

**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO****KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku angielskim:** Methods of applied statistics (geostatistics)  
**Nazwa w języku polskim:** Metody statystyki stosowanej (geostatystyka)  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *budownictwo*  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** Civil Engineering  
**Stopień studiów i forma:** I / II stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~\*  
**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*  
**Kod przedmiotu:** CEB006963  
**Grupa kursów:** ~~TAK~~ / NIE\*

|   | Wykład                                    | Ćwiczenia                      | Laboratorium                   | Projekt                                   | Seminarium                     |
|---|---|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       | <b>15</b>                                 |                                |                                | <b>15</b>                                 |                                |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   | <b>30</b>                                 |                                |                                | <b>60</b>                                 |                                |
| Forma zaliczenia  | <del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | <del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |                                |                                |   |                                |
| Liczba punktów ECTS   | <b>1</b>                                  |                                |                                | <b>2</b>                                  |                                |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 |   |                                |                                | <b>2,0</b>                                |                                |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | <b>0,6</b>                                |                                |                                | <b>0,6</b>                                |                                |

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Ma wiedzę wymaganą w programie szkoły średniej w zakresie matematyki i informatyki.
2. Ma wiedzę z podstaw matematyki, statystyki matematycznej i informatyki.
3. Posiada umiejętności podstawowego posługiwania się narzędziami statystyki matematycznej i podstawowymi technikami informatycznymi.

| CELE PRZEDMIOTU |   |
|-----------------|---|
| C1.             | Zdobycie wiedzy z podstaw geostatystyki reprezentującej dział statystyki stosowanej (przestrzennej), zapoznanie się z definicjami podstawowych pojęć stosowanych w geostatystyce, takich jak na przykład: wariogram, kowariancja, autokorelacja, modelowanie wariogramów, krossvalidacja, kriging, kokriging, interpolacja, estymacja, symulacja, modele Gaussowskie.   |
| C2.             | Poznanie podstawowych modeli i technik stosowanych w geostatystyce liniowej stacjonarnej oraz w geostatystyce nieliniowej niestacjonarnej.  |
| C3.             | Wykształcenie umiejętności przeprowadzania wielowymiarowej analizy strukturalnej (wariograficznej) zmienności parametrów (zmiennych zregionalizowanych), opisujących badane zjawiska zregionalizowane i dokonywania interpolacji oraz szacowania (estymacji) wartości średnich $Z^*$ tych parametrów, z minimalną wariancją oszacowania $\sigma_k^2$ a także symulacji wartości $Z_s$ rozważanych parametrów, w regularnej siatce elementarnej. |
| C4.             | Nauczenie się przeprowadzania wielowymiarowej analizy strukturalnej zmienności badanych zjawisk i operowania technikami interpolacyjnymi oraz estymacyjnymi oraz dokonywania oceny znaczenia ich stosowania.  |

| PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA           |  |
|---|--|
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>                  |  |
| PEK_W01                                   | Posiada wiedzę z zakresu podstaw geostatystyki stosowanej, ze szczególnym uwzględnieniem podstawowych empirycznych miar zmienności przestrzennej oraz technik interpolacyjnych i estymacyjnych, a także ich znaczenia w naukach technicznych i naukach o Ziemi.  |
| PEK_W02                                   | Zna podstawy tematyki dotyczącej badania zjawisk zregionalizowanych w różnych obszarach wiedzy (np. budownictwo, geodezja, górnictwo, inżynieria środowiska, geologia, ochrona środowiska) oraz rozumie ich znaczenie w opracowywaniu modeli geostatystycznych – obszarowych, przestrzennych i przestrzenno-czasowych (2D, 3D i 4D). |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>            |  |
| PEK_U01                                   | Potrafi przeprowadzić ocenę podstawowych statystyk oraz obliczyć wariogramy izotropowe i kierunkowe badanych parametrów i określać charakter i stopień ich zmienności, opisać anizotropię zróżnicowania rozważanych parametrów.  |
| PEK_U02                                   | Umie sporządzać wariogramy, blokdiagramy, mapy rastrowe i izolinie, a na podstawie map potrafi wykonywać przekroje sieciowe wzdłuż zadanych linii przekrojowych, ponadto potrafi przeprowadzać interpretację rezultatów analiz geostatystycznych.  |
| PEK_U03                                   | Potrafi wykonywać przekroje sieciowe na podstawie wygenerowanych zbiorów sieciowych oraz dokonywać na ich podstawie na przykład wstępnej analizy warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb budownictwa, czy też warunków geologicznych-górnictwa dla potrzeb górnictwa.  |
| PEK_U04                                   | Potrafi posługiwać się specjalistycznym oprogramowaniem geostatystycznym, zawartym w specjalnym pakiecie oprogramowania geostatystycznego oraz umie stosować odpowiednie programy komputerowe, zapisywać, opracowywać i interpretować rezultaty analiz przestrzennych (badań geostatystycznych), przygotowywać projekty.             |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b> |  |
| PEK_K01                                   | Potrafi samodzielnie i w zespole pracować nad realizacją podjętego zadania.  |
| PEK_K02                                   | Umie wykorzystać podstawy wiedzy z zakresu obowiązujących założeń istniejących w geostatystyce i stosować odpowiednie algorytmy obliczeniowe.  |

| TREŚCI PROGRAMOWE    |  |               |
|----------------------|--|---------------|
| Forma zajęć - wykład |  | Liczba godzin |
| Wy1                  | Warunki zaliczenia kursu. Spis literatury. Wprowadzenie do geostatystyki, definicje podstawowe (geostatystyka, zjawisko zregionalizowane, zmienne zregionalizowane, wariogram, kowariancja, autokorelacja, interpolacja, szacowanie, symulacja). | 1             |

|      |  |           |
|------|--|-----------|
| Wy2  | Podstawowe wiadomości z zakresu teorii geostatystyki liniowej stacjonarnej i geostatystyki nieliniowej niestacjonarnej.              | 1         |
| Wy3  | Analiza strukturalna zmienności badanych parametrów z zastosowaniem funkcji wariogramu, funkcji kowariancji i funkcji autokorelacji. | 2         |
| Wy4  | Modelowanie wariogramów empirycznych analitycznymi funkcjami teoretycznymi („modelami geostatystycznymi”).                           | 1         |
| Wy5  | Krosswalidacja przyjętych modeli teoretycznych wariogramów empirycznych.   | 1         |
| Wy6  | Badanie anizotropii zróżnicowania wartości badanych parametrów, z zastosowaniem funkcji wariogramu kierunkowego.                     | 1         |
| Wy7  | Szacowanie z użyciem technik szybkiej interpolacji i krigingowych metod estymacyjnych.   | 3         |
| Wy8  | Symulacje geostatystyczne.   | 1         |
| Wy9  | Praktyczne aspekty zastosowania metod krigingowych i symulacyjnych.  | 1         |
| Wy10 | Obszary zastosowań metod geostatystycznych w kraju i zagranicą.  | 1         |
| Wy11 | Kolokwium zaliczeniowe.  | 2         |
|      | <b>Suma godzin</b>   | <b>15</b> |

| Forma zajęć - ćwiczenia |                    | Liczba godzin |
|-------------------------|--------------------|---------------|
| Ćw1                     |                    |               |
| ...                     |                    |               |
|                         | <b>Suma godzin</b> |               |

| Forma zajęć - laboratorium |                    | Liczba godzin |
|----------------------------|--------------------|---------------|
| La1                        |                    |               |
| ...                        |                    |               |
|                            | <b>Suma godzin</b> |               |

