

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Metrologia				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	ZZIP-1-404-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Zarządzania				
Kierunek:	Zarządzanie i Inżynieria Produkcji	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	<a href="https://upel.agh.edu.pl/wz/course/view.php?id=43">https://upel.agh.edu.pl/wz/course/view.php?id=43</a>				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Feliks Jerzy (jfeliks@zarz.agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł prezentuje zagadnienia z zakresu sposobu pozyskiwania danych i interpretacji wyników pomiarów. Uczy poprawnego zapisu wyników i niepewności pomiarowych. Student nabywa umiejętności oceny systemów pomiarowych np. w celu ich wykorzystania w SPC.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna i rozumie budowę, możliwości zastosowania urządzeń i układów pomiarowych	ZIP1A_W06	Egzamin
M_W002	Zna metody pozyskiwania danych przy pomocy systemów i urządzeń pomiarowych	ZIP1A_W09	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, dokonywać analizy wyników pomiarowych także z wykorzystaniem metod statystycznych	ZIP1A_U01	Wykonanie ćwiczeń
M_U002	Potrafi projektować układy pomiarowe dla wybranych cech	ZIP1A_U07	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

**Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć**

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
45	15	0	15	0	0	0	0	0	15	0	0

**Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie**

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna i rozumie budowę, możliwości zastosowania urządzeń i układów pomiarowych	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
M_W002	Zna metody pozyskiwania danych przy pomocy systemów i urządzeń pomiarowych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, dokonywać analizy wyników pomiarowych także z wykorzystaniem metod statystycznych	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
M_U002	Potrafi projektować układy pomiarowe dla wybranych cech	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	45 godz
Przygotowanie do zajęć	6 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	12 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

##### Wykład

Pomiar a obserwacja- wiadomości podstawowe.

Pomiar jako źródło informacji. Wielkość, pomiar, wzorzec, przyrząd pomiarowy.

Wielkości mierzalne, definicja pomiaru, jednostki, wzorce, przyrząd pomiarowy.

Międzynarodowy układ jednostek miar.

Błędy pomiaru, źródła błędów, niepewność pomiaru.

Wyrażanie i wyznaczanie niepewności pomiaru według przewodnika ISO.

Przetworniki pomiarowe. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Przetworniki C/A, A/C.

Metrologia wielkości geometrycznych: specyfikacja geometrii wyrobów, wzorce długości i kąta, przyrządy pomiarowe i pomiary długości, kąta, odchyłek geometrycznych oraz chropowatości powierzchni.

Metody i techniki pomiaru innych wielkości: elektrycznych (napięcia, rezystancji), mechanicznych (prędkości liniowej, przyspieszenia, siły), hydraulicznych (ciśnienia, prędkości przepływu)

Metrologia w ergonomii

Pomiary parametrów fizjologicznych (tętno, ciśnienie tętnicze, pojemność wydechowa płuc).

Obserwacja skutków fizjologicznych obciążenia organizmu pracą fizyczną. Metody oceny wydatku energetycznego.

Metody oceny wydolności fizycznej organizmu. Analiza i porównanie obciążenia statycznego i dynamicznego pracą. Pomiar i analiza dynamiki przebiegu czasu restytucji.

Miernictwo środowiskowe: pole elektromagnetyczne (m.in. oświetlenie), magnetyczne, hałas, drgania, mikroklimat.

Metody statystycznej oceny systemów pomiarowych.

Zarządzanie systemami pomiarowymi.

#### Ćwiczenia laboratoryjne

##### Laboratoria

Pomiar wielkości elektrycznych (napięcia, rezystancji, natężenia prądu)

Metody i techniki pomiaru wielkości nieelektrycznych – przetworniki tensometryczne, pomiary wielkości geometrycznych.

Pomiar i analiza dynamiki przebiegu czasu restytucji. (Ocena wydolności fizycznej „próba Ruffiera”. Ocena wydolności fizycznej „próba step-up-step”. Ocena wydolności fizycznej „testem PVC170” . Pomiar i ocena wydolności fizycznej metodą telemetryczną – wykorzystanie próby Ruffiera.

Ocena wydolność fizjologicznej pracującego organizmu i stopnia ciężkości pracy.

Wydolność fizjologiczna. Pomiary parametrów fizjologicznych (tętno, ciśnienie tętnicze, pojemność wydechowa płuc). Obserwacja skutków fizjologicznych obciążenia organizmu pracą fizyczną.

