

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim

Kierunek studiów:

Profil:

Forma studiów:

Kod kierunku:

Stopień studiów:

Specjalności:

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Monitoring, modeling and simulation of machining processes
KOD PRZEDMIOTU	
KATEGORIA PRZEDMIOTU	
LICZBA PUNKTÓW ECTS	
SEMESTRY	3

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	18	0	18	9	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z podstawowymi sposobami modelowania i symulacji różnych procesów obróbki.

**Cel 2** Nabycie umiejętności optymalizacji parametrów skrawania ze względu na wydajność i jakość powierzchni obrobionej.

**Cel 3** Zapoznanie ze sposobami monitoringu i nadzorowania procesów obróbki.

Kod archiwizacji:

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

- 1 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu rysunku technicznego.
- 2 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu programowania obrabiarek CNC.
- 3 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu numerycznych metod obliczeniowych.
- 4 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu technologii wytwarzania.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna nowoczesne metody modelowania matematycznego procesów obróbki.

**EK2 Wiedza** Zna zagadnienia związane z symulacją i optymalizacją procesu obróbki oraz korzyści technologiczne i ekonomiczne wynikające z jej stosowania.

**EK3 Umiejętności** Potrafi dokonać analizy obciążenia ostrza skrawającego, rozkładu pól naprężeń, odkształceń i temperatury w strefie skrawania oraz stanu naprężeń w warstwie wierzchniej przedmiotu obrabianego.

**EK4 Umiejętności** Potrafi dokonać optymalizacji parametrów skrawania ze względu na wybrane kryteria optymalizacyjne uwzględniając przy tym aspekty technologiczne i ekonomiczne.

**EK5 Kompetencje społeczne** Jest gotów do podejmowania decyzji, bierze pod uwagę różnych aspektów swojej działalności oraz wpływu zastosowanej technologii wytwarzania na środowisko. Jest gotów do współpracy w zespole jako jego członek, lider bądź osoba inspirująca innowacyjne rozwiązania.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Badania weryfikacyjne modeli składowych całkowitej siły skrawania podczas procesu toczenia.	2
L2	Badania weryfikacyjne modeli składowych całkowitej siły skrawania podczas procesu frezowania.	2
L3	Badania weryfikacyjne modeli składowych całkowitej siły skrawania podczas procesu wiercenia.	1
L4	Badania weryfikacyjne modeli rozkładu temperatury w strefie skrawania. Wykorzystanie kamery termowizyjnej do nadzorowania procesów obróbki.	2
L5	Badania procesu formowania się wióra. Wykorzystanie kamery szybkoobrotowej do nadzorowania procesów obróbki.	2
L6	Badania weryfikacyjne modeli wpływu parametrów skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej.	2
L7	Badania weryfikacyjne modeli wpływu rodzaju powłoki na ostrzu narzędzia na przebieg procesu skrawania.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L8</b>	Badania weryfikacyjne modeli wpływu rodzaju powłoki na ostrzu narzędzia na chropowatość powierzchni obrabianej.	2
<b>L9</b>	Badania weryfikacyjne modeli wpływu sposobu chłodzenia na przebieg procesu skrawania.	2
<b>L10</b>	Zaliczenie.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Cechy i zalety budowy modeli symulacyjnych. Kryteria optymalizacyjne. Korzyści technologiczne i ekonomiczne.	1
<b>W2</b>	Charakterystyka numerycznych metod obliczeniowych (MES, MRS, MEB) wykorzystywanych w modelach symulacyjnych.	2
<b>W3</b>	Ogólna budowa modeli symulacyjnych. Modele geometryczne i materiałowe. Określenie warunków brzegowych i początkowych. Błędy obliczeń numerycznych i modelowych.	2
<b>W4</b>	Charakterystyka programów komputerowych do budowy modeli symulacyjnych. Przykłady modeli podstawowych procesów skrawania (toczenie, frezowanie, wiercenie).	3
<b>W5</b>	Modele 2D i 3D. Analiza obciążenia ostrza skrawającego. Składowe siły skrawania. Rozkłady pól naprężeń, odkształceń i temperatury w strefie tworzenia wióra. Prognozowanie stanu naprężeń w warstwie wierzchniej przedmiotu obrabianego.	3
<b>W6</b>	Modelowanie obróbki HSC. Modelowanie obróbki materiałów kompozytowych. Wpływ powłok ochronnych i sposobu chłodzenia na proces skrawania.	2
<b>W7</b>	Nadzorowanie i monitoring procesu skrawania z wykorzystaniem kamery do rejestracji zjawisk szybkozmiennych.	2
<b>W8</b>	Nadzorowanie i monitoring procesu skrawania z wykorzystaniem toru do pomiaru składowych całkowitej siły skrawania oraz mocy skrawania.	2
<b>W9</b>	Pomiar rozkładu temperatury w strefie skrawania.	1

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Zasady obsługi programów służących do symulacji procesów skrawania.	1

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K2</b>	Symulacja wpływu parametrów skrawania na kształt i kierunek spływu wióra.	1
<b>K3</b>	Modelowanie przebiegu składowych siły skrawania, rozkładu naprężeń i temperatury w strefie obróbki podczas procesu toczenia.	1
<b>K4</b>	Optymalizacja parametrów skrawania dla procesu toczenia.	1
<b>K5</b>	Analiza porównawcza wyników symulacji i pomiarów dla procesu toczenia.	1
<b>K6</b>	Modelowanie przebiegu składowych siły skrawania, rozkładu naprężeń i temperatury w strefie obróbki podczas procesu frezowania.	1
<b>K7</b>	Optymalizacja parametrów skrawania dla procesu frezowania.	1
<b>K8</b>	Analiza porównawcza wyników symulacji i pomiarów dla procesu frezowania.	1
<b>K9</b>	Zaliczenie.	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** 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	45
Konsultacje przedmiotowe	0
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	45
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Test

**F3** Projekt

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W2** Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen (punktów) ze wszystkich przeprowadzonych testów.

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-

NA OCENĘ 3.0	Potrafi scharakteryzować cechy systemów komputerowego wspomaganie niezbędne w procesach optymalizacji obróbki.
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	Potrafi sprecyzować podstawowe korzyści technologiczne i ekonomiczne wynikające ze stosowania optymalizacji procesów obróbki.
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	Zna budowę oraz podstawy działania podstawowych systemów do obliczeń numerycznych.
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	Potrafi posługiwać się wybranymi aplikacjami komputerowymi do prostej optymalizacji procesów skrawania. Umie określić warunki brzegowe i początkowe.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi scharakteryzować problemy technologiczne oraz rozwiązać je samodzielnie lub w grupie.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	M2_W01	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK2	M2_W03 M2_W04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK3	I2_U21 M2_U19	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK4	I2_U21 M2_U19	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK5	M2_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Bielski J. — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań MES.*, Kraków, 2010, WPK
- [2 ] Grzesik W. — *Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych*, Warszawa, 2010, WNT
- [3 ] Zębala W. — *Modelowanie procesu skrawania*, Kraków, 2011, WPK
- [4 ] Zębala W., Słodki B. — *Rejestracja obrazu w nadzorowaniu procesu skrawania*, Kraków, 2011, WPK

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Przybylski W., Deja M. — *Komputerowo wspomagane wytwarzanie maszyn*, Warszawa, 2007, WNT
- [2 ] Rakowski G., Kacprzyk Z. — *MES-Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, WPW

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Wojciech, Bogusław Zębala (kontakt: wojciech.zebala@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Wojciech Zębala (kontakt: zebala@mech.pk.edu.pl)
- 3 dr hab. inż. Bogdan Słodki (kontakt: slodki@mech.pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Małgorzata Kowalczyk (kontakt: kowalczyk@mech.pk.edu.pl)
- 5 dr inż. Andrzej Matras (kontakt: amatras@mech.pk.edu.pl)
- 6 dr inż. Grzegorz Struzikiewicz (kontakt: struzikiewicz@mech.pk.edu.pl)
- 7 dr inż. Łukasz Ślusarczyk (kontakt: slusarczyk@mech.pk.edu.pl)





## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....