| Forma zajęć - projekt |   | Liczba godzin |
|-----------------------|---|---------------|
| Pr1                   | Zakres tematyczny zajęć. Spis literatury. Zasady BHP. Warunki zaliczenia kursu. Przypomnienie podstawowych pojęć i definicji geostatystycznych. Opracowanie tematycznych baz danych (2D, 3D), stanowiących podstawę obliczeń geostatystycznych. | 1             |
| Pr2                   | Badania geostatystyczne (2D, 3D) parametrów geologiczno-inżynierskich gruntów i wód podziemnych.  | 2             |
| Pr3                   | Badania geostatystyczne (2D, 3D) parametrów środowiskowych i chemicznych wód podziemnych.   | 2             |
| Pr3                   | Integracja zawartości baz danych geologiczno-inżynierskich i środowiskowych, dotyczących środowisk gruntowo-wodnych - gruntów i wód podziemnych.  | 2             |
| Pr4                   | Analizy przestrzenne (2D, 3D) zmienności parametrów złóż surowców mineralnych.  | 2             |
| Pr5                   | Przetwarzanie i modelowanie danych geologiczno górniczych w górnictwie (3D).  | 2             |
| Pr6                   | Przypadek niestacjonarny, przedstawiony na przykładzie analizy danych geologicznych i sejsmicznych.   | 2             |
| Pr7                   | Filtrowanie obrazów na przykładzie danych geologiczno-inżynierskich, środowiskowych, klimatycznych, złożowych   | 1             |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
|     | i materiałowych.   |           |
| Pr8 | Zaliczenie kursu i udzielanie wpisów do indeksów z zaliczenia kursu. | 1         |
|     | <b>Suma godzin</b>   | <b>15</b> |

W ramach projektu - ćwiczenia komputerowe (15 godz.), z wykorzystaniem pakietu programów statystycznych i geostatystycznych **ISATIS** – wersja Isatis 2012.1, klucz USB do oprogramowania Isatis (Firma Geovariances, Avon, Ecole des Mines de Paris, France), z wykorzystaniem tematycznych baz danych.

| Forma zajęć - seminarium |                    | Liczba godzin |
|--------------------------|--------------------|---------------|
| Se1                      |                    |               |
| ...                      |                    |               |
|                          | <b>Suma godzin</b> |               |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |  |
|---------------------------------|--|
| N1.                             | Wykład- Prezentacje multimedialne. Prezentacja słowna. Wyjaśnianie niektórych pojęć na tablicy. Odpowiedzi na pytania Studentów.   |
| N2.                             | Projekt (realizowany w laboratorium komputerowym) – Wykonywanie tematycznych projektów na komputerze i sprawozdań na podstawie przekazanych materiałów dydaktycznych i opracowanych baz danych pochodzących ze źródeł własnych (tematycznych baz danych). Prezentacja słowna, multimedialna, wyjaśnianie niektórych pojęć na tablicy. Bezpośrednia praca i dyskusja ze Studentami. |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA   |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| Oceny<br>(F – formująca<br>(w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca<br>(na koniec semestru)  | Numer efektu kształcenia        | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia   |
| F1 (laboratorium komputerowe)  | PEK_W01,<br>PEK_U01             | Ocena średnia z projektów   |
| F2 (laboratorium komputerowe)  | PEK_W01,<br>PEK_U01,<br>PEK_K01 | Aktywność na zajęciach  |
| F3 (laboratorium komputerowe)  | PEK_W01,<br>PEK_U01,<br>PEK_K01 | Uczestnictwo (obecność) w zajęciach projektowych, realizowanych w laboratorium komputerowym |
| F7 (wykład)  | PEK_W01,<br>PEK_W02             | Kolokwium   |
| F8 (wykład)  | PEK_W01,<br>PEK_W02             | Obecność na wykładach   |
| $P(\text{Projekt - laboratorium komputerowe}) = 0,7 \times F1 + 0,2 \times F2 + 0,1 \times F3$ |                                 |   |
| $P(\text{wykład}) = 0,9 \times F7 + 0,1 \times F8$   |                                 |   |

