

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Niezawodność i utrzymanie systemów technicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Dependability and maintenance of technical systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Transport**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Organizacja i Projektowanie Systemów Transportowych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **TRM041024**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
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 kontaktu (BK)	0.6			0.7	

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

1. ma wiedzę podstawową z zakresu zarządzania, projektowania i badania procesów operacyjnych/systemów technicznych
2. ma wiedzę podstawową z zakresu matematyki stosowanej
3. posiada podstawową znajomość arkusza kalkulacyjnego, np. Excel

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie pogłębionej wiedzy z zakresu podstaw eksploatacji i niezawodności systemów technicznych oraz systemów je wspierających.
- C2. Nabycie umiejętności wykorzystania podstawowych metod utrzymania urządzeń w gotowości technicznej.
- C3. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów w praktyce, jakie mogą zakłócać efektywne funkcjonowanie systemów technicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student ma pogłębioną wiedzę na temat eksploatacji, niezawodności i bezpieczeństwa infrastruktury i środków transportu.

PEK\_W02 - Zna podstawowe metody, narzędzia, techniki i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu niezawodności i utrzymania systemów transportowych.

PEK\_W03 - Ma wiedzę o trendach rozwojowych techniki i organizacji utrzymania systemów transportowych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł. Potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.

PEK\_U02 - Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania niezawodnych systemów transportowych.

PEK\_U03 - Potrafi zaplanować i przeprowadzić szczegółową analizę i badania w obszarach niezawodności i utrzymania wybranego systemu transportowego.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania. Potrafi pracować w grupie. Potrafi kierować małym zespołem przyjmując odpowiedzialność za efekty jego pracy.

PEK\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy teorii niezawodności - pojęcia podstawowe, uszkodzenie obiektu, charakterystyki niezawodnościowe, ocena niezawodności	2
Wy2	Modelowanie niezawodności systemów technicznych. Struktury niezawodnościowe	2
Wy3	Uszkodzenia obiektów technicznych - rodzaje i przyczyny. Narzędzia i metody analizy uszkodzeń obiektów technicznych	2
Wy4	Eksploatacja obiektu technicznego - podstawowe definicje. System eksploatacji i jego modele	2
Wy5	Proces eksploatacji urządzenia. Stan eksploatacji i zbiór stanów eksploatacji. Czas eksploatacji	2

Wy6	Odnova systemu technicznego. Zakres i cele utrzymania systemów technicznych	2
Wy7	Strategie remontowe i profilaktyka eksploatacyjna. Potencjał eksploatacyjny	2
Wy8	Zaliczenie	1
		Suma: 15
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	Wyznaczenie niezbędnej liczby części zamiennych dla zapewnienia poprawnej pracy obiektu technicznego	2
Proj7	Analizy eksploatacyjne. Wpływ warunków użytkowania na parametry niezawodnościowe	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna  
N2. dyskusja problemowa  
N3. konsultacje  
N4. praca własna - przygotowanie do projektu  
N5. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

#### 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, PEK_W03	egzamin pisemny
$P = 100\% \cdot F1$		

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
$P = 40\% \cdot F1 + 60\% \cdot F2$		

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. Gołąbek 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

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Niezawodność i utrzymanie systemów technicznych**

Name in English: **Dependability and maintenance of technical systems**

Main field of study (if applicable): **Transport**

Specialization (if applicable): **Transportation Systems Management and Designing**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **TRM041024**

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)	30			30	
Form of crediting	Examination			Crediting with grade	
Group of courses					
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 (BK) classes	0.6			0.7	

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

1. has a basic knowledge in the areas of management, operational processes/technical systems performance design and testing
2. has a basic knowledge in the field of applied mathematics
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 theory of exploitation and dependability of technical systems and their supporting systems.

C2. Acquiring the ability to use the main maintenance methods.

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

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The student has in-depth knowledge about the operation and maintenance, reliability and safety of transport infrastructure and means of transport.

PEK\_W02 - Knows the basic methods, tools, techniques and materials used to solve complex engineering tasks in the field of reliability and maintenance of transport systems.

PEK\_W03 - Has knowledge of development trends in technology and organization of maintenance of transport systems.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to obtain information from literature, databases and other sources. Is able to integrate the information obtained, make their interpretation and critical assessment, as well as draw conclusions and formulate and comprehensively justify opinions.

PEK\_U02 - Is able to use known methods and mathematical models to analyze and design reliable transport systems.

PEK\_U03 - Is able to plan and carry out a detailed analysis in the areas of reliability and maintenance of the selected transport system.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Is able to properly prioritize the implementation of the tasks specified by him or others. Can work in a group. He can lead a small team by taking responsibility for the effects of his work.

PEK\_K02 - Is able to think and act in a creative and entrepreneurial way.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Elements of theory of reliability - the main terms, object failure, reliability characteristics, dependability assessment	2
Lec2	Modelling of technical systems reliability. Reliability structures	2
Lec3	Technical objects failures - types and causes. Tools and methods of technical object failure analysis	2
Lec4	Technical object exploitation problems - the main terms and definitions. System of operation and maintenance and its models	2

Lec5	Equipment exploitation process. Exploitation state and the set of exploitation states of equipment	2
Lec6	Technical system renewal. Scope and objectives of technical systems maintenance	2
Lec7	Maintenance strategies and operating and maintenance prevention. Potential for the operation and maintenance	2
Lec8	Test	1
		Total hours: 15
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	Determination of the number of parts necessary to ensure correct operation of a technical object	2
Proj7	Maintenance analyzes. Impact of operational conditions on reliability parameters	2
		Total hours: 15

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

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, PEK_W03	written exam
P = 100%*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	a positive evaluation of the tasks performed during the project classes
$P = 40\% \cdot F1 + 60\% \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</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. Gołąbek 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>SECONDARY LITERATURE</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>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Sylwia Werbińska-Wojciechowska tel.: 71 320-34-27 email: Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl

