Załącznik Nr 4

do Zasad

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.
 | Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim Numeryczne modelowanie migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych / Numerical modeling of pollutant migration in groundwater |
| 1.
 | Dyscyplina  Nauki o Ziemi i środowisku |
| 1.
 | Język wykładowy Język polski |
| 1.
 | Jednostka prowadząca przedmiot WNZKS, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Hydrogeologii Stosowanej |
| 1.
 | Kod przedmiotu/modułu USOS |
| 1.
 | Rodzaj przedmiotu/modułu *(obowiązkowy lub do wyboru)* do wyboru |
| 1.
 | Kierunek studiów (specjalność)\* Inżynieria geologiczna |
| 1.
 | Poziom studiów *(I stopień\*, II stopień\*, jednolite studia magisterskie\*)*II stopień |
| 1.
 | Rok studiów *(jeśli obowiązuje*) II |
| 1.
 | Semestr *(zimowy lub letni)* Letni |
| 1.
 | Forma zajęć i liczba godzin (w tym liczba godzin zajęć online\*) Wykład: 10Ćwiczenia laboratoryjne: 18 |
| 1.
 | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu  Wiedza i umiejętności z zakresu hydrogeologii, dynamiki wód podziemnych, geoinformatyki i numerycznego modelowania w hydrogeologii |
| 1.
 | Cele kształcenia dla przedmiotu Zajęcia stanowią specjalistyczne kształcenie umożliwiające praktyczne zastosowanie numerycznych modeli w zakresie migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Jest z założenia rozwinięciem wiedzy z kursu modelowania filtracji.Wykłady mają na celu zrozumienie teoretycznych podstaw dla rozwiązań transportu masy, przyswojenie nowych pojęć i zakresu niezbędnych parametrów migracji w wodach podziemnych oraz wiedzy o danych i ich przetwarzaniu na potrzeby badań modelowych migracji zanieczyszczeń – zastosowania modelowania w praktyce.Ćwiczenia realizowane są w całości w pracowni komputerowej - celem jest zapoznanie z programami do modelowania migracji zanieczyszczeń jako integralnych narzędzi w modelowaniu filtracji i praktyczna realizacja rozwiązań dla nieskomplikowanych układów hydrodynamicznych. |
| 1.
 | Treści programowe Wykłady (T):Modelowanie jako podstawowa metoda badawcza współczesnej hydrogeologii. Definicje i pojęcia podstawowe.Teoretyczne podstawy obliczeń numerycznych transportu masy. Cele symulacji modelowej. Wykorzystanie modelu fizycznego – badania kolumnowe w aspekcie pozyskania parametrów migracji.Model konwekcyjnego transportu zanieczyszczeń. Model dyfuzyjno-dyspersyjny. Analiza wpływu adsporpcji i rozpadu.Rozwiązanie dla warunków nieustalonych. Stosowane w modelowaniu podstawowe numeryczne metody obliczeniowe w zakresie transportu masy.Definiowanie warunków brzegowych i warunków początkowych dla modelu migracji zanieczyszczeń i ich relacja do hydrodynamicznych warunków brzegowych. Typy chmur zanieczyszczeń.Problematyka przygotowania danych wejściowych do modelu. Zastosowanie technik GIS i modelowania geostatystycznego. Problem skali modelu. Specyfika budowy modeli transportu masy.Program MODFLOW i pakiety współpracujące do modelowania migracji zanieczyszczeń (MT3D).Analiza jakości modelu. Problem kalibracji modelu transportu zanieczyszczeń. Wyniki badań modelowych. Analiza linii prądu i chmury stężeń zanieczyszczeń. Modelowanie hydrogeochemiczne – podstawy teoretyczne konstrukcji modeli mieszania, modelowania wprost, modelowania odwrotnego.Przykłady zastosowań. Prezentacja wyników.Ćwiczenia laboratoryjne (T):Podstawy budowy modelu transportu masy. Problem schematyzacji i przygotowania dodatkowych danych na bazie funkcjonalnego modelu filtracji.Tworzenie numerycznego modelu migracji. Zastosowanie programów opartych na MRS i modułach transportu masy.Model konwekcyjnego transportu zanieczyszczeń, prędkość przemieszczania w strumieniu wód podziemnych. Model konwekcyjno-dyspersyjny jako podstawa analizy zagrożeń.Model filtracji a model transportu masy. Budowa modelu w pakiecie MT3D i integracja ze środowiskiem MODFLOW, poznanie interfejsu użytkownika. Wprowadzanie warunków brzegowych modelu transportu masy i ich relacja do hydrodynamicznych warunków brzegowych.Model migracji zanieczyszczeń – zadanie warunków nieustalonych. Wprowadzanie kroków czasowych i analiza zmiennoczasowych wyników symulacji. Modelowanie w rejonie potencjalnego oddziaływania składowiska na ujęcie wód podziemnych. Wyznaczanie linii prądu w strumieniu filtracji. Model numeryczny jako narzędzie w prognozie zagrożenia propagacją chmury zanieczyszczeń w wodach podziemnych.Wykorzystanie metod geostatystycznych i GIS w przygotowaniu danych do modelowania.Modelowanie hydrogeochemiczne. Rozwinięcie zakresu praktycznego użytkowania oprogramowania z bazy USGS typu CXTFIT, PHREEQCPodsumowanie. Rola internetu. Omówienie wykonanych projektów. |
| 1.
 | Zakładane efekty uczenia się  W\_1 Ma pogłębioną wiedzę nt. zjawisk i procesów zachodzących w wodach podziemnych. Potrafi dostrzegać istniejące związki i zależności w systemie wodonośnym. Ma wiedzę z zakresu nauk ścisłych powiązanych z dynamiką wód podziemnych i hydrogeochemią. W\_2 Potrafi krytycznie analizować i dokonywać wyboru hydrochemicznych danych wejściowych do modelu.W\_3 Konsekwentnie stosuje zasadę ścisłego, opartego na danych empirycznych interpretowania zjawisk i procesów zachodzących przy migracji zanieczyszczenia w strumieniu wód podziemnych.W\_4 Ma wiedzę w zakresie statystyki (geostatystyki) umożliwiającą prognozowanie (modelowanie) zjawisk i procesów związanych z filtracją i migracją w wodach podziemnych. W\_5 Ma pogłębioną znajomość anglojęzycznej terminologii w zakresie hydrogeologii, geoinformacji i hydrogeochemii.U\_1 Potrafi zastosować zaawansowane techniki i narzędzia badawcze w zakresie modelowania transportu masy. Wykorzystuje literaturę naukową z zakresu modelowania. U\_2 Potrafi wykorzystać metody statystyczne oraz specjalistyczne techniki i narzędzia geoinformatyczne do opisu zjawisk i analizy danych hydrogeologicznychK\_1 Rozumie potrzebę ciągłego uczenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych. Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania. | Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się, *np.: K\_W01\**, *K\_U05, K\_K03* K2\_W01, K2\_W02K2\_W03K2\_W04K2\_W05K2\_W06K2\_U01, K2\_U02K2\_U05K2\_K01, K2\_K03 |
| 1.
 | Literatura obowiązkowa i zalecana *(źródła, opracowania, podręczniki, itp.)* Literatura obowiązkowa:Anderson M., Woessner W., 1992: Applied Groundwater Modeling, Academic Press, Inc., London.Chunmiao Zheng, P. Patrick Wang, 1999: MT3DMS A Modular Three--Dimensional Multispecies Transport ModelDimensional Multispecies Transport Model. WashingtonFetter C.W., 1999: Contaminant hydrogeology. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey.Małecki J., Nawalany M., Witczak S., Gruszczyński T., 2006: Wyznaczanie parametrów migracji zanieczyszczeń w ośrodku porowatym dla potrzeb badań hydrogeologicznych i ochrony środowiska. Wyd. UW, Warszawa.Processing Modflow - An Integrated Modeling Environment for the Simulation of Groundwater Flow, Transport and Reactive Processes. Simcore Software 2012.Zheng, C., Bennett G.D., 2002. Applied Contaminant Transport Modeling. John Wiley & Sons, New York.Literatura zalecana:Bear J., Verruijt A., 1994: Modeling Groundwater Flow and Pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht.Kresic Neven, 2006: Hydrogeology & groundwater modeling (2nd Ed.)Modelowanie przepływu wód podziemnych – wydania MPWP 1 (2004), MPWP 2 (2006), MPWP 3 (2008), MPWP 4 (2010), MPWP 5 (2012), MPWP (2014), MPWP (2016), MPWP (2018)Pinder John, 2002: Groundwater Modeling, John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-08498-3 USGS: Techniques of Water-Resources Investigations Reports (TWRI), USGS Publications.Wang H.F., Anderson M.P., 1982: Introduction to Groundwater Modeling. W.H. Freeman and Co., San Francisco. |
| 1.
 |   Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: - zaliczenie pisemne (T): K2\_W01, K2\_W02, K2\_W03, K2\_W04, K2\_W05- przygotowanie i zrealizowanie projektów (indywidualnych) związanych z zagadnieniami modelowania migracji w wodach podziemnych w prostym schemacie hydrogeologicznym (T): K2\_W04, K2\_W05, K2\_W06, K2\_U01, K2\_U02, K2\_U05, K2\_K01, K2\_K03  |
| 1.
 | Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu: - ciągła kontrola obecności i kontroli postępów w zakresie tematyki zajęć,  - przygotowanie i zrealizowanie projektów (indywidualnych) (T), - napisanie raportu z zajęć (T), - dyskusja otrzymanych wyników projektów (T), - zaliczenie wykładu (T).Warunki zaliczenia:1. Możliwość odrabiania zajęć w czasie nieobecności – indywidulana praca na komputerze w pracowni modelowania PMPH2. Możliwa liczba nieobecności – na 2 zajęciach3. Konieczność oddania i zaliczenia w terminie wszystkich projektów/zadań  |
| 1.
 | Nakład pracy studenta  |
| forma realizacji zajęć przez studenta\*  | liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć  |
| zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym: - wykład\*: 10- ćwiczenia prac. komp.\*: 20- konsultacje: 2 | 32 |
| praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych): - przygotowanie do zajęć: 10- czytanie wskazanej literatury: 10- przygotowanie prac/projektów: 10- napisanie raportu z zajęć: 6 | 36 |
| Łączna liczba godzin  | 68 |
| Liczba punktów ECTS (*jeśli jest wymagana*)  | 3 |

(T) – realizowane w sposób tradycyjny

(O) - realizowane online

\*niepotrzebne usunąć

Tabelę należy wypełnić czcionką Verdana, wielkość min 9 max 10, interlinia 1;

Prowadzący:……Koordynator: dr hab. Piotr Jacek Gurwin, prof. UWr

Wykładowca: dr hab. Piotr Jacek Gurwin, prof. UWr

Prowadzący ćwiczenia: dr hab. Piotr Jacek Gurwin, prof. UWr, dr Magdalena Modelska