**Nazwa przedmiotu:**

Statystyka

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Jarosław Zawadzki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Ochrona Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-OS000-ISP-2202

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

120h. Udział na wykładach i ćwiczeniach oraz praca samodzielna studenta.

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka I, II, III, Fizyka I, II
Podstawy Informatyki

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu dostarczenie studentowi niezbędnej wiedzy umożliwiającej zrozumienie istotnej roli zjawisk i procesów losowych zachodzących w środowisku, które trudno jest modelować wyłącznie w oparciu o zależności przyczynowo-skutkowe. Przedmiot ma dostarczyć studentowi praktyczną umiejętność posługiwania się ilościowymi metodami statystycznymi w szerokim zakresie, począwszy od opisu i wnioskowania statystycznego, poprzez znajdowanie i określanie właściwości współzależności zjawisk występujących w środowisku, kończąc na prognozowaniu ich przyszłego przebiegu. Dodatkowo przedmiot ma na celu rozwinięcie umiejętności planowania podstawowych pomiarów środowiska i analizy tych pomiarów, w taki sposób, aby możliwie małym kosztem uzyskać maksimum szukanej informacji. Przedmiot ma na celu takie uzupełnienie wiedzy studenta z zakresu statystyki środowiska, aby mógł on nadążyć za gwałtownym i powszechnym rozwojem i upowszechnieniem tej dziedziny w ostatnich dziesięcioleciach, w szczególności by mógł analizować złożone procesy środowiska wykorzystując różnorodną multidyscyplinarną informacją występującą w badaniach środowiska. Tego typu wiedza jest niezbędna studentowi, aby rozumieć liczne zagadnienia występująca w innych przedmiotach związanych ze środowiskiem jak np. ekologia, hydrologia, zrównoważony rozwój, toksykologia środowiska itd.

