Alciatore, Introduction to mechatronics and measurement systems, McGraw-Hill Education, 2007
3	Jędrusyna A.,Tomczuk K.,Mechatronics and Control Systems Handbook. Wyd. PWr 2010.
Secondary literature	
1	Dorf. R.C, Modern control systems, 12th Ed., Prentice-Hall 2011
12	

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

Imię i nazwisko:	Artur Jędrusyna
E-mail:	artur.jedrusyna@pwr.edu.pl

Modeling of combustion processes

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Modeling of combustion processes
Name in Polish	Modelowanie procesów spalania
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	wybieralny
Subject code	W09ENG-SM2342
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		50		
Form of crediting	Egzamin		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,84		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge, skills and other competences in the range of: combustion, thermodynamics, fundamentals of fluid mechanics
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	The course provides an introduction to the subject of combustion process modeling, covering a broad range of topics important to the fields of energy conversion
C2	To familiarize students with the basic aspects and equations describing the thermodynamics and gas dynamics in combustion process
C3	To develop knowledge in basic mathematical description of processes occurring in combustion systems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	understand the physical and chemical aspects of combustion processes
PEU_W02	understand chemical kinetics and chemistry of combustion. The role of elementary and global reactions. Reaction rate expressions
PEU_W03	understand conversion formulas and thermochemical properties of the system. Heat of reaction and adiabatic flame temperature
PEU_W04	understand chemical equilibrium and composition calculation
PEU_W05	understand combustion modelling issues without transport. Ideal reactor studies

PEU_W06	understand combustion modelling issues with transport. Reactive flow and transport phenomena. Turbulent combustion modelling
PEU_W07	understand standard turbulent combustion models and their limitations which are implemented in commercial CFD software packages
relating to skills:	
PEU_U01	solve simple combustion problems by using the physical and chemical fundamentals of combustion processes
PEU_U02	calculate the stoichiometry, adiabatic flame temperature and heat of combustion of a fuel and oxidizer mixture
PEU_U03	use chemistry software to solve simple 0/1-d combustion problems such as perfectly stirred reactors
relating to social competences:	
PEU_K01	Soft skills during team work

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Practical Applications of Combustion Modelling	2
Wy2	Chemical reactions	2
Wy3	Conversion Formulas. Thermochemical Properties	2
Wy4	Reaction Rate Expressions	2
Wy5	Complex Chemical Equilibrium. Compositions	2
Wy6	Heat of Reaction. Adiabatic Flame temperature.	2
Wy7	Differential equations of chemical reaction without transport	2
Wy8	The Continuously Stirred Tank Reactor	2
Wy9	Modelling of autoignition	2
Wy10	Mechanism reduction	2
Wy11	Introduction to reactive flow. Transport Equations.	2
Wy12	Laminar premixed and diffusion flames.	2
Wy13	Turbulent combustion modelling.	2
Wy14	Standard for modeling and simulating complex gas phase chemistry reactions	2
Wy15	Summary	2
Suma godzin		30

laboratory		Number of hours
La1	Calculation of thermochemical properties of gas using coefficients in NASA format	2
La2	Calculation of theoretical flame temperature	2
La3	The standard heat of combustion of gases	2
La4	Callculation of equilibrium compositions	2
La5	Callculation of equilibrium compositions	2
La6	Adiabatic flame temperature	2
La7	Adiabatic flame temperature	2
La8	Application of the reaction ordinate variable in the analysis of equilibrium states	2
La9	Model PSR (mixture: (H2-O2)) - use chemistry software	2
La10	Model PSR (mixture: (H2-O2)) - use chemistry software	2
La11	Model PSR – evaluating NO emission - use chemistry software	2
La12	Modelling reactive flow with transport equations	2
La13	Modelling turbulent reactive flow	2
La14	Modelling turbulent reactive flow	2
La15	Modelling turbulent reactive flow	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with the use of multi-media presentation
N2	Tutorials using dedicated software
N3	Consultations.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Final test
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Activity
P1	PEU_W01÷PEU_W07	Exam

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Gas phase combustion chemistry” - Gardiner 2000
2	Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic, J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbot, M.T. Swihart
3	Theoretical and numerical combustion, T.Poinsot, D.Veynante, 2005
Secondary literature	
1	An-Introduction-to-Computational-Fluid-Dynamics, H. Versteeg, 2007

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

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Norbert Modliński
E-mail:	norbert.modlinski@pwr.edu.pl

Modeling of Energy systems

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Modeling of Energy systems
Name in Polish	Modelowanie systemów energetycznych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2341
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		50		
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basic knowledge of thermodynamics, heat transfer, machine design and energy generation in power plant and CHP
2.	Basic knowledge of a chosen worksheet (eg. Excel, Mathcad)

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Demonstrate an understanding of the fundamentals and laws governing energy conversion
C2	Discuss issues related to the performance of conventional power-generation plants.
C3	Present trends toward renewable sources of electricity.
C4	A study of steam generation and utility plants, including cogeneration, gas turbine, and combined cycles
C5	Demonstrate features of advanced power plants
C6	Perform engineering calculations.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Demonstrate a comprehensive understanding of the fundamentals and laws governing conversion of energy
PEU_W02	Perform the analysis of cogeneration, combined and integrated cycles for conventional and advanced technologies
PEU_W03	Understand the operation and major components of electricity generating and CHP plants
PEU_W04	Select the type of plant appropriate for a given application.
PEU_W05	Perform basic analyses associated with each subsystem and component of the plant.
PEU_W06	Overall picture of the applied fields for cogeneration systems

PEU_W07	Define mathematical model to assess particular energy system
relating to skills:	
PEU_U01	Perform engineering calculations encountered in practice.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introductory lecture. Energy and electricity fundamentals. Terminology. Numerical Steam Tables.	1
Wy2	Steam power plants. Thermodynamic principles. Fuels. Steam power generation cycles. Nuclear Power Plant	2
Wy3	Steam power plants. Performance improvement. Mathematical modeling.	2
Wy4	Gas turbine and combined-cycle power plants: Gas turbine engines and performance. Gas turbine cycles. Combined-cycle power plants.	2
Wy5	CHP systems: CHP schemes (micro-scale CHP systems, small scale CHP systems, large scale CHP systems including district heating schemes).	2
Wy6	Organic Rankine Cycle. Numerical Tables of different working fluids. Mathematical modelling.	2
Wy7	National Energy System	2
Wy8	Course summary	2
Suma godzin		15

laboratory		Number of hours
La1	Numerical Steam Tables in a chosen worksheet – simple examples.	2
La2	Analysis of simple conventional power plant system. Defining algorithm.	2
La3	Analysis of simple conventional power plant system. Defining algorithm. Optimization problem	2
La4	Analysis of Nuclear Power Plant steam turbine cycle. Defining algorithm.	2
La5	Analysis of Nuclear Power Plant steam turbine cycle. Defining algorithm.	2
La6	Analysis of simple and complex gas turbine energy systems.	2
La7	Analysis of simple and complex gas turbine energy systems.	2
La8	Analysis of simple and complex gas turbine energy systems.	2
La9	Basic design of energy systems project utilizing renewable sources of energy and waste heat – numerical analysis of ORC.	2
La10	Basic design of energy systems project utilizing renewable sources of energy and waste heat – numerical analysis of ORC	2
La11	Analysis of simple and complex energy systems – using commercial tool.	2
La12	Analysis of simple and complex energy systems – using commercial tool.	2
La13	Simple National Energy System Simulator	2
La14	Analysis of monitoring and diagnostic systems data. – processing and analysis of DCS power plant unit system in Excel and MathCad	2
La15	Final test	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecturing with multimedia - computer presentation
N2	Calculation worksheets MathCad, script language Python Excel and engineering tool CYCLE-TEMPO, Epsilon
N3	Case studies
N4	Discussion and consultancy.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01	Activity, final test
P1	PEU_W01÷PEK_W07	Final test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	M. M. El-Wakil, Powerplant Technology, McGraw-Hill, 1984 or 2002.
2	Culp, Principles of Energy Conversion, 2nd Edition, 1991.
3	Weisman & Eckart, Modern Power Plant Engineering, 1985
4	Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Kehlhofer, R..ISBN 0-88173-076-9
Secondary literature	
1	Nye, David E. Consuming Power: A Social History of American Energies. The MIT Press: Cambridge, MA, 1999

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

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Norbert Modliński
E-mail:	norbert.modlinski@pwr.edu.pl

Modeling of HVAC systems

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Modeling of HVAC systems
Nazwa w języku angielskim	Modelowanie systemów HVAC
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2337
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Competence in thermodynamics and heat exchange
2.	Basic knowledge of issues related to air conditioning and heating

CELE PRZEDMIOTU

C1	To familiarize students with the basic elements of HVAC installations.
C2	To familiarize students with the principle of operation and operation of HVAC systems.
C3	To familiarize students with examples of real HVAC systems.
C4	To develop skills in performing simulations for simple and complex HVAC installations.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Has knowledge of the various elements of the HVAC system.
PEU_W02	Has knowledge of the principles of operation and use of HVAC systems.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student is able to present devices included in the HVAC installation.
PEU_U02	Student is able to choose the parameters of the HVAC installation.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction. Fundamentals of thermal comfort, psychrometrics, and thermodynamics	1
Wy2	The load sub-system air-conditioning equipment	2
Wy3	The heat and hot water production sub-system	2
Wy4	The cold production sub-system	2
Wy5	Thermal energy storage methods: sensible and latent	2
Wy6	Seasonal thermal energy storage for heating and cooling capacity	2
Wy7	Introduction to district heating and cooling systems	2
Wy8	Final test	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Introduction to the course and TRNSYS Software	2
La2-14	Simulating the operation of selected HVAC installations	26
La15	Additional term	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Informative lecture using a multimedia presentation
N2	Students' own work - preparation for passing
N3	Consultations
N4	The program for conducting simulations - TRNSYS v. 18.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		
P1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Wang SK, Handbook of air conditioning and refrigeration. 2nd ed. McGraw-Hil; 2011.
2	Cengel Y, Heat Transfer: a practical approach. 2nd ed. WCBMcGraw-Hill, United States of America; 1998.
3	Duffie JA and Beckman WA, Solar Engineering of thermal processes, 2nd ed. John Wiley and Sons.
4	Dincer I and Rosen MA, Thermal energy storage systems and applications, 2nd ed. John Wiley and Sons; 2011.
Literatura uzupełniająca	
1	Applied Energy Journal
2	Renewable Energy Journal
3	Solar Energy Journal

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Magdalena Nemś
E-mail:	Magdalena.nems@pwr.edu.pl

New generation energy technologies

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	New generation energy technologies
Name in Polish	Technologie energetyczne nowej generacji
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2335
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)	50				
Form of crediting	Zaliczenie				
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	1,28				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Competence in the field of thermodynamics, combustion process and fuels confirmed at the degree courses of study
2.	

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Detailed familiarize students with the development trends of the latest technologies used in the power plant industry, and with some problems with their implementations
C2	

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knows the problems of the development trends and the most important developments related to the latest technologies used in the power industry, the development trends and problems in their implementation
PEU_W02	

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Conventional energy generation systems	2
Lec2	Energy generation in an Integrative Gasification Combination Cycle (IGCC) system	2
Lec3	OXY fuel technology, CO ₂ separation and storage	2
Lec4	Technical solutions for future power plants	2

Lec5	Hydrogen - an alternative to conventional power generation	2
Lec6	Power generation using supercritical circulation of CO ₂ (S-CO ₂)	2
Lec7,8	Advanced nuclear power reactor technologies	4
Lec9	Basic safety principles for nuclear power plants	2
Lec10	Small modular nuclear reactor SMR technologies	2
Lec11	Generation IV nuclear reactors	2
Lec12	Basic fusion reactions and basics of nuclear fusion.	2
Lec13	Basics of plasma physics and possibilities of controlling and maintaining plasma.	2
Lec14	Discussion of selected nuclear fusion experiments.	2
Lec15	Crediting with grade	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Information and problem lecture in the form of a multimedia presentation
N2	Consultations
N3	

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P	PUE_W01	Crediting with grade
P2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Alexander V. Dimitrov, Introduction to Energy Technologies for Efficient Power Generation, 1st Edition, CRC Press 2017
2	Paul Breeze, Power Generation Technologies, 3rd Edition, Newnes 2019
3	Jean-Claude Sabonnadière (Ed.), Renewable Energy Technologies, Wiley-ISTE 2010
4	Kok K.D., Nuclear Engineering Handbook, 2009
5	Wood J., Nuclear Power, 2007
6	Kenro Miyamoto, Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, NIFS-PROC-48 by National Institute of Fusion Science (NIFS) in Tokio.
Secondary literature	
1	Tadeusz J. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004
2	Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Firlit Red., Elektrownie ze źródłami odnawialnymi: zagadnienia wybrane, Kraków : Wydawnictwa AGH 2015
3	Cacuci D.G., Handbook of Nuclear Engineering. 2010
4	

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

Name and surname:	Wojciech Moron
E-mail:	wojciech.moron@pwr.edu.pl

Numerical methods

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Numerical methods
Name in Polish	Metody numeryczne
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2346
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		50		
Form of crediting	Egzamin		Zaliczenie		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,84		1,36		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Fundamentals of mathematical analysis, algebra and geometry in mathematics
2.	Mathematical calculus and syntax used for computer based calculation
3.	Basic knowledge of physics phenomena

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Acquisition of basic numerical methods knowledge essential for solving engineering problems. Improving the state of knowledge in the field of computer-based calculations.
C2	Obtaining skill of creating programs utilizing basic algorithms of numerical methods with use of approximation, interpolation, numerical integration and differentiation, solving nonlinear algebraic equations and differential equations.
C3	Developing the ability to use the selected numerical techniques to process measurement data and solve real-life engineering problems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Understanding the numerical calculations process based on a finite digit representation and accuracy related problems.
PEU_W02	Understanding the concept of numerical interpolation and ability to construct interpolation polynomials and spline functions. Ability to estimate the interpolation error.
PEU_W03	Knowledge of data processing with least square approximation method for any set of basis functions.

PEU_W04	Knowledge of numerical integration and differentiation methods. Knowledge of error source and methods of its estimation.
PEU_W05	Knowledge of methods for solving non-linear equations and systems of linear equations.
relating to skills:	
PEU_U01	Use of MATLAB/Octave built in functions and basic programming operations. Creating plots and user defined functions.
PEU_U02	For a given set of points student know how to find an interpolating polynomial or create spline function
PEU_U03	Student is able to determine the integral value with use of Midpoint, Trapezoid or Simpson method. Based on finite-difference method student is able to determine the value of the derivative.
PEU_U04	With the use of Bisection, Secants, Newton or Fixed-Point method, student can solve non-linear equation
PEU_U05	Solving a system of linear algebraic equations using an algorithm implemented in MATALB
relating to social competences:	
PEU_K01	

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction. Floating point mathematical operations. Precision of arithmetics. Basic information about MATLAB.	1
Wy2- Wy4	Basic operations in MATLAB – Vectors and arrays, Conditional statements, preparation of 2D and 3D plots, <i>For</i> and <i>while</i> loops, User defined functions.	6
Wy5	Interpolation – Newtons and Lagrange Method for finding interpolating polynomial. Spline functions.	2
Wy6	Least square approximation – derivation of approximation function for any set of basis functions. Approximation with use of non-linear functions.	2
Wy7	Solving non-linear equations and systems of linear equations.	2
Wy8	Numerical integration and differentiation – Midpoint, Trapezoid and Simpson integration methods. Approximation of derivative with finite-difference method.	2
Suma godzin		15

laboratory		Number of hours
La1	Arithmetic operations, familiarization with the MATLAB environment	2
La2	Vectors and arrays	2
La3	Operations on vectors and arrays	2
La4	Conditional statements, preparation of 2D and 3D plots	2
La5	<i>For</i> and <i>while</i> loops	2
La6	Test of knowledge of the basics of programming in the MATLAB environment	2
La7	Interpolation using MATLAB functions, Vandermonde and Lagrange method	2
La8	Newton's interpolation. Interpolation error.	2
La9	Spline functions.	2
La10	Least square approximation.	2
La11	Solving non-linear equations - Newton's method, secants method	2
La12	Solving non-linear equations - fixed point iteration method, bisection method	2
La13	Solving system of linear equations. Gauss and LU decomposition method.	2
La14	Numerical integration – midpoint and trapezoid method, Simpson's method, Richardson's extrapolation.	2
La15	Numerical differentiation - finite differences method	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED

N1	Traditional lecture using multimedia presentation
N2	Individual work - self-study based on supervisor materials, application books, code samples and examples.
N3	Laboratory work work - solving problem lists during laboratory classes
N4	Individual work – solving selected engineering problem and presentation of results in report form

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01, PEU_W01	Basic matlab knowledge test. (La6)
F2-F5	PEU_U02- PEU_U05	Reports, laboratory entry tests
F6-F10	PEU_W01- PEU_W05	Reports, laboratory entry tests, partial tests during lecture.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	A. Gilat, <i>MATLAB: An Introduction with Applications</i> , John Wiley & Sons, Inc., 2010
2	A. Gilat, <i>Numerical Methods for Engineers and Scientists. An Introduction with Applications using MATLAB</i> , John Wiley & Sons, Inc., 2014
3	D. Kincaid, W. Cheney, <i>Numerical Analysis. Mathematics of Scientific Computing</i> , Wadsworth, 2002
5	G. Dahlquist, A. Bjorck, <i>Numerical Methods in Scientific Computing .vol. I</i> , SIAM, 2008
6	A. Quarteroni, F. Saleri, <i>Scientific Computing with Matlab and Octave</i> , Springer , 2006
Secondary literature	
1	J. Kiusalaas , <i>Numerical Methods in Engineering with Matlab</i> , Cambridge, 2005.
2	J. H. Mathews, K. D. Fink, <i>Numerical Methods Using Matlab</i> , Prentice Hall, 1999
3	G.W. Recktenwald, <i>Numerical methods with MATLAB - implementations and applications</i> , Prentice Hall Inc. 2000, New Jersey

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

Imię i nazwisko:	Dr inż. Dominik Błóński
E-mail:	dominik.blonski@pwr.edu.pl

Physics - selected issues

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Physics - selected issues
Name in Polish	Fizyka - zagadnienia wybrane
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2332
Group of courses	NO

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	25				
Form of crediting	control work				
For group of courses mark final course with (X)					
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	0,68				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Competence in knowledge of mathematics and physics as evidenced by passing grades in Physics and mathematics courses in the first degree program
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	To familiarize students with the basic quantum phenomena and tools of quantum physics and prepare them to use quantum phenomena in energy and cryogenics
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has a structured and theoretically supported detailed knowledge of basic quantum phenomena, about the tools used in quantum physics, about the connections of quantum physics with energy and cryogenics

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction	1
Wy2-4	Wave and operator description of physical phenomena	6
Wy5-7	Quantum effects - use in science and technology	6
Wy8	Summary & colloquium	2
Summary		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	informative-problematic lecture, multimedia presentation combined with traditional form

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1=P1	PEU_W01	A written or oral colloquium

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Wichman E.H., „Quantum Physics”, any addition.
2	Matthews P.T., „An Introduction to Quantum Mechanics”, any edition.
Secondary literature	
1	L.D.Landau, E.M.Lifszyc, „Quantum Mechanics”, any edition.
2	R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „The Feynman Lecture of Physics” ; any edition.

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

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, prof. uczelni
E-mail:	dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl

Physics of renewable energy

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Physics of renewable energy
Name in Polish	Fizyczne podstawy energetyki odnawialnej
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2336
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	15
Number of hours of total student workload (CNPS)	75			25	25
Form of crediting	Exam			Credit	Credit
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3			1	1
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1,44			0,76	0,68

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Competence in mathematics and physics confirmed by positive grades in physics and mathematics at the first level of study
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Detailed familiarization of students with the phenomena and physical processes used in energetics from renewable sources, taking into account new achievements and development trends
C2	Developing skills to effectively acquire, critically evaluate and use information, including energy sources, for using in practice
C3	Preparing students for the implementation of project tasks, including the use of current achievements related to physics and material engineering
C4	To develop skills in public presentations of the results of literature studies and project work

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	has structured and theoretically founded detailed knowledge related to issues in the field of physical phenomena and processes used in renewable energy as well as the most important new achievements and development trends in the field of energy from renewable sources
relating to skills:	
PEU_U01	can obtain information from literature, databases and other sources; make a critical assessment of them, on this basis can design a simple energy system based on renewable energy sources, taking into account the

	initial economic analysis and is able to draw conclusions and formulate and comprehensively justify opinions as well as prepare a report
PEU_U02	can prepare the presentation on the topic of renewable energy, lead the discussion and evaluate its course
relating to social competences:	
PEU_K01	can lead a discussion

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Preface, course organization, requirements.	2
Wy2	Introduction: basic problems associated with the energy production systems; the model of the greenhouse effect Characteristics of solar radiation as an energy source: solar emission spectrum, interaction with the atmosphere, clear sky model - calculations of insolation, Liu-Jordan correlation - calculations at different climatic conditions, solar systems. Characteristics of solar radiation as an energy source: solar emission spectrum, interaction with the atmosphere, clear sky model - calculations of insolation, Liu-Jordan correlation - calculations at different climatic conditions, solar systems - continuation	8
Wy3	Direct conversion of the solar radiation to the electricity: photoelectric effect, PV systems and their operating conditions, PV technology Direct conversion of the solar radiation to the electricity: photoelectric effect, PV systems and their operating conditions, PV technology - continuation Direct conversion of the IR solar radiation to the electricity: thermoelectric effect, thermoelectric generator and heat pump. Direct conversion of the IR solar radiation to the electricity: thermoelectric effect, thermoelectric generator and heat pump - continuation	10
Wy4	Thermionic effect and its applications. AMTEC & fuel-cells – continuation. Thermoacoustic, thermoacoustic generator, heat pump and refrigerator. Thermoacoustic, thermoacoustic generator, heat pump and refrigerator- continuation. Waves and tidal – physics and characteristics from the energy source point of view Waves and tidal – physics and characteristics from the energy source point of view Wind energy. Nuclear fusion.	8
Wy5	The supplement or the summary according to student suggestions	2
Suma godzin		30

project		Number of hours
Pr1	Introduction	1
Pr2	The establishing of the project assumptions and the project's tasks related to project implementation - localization, selection of the energy sources, selection of the energy system. The project's calculations: power obtained from the selected source of energy depending on localization and climate conditions - analysis of obtained results	10
Pr3	Students present their design solutions at the whole group forum - summary, discussion and evaluation	4
Suma godzin		15

seminar		Number of hours
Se1	Introduction	1
Se2	The student's reports on renewable energy with particular emphasis on the physics of the phenomena and technical solutions discussed, as well as development trends - discussion and assessment of the speech.	14
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture: information and problem lecture, multimedia presentation combined with traditional form,
N2	Seminar: multimedia or traditional presentation, discussion
N3	Project: own work, consultation, multimedia / traditional presentation of work stages, discussion of the results obtained, final report.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1=P1	PEU_W01	Exam
F2=P2	PEU_U01	Report & presentation
F3=P3	PEU_U02	Presentation & discussion

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Gilbert M. Masters, „Renewable and efficient electric power systems”, WILEY-INTERSCIENCE, 2004
2	Sorensen B., „Renewable energy:”, San Diego Academic Press,2000
3	Aden B. Meinel, Marjorie P. Meinel, „Applied solar energy, An Introduction“, Addison-Wesley Publishing Company,1997
4	Aldo Viera da Rosa, “Fundamentals of Renewable Energy Processes”, Elsevier Academic Press, 2005
Secondary literature	
1	Gipe P., “Wind energy for the rest of us”, any edition
2	Boxwell M., Solar Electricity Handbook, any edition
3	“Some aspects of renewable energy”, scientific editors: D.Nowak-Woźny, M.Mazur, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011

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

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny
E-mail:	dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl

Project management at energy sector

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Project management at energy sector
Name in Polish	Zarządzanie projektami w energetyce
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional
Subject code	W08W09-SM1111
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)	75				
Form of crediting	Zaliczenie				
For group of courses mark final course with (X)					
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	1,28				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	No prerequisites
----	------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Provide students with knowledge about project management
C2	Providing students with knowledge about the implementation of projects in the energy sector

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge of projects, knows the basic components of the project and knows how to manage them.
PEU_W02	Knows and understands the basic conditions related to the implementation of projects in the energy sector
relating to social competences:	
PEU_K01	He is ready to think and act in a project team

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Organizational classes. Presentation of the objectives and scope of the course and the conditions for passing. Introduction to project management	2
Wy2	The essence of sustainable development. Sustainable development and projects. PRISM essentials.	4
Wy3	Project - definition, types, components, methodology.	2
Wy4	Modern project management concepts	2

Wy5	The realization of the project. Planning, preparation and organization of the project. Time, budget and project team management.	2
Wy6	Threats in the project implementation process. Types and sources of risk.	4
Wy7	Preparation of a project offer in the energy sector. Action tactics. Relations among: investor - contractor – competition	2
Wy8	Case studies I. Repairs of electrostatic precipitators filters in large power plants and combined heat plants in Poland. Case reports, photographic documentation, reflections and conclusions.	4
Wy9	Case studies II. Installation for CO2 capture in a large industrial plant.	2
Wy10	Case studies III. RES investments in the implementation of the "zero emission" program for large industrial companies.	2
Wy11	Summary lecture. Scenarios for the development of the energy sector in Poland - at the base of implemented investment projects.	2
Wy12	Final test	2
Suma godzin		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Presentation of knowledge in the form of direct transmission (lecture) - audiovisual means (slides, computer projector).
N2	Lecture materials available in electronic form.
N3	Case studies.
N4	Test.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Active participation in classes - participation in discussions
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Test
P1	P = 04 F1 + 06F2	

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	J. Carboni, W. Duncan, M. Gonzales, P. Milsom. M. Young., Zrównoważone zarządzanie projektami. Podręcznik GPM. Wyd. pm2pm 2020
2	P. J. Fielding., Zarządzanie projektami. Realizuj zadania w terminie nie przekraczając budżetu, Wyd. Lingea 2021
Secondary literature	
1	E. M. Goldratt, Cel I. Doskonałość w produkcji. Wyd. Mintbooks 2008

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

Imię i nazwisko:	Dr inż. Adam Świda
E-mail:	Adam.swida@pwr.edu.pl

Psychology of communication

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Psychology of communication
Name in Polish	Psychologia komunikacji
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional
Subject code	W09-SM-W08HA3
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)	50				
Form of crediting	Zaliczenie				
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	0,68				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	none
----	------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	
----	--

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knows the terminology of the humanities regarding the phenomena of social psychology, with particular emphasis on the categories of communication, self-presentation and exerting influence
relating to skills:	
PEU_U01	can search, analyze, evaluate, select and integrate information using various sources and formulate critical judgments on this basis
PEU_U02	has the ability to prepare oral presentations on specific issues, using basic theoretical approaches, as well as various sources
relating to social competences:	
PEU_K01	can cooperate and work in a group, assuming various roles in it
PEU_K02	the student is able to think critically and argue his position, thanks to which he can properly define the priorities for the implementation of the tasks set by himself or others

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Psychology of interpersonal relations. Communication. Introduction and crediting conditions.	1
Wy2	Social influence.	2
Wy3	Manipulation and nudge.	2
Wy4	Communication in teams.	2
Wy5	Conflicts.	2
Wy6	Stress.	2
Wy7	Public speaking.	2
Wy8	Practical conclusions for professional practice.	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Conversational lecture supported by audiovisual materials
N2	Work in groups
N3	Brainstorm
N4	Individual work of students
N5	Panel discussion
N6	The presentation

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Final test or a written assignment
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Presentation
F3	PEU_K01 PEU_K02	Activity during classes
P1	$P = (F1+F3 \text{ or } F2+F3)/2$	

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Wojciszke B., Człowiek wśród ludzi. Zarys psychologii społecznej, Wydawnictwo Naukowe „Scholar”, Warszawa 2002.
2	McKay, M., Davies, M., Fanning, P., Sztuka skutecznego porozumiewania się, GWP 2021
3	Morreale, Spitzberg, Barge, Komunikacja między ludźmi. Motywacja, wiedza, umiejętności, PWN 2015
Secondary literature	
1	Cialdini R., Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka, GWP, Gdańsk 1994.
2	Akerlof, Shiller, Złowić frajera, PTE, Warszawa 2021.
3	Thaler, Sunstein, Impuls, Zysk i S-ka, Poznań 2017.
4	Rosenberg, M., Porozumienie bez przemocy, Czarna Owca, 2016
5	Matthew McKey, Patrick Fanning, Avigail Lev, Michelle Skeen, Relacje na huśtawce, GWP, Sopot 2018
6	John Teasdale, Mark Williams, Zindel Segal, Praktyka uważności, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016
7	Rick Hanson, Forrest Hanson, Rezyliencja, GWP, Sopot 2019

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

Imię i nazwisko:	dr Katarzyna Zahorodna	Anna Kaczmarek
E-mail:	katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl	a.kaczmarek@pwr.edu.pl

Selected problems of thermal-flow processes

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Selected problems of thermal-flow processes
Name in Polish	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM2334
Group of courses	NO

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		25		
Form of crediting	Grade		Grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		0,76		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Ability to create 3D geometry in engineering programs.
2.	Knowledge of heat transfer and fluid mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

C1	transfer of knowledge about methods of simulation of thermal-flow phenomena
C2	transfer of knowledge on performing and interpreting results of simulations of selected thermal and flow processes
C3	developing skills in selecting appropriate models of multiphase flows
C4	developing skills in performing numerical calculations for models with the implemented radiation model and FSI

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	has knowledge of equations describing heat transfer and fluid movement
PEU_W02	has a view on the phenomenon of turbulence and its models
PEU_W03	has knowledge of methods of numerical solving of heat exchange issues
PEU_W04	be familiar with the methods of numerical solution of inverse problems
PEU_W05	has knowledge of multiphase processes such as condensation and evaporation
PEU_W06	can model radiation-related processes
PEU_W07	has a basic knowledge of the FSI method
relating to skills:	
PEU_U01	can generate geometries and numerical grids

PEU_U02	has the ability to choose the appropriate flow model in multiphase flows
PEU_U03	can perform numerical calculations of steady and transient heat conduction
PEU_U04	can perform numerical calculations of mixing substances in mixers
PEU_U05	can model processes with speeds for which the Mach number is greater than 1

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Organizational issues. Introduction to a heat transfer.	1
Lec2	Solving heat transfer problems	2
Lec3	Mass transfer, turbulence and conjugate heat and mass transfer	2
Lec4	Multiphase flows and discrete phase flows	2
Lec5	Condensation and boiling	2
Lec6	Radiation heat transfer	2
Lec7	Fluid structure interaction FSI	2
Lec8	Final test	2
Total hours		15

laboratory		Number of hours
La1	Organizational issues	1
La2	Transient heat transfer.	2
La3	Modeling of heat transfer by radiation.	2
La4	Modeling of multiphase flows.	2
La5	Modeling of condensation / boiling processes.	2
La6	Modeling of flow containing solid particles.	2
La7	Modeling of the mixing process in a mixer.	2
La8	Modeling of turbine blade flow.	2
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Multimedia presentation.
N2	A program for generating geometry and numerical grids, among others ANSYS ICEM or SpaceClaim Geometry.
N3	The program for conducting simulations, among others CFD ANSYS CFX.
N4	Office hours

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_U01- PEU_U03	Report from Lab 2
F2	PEU_U01- PEU_U03	Report from Lab 3
F3	PEU_U01- PEU_U04	Report from Lab 4
F4	PEU_U01- PEU_U04	Report from Lab 5
F5	PEU_U01- PEU_U04	Report from Lab 6
F6	PEU_U01- PEU_U04	Report from Lab 7
F7	PEU_U01- PEU_U04	Report from Lab 8
P1	PEU_W01- PEU_W07	Final test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
2	Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
3	Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
Secondary literature	
1	Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
2	Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
3	Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

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

Imię i nazwisko:	Przemysław Błasiak
E-mail:	przemyslaw.blasiak@pwr.edu.pl

Solar energy conversion system

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Solar energy conversion system
Name in Polish	Systemy Konwersji Energii Słonecznej
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2352
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		25	50	
Form of crediting	Exam		Crediting with grade	Crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		1	2	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,84		0,76	0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Technical Thermodynamics
2.	Fluid Mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Acquisition of practical knowledge, regarding solar energy conversion systems, their design and application.
C2	Development of skills how to design, measure and analyze solar energy conversion systems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has knowledge of rules and standards for design and operation of solar energy conversion systems
PEU_W02	Has knowledge of the design of solar energy conversion installations
relating to skills:	
PEU_U01	Can determine the basic parameters of the solar collector and photovoltaic panel.
PEU_U02	Can conclude from the measurements of solar energy conversion systems operating parameters.
PEU_U03	Can calculate parameters related to solar radiation.
PEU_U04	Can design a liquid-based or air-based solar collector.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Overview of the lecture. Introduction. History of solar energy	1
Lec 2 – Lec8	The energy potential of the sun. Classification and types of radiation. The laws of radiation. Classification and division of solar energy conversion systems. Solar energy collectors. Stationary and sun-tracking collectors. Flat-plate, evacuated tube and concentrating collectors. Selection of construction materials for solar collectors. Thermal performance of solar collectors, efficiency, heat capacity of a collector. Theory of the photoelectric effect. Possibilities of converting solar radiation into electricity. PV cell characteristics. Types of PV technology. Related equipment (batteries, charge controllers, inverters, peak-power trackers). Low-temperature heat applications.	14
Total hours		15

laboratory		Number of hours
La1 – La7	Thermodynamic changes of moist air inside the air-based solar collector. Determination of thermal efficiency of the air-based solar collector. Measurements of working parameters of the liquid-based solar collector. Determination of thermal efficiency of the liquid-based solar collector. Measurements of working parameters of the evacuated tube solar collector. Measurements of working parameters of the PV panel. Determination of energy efficiency of the PV panel.	14
La8	Corrective and supplementary classes	1
Total hours		15

project		Number of hours
Pr1	Overview and introduction to the project. Distribution of the individual data for the project.	1
Pr2 – Pr8	Determining the useful time of the designed solar collector for individual design tasks. Calculating of solar radiation value in the assumed period of use of the collector for individual design tasks. Selection of construction materials for the solar collector. Selection of transparent cover for the designed collector. Calculations and selection of collector insulation. Determination of thermal losses of a solar collector. Calculation of the heat power generated by the designed panel. Selection of additional components. Individual consultations. Submission of completed projects.	14
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with presentation of slides.
N2	N2. Laboratory – discussion of problems
N3	Self-study – reading of supplementary materials.
N4	Self-study – working on the individual project.
N5	Self-study – study and preparation to the exam.
N6	Consultation – improvement of knowledge.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01 – PEU_W02	Exam
C2	PEU_U01 – PEU_U02	Reports from laboratory classes
C3	PEU_U03 – PEU_U04	Mark of submitted project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	[1] 2016 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2016 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
2	Kreider J. F., 1982. The Solar Heating Design Process. McGraw-Hill, New York
3	Hsieh J. S., 1986. Solar Energy Engineering. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ
Secondary literature	
1	Duffie J. A., Beckman W. A., 2006. Solar Engineering of Thermal Processes, third ed. Wiley & Sons, New York
2	Norton B., 1992. Solar Energy Thermal Technology. Springer-Verlag, London

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

Name and surname:	Bogusław Białko
E-mail address:	boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

Sorption refrigeration

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Sorption refrigeration
Name in Polish	Chłodnictwo sorpcyjne
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2367
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	25	25			
Form of crediting	Zaliczenie	Zaliczenie			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68	0,68			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Basics of thermodynamics
2.	Basics of heat transfer
3.	Basics of fluid dynamics

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Familiarize students with the construction and operation of sorption energy systems and the properties of working solutions.
C2	To familiarize students with the modeling of sorption systems processes by the graphical method and the use of a computer program.
C3	Familiarize students with the possibilities of using low-temperature heat sources and waste heat.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Has structured knowledge of the thermodynamic fundamentals, construction and operation of sorption energy systems.
PEU_W02	Has a structured knowledge of process energy balancing and thermal calculation of sorption apparatuses of energy systems.
relating to skills:	
PEU_U01	Knows how to identify and balance sorption circuit processes of energy systems.
PEU_U02	Knows how to calculate and select apparatuses of sorption energy systems.

relating to social competences:

PEU_K01 Is able to concisely present the results of his work.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Scope of the lecture, credit conditions, literature. Characterization of the basic concepts and definitions from the thermodynamics of solutions, needed for modeling the absorption cycle.	1
Wy2	The principle of operation of absorption equipment. Properties of working vapors and their influence on the design of absorption systems. Construction of the h-ksi diagram for aqueous ammonia solution. Construction of the h-ksi and lgp-t diagram for an aqueous solution of lithium bromide.	2
Wy3	Application of thermodynamic balancing principles to model the sorption cycle. Thermal balance of an ammonia sorption system on an h-ksi diagram. Substance and thermal balances of partial processes.	2
Wy4	Principles of operation and thermal and hydraulic calculations of absorbers, desorbers and rectifiers of water-ammonia sorption systems, overview of the design.	2
Wy5	Principles of operation and thermal and hydraulic calculations of absorbers, desorbers and rectifiers of water-lithiumbromide sorption systems.	2
Wy6	Adsorption and desorption processes in refrigeration systems - principle of operation of adsorption equipment.	2
Wy7	Adsorption and desorption processes in refrigeration systems - working pairs.	2
Wy8	Credit	2
Suma godzin		15

classes		Number of hours
Cw1	Principles of credit, analysis of potential heat sources	1
Cw2	Calculation of primary energy demand and environmental impact	2
Cw3	Heat recovery in an industrial plant	2
Cw4	Balancing of absorption apparatuses in NH ₃ -H ₂ O chillers	2
Cw5	Balancing of absorption apparatuses in LiBr-H ₂ O refrigerators	2
Cw6	Heat transfer in LiBr-H ₂ O and NH ₃ -H ₂ O solutions	2
Cw7	Comprehensive calculations of sorption systems	2
Cw8	Credit	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED

N1	Traditional lecture with the use of multimedia presentation
N2	Calculus exercises, discussion of solutions to tasks, use of computer program.
N3	Individual consultations

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_K01	Presentation of own calculations
P1	PEU_W01	Colloquium
P2	PEU_W02	Colloquium
P3	PEU_U01	Colloquium
P4	PEU_U02	Colloquium

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Herold K., Radermacher R., Sanford A. Klein – Absorption Chillers and Heat Pumps. CRC Press 1996
2	Ratlamwala I., Dincer T. A. H. – Integrated Absorption Refrigeration Systems, Springer International, 2016
3	Wang R., Wang L., Wu J. – Adsorption Refrigeration Technology: Theory and Application, Wiley, 2014
Secondary literature	
1	Nalepa B., Hałon T. – Recommendations for running a tandem of adsorption chillers connected in series and powered by low-temperature heat from district heating network. Energies. 2021, vol. 14, nr 16, art. 4791, s. 1-17.
2	Hałon T., Pelińska-Olko E., Szyc M., Zajączkowski B. – Predicting performance of a district heat powered adsorption chiller by means of an artificial neural network. Energies. 2019, vol. 12, nr 17, s. 1-11.

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

Imię i nazwisko:	Tomasz Hałon
E-mail:	tomasz.halon@pwr.edu.pl

Humanities course (eligible)

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Team management
Name in Polish	Team management
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	general
Subject code	W09-SM-W08HA3
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)	75				
Form of crediting	Crediting				
For group of courses mark final course with (X)					
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	1,28				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Not applicable
----	----------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Gain knowledge of psychological models of teamwork, group dynamics and mechanisms determining their effectiveness.
C2	Gain the ability to diagnose and solve problems in the area of creating, leading and motivating teams.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Understands the nature and importance of the influence of psychological processes on the functioning of groups and teams.
PEU_W02	Has basic knowledge of the mechanisms that determine the formation of effective teams.
relating to skills:	
PEU_U01	Able to assume the role of a team leader.
PEU_U02	Can diagnose the group roles of individual team members.
relating to social competences:	
PEU_K01	Can identify problems in the functioning of groups and teams.
PEU_K02	Can predict the effects of groups (e.g., task and project groups) on the organization.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Principles of organization and conditions for passing classes. Psychological bases of functioning of teams in organizations.	2
Wy2	Basic orientations and motives of human behavior.	2
Wy3	Social perception and categorization processes.	2
Wy4	Group dynamics, team formation process, goals, norms, commitment, team identity.	2
Wy5	Characteristics of teams - group and team cohesion, motivation, and commitment.	2
Wy6	Psychological determinants of teamwork. Groupthink syndrome.	2
Wy7	Mechanisms of power and team leadership.	2
Wy8-9	Social influence mechanisms in teams.	2
Wy10	Managing creativity and innovation in a team.	2
Wy11	Negative phenomena in teamwork: stress, professional burnout - and ways to counteract them.	2
Wy12	Negative behaviors of team members: aggressive behaviors, counterproductive and deviant behaviors - and ways to counter them.	2
Wy13	Conflicts in teams and ways to resolve them.	2
Wy14	Team communication processes.	2
Wy15	Examples of effective and ineffective functioning of teams with consideration of the energy industry. Summary of the class.	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lecture using presentations and other multimedia tools
N2	Moderated discussion
N3	Case studies
N4	Individual assignments

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEU_W01-W02, PEU_K01-K02	Individual assessment for activity during lectures
F2	PEU_W01-W02, PEU_U01-U02	Credit test of knowledge
P1		C=1/3F1+2/3F2

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Rożnowski, B., Fortuna, P. (2020). <i>Psychologia biznesu</i> . Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
2	Zawadzka, A.M. red. (2022). <i>Psychologia zarządzania w organizacji</i> . Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
3	Wojciszke, B. (2022). <i>Psychologia społeczna. Wydanie 3</i> . Warszawa: Scholar
4	Cialdini, R. (2023). <i>Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka</i> . Gdańsk: GWP.
Secondary literature	
1	Duhigg Ch. (2016). <i>Mądrzej, szybciej, lepiej</i> . Warszawa: PWN.
2	Lencioni P. (2016). <i>Pięć dysfunkcji pracy zespołowej</i> . Gdańsk: GWP.
3	Brown, R. (2006). <i>Procesy grupowe. Dynamika wewnątrzgrupowa i międzygrupowa</i> . Gdańsk: GWP.

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

Imię i nazwisko:	Dr Anna Borkowska
E-mail:	anna.borkowska@pwr.edu.pl

Thermodynamic analysis of energy processes

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Thermodynamic analysis of energy processes
Name in Polish	Termodynamiczna analiza procesów energetycznych
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2348
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	25	25			
Form of crediting	Zaliczenie	Zaliczenie			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68	0,68			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Competence in the basics of thermodynamics, heat and mass transfer.
----	---------------------------------------------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	to familiarize students with the tools to optimize energy processes
C2	to acquaint students with the methods of calculating exergy and entropy

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	familiar with the methods of optimizing energy processes and devices
PEU_W02	knows the principles of the exergy and entropy analysis of energy processes
relating to skills:	
PEU_U01	can perform the entropy and exergy balance of different systems
PEU_U02	can perform the basic optimization of energy devices and processes

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Energy analysis of processes and devices.	2
Lec2	Entropy generation. Entropy balance of the system.	2
Lec3	The concept of exergy as a work potential. Exergy destruction.	2

Lec4	Exergy balance of the system.	2
Lec5	Thermodynamic analysis of processes and devices in terms of II Law.	5
Lec6	The final test	2
Total hours		15

classes		Number of hours
Cl1	Energy balance and performance of different systems.	1
Cl2	Entropy balance.	2
Cl3	Exergy. Irreversibility. Second-law efficiency.	2
Cl4	Exergy analysis of closed systems	2
Cl5	Exergy analysis of control volumes	2
Cl6	Second-law analysis of complex systems.	4
Cl7	The final test	2
Total hours		

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture with multimedia presentation
N2	Solving problems on the whiteboard during classes.
N3	Computational programs
N4	Thermodynamic property calculators
N5	Consultation hours

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01, PEU_W02	Test (Lecture)
C2	PEU_U01, PEU_U02	Test (Classes)

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Yunus Cengel, Michael Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, 8 th Edition, 2020
2	Yunus Cengel, Heat Transfer: A Practical Approach, 2 nd Edition, 2002
3	Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen, Exergy, 3 rd edition 2020
Secondary literature	
1	Truls Gundersen, Introduction to Exergy and Energy Quality, Energy and Process Engineering, 2009
2	Jan Szargut, Egzergia: Poradnik obliczania i stosowania, Gliwice, 2007 (in Polish)
3	Wojciech Stanek, Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce, Gliwice 20016 (in Polish)

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

Imię i nazwisko:	Adam Ruziewicz
E-mail:	adam.ruziewicz@pwr.edu.pl

Thermonuclear power generation

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Thermonuclear power generation
Name in Polish	Energetyka termojądrowa
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2357
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)	25				
Form of crediting	Zaliczenie				
For group of courses mark final course with (X)					
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	0,68				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Fundamentals of thermodynamics
----	--------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Acquiring knowledge of the basics of nuclear physics, nuclear fusion and plasma physics
C2	Getting to know the various methods of controlled nuclear fusion
C3	Getting to know the results of the most important nuclear fusion experiments and applied engineering solutions

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Knowledge and understanding of the basics of nuclear fusion
PEU_W02	Familiarization with modern technologies of controlled nuclear fusion and the challenges associated with it
relating to skills:	
PEU_U01	
relating to social competences:	
PEU_K01	

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to nuclear physics: binding energy, basic fusion reactions.	2
Wy2	Basics of nuclear fusion, cross-section of the atom, Coulomb potential, tunnel effect on the example of the Schrödinger equation, Lawson's criterion.	2
Wy3-4	Methods of controlling plasma. Fusion reactors using a magnetic trap (Tokamak, Stellarator); Inertial reactors. Usage of a laser to perform controlled fusion.	4
Wy5	Discussion of selected experiments: ASDEX, JET, WEST, Wendelstein 7-X, NIF. Plasma heating technologies, plasma dynamics and related phenomena.	4
Wy6	ITER reactor: main engineering challenges, superconducting magnets, cryogenic cooling. Prospects for building a power plant based on a thermonuclear reactor.	2
Wy7	Final test	1
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED

N1	Traditional lecture using multimedia tools
N2	Consultations

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
P1	PEU_W01, PEU_W02	Final test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Kenro Miyamoto, Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, NIFS-PROC-48 by National Institute of Fusion Science (NIFS) in Tokio.
2	B.K.Hodge, Alternative Energy Systems and Applications, John Wiley and Sons, 2009
3	G. Neilson, Magnetic Fusion Energy: From Experiments to Power Plants, Woodhead Publishing
Secondary literature	
1	Steven Van Sciver, Helium Cryogenics, Springer
2	R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „ The Feynmann Lecture of Physics”

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

Imię i nazwisko:	prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski
E-mail:	maciej.chorowski@pwr.edu.pl

Vapor-compression refrigeration systems

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Vapor-compression refrigeration systems
Nazwa w języku angielskim	Sprężarkowe systemy chłodnicze
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2363
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		25		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		0,76		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Fundamental knowledge of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer.
2.	Knowledge of technical drawing and construction rules
3.	Ability to construct using graphic programs

CELE PRZEDMIOTU

C1	Transfer of basic knowledge, taking into account the application aspects of compressor refrigeration
C2	Transfer of knowledge regarding the calculation of heat exchangers and the selection of fittings and refrigeration automation.
C3	To develop skills in qualitative understanding, interpretation and quantitative analysis - based on dependencies describing cold cycles
C4	Developing students' skills to characterize processes in refrigeration equipment

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	knows the basics of cooling system implementation and the differences between theoretical and actual cooling system.
PEU_W02	knows the mathematical model describing heat exchangers and principles of fitting selection
PEU_W03	have knowledge of the design of refrigeration compressor installations
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	can determine the basic parameters of the refrigeration cycle and indicate the differences between the theoretical and actual refrigeration cycle.
PEU_U02	can conclude from the measurements of refrigeration plant operating parameters

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Refrigeration industry history and construction of the lgp-h chart. Natural methods of achieving the cooling effect	2
Wy2	Determining the basic parameters characterizing the cooling cycle. The theoretical and real refrigeration cycle and its representation on lg p -h.	2
Wy3	Self-regulation of the cooling cycle. The problems caused by self-regulation effects	2
Wy4	Opportunities to ensure a higher COP	2
Wy5	Division of refrigeration compressors, construction, principle of operation, mathematical model.	2
Wy6	Oil function in the refrigeration system. Oil selection. Mathematical model of cooling pipeline diameters.	2
Wy7	Rules of construction of the refrigeration system discharge line	2
Wy8	Rules of construction of a liquid refrigeration plant line.	2
Wy9	Condensers in compressor refrigeration installations - Mathematical model Evaporators in refrigeration installations - Mathematical model	2
Wy10	Condensation pressure control	2
Wy11	Rules of construction of compressor rack systems, capacity control of cooling plants	2
Wy12	Rules of construction of the refrigeration suction line. Parallel connecting of evaporators.	2
Wy13	Expansion elements in the refrigeration system	2
Wy14	Heat recovery from refrigeration installations. Mathematical model	2
Wy15	Colloquium	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Safety regulations in laboratory classroom	1
La2	Getting a chilling effect with eutectic mixtures	2
La3	Measurements of work parameters of the household refrigerator and it's representation of its refrigeration cycle together with basic calculations of cycle. Cold room balance.	2
La4	Self-regulation effect on the high pressure side of the system and it's influence on COP of the cycle	2
La5	Self-regulation effect on the low pressure side of the system and it's influence on COP of the cycle	2
La6	Calculation of the condenser performance based on measurements, Calculation of the air cooler performance based on measurements	2
La7	Refrigerant load of the refrigeration plant and it's influence on COP , Operation of the thermostatic expansion valve, it's regulation and influence on COP.	2
La8	Corrective and supplementary classes	
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Lecture with presentation
N2	Laboratory – discussion of problems
N3	Self-study – reading of supplementary materials.
N4	Office hours.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU-W01, PEU-W02, PEU-W03	Mark of the colloquium
F1	PEU_U01, PEU_U02	Reports from laboratory classes

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Rex Miller, Mark R. Miller, Air conditioning and refrigeration McGraw-Hill Professional Publishing, 2006
2	Risto Ciconkov Refrigeration - Solved examples, "St Kiril & Metodij" Faculty of Mechanical Engineering. Po. Box 464. 1000 Skopje Macedonia
3	Handbook: refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning ASHRAE 2006
4	Wilbert F. Stoecker - Industrial refrigeration handbook McGraw-Hill 1998
Literatura uzupełniająca	
1	Technical bulletins of manufacturers of the refrigeration equipment

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Stefan Reszewski
E-mail:	stefan.reszewski@pwr.edu.pl

Water power engineering

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Water power engineering
Name in Polish	Energetyka wodna
Main field of study	Water Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2354
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		25	25	
Form of crediting	Zaliczenie		Zaliczenie	Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68		0,68	0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Knowledge of issues related to solid mechanics and fluid mechanics.
2.	Basic knowledge of turbomachinery.
3.	Ability to use spreadsheets and CAD programs.

