

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zarządzanie i inżynieria niezawodności systemów**

Nazwa w języku angielskim: **Systems reliability engineering and management**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Zarządzanie i Inżynieria Produkcji**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ZPM041023, 1460 (2020)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
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 kontaktu (BK)					

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę podstawową z zakresu zarządzania, projektowania i badania procesów/systemów technicznych (w tym produkcyjnych oraz usługowych/logistycznych).
2. Ma wiedzę podstawową z zakresu badań operacyjnych.
3. Posiada podstawową znajomość arkusza kalkulacyjnego, np. Excel.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie pogłębionej wiedzy z zakresu zarządzania eksploatacją i niezawodnością systemów technicznych oraz systemów je wspierających.

C2. Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie metod, narzędzi, technik i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu niezawodności i utrzymania systemów technicznych.

C3. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów w praktyce, jakie mogą zakłócać efektywne funkcjonowanie systemów technicznych.

C4. Nabycie umiejętności projektowania procesów eksploatacji przy uwzględnieniu konieczności zapewnienia pożądanego poziomu gotowości operacyjnej oraz efektywności finansowej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student ma pogłębioną wiedzę na temat eksploatacji, niezawodności i trwałości systemów technicznych (w tym produkcyjnych i usługowych/logistycznych).

PEK\_W02 - Ma wiedzę o trendach rozwojowych techniki i organizacji utrzymania systemów technicznych (szczególnie produkcyjnych)

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania niezawodnych systemów technicznych (w tym produkcyjnych).

PEK\_U02 - Potrafi zaplanować i przeprowadzić szczegółową analizę i badania w obszarach niezawodności i utrzymania wybranego systemu technicznego.

PEK\_U03 - Potrafi podejmować racjonalne decyzje w aspekcie zarządzania eksploatacją systemów technicznych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.

PEK\_K02 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonych zadań i problemów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do inżynierii niezawodności. Systemy zarządzania niezawodnością.	2
Wy2	Procesy prowadzące do uszkodzeń i awarii. Klasyfikacja i przyczyny powstawania uszkodzeń.	2
Wy3	Charakterystyki i wskaźniki niezawodności. Fizyczna i statystyczna interpretacja wskaźników niezawodności.	2
Wy4	Modelowanie niezawodności systemów technicznych. Struktury niezawodnościowe.	4
Wy5	Modele matematyczne dyskretnych i ciągłych rozkładów prawdopodobieństwa uszkodzeń.	2
Wy6	Procesy stochastyczne w niezawodności. Proces Poissona oraz urodzeń i śmierci. Procesy Markowa.	4

Wy7	Niezawodność w projektowaniu.	2
Wy8	Niezawodność w produkcji.	2
Wy9	Niezawodność w eksploatacji systemów.	4
Wy10	Doświadczalne badanie niezawodności.	2
Wy11	Niezawodność – koszty czy zyski?	2
Wy12	Ewolucja teorii niezawodności – kierunki rozwoju.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do zajęć projektowych. Analiza niezawodności obiektów technicznych (np. wyznaczenie funkcji niezawodności, zawodności, intensywności uszkodzeń).	3
Proj2	Wykorzystanie testów zgodności do oceny niezawodności obiektów technicznych.	2
Proj3	Analiza struktury niezawodnościowej obiektu technicznego, określenie optymalnego okresu gwarancji przy określonych założeniach.	2
Proj4	Wybór strategii obsługiwanego obiektu technicznego przy uwzględnieniu kryteriów ekonomicznego i niezawodnościowego.	2
Proj5	Zagadnienie konserwatora.	2
Proj6	Analizy eksploatacyjne. Wpływ warunków użytkowania na parametry niezawodnościowe.	2
Proj7	Koszty w eksploatacji.	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna  
N2. dyskusja problemowa  
N3. konsultacje  
N4. praca własna - przygotowanie do projektu  
N5. case study

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02	kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	kolokwium
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	ocena z zadań realizowanych na zajęciach projektowych
$P = (1/2)F1 + (1/2)F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Borkowski S., Selejdak J., Salamon Sz., Efektywność eksploatacji maszyn i urządzeń, Sekcja Wydawnicza Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2006</li> <li>2. Dwiliński L., Wstęp do teorii eksploatacji obiektu technicznego, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991</li> <li>3. Figurski J., Podstawy eksploatacji obiektów technicznych, Międzyresortowe Centrum Naukowe Eksploatacji Majątku Trwałego, Radom 1990</li> <li>4. Gołębek A., Eksploatacja i niezawodność maszyn, Politechnika Wrocławska skrypt, Wrocław 1988</li> <li>5. Kazimierczak J., Eksploatacja systemów technicznych. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000</li> <li>6. Legutko S., Eksploatacja maszyn. Wyd. PP, Poznań 2007</li> <li>7. Niziński S., Elementy eksploatacji obiektów technicznych. Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000</li> <li>8. Nowakowski T. Niezawodność systemów logistycznych. Wyd. PWr. Wrocław 2011</li> <li>9. Oziemski S., Efektywność eksploatacji maszyn. BPE, Radom ITE, Warszawa 1999</li> <li>10. Ważyńska-Fiok K., Niezawodność systemów technicznych, PWN, Warszawa 1990</li> <li>11. Werbińska-Wojciechowska S., Modele utrzymania systemów technicznych w aspekcie koncepcji opóźnień czasowych. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2018.</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bobrowski D., Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach, WNT, Warszawa 1985</li> <li>2. Chaberek M.: Makro i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego. Wydawnictwo Uniw. Gdańskiego, Gdańsk 2002</li> <li>3. Grabski F., Jaźwiński J., Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, Warszawa 2009</li> <li>4. Nowakowski T., Metodyka prognozowania niezawodności obiektów mechanicznych, Wyd. PWr., Wrocław 1999</li> <li>5. Szopa T., Niezawodność i bezpieczeństwo, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009</li> </ol>

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Sylwia Werbińska-Wojciechowska tel.: 71 320-34-27 email: [Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl](mailto:Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zarządzanie i inżynieria niezawodności systemów**

Name in English: **Systems reliability engineering and management**

Main field of study (if applicable): **Management and Manufacturing Engineering**

Specialization (if applicable):

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ZPM041023, 1460 (2020)**

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)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
Group of courses					
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 (BK) classes					

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has basic knowledge of management, design and testing of technical processes/systems (including production and service/logistics ones).
2. Has a basic knowledge in the field of operations research.
3. Has a basic knowledge in the field of spreadsheet using, e.g. Excel.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The acquisition of the extended knowledge in the areas of maintenance management and dependability management of technical

systems and their supporting systems.

C2. The acquisition of the basic knowledge in the areas of basic methods, tools, techniques and materials used to solve complex engineering tasks in the field of reliability and maintenance of technical systems.

C3. Acquiring the ability to solve the real-life problems, which may affect the effective performance of technical systems.

C4. Acquiring the ability to design operation and maintenance processes, taking into account the need to ensure the desired level of operational availability and financial efficiency.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The student has extended knowledge of the operation and maintenance, dependability and durability of technical systems (including production and service/logistics ones).

PEK\_W02 - Has knowledge of development trends in technology and organization of maintenance of technical systems (especially production systems).

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Able to use the known methods and mathematical models to analyze and design reliable technical systems (including production systems).

PEK\_U02 - Can plan and carry out a detailed analysis and research in the areas of reliability and maintenance of the selected technical system.

PEK\_U03 - Can make rational decisions in the aspect of technical systems operation and maintenance management performance.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Can think and act in a creative and enterprising way.

PEK\_K02 - Able to prioritize appropriately for specific tasks and problems.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to reliability engineering. Reliability management systems.	2
Lec2	Processes leading to damage and failures. Classification and causes of failures.	2
Lec3	Characteristics and indicators of reliability. Physical and statistical interpretation of reliability indicators.	2
Lec4	Modeling the reliability of technical systems. Reliability structures.	4
Lec5	Mathematical models of discrete and continuous failure probability distributions.	2
Lec6	Stochastic processes in reliability. The Poisson process and the birth and death process. Markov processes.	4

Lec7	Reliability in design.	2
Lec8	Reliability in production.	2
Lec9	Reliability in systems operation and maintenance.	4
Lec10	Experimental reliability testing.	2
Lec11	Reliability - Cost or Profit?	2
Lec12	Evolution of the theory of reliability - directions of development.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction to the project course. Reliability analysis of technical objects (e.g. evaluation of reliability/unreliability functions, failure intensity).	3
Proj2	The use of conformance tests to assess the reliability of technical objects.	2
Proj3	Analysis of technical objects reliability structure, definition of optimal warranty period for the specified assumptions.	2
Proj4	Maintenance strategy selection with taking into account economic and reliability criteria.	2
Proj5	Repairman problem.	2
Proj6	Maintenance analyzes. Impact of operational conditions on reliability parameters.	2
Proj7	Costs in operation and maintenance.	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. problem discussion N3. tutorials N4. self study - preparation for project class N5. case study		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02	test
P = F1		

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	test
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	assessment of tasks carried out during project classes
$P = (1/2)F1 + (1/2)F2$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE

1. Borkowski S., Selejdak J., Salamon Sz., Efektywność eksploatacji maszyn i urządzeń, Sekcja Wydawnicza Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2006
2. Dwiliński L., Wstęp do teorii eksploatacji obiektu technicznego, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991
3. Figurski J., Podstawy eksploatacji obiektów technicznych, Międzyresortowe Centrum Naukowe Eksploatacji Majątku Trwałego, Radom 1990
4. Gołąbek A., Eksploatacja i niezawodność maszyn, Politechnika Wrocławska skrypt, Wrocław 1988
5. Kazimierczak J., Eksploatacja systemów technicznych. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
6. Legutko S., Eksploatacja maszyn. Wyd. PP, Poznań 2007
7. Niziński S., Elementy eksploatacji obiektów technicznych. Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000
8. Nowakowski T. Niezawodność systemów logistycznych. Wyd. PWr. Wrocław 2011
9. Oziemski S., Efektywność eksploatacji maszyn. BPE, Radom ITE, Warszawa 1999
10. Ważyńska-Fiok K., Niezawodność systemów technicznych, PWN, Warszawa 1990
11. Werbińska-Wojciechowska S., Modele utrzymania systemów technicznych w aspekcie koncepcji opóźnień czasowych. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2018.

#### SECONDARY LITERATURE

1. Bobrowski D., Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach, WNT, Warszawa 1985
2. Chaberek M.: Makro i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego. Wydawnictwo Uniw. Gdańskiego, Gdańsk 2002
3. Grabski F., Jaźwiński J., Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, Warszawa 2009
4. Nowakowski T., Metodyka prognozowania niezawodności obiektów mechanicznych, Wyd. PWr., Wrocław 1999
5. Szopa T., Niezawodność i bezpieczeństwo, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Sylwia Werbińska-Wojciechowska tel.: 71 320-34-27 email: [Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl](mailto:Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl)