

**KARTA PRZEDMIOTU**

|                                      |                                             |                             |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Kod przedmiotu                       | studia stacjonarne:                         | <b>M#2-S1-AiR-KSSiP-605</b> |
|                                      | studia niestacjonarne:                      | <b>M#2-N1-AiR-KSSiP-704</b> |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Współrzędnościowa technika pomiarowa</b> |                             |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Coordinate Metrology</b>                 |                             |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2025/2026</b>                            |                             |

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

|                                  |                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>                                                             |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b>                                                                         |
| Profil studiów                   | <b>Ogólnoakademicki</b>                                                                  |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>                                               |
| Zakres                           | <b>Komputerowe systemy sterowania i pomiarów</b>                                         |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Metrologii i Niekonwencjonalnych Metod Wytwarzania</b>                        |
| Koordinator przedmiotu           | <b>dr hab. inż. Włodzimierz Makiela, prof. PŚk</b>                                       |
| Zatwierdził                      | <b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b> |

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

|                                          |                       |                                  |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów |                       | <b>Przedmiot specjalnościowy</b> |
| Status przedmiotu                        |                       | <b>Obowiązkowy</b>               |
| Język prowadzenia zajęć                  |                       | <b>Polski</b>                    |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr   | studia stacjonarne    | <b>6</b>                         |
|                                          | studia niestacjonarne | <b>7</b>                         |
| Wymagania wstępne                        |                       |                                  |
| Egzamin (TAK/NIE)                        |                       | <b>Tak</b>                       |
| Liczba punktów ECTS                      |                       | <b>4</b>                         |

| Forma prowadzenia zajęć   |                        | wykład    | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|---------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|
| Liczba godzin w semestrze | studia stacjonarne:    | <b>15</b> |           | <b>30</b>    |         |      |
|                           | studia niestacjonarne: | <b>9</b>  |           | <b>18</b>    |         |      |



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Wiedza                | W01           | Ma zaawansowaną wiedzę na temat matematyki i fizyki, niezbędną do zrozumienia zasad działania współrzędnościowych systemów pomiarowych                                                                                                                                                                                                                 | AiR1_W02                            |
|                       | W02           | Zna metody pomiaru wielkości geometrycznych za pomocą różnych typów współrzędnościowych systemów pomiarowych, ma wiedzę na temat doboru parametrów pomiaru oraz prawidłowej interpretacji wyników pomiarów.                                                                                                                                            | AiR1_W06                            |
| Umiejętności          | U01           | Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej, mającymi zastosowanie w pomiarach za pomocą współrzędnościowych systemów pomiarowych. Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, sprawnie komunikuje się z otoczeniem z użyciem specjalistycznej terminologii. | AiR1_U02                            |
|                       | U02           | Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.                                                                                                                                                                                                                | AiR1_U08                            |
| Kompetencje społeczne | K01           | Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu pomiarów współrzędnościowych wykorzystywanych w automatyce i robotyce oraz jest gotów do pozyskiwania nowych informacji zarówno z literatury, jak i od ekspertów.                                                                                                                           | AiR1_K01                            |

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| Forma zajęć | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład      | Wprowadzenie. Rozwój współrzędnościowej techniki pomiarowej, jej podstawy i obszary zastosowania. Ocena wyników pomiarowych zgodnie z zasadami Specyfikacji Geometrii Wyrobów. Zasady wzajemnego uznawania wyników pomiarowych i kontrolnych. Analiza zarysów rzeczywistych powierzchni części. Ogólna budowa współrzędnościowych maszyn pomiarowych (WMP): układ kinematyczny, sterowanie, wspomaganie komputerowe, stykowe głowice pomiarowe: impulsowe i skaningowe, optyczne głowice pomiarowe. Typy konstrukcji WMP a ich przeznaczenie użytkowe. Przykłady zastosowań w izbach pomiarowych, jednostkach badawczych i rozwojowych oraz produkcji. Sprzężenia z systemami wytwarzania. Zastosowanie WMP: pomiary wymiarów liniowych i kątowych, pomiary zarysów krzywoliniowych, pomiary uzębień, pomiary powierzchni krzywokreślnych. Współrzędnościowa technika pomiarowa, inżynieria odwrotna, sterowanie jakością procesów produkcyjnych. Rozwiązania systemowe. Źródła błędów pomiarów współrzędnościowych i sposoby ograniczania ich wpływu na wyniki pomiarów. Metody badań odbiorczych i okresowych WMP wg norm serii PN-EN ISO 10360. |





|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratorium | Przedstawienie budowy i specyfikacji metrologicznej WMP wykorzystywanych w ramach laboratorium. Systemy zamocowań mierzonych przedmiotów na stole WMP. Specyfika pomiarów na WMP z głowicą centralną. Elementy składowe układów trzpieni pomiarowych. Budowa układu trzpienie po-miarowych niezbędnego do realizacji wybranego zadania pomiarowego. Kwalifikacja układu trzpienie pomiarowych. Metody definicji układu bazowego mierzonego przedmiotu. Wyznaczenie kostki bezpieczeństwa. Przygotowanie planu pomiarowego w trybie ręcznym. Wyznaczanie podstawowych elementów geometrycznych: punkt, prosta, płaszczyzna, okrąg, kula, walec, stożek. Dobór strategii pomiarów poszczególnych elementów. Wyznaczenie wybranych cech: wymiarów i tolerancji geometrycznych. Przeprowadzenie pomiaru w trybie CNC. Przygotowanie planu pomiarowego w trybie off-line dla wybranego modelu CAD. Sposoby prezentacji otrzymanych wyników pomiarów – przygotowanie raportu pomiarowego. Pomiary na maszynie wielosensorowej O'Inspect z wykorzystaniem głowicy stykowej, optycznej i konfokalnej. Przeprowadzenie pomiarów za pomocą ramienia pomiarowego z głowicą do pomiarów stykowych i laserowej głowicy skanującej. Porównanie wyników pomiarów zmierzonej części z modelem CAD. |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia |                 |           |         |              |      |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                          | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| W02           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| U01           |                                        |                 |           |         | X            |      |
| U02           |                                        |                 |           |         | X            |      |
| K01           |                                        |                 |           |         |              | X    |

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć  | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                                                                                                             |
|--------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50 % punktów z końcowego kolokwium zaliczeniowego.                                                                                       |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50 % punktów z kolokwium wstępnego na każdym ćwiczeniu, dopuszczającego do udziału w pomiarach. Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. |



**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                 |                       |   |    |   |   |                          |   |    |   |   |               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|----|---|---|--------------------------|---|----|---|---|---------------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                                                               | Obciążenie studenta   |   |    |   |   |                          |   |    |   |   | Jednos<br>tka |
|                     |                                                                                                 | studia<br>stacjonarne |   |    |   |   | studia<br>niestacjonarne |   |    |   |   |               |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                     | W                     | C | L  | P | S | W                        | C | L  | P | S | h             |
|                     |                                                                                                 | 15                    |   | 30 |   |   | 9                        |   | 18 |   |   |               |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                     | 4                     |   | 2  |   |   | 4                        |   | 2  |   |   | h             |
| 3.                  | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego                                       | 51                    |   |    |   |   | 33                       |   |    |   |   | h             |
| 4.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 2,04                  |   |    |   |   | 1,32                     |   |    |   |   | ECTS          |
| 5.                  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                                       | 49                    |   |    |   |   | 67                       |   |    |   |   | h             |
| 6.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy                         | 1,96                  |   |    |   |   | 2,68                     |   |    |   |   | ECTS          |
| 7.                  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym                                     | 66,67                 |   |    |   |   | 66,67                    |   |    |   |   | h             |
| 8.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym            | 2,67                  |   |    |   |   | 2,67                     |   |    |   |   | ECTS          |
| 9.                  | Sumaryczne obciążenie pracą studenta                                                            | 100                   |   |    |   |   | 100                      |   |    |   |   | h             |
| 10.                 | Punkty ECTS za moduł<br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>                       | 4                     |   |    |   |   |                          |   |    |   |   | ECTS          |

**LITERATURA**

- 1 Ratajczyk E., Woźniak A.: Współrzędnościowe systemy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016, Wydanie II.
- 2 Śladek J.: Dokładność pomiarów współrzędnościowych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011.
- 3 Poniatowska M.: Pomiary współrzędnościowe i analiza odchylek geometrycznych powierzchni swobodnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2012.
- 4 Jakubiec W., Malinowski J.: Metrologia wielkości geometrycznych. WNT Warszawa 2007, wydanie V.
- 5 Adamczak S.: Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość. WNT Warszawa 2008.
- 6 Humienny Z.: i inni: Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS) WNT, Warszawa 2004.

