

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Z

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria jakości i współrzędnościowa technika pomiarowa, Inżynieria mediów elektronicznych, Inżynieria produkcji środków transportu masowego, Inżynieria wytwarzania, Inżynieria zarządzania

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Eksploatacja i niezawodność systemów produkcyjnych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Operation and reliability of the production systems
KOD PRZEDMIOTU	Z232
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	30	0	15	15	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami z zakresu eksploatacji i niezawodności systemów produkcyjnych.

**Cel 2** Zapoznanie z zasadami prowadzenia badań, analiz i oceny systemów produkcyjnych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu fizyki, matematyki, metrologii, konstrukcji maszyn, technik i technologii wytwarzania, materiałów inżynierskich.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student, który zaliczył przedmiot jest w stanie zdefiniować pojęcia z zakresu eksploatacji i niezawodności systemów produkcyjnych.

**EK2 Wiedza** Student, który zaliczył przedmiot jest w stanie wymienić i opisać: charakterystyki tribologiczne i niezawodności, wskaźniki i modele niezawodności, etapy eksploatacji obiektu w technice, elementy struktury geometrycznej powierzchni, formy zużycia, metody badań tribologicznych (eksploatacyjnych) i niezawodności systemów, oprogramowanie komputerowe do analizy i prognozowania topografii powierzchni oraz niezawodności obiektów technicznych.

**EK3 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi zaplanować i przeprowadzić badania tribologiczne (eksploatacyjne) oraz niezawodności systemów.

**EK4 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi opracować wyniki badań topografii powierzchni oraz niezawodności obiektów technicznych i przeprowadzić ich analizę z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student, który zaliczył przedmiot posiada świadomość wpływu trwałości i niezawodności systemów na jakość produktu, bezpieczeństwo życia i środowiska oraz potrafi w zespole rozwiązywać problemy techniczne.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wprowadzenie do tematyki przedmiotu. Etapy eksploatacji obiektu w technice. Struktura geometryczna powierzchni elementów trących - charakterystyka i etapy analizy.	4
<b>W2</b>	Analiza systemowa zjawisk tribologicznych. Modelowanie i prognozowanie w tribologii. Środki smarowe w eksploatacji. Problemy w eksploatacji węzłów tarcia (formy zużycia i uszkodzenia) oraz sposoby ich eliminacji.	4
<b>W3</b>	Modyfikacja warstwy wierzchniej węzłów tarcia. Materiały i obróbka powierzchniowa elementów węzłów tarcia.	3
<b>W4</b>	Metody badań tribologicznych (eksploatacyjnych), urządzenia testowe do badań charakterystyk tribologicznych (tarcia i zużycia) oraz urządzenia pomiarowe do badań stanu powierzchni. Plan badań, opracowanie wyników - analiza i ocena.	5
<b>W5</b>	System techniczny. Teorie niezawodności. Charakterystyki niezawodnościowe. Niezawodność, trwałość i gotowość systemów technicznych. Stany eksploatacyjne obiektów w systemach technicznych.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W6</b>	Wskaźniki i modele niezawodności. Zasady modelowania niezawodności systemów produkcyjnych. Metody prognozowania wskaźników niezawodności maszyn, urządzeń i systemów technicznych. Analiza i optymalizacja kosztów utrzymania niezawodności maszyn i systemów.	5
<b>W7</b>	Badanie niezawodności systemów produkcyjnych - plany badań, metody wyznaczania niezawodności oraz technika opracowania wyników badań. Testowanie hipotez statystycznych i estymacja niezawodności. Badanie i analiza ryzyka, ocena bezpieczeństwa eksploatacji systemów produkcyjnych.	5

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	Wyznaczanie charakterystyk tribologicznych (siły tarcia, wielkości zużycia, współczynnika tarcia) badania o charakterze podstawowym dla różnych skojarzeń materiałowych oraz ukształtowania powierzchni elementów węzła tarcia.	3
<b>L2</b>	Wyznaczanie charakterystyk tribologicznych - badania o charakterze modelowym. Ocena wpływu parametrów pracy węzła tarcia (smarowanie, temperatura, geometria elementów pary trącej) na uzyskiwane wyniki. Diagnozowanie węzłów tarcia.	3
<b>L3</b>	Identyfikacja procesów zużycia. Weryfikacja i naprawa wybranych części maszyn. Wpływ parametrów pracy węzła tarcia na charakterystyki tribologiczne.	3
<b>L4</b>	Badanie i analiza stanu powierzchni technologicznej oraz eksploatacyjnej elementów węzła tarcia pod kątem parametrów pracy węzła tarcia (smarowanie, temperatura, geometria elementów pary trącej).	3
<b>L5</b>	Wyznaczenie podstawowych charakterystyk niezawodnościowych. Modele i wskaźniki niezawodności oraz zależności między nimi. Dekompozycja wybranego obiektu i klasyfikacja elementów.	3

