**Nazwa przedmiotu:**

Laboratorium metrologii i zamienności

**Koordynator przedmiotu:**

Dr inż. Krzysztof Kiszka

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0220

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

1

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych- 16 godzin, w tym:
a) laboratorium – 15 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.
2) Praca własna studenta – 9 godzin, w tym:
a) 5 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do ćwiczeń laboratoryjnych,
b) 5 godz. – studia z literatury, uporządkowanie i rozszerzenie wiedzy zdobytej na zajęciach, opracowanie wyników i przygotowanie sprawozdań.
3) RAZEM – 26 godzin.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

0,6 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych – 16 godzin, w tym:
a) laboratorium –15 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1 punkt ECTS – 26 godzin, w tym:
a) laboratorium –15 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.
c) 5 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do ćwiczeń laboratoryjnych,
d) 5 godz. – studia z literatury, uporządkowanie i rozszerzenie wiedzy zdobytej na zajęciach, opracowanie wyników i przygotowanie sprawozdań.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiedza uzyskana na wykładzie i ćwiczeniach z przedmiotu: Metrologia i zamienność, Podstawy zapisu konstrukcji; znajomość podstaw statystyki matematycznej; zapoznanie się przed zajęciami z zalecaną literaturą i instrukcją do odpowiedniego ćwiczenia laboratoryjnego realizowanego wg harmonogramu zajęć.

**Limit liczby studentów:**

 Grupa laboratoryjna - 3 zespoły po maksimum 12 osób

**Cel przedmiotu:**

Praktyczne zapoznanie się z zagadnieniami specyfikacji geometrii wyrobów (GPS), metrologii oraz zamienności. Pogłębienie, utrwalenie i wykorzystanie uzyskanej wiedzy z przedmiotu Metrologia i zamienność na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych, uświadomienie wytwarzania w procesie produkcyjnym zróżnicowanych wyrobów rzeczywistych, które powinny spełniać założone wymagania funkcjonalne i podlegać ocenie w aspekcie zgodności ze specyfikacjami, narzuconymi przez konstruktora. Nabycie umiejętności wzorcowania przyrządu pomiarowego, określenia charakteru pasowania oraz doboru wałka/otworu w celu otrzymania określonego pasowania. Nabycie umiejętności oszacowania niepewności pomiaru bezpośredniego /pośredniego i sformułowania kryteriów oceny zgodności wyrobu ze specyfikacją. Znajomość i umiejętność wykorzystania zasad analizy oraz syntezy wymiarowej przy projektowaniu zespołów i urządzeń o wymaganej zamienności. Nabycie umiejętności specyfikacji na rysunku konstrukcyjnym niezbędnych tolerancji wymiarowo-geometrycznych dla wyrobu oraz podania ich interpretacji. Znajomość zasad i metod pomiarowych oraz kryteriów doboru przyrządów do weryfikacji wymagań geometryczno-wymiarowych. Nabycie umiejętności korzystania z typowych oraz zaawansowanych narzędzi pomiarowych dostępnych w laboratorium, weryfikacji specjalnych rodzajów elementów geometrycznych np. gwintów, kół zębatych, prowadzenia kontroli procesu (a użyciem karty kontrolnej) i statystycznego odbioru partii wyrobów, aplikacji koncepcji współrzędnościowej techniki pomiarowej.

**Treści kształcenia:**

1. Szkolenie BHP, przegląd narzędzi pomiarowych: wzorce długości i kąta, suwmiarki, mikrometry, mikroskopy i in.;
2. Pomiary specjalnych rodzajów elementów geometrycznych: – walcowych gwintów zewnętrznych metrycznych, – walcowych kół zębatych;
3. Komputerowo wspomagane: –pomiary w osi pionowej na wysokościomierzu cyfrowym, – pomiary 2D na projektorze pomiarowym;
4. Ocena makro i mikrogeometrii powierzchni: – pomiary odchyłek geometrycznych kształtu, kierunku i położenia, – pomiary parametrów chropowatości powierzchni;
5. Kontrola wymiarów: – pomiary przyrządami czujnikowymi, – statystyczna kontrola jakości - odbiorcza (SKJ);
6. Komputerowo wspomagana analiza procesu: – synteza łańcuchów wymiarowych (SŁW), – karty kontrolne ( - R);
7. Współrzędnościowa technika pomiarowa(CMM).

**Metody oceny:**

1. Każde ćwiczenie ocenione zostaje bezpośrednio po jego zakończeniu.
2. Podstawą oceny (ocena punktowa od 0 do 10) jest: zaliczenie wstępnego testu, aktywność i inicjatywa podczas zajęć ćwiczeniowych oraz sporządzony protokół pomiarowy (sprawozdanie z ćwiczenia).
3. Ćwiczenie niezaliczone we właściwym terminie, powinno być odrobione indywidualnie z innym zespołem, w możliwie szybkim czasie, pod opieką prowadzącego, u którego ćwiczenie należało odrobić zgodnie z harmonogramem.
4. Warunkiem zaliczenia Laboratorium Metrologii jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń (za zaliczone uważa się ćwiczenie ocenione powyżej 5 punktów).
5. Ocena końcowa ustalana jest na ostatnich zajęciach ćwiczeń laboratoryjnych

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Białas S. Humienny Z., Kiszka K.: Metrologia z podstawami specyfikacji geometrii wyrobów (GPS). OWPW, 2021.
 2. Humienny Z., Kiszka K.: Metrologia i zamienność. Materiały dydaktyczne dla studentów kierunku „Edukacja Techniczno-Informatyczna, PW, 2011, W-wa.
3. Praca zbiorowa (red. Humienny Z.): Specyfikacja geometrii wyrobów (GPS) – podręcznik europejski, WNT, 2004.
4. Praca zbiorowa (Humienny Z. i in.): Specyfikacja geometrii wyrobów (GPS) – wykład dla uczelni technicznych, OWPW, 2001.
 5. Jakubiec W., Malinowski J.: Metrologia wielkości geometrycznych, WNT, 2018.
 6. Adamczak S., Makieła W.: Podstawy metrologii i inżynierii jakości dla mechaników, WNT, 2006.
7. Adamczak S., Makieła W.: Metrologia w budowie maszyn. Zadania z rozwiązaniami. WNT, 2010.
 8. Adamczak S.: Pomiary geometryczne powierzchni, WNT, 2008.
 9. Sałaciński T.: Elementy metrologii wielkości geometrycznych. Przykłady i zadania, OWPW, 2013.
 10. Ratajczyk E., Woźniak A.: Współrzędnościowe systemy pomiarowe, OWPW, 2016.
 11. Boryczko A.: Podstawy pomiarów wielkości mechanicznych, Wyd. PG, 2010.
 12 Arendarski J.: Niepewność pomiarów, OWPW, 2013.
 13. Tomasik J. (red.): Sprawdzanie przyrządów do pomiaru długości i kąta, OWPW, 2009.
14. Jezierski J.: Analiza tolerancji i niedokładności pomiarów w budowie maszyn, WNT, 2003.
 15. Polskie Normy (aktualne!), podane na wykładzie lub ćwiczeniach z przedmiotu Metrologia i zamienność.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_W01:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii i zamienności części maszyn, przepisów BHP, zna i rozumie metody pomiaru i ekstrakcji podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy maszynowe, zna metody obliczeniowe i narzędzia informatyczne do analizy wyników eksperymentu.

Weryfikacja:

Osiągane przez studentów efekty kształcenia w zakresie wiedzy kontrolowane są przez kartkówkę wstępną (test) związany z tematyką odrabianego ćwiczenia, zadawanie pytań sprawdzających, czy studenci zrozumieli i zapamiętali przekazane im wiadomości, terminy, definicje i typowe algorytmy obliczeniowe przedstawione na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych oraz w zaleconej literaturze do samodzielnego przestudiowania w ramach pracy własnej. Prowadzona jest każdorazowo dyskusja dotycząca użytej strateg

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_W02:**

Wykazuje się elementarną wiedzą w zakresie procesów technologicznych stosowanych przy wytwarzaniu pojazdów i maszyn roboczych, w tym w zakresie organizacji i prowadzenia procesów przygotowania produkcji, wymagań technicznych (geometryczno-wymiarowych) i jakościowych, ich interpretacji oraz metod weryfikacji i oceny zgodności ze specyfikacjami, kryteriów doboru oprzyrządowania kontrolno-pomiarowego i szacowania niepewności uzyskanych wyników.

Weryfikacja:

Osiągane przez studentów efekty kształcenia w zakresie wiedzy kontrolowane są przez kartkówkę wstępną (test) związany z tematyką odrabianego ćwiczenia, zadawanie pytań sprawdzających, czy studenci zrozumieli i zapamiętali przekazane im wiadomości, terminy, definicje i typowe algorytmy obliczeniowe przedstawione na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych oraz w zaleconej literaturze do samodzielnego przestudiowania w ramach pracy własnej. Prowadzona jest każdorazowo dyskusja dotycząca użytej strateg

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W09, KMiBM\_W10, KMiBM\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_W03:**

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad tworzenia dokumentacji technicznej elementów oraz zespołów maszyn, prowadzenia karty kontrolnej, weryfikacji statystycznej jakości wyrobów, koncepcji współrzędnościowej techniki pomiarowej; zna techniki komputerowego wspomagania tych procesów, posiada wiedzę w zakresie doboru tolerancji wykonania elementów konstrukcyjnych, pasowania elementów współpracujących oraz wymagań mikro- i makrogeometrycznych.

Weryfikacja:

Osiągane przez studentów efekty kształcenia w zakresie wiedzy kontrolowane są przez kartkówkę wstępną (test) związany z tematyką odrabianego ćwiczenia, zadawanie pytań sprawdzających, czy studenci zrozumieli i zapamiętali przekazane im wiadomości, terminy, definicje i typowe algorytmy obliczeniowe przedstawione na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych oraz w zaleconej literaturze do samodzielnego przestudiowania w ramach pracy własnej. Prowadzona jest każdorazowo dyskusja dotycząca użytej strateg

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_U01:**

Student potrafi sformułować wymagania odnośnie procesu produkcyjnego w zakresie tolerancji wykonania, chropowatości powierzchni oraz obróbki cieplnej, realizować zadania indywidualne i współpracować w zespole.

Weryfikacja:

Osiągane przez studentów efekty kształcenia w zakresie umiejętności kontrolowane są na bieżąco na kolejnych ćwiczeniach poprzez właściwe dobrane proste oraz nieco bardziej złożone pomiarowe zadnia inżynierskie. Oceniana jest umiejętność rozwiązywania problemów i zadań związanych z doborem narzędzi i metod pomiarowych, obsługi przyrządów, algorytmów postępowania oraz interpretacji uzyskanych wyników. Ocena końcowa (punktowa) ćwiczenia laboratoryjnego wystawiana przez prowadzącego podsumowuje ind

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U05, KMiBM\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_U02:**

Student potrafi zaprojektować i zweryfikować pasowanie luźne/mieszane/ciasne, ocenić poprawność specyfikacji wymiarowo-geometrycznych wyrobu w dokumentacji konstrukcyjnej, dokonać pomiaru odchyłek i zweryfikować spełnienie narzuconych wymagań; przedstawić otrzymane wyniki, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć wnioski.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena realizowanych przez studenta w trakcie ćwiczeń zadań, rozmowa ze studentem.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U05, KMiBM\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_U03:**

Student potrafi oszacować niepewność pomiarów bezpośrednich i pośrednich oraz zastosować kryteria oceny zgodności wyrobów ze specyfikacją.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena realizowanych przez studenta w trakcie ćwiczeń zadań, rozmowa ze studentem.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U05, KMiBM\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_U04:**

Student umie dobrać metody i zaproponować urządzenia (narzędzia) pomiarowe (uniwersalne lub specjalizowane) do weryfikacji wymagań geometryczno-wymiarowych, wykorzystać zasady analizy/syntezy wymiarowej niezbędne do projektowania zespołów i urządzeń o wymaganej zamienności.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena realizowanych przez studenta w trakcie ćwiczeń zadań, rozmowa ze studentem.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U12, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220\_U05:**

Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, norm, baz danych i innych źródeł, integrować te informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena realizowanych przez studenta w trakcie ćwiczeń zadań, rozmowa ze studentem.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0220-0205\_K01:**

Sformułować wymagania odnośnie procesu produkcyjnego w zakresie tolerancji wykonania, chropowatości powierzchni oraz obróbki cieplnej, realizować zadania indywidualne i współpracować w zespole.
Zaprojektować i zweryfikować pasowanie luźne/mieszane/ciasne, ocenić poprawność specyfikacji wymiarowo-geometrycznych wyrobu w dokumentacji konstrukcyjnej, dokonać pomiaru odchyłek i zweryfikować spełnienie narzuconych wymagań; przedstawić otrzymane wyniki, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć wnioski.
Oszacować niepewność pomiarów bezpośrednich i pośrednich oraz zastosować kryteria oceny zgodności wyrobów ze specyfikacją.
Dobrać metody i zaproponować urządzenia (narzędzia) pomiarowe (uniwersalne lub specjalizowane) do weryfikacji wymagań geometryczno-wymiarowych, wykorzystać zasady analizy/syntezy wymiarowej niezbędne do projektowania zespołów i urządzeń o wymaganej zamienności.
Pozyskiwać informacje z literatury, norm, baz danych i innych źródeł, integrować te informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

Weryfikacja:

Osiągane przez studentów efekty kształcenia w zakresie kompetencji społecznych weryfikowane są na bieżąco w trakcie kolejnych ćwiczeń, gdzie wymagana jest umiejętność współpracy w grupie i dyskusji.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**