Badanie psychofizycznych możliwości człowieka. Monotonia i monotypia – zagrożenia i sposoby zaradcze. Ekonomika ruchu. (Aparat krzyżowy – Urządzenie do określenia koordynacji wzrokowo-ruchowej w układzie przestrzennym. Aparat Piórkowskiego (3 zestawy pomiarowe) – Urządzenie psychotechniczne do badania zdolności koordynacji wzrokowo ruchowej oraz określenia ekonomiki ruchu.

Metody statystycznej oceny systemów pomiarowych

### **Zajęcia warsztatowe**

#### Ćwiczenia

Podstawowe wzorce SI i jednostki

Niepewność standardowa, rozszerzona, maksymalna

Wyznaczanie niepewności wyników pomiaru typu A oraz B

Błąd pomiaru a niepewność

Podstawowe zasady zapisu wyników – metody zaokrąglania obliczeń

Klasy dokładności przyrządów pomiarowych analogowych i cyfrowych

Prawo przenoszenia niepewności

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Zajęcia warsztatowe: Podczas zajęć studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Zasady zaliczania zajęć:

Podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w danym semestrze. Student może dwukrotnie przystąpić do poprawkowego zaliczenia. Student, który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż 20% zajęć i jego wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości poprawkowego zaliczenia zajęć. Od takiej decyzji prowadzącego np. ćwiczenia student może się odwołać do prowadzącego przedmiot, a od decyzji prowadzącego przedmiot do Dziekana.

Zaliczenie z zajęć laboratoryjnych wymaga odrobienia ćwiczeń oraz przygotowania zespołowego sprawozdania z ćwiczeń lab.

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie w wymaganych terminach zaliczeń z pozostałych form zajęć. Egzamin realizowany jest z wykorzystaniem platformy e-learningowej.

## **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Zajęcia warsztatowe:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

## **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa jest średnią z pozytywnych ocen cząstkowych z poszczególnych form zajęć. Ocena z egzaminu to wynik testu wielokrotnego wyboru realizowanego z wykorzystaniem platformy e-learningowej. Ocena z egzaminu, w przypadku otrzymania oceny negatywnej w pierwszym i kolejnym terminie, jest wyliczana jako średnia arytmetyczna dotychczas uzyskanych ocen z egzaminu.

## **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Usprawiedliwienie nieobecności na zajęciach może nastąpić tylko na podstawie zwolnienia lekarskiego lub pisma urzędowego (np. wezwania do sądu). Student, który ma nieobecność usprawiedliwioną, może zaliczać opuszczone zajęcia w formie i terminie wyznaczonym przez prowadzącego zajęcia. Student, który ma nieobecność nieusprawiedliwioną, nie ma takiej możliwości.

Zajęcia laboratoryjne należy odrobić w całości.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Wymagane podstawowe wiadomości z zakresu modułów:

1. Fizyka
2. Matematyka z elementami statystyki

## **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Bugajska J., Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne, CIOP BIP, Warszawa, (2003).
2. Chwaleba A. i inni: Metrologia elektryczna, WNT, W-wa 1991.
3. Czajewski J. Podstawy metrologii elektrycznej Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004
4. (Ford, GM, Chrysler), Measurement Systems Analysis Reference Manual, AIAG 2002.
5. Władysław Jakubiec, Sławomir Zator, Paweł Majda Metrologia, Warszawa : Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A., cop. 2014
5. Zawieski W. M. (2001) Ocena ryzyka zawodowego. 1. Podstawy metodyczne, w: . Koradecka D. Zarządzanie Bezpieczeństwem i Higieną Pracy Wyd. CIOP, Warszawa.

## **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Computer-aided measurement system analysis / Jerzy FELIKS, Adam LICHOTA // W: Quality engineering : monography / eds. Stanisław Borkowski, Piotr Czaja. — Novosibirsk : Novosibirsk State

Technical University, 2009. — ISBN 978-5-7782-1167-4. — S. 101-110. — Bibliogr. s. 110

2. Kryteria doboru systemów pomiarowych wykorzystywanych w kontroli jakości na podstawie analizy MSA — / Jerzy FELIKS // W: Wokół inżynierii produkcji 2016 / red. nauk. Marek Karkula, Józef Matuszek, Bożena Skołod. — Kraków : Wydawnictwa AGH, 2017. — (Monografia Wydawnictw Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie). — ISBN: 978-83-7464-902-5. — S. 87-95.

### **Informacje dodatkowe**

Wykład ma charakter dyskusji, do której student powinien się przygotować samodzielnie. Dodatkowe informacje na platformie e-learningowej.