**Treści kształcenia:**

Program wykładu
Bloki tematyczne (treści)
Przedmiot i zadania statystyki. Podstawowe definicje i pojęcia statystyczne: zjawiska masowe, jednostka, populacja statystyczna, próba losowa, cechy statystyczne. Rodzaje i organizacja badań statystycznych, szeregi statystyczne.
Elementy statystyki opisowej: rozkłady empiryczne jednej zmiennej i sposoby ich prezentacji. Opisowe (klasyczne i pozycyjne) miary tendencji centralnej, rozproszenia i asymetrii. Miary koncentracji.
Teoretyczne podstawy statystyki. Najważniejsze pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa. Zmienna losowa i jej rodzaje. Funkcja gęstości i dystrybuanta. Podstawowe rozkłady stosowane w statystyce, ich własności i zastosowania.
Estymacja punktowa. Podstawowe rozkłady statystyk z próby. Własności estymatorów: nieobciążoność, zgodność, efektywność i dostateczność. Podstawy wyznaczania estymatorów. Nierówność Rao-Cramera.
Estymacja przedziałowa parametrów populacji. Konstruowanie przedziałów ufności dla średniej, wariancji oraz dla wskaźnika struktury. Wyznaczanie niezbędnej liczebności próby losowej. Wprowadzenie do metod bootstrapowych wyznaczania przedziałów ufności.
Weryfikacja hipotez statystycznych. Określenie hipotezy statystycznej. Rodzaje hipotez. Testy statystyczne. Błędy pierwszego i drugiego rodzaju. Obszar krytyczny hipotezy. Parametryczne testy istotności: test dla wartości średniej, test dla dwóch średnich, test dla wskaźnika struktury, test dla wariancji, testy jednorodności wielu wariancji.
Najważniejsze nieparametryczne testy zgodności: test chi-kwadrat, test zgodności \* Kołmogorowa, test Kołmogorowa-Smirnowa, test Shapiro-Wilka.
Testy serii, testy znaków, test mediany, test sumy rang, testy do weryfikacji hipotezy o identyczności rozkładów kilku populacji, testy sekwencyjne.
Badanie statystyczne ze względu na dwie cechy. Diagramy i tablice korelacyjne. Niezależność stochastyczna i korelacyjna. Test niezależności chi-kwadrat, współczynnik zbieżności Czuprowa. Definicja i własności kowariancji oraz współczynnika korelacji liniowej z próby (współczynnika Pearsona). Test istotności dla współczynnika korelacji.
Współczynnik korelacji rang Spearmana. Stosunki korelacyjne Pearsona. Związki cech niemierzalnych. Współczynnik φ Yule’a, współczynnik kontygenacji C Pearsona, dwuseryjny punktowy współczynnik zbieżności dwóch cech.
Linie regresji pierwszego i drugiego rodzaju. Estymacja liniowej funkcji regresji. Test istotności dla współczynnika regresji liniowej, test istotności dla dwóch współczynników regresji. Nieliniowe modele regresji. Zamiana niektórych przypadków nieliniowych funkcji regresji na liniowe. Podstawy regresji wielorakiej.
Analiza wariancji. Weryfikacji hipotezy o równości wartości przeciętnych w przypadku klasyfikacji jednoczynnikowej oraz w przypadku klasyfikacji podwójnej.
Podstawowy szeregów czasowych. Zwykła średnia ruchoma. Wyrównywanie wykładnicze. Analiza trendu. Dekompozycja wahań sezonowych. Wyodrębnianie wahań przypadkowych.
Podstawy pomiarów środowiskowych. Najważniejsze rodzaje sieci pomiarowych i ich właściwości. Przykładowe metody próbkowania: ponownego wychwytu (ang. capture recapture), próbkowanie ćwiartkowe (ang. quadrant sampling), liniowe metody pomiaru (ang. line transect sampling) próbkowanie na przecięciu linii, próbkowanie zbiorów rangowanych (ang. ranked sets sampling), próbkowanie kompozytowe (ang. composite sampling) itd.
Podstawowe pojęcia geostatystyki: ciągłość przestrzenna, semiwariancja i wariogram, semiwariancja krzyżowa, modelowanie wariogramów, kriging.
Program ćwiczeń audytoryjnych
Bloki tematyczne (treści)
Omówienie podstawowych pojęć statystycznych na przykładach z badań środowiska np. wielkoobszarowych badań zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi.
Wykorzystanie metod statystyki opisowej do analizy struktury zjawiska masowego na przykładach środowiskowych np. badań zanieczyszczenia gleby przy pomocy metod geochemicznych lub geofizycznych.
Własności i zastosowania przykładowych rozkładów prawdopodobieństwa np. występujących w zagadnieniach hydrologicznych lub meteorologicznych.
Estymacja punktowa. Własności i metody wyznaczania estymatorów. Przykłady estymacji demonstrujące praktyczne zastosowania np. w zagadnieniach hydrologicznych lub meteorologicznych.
Estymacja przedziałowa parametrów populacji. Wyznaczanie niezbędnej liczebności próby losowej. Przykłady zastosowań technicznych oraz środowiskowych.
Parametryczne testy istotności (dla wartości średniej, dla dwóch średnich, dla wskaźnika struktury, dla wariancji, testy jednorodności wielu wariancji). Przykłady zastosowań technicznych oraz środowiskowych.
Nieparametryczne testy zgodności. Sprawdzanie zgodności rozkładów teoretycznych z danymi obserwacyjnymi np. dotyczących przepływów maksymalnych w rzece.
Wykorzystanie wybranych testów nieparametrycznych np. testów serii, testów znaków, testów sekwencyjnych w badaniach środowiska. Przykłady ekologiczne.
Badanie statystyczne ze względu na dwie cechy np. na przykładzie geofizycznych oraz geochemicznych pomiarów zanieczyszczenia gleby na wybranym obszarze, badań biotechnologicznych.
Funkcje regresji pierwszego i drugiego rodzaju. Nieliniowe modele regresji i ich zamiana na modele liniowe. Przykład prostej prognozy w oparciu o dane doświadczalne.
Analiza szeregów czasowych. Przykłady na podstawie danych meteorologicznych ze stacji pomiarowych.
Podstawowe pojęcia geostatystyki: ciągłość przestrzenna, semiwariancja i wariogram, semiwariancja krzyżowa, modelowanie wariogramów, kriging i kokriging. Wybrane zastosowania np. w zagadnieniach magnetometrii terenowej.

**Metody oceny:**

Zasady ustalania oceny zintegrowanej
Średnia ważona z zaliczenia wykładu i dwóch kolokwiów z ćwiczeń
Waga zaliczenia wykładu: 0,5.
Waga kolokwium z ćwiczeń: po 0,25.
Warunki zaliczenia wykładu
Zaliczenie wykładu.
Warunki zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych
Zaliczenie dwóch kolokwiów.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. J. Koronacki, J. Mielniczuk, Statystyka dla kierunków technicznych i przyrodniczych, WNT, Warszawa.
2. W Krysicki i in., Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach, cz. I i II, PWN, Warszawa.
3. J. Zawadzki, Zastosowanie metod geostatystycznych w badaniach środowiska przyrodniczego. Oficyna Wydawnicza PW.

**Witryna www przedmiotu:**

https://moodle.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=65

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student zna przedmiot, zadania statystyki oraz podstawowe definicje i pojęcia statystyczne takie jak: zjawisko masowe, jednostka, populacja statystyczna, próba losowa, cechy statystyczne,rodzaje i organizacja badań statystycznych. Posiada wiedzę dotyczącą najważniejszych pojęć i twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa oraz statystyki matematycznej takie jak zmienna losowa i jej rodzaje,funkcja gęstości i dystrybuanta, podstawowe rozkłady występujące w statystyce. Posiada wiedzę dotyczącą estymacji punktowej, własności estymatorów w tym nieobciążoności, zgodności, efektywności i dostateczności, najważniejszych metod wyznaczania estymatorów. Zna poniżej wymienione zagadnienia. Estymacja przedziałowa parametrów populacji. Wyznaczanie niezbędnej liczebności próby losowej.Weryfikacja hipotez statystycznych. Poziom istotności hipotezy, zbiór krytyczny hipotezy. Błędy pierwszego i drugiego rodzaju. Parametryczne testy istotności: test dla wartości średniej, test dla dwóch średnich, test dla wskaźnika struktury, test dla wariancji, testy jednorodności wielu wariancji.Badanie statystyczne ze względu na dwie cechy. Diagramy i tablice korelacyjne. Test niezależności chi-kwadrat, współczynnik zbieżności Czuprowa. Definicja i własności współczynnika korelacji liniowej z próby (współczynnika Pearsona). Test istotności dla współczynnika korelacji. Współczynnik korelacji rang Spearmana.
Linie regresji pierwszego i drugiego rodzaju. Zamiana niektórych przypadków nieliniowych funkcji regresji na liniowe.

Weryfikacja:

Praca na zajęciach. Kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

1.Potrafi zinterpretować parametry statystyki opisowej związane z rozkładami empirycznymi jednej zmiennej. 2. Potrafi szacować parametry populacji metodą estymacji punktowej i przedziałowej, w szczególności przedziały ufności dla średniej, wariancji oraz dla wskaźnika struktury z wykorzystaniem niezbędnej liczebności próby losowej. 3. Potrafi weryfikować hipotezy statystyczne rozróżniając ich rodzaje i zastosowania w szczególności parametryczne i nieparametryczne testy istotności m.in. test dla wartości średniej, test dla dwóch średnich, test dla wskaźnika struktury, test dla wariancji, testy jednorodności wielu wariancji oraz najważniejsze testy zgodności: test chi-kwadrat, test zgodności lambda-Kołmogorowa, test Kołmogorowa-Smirnowa, test Shapiro-Wilka. 4. Potrafi przeprowadzić badania statystyczne ze względu na dwie cechy,wykorzystując diagramy i tablice korelacyjne, pojęcia niezależności stochastyczną i korelacyjnej, test niezależności chi-kwadrat, współczynniki zbieżności Czuprowa, korelacji Pearsona, korelacji rang Spearmana oraz wybrane miary związki cech niemierzalnych.

Weryfikacja:

Kolokwium. Zadania domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Jest zdolny prowadzić wybrane badania statystyczne, mając świadomość ich rangi i złożonych relacji występujące w badaniach statystycznych środowiska.

Weryfikacja:

Dyskusja na zajęciach, aktywne uczestnictwo na ćwiczeniach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K2:**

Posiadają zdolność do wyrażania ocen popartych obliczeniami statystycznymi, prowadząc badania zgodnie z zasadami etyki.

Weryfikacja:

Dyskusja na zajęciach, aktywne uczestnictwo na ćwiczeniach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**