# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Produkcji | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: 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 w języku angielskim | Methods for accuracy assessment of measurements and SPC |
| Kod przedmiotu | WM IP oIIN C1 19/20 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty specjalnościowe |
| Liczba punktów ECTS | 4.00 |
| Semestry | 3 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | 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 urzadzeń 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 urzadzeń, 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 umozliwiających 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 miedzyludzkie, 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 rozwiazania.

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

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

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W16** | Zasady wdrażania SPC do praktyki produkcyjnej. | 1 |
| **W17** | Metody pomiarowe stosowane w SPC. | 1 |
| **W18** | Obieg informacji pomiarowych w procesie podlegającym SPC. | 1 |

| Projekt | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **P1** | Projekt karty wg właściwości liczbowych. | 2 |
| **P2** | Prowadzenie wykresu regulacyjnego dla kart wielotorowych. | 1 |
| **P3** | Opracowanie kart dla kontroli alternatywnej. | 2 |
| **P4** | Projektowanie kart Shewharta bez zadanych wartości normatywnych.<br>Projektowanie kart Shewharta na podstawie dokumentacji technicznej wyrobu. | 2 |
| **P5** | 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 |

| Laboratorium | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L1** | Wyznaczanie błędów w pomiarach bezpośrednich. Identyfikacja zakłóceń podczas pomiarów wybranych elementów metodą bezposrednią. | 1 |
| **L2** | Szacowanie błędów w metodzie pośredniej. Ustalanie wpływu zakłóceń dla metody pośredniej. | 2 |
| **L3** | Szacowanie niepewności pomiaru metodą A i B. | 2 |
| **L4** | Wyznaczanie niepewności złożonej. Wyznaczanie współczynnika korelacji z danych pomiarowych. Szacowanie niepewności dla przypadku silnej korelacji. | 2 |
| **L5** | 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 |

| Laboratorium komputerowe | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **K1** | Badania statystyczne jakości za pomocą planów odbiorczych. | 6 |
| **K2** | Zastosowanie planów wielostopniowych- ocena jakości wyrobów, pomiary i kwalifikacja. | 6 |
| **K3** | Ocena czułości krzywych operacyjno- charakterystycznych. | 3 |
| **K4** | Komputerowe wspomaganie SPC. | 3 |

# 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Wykłady

# 8 Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| **Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:** | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 90 |
| Konsultacje przedmiotowe | 0 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 2 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 0 |
| Opracowanie wyników | 0 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 0 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **92** |
| 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 | M2_W11 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 | N3 N4 | P1 P2 |
| EK2 | M2_W11 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18 P1 P2 P3 P4 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 N4 | F1 P1 P2 |
| EK3 | M2_U08 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18 P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 N4 | F1 P1 P2 |
| EK4 | M2_U11 | Cel 1 | W6 W7 W8 W13 W18 P3 P4 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 N4 | F1 P1 P2 |
| EK5 | M2_U17 | Cel 1 | P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | 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 | M2_U18 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18 P2 P3 L2 L3 K1 K4 | N1 N2 N3 N4 | F1 P2 |
| EK7 | M2_K01 | Cel 1 | P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 |
| EK8 | M2_K02 | Cel 1 | P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 |
| EK9 | M2_K03 | Cel 1 | P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 |
| EK10 | M2_K04 | Cel 1 | P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 |
| EK11 | M2_K05 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18 P1 P2 P3 P4 P5 L1 L2 L3 L4 L5 K1 K2 K3 K4 | 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)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .