

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Produkcji

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: R

Stopień studiów: II

Specjalności: Bez specjalności blok wybieralny A

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody oceny dokładności pomiarów i SPC |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                         |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM IP oIIN C1 22/23                     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe              |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                    |
| SEMESTRY                                | 3                                       |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 18     | 0         | 9            | 18                               | 9       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem przedmiotu jest: -zdobycie wiedzy oraz umiejętności z zakresu oceny dokładności pomiarów, obliczania niepewności wyboru metody w zależności od typu pomiaru i warunków jego przeprowadzenia w odniesieniu do różnych wielkości, lecz ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów współrzędnościowych wielkości geometrycznych, - poznanie statystycznej metody sterowania jakością procesów produkcyjnych. Nabycie praktycznych

umiejętności projektowania, wdrażania i stosowania kart kontrolnych oraz interpretacji wykresów regulacyjnych.

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

### 1 Znajomość podstaw metrologii

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Absolwent zna i rozumie standardowe i nowoczesne metody konstrukcyjne maszyn i urządzeń wymagające poszerzonego aparatu matematycznego i komputerowego wspomagania projektowania procesów oraz konstrukcji w budowie maszyn i urządzeń.

**EK2 Wiedza** Absolwent zna i rozumie nowoczesne standardowe i niestandardowe metody diagnostyki, kontroli oraz metody pomiarowe i programy pomiarowo-sterujące w zakresie inżynierii mechanicznej, odnoszące się zarówno do budowy nowych urządzeń, kontroli procesów jak i problemów eksploatacji.

**EK3 Umiejętności** Absolwent potrafi odnaleźć i zastosować elektroniczne i materialne źródła informacji technicznej oraz wykorzystywać gotowe programy inżynierskie zarówno do analizy danych jako tablice cyfrowe jak również do projektowania i pomiarów.

**EK4 Umiejętności** Absolwent potrafi opracować model matematyczny zjawisk fizycznych występujących w podstawowych zagadnieniach inżynierskich mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn, wytrzymałości materiałów, termodynamiki i mechaniki płynów oraz rozwiązywać postawione problemy inżynierskie z tych dziedzin za pomocą narzędzi obliczeniowych, analitycznych i symulacji komputerowej procesów rzeczywistych.

**EK5 Umiejętności** Absolwent potrafi sformułować specyfikacje urządzenia lub usługi nietypowej, spełniając oczekiwania klienta, posługując się posiadaną wiedzą kierunkową i rozwijając ją twórczo przez poszukiwania źródłowe.

**EK6 Umiejętności** Absolwent potrafi ocenić przydatność standardowych metod i narzędzi możliwych do zastosowania dla rozwiązania postawionego problemu inżynierskiego z zakresu inżynierii produkcji dostrzegając ich ograniczenia, a także zaproponować zastosowanie nowych metod i narzędzi umożliwiających uzyskanie korzystniejszych rozwiązań.

**EK7 Kompetencje społeczne** Absolwent jest gotów do ciągłego dokształcania się podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych, inspirowania swojego zespołu do poszukiwania aktualnych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych w literaturze przedmiotu.

**EK8 Kompetencje społeczne** Absolwent jest gotów do podejmowania decyzji, brania pod uwagę różnych aspektów swojej działalności oraz wpływu techniki i technologii na środowisko, stosunki międzyludzkie, bezpieczeństwo i poziom życia społeczeństwa; identyfikowania i rozwiązywania dylematów natury etycznej związanych z kontaktem ze współpracownikami z zespołu oraz podwładnymi, jak również dylematów zewnętrznych, związanych z efektami i wpływem własnych działań na życie innych ludzi.

**EK9 Kompetencje społeczne** Absolwent jest gotów do współpracy w zespole jako jego członek, lider grupy, osoba inspirująca innowacyjne rozwiązania.

**EK10 Kompetencje społeczne** Absolwent jest gotów do wyznaczania celów taktycznych i operacyjnych oraz priorytetów dotyczących interesów swojego pracodawcy, biorąc pod uwagę oddziaływania społeczne podjętych decyzji; określania celów ekonomicznych i podejmowania nowych wyzwań w sposób przedsiębiorczy.

**EK11 Kompetencje społeczne** Absolwent jest gotów do kultywowania i upowszechniania właściwych wzorców roli wykształconego inżyniera w społeczeństwie, w szczególności dotyczących propagowania nowoczesnych rozwiązań technicznych, ich wpływu na polepszenie jakości życia mieszkańców oraz jakości i konkurencyjności ich pracy, jak również formułowania i przekazywania opinii w sposób zrozumiały dla obywateli nie posiadających wykształcenia technicznego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Pojęcie dokładności w odniesieniu do przyrządów i procesów pomiarowych. Matematyczny model błędów. Charakterystyka typów błędów. Źródła zakłóceń w procesie pomiarowym. Równania błędów.                                                                                                                                       | 1                |
| <b>W2</b>  | Przetworniki pomiarowe i ich wpływ na dokładność pomiaru. Układy i przyrządy pomiarowe - schematy funkcjonalne.                                                                                                                                                                                                                | 1                |
| <b>W3</b>  | Dokładność wzorców. Błędy związane z konstrukcją przyrządów. Błędy graniczne przyrządu. Maksymalny dopuszczalny błąd (MPE). Metody szacowania błędów sumarycznych i ich składowych.                                                                                                                                            | 1                |
| <b>W4</b>  | Parametry charakteryzujące dokładność pomiaru. Pojęcie niepewności pomiaru wg koncepcji BIPM. Źródła niepewności pomiaru. Metody szacowania niepewności pomiaru. Przedstawienie metody A szacowania niepewności oraz metody B szacowania niepewności. Porównanie tych metod. Niepewność standardowa, rozszerzona oraz złożona. | 1                |
| <b>W5</b>  | Dobór wartości współczynnika rozszerzenia. Wpływ korelacji między wielkościami pomiarowymi na szacowanie niepewności. Współczynnik korelacji i sposób jego oceny wg danych z pomiaru.                                                                                                                                          | 1                |
| <b>W6</b>  | Rozkłady prawdopodobieństwa stosowane w szacowaniu niepewności. Procedura szacowania. Opracowywanie budżetu niepewności.                                                                                                                                                                                                       | 1                |
| <b>W7</b>  | Prawa propagacji błędów w zapisie macierzowym. Prawa sumowania niepewności. Macierz kowariancji.                                                                                                                                                                                                                               | 1                |
| <b>W8</b>  | Metoda PUMA zarządzania niepewnością. Niepewność w technice współrzędnościowej wg ISO 15530.                                                                                                                                                                                                                                   | 1                |
| <b>W9</b>  | Proces produkcyjny i jego naturalna zmienność. Pomiarowa identyfikacja zmienności w procesach zautomatyzowanych.                                                                                                                                                                                                               | 1                |
| <b>W10</b> | Modele statystyczne procesu produkcyjnego. Proces uregulowany statystycznie i nieuregulowany statystycznie.                                                                                                                                                                                                                    | 1                |
| <b>W11</b> | Wskaźniki zdolności procesu. Idea kontroli statystycznej procesu produkcyjnego. Sterowalność procesu. Karty kontrolne Shewharta dla cech mierzalnych i niemierzalnych.                                                                                                                                                         | 1                |
| <b>W12</b> | Parametry statystyczne dla kontroli wg właściwości liczbowych i alternatywnej.                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                |
| <b>W13</b> | Błędy pierwszego i drugiego rodzaju. Czulość kart kontrolnych.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                |
| <b>W14</b> | Charakterystyka wykresu regulacyjnego. Nietypowe konfiguracje punktów wykresu regulacyjnego.                                                                                                                                                                                                                                   | 1                |
| <b>W15</b> | Projektowanie kart kontrolnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1                |

| WYKŁAD     |                                                           |                  |
|------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W16</b> | Zasady wdrażania SPC do praktyki produkcyjnej.            | 1                |
| <b>W17</b> | Metody pomiarowe stosowane w SPC.                         | 1                |
| <b>W18</b> | Obieg informacji pomiarowych w procesie podlegającym SPC. | 1                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |                                                                                      |                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Badania statystyczne jakości za pomocą planów odbiorczych.                           | 6                |
| <b>K2</b>                | Zastosowanie planów wielostopniowych- ocena jakości wyrobów, pomiary i kwalifikacja. | 6                |
| <b>K3</b>                | Ocena czułości krzywych operacyjno- charakterystycznych.                             | 3                |
| <b>K4</b>                | Komputerowe wspomaganie SPC.                                                         | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Wyznaczanie błędów w pomiarach bezpośrednich. Identyfikacja zakłóceń podczas pomiarów wybranych elementów metodą bezpośrednią.                                                                                                        | 1                |
| <b>L2</b>    | Szacowanie błędów w metodzie pośredniej. Ustalanie wpływu zakłóceń dla metody pośredniej.                                                                                                                                             | 2                |
| <b>L3</b>    | Szacowanie niepewności pomiaru metodą A i B.                                                                                                                                                                                          | 2                |
| <b>L4</b>    | Wyznaczanie niepewności złożonej. Wyznaczanie współczynnika korelacji z danych pomiarowych. Szacowanie niepewności dla przypadku silnej korelacji.                                                                                    | 2                |
| <b>L5</b>    | Sporządzanie budżetu błędów dla danego zadania pomiarowego, szacowanie niepewności dla pomiarów przyrządami cyfrowymi oraz dla pomiarów z wyraźną histerezą. Szacowanie błędów dla pomiarów realizowanych techniką współrzędnościową. | 2                |

| PROJEKT |                                                        |                  |
|---------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt karty wg właściwości liczbowych.                                                                                                                                                                                                                                               | 2                |
| <b>P2</b> | Prowadzenie wykresu regulacyjnego dla kart wielotorowych.                                                                                                                                                                                                                              | 1                |
| <b>P3</b> | Opracowanie kart dla kontroli alternatywnej.                                                                                                                                                                                                                                           | 2                |
| <b>P4</b> | Projektowanie kart Shewharta bez zadanych wartości normatywnych.<br>Projektowanie kart Shewharta na podstawie dokumentacji technicznej wyrobu.                                                                                                                                         | 2                |
| <b>P5</b> | Wyznaczanie wskaźników zdolności procesów oraz maszyn produkcyjnych. Analiza przebiegów regulacyjnych na kartach. Algorytm poszukiwania nietypowych konfiguracji punktów wykresu regulacyjnego. Ocena prawdopodobieństwa występowania mylnych sygnałów dla zadanego rodzaju przebiegu. | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 54                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 0                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>56</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Średnia ważona z egzaminu (0,4), laboratorium (0,2), laboratoium projektowego (0,2), projektu (0,2).

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

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1  |                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0         | Student ma uporządkowaną wiedzę z obszaru efektu 1.    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student ma uporządkowaną wiedzę z obszaru efektu 2.    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student wykorzystuje umiejętności zawarte w efekcie 3. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student wykorzystuje umiejętności zawarte w efekcie 4. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student wykorzystuje umiejętności zawarte w efekcie 5. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student wykorzystuje umiejętności zawarte w efekcie 6. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student posiada kompetencje opisane w efekcie 7.       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student posiada kompetencje opisane w efekcie 8.       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9  |                                                        |
| NA OCENĘ 3.0         | Student posiada kompetencje opisane w efekcie 9.       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 10 |                                                        |

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0         | Student posiada kompetencje opisane w efekcie 10. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 11 |                                                   |
| NA OCENĘ 3.0         | Student posiada kompetencje opisane w efekcie 11. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                                                                                                | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15                                                                   | N3 N4                 | P1 P2         |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15 W16 W17<br>W18 K1 K2 K3<br>K4 L1 L2 L3 L4<br>L5 P1 P2 P3 P4       | N1 N2 N3 N4           | F1 P1 P2      |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15 W16 W17<br>W18 K1 K2 K3<br>K4 L1 L2 L3 L4<br>L5 P1 P2 P3 P4<br>P5 | N1 N2 N3 N4           | F1 P1 P2      |
| EK4               |                                                                                | Cel 1           | W6 W7 W8 W13<br>W18 K1 K2 K3<br>K4 L1 L2 L3 L4<br>L5 P3 P4                                                                       | N1 N2 N3 N4           | F1 P1 P2      |
| EK5               |                                                                                | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 L1<br>L2 L3 L4 L5 P1<br>P2 P3 P4 P5                                                                                  | N1 N2 N3 N4           | F1 P1 P2      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                                                                                                | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK6               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15 W16 W17<br>W18 K1 K4 L2<br>L3 P2 P3                               | N1 N2 N3 N4           | F1 P2         |
| EK7               |                                                                                | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 L1<br>L2 L3 L4 L5 P1<br>P2 P3 P4 P5                                                                                  | N1 N2 N3              | F1 P1 P2      |
| EK8               |                                                                                | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 L1<br>L2 L3 L4 L5 P1<br>P2 P3 P4 P5                                                                                  | N1 N2 N3              | F1 P1 P2      |
| EK9               |                                                                                | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 L1<br>L2 L3 L4 L5 P1<br>P2 P3 P4 P5                                                                                  | N1 N2 N3              | F1 P1 P2      |
| EK10              |                                                                                | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 L1<br>L2 L3 L4 L5 P1<br>P2 P3 P4 P5                                                                                  | N1 N2 N3              | F1 P1 P2      |
| EK11              |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15 W16 W17<br>W18 K1 K2 K3<br>K4 L1 L2 L3 L4<br>L5 P1 P2 P3 P4<br>P5 | N1 N2 N3 N4           | F1 P1 P2      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Sładek J.** — *Dokładność pomiarów współrzędnościowych*, Kraków, 2011, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [2] | **Arendarski J.** — *Niepewność pomiaru*, Warszawa, 2003, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej
- [3] | **Tabor A., Rączka M.** — *Nowoczesne zarządzanie jakością t. II. Metody i narzędzia jakości, normalizacja, akredytacja, certyfikacja.*, Kraków, 2004, CSiOSJ
- [4] | **Jakubiec W., Malinowski J.** — *Metrologia wielkości geometrycznych*, Warszawa, 2003, WNT

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] | **Tomasik J.** — *Sprawdzanie przyrządów do pomiaru długości i kąta*, Warszawa, 2003, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Adam, Jakub Gąska (kontakt: adam.gaska@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż., prof. PK Adam Gąska (kontakt: agaska@mech.pk.edu.pl)

2 dr inż. Barbara Juras (kontakt: juras@mech.pk.edu.pl)

3 dr inż. Marek Stefan Kowalski (kontakt: kowalski@mech.pk.edu.pl)

4 dr inż. Robert Kupiec (kontakt: kupiec@mech.pk.edu.pl)

5 dr hab. inż., prof. PK Andrzej Ryniewicz (kontakt: ryniewicz@mech.pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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