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Students will learn various methods of harnessing water resources for renewable energy purposes, which will include the process of energy accumulation.
C2	To provide students with the importance of hydropower for the electricity system, ecology and economy.
C3	Students will learn the types and principles of operation of water turbines.
C4	To provide students with the construction of hydroelectric power.
C5	Developing skills identification and assessment of water energy resources.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	Understands concepts of water management, has knowledge about the possibilities of the use of the energy contained in the water.
PEU_W02	Have knowledge of how to select turbine type, their numbers, arrangement and generators
PEU_W03	Understands the concept: installed parameters, draft tube, halfspiral, open chamber,
PEU_W04	Have knowledge of the calculation and operations of different types of hydro power plants
relating to skills:	

PEU_U01	is able to: conduct the investigation of water turbines.
PEU_U02	is able to: assess the hydro potential of the river and select installation parameters of HPP.
PEU_U03	is able to: calculate energy potential for different types of HPP
PEU_U04	is able to: select turbines by means of peak performance characteristics.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Introduction to the lecture. Water as a renewable energy and a base of economy operation.	2
Wy2	Basic information about hydrology. Hydrographs, types of rivers, energy concentration.	2
Wy3	Run of river hydro power plants - parameters determination.	2
Wy4	Parameters determination of the hydro - plants working with daily and weekly controlled reservoir	2
Wy5	Theory of water turbines. Specific speed. Types of water turbines. Hydraulic similarity.	2
Wy6	Water turbines operating parameters and rules of rational construction. Turbine characteristics.	2
Wy7	Basic of water-turbine and electric generator selection.	2
Wy8	Building flow elements of hydro - plants. Turbine auxiliary equipment.	1
Suma godzin		15

laboratory		Number of hours
La1	Basic information and introduction to the laboratory.	2
La2	Introduction to the subject of water turbine research.	2
La3	Determination of the operating characteristics of the Francis turbine	2
La4	Energy study of a pump in turbine operation.	3
La5	Determination of the operational characteristics of the Pelton turbine.	3
La6	Determination of the characteristics of the universal Francis turbine.	3
Suma godzin		15

project		Number of hours
Pr1	Basic information and introduction to the project, types of hydropower plants, design point (credit conditions of the course, input data).	1
Pr2	Compositions of hydropower plants and water turbines. Run-of-the-river hydroelectricity scheme.	2
Pr3	Assessment of the hydropotential of the selected river.	2
Pr4	Determination of numbers and size of water turbines and hydro generators.	2
Pr5	Turbine selection based on characteristic curves.	2
Pr6	Cavitation calculation in water turbines.	2
Pr7	Determination of the basic dimension of the Kaplan turbine, spiral case and draft tube.	2
Pr8	Designing the offer draft of a hydropower plant.	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Traditional lecture using slides, animation and presentation software.
N2	Laboratory.
N3	Project: discuss the algorithms and methods of selection elements of the plant.
N4	Own work.
N5	Consultation.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01 - PEU_W04	Test.
F1-F3	PEU_U03 - PEU_U04	Reports.
C2=(F1-F5)/3		
F1-F5	PEU_U01	Reports.
C3=(F1-F5)/5		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	H. Moazam, S. Hamza, J. Umer „Hydropower with Kaplan hydro turbine : a theory and approach to kaplan turbine design (future of micro hydro turbines)”, LAP Lambert Academic Publishing, 2011.
2	S. Michałowski, J. Plutecki „Energetyka wodna”, WNT, Warszawa 1975.
3	P. Stawski, at All „Water Power Plants”, Wroclaw 2011.
4	T. Jiandong, Z. Naibo, W. Xianhuan, H. Jing, d. Huishen, „Mini Hydropower”, John Wiley & Sons, New York 1996.
5	F. R. Frsund, „Hydropower economics”, Springer, New York 2007.
6	J. Fritz, „Small and mini hydropower systems : resource assessment and project feasibility”, McGraw-Hill Book Co., New York 1984.
7	ESHA „Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant” (European Small Hydropower Association), 2004.
Secondary literature	
1	International Water Power and Dam Construction - Magazine
2	Carrasco F., „Introduction to hydropower”, The Englisch Press 2011
3	PN-EN 60041:1999 Badania odbiorcze przeprowadzane w warunkach eksploatacyjnych celem określenia hydraulicznych parametrów ruchowych turbin wodnych, pomp zasobnikowych i turbin odwracalnych.

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

Imię i nazwisko:	Przemysław Szulc
E-mail:	przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl

Wind power plants

Faculty of	Mechanical and Power Engineering
Name in English	Wind power plants
Name in Polish	Energetyka wiatrowa
Main field of study	Power Engineering
Specialization	-
Level of studies	II level
Form of studies	full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM2355
Group of courses	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	25			50	
Form of crediting	Zaliczenie			Zaliczenie	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,68			0,76	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1.	Fundamentals of fluid mechanics
----	---------------------------------

SUBJECT OBJECTIVES

C1	Familiarization of students with principles of operation and construction of wind turbines
C2	Introduction to wind and terrain characteristics and their influence of wind turbine design and operation
C3	Introduction to blade element theory and aerodynamics of wind turbine
C4	Familiarization of students with economic and ecological aspects of wind turbines
C5	Providing basic knowledge about wind turbine farms and skills to select an optimal location for wind turbines

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:	
PEU_W01	knows and understands principles of wind turbine design, construction and operation
PEU_W02	knows and understands fundamental theories related to wind turbine operation
relating to skills:	
PEU_U01	Wind turbine blade design: determination of the range of Reynolds numbers of the blade, calculation of an optimal twist angle of the blade.
PEU_U02	Using Blade Element Method: calculation of the turbine power and aerodynamic forces, aerodynamic analysis of the designed blade.

PEU_U03	Determination of an optimal location for the designed wind turbine, calculation of an annual production of the wind turbine based on the Weibull distribution.
relating to social competences:	
PEU_K01	

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Wy1	Linear momentum theory for wind turbines, actuation disc model, Betz limit and theoretical efficiency of wind turbine.	2
Wy2	Angular momentum theory for wind turbine, introduction of tip speed ratio parameter and angular induction factor	2
Wy3	Blade element method	2
Wy4	Introduction to wind physics and mathematical description of main wind parameters related to wind power plants. Selection of a most optimal location for a wind turbine	2
Wy5	Control and regulation of wind turbine performance, passive and active control and regulation	2
Wy6	Vertical axis wind turbines	2
Wy7	Wind farms and mutual interaction of wind turbines. Final test.	3
Suma godzin		15

project		Number of hours
Pr1	Discussion of the project goal and scope.	1
Pr2	Introduction to Qblade software used for wind turbine design. Preliminary assumptions of individual projects: rated power, rated wind velocity, rpm, tip speed ratio.	2
Pr3	Design of wind turbine blade: determination of basic wind turbine rotor and blades parameters; Selection of aerodynamic airfoils.	2
Pr4	Wind turbine blade design: determination of the range of Reynolds numbers of the blade, calculation of an optimal twist angle of blades.	2
Pr5	Using Blade Element Method: calculation of aerodynamic forces, moments, power efficiency; Aerodynamic analysis of the designed blade.	2
Pr6	Determination of an optimal location for the designed wind turbine, calculation of annual electricity production of the wind turbine based on the Weibull distribution.	2
Pr7	Selection of other turbine components and basic stress and load analysis.	2
Pr8	Presentation of the project.	2
Suma godzin		15

TEACHING TOOLS USED	
N1	Lectures using multimedia presentation.
N2	Students own work - independent studies and preparation for final test.
N3	QBlade software
N4	Detailed list of things to do for the project with explanations.
N5	Partial presentations during each project class to show and discuss progress in the project

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C1	PEU_W01, PEU_W02	Final test

C2	PEU_U01 -- PEU_U03	Grades for completed project stages
----	--------------------	-------------------------------------

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

Primary literature	
1	Burton T.: Wind Energy Handbook 3rd edition, Wiley, 2021
2	Manwell J.: Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, Wiley, 2009
3	Burton T.: Wind Energy Handbook 2nd edition, Wiley, 2011
4	Malecha Z.: Aerodynamika turbin wiatrowych. Wybrane aspekty, Oficyna PWR, 2023
Secondary literature	
1	Ackermann T.: Wind Power in Power Systems, Wiley, 2005

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

Imię i nazwisko:	Ziemowit Malecha
E-mail:	Ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

Podstawy prawa pracy

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	ABC Startupu
Nazwa w języku angielskim	ABC Startup
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0116
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	brak
----	------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Przekazanie studentom wiedzy nt. zakładania i funkcjonowania strat-upów ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnej działalności inżynierskiej.
C2	Wykształcenie umiejętności krytycznej oceny potencjalnych efektów ekonomicznych, prawnych i etycznych dotyczących podjętych decyzji menedżerskich w zakresie działalności gospodarczej prowadzonej w formie strat-upu
C3	Kształtowanie i utrwalanie kompetencji społecznych polegających na umiejętności kreatywnego i przedsiębiorczego działania oraz pracy w interdyscyplinarnym zespole oraz prowadzenia konstruktywnych dyskusji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna i rozumie uwarunkowania, w tym ekonomiczne, procesu zakładania własnego przedsiębiorstwa przez studentów i naukowców.
PEU_W02	Zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości ze szczególnym uwzględnieniem strat-upów.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi zaproponować formę prawną dla przedsiębiorstwa zakładanego przez studentów i naukowców.

PEU_U02	Potrafi opracować model biznesu dla startupu.
PEU_U03	Potrafi opracować założenia do opracowania produktu zgodnie z podejściem <i>Minimum Viable Product</i> .
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy w warunkach niepewnego otoczenia.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne. Omówienie zakresu pracy.	1
Wy2	Pojęcie i cechy start-upu jako przedsiębiorstwa akademickiego. Formy prawne startupu. Startup jako forma prowadzenia innowacyjnego przedsięwzięcia. Definiowanie problemu i tworzenie potencjalnych rozwiązań.	4
Wy3	Przedsiębiorstwo i jego otoczenie. Metody analizy otoczenia przedsiębiorstwa. Trendy technologiczne, społeczne i gospodarcze. Badanie rynku.	4
Wy4	Segmentacja rynku docelowego. Opis sylwetki docelowego klienta.	4
Wy5	Założenia i cechy minimalnie satysfakcjonującego produktu (MVP – Minimum Viable Product). Praca w grupach – prezentacja pracy własnej studentów.	4
Wy6	Źródła kapitału i sposoby finansowania rozwoju	4
Wy7	Definiowanie propozycji wartości. Dopasowanie propozycji wartości do segmentu docelowego (product – market fit). Opracowanie model biznesu dla startupu. Praca w grupie. Prezentacje studentów.	4
Wy8	Ekosystem startupowy. Instytucjonalne formy wsparcia rozwoju startupów w środowisku quasi-rynkowym (np.: inkubatory przedsiębiorczości, parki technologiczne).	5
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład informacyjno-problemowy.
N2	Materiały (synteza) dostępne w formie elektronicznej.
N3	Wytyczne do referatów i instrukcje pracy w grupach
N4	Studia przypadków
N5	Praca własna studenta – przygotowanie wystąpień
N6	Praca w grupach

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01	Aktywna praca na zajęciach – dyskusja problemowa.
F2	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U02, PEU_U03 PEU_K01	Ocena z prezentacji zadań problemowych wykonywanych w grupach
F3	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01	Zadania domowe
F4	PEU_W01, PEU_W02	Ocena z prezentacji (referaty)

Ocena końcowa P= 0,2 *F1+ 0,4*F2+0,4*F3

za referaty (F4) istnieje możliwość podwyższenia oceny o całą ocenę.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Blank Steve, Dorf Bob, <i>Podręcznik startupu. Budowa wielkiej firmy krok po kroku</i> , Helion, 2013.

2	Osterwalder Alexander, Pigneur Yves, <i>Tworzenie modeli biznesowych. Podręcznik wizjonera</i> , Helion, 2013.
3	Ries Eric, <i>Metoda Lean Startup. Wykorzystaj innowacyjne narzędzia i stwórz firmę, która zdobędzie rynek</i> , Onepress, 2011.
Literatura uzupełniająca	
1	Maurya Ash, <i>Metoda Running Lean. Iteracja od planu A do planu, który da Ci sukces</i> , Helion, 2012.
2	Michalska-Dominiak Beata, Grocholiński Piotr, <i>Poradnik design thinking czyli jak wykorzystać myślenie projektowe w biznesie</i> , Onepress, 2019.
3	Senor Dan, Singer Saul, <i>Naród start-upów. Historia cudu gospodarczego Izraela</i> , Wyd. Studio Emka, Warszawa 2016.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Piotr Kubiński; Edyta Ropuszyńska-Surma; Joanna Zimmer
E-mail:	piotr.kubinski@pwr.edu.pl; edyta.ropuszynska-surma@pwr.edu.pl; joanna.zimmer@pwr.edu.pl

Challenges of modern power engineering

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Challenges of modern power engineering
Nazwa w języku angielskim	Wyzwania nowoczesnej energetyki
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2325
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Znajomość polskiej terminologii technicznej stosowanej w opisie maszyn i urządzeń energetycznych
2.	Znajomość podstaw konstrukcji maszyn i urządzeń energetycznych

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zaznajomienie słuchaczy z angielską terminologią techniczną stosowaną w opisie maszyn i urządzeń energetycznych
C2	Zaznajomienie słuchaczy z bieżącymi problemami i wyzwaniami natury naukowej i technicznej dotyczącymi maszyn i urządzeń energetycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę na temat angielskiej terminologii technicznej
PEU_W02	Posiada wiedzę na temat bieżących problemów i wyzwań natury naukowej i technicznej dotyczących maszyn i urządzeń energetycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-2	Challenges of modern thermal power plants (boilers, flue gas purification systems, nuclear reactors, turbines and pumps)	4
Wy2-4	Challenges of modern renewable energy technologies (PV, wind turbines, hydropower, micropower systems)	4
Wy5	Challenges of modern refrigeration and HVAC systems	2
Wy6	Challenges of modern engines and compressors	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe – termin podstawowy	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe – termin poprawkowy	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny
N2	Prezentacje multimedialne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01, PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Dipak K. Sarkar, Thermal Power Plant Design and Operation, Elsevier, 2015
2	Rüdiger Meiswinkel et al., Design and Construction of Nuclear Power Plants, Ernst & Sohn, 2013
3	Jinyue Yan, Handbook of Clean Energy Systems, Wiley, 2015
4	Ibrahim Dincer, Refrigeration Systems and Applications, Wiley, 2003
5	Kevin L. Hoag, Vehicular Engine Design, SAE International, 2006
Literatura uzupełniająca	
1	

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Piotr Kolasinski
E-mail:	piotr.kolasinski@pwr.edu.pl

Chłodnictwo

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Chłodnictwo
Nazwa w języku angielskim	Refrigeration
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2308
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44	0,68			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza w zakresie podstaw termodynamiki.
2.	Wiedza w zakresie mechaniki płynów.
3.	Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie z termodynamicznymi podstawami funkcjonowania urządzeń chłodniczych.
C2	Zapoznanie z parametrami technicznymi i użytkowymi urządzeń chłodniczych.
C3	Zapoznanie z termodynamicznymi obiegami lewobieźnymi.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna teoretyczne podstawy działania urządzeń chłodniczych.
PEU_W02	Zna zasady realizacji i doboru parametrów lewobieźnych obiegów chłodniczych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi posługiwać się wykresem logP-h.
PEU_U02	Potrafi obliczyć i zaprojektować podstawowy obieg termodynamiczny lewobieźnego układu chłodniczego i kriogenicznego.

PEU_U03	Potrafi obliczyć i zaprojektować zaawansowane obiegi termodynamiczne lewobieźnych systemów chłodniczych (wielostopniowe i kaskadowe).
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zagadnienia wprowadzające. Symbolika, oznaczenia wielkości, wielkości właściwe, funkcje, bilansowanie energii i substancji, zasady zachowania.	2
Wy2 – Wy 15	Własności termodynamiczne, fizykochemiczne, charakterystyczne przemiany rzeczywistych nośników ciepła. Przemiany fazowe. Termodynamiczne zasady obniżania temperatury. Termodynamiczne podstawy obiegów lewobieźnych. Metody poprawy efektywności parowych obiegów termodynamicznych. Porównawcze obiegi ziębnicze. Podstawy obiegów wielostopniowych i kaskadowych. Wybrane zagadnienia z teorii roztworów. Prawa dotyczące roztworów binarnych. Termodynamiczne podstawy uzyskiwania temperatur kriogenicznych. Porównawcze obiegi kriogeniczne. Identyfikacja przemian obiegu ziębniczego na wykresie h-ξ. Ziębnicze obiegi absorpcyjne.	28
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Wprowadzenie, omówienie ćwiczeń, warunków uczestnictwa w zajęciach, zaliczenia oraz oceny. Definicja efektywności urządzenia chłodniczego. Bilans cieplny komory oraz dobór temperatur parowania i skraplania.	2
Cw2 – Cw7	Wykres logP-h. Określanie parametrów czynników chłodniczych (entalpia, entropia, gęstość, objętość właściwa, ciepło przemiany fazowej) na podstawie wykresu logP-h. Analiza termodynamiczna stanów oraz zmian stanów czynników. Określanie punktów charakterystycznych obiegu chłodniczego i kriogenicznego. Konstrukcja teoretycznego i rzeczywistego obiegu lewobieźnego. Sprawność izentropowa. Metody poprawy efektywności obiegów chłodniczych. Określanie punktów charakterystycznych wielostopniowego obiegu chłodniczego.	12
Cw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów.
N2	Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań.
N3	Konsultacje.
N4	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń.
N5	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 – PEU_W02	Egzamin.
F2	PEU_U01 – PEU_U03	Odpowiedzi ustne.
F3	PEU_U01 – PEU_U03	Ocena rozwiązania zadań.
F4	PEU_U01 – PEU_U03	Kolokwium zaliczeniowe.
P2	PEU_U01 – PEU_U03	$P2 = [(F1+F2)/5] + 3F3/5$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Urlich H.J., Technika Chłodnicza - Poradnik t.1 i t.2, Wydawnictwo MASTA
2	Królicki Z., Termodynamiczne postawy obniżania temperatury, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
3	Zalewski W.: Systemy i urządzenia chłodnicze. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.
4	Bohdal T., Charun H., Czapp M., Urządzenia chłodnicze sprężarkowe parowe - podstawy teoretyczne i obliczenia, Wydawnictwo WNT 2003 - PWN 2018
5	Czapp M., Charun H., Bohdal T.: Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze. Politechnika Koszalińska. Koszalin 1997.
Literatura uzupełniająca	
1	PN-EN378 – 1 do 4: 2016 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska.
2	Białko B., Królicki Z., Zajączkowski B., Termodynamiczne podstawy obiegów chłodniczych i kriogenicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2016

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Bogusław Białko
E-mail:	boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

Elektroenergetyka

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Elektroenergetyka
Nazwa w języku angielskim	Distributed power systems
Kierunek studiów	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2322
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu technologii energetycznych i funkcjonowania systemu elektroenergetycznego
2.	Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu ekonomiki inżynierskiej i zarządzania.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie się z technicznymi, prawnymi, technicznymi i ekonomicznymi aspektami funkcjonowania generacji rozproszonej
C2	Zapoznanie się z wpływem generacji rozproszonej na pracę systemu elektroenergetycznego oraz kierunkami rozwoju generacji rozproszonej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą technicznych aspektów współpracy generacji rozproszonej, w tym wykorzystującej OZE, z systemem elektroenergetycznym
PEU_W02	Ma podstawową wiedzę dotyczącą otoczenia prawnego dla generacji rozproszonej i zasad jej funkcjonowania na rynku energii elektrycznej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Ma świadomość znaczenia samodzielnego pozyskiwania potrzebnych informacji oraz twórczego ich wykorzystania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu. Definicje podstawowych pojęć z zakresu energetyki rozproszonej. Stan rozwoju generacji rozproszonej w Polsce i Unii Europejskiej	2
Wy2	Przegląd technologii rozproszonego wytwarzania energii elektrycznej	2
Wy3	Prawne i techniczne standardy współpracy źródeł rozproszonych z siecią elektroenergetyczną	2
Wy4	Sposoby i zasady przyłączenia generacji rozproszonej do sieci elektroenergetycznej. Zdolność sieci do przyłączenia generacji rozproszonej.	2
Wy5	Wpływ generacji rozproszonej na pracę sieci elektroenergetycznej i jakość energii elektrycznej	2
Wy6	Wpływ generacji rozproszonej na pracę sieci elektroenergetycznej i jakość energii elektrycznej (c.d.)	2
Wy7	Zasady sterowania i optymalizacji pracy źródeł rozproszonych	2
Wy8	Magazynowanie energii w sieciach z generacją rozproszoną	2
Wy9	Praca przesyłowego systemu elektroenergetycznego z dużym udziałem generacji rozproszonej	2
Wy10	Prognozowanie wytwarzania energii w rozproszonych źródłach opartych na OZE: metody i przykłady	2
Wy11	Generacja rozproszona na rynku energii: analiza strategiczna i biznesowe modele jej funkcjonowania	2
Wy12	Generacja rozproszona na rynku energii: analiza strategiczna i biznesowe modele jej funkcjonowania	2
Wy13	Kierunki rozwojowe generacji rozproszonej: mikrosieci, klastry energii, sieci smart-grid, elektrownie wirtualne i in.	2
Wy14	Kierunki rozwojowe generacji rozproszonej: mikrosieci, klastry energii, sieci smart-grid, elektrownie wirtualne i in. – cd. Problem zapewnienia cyberbezpieczeństwa w sieciach inteligentnych. Podsumowanie	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład informacyjny
N2	Prezentacja multimedialna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01, W02, K01	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Paska J., Rozproszone źródła energii, OWPW, Warszawa 2017.
2	Wasiak I., Pawełek R., Jakość zasilania w sieciach z generacją rozproszoną, PWN, Warszawa 2015
3	Bansal R., Handbook of Distributed Generation Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts, Springer, 2017.
4	Bollen M., Hassan F., El-Hawary M. E., Integration of Distributed Generation in the Power System, Wiley-IEEE Press, 2011.
5	Filipiak I., Mielczarski W., Energetyka w okresie transformacji, PWN, Warszawa 2023

Literatura uzupełniająca	
1	Wiatr J., Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych. Niezbędnik elektryka, ElektroInfo 2023
2	Ribeiro P. F., Salles R. S., Distributed Energy Storage in Urban Smart Grids, IET Energy Engineering Series - 214, Institution of Engineering and Technology, 2023
3	Barczyński D., Parol M., Piotrowski P., Wybrane zagadnienia prognozowania produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych nośników energii, OWPW, Warszawa 2023.
4	Artykuły w prasie specjalistycznej i informacyjne serwisy internetowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Robert Łukomski
E-mail:	robert.lukomski@pwr.edu.pl

Energetyka termojądrowa

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Energetyka termojądrowa
Nazwa w języku angielskim	Thermonuclear Power Generation
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2324
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Podstawy termodynamiki
----	------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zdobycie wiedzy z podstaw fizyki jądrowej, fuzji jądrowej oraz fizyki plazmy
C2	Zapoznanie się z różnymi możliwościami kontrolowanej fuzji jądrowej
C3	Zapoznanie się z wynikami najważniejszych eksperymentów fuzji jądrowej oraz stosowanych rozwiązań inżynierskich

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Wiedza i zrozumienie podstaw fuzji jądrowej
PEU_W02	Zapoznanie się ze współczesnymi technologiami kontrolowanej fuzji jądrowej oraz związanymi z tym wyzwaniami

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do fizyki jądrowej: energia wiązania, podstawowe reakcje fuzyjne.	2
Wy2	Podstawy fuzyji jądrowej, przekrój czynny atomu, potencjał Kulomba, efekt tunelowy na przykładzie równania Schrödingera, kryterium Lawsona.	2
Wy3-4	Sposoby utrzymania plazmy. Reaktory wykorzystujące pułapkę magnetyczną (Tokamak, Stellarator), reaktory bezwładnościowe (inercyjne). Wykorzystanie lasera do przeprowadzania kontrolowanej fuzyji.	4
Wy5	Omówienie wybranych eksperymentów: ASDEX, JET, WEST, Wendelstein 7-X, NIF. Technologie podgrzewania plazmy, dynamika plazmy i związane z tym zjawiska.	4
Wy6	Reaktor ITER: główne wyzwania inżynierskie, magnesy nadprzewodzące, chłodzenie kriogeniczne. Perspektywy budowy elektrowni opartej na reaktorach termojądrowych.	2
Wy7	Zaliczenie	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem technologii multimedialnych
N2	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01, PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Kenro Miyamoto, Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, NIFS-PROC-48 by National Institute of Fusion Science (NIFS) in Tokio.
2	B.K.Hodge, Alternative Energy Systems and Applications, John Wiley and Sons, 2009
3	G. Neilson, Magnetic Fusion Energy: From Experiments to Power Plants, Woodhead Publishing
Literatura uzupełniająca	
1	Steven Van Sciver, Helium Cryogenics, Springer
2	R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „ The Feynmann Lecture of Physics”

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski
E-mail:	maciej.chorowski@pwr.edu.pl

Energooszczędne instalacje ciepne, wentylacyjne i klimatyzacyjne

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Energooszczędne instalacje ciepne, wentylacyjne i klimatyzacyjne
Nazwa w języku angielskim	Energy efficient HVAC systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2313
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		25		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		0,76		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Znajomość podstaw mechaniki płynów, wymiany ciepła
----	----------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z danymi klimatycznymi, promieniowaniem słonecznym i ochroną przed jego nadmiarem w budownictwie energooszczędnym i pasywnym
C2	Zapoznanie studentów ze współczesnymi technologiami budowlanymi pod kątem ich wpływu na relacje energetyczne budynku
C3	Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi metodami utrzymania komfortu cieplnego w budynkach
C4	Zapoznanie studentów z technologiami wykorzystania roślin dla potrzeb ochrony cieplnej budynków
C5	Wytworzenie u studentów umiejętności planowania i przeprowadzania badań eksperymentalnych w zakresie urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma szczegółową wiedzę związaną z zagadnieniami energooszczędnej techniki grzewczej, wentylacyjnej i klimatyzacyjnej,
Z zakresu umiejętności:	
PEU_L01	potrafi praktycznie wykorzystać energooszczędne techniki grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne,

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, opis wymogów kursu	2
Wy2	Pomiary i wykorzystanie danych klimatycznych	2
Wy3	Budownictwo energooszczędne	2
Wy4	Ostony przeciwsłoneczne budynków	2
Wy5	Współczesne technologie budowlane cz. 1	2
Wy6	Współczesne technologie budowlane cz. 2	2
Wy7	Współczesne technologie budowlane cz. 3	2
Wy8	Pasywne metody utrzymania komfortu cieplnego w budynkach	2
Wy9	Gruntowe wymienniki ciepła	2
Wy10	Odzysk ciepła wentylacji cz.1	2
Wy11	Odzysk ciepła wentylacji cz.2	2
Wy12	Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 1	2
Wy13	Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 2	2
Wy14	Szczelność pneumatyczna budynków	2
Wy15	Zielone dachy i elewacje	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	1
La2	Badanie izentalpowego oziębiacza powietrza	2
La3	Badanie rekuperatora 1	2
La4	Badanie rekuperatora 2	2
La5	Badanie rekuperatora 3	2
La6	Badanie rekuperatora 4	2
La7	Badanie rekuperatora 5	2
La8	Badanie rekuperatora 6	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład informacyjny
N2	Zajęcia laboratoryjne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01	Egzamin pisemny
F1-F7	PEU_U01	Zaliczenie siedmiu zajęć laboratoryjnych z częściowymi ocenami formującymi
P2		Średnia z ocen częściowych F1-F7

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Słyś D., Kordana S., Odzysk ciepła odpadowego w instalacjach i systemach kanalizacyjnych, KaBe, 2013
2	Pawłojć i inni, Odzysk ciepła w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, Masta, 1999
3	Staniszewski D., Targański W., Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych, Masta 2007
4	Sowiński M., Wołoszyn E., Meteorologia i klimatologia w zarysie, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2013
5	Ślusarek J., Rozwiązania strukturalno-materiałowe balkonów, tarasów i dachów zielonych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2010
6	Feist W. i inni., Podstawy budownictwa pasywnego, Nowator 2012
7	Szajda-Birnfeld E., Zielone dachy, zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych, Wrocławski Uniwersytet Przyrodniczy, 2012
8	miesięcznik „Wentylacja i Klimatyzacja”
9	miesięcznik „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”
Literatura uzupełniająca	
1	Muneer, T., Solar Radiation & Daylight Models, Archicetural Press, 1997,
2	Vignola F. eta al., Solar and Infrared Radiation Measurments, CRC Press, 2012
3	Zhang L-Z., Total Heat Recovery, Nova 2009
4	Stein B., Reynolds J.S., Mechanical and Electrical Equipment for Bulidings, Wiley, 2000
5	Lechner N., Heating Cooling Lighting, Wiley, 2009
6	Kohlenbach P., Jacob U., Solar cooling, Earthscan, 2010
7	Karellas S., et al.,Solar Cooling Technologies, CRC Press 2016
8	Henning H.M. et. al., Solar Cooling Handbook, SHC 2012
9	Weiss W. Solar Heating Systems for Houses, IEA 2003
10	Eicker U., Solar Technologies for Buildings, Wiley 2001
11	Kreider J.F. Heating and Cooling of Bulidings, McGrawHill 2002

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Jacek Kasperski
E-mail:	jacek.kasperski@pwr.edu.pl

Fizyka - zagadnienia wybrane

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Fizyka - zagadnienia wybrane
Nazwa w języku angielskim	Physics - selected issues
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2302
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie wiedzy z matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów fizyki i matematyki na I stopniu studiów
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami kwantowymi i narzędziami fizyki kwantowej oraz przygotowanie do profesjonalnego wykorzystywania zjawisk kwantowych w energetyce i kriogenice
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę o podstawowych zjawiskach kwantowych, o narzędziach stosowanych w fizyce kwantowej, o powiązaniach fizyki kwantowej z energetyką i kriogeniką

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	1

Wy2-4	Opis falowy i operatorowy zjawisk fizycznych.	6
Wy5-7	Efekty kwantowe – wykorzystanie w nauce i technice.	6
Wy8	Podsumowanie i kolokwium	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	wykład informacyjno-problemowy, prezentacja multimedialna połączona z formą tradycyjną,
----	-----------------------------------------------------------------------------------------

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01	Kolokwium pisemno-ustne

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Wichman E.H., „Fizyka kwantowa”, dowolne wydanie
2	Matthews P.T., „Wstęp do mechaniki kwantowej”, dowolne wydanie
3	Kociński J., „Wstęp do fizyki współczesnej”, dowolne wydanie
Literatura uzupełniająca	
1	L.D.Landau, E.M.Lifszyc, „Mechanika kwantowa”, dowolne wydanie
2	R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „Feynmana wykłady z fizyki” ; dowolne wydanie
3	Rubinawicz W., „Kwantowa teoria atomu”, dowolne wydanie

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, prof. uczelni
E-mail:	dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl

Gospodarka paliwowa

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Gospodarka paliwowa
Nazwa w języku angielskim	Fuel management
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2318
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu kursów: chemii, termodynamiki oraz procesów spalania.
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zaznajomienie studentów z podstawowymi technologiami produkcji sztucznych paliw gazowych (zgazowanie węgla, biomasy i odpadów, wytwarzanie wodoru) oraz warunkami równowagi chemicznej w procesach wytwarzania paliw gazowych, oraz technologiami wykorzystania paliw alternatywnych.
C2	Zapoznanie studentów z obecnymi technologiami produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru, a także z budową, zasadą działania i rozwiązaniami konstrukcyjnymi ogniw paliwowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	student powinien znać najważniejsze sposoby pozyskiwania paliw gazowych oraz technologie ich wykorzystania, rozumieć mechanizmy w procesach produkcji gazu, znać najważniejsze technologie produkcji wodoru i rozwiązania techniczne wykorzystujące ogniwa paliwowe, charakteryzować paliwo alternatywne i określać poprawnie możliwość jego zagospodarowania.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	student powinien potrafić określić niezbędne metody i parametry procesów zgazowania i produkcji wodoru w celu oceny jakości produkowanego gazu, oraz klasyfikować paliwa alternatywne.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-4	Gaz ziemny - zasoby, pozyskiwanie, magazynowanie, wykorzystanie energetyczne i przetwarzanie w gospodarce krajowej i światowej. Sztuczne paliwa gazowe z przetwarzania paliw. Wytwarzanie biogazu i gazu wysypiskowego -technologie. Wykorzystanie energetyczne paliw na przykładach.	8
Wy5-9	Wodór: produkcja, magazynowanie, zastosowanie, perspektywy wykorzystania. Ognia paliwowe: podstawy elektrochemii, termodynamika ogniw paliwowych, przegląd rozwiązań technicznych, zastosowanie na przykładach.	10
Wy10-14	Aspekty prawne, środowiskowe, technologiczne wykorzystania paliw alternatywnych. Aktualny stan, przyczyny i źródła powstawania odpadów, przetwarzanie i zagospodarowanie w procesach technologicznych. Polityka polska i unijna w zakresie gospodarki odpadami.	10
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Zasady BHP. Warunki zaliczenia kursu.	2
La2-6	Badanie charakterystyk paliw gazowych, ciekłych i stałych. Wytwarzanie paliw gazowych i ciekłych w procesach termochemicznych i ich użytkowanie.	10
La7-10	Wytwarzanie i magazynowanie wodoru - elektroliza wodnych roztworów alkalicznych, produkcja wodoru z wykorzystaniem elektrolitów stałych (PEM), charakterystyka pracy i sprawności ognia.	8
La11-14	Badania wybranych właściwości fizykochemicznych paliw alternatywnych wraz z oceną przydatności do termicznego wykorzystania. Określanie zawartości chloru, rtęci i wartości opałowej, klasyfikacja paliw zgodnie z normami CEN oraz określenie udziału części biogennej.	8
La15	Zaliczenie przedmiotu	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej. Praca własna studenta – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium. Dyskusja.
N2	Wykonanie badań na stanowisku laboratoryjnym i przygotowanie sprawozdania z badań. Praca w małej grupie lub indywidualnie. Praca własna studenta. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01	Kolokwium zaliczenie na ocenę
F2	PEU_U01	Ocena z poszczególnych sprawozdań
P2	PEU_U01	$P2 = (F1+F2+...+Fn)/n$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	M. Ściążko i H. Zieliński, Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy, IChPW i IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003.
2	Chmielniak Tadeusz, Chmielniak Tomasz, Energetyka wodorowa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2020
3	Witold M. Lewandowski, Biopaliwa Proekologiczne odnawialne źródła energii, Warszawa Wydawnictwo WNT, 2013.
4	Rybak W., Spalanie i współspalanie biopaliw stałych, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, 2006
5	Małek A., Wendeker M., Ognia paliwowe typu PEM, teoria i praktyka, Politechnika Lubelska, Lublin, 2010.
6	G.E. Klugmann-Radziemska; J. T. Haponiuk; J. G. Datta; K. Formela; M. Sienkiewicz; M. Włoch, Nowoczesne technologie recyklingu materiałowego, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2017.
7	Tadeusz J. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004.
Literatura uzupełniająca	

1	W. Kordylewski, red. E. M. Bulewicz, Spalanie i paliwa, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław, 2008.
2	Paul Breeze, Power Generation Technologies, 3 rd Edition, Newnes 2019
3	Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Firlit Red., Elektrownie ze źródłami odnawialnymi : zagadnienia wybrane, Kraków : Wydawnictwa AGH 2015
4	Arshad Adeel, et all, Energy and exergy analysis of fuel cells: a review, Thermal Science and Engineering Progress, Mar 30, 2019, Vol.9, Pages 308-321.
5	Romański L.. Wodór nośnikiem energii, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 2007
6	Basu P., Biomass Gasification and Pyrolysis - Practical Design, Elsevier Inc., 2010.
7	Ryan P. O'Hayre et all., Fuel cells fundamentals, 2005.
8	S.Shiva Kumar, V. Himabindu, Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review, Materials Science for Energy Technologies Vol. 2, Issue 3, December 2019, Pages 442-454.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	opiekun: dr inż Michał Ostrycharczyk zespół dydaktyczny: dr inż Mateusz Wnukowski, dr inż. Arkadiusz Szydełko, dr inż. Monika Tkaczuk
E-mail:	michal.ostrycharczyk@pwr.edu.pl

Kogeneracja i ciepłownictwo

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Kogeneracja, ciepłownictwo i ogrzewnictwo
Nazwa w języku angielskim	Cogeneration, District and Domestic Heating
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2307
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	15	25	25		
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie	Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44	0,68			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza z zakresu termodynamiki, wymiany ciepła, mechaniki płynów oraz podstaw energetyki cieplnej.
2.	Umiejętność samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów. Świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu oraz dążenia do zrównoważonego rozwoju procesów użytkowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu budowy i eksploatacji układów kogeneracyjnych w oparciu o różne rodzaje zastosowanego silnika cieplnego.
C2	Wyrobienie umiejętności rozwiązywania praktycznych zagadnień związanych ze skojarzoną gospodarką energetyczną.
C3	Nabywanie wiedzy związanej z fizyką przegród budowlanych, budową i zasadami projektowania oraz eksploatacji instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych w budynku.
C4	Nabywanie umiejętności związanych z obliczaniem projektowego obciążenia cieplnego i chłodniczego budynku wraz z doбором podstawowych elementów instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Rozumie ideę skojarzonej gospodarki ciepłno-elektrycznej oraz zna podstawowe pojęcia związane z kogeneracją.
PEU_W02	Potrafi scharakteryzować i omówić wysokosprawne układy kogeneracyjne małej i dużej mocy, w zależności od rodzaju zastosowanego silnika cieplnego.
PEU_W03	Potrafi scharakteryzować i omówić elementy konwencjonalnej oraz hybrydowej (wykorzystującej OZE) instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej.
PEU_W04	Zna podstawowe zasady techniczne i ekonomiczne doboru mocy i rodzaju źródeł ciepła oraz chłodu stosowanych w budownictwie. Rozumie ideę niskoemisyjności i pasywności budynków.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Posiada umiejętność rozwiązywania praktycznych zagadnień związanych z energetyczną gospodarką rozdzieloną i skojarzoną.
PEU_U02	Wykonuje obliczenia projektowego obciążenia cieplnego oraz chłodniczego pomieszczeń oraz budynku. Wykonuje wykres uporządkowany zapotrzebowania na moc cieplną oraz certyfikat energetyczny budynku.
PEU_U03	Potrafi wykorzystać uzyskane wyniki obliczeń do doboru podstawowych elementów instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wraz z uproszczoną analizą ekonomiczną.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-4	Fizyka przegród budowlanych. Bilans cieplny budynku - straty i zyski ciepła, sposoby ograniczania strat i kosztów ogrzewania i klimatyzacji. Stopniodni grzania i chłodzenia. Wykres uporządkowany zapotrzebowania na moc cieplną. Projektowanie instalacji CO, CWU i cyrkulacji. Instalacje OZE oraz hybrydowe w ogrzewnictwie. Zagadnienia ekonomiczne w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, klimatyzacji i wentylacji.	7
Wy5-8	Idea skojarzonego wytwarzania ciepła i elektryczności – uzasadnienie termodynamiczne. Pojęcie wysokosprawnej kogeneracji. Wskaźnik PES względnej oszczędności energii chemicznej paliwa. Systemy wspomagania kogeneracji. Podział skojarzonych układów energetycznych w oparciu o różne kryteria – kogeneracja scentralizowana i rozproszona. Pojęcie wskaźnika skojarzenia oraz współczynnika skojarzenia dla układów kogeneracyjnych. Charakterystyka układów kogeneracyjnych w zależności od rodzaju zastosowanego silnika cieplnego.	8
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1-2	Obliczenia liczby stopniodni ogrzewania i chłodzenia. Obliczenia zapotrzebowania energii pierwotnej, końcowej i użytkowej budynku. Jednoskładnikowa cena ciepła użytkowego. Wykonanie wykresu uporządkowanego zapotrzebowania na moc cieplną. Obliczenia wodnego ogrzewania płaszczyznowego z doбором gruntowej pompy ciepła.	3
Cw3-8	Rozwiązywanie praktycznych zadań związanych z energetyczną gospodarką rozdzieloną i skojarzoną: obliczenia cieplno-bilansowe wybranych układów ciepłowni i skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, obliczenia zużycia paliwa, ocena wskaźnika PES, obliczenia sprawności cząstkowych wytwarzania ciepła i elektryczności w układach kogeneracyjnych, obliczenia zapotrzebowania na ciepło do celów grzewczych i technologicznych.	12
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do obliczeń programami Audytor OZC i Audytor SET. Przydział danych do obliczeń.	1
La2-8	Obliczenia projektowego obciążenia cieplnego i chłodniczego w pomieszczeniach budynku. Dobór elementów grzewczych i klimatyzacyjnych w pomieszczeniach budynku. Wielowariantowy dobór źródła ciepła i klimatyzacji. Wykonanie certyfikatu energetycznego budynku. Obliczenia hydrauliczne instalacji CO ze wskazaniem obiegu krytycznego wraz z optymalizacją. Dobór pompy obiegowej i armatury hydraulicznej. Oszacowanie nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych analizowanych wariantów ogrzewania i klimatyzacji. Wykonanie projektu rozprowadzenia wody zimnej i CWU z cyrkulacją w budynku. Optymalizacja i wybór wariantu optymalnego. Sprawdzenie i ocena.	14
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2	Ćwiczenia rachunkowe, dyskusja rozwiązań zadań.
N3	Konsultacje.
N4	Praca własna studenta.
N5	Praca z programem komputerowym oraz ze źródłami informacji. Prezentacja wyników.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 - PEU_W04	Kolokwium zaliczeniowe
P2	PEU_U01	Kolokwium zaliczeniowe
P3	PEU_U02 - PEU_U03	Zaliczenie na podstawie wykonanych obliczeń i projektu w programach Audytor OZC i SET

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Horlock J. H: Cogeneration – Combined Heat and Power (CHP). Thermodynamics and Economics. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida 1997.
2	Marecki J.: Gospodarka skojarzona ciepłno-elektryczna. WNT, Warszawa 1991.
3	Szargut J., Ziębik A.: Skojarzone wytwarzanie ciepła i elektryczności - elektrociepłownie. PAN Oddział w Katowicach, Katowice-Gliwice, 2007.
4	Szkarowski A., Ciepłownictwo, WNT 2019
5	Broszkiewicz S., Dobrzyński M., Gasz K., Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji. Poradnik dla projektantów i instalatorów, WNT 2007
6	Recknagel H., Sprenger E., Schramek E.R., Kompendium wiedzy. Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo, Omni Scala 2008
7	Koczyk H., Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja, Systherm Serwis 2005
8	1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2022 poz. 1225
Literatura uzupełniająca	
1	Szargut J., Ziębik A.: Podstawy energetyki cieplnej. PWN, Warszawa 1998, 2000.
2	Szweda J., Ziębik A.: Uciepłownienie bloków energetycznych elektrowni. Materiały seminarium NOT Skojarzone wytwarzanie ciepła i elektryczności. Warszawa 2004.
3	Instrukcja użytkownika programów Audytor OZC i Audytor SET, http://pl.sankom.net/do-pobrania

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Wojciech Zacharczuk
E-mail:	wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

Kreatywność i innowacje

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Kreatywność i innowacje
Nazwa w języku angielskim	Creativity and innovations
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0117
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Brak wymagań wstępnych
----	------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie z wybranymi metodami stymulującymi kreatywne myślenie i rozwiązywanie problemów.
C2	Rozwijanie umiejętności twórczego myślenia i rozwiązywania problemów.
C3	Doskonalenie umiejętności współdziałania w zespole i kierowania pracą w zespole.
C4	Doskonalenie umiejętności komunikowania się z innymi.
C5	Rozwijanie umiejętności prezentowania własnych pomysłów i proponowanych rozwiązań oraz uzasadniania ich potencjału.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	[P7S_WK2]: zna i rozumie społeczne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	[P7S_UO]: potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole, potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym)

PEU_U02	[P7S_UO]: zna zasady pracy zespołowej i kierowania zespołami
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	[PS7_KK]: Jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji i współpracy z fachowcami z innych dziedzin, zwłaszcza w zakresie wydajności
PEU_K02	[PS7_KK]: Rozumie rolę innowacyjności i kreatywności w wykonywaniu zadań
PEU_K03	[PS7_KR]: Potrafi wykonywać zadania w sposób pragmatyczny i kreatywny
PEU_K04	[PS7_KR]: Rozumie potrzebę poznawania innych dziedzin nauki, także w zakresie przedmiotów humanistycznych i społecznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zajęć (przedstawienie celu i efektów kursu, poznanie oczekiwań studentów, kompetencje kluczowe a kreatywność i innowacje, mity i bariery związane z kreatywnością zasady pracy na kursie i jego zaliczenia).	1
Wy2	Etapy wdrażania kreatywnych rozwiązań – od przyczyny problemów i trudności, po poszukiwanie optymalnych rozwiązań	2
Wy3-4	Elementy treningu twórczości. Narzędzia wspierające kreatywność	4
Wy5	Zasady konstruktywnej krytyki oraz usprawniania własnych i cudzych pomysłów	2
Wy6	Zasady komunikacji pobudzającej kreatywność. Praca w zespołach kreatywnych	2
Wy7-8	Innowacje w przedsiębiorstwach – od pomysłu do wdrożenia. Zaliczenie.	4
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Dyskusja
N2	Burza mózgów
N3	Studium przypadku
N4	Praca w zespołach
N5	Praca własna
N6	Metoda Walta Disneya
N7	Metoda sześciu myślowych kapeluszy
N8	Prezentacja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Aktywność na zajęciach (tj. udział w dyskusji i w pracach zespołowych)
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Prezentacja
P	(F1+F2)/2	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Brown T., <i>Zmiana przez design. Jak Design Thinking zmienia organizacje i pobudza innowacyjność</i> , Wrocław 2013.
2	Chybicka A., <i>Outside the box. Jak myśleć i działać kreatywnie</i> , GWP, Gdańsk 2017.
3	Derlukiewicz D., Koziółek S., Marcinów T., Mazurek E., Merta-Staszczak A., Ptak M., Wiśniewski T., Żołędziowska A., Rainer Noenning J., Sägebrecth F., Schmiedgen P., <i>Projektowanie innowacyjne. Podręcznik</i> , Wrocław 2018
4	Hardt J. V., <i>Sztuka kreatywnego myślenia</i> , Illuminatio, Białystok 2019.
5	Skonieczny J. (red.), <i>Kształtowanie zachowań innowacyjnych, przedsiębiorczych i twórczych w edukacji inżyniera</i> , Wrocław 2011.
6	Sońta-Drączkowska E., <i>Zarządzanie projektami we wdrażaniu innowacji</i> , PWE, Warszawa 2018
Literatura uzupełniająca	
1	Duraj J., Papiernik-Wojdera M., <i>Przedsiębiorczość i innowacyjność</i> , Warszawa 2010.
2	Nęcka E., Gruszka A., Orzechowski J., Szymura B., <i>Trening twórczości</i> , Gdańsk 2019.
3	Proctor T., <i>Twórcze rozwiązywanie problemów</i> , Gdańsk 2002.
4	Szmidt K. J., <i>Trening twórczości w szkole wyższej</i> , Wydawnictwo Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi, Łódź 2005.
5	Chybicka A., <i>Outside the Box. Jak myśleć i działać kreatywnie</i> , GWP Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2017.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko (e-mail):	Anna Kaczmarek (a.kaczmarek@pwr.edu.pl)
Imię i nazwisko (e-mail):	dr Katarzyna Zahorodna (katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl)

Matematyka stosowana

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Matematyka stosowana
Nazwa w języku angielskim	Applied Mathematics
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2301
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44	1,28			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Zaliczenie kursu Analizy matematycznej 2 oraz Algebry z geometrią analityczną,
2.	Znajomość technologii informatycznych w zakresie kursów na studiach I stopnia.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zaprezentowanie wybranych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych niezbędnego do zrozumienia matematycznego opisu zjawisk fizycznych występujących w urządzeniach i procesach technicznych.
C2	Zaznajomienie z technikami rozwiązywania wybranych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych przy pomocy metod analitycznych oraz z zastosowaniem metod numerycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Rozumie w jaki sposób fizyczny aspekt procesów występujących w technice opisywany jest matematycznie w postaci równań algebraicznych i różniczkowych.
PEU_W02	W odniesieniu do zagadnienia matematycznego (np. równania algebraicznego lub różniczkowego) rozróżnia jego dokładne i przybliżone rozwiązania i rozumie relacje między nimi.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umie wskazać równania (algebraiczne względnie różniczkowe) opisujące zjawiska fizyczne w badanych procesach technicznych.

PEU_U02	Umie do zidentyfikowanego problemu matematycznego dobrać narzędzia pozwalające na jego rozwiązanie.
PEU_U03	Umie rozwiązać równania różniczkowe zwyczajne lub cząstkowe przy pomocy odpowiednich metod analitycznych oraz numerycznych, ocenić ich dokładność i zinterpretować znaczenie fizyczne i techniczne uzyskanych wyników
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	-

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1- Wy4	Równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu. Metody analityczne ich rozwiązywania. Wybrane metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu – przykłady zastosowania.	8
Wy5- Wy7	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu. Metody analityczne ich rozwiązywania. Wybrane metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu – przykłady zastosowania.	6
Wy8	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Postać kanoniczna. Szeregi Fouriera.	2
Wy9- Wy10	Równania paraboliczne. Metody analityczne ich rozwiązywania. Wybrane metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań parabolicznych – przykłady zastosowania.	4
Wy11- Wy12	Równania eliptyczne. Metody analityczne ich rozwiązywania. Wybrane metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań eliptycznych – przykłady zastosowania.	4
Wy13-14	Równania hiperboliczne. Metody analityczne ich rozwiązywania. Wybrane metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań hiperbolicznych – przykłady zastosowania.	4
Wy15	Przykładowy rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych z zastosowaniem funkcji dostępnych w oprogramowaniu Matlab.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1-Cw4	Równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu – metody ich rozwiązywania i przykłady zastosowania.	8
Cw5-Cw7	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu – metody ich rozwiązywania i przykłady zastosowania.	6
Cw8	Postać kanoniczna – rozwiązywanie zadań. Szeregi Fouriera – przykłady zastosowania.	2
Cw9- Cw10	Równania paraboliczne – przykłady zastosowania.	4
Cw11- Cw12	Równania eliptyczne – przykłady zastosowania.	4
Cw13- Cw14	Równania hiperboliczne – przykłady zastosowania.	4
Cw15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z użyciem środków multimedialnych (prezentacja – slajdy).
N2	Ćwiczenia rachunkowe na tablicy wspomagane oprogramowaniem.
N3	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01- PEU_W02	Egzamin pisemny
P2	PEU_U01- PEU_U03	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	S. Łanowy et al.: <i>Równania różniczkowe</i> , Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
2	J. Mathews, K. Fink: <i>Numerical Methods Using MATLAB</i> , Pearson Education 2004
3	W. Cheney, D. Kincaid: <i>Numerical Mathematics and Computing</i> , Thomson Brooks 2008
4	M. Abell, J. Braselton: <i>Differential Equations with Mathematica</i> , Elsevier 2004
Literatura uzupełniająca	
1	G. Dahlquist, A. Björck: <i>Numerical Methods in Scientific Computing</i> , SIAM 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Paweł Regucki
E-mail:	pawel.regucki@pwr.edu.pl

Mechatronika i systemy sterowania

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Mechatronika i systemy sterowania
Nazwa w języku angielskim	Mechatronics and control systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2303
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami – dotyczy kursów realizowanych w ramach studiów I stopnia.
2.	Dodatkowo kompetencje w zakresie kursów: Podstawy Elektrotechniki i Elektroniki oraz Podstawy Automatyki.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Nabywanie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, dotyczące następujących elementów układów mechatronicznych: C1.1. Czujniki wielkości fizycznych (sensory) C1.2. Elementy wykonawcze (aktuatory) C1.3. Urządzenia sterujące – mikrokontrolery, sterowniki PLC
C2	C2. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz ilościowej analizy układów mechatronicznych z zakresu C2.1. projektowania struktury układu mechatronicznego C2.2. doboru parametrów elementów mechatronicznych wchodzących w skład takiego układu C2.3. Tworzenia algorytmu sterowania i programu sterującego dla systemu mechatronicznego.
C3	C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych polegających na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	student potrafi zdefiniować i zastosować model obiektu mechatronicznego
PEU_W02	zna fizyczne podstawy działania czujników i elementów wykonawczych
PEU_W03	zna podstawy programowania mikrokontrolerów oraz ma wiedzę o budowie i zasadzie działania prostego sterownika mikroprocesorowego.
PEU_W04	zna podstawy programowania sterowników PLC
PEU_W05	ma wiedzę o rozwiązaniach technicznych stosowanych w mechatronicznych układach napędowych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	student potrafi wskazać, określić i wyznaczać parametry obiektów mechatronicznych
PEU_U02	potrafi zbudować najprostszy układ sterowania oparty na mikrokontrolerze.
PEU_U03	potrafi dobierać czujniki (sensory) i elementy wykonawcze (aktuatory) stosownie dla danego obiektu mechatronicznego i rodzaju zastosowania
PEU_U04	potrafi napisać proste programy dla sterownika PLC obsługujące zadany proces produkcyjny
PEU_U05	potrafi sprzęgać ze sterownikiem PLC elektromechaniczne i elektropneumatyczne elementy wykonawcze
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	student potrafi wyszukać informacje oraz je krytycznie analizować,
PEU_K02	posiada zdolność zespołowej współpracy mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów
PEU_K03	rozumie konieczność samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,
PEU_K04	rozwija zdolność samooceny oraz odpowiedzialność za wyniki podejmowanych działań
PEU_K05	myśli twórczo.

TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, relacje pomiędzy mechatroniką a innymi dyscyplinami nauki	2
Wy2	Programowalne układy sterowania – wprowadzenie. Algorytm procesu, maszyna Turinga, architektura von Neumanna.	2
Wy3	Mikrokontrolery – wprowadzenie, pojęcia podstawowe, architektura wewnętrzna	2
Wy4	Mikrokontrolery – metody programowania	2
Wy5	Mikrokontrolery – metody sprzęgania z urządzeniami zewnętrznymi	2
Wy6	Przykładowe zastosowania mikrokontrolerów, roboty mobilne	2
Wy7	Czujniki podstawowych wielkości fizycznych (ciśnienie, temperatura, przemieszczenie)	2
Wy8	Enkodery, czujniki położenia, przykłady zastosowań	2
Wy9	Elementy układów przeniesienia napędu (przekładnie, sprzęgła, śruby pociągowe)	2
Wy10	Przykładowe zastosowania podzespołów mechatronicznych – urządzenia CNC	2
Wy11	Mechatronika w zastosowaniach biomedycznych – pneumatyczny czujnik fali tętna krwi.	2
Wy12	Sterowniki PLC – wprowadzenie, pojęcia podstawowe	2
Wy13	Sterowniki PLC – przegląd rozwiązań i architektur systemowych	2
Wy14	Sterowniki PLC – metody programowania, języki opisu algorytmu, przykłady programów	2
Wy15	Sterowniki PLC – duże systemy sterowania, oprogramowanie SCADA.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie, sprawy organizacyjne. Podstawy działania czujników przemysłowych, standardy transmisji danych. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe - wprowadzenie. Parametry metrologiczne przyrządów, kwantowanie, próbkowanie. Przykłady konfiguracji współczesnych interfejsów pomiarowych. Omówienie standardu pętli prądowej 4..20 mA	5
La2	Obsługa przemysłowych przetworników i przyrządów pomiarowych na przykładzie przetworników temperatury oraz przepływomierzy. Rejestracja danych, współpraca z urządzeniami pracującymi w chmurze obliczeniowej.	5
La3	Kompilator C dla mikrokontrolerów - wprowadzenie. Sprzężanie diod LED i przycisków z portami wyjściowymi mikrokontrolera. Obsługa klawiatury matrycowej przy użyciu portu mikrokontrolera. Sterowanie wyświetlaczami LED za pomocą mikrokontrolera.	5
La4	Obsługa alfanumerycznego wyświetlacza LCD za pomocą mikrokontrolera. Obsługa przetwornika A/C oraz układu UART wbudowanego w mikrokontroler.	5
La5	Sterowniki PLC – wprowadzenie. Zasady podłączania sygnałów I/O do sterownika. Sterowniki PLC – podstawy programowania w języku drabinkowym. Sterowniki PLC – obsługa timerów i liczników.	5
La6	Sterowniki PLC –obsługa panela operatorskiego i modułów rozszerzeń. Sterowniki PLC –obsługa modułowych systemów produkcyjnych. Sterowniki PLC – realizacja projektu indywidualnego, zaawansowane metody programowania. Zajęcia dodatkowe, zaliczenia.	5
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	N1. Wykład: wykład informacyjny, prezentacja multimedialna, wykład problemowy.
N2	N2. Laboratorium: przygotowanie w formie sprawozdania, praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, dyskusja nad realizowanym zadaniem, pisemna lub ustna kontrola przygotowania.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (P=F1)	PEU_W01,PEU_W05, PEU_U01,PEU_U05, PEU_K01,PEU_K05	Zaliczenie pisemne
F2 (P=F2)	PEU_W01,PEU_W05, PEU_U01,PEU_U05, PEU_K01,PEU_K05	Odpowiedzi ustne, sprawozdania

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Poradnik Mechatronika, wyd. REA, 2020
2	Cetinkunt S., Mechatronics with Experiments, Wiley 2015
3	Michael B. Hstand, David G. Alciatore, Introduction to mechatronics and measurement systems, McGraw-Hill Education (India) Pvt Ltd, 2007
4	Jędrusyna A.,Tomczuk K.,Mechatronics and Control Systems Handbook. Wyd. PWR 2010
5	W. Bolek, E. Ślifirska: Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw automatyki, skrypt PWR, 2001
Literatura uzupełniająca	
1	Dorf. R.C, Modern control systems, 12th Ed., Prentice-Hall 2011

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Artur Jędrusyna
E-mail:	Artur.Jedrusyna@pwr.edu.pl

Metoda elementów skończonych

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Metoda elementów skończonych
Nazwa w języku angielskim	Finite Element Analysis
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja; Nowoczesne technologie energetyczne
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2309
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu mechaniki, termodynamiki, podstaw konstrukcji maszyn, wytrzymałości materiałów, podstaw materiałoznawstwa.
2.	Umiejętność modelowania bryłowego w dowolnym programie CAD.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zaznajomienie studentów z wiedzą w zakresie teorii metody elementów skończonych.
C2	Wyrobienie umiejętności u studentów do zbudowania odpowiedniego modelu do obliczeń MES z zastosowaniem modeli jedno-, dwu- i trójwymiarowych.
C3	Wyrobienie umiejętności do modelowego odwzorowania obiektów i zjawisk rzeczywistych.
C4	Nabycie umiejętności przez studentów do krytycznej analizy wyników z analizy MES.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę z zakresu teorii metody elementów skończonych
PEU_W02	Posiada wiedzę z zakresu budowy i przygotowania modeli numerycznych do obliczeń MES
PEU_W03	Posiada wiedzę o ograniczeniach i możliwościach zastosowania analizy MES do numerycznej weryfikacji warunków pracy pojedynczych elementów oraz układów konstrukcyjnych

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Nabył umiejętność do zastosowania algorytmu programu opartego na MES do wykonania obliczeń numerycznych
PEU_U02	Potrafi zdefiniować i zastosować odpowiedni rodzaj modelu numerycznego opartego na MES w zależności od rozwiązywanego zadania
PEU_U03	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę uzyskanych wyników z obliczeń MES
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Nabywa umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę
PEU_K02	Myśleć i działać w sposób kreatywny

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do modelowania matematycznego i numerycznych analiz inżynierskich. Przykłady zastosowań.	2
Wy2	Podstawy teorii metody elementów skończonych.	2
Wy3	Metodyka budowania modelu dyskretnego MES.	2
Wy4	Rodzaje i charakterystyka elementów skończonych.	2
Wy5	Funkcja kształtu w opisie budowy elementu skończonego.	2
Wy6	Założenia modelowe MES - przedstawienie podstawowych zależności dla modelu jednowymiarowego (1D).	2
Wy7	Przykłady zastosowania algorytmu MES w numerycznych obliczeniach wytrzymałościowych.	2
Wy8	Obliczenia wytrzymałościowa MES dla modelu jednowymiarowego (1D), dwuwymiarowego (2D) i trójwymiarowego (3D) - analiza porównawcza.	2
Wy9	Nieliniowość w obliczeniach MES. Izotropowe i anizotropowe właściwości materiałów oraz ich wpływ na budowę modelu dyskretnego.	2
Wy10	Analizy dynamiczne z zastosowaniem algorytmu MES. Analiza modalna.	2
Wy11	Analiza MES procesów przepływu ciepła w stanie ustalonym.	2
Wy12	Wpływ zmiany warunków brzegowych na uzyskiwane rozwiązania wybranych problemów inżynierskich.	2
Wy13	Analiza MES elementów konstrukcyjnych znajdujących się w złożonym stanie obciążenia.	2
Wy14	Analiza czynników wpływających na dokładność obliczeń MES.	2
Wy15	Zastosowanie algorytmu MES w programach komputerowych i rozwiązywaniu problemów inżynierskich.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie programu zajęć laboratoryjnych. Metodyka prowadzenia numerycznych analiz wytrzymałościowych.	2
La2	Wprowadzenie do środowiska programu obliczeniowego. Zasady budowy modeli geometrycznych.	2
La3	Zasady budowy numerycznych modeli obliczeniowych - dyskretyzacja i warunki brzegowe.	2
La4	Definiowanie właściwości materiałowych i analiza czynników wpływających na dokładność obliczeń.	2
La5	Definicja i zakres stosowalności modeli bryłowych. Modele bryłowe materiałów izotropowych - analiza wytrzymałościowa elementów maszyn w stanie ustalonym.	2
La6	Definicja i zakres stosowalności modeli belkowych. Wykorzystanie modeli belkowych w analizie ramowych konstrukcji nośnych.	2
La7	Definicja i zakres stosowalności modeli powłokowych. Wykorzystanie modeli powłokowych w analizie warunków pracy przestrzennych konstrukcji nośnych.	2
La8	Numeryczna analiza wytrzymałościowa modeli-2D. Płaski stan naprężeń, płaski stan odkształceń, elementy osiowo-symetryczne.	2
La9	Modele powłokowe elementów urządzeń i armatury ciśnieniowej.	2
La10	Izotropowe i anizotropowe właściwości materiałów oraz ich wpływ na wyniki numerycznych analiz wytrzymałościowych.	2
La11	Analiza modalna - częstotliwości i postaci drgań własnych.	2
La12	Analiza przepływu ciepła w stanie ustalonym.	2

La13	Analiza wytrzymałościowa złożonych konstrukcji mechanicznych z zastosowaniem zależności kontaktowych.	2
La14	Analiza wykonalności i optymalizacji rozwiązań w ramach zadanych kryteriów.	2
La15	Raport z przeprowadzonych symulacji numerycznych MES - Analiza wyników.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.	
N2	Przygotowanie i prezentacja projektu oraz dyskusja uzyskanych rozwiązań i wyników.	
N3	Praca własna - przygotowanie modeli obliczeniowych.	
N4	Konsultacje indywidualne.	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K02	Egzamin
P2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Ocena pracy w trakcie laboratorium Wykonanie raportów z przeprowadzonych analiz numerycznych

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Zienkiewicz O. C., Metoda elementów skończonych, Arkady, Warszawa, 1972
2	Rusinski E., Czmochoński J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2000
3	Krzesiński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P., Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji: rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015
4	Reddy J. N., An introduction to the Finite Element Method, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 2006
5	Alawadhi E. M., Finite element simulations using ANSYS, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2019
Literatura uzupełniająca	
1	Thompson M. K., Thompson J. M., Ansys Mechanical APDL for Finite Element Analysis, Butterworth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2017
2	Larson M. G., Bengzon F., The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer Heidelberg, 2010
3	Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, Springer New York, Second Edition, 2015
4	Bathe K. J., Finite Element Procedures, 2nd ed., K. J. Bathe, Watertown, MA, 2014
5	Chen X., Liu Y., Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2018

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Konrad Babul
E-mail:	konrad.babul@pwr.edu.pl

Modelowanie systemów energetycznych

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Modelowanie systemów energetycznych
Nazwa w języku angielskim	Modeling of Energy Systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2311
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki i przenoszenia ciepła
2.	Podstawowa znajomość zagadnień związanych produkcją energii w elektrowniach i elektrociepłowniach
3.	Podstawowa znajomość wybranego arkusza kalkulacyjnego

CELE PRZEDMIOTU

C1	Prezentacja i zrozumienie podstaw i zasad opisujących konwersję energii
C2	Prezentacja zagadnień związanych z pracą konwencjonalnych elektrowni
C3	Prezentacja trendów związanych z energetyką odnawialną
C4	Analiza pracy jednostek opartych o turbiny gazowe i układów kombinowanych
C5	Wykonanie praktycznych obliczeń wybranych układów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Znajomość zagadnień związanych produkcją energii w elektrowniach i elektrociepłowniach
PEU_W02	Umiejętność przeprowadzenia analizy energetycznych układów kogeneracyjnych, kombinowanych i zintegrowanych
PEU_W03	Zrozumienie zasad pracy i głównych komponentów elektrowni i elektrociepłowni
PEU_W04	Umiejętność właściwego doboru jednostki wytwórczej do potrzeb

PEU_W05	Umiejętność przeprowadzenia podstawowej analizy komponentów wybranego układu
PEU_W06	Umiejętność definiowania matematycznych modeli do opisu pracy wybranych systemów energetycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność wykonania praktycznych obliczeń różnych systemów energetycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Podstawy wytwarzania energii elektrycznej. Numeryczne tablice pary.	1
Wy2	Elektrownie parowe. Podstawy termodynamiczne. Paliwa. Elektrownie jądrowe	2
Wy3	Elektrownie parowe. Poprawa sprawności wytwarzania. Modelowanie matematyczne	2
Wy4	Turbiny gazowe i bloki gazowo-parowe. Modelowanie matematyczne	2
Wy5	Rozproszone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej. Układy kogeneracyjne	2
Wy6	Systemy energetyczne wykorzystujące OZE i ciepło odpadowe. Układy ORC.	2
Wy7	Struktura krajowego systemu energetycznego. Główne podsystemy	2
Wy8	Podsumowanie	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Numeryczne tablice pary w wybranym arkuszu kalkulacyjnym - proste przykłady	2
La2	Analiza prostego układu elektrowni konwencjonalnej. Definicja algorytmu	2
La3	Analiza prostego układu elektrowni konwencjonalnej. Definicja algorytmu. Problem optymalizacyjny	2
La4	Analiza prostego układu elektrowni jądrowej, Definicja algorytmu.	2
La5	Analiza prostego układu elektrowni jądrowej, Definicja algorytmu.	2
La6	Analiza prostego układu gazowego.	2
La7	Analiza układu gazowo-parowego.	2
La8	Analiza układu gazowo-parowego.	2
La9	Systemy energetyczne wykorzystujące OZE i ciepło odpadowe. Układy ORC.	2
La10	Systemy energetyczne wykorzystujące OZE i ciepło odpadowe. Układy ORC.	2
La11	Analiza systemów energetycznych z wykorzystaniem narzędzi komercyjnych.	2
La12	Analiza systemów energetycznych z wykorzystaniem narzędzi komercyjnych	2
La13	Prosty symulator pracy krajowego systemu elektroenergetycznego.	2
La14	Analiza danych z systemu DCS bloku energetycznego	2
La15	Kołokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	Laboratorium, pakiety: Cycle-Tempo, Anaconda3 (Python), MathCad, Excel
N3	Przykłady praktyczne
N4	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Aktywność, kolokwium
P1	PEU_W01÷PEU_W07	Kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Kremens Z., Sobierajski M., Analiza systemów elektroenergetycznych. WNT 1996
2	Kożuchowski J., Informatyka, sterowanie i zarządzanie w elektroenerg., WNT, 1987.

3	Taler J., Systemy, technologie i urządzenia energetyczne :Wyd. Pol. Krakowska, 2010
4	Pasek J., Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010
Literatura uzupełniająca	
1	Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Kehlhofer, R..
2	Python. Wprowadzenie. wyd. IV, Helion 2009.pdf

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Norbert Modliński
E-mail:	norbert.modlinski@pwr.edu.pl

Odnawialne źródła energii

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Odnawialne źródła energii
Nazwa w języku angielskim	Renewable Energy Systems and Equipment
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2306
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		25	25	
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie	Zaliczenie	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		0,76	0,76	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie podstaw fizyki.
2.	Kompetencje w zakresie podstaw termodynamiki.
3.	Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie z możliwościami wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
C2	Zapoznanie z metodologią pomiarów i badań systemów wykorzystujących OZE.
C3	Wyrobienie umiejętności projektowania systemów wykorzystujących OZE.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
PEU_W02	Zna zasady realizacji i doboru parametrów systemów wykorzystujących OZE
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi obliczyć podstawowe parametry użytkowe systemów wykorzystujących OZE.
PEU_U02	Potrafi określić wpływ parametrów pracy systemów OZE na efektywność ich wykorzystania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Określenie zakresu merytorycznego wykładu, zagadnienia wprowadzające, pojęcia i definicje. Zasady zaliczenia przedmiotu.	2
Wy2 – 3	Podział, klasyfikacja, charakterystyka ogólna poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii.	4
Wy4 –5	Sposoby określenia potencjału promieniowania słonecznego i metody jego wykorzystania w energetyce	4
Wy6 – 8	Budowa i eksploatacja kolektorów słonecznych oraz instalacji fotowoltaicznych	6
Wy9 – 10	Potencjał energetyczny i wykorzystanie biomasy w energetyce. Metody pozyskiwania, przeróbki, magazynowania i suplementacji biomasą paliw konwencjonalnych.	4
Wy11-12	Technologie pozyskiwanie i wykorzystanie wodoru - zagadnienia teoretyczne, obliczeniowe i eksploatacyjne. Zasada działania ogniw paliwowych, podział, klasyfikacja, obliczenia parametrów pracy ogniw.	4
Wy13	Wykorzystanie energii wiatru. Metody określania potencjału, obliczenia parametrów podstawowych. Sposoby konwersji energii wiatru na inne rodzaje energii	2
Wy14-15	Energia mechaniczna rzek i cieków wodnych. Pozyskiwanie ciepła geotermalnego. Możliwości budowy systemów ogrzewania i produkcji energii elektrycznej z OZE.	4
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do zajęć, zasady zaliczenia przedmiotu, szkolenie BHP	1
La2	Badania instalacji słonecznych	2
La3	Badań instalacji wykorzystujących biomasę	2
La4	Badania ogniw paliwowych	2
La5	Badania pomp ciepła	2
La6-7	Badania i pomiary urządzeń do konwersji OZE na inne formy energii	4
La8	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Przekazanie zadań projektowych studentom. Określenie warunków zaliczenia. Projekt i dobór instalacji solarnej dla domu jednorodzinnego. Projekt i obliczenia systemu ogrzewania domu jednorodzinnego bazującego na OZE.	1
Pr2	Wybór tematów projektowych, omówienie poszczególnych zagadnień, określenie zakresu obliczeń	2
Pr3	Analiza poszczególnych kroków projektowych na reprezentatywnym przykładzie	2
Pr4-7	Zajęcia projektowe obejmujące poszczególne tematy, analiza i realizowanych kroków, modyfikacje założeń i konsultacje postępów prac	8
Pr8	Zaliczenie na podstawie przedstawionych projektów	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów.
N2	Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania.
N3	Praca własna – przygotowanie do laboratoriów.
N4	Zajęcia projektowe – dyskusja rozwiązań projektowych.
N5	Praca własna – przygotowanie do zajęć projektowych.
N6	Konsultacje.
N7	Praca własna – przygotowanie do egzaminu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 – PEU_W02	Wynik egzaminu.
F1 – F6	PEU_U02	Ocena pisemnych sprawozdań z przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych
P2	PEU_U02	$P2 = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6$
P3	PEU_U01	Ocena projektu wykonanego przez studenta.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Hoffmann M., Małe elektrownie wodne – Poradnik, Wydawnictwo Nabba, Warszawa 1992.
2	Malecha Z.: Aerodynamika turbin wiatrowych. Wybrane aspekty, Oficyna PWr, 2023
3	Budner i inni, Oczyszczanie i uzdatnianie biogazu, 2014, Politechnika Wrocławska
4	Pluta Z., Słoneczne instalacje energetyczne, Warszawa: Oficyna Wydaw. Politechniki Warszawskiej, 2007
5	Rubik M., Chłodnictwo i pompy ciepła, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa, 2020
6	Brodowicz K., Dyakowski T.: Pompy Ciepła, PWN, Warszawa 1990
7	Zimny J., Bielik S., Brzegowy R., Kolektory słoneczne: podstawy teoretyczne, budowa, badania, Polska Asocjacja Geotermalna etc., Kraków, 2013
Literatura uzupełniająca	
1	Surygała J., Wodór jako paliwo, WNT, 2007
2	Krzyżanowski W. A., Turbiny wodne, konstrukcja, zasady regulacji, WNT, Warszawa 1971
3	Neczaj E., Metody intensyfikacji produkcji biogazu z komunalnych osadów ściekowych, 2016, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Bogusław Białko
E-mail:	boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

Pomiary w ochronie środowiska

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Pomiary w ochronie środowiska
Nazwa w języku angielskim	Measurements in Environmental Protection
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2320
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia			Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów, technik oczyszczania spalin oraz miernictwa i systemów pomiarowych
2.	

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą w zakresie pomiarów i kontroli emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych pochodzenia przemysłowego w kontekście dotrzymania obowiązujących przepisów
C2	Wyrobienie umiejętności oceny jakościowej i analizy ilościowej parametrów zanieczyszczonych gazów oraz interpretacji uzyskanych danych
C3	Wyrobienie umiejętności doboru metod oraz aparatury do ciągłych i okresowych pomiarów zanieczyszczeń występujących w gazach odlotowych ze źródeł przemysłowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi wskazać i wyznaczyć wybrane własności zanieczyszczeń pyłowych i gazowych
PEU_U02	potrafi zaplanować i wykonać pomiar stężenia pyłu metodą grawimetryczną oraz opracować i przeanalizować wyniki pomiaru stężenia pyłu w tym pyłu zawieszoności oraz PM10 i PM2,5,
PEU_U03	potrafi wykonać pomiary wybranych zanieczyszczeń gazowych różnymi metodami oraz opracować i przeanalizować wyniki uzyskanych pomiarów

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium (zagadnienia organizacyjne, BHP), obowiązująca nomenklatura, jednostki, przeliczenia wybranych wielkości	2
La2	Wybrane właściwości pyłów, analiza składu ziarnowego pyłów (analizy manualne i automatyczne) i interpretacja uzyskanych wyników,	2
La3	Pomiary wilgotności gazów.	2
La4	Pomiary podstawowych składników spalin z wykorzystaniem przenośnego analizatora gazów (wyznaczenie emisji zanieczyszczeń, wyznaczenie gęstości spalin i przeliczenia uzyskanych wartości na różne warunki odniesienia)	2
La5, 6	Pomiary ekstrakcyjne na przykładzie pomiaru grawimetrycznego (planowanie pomiaru, prezentacja przemysłowych pyłomierzy grawimetrycznych, opracowanie i interpretacja wyników pomiaru stężenia i strumienia masy pyłu), pomiaru pyłów PM10 i PM2,5	4
La7	Ocena dotrzymania standardów emisyjnych na podstawie wyników pomiarów podstawowych zanieczyszczeń spalin i pomiary „in situ”, wzorcowanie pyłomierza optycznego do ciągłego pomiaru wraz z opracowaniem charakterystyki kalibracyjnej.	2
La8-13	Pomiary składników gazów odlotowych różnymi metodami w kontekście ograniczania ich emisji	12
La14	Pomiar metodą ekstrakcyjno-analityczną (pomiar stężenia rtęci, węglowodorów).	2
La15	Termin dodatkowy, zaliczenie laboratorium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	N1. Zajęcia laboratoryjne podgrupach lub indywidualnie z wykorzystaniem materiałów pomocniczych (instrukcje, materiały wskazane podczas wprowadzenia)
N2	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych i opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych
N3	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1-F8	PEU_U01-PEU_U03	Oceny formujące wystawiane za ćwiczenie laboratoryjne
P1	PEU_U01-PEU_U03	Ocena liczona jako średnia z ocen $F:P=(F1+F2+...F8)/8$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Teisseyre M., Pyłomierze przemysłowe . Pomiary i aparatura. FOPA, Warszawa 1995.
2	Kuropka J. Oczyszczanie gazów. Laboratorium, Ofic. Wyd. PWR, Wrocław 2000.
4	
Literatura uzupełniająca	
1	PN-Z-04030-7:1994 „Ochrona czystości powietrza – Badania zawartości pyłu – Pomiar stężenia i strumienia masy pyłu w gazach odlotowych metodą grawimetryczną”

2	PN-ISO 10396:2001 „Emisja ze źródeł stacjonarnych. Pobieranie próbek do automatycznego pomiaru stężenia składników gazowych”
3	Staszewski R., Kontrola chemicznych zanieczyszczeń środowiska, Skrypt Politechnika Gdańska, Gdańsk 1990.
4	Juda J., Chróściel S., Ochrona powietrza atmosferycznego, Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa 1980
5	Materiały na stronach www producentów sprzętu pomiarowego

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Arkadiusz Świerczok	Tomasz Hardy
E-mail:	arkadiusz.swierczok@pwr.edu.pl	tomasz.hardy@pwr.edu.pl

Psychologia komunikacji

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Psychologia komunikacji
Nazwa w języku angielskim	Psychology of communication
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0113
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	brak
----	------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Nabywanie podstawowej wiedzy dotyczącej psychologii komunikacji i relacji międzyludzkich, w tym autoprezentacji i wystąpień publicznych
C2	Zdobycie umiejętności prezentowania siebie, swoich poglądów i swoich osiągnięć.
C3	Rozwijanie i utrwalanie kompetencji społecznych, w tym kompetencji do pracy w grupie (pełnić w niej różne role i przyjmując różne perspektywy), skutecznej rozmowy oraz argumentacji na rzecz własnego stanowiska.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna terminologię nauk humanistycznych dotyczącą zjawisk psychologii społecznej, ze szczególnym uwzględnieniem kategorii komunikacji, autoprezentacji i wywierania wpływu
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z wykorzystaniem różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy

PEU_U02	posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych dotyczących zagadnień szczegółowych, z wykorzystaniem podstawowych ujęć teoretycznych, a także różnych źródeł
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role
PEU_K02	student potrafi myśleć krytycznie i argumentować swoje stanowisko dzięki czemu może odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Psychologia relacji międzyludzkich. Komunikacja. Wprowadzenie i warunki zaliczenia.	1
Wy2	Wpływ społeczny.	2
Wy3	Manipulacje i nakłanianie do działania.	2
Wy4	Komunikacja w grupie.	2
Wy5	Konflikt.	2
Wy6	Wystąpienia publiczne.	2
Wy7	Stres.	2
Wy8	Praktyczne wnioski dla praktyki zawodowej.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład konwersatoryjny wspomagany materiałami audiowizualnymi
N2	Praca w grupach
N3	Burza mózgów
N4	Praca indywidualna studentów
N5	Dyskusja panelowa
N6	Prezentacja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Kolokwium
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Prezentacja
F3	PEU_K01 PEU_K02	Praca na zajęciach
P1	$P = (F1+F3 \text{ lub } F2+F3)/2$	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Wojciszke B., Człowiek wśród ludzi. Zarys psychologii społecznej, Wydawnictwo Naukowe „Scholar”, Warszawa 2002.
2	McKay, M., Davies, M., Fanning, P., Sztuka skutecznego porozumiewania się, GWP 2021
3	Morreale, Spitzberg, Barge, Komunikacja między ludźmi. Motywacja, wiedza, umiejętności, PWN 2015
Literatura uzupełniająca	
1	Cialdini R., Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka, GWP, Gdańsk 1994.
2	Rosenberg, M., Porozumienie bez przemocy, Czarna Owca, 2016
3	Matthew McKey, Patrick Fanning, Avigail Lev, Michelle Skeen, Relacje na huśtawce, GWP, Sopot 2018
4	John Teasdale, Mark Williams, Zindel Segal, Praktyka uważności, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016
5	Rick Hanson, Forrest Hanson, Rezyliencja, GWP, Sopot 2019

6	Steven Hayes, Spencer Smith, W pułapce myśli, GWP, Sopot 2019
---	---------------------------------------------------------------

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	dr Katarzyna Zahorodna	Anna Kaczmarek
E-mail:	katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl	a.kaczmarek@pwr.edu.pl

Relacje międzyludzkie

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Relacje międzyludzkie
Nazwa w języku angielskim	Interpersonal relations
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0118
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	brak
----	------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami psychologii, w tym z kwestią rozwoju człowieka
C2	Celem jest pokazanie psychologicznych (poznawczych, emocjonalnych, relacyjnych) uwarunkowań zachowań człowieka
C3	Celem jest także przedstawienie psychologii sytuacji trudnych, stresu, kryzysu psychicznego (elementy psychologii klinicznej)
C4	Celem zajęć jest rozwijanie i utrwalanie kompetencji społecznych, w tym rozumienia potrzeby ustawicznego doksztalcania w zakresie psychologicznych uwarunkowań rozwoju człowieka się oraz potrzeby uczestniczenia w kulturze

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna i rozumie społeczne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi kierować pracą zespołu oraz potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, jest gotów do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Psychologia jako nauka. Człowiek – istota społeczna. Wprowadzenie, warunki zaliczenia.	1
Wy2	Rozwój psychospołeczny człowieka - rola relacji międzyludzkich w kształtowaniu osobowości.	2
Wy3	Wrastanie w dorosłość. Generacja Z.	2
Wy4	Budowanie intymnych relacji i miłość a zdrowie psychiczne człowieka.	2
Wy5	Budowanie przyjaźni, zaufanie a samotność w XXI.	2
Wy6	Kryzysy zdrowia psychicznego. Zaburzenia osobowości jako formy	2
Wy7	Znaczenie wsparcia społecznego. ABC pomocy psychologicznej.	2
Wy8	Szczęście i dobrostan psychiczny. Zaliczenie i wnioski.	2
Suma godzin		

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład konwersatoryjny wspomagany materiałami audiowizualnymi
N2	Praca w grupach, dyskusja
N3	Praca indywidualna studentów
N4	Prezentacje indywidualne i w grupach

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Kolokwium
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Prezentacja
F3	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Praca na zajęciach, aktywność
P	P = (F1+F3 lub F2+F3)/2	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Wojciszke B., <i>Człowiek wśród ludzi. Zarys psychologii społecznej</i> , Wydawnictwo Naukowe „Scholar”, Warszawa 2008
2	Wojciszke, „Psychologia społeczna”, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2019
3	Lidia Cierpiakowska, <i>Psychopatologia</i> , Scholar, Warszawa 2020
4	Helen Bee, <i>Psychologia rozwoju człowieka</i> , Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2004.
Literatura uzupełniająca	
1	Bruce Stevens, Eckhard Roediger, <i>Emocjonalne pułapki w związkach</i> , GWP, Sopot 2019
2	Matthew McKey, Patrick Fanning, Avigail Lev, Michelle Skeen, <i>Relacje na huśtawce</i> , GWP, Sopot 2018
3	John Teasdale, Mark Williams, Zindel Segal, <i>Praktyka uważności</i> , Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016
4	Rick Hanson, Forrest Hanson, <i>Rezyliencja</i> , GWP, Sopot 2019

5	Steven Hayes, Spencer Smith, <i>W pułapce myśli</i> , GWP, Sopot 2019
6	David Rosenhan, Walker Elaine, Martin Seligman, <i>Psychopatologia</i> , Zys i S-ka, Warszawa 2017
7	James Butcher, Jill Hooley, Susan Mineka, <i>Psychologia zaburzeń</i> , GWP, Gdańsk 2020

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	dr Katarzyna Zahorodna	Anna Kaczmarek
E-mail:	katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl	a.kaczmarek@pwr.edu.pl

Seminarium dyplomowe

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2328
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					50
Forma zaliczenia					Zaliczenie
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,28

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Zaliczenie wszystkich przedmiotów objętych planem studiów w semestrach poprzedzających semestr dyplomowy (kursowi „seminarium dyplomowe” towarzyszy kurs „praca dyplomowa”).
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Doskonalenie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych koncepcji i rozwiązań oraz przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać je innym osobom
C2	Doskonalenie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadniać zaproponowane rozwiązania lub pomysły
C3	Doskonalenie umiejętności pisania dzieła na określony temat, prezentującego własne osiągnięcia na tle znanych istniejących rozwiązań
C4	Kształtowanie przekonania o potrzebie permanentnego rozwoju własnej osobowości we wszystkich jej aspektach
C5	Wyrabianie poczucia sumienia i odpowiedzialności za podjęte zobowiązania, zarówno wobec siebie jak i innych osób

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student potrafi pozyskiwać, interpretować i wykorzystywać informacje z różnych źródeł niezbędne do wykonania określonego zadania o charakterze eksperymentalnym, projektowym lub studialno-analitycznym
PEU_U02	Student potrafi przygotować spójne opracowanie lub prezentację na temat prowadzonych prac, zawierającą wyniki zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych lub eksploatacyjnych
PEU_U03	Student potrafi rzeczowo uzasadniać podczas dyskusji celowość swoich oryginalnych pomysłów i rozwiązań oraz krytycznie oceniać rozwiązania techniczne zaproponowane przez inne osoby
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych, jest świadomy społecznych skutków działalności inżynierskiej
PEU_K02	Student potrafi współpracować i właściwie zachowywać się w grupie, aktywnie uczestniczyć w dyskusjach na tematy zawodowe z zachowaniem kultury wypowiedzi i poszanowania odmiennych poglądów innych uczestników dyskusji
PEU_K03	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi zdefiniować priorytety decydujące o powodzeniu w realizacji zaplanowanego zadania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie wymagań merytorycznych, struktury i zakresów poszczególnych rodzajów prac dyplomowych inżynierskich. Omówienie zaleceń edytorskich do opracowania pracy dyplomowej. Zapoznanie z zasadami uczestnictwa w konkursach na najlepszą pracę dyplomową. Przedstawienie ogólnych zasad przebiegu egzaminu dyplomowego. Ustalenie harmonogramu indywidualnych prezentacji studenckich	2
Se2-7	Prezentacje indywidualne studentów dotyczące aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz zaproponowanie kierunku poszukiwań własnych rozwiązań. Dyskusje w grupie seminaryjnej na tematy przedstawione w prezentacjach	12
Se8-13	Prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	12
Se14	Niezrealizowane z przyczyn losowych prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	2
Se5	Zaliczenie seminarium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna
N2	Dyskusja problemowa
N3	Praca własna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03	Średnia ocena za poziom merytoryczny i terminowość wykonanych prezentacji, umiejętność uzasadnienia celowości zaproponowanych rozwiązań oraz merytoryczne odnoszenie się do propozycji innych uczestników seminarium
F2	PEU_K01-PEU_K03	Średnia ocena za przejawy rozumienia potrzeby doskonalenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych oraz roli inżyniera we współczesnym społeczeństwie, za kulturę wypowiedzi, umiejętność współpracy i zachowania się w grupie, aktywność w dyskusji, za kreatywność i przedsiębiorczość.

$P1=(2 \cdot F1+F2)/3$		
------------------------	--	--

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
-----------------------	--

1	Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej
---	-----------------------------------------------------

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dziekan Wydziału
------------------	------------------

E-mail:	
---------	--

Seminarium dyplomowe

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	Nowoczesne technologie energetyczne
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2329
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					50
Forma zaliczenia					Zaliczenie
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,28

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Zaliczenie wszystkich przedmiotów objętych planem studiów w semestrach poprzedzających semestr dyplomowy (kursowi „seminarium dyplomowe” towarzyszy kurs „praca dyplomowa”).
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Doskonalenie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych koncepcji i rozwiązań oraz przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać je innym osobom
C2	Doskonalenie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadniać zaproponowane rozwiązania lub pomysły
C3	Doskonalenie umiejętności pisania dzieła na określony temat, prezentującego własne osiągnięcia na tle znanych istniejących rozwiązań
C4	Kształtowanie przekonania o potrzebie permanentnego rozwoju własnej osobowości we wszystkich jej aspektach
C5	Wyrabianie poczucia sumienia i odpowiedzialności za podjęte zobowiązania, zarówno wobec siebie jak i innych osób

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student potrafi pozyskiwać, interpretować i wykorzystywać informacje z różnych źródeł niezbędne do wykonania określonego zadania o charakterze eksperymentalnym, projektowym lub studialno-analitycznym
PEU_U02	Student potrafi przygotować spójne opracowanie lub prezentację na temat prowadzonych prac, zawierającą wyniki zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych lub eksploatacyjnych
PEU_U03	Student potrafi rzeczowo uzasadniać podczas dyskusji celowość swoich oryginalnych pomysłów i rozwiązań oraz krytycznie oceniać rozwiązania techniczne zaproponowane przez inne osoby
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych, jest świadomy społecznych skutków działalności inżynierskiej
PEU_K02	Student potrafi współpracować i właściwie zachowywać się w grupie, aktywnie uczestniczyć w dyskusjach na tematy zawodowe z zachowaniem kultury wypowiedzi i poszanowania odmiennych poglądów innych uczestników dyskusji
PEU_K03	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi zdefiniować priorytety decydujące o powodzeniu w realizacji zaplanowanego zadania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie wymagań merytorycznych, struktury i zakresów poszczególnych rodzajów prac dyplomowych inżynierskich. Omówienie zaleceń edytorskich do opracowania pracy dyplomowej. Zapoznanie z zasadami uczestnictwa w konkursach na najlepszą pracę dyplomową. Przedstawienie ogólnych zasad przebiegu egzaminu dyplomowego. Ustalenie harmonogramu indywidualnych prezentacji studenckich	2
Se2-7	Prezentacje indywidualne studentów dotyczące aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz zaproponowanie kierunku poszukiwań własnych rozwiązań. Dyskusje w grupie seminaryjnej na tematy przedstawione w prezentacjach	12
Se8-13	Prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	12
Se14	Niezrealizowane z przyczyn losowych prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	2
Se5	Zaliczenie seminarium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna
N2	Dyskusja problemowa
N3	Praca własna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03	Średnia ocena za poziom merytoryczny i terminowość wykonanych prezentacji, umiejętność uzasadnienia celowości zaproponowanych rozwiązań oraz merytoryczne odnoszenie się do propozycji innych uczestników seminarium
F2	PEU_K01-PEU_K03	Średnia ocena za przejawy rozumienia potrzeby doskonalenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych oraz roli inżyniera we współczesnym społeczeństwie, za kulturę wypowiedzi, umiejętność współpracy i zachowania się w grupie, aktywność w dyskusji, za kreatywność i przedsiębiorczość.
P1=(2*F1+F2)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej
Literatura uzupełniająca	
1	

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dziekan Wydziału
E-mail:	

Sorpcyjne systemy energetyczne

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Sorpcyjne systemy energetyczne
Nazwa w języku angielskim	Sorption Energy Systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2315
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28	0,76			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Podstawy termodynamiki
2.	Podstawy wymiany ciepła
3.	Podstawy mechaniki płynów

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z budową i działaniem sorpcyjnych systemów energetycznych oraz właściwościami roztworów roboczych.
C2	Zaznajomienie studentów z modelowaniem procesów systemów sorpcyjnych metodą graficzną i zastosowaniem programu komputerowego.
C3	Zapoznanie studentów z możliwościami wykorzystania niskotemperaturowych źródeł ciepła oraz ciepła odpadowego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw termodynamicznych, budowy i działania sorpcyjnych systemów energetycznych.
PEU_W02	Student posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie bilansowania energetycznego procesów i obliczania cieplnego aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych.

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student umie identyfikować i bilansować procesy obiegów sorpcyjnych systemów energetycznych.
PEU_U02	Student umie obliczać i dobierać aparaty sorpcyjnych systemów energetycznych.
PEU_U03	Umie w sposób zwięzły przedstawiać wyniki swojej pracy.
Z zakresu kompetencji społecznych:	

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Charakterystyka podstawowych pojęć i definicji z termodynamiki roztworów, potrzebnych do modelowania obiegu absorpcyjnego. Zasada działania urządzeń absorpcyjnych.	2
Wy2	Właściwości par roboczych i ich wpływ na konstrukcję systemów absorpcyjnych. Budowa wykresu h-ksi dla wodnego roztworu amoniaku. Budowa wykresu h-ksi i lgp-t dla wodnego roztworu bromku litu.	2
Wy3	Zastosowanie zasad bilansowania termodynamicznego do modelowania obiegu sorpcyjnego. Bilans cieplny amoniakalnego systemu sorpcyjnego na wykresie h-ksi. Bilanse substancjalne i cieplne procesów cząstkowych.	2
Wy4	Zastosowanie zasad bilansowania termodynamicznego do modelowania obiegu sorpcyjnego. Bilans cieplny bromolitowego systemu sorpcyjnego na wykresie h-ksi i lgp-t. Bilanse substancjalne i cieplne procesów cząstkowych.	2
Wy5	Podstawy projektowania i doboru skraplaczy oraz parowaczy systemów absorpcyjnych.	2
Wy6	Zasady działania i obliczenia cieplne i hydrauliczne absorberów, desorberów i rektyfikatorów wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji.	2
Wy7	Zasady działania i obliczenia cieplne i hydrauliczne absorberów, desorberów i rektyfikatorów wodno-bromo-litowych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji.	2
Wy8	Trendy rozwoju absorpcyjnych urządzeń chłodniczych, perspektywiczne pary robocze.	2
Wy9	Porównanie systemu sorpcyjnego przemysłowego i systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego. Sposób działania systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego, dobór czynników roboczych, wpływ geometrii systemu na efektywność jego pracy.	2
Wy10	Procesy adsorpcji i desorpcji w systemach chłodniczych – zasada działania urządzeń adsorpcyjnych.	2
Wy11	Procesy adsorpcji i desorpcji w systemach chłodniczych – pary robocze.	2
Wy12	Procesy adsorpcji i desorpcji w systemach chłodniczych – modelowanie matematyczne, metody zwiększania COP.	2
Wy13	Chłodnictwo solarne.	2
Wy14	Studium przypadku – system poligeneracji w obiekcie przemysłowym	2
Wy15	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Zasady zaliczenia, analiza potencjalnych źródeł ciepła	1
Cw2	Obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną oraz wpływ na środowisko	2
Cw3	Odzysk ciepła w zakładzie przemysłowym	2
Cw4	Bilansowanie aparatów absorpcyjnych w chłodziarkach NH ₃ -H ₂ O	2
Cw5	Bilansowanie aparatów absorpcyjnych w chłodziarkach LiBr-H ₂ O	2
Cw6	Wymiana ciepła w roztworach LiBr-H ₂ O oraz NH ₃ -H ₂ O	2
Cw7	Kompleksowe obliczenia systemów sorpcyjnych	2
Cw8	Zaliczenie	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	Ćwiczenia rachunkowe, dyskusja rozwiązań zadań, zastosowanie programu komputerowego.

N3	Konsultacje indywidualne
----	--------------------------

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01, W02	Kolokwium
P2	PEU_U01-U03	Kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Herold K., Radermacher R., Sanford A. Klein – Absorption Chillers and Heat Pumps. CRC Press 1996
2	Królicki Z. – Termodynamiczne podstawy obniżania temperatur. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2006
3	Ratlamwala I., Dincer T. A. H. – Integrated Absorption Refrigeration Systems, Springer International, 2016
4	Wang R., Wang L., Wu J. – Adsorption Refrigeration Technology: Theory and Application, Wiley, 2014
Literatura uzupełniająca	
1	Mikielewicz D. – Chłodnicze układy absorpcyjne LiBr-H ₂ O i NH ₃ -H ₂ O, CHŁODNICTWO, 3/5/2016, Vol.1(3), pp.26-34
2	Nalepa B., Hałon T. – Recommendations for running a tandem of adsorption chillers connected in series and powered by low-temperature heat from district heating network. Energies. 2021, vol. 14, nr 16, art. 4791, s. 1-17.
3	Hałon T., Pelińska-Olko E., Szyc M., Zajączkowski B. – Predicting performance of a district heat powered adsorption chiller by means of an artificial neural network. Energies. 2019, vol. 12, nr 17, s. 1-11.
4	Hałon T., Zajączkowski Z., Królicki Z. – Produkcja wody lodowej za pomocą chłodziarki adsorpcyjnej zasilanej ciepłem niskotemperaturowym. Instal (Warszawa). 2018, nr 4, s. 16-20.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Tomasz Hałon
E-mail:	tomasz.halon@pwr.edu.pl

Sprężarkowe systemy chłodnicze

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Sprężarkowe systemy chłodnicze
Nazwa w języku angielskim	Compressor Refrigeration Systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2312
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie podstaw termodynamiki, przekazywania ciepła i masy, oraz mechaniki płynów potwierdzone pozytywnymi ocenami w indeksie.
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z zasadami projektowania i oceny obiegów chłodniczych.
C2	Zaznajomienie studentów z klasyfikacją systemów chłodniczych i warunkami bezpieczeństwa stosowania systemów w obiektach.
C3	Zapoznanie studentów z budową i działaniem sprężarkowego systemu chłodniczego i stosowanych w nim podzespołów.
C4	Zaznajomienie studentów z zasadami projektowania instalacji chłodniczych oraz instalacji towarzyszących
C5	Wyrobienie umiejętności studentów do projektowania i eksploatacji systemów chłodniczych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student posiada wiedzę z zakresu projektowania i oceny obiegów lewobieżnych.
PEU_W02	Student zna klasyfikację systemów chłodniczych i zasady ich bezpiecznego stosowania.
PEU_W03	Student zna budowę i działanie podzespołów sprężarkowego systemu chłodniczego.
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	Student potrafi posługiwać się wykresem log P-h.
PEU_U02	Student potrafi obliczyć i zaprojektować obieg termodynamiczny sprężarkowego systemu chłodniczego.
PEU_U03	Student potrafi identyfikować elementy rzeczywistego systemu chłodniczego, obsługiwać, dokonywać pomiarów, oraz przeprowadzić podstawowe badania jej działania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Historia rozwoju i znaczenie sprężarkowych systemów chłodniczych.	2
Wy2-3	Parametry charakteryzujące teoretyczny i rzeczywisty obieg chłodniczy. Wykresu log p-h. Obliczenia obiegów sprężarkowych systemów chłodniczych.	4
Wy4-8	Komponenty sprężarkowego systemu chłodniczego – sprężarki, parowacze, skraplacze, elementy rozprężne, rurociągi, itp.	10
Wy9-11	Regulacja parametrów pracy sprężarkowego systemu chłodniczego. Instalacje towarzyszące.	6
Wy12-13	Wielostopniowe obiegi chłodnicze. Kaskadowe systemy chłodnicze.	4
Wy14-15	Zastosowanie sprężarkowych systemów chłodniczych.	4
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady zaliczenia kursu. Literatura, omówienie tematów zajęć, omówienie zasad BHP. Cięcie, gięcie oraz kielichowanie rur chłodniczych.	2
La2	Uzyskiwanie efektu ziębienia za pomocą mieszanin eutektycznych.	2
La3	Chłodzenie adiabatyczne i posługiwanie się wykresem i-x dla powietrza wilgotnego.	2
La4	Wizualizacja procesów zachodzących w obiegu ziębienia na podstawie obserwacji szklanego modelu chłodziarki domowej. Podstawy wykresu p(h).	2
La5	Badanie chłodziarki domowej i odwzorowanie jej obiegu ziębienia wraz z podstawowymi obliczeniami jej obiegu. Bilans komory chłodniczej.	2
La6	Przedstawienie podstawowych narzędzi serwisowych koniecznych do użycia podczas badania instalacji chłodniczych. Rozpoznawanie czynników chłodniczych na podstawie mierzonych parametrów ciśnienia i temperatury. Zasady bezpiecznego podłączenia zestawu manometrów do instalacji chłodniczej.	2
La7	Badanie podstawowej instalacji chłodniczej wyposażonej w chłodnicę powietrza. Odwzorowanie obiegu ziębienia na podstawie pomiarów oraz określenie aktualnej wydajności i efektywności.	2
La8	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez skraplacz na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność. Pomiar wydajności skraplacza na podstawie pomiarów.	2
La9	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez chłodnicę na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność. Pomiar wydajności chłodnicy powietrza na podstawie pomiarów.	2
La10	Praca termostatycznego zaworu rozprężnego i jego regulacja. Wpływ na współczynnik efektywności.	2
La11	Urządzenia obniżające temperaturę wody. Omówienie różnic względem urządzeń ochładzających powietrze. Wykonanie dokładnego schematu urządzenia.	2
La12	Omówienie przykładowych błędów konstrukcyjnych i ich wpływu na działanie urządzenia chłodniczego.	2
La13	Systemy VRV/VRF. Omówienie działania instalacji oraz wykonanie dokładnego schematu przykładowego systemu.	2
La14	Usuwanie napętnienia z instalacji chłodniczej różnymi metodami odzysku czynników chłodniczych.	2
La15	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów.
N2	Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań.
N3	Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania.

N4	Konsultacje.
N5	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń, laboratoriów oraz kolokwii zaliczeniowych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01-PEU_W03	Egzamin
F1	PEU_U01-PEU_U02	Odpowiedzi ustne
F2	PEU_U03	Sprawozdania i praca podczas ćwiczeń laboratoryjnych
P2	PEU_U01-PEU_U03	1/5F1+4/5F2

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Urlich H.J., Technika Chłodnicza - Poradnik t.1 i t.2, Wydawnictwo MASTA
2	Królicki Z., Termodynamiczne postawy obniżania temperatury, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
3	Zalewski W.: Systemy i urządzenia chłodnicze. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.
4	Bohdal T., Charun H., Czapp M.: Urządzenia chłodnicze sprężarkowe parowe. WNT 2003.
5	Czapp M., Charun H., Bohdal T.: Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze. Politechnika Koszalińska. Koszalin 1997.
Literatura uzupełniająca	
1	PN-EN 378-1 do 4: 2016 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła -- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Bartosz Zajączkowski
E-mail:	bartosz.zajaczkowski@pwr.edu.pl

Symulacje CFD urządzeń energetycznych

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Symulacje CFD urządzeń energetycznych
Nazwa w języku angielskim	CFD simulations of power generation units
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polSKI
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2310
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Umiejętność tworzenia geometrii 3-D w programach inżynierskich.
2.	Wiedza z zakresu wymiany ciepła i mechaniki płynów.

CELE PRZEDMIOTU

C1	przekazanie wiedzy na temat metod symulacji zjawisk ciepłno-przepływowych
C2	przekazanie wiedzy na temat sposobów optymalizacji systemów energetycznych
C3	wykształcenie umiejętności dobierania siatki numerycznej do określonej geometrii
C4	wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń numerycznych dla prostych i złożonych zjawisk przepływowo-ciepłnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę na temat wykorzystania technik komputerowych w energetyce.
PEU_W02	Posiada wiedzę z zakresu obliczeń z użyciem schematów różnicowych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi generować proste geometrie i siatki numeryczne
PEU_U02	potrafi wykonywać podstawowe obliczenia numeryczne ustalonych i nieustalonych procesów ciepłno-przepływowych

PEU_U03	posiada umiejętność prezentacji wyników obliczeń numerycznych i wyciągania właściwych wniosków
---------	------------------------------------------------------------------------------------------------

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do Numerycznej Mechaniki Płynów (Computational Fluid Dynamics (CFD)).	2
Wy2	Opis równań dotyczących wymiany ciepła i zjawisk przepływowych.	2
Wy3	Rodzaje warunków brzegowych i ich zastosowanie.	2
Wy4	Metoda objętości skończonych	6
Wy5	Algorytmy do obliczania pól ciśnienia i prędkości w przepływach płynów.	2
Wy6	Iteracyjne metody rozwiązywania układów równań algebraicznych.	2
Wy7	Zjawisko turbulencji. Modele turbulencji.	2
Wy8	Rodzaje błędów w symulacjach CFD i ich wpływ na obliczenia.	2
Wy9	Metoda LES (Large Eddy Simulation)	2
Wy10	Analiza egzergetyczna	2
Wy11	Optymalizacja instalacji energetycznych	4
Wy12	Analizy numeryczne w diagnostyce instalacji energetycznych	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów.	1
La2	Obliczenia przepływu z wymianą ciepła. Przygotowanie siatki numerycznej, dobór modeli i warunków brzegowych, analiza wyników.	7
La3	Obliczenia numeryczne turbiny wodnej.	6
La4	Modelowanie procesów w instalacji solarnej	6
La5	Modelowanie przepływu dwufazowego.	6
La6	Projekt indywidualny	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna.
N2	Program do generowania geometrii oraz siatek numerycznych m.in. ANSYS Spaceclaim i ANSYS Meshing.
N3	Program do przeprowadzania symulacji m.in. ANSYS CFX
N4	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01- PEU_W02	egzamin
F1-F5	PEU_U01- PEU_U03	Sprawozdanie z La2-La6
P2		Ocena średnia z F1-F5

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
2	Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
3	Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
4	Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej (in Polish).
Literatura uzupełniająca	

1	Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
2	Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
3	Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Sławomir Pietrowicz
E-mail:	slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

Systemy akumulacji energii

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Systemy akumulacji energii
Nazwa w języku angielskim	Energy Storage Systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2314
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68		1,36		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje z zakresu termodynamiki
2.	Kompetencje z zakresu wymiany ciepła

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zaznajomienie studentów z ekologicznymi aspektami stosowania nośników i akumulatorów energii
C2	Zapoznanie studentów z różnymi metodami magazynowania ciepła, chłodu i energii elektrycznej
C3	Zapoznanie studentów z rzeczywistymi systemami magazynowania ciepła, chłodu i energii elektrycznej
C4	Wykształcenie umiejętności wykonywania symulacji dla prostych i złożonych instalacji z akumulatorami energii

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę na temat różnych technik akumulacji energii
PEU_W02	Posiada wiedzę na temat zasady działania i kryteriów stosowania akumulatorów energii
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przedstawić urządzenia wchodzące w skład instalacji akumulacyjnych współpracujących z OZE
PEU_U02	Potrafi dobrać parametry pracy instalacji grzewczych z akumulatorem ciepła

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura.	1
Wy2-7	Zasada działania, parametry pracy oraz przykłady realizacji wybranych instalacji z akumulatorami ciepła, chłodu i energii elektrycznej	12
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do symulacji pracy instalacji energetycznych w programie TRNSYS	2
La2-14	Tworzenie projektów i przeprowadzanie symulacji dla różnych instalacji energetycznych pogodowo zależnych z uwzględnieniem możliwości magazynowania energii	26
La15	Zajęcia odróbkowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	N1. Wykład informacyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	N2. Praca własna studentów – przygotowanie do zaliczenia
N3	N3. Konsultacje
N4	N4. Program do przeprowadzania symulacji m.in. TRNSYS

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01-PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe
F	PEU_U01 - PEU_U02	Oceny ze sprawozdań po zajęciach
P2		Ocena średnia ze sprawozdań

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Domański R. – Magazynowanie energii cieplnej. PWN Warszawa 1990
2	Hyman L. B. – Sustainable thermal storage systems. McGraw-Hill New York 2011
3	Trevor M. Letcher, Storing Energy: With Special Reference to Renewable Energy Sources, Elsevier 2016
4	Dincer I., Thermal Energy Storage: Systems and Applications, Wiley 2010
5	Mehling, H., Cabeza, L., Heat and cold storage with PCM, Springer 2008
6	M. Sterner, I. Stadler, Handbook of Energy Storage: Demand, Technologies, Integration, Springer 2019
Literatura uzupełniająca	
1	D. Chwieduk, M. Jaworski, Energetyka odnawialna w budownictwie. Magazynowanie energii. PWN, Warszawa 2018
2	Journal of Energy Storage

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Magdalena Nems
E-mail:	magdalena.nems@pwr.edu.pl

Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Systemy klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego
Nazwa w języku angielskim	Precision air conditioning and cooling systems
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2316
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		25		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68		0,76		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie podstaw termodynamiki, przekazywania ciepła i masy, oraz mechaniki płynów potwierdzone pozytywnymi ocenami w indeksie.
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z rozwiązaniami stosowanymi w systemach klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego: ich zasadą działania, zaletami oraz ograniczeniami.
C2	Zapoznanie studentów z obsługą i oceną pracy systemów klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę dotyczącą zasady działania technologii stosowanych w systemach klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego.
PEU_W02	Posiada wiedzę z zakresu możliwości oraz ograniczeń stosowania rozwiązań klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi wyznaczyć charakterystykę cieplną termosyfonu i rury ciepła
PEU_U02	Potrafi wykonać analizę pracy jednofazowych i zmiennofazowych systemów wymiany ciepła

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie zasad zaliczenia. Przedstawienie obszarów zastosowań systemów klimatyzacji i chłodnictwa precyzyjnego.	1
Wy2	Nowoczesne technologie stosowane w chłodnictwie precyzyjnym. Omówienie krzywej wrzenia. Chłodzenie immersyjne – zasada działania, parametry pracy, limity operacyjne.	2
Wy3	Termosyfony i rurki ciepła – zasada działania, parametry pracy, limity operacyjne.	2
Wy4	Przepływy jednofazowe i dwufazowe w mikrokanałach - zasada działania, parametry pracy, limity operacyjne.	2
Wy5	Chłodzenie strumieniowe – zasada działania, parametry pracy, limity operacyjne.	2
Wy6	Chłodzenie natryskowe – zasada działania, parametry pracy, limity operacyjne.	2
Wy7	Nanociecze jako płyny robocze – wpływ na wymianę ciepła oraz mechanikę przepływu.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do zajęć, omówienie zasad zaliczenia i szkolenie BHP, porównanie przewodzenia ciepła w wybranych materiałach stałych oraz rurkach ciepła	1
La2	Wyznaczanie wydajności termosyfonowego wymiennika ciepła	2
La3	Reżimy wrzenia w termosyfonowym wymienniku ciepła	2
La4	Badanie chłodzenia elementu elektronicznego za pomocą wymiennika wyposażonego w rurki ciepła	2
La5	Badanie chłodzenia elementu elektronicznego za pomocą wymiennika wyposażonego w rurki ciepła w zmiennych warunkach pracy	2
La6	Badanie chłodzenia elementu elektronicznego za pomocą przepływu jednofazowego	2
La7	Badanie chłodzenia elementu elektronicznego za pomocą przepływu jednofazowego w zmiennych warunkach pracy	2
La8	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów
N2	Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania
N3	Konsultacje
N4	Praca własna – przygotowanie do laboratoriów
N5	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 - PEU_U02	odpowiedzi ustne
F2	PEU_U01 - PEU_U02	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P1	PEU_U01 - PEU_U02	$P1 = 1/5F1 + 4/5F2$
P2	PEU_W01 - PEU_W02	kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	M. W. Rohsenow, J. P. Hartnett, I. Y. Cho. Handbook of heat transfer. McGraw-Hill, 1998.
2	F. P. Incropera, D. P. Dewitt, T. L. Bergman, A. S. Lavine. Fundamentals of heat and mass transfer. John Wiley & Sons, 2007.
3	D. Reay, R. McGlen, P. Kew, Heat pipes – Theory, Design and Applications. Elsevier Science, 2013.

Literatura uzupełniająca	
1	S. M. Ghiaasiaan, Two-Phase Flow, Boiling and Condensation in Conventional and Miniature Systems, Cambridge University Press, Georgia Institute of Technology, 2007.
2	F. T. Kanizawa, G. Ribatski. Flow boiling and condensation in microscale channels. Springer, 2021.
3	Heat Transfer Enhancement with Nanofluids. Red.: V. Bianco, O. Manca, S. Nardini, K. Vafai. CRC Press 2017.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Stanisława Hałon
E-mail:	stanislawa.halon@pwr.edu.pl

Techniki ograniczania emisji

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Techniki ograniczania emisji
Nazwa w języku angielskim	Techniques of Emission Reduction
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2319
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			50	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44			1,36	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, spalania, technik oczyszczania spalin oraz podstaw konstrukcji maszyn i podstaw projektowania (rysunek techniczny, CAD)
2.	

CELE PRZEDMIOTU

C1	Przekazanie wiedzy na temat aktualnie obowiązujących przepisów odnośnie emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych z różnych procesów oraz funkcjonowania przedsiębiorstw w świetle ustawy POŚ.
C2	Wyrobienie umiejętności jakościowej i ilościowej oceny procesów technologicznych, w których powstają zanieczyszczenia pyłowe i gazowe.
C3	Zapoznanie studentów z procesami i technologiami ograniczania emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych aktualnie stosowanych w warunkach przemysłowych.
C4	Wyrobienie umiejętności organizacji i prowadzenia procesu technologicznego w celu ograniczenia powstawania zanieczyszczeń oraz doboru urządzeń do oczyszczania gazów odlotowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	student zna podstawy prawne funkcjonowania przedsiębiorstwa w kontekście spełniania wymogów ochrony powietrza atmosferycznego, opisuje jakościowo i ilościowo mechanizmy powstawania zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w różnych procesach technologicznych,
PEU_W02	student potrafi scharakteryzować główne metody i technologie redukcji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych ze spalania różnych paliw, wskazuje przykłady zastosowań poszczególnych rozwiązań i technik
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	student szacuje ilość normowanych zanieczyszczeń w gazach odlotowych z różnych procesów technologicznych
PEU_U02	student potrafi dobrać odpowiedni typ palnika do danych zastosowań i zaprojektować go uwzględniając jego niskoemisyjny charakter
PEU_U03	student dobiera rodzaj urządzeń do oczyszczania gazów odlotowych i ich konfigurację w celu uzyskania oczekiwanego stopnia czystości gazów, z uwzględnieniem przesłanek technicznych i ekonomicznych.
Z zakresu kompetencji społecznych:	

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do przedmiotu, kształtowanie się świadomości „ekologicznej”, elementy prawno-formalne (normy emisyjne, gospodarcze prawo środowiska, ocena oddziaływania na środowisko).	4
Wy2	Odpylanie gazów odlotowych, podstawy teoretyczne, rozwiązania techniczne stosowane w przemyśle.	4
Wy3	Metody pierwotne ograniczania emisji zanieczyszczeń – mechanizmy powstawania i redukcji zanieczyszczeń gazowych, rozwiązania konstrukcyjne niskoemisyjnych układów palnikowych i paleniskowych	10
Wy4	Usuwanie zanieczyszczeń gazowych z gazów odlotowych, procesy podstawowe w oczyszczaniu gazów, rozwiązania techniczne stosowane w przemyśle	6
Wy5	Usuwanie rtęci z gazów odlotowych	2
Wy6	Metody jednoczesnego usuwania zanieczyszczeń, przykłady instalacji do ograniczania emisji dla różnych procesów technologicznych	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zagadnienia wstępne (sposób prowadzenia zajęć, zasady zaliczania projektów itp.), pojęcia podstawowe (jednostki, przeliczenia wartości stężeń i strumieni objętości na różne warunki, równania bilansowe).	2
Pr2	Analiza danych początkowych oraz opracowanie koncepcji instalacji oczyszczania gazów odlotowych dla wybranego zakładu przemysłowego	2
Pr3	Odpylanie gazów odlotowych z wykorzystaniem wysoko skutecznego odpylacza.	4
Pr4	Metody pierwotne ograniczania emisji – demonstracja różnych rozwiązań konstrukcyjnych palników niskoemisyjnych oraz projektowanie palników niskoemisyjnych dla różnych paliw	10
Pr5	Projekt instalacji do usuwania zanieczyszczeń gazowych (deSOx, DeNOx i deHg)	10
Pr6	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład informacyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	Praca własna studenta – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego z wykładu

N3	Praca własna studenta – przygotowanie projektów i wykonywanie zadań w trakcie zajęć
N4	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01-PEU_W04	Egzamin
P2	PEU_U01-PEU_U03	Średnia ocen wystawianych za poszczególne zadania

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	J. Koniecznyński, Ochrona powietrza przed szkodliwymi gazami, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004
2	Krystek J., Ochrona środowiska dla inżynierów, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., 2018
3	pod red. W. Kordylewskiego, Spalanie i paliwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003
4	pod red. W. Kordylewskiego, Niskoemisyjne techniki spalania w energetyce, Wyd. PWR, Wrocław, 2000
5	
Literatura uzupełniająca	
1	W. M. Lewandowski, R. Aranowski, Technologie ochrony środowiska w przemyśle i energetyce, PWN, 2016
2	R. Wilk, Podstawy niskoemisyjnego spalania, PAN, Katowice, 2000
3	J. Jaroński, Techniki czystego spalania, WNT, Warszawa, 1996
4	Udostępniana dokumentacja techniczna palników oraz normy branżowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Arkadiusz Świerczok	Tomasz Hardy
E-mail:	arkadiusz.swierczok@pwr.edu.pl	tomasz.hardy@pwr.edu.pl

Technologie energetyczne nowej generacji

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Technologie energetyczne nowej generacji
Nazwa w języku angielskim	New Generation Energy Technologies
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2305
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Kompetencje w zakresie termodynamiki, procesu i paliw potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów I stopnia studiów
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Szczegółowe zapoznanie studentów z trendami rozwoju i najistotniejszymi osiągnięciami związanymi z najnowszymi technologiami stosowanymi w energetyce, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student zna zagadnienia związane z trendami rozwoju i najistotniejszymi osiągnięciami związanymi z najnowszymi technologiami stosowanymi w energetyce, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Konwencjonalne systemy wytwarzania energii	2
Wy2	Wytwarzanie energii w układzie zgazowania zintegrowanym z obiegiem kombinowanym (IGCC)	2
Wy3	Technologia OXY-fuel, separacja i składowanie CO ₂	2
Wy4	Rozwiązania techniczne przyszłych elektrowni	2
Wy5	Wodór - alternatywa dla energetyki konwencjonalnej	2
Wy6	Wytwarzanie energii z wykorzystaniem nadkrytycznego obiegu CO ₂ (S-CO ₂)	2
Wy7,8	Współczesne technologie energetycznych reaktorów jądrowych	4
Wy9	Podstawowe zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych	2
Wy10	Małe modułowe reaktory jądrowe SMR	2
Wy11	Reaktory jądrowe IV generacji	2
Wy12	Podstawowe reakcje fuzyjne i podstawy fuzyji jądrowej.	2
Wy13	Podstawy fizyki plazmy i możliwości kontrolowania i utrzymania plazmy.	2
Wy14	Przegląd wybranych eksperymentów fuzyji jądrowej.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład informacyjno-problemowy w formie prezentacji multimedialnej
N2	Konsultacje
N3	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Tadeusz J. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004
2	Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Firlit Red., Elektrownie ze źródłami odnawialnymi: zagadnienia wybrane, Kraków : Wydawnictwa AGH 2015
3	Kubowski J., Elektrownie jądrowe, WNT 2014
4	Jeziński G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005
5	Kenro Miyamoto, Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, NIFS-PROC-48 by National Institute of Fusion Science (NIFS) in Tokio
Literatura uzupełniająca	
1	Alexander V. Dimitrov, Introduction to Energy Technologies for Efficient Power Generation, 1st Edition, CRC Press 2017
2	Paul Breeze, Power Generation Technologies, 3rd Edition, Newnes 2019
3	Jean-Claude Sabonnadière (Ed.), Renewable Energy Technologies, Wiley-ISTE 2010
4	

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Wojciech Moron
E-mail:	wojciech.moron@pwr.edu.pl

Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Turbiny wiatrowe, gazowe i wodne
Nazwa w języku angielskim	Gas, wind and hydro turbines
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2321
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25			50	
Forma zaliczenia	Zaliczenie			Zaliczenie	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68			0,76	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Student ma wiedzę i umiejętności z zakresu cieplnych maszyn przepływowych, a także mechaniki, mechaniki płynów, termodynamiki, wytrzymałości materiałów, konstrukcji maszyn oraz podstaw materiałoznawstwa
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Przedstawienie specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych turbin gazowych, wiatrowych i wodnych
C2	Rozszerzenie zakresu obliczeń projektowych (cieplnych, przepływowych i wytrzymałościowych)
C3	Zaznajomienie z podstawami eksploatacji niektórych konstrukcji

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student jest w stanie scharakteryzować różne konstrukcje turbin gazowych, wiatrowych i wodnych
PEU_W02	Student jest w stanie zdefiniować procesy konwersji energii zachodzące w wybranych maszynach
PEU_W03	Student jest w stanie objaśnić rolę wybranych maszyn w kontekście sektora energetycznego
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student umie analizować podstawowe charakterystyki przepływowe maszyn
PEU_U02	Student umie wykonać wstępne obliczenia cieplno-przepływowe wybranych maszyn
PEU_U03	Student umie zaprojektować podstawowe elementy wybranych maszyn

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady realizacji kursu	1
Wy2	Stan aktualny i perspektywy rozwoju turbin wodnych	2
Wy3	Zasada działania i konstrukcje turbin wodnych	2
Wy4	Stan aktualny i perspektywy rozwoju turbin gazowych	2
Wy5	Zasada działania i konstrukcje turbin gazowych	2
Wy6	Stan aktualny i perspektywy rozwoju turbin wiatrowych	2
Wy7	Zasada działania i konstrukcje turbin wiatrowych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zasady realizacji kursu.	1
Pr2	Zasady projektowania wybranej maszyny przepływowej.	2
Pr3	Wykonanie obliczeń termodynamicznych przepływu.	2
Pr4	Wykonanie obliczeń kinematycznych przepływu.	2
Pr5-6	Wyznaczenie geometrii maszyny.	4
Pr7	Optymalizacja konstrukcji.	2
Pr8	Prezentacja i obrona projektu.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.
N2	Prezentacja projektu, dyskusja problemu.
N3	Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.
N4	Konsultacje indywidualne.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U02	Aktywność na zajęciach i wykonanie projektu
F2	PEU_U03	Prezentacja i obrona projektu
$P1 = (F1+F2)/2$		
P2	PEU_W01-PEU_W03	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Manwell J., MCGowan J.G., Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, Wiley, 2010.
2	Andreson C., Wind Turbines: Theory and Practice, Cambridge University Press, 2020.
3	Dakshina Murty V., Turbomachinery: Concepts, Applications, and Design, CRC Press, 2018.
4	Baskharone E.A., Principles of Turbomachinery in Air-Breathing Engines, Cambridge University Press, 2017.
5	Lefebvre A.H., Ballal D.R., Gas Turbine Combustion: Alternative Fuels and Emissions, CRC Press, 2010.
6	Pandey B., Karki A., Hydroelectric Energy Renewable Energy and the Environment, CRC Press, 2016.
7	Nechleba M., Hydraulic Turbines: Their Design and Equipment, Prague, 1957.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Przemysław Szulc, Krzysztof Czajka
E-mail:	przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl, krzysztof.czajka@pwr.edu.pl

Współczesne reaktory jądrowe

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Współczesne reaktory jądrowe
Nazwa w języku angielskim	Advanced Nuclear Power Reactors
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2317
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,44		0,76		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza z zakresu fizyki, chemii, termodynamiki, przekazywania ciepła i masy oraz mechaniki płynów.
2.	Znajomość wybranych zagadnień związanych z budową i eksploatacją siłowni cieplnych.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Omówienie wybranych zagadnień z zakresu fizyki reaktorów jądrowych.
C2	Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu budowy, zasady działania i eksploatacji współczesnych reaktorów jądrowych.
C3	Przedstawienie koncepcji oraz rozwiązań konstrukcyjnych reaktorów IV Generacji oraz SMR.
C4	Wyrobienie umiejętności poprawnego analizowania i interpretowania zmian wybranych parametrów eksploatacyjnych reaktora w warunkach normalnej pracy oraz w stanach awaryjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Potrafi scharakteryzować podstawowe procesy i zjawiska zachodzące w rdzeniu reaktora.
PEU_W02	Posiada wiedzę z zakresu budowy, zasady działania oraz eksploatacji współczesnych energetycznych reaktorów jądrowych.
PEU_W03	Zna podstawowe koncepcje reaktorów jądrowych IV Generacji oraz SMR.

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi poprawnie analizować i interpretować przebieg zmian podstawowych parametrów eksploatacyjnych reaktora w warunkach normalnej pracy oraz w stanach awaryjnych.
PEU_U02	Posiada umiejętność analizowania pracy systemów bezpieczeństwa reaktora.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zagadnienia energetyki jądrowej. Perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce i na świecie.	2
Wy2	Budowa atomu i jego jądra. Defekt masy i energia wiązania. Reakcja jądrowa – definicja, przykłady.	2
Wy3	Promieniotwórczość. Rodzaje rozpadów promieniotwórczych i ich charakterystyka. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Elementy ochrony radiologicznej.	2
Wy4	Reakcje jądrowe z udziałem neutronów. Charakterystyka neutronów. Pojęcie przekroju czynnego. Spowalnianie neutronów (moderacja). Rozszczepienie jądra atomowego.	2
Wy5	Reakcja łańcuchowa. Pojęcie masy krytycznej. Dynamika reaktora – istota regulacji mocy reaktora, efektywny współczynnik mnożenia neutronów.	2
Wy6	Historia, rozwój i klasyfikacja reaktorów jądrowych. Reaktory badawcze i napędowe.	2
Wy7	Reaktor lekkowodny ciśnieniowy typu PWR – budowa, zasada działania, parametry pracy, charakterystyka ciepłno-przepływowa. Konstrukcja rdzenia i elementów paliwowych. Wybrane zagadnienia z zakresu eksploatacji reaktorów PWR.	2
Wy8	Główne układy pomocnicze oraz systemy bezpieczeństwa reaktora PWR. Zasady sterowania mocą bloku jądrowego z reaktorem PWR – układ regulacji mocy.	2
Wy9	Reaktor lekkowodny wrzący typu BWR – budowa, zasada działania, parametry pracy. Konstrukcja rdzenia i elementów paliwowych. Wybrane zagadnienia z zakresu eksploatacji reaktorów BWR.	2
Wy10	Reaktory jądrowe o konstrukcji kanałowej – budowa, zasada działania, parametry pracy. Konstrukcja rdzenia i elementów paliwowych. Wybrane zagadnienia z zakresu eksploatacji reaktorów kanałowych.	2
Wy11	Reaktory jądrowe III/III+ Generacji – charakterystyka ogólna. Podstawowe parametry eksploatacyjne. Charakterystyczne cechy bezpieczeństwa – systemy pasywne.	2
Wy12	Reaktory jądrowe IV Generacji – podstawowe koncepcje i rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, parametry pracy. Konstrukcje rdzenia i elementów paliwowych. Cechy bezpieczeństwa. Zastosowanie.	2
Wy13	Małe modułowe reaktory jądrowe SMR – przegląd koncepcji i rozwiązań konstrukcyjnych, parametry pracy. Konstrukcje rdzenia i elementów paliwowych. Zastosowanie.	2
Wy14	Wprowadzenia do zagadnienia bezpieczeństwa energetyki jądrowej. Podstawowe zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych – zasada obrony w głąb.	2
Wy14	Klasyfikacja odpadów promieniotwórczych. Gospodarka odpadami nisko- i średnio-aktywnymi oraz wypalonym paliwem z reaktorów jądrowych.	2
Wy15	Oddziaływanie elektrowni jądrowych na środowisko.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wprowadzające – regulamin laboratorium.	1
La2	Omówienie budowy i obsługi programu PC-Tran do komputerowej symulacji pracy elektrowni jądrowej z reaktorem wodnym ciśnieniowym typu PWR.	2
La3	Badanie i analiza wybranych parametrów eksploatacyjnych reaktora PWR podczas pracy w stanie ustalonym.	2
La4	Badanie i analiza wybranych parametrów eksploatacyjnych reaktora PWR podczas pracy w stanie nieustalonym.	2
La5-7	Badanie przebiegu wybranych awarii projektowych i pozaprojektowych w reaktorze PWR oraz ich wpływu na wybrane parametry eksploatacyjne reaktora. Analiza pracy systemów pomocniczych i bezpieczeństwa reaktora dla symulowanych scenariuszy awarii.	6
La8	Zajęcia podsumowujące. Zaliczenie.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2	Ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem programu komputerowego.
N3	Konsultacje.
N4	Praca własna studenta.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 – PEU_W03	Egzamin
P2	PEU_U01 – PEU_U02	Średnia ocen ze sprawozdań

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Kubowski J., Elektrownie jądrowe, WNT 2014
2	Praca zbiorowa, Wszystko o energetyce jądrowej, AREVA, 2008
3	Jeziński G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005
4	Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN, Warszawa 1991
5	Kubowski J., Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT 2010
Literatura uzupełniająca	
1	Kierunki rozwoju elektrowni jądrowych, WPWr 1997
2	Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT 2005
3	Ackermann G., Eksploatacja elektrowni jądrowych, WNT 1987

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Wojciech Zacharczuk
E-mail:	wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

Wybrane aspekty energetyki jądrowej

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Wybrane aspekty energetyki jądrowej
Nazwa w języku angielskim	Selected aspects of nuclear power
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2323
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza z zakresu fizyki, chemii, termodynamiki, wymiany ciepła.
2.	Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu energetyki jądrowej.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie z cyklem paliwowym w energetyce jądrowej.
C2	Zaznajomienie z zagadnieniami dotyczącymi postępowania z wypalonym paliwem i odpadami radioaktywnymi.
C3	Przekazanie wiedzy z zakresu bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Umie scharakteryzować i omówić główne etapy jądrowego cyklu paliwowego.
PEU_W02	Zna klasyfikację odpadów promieniotwórczych oraz sposoby ich składowania.
PEU_W03	Potrafi scharakteryzować i omówić źródła potencjalnego zagrożenia w elektrowni jądrowej.
PEU_W04	Zna podstawowe zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych oraz wymagania dotyczące ich rozwiązań projektowych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasoby rudy uranu w Polsce i na świecie. Wydobycie, przerób i oczyszczanie rudy uranu.	2
Wy2	Proces konwersji chemicznej koncentratu uranowego. Wzbogacanie izotopowe uranu.	2
Wy3	Wytwarzanie zestawów paliwowych do reaktorów jądrowych.	2
Wy4	Kampania paliwowa w reaktorze jądrowym.	2
Wy5	Wymiana, przechowywanie i transport wypalonego paliwa.	2
Wy6	Gospodarka odpadami nisko- i średnioaktywnymi – przetwarzanie, metody składowania.	2
Wy7	Składowanie odpadów wysokoaktywnych i paliwa wypalonego.	2
Wy8	Charakterystyka źródeł potencjalnego zagrożenia w elektrowni jądrowej.	2
Wy9	Zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. Strategia obrony w głąb.	2
Wy10	Podstawowe wymagania dla rozwiązań projektowych elektrowni jądrowych. Układy bezpieczeństwa.	2
Wy11	Międzynarodowe wymagania i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa energetyki jądrowej.	2
Wy12	Bezpieczeństwo współczesnych elektrowni jądrowych z reaktorami generacji III/III+.	2
Wy13	Przyczyny, przebieg i skutki wybranych awarii w elektrowniach jądrowych.	2
Wy14	Wpływ energetyki jądrowej na środowisko i zdrowie człowieka.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2	Konsultacje.
N3	Praca własna studenta.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W04	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Kubowski J., Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT 2017
2	Barre B. (pod red.), Wszystko o energetyce jądrowej, AREVA 2011
3	Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN 1991
4	Ackermann G., Eksploatacja elektrowni jądrowych, WNT 1987
Literatura uzupełniająca	
1	Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT 2016
2	Jeziński G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005
3	Kierunki rozwoju elektrowni jądrowych, WPWr 1997

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Wojciech Zacharczuk, Andrzej Tatarek
E-mail:	wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl; andrzej.tatarek@pwr.edu.pl

Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych
Nazwa w języku angielskim	Selected Problems of Thermal-Flow Processes
Kierunek studiów	Energetyka
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W09ENG-SM2304
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,68		0,76		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Umiejętność tworzenia geometrii 3-D w programach inżynierskich.
2.	Wiedza z zakresu wymiany ciepła i mechaniki płynów.

CELE PRZEDMIOTU

C1	przekazanie wiedzy na temat metod symulacji zjawisk ciepłno-przepływowych
C2	Wyrobienie umiejętności wykonania i analizy wyników symulacji numerycznych wybranych procesów ciepłno-przepływowych
C3	wykształcenie umiejętności dobierania odpowiednich modeli przepływów wielofazowych
C4	wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń numerycznych dla modeli zaimplementowanym modelem radiacji oraz FSI

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma wiedzę na temat podstawowych równań opisujących wymianę ciepła i ruch płynu
PEU_W02	ma wiedzę dotyczącą zjawiska turbulencji i jej modeli
PEU_W03	posiada wiedzę na temat metod numerycznego rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła
PEU_W04	ma wiedzę na temat wymiany ciepła w kontekście zmiany fazy, radiacji.
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	potrafi generować geometrie i siatki numeryczne
PEU_U02	ma umiejętność wyboru odpowiedniego modelu przepływowego w przepływach wielofazowych
PEU_U03	potrafi wykonywać obliczenia i interpretować wyniki symulacji zjawisk cieplnych w przepływach wielofazowych, z udziałem radiacji

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wstęp do zagadnień wymiany ciepła	1
Wy2	Rozwiązywanie zagadnień związanych z wymianą ciepła	2
Wy3	Przepływ, turbulencja i zagadnienia cieplno-przepływowe	2
Wy4	Przepływy wielofazowe, przepływ z fazą dyskretną	2
Wy5	Skraplanie i wrzenie	2
Wy6	Radiacyjna wymiana ciepła	2
Wy7	Odziaływanie struktur przepływowych i mechanicznych - FSI	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne.	1
La2	Obliczanie nieustalanej wymiany ciepła.	2
La3	Modelowanie wymiany ciepła przez promieniowanie.	2
La4	Modelowanie przepływów wielofazowych.	2
La5	Modelowanie procesów skraplania/wrzenia.	2
La6	Modelowanie przepływu zawierającego cząstki ciała stałego.	2
La7	Modelowanie procesu mieszania w mieszalniku.	2
La8	Modelowanie opływu łopatki turbiny.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna.
N2	Program do generowania geometrii oraz siatek numerycznych m.in. ANSYS ICEM lub SpaceClaim Geometry.
N3	Program do przeprowadzania symulacji m.in. CFD ANSYS CFX.
N4	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1-F7	PEU_U01- PEU_U03	Sprawozdania z La2-La8
P1		Średnia ocen ze sprawozdań (F1-F7)
P2	PEU_W01- PEU_W04	kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
2	Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
3	Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
Literatura uzupełniająca	
1	Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
2	Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
3	Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Przemysław Błasiak
E-mail:	przemyslaw.blasiak@pwr.edu.pl

Zarządzanie projektami w energetyce

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Zarządzanie projektami w energetyce
Nazwa w języku angielskim	Project Management at Energy Sector
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0111
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Brak wymagań wstępnych
----	------------------------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Przekazanie studentom wiedzy o zarządzaniu projektem
C2	Przekazanie studentom wiedzy na temat realizacji projektów w sektorze energetycznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę na temat projektów, zna podstawowe składowe projektu oraz wie jak nimi zarządzać.
PEU_W02	Zna i rozumie podstawowe uwarunkowania związane z realizacją projektów w sektorze energetyki.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów do myślenia i działania w zespole projektowym.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład	Liczba godzin
----------------------	---------------

Wy1	Zajęcia organizacyjne. Przedstawienie celów i zakresu przedmiotu oraz warunków zaliczenia. Wprowadzenie do zarządzania projektami	3
Wy2	Istota zrównoważonego rozwoju. Zrównoważony rozwój a projekty. Podstawy PRISM.	4
Wy3	Projekt – definicja, rodzaje, elementy składowe, metodyka.	3
Wy4	Współczesne koncepcje zarządzania projektami.	3
Wy5	Przebieg projektu. Planowanie, przygotowanie i organizacja projektu. Zarządzanie czasem, budżetem oraz zespołem projektowym.	3
Wy6	Zagrożenia w procesie realizacji projektu. Rodzaje i źródła ryzyka.	4
Wy7	Przygotowanie oferty projektu w sektorze energetycznym. Taktyka działania. Relacje inwestor – oferent – konkurencja	3
Wy8	Studia przypadku I. Remonty elektrofiltrów w dużych elektrowniach i elektrociepłowniach w Polsce. Opisy przypadków, dokumentacja fotograficzna, refleksje i wnioski.	4
Wy9	Studia przypadku II. Instalacja do wychwytywania CO2 w dużym obiekcie hutniczym.	2
Wy10	Studia przypadku III. Inwestycje OZE w realizacji programu „zero emisyjności” dla dużych firm przemysłowych.	2
Wy11	Wykład podsumowujący. Scenariusze rozwoju sektora energii w Polsce w świetle realizowanych projektów inwestycyjnych.	2
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).
N2	Materiały wykładowe dostępne w formie elektronicznej.
N3	Studia przypadków.
N4	Kolokwium.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Aktywny udział w zajęciach – udział w dyskusjach
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
P1	P = 04 F1 + 06 F2	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	J. Carboni, W. Duncan, M. Gonzales, P. Milsom. M. Young., Zrównoważone zarządzanie projektami. Podręcznik GPM. Wyd. pm2pm 2020
2	P. J. Fielding., Zarządzanie projektami. Realizuj zadania w terminie nie przekraczając budżetu, Wyd. Lingea 2021
Literatura uzupełniająca	
1	E. M. Goldratt, Cel I. Doskonałość w produkcji. Wyd. Mintbooks 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	dr inż. Adam Świda
E-mail:	adam.swida@pwr.edu.pl

Zarządzanie zespołami ludzkimi

Wydział	Mechaniczno-Energetyczny
Nazwa w języku polskim	Zarządzanie zespołami ludzkimi
Nazwa w języku angielskim	Team Management
Kierunek studiów	
Specjalność	-
Stopień	II stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Język wykładowy	polski
Cykl kształcenia od	2023/2024
Kod przedmiotu	W08W09-SM0115
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,28				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Brak
----	------

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zdobycie wiedzy na temat psychologicznych modeli pracy zespołowej, dynamiki grup i mechanizmów determinujących ich efektywność.
C2	Zdobycie umiejętności diagnozowania i rozwiązywania problemów w obszarze tworzenia, kierowania i motywowania zespołami.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Rozumie istotę i znaczenie wpływu procesów psychologicznych na funkcjonowanie grup i zespołów.
PEU_W02	Posiada podstawową wiedzę o mechanizmach determinujących tworzenie efektywnych zespołów.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przyjąć rolę lidera zespołu.
PEU_U02	Potrafi zdiagnozować role grupowe poszczególnych członków zespołu.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi zidentyfikować problemy w funkcjonowaniu grup i zespołów.
PEU_K02	Potrafi przewidywać skutki funkcjonowania grup (np. zadaniowych i projektowych) dla organizacji.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady organizacji i warunki zaliczenia zajęć. Psychologiczne podstawy funkcjonowania zespołów w organizacjach.	2
Wy2	Podstawowe orientacje i motywy zachowań ludzi.	2
Wy3	Procesy percepcji i kategoryzacji społecznej.	2
Wy4	Dynamika grup, proces powstawania zespołów, cele, normy, zaangażowanie, tożsamość zespołowa,	2
Wy5	Charakterystyka zespołów - spójność grup i zespołów, motywacja i zaangażowanie).	2
Wy6	Psychologiczne uwarunkowania pracy zespołowej. Syndrom grupowego myślenia.	2
Wy7	Mechanizmy władzy i przywództwa w zespole.	2
Wy8-9	Mechanizmy wpływu społecznego w zespołach.	4
Wy10	Zarządzanie twórczością i innowacyjnością w zespole.	2
Wy11	Negatywne zjawiska w pracy zespołowej: stres, wypalenie zawodowe - oraz sposoby ich przeciwdziałania.	2
Wy12	Negatywne zachowania członków zespołu: zachowania agresywne, zachowania kontrproduktywne i dewiacyjne - oraz sposoby ich przeciwdziałania.	2
Wy13	Konflikty w zespole i sposoby ich rozwiązywania.	2
Wy14	Procesy komunikacji w zespole.	2
Wy15	Przykłady skutecznego i nieskutecznego funkcjonowania zespołów z uwzględnieniem branży energetycznej. Podsumowanie zajęć.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z wykorzystaniem prezentacji i innych narzędzi multimedialnych
N2	Dyskusja moderowana
N3	Analizy przypadków
N4	Zadania indywidualne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		Indywidualna ocena za aktywność w trakcie wykładów
F2		Zaliczeniowy sprawdzian wiedzy
P1		P = 1/3 F1 = 2/3 F2

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Rożnowski, B., Fortuna, P. (2020). <i>Psychologia biznesu</i> . Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
2	Zawadzka, A.M. red. (2022). <i>Psychologia zarządzania w organizacji</i> . Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
3	Wojciszke, B. (2022). <i>Psychologia społeczna. Wydanie 3</i> . Warszawa: Scholar
4	Cialdini, R. (2023). <i>Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka</i> . Gdańsk: GWP.
Literatura uzupełniająca	
1	Duhigg Ch. (2016). <i>Mądrzej, szybciej, lepiej</i> . Warszawa: PWN.
2	Lencioni P. (2016). <i>Pięć dysfunkcji pracy zespołowej</i> . Gdańsk: GWP.
3	Brown, R. (2006). <i>Procesy grupowe. Dynamika wewnątrzgrupowa i międzygrupowa</i> . Gdańsk: GWP.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr Anna Borkowska
E-mail:	Anna.borkowska@pwr.edu.pl