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Analiza i ocena stanu powierzchni technologicznej oraz eksploatacyjnej elementów węzła tarcia z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.	4
<b>K2</b>	Weryfikacja rozkładu prawdopodobieństwa najlepiej opisującego czas poprawnej pracy poszczególnych elementów systemu. Symulacja czasów poprawnej pracy elementów systemu. Obliczenie charakterystyk funkcyjnych.	4

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K3</b>	Struktury obiektu - prezentacja graficzna i analityczna. Opracowanie drzewa uszkodzeń i analiza ryzyka dla wybranego obiektu technicznego.	4
<b>K4</b>	Analiza niezawodnościowa wybranego systemu produkcyjnego	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	26
Opracowanie wyników	14
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Podstawą zaliczenia przedmiotu jest obecność na zajęciach oraz pozytywny wynik uzyskany z zajęć laboratoryjnych i kolokwium zaliczeniowego.

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Projekt zespołowy

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Wykonanie i oddanie wszystkich sprawozdań i projektów.

**W2** Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu kształcenia.

**W3** Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen (punktów) z zajęć laboratoryjnych oraz kolokwium zaliczeniowego.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Projekt zespołowy

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować pojęcia: tribologia, trwałość i niezawodność oraz identyfikować je z bezpieczeństwem eksploatacji systemu technicznego.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić i opisać: charakterystyki tribologiczne i niezawodności, etapy eksploatacji i cyklu trwałości obiektów technicznych, formy zużycia.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	

NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zaplanować i przeprowadzić na poziomie podstawowym badania tribologiczne (eksploatacyjne) oraz symulację komputerową co najmniej dwóch wskaźników niezawodności.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi opracować wyniki badań topografii powierzchni i niezawodności obiektów technicznych oraz na poziomie podstawowym przeprowadzić ich analizę z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić co najmniej dwa zagrożenia wynikające z niskiej niezawodności wybranego obiektu technicznego oraz co najmniej dwa czynniki mające wpływ na obniżenie jakości jego elementów składowych.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W09	Cel 1	L5 K1	N1	F3 P2
EK2	K1_W09, K1_U04, K1_U17, K1_K02	Cel 1 Cel 2	W6 W7 L5 K2 K3 K4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2
EK3	K1_W09, K1_U04, K1_U17, K1_K02	Cel 2	W7 K4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2
EK4	K1_W09, K1_U04, K1_U17, K1_K02	Cel 2	W6 W7 K4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2
EK5	K1_U17, K1_K02	Cel 1 Cel 2	W7 L5 K2	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Wawrowski Z.** — *Tribologia. Tarcie, zużywanie i smarowanie.*, Wrocław, 2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] | **Hebda M.** — *Procesy tarcia, smarowania i zużywania maszyn.*, Radom, 2007, Wydawnictwo ITeE
- [3] | **Szczerek M., Wiśniewski M. (red.)** — *Tribologia, tribotechnika.*, Radom, 2000, Wydawnictwo ITeE
- [4] | **Migdalski J.** — *Inżynieria niezawodności. Poradnik.*, Warszawa, 1992, Wydawnictwo ZETOM
- [5] | **Bucior J.** — *Podstawy teorii i inżynierii niezawodności.*, Rzeszów, 2004, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
- [6] | **Oprzędkiewicz J.** — *Podstawy niezawodności obrabiarek i systemów produkcyjnych.*, Warszawa, 1989, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Pawlus P.** — *Topografia powierzchni - pomiar, analiza, oddziaływanie.*, Rzeszów, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
- [2] | **Szczerek M.** — *Metodologiczne problemy systematyzacji eksperymentalnych badań tribologicznych.*, Radom, 1997, Wydawnictwo ITeE

- [3 ] **Stachowiak G.W., Batchelor A.W., Stachowiak G.B.** — *Experimental methods in tribology.*, London, 2004, Elsevier Science
- [4 ] **Słowinski B.** — *Podstawy badań i oceny niezawodności obiektów technicznych.*, Koszalin, 1996, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
- [5 ] **Szopa T.** — *Niezawodność i bezpieczeństwo.*, Warszawa, 2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [6 ] **Smith D. J.** — *Reliability, Maintainability and Risk. Practical methods for engineers. Seventh Edition.*, Oxford, 2005, Elsevier Butterworth-Heinmann

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Magdalena, Bogusława Niemczewska-Wójcik (kontakt: niemczewska@m6.mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Magdalena Niemczewska-Wójcik (kontakt: niemczewska@m6.mech.pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż., prof. PK Edward Kołodziej (kontakt: ekol@mech.pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Stanisław Młynarski (kontakt: mlynarski\_st@poczta.onet.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....