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Armstrong M., Basic Linear Geostatistics. Berlin: Springer, 1998, s. 153.
- [2] Armstrong M. & Dowd P. A. Editors. Geostatistical Simulations. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p.265, 1994.
- [3] Chiles J. P., Delfiner P., Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty. N. Y.: Wiley, (Wiley series in probability and statistics), 1999.
- [4] Clark I. & Harper W.V., Practical Geostatistics 2000. Ecosse North America L1c Columbus Ohio, USA, p.342.
- [5] Isaaks E., Srivastava R.Mohan, Introduction to Applied Geostatistics. New York Oxford, Oxford University Press, 1989.
- [6] Lantuejoul C., Geostatistical Simulation, Models and Algorithms. Berlin: Springer, 2002.
- [7] Namysłowska-Wilczyńska B., Geostatystyka Teoria – Zastosowania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2006 r., s. 265.
- [8] Rivoirard J., Introduction to Disjunctive Kriging and Non-linear Geostatistics. Oxford: Clarendon, 1994.
- [9] Wackernagel H., Multivariate Geostatistics, An Introduction with Applications. 2 nd edition, Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York, 1998, s. 256.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Deutsch C. & Journel A, 1998, GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. Oxford University Press, New York, Oxford. p. 369.
- [2] ISATIS, Isatis Software Manual. Geovariances & Ecole des Mines de Paris, Avon Cedex, France, January 2001, s. 585.
- [3] Mucha J.: Metody geostatystyczne w dokumentowaniu złóż., Akademia Górniczo- Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geologii Kopalnianej, Kraków 1994., s. 155.
- [4] Mucha J.: Struktura zmienności zawartości [Zn] i [Pb] w Śląsko-Krakowskich złożach rud Zn-Pb. Studia, Rozprawy, Monografie nr 108, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2002, s. 149.
- [5] Namysłowska-Wilczyńska B., Zmienność złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej w świetle badań geostatystycznych. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej 64, Seria: Monografie 21, Wrocław 1993, s. 207.

### **OPIEKUN, WYKŁADOWCA PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)**

Prof. dr hab. Barbara Namysłowska-Wilczyńska, Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego, Barbara.Namyslowska-Wilczynska@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Methods of applied statistics (geostatistics)**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*  
I SPECJALNOŚCI **Civil Engineering**

| Przedmiotowy efekt kształcenia | Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)** | Cele przedmiotu*** | Treści programowe***  | Numer narzędzia dydaktycznego*** |
|--------------------------------|---|--------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Wiedza</b>                  |   |                    |                       |                                  |
| <b>PEK_W01</b>                 | K2_W01, K2_W09, K2S_CEB_W22   | C1,C2,C3,C4        | Wy1-Wy8<br>Pr1-Pr7    | N1, N2                           |
| <b>PEK_W02</b>                 | K2_W01, K2S_CEB_W22   | C1,C2,C3,C4        | Wy1-Wy8<br>Pr1-Pr7    | N1, N2                           |
| <b>Umiejętności</b>            |   |                    |                       |                                  |
| <b>PEK_U01</b>                 | K2_U01, K2S_CEB_U23   | C1, C2             | Wy1-W6<br>Pr1 – Pr7   | N1, N2                           |
| <b>PEK_U02</b>                 | K2_U03, K2S_CEB_U23   | C1-C3              | Wy2-Wy8<br>Pr1 – PR7  | N1, N2                           |
| <b>PEK_U03</b>                 | K2_U08, K2_U17, K2S_CEB_U23   | C1-C3              | Wy7- Wy9<br>Pr1 – Pr7 | N1, N2                           |
| <b>PEK_U04</b>                 | K2_U16, K2_U17, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U23  | C1-C4              | Wy2-Wy10<br>Pr1 – Pr7 | N1, N2                           |
| <b>Kompetencje społeczne</b>   |   |                    |                       |                                  |
| <b>PEK_K01</b>                 | K2_K01, K2_K02, K2_K03, K2_K06  | C1 – C2            | Wy1-Wy7<br>Pr1-Pr7    | N1, N2                           |
| <b>PEK_K02</b>                 | K2_K01, K2_K02, K2_K03, K2_K06  | C3 – C4            | Wy4 – Wy10<br>Pr1-Pr7 | N1, N2                           |

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej