



Modelling of Environmental Processes

Course description sheet

Basic information

Field of study Geospatial Computer Science Major Remote Sensing and GIS Organisational unit Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering Study level Second-cycle (engineer) programme Form of study Full-time studies Profile General academic		Didactic cycle 2024/2025 Course code DGEITGS.IIi1.07193.24 Lecture languages English Mandatoriness Obligatory Block Core Modules Course related to scientific research Yes
Course coordinator	Marcin Chodak, Tomasz Bergier	
Lecturer	Marcin Chodak, Marek Bogacki, Zbigniew Kowalewski, Tomasz Bergier	
Period Semester 1	Method of verification of the learning outcomes Completing the classes Activities and hours Lectures: 15 Project classes: 30	Number of ECTS credits 3

Goals

C1	Students who have completed the module will have competences to acquire, process, model and present environmental data (esp. meteorological, hydrological and soil processes).
----	--

Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
Knowledge - Student knows and understands:			
W1	rules for obtaining reliable environmental data from publicly available data sources and other sources of information	GEI2A_W01, GEI2A_W03	Test results
W2	rules for creating and operating database programs for the acquisition, processing and visualization of spatial and environmental data	GEI2A_W04, GEI2A_W05	Test results
W3	basic concepts in the field of atmospheric physics, meteorology, hydrology and processes occurring in the soil environment and knows IT tools for modeling environmental processes	GEI2A_W04, GEI2A_W06	Test results
W4	methods of parameterization of environmental processes and advanced IT tools for modeling them	GEI2A_W04, GEI2A_W06	Test results
Skills - Student can:			
U1	obtain high quality environmental data, process and present them in an attractive graphic form	GEI2A_U01, GEI2A_U06, GEI2A_U08	Project
U2	work in a team, to estimate time needed for implementation tasks and adjust the work schedule	GEI2A_U09	Project
U3	create, adapt, modify and automate algorithms and computational processes (including those working in GIS environment) to model environmental processes	GEI2A_U02, GEI2A_U04, GEI2A_U05, GEI2A_U07	Project
Social competences - Student is ready to:			
K1	maintains an ethical attitude, acts honesty towards team-mates and final recipients of the project, cares about the high work quality	GEI2A_K01	Involvement in teamwork
K2	perform the assigned tasks, to cooperate and work in a group, accepting different roles in it	GEI2A_K04	Involvement in teamwork

Program content ensuring the achievement of the learning outcomes prescribed to the module

Students who have completed the module will have competences to acquire, process, model and present environmental data (esp. meteorological, hydrological and soil processes).

Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	15
Project classes	30
Preparation for classes	15
Realization of independently performed tasks	5

Examination or final test/colloquium	1
Contact hours	4
Preparation of project, presentation, essay, report	15
Student workload	Hours 85
Workload involving teacher	Hours 45

* hour means 45 minutes

Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	Modeling of meteorological processes: Basic concepts of atmospheric physics and meteorology. Numerical meteorological models (types, structure, scale). Input data for models (obtaining data, sources of information, data quality, time-space resolution, formats). Features of global, regional, mesoscale models. Parameterization of processes taking place in the atmosphere on a different space-time scale. Verification, correction and adjustment of calculation results . Visualization of meteorological parameters. Development and interpretation of calculation results, their areas of applications.	W1, W2, W3, W4	Lectures
2.	Modeling of meteorological parameters with WRF model: The structure of the mesoscale WRF meteorological model (Weather Research and Forecasting model). Software components, required input data for simulations (type, structure and sources). Acquisition and preparation of data for an example of retrospective simulation in WRF model with WPS preprocessor. Simulations of meteorological conditions for an example episode using WRF model. Analysis of results and their visualization.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2	Project classes

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
3.	Modeling of hydrological processes: Modeling of complex hydrological processes controlled by environmental, social and economic factors. System analysis, system dynamics, conceptual modeling (mental models, mental mapping). Examples of modelling of complex environmental processes, as well as socio-environmental ones. The state of the art in computer hydrological modeling. Methods and tools to predict the main phenomena and their effects, mathematical description of processes. Methods of creating models; model and reality. Modeling of water resources, rainfall-runoff model, prediction of water balance elements in the basin. Water availability for people and plants. Flood and erosion threats. Modeling the quality of water resources and simulation of the impact of various investment options and land-cover/land-use. Computer support for catchment management. Modeling of groundwater flow and pollution transport.	W1, W2, W3, W4	Lectures
4.	Modeling of hydrological processes: Spatial analysis of the impact of land-use and land-cover on water cycle (especially the increased surface runoff) and effects of these changes on the possibility to conduct various forms of human activity, as well as environmental protection and flood prevention. Modeling of surface water quality, determining the impact of key factors (discharges of treated municipal sewage, dispersed unorganized sources, surface runoff). Modeling of underground water flow and pollution migration. Integrated catchment management - spatial analysis integrating all previously used tools.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2	Project classes
5.	Modeling of soil processes: Soil erosion risk modeling: description of the phenomenon, types of erosion, factors influencing erosion. Model USLE and its modifications as a tool for estimating soil losses in erosion processes. Modeling changes in organic carbon content in soil: the importance of organic matter, soil transformation of organic matter, chemistry of organic compounds in soil; RothC, DAISY models. Spectral methods for estimation of carbon organic in soil, near-infrared spectroscopy, construction and calibration of models.	W1, W2, W3, W4	Lectures
6.	Modeling of processes occurring in soil environment: Estimation of soil losses for the selected area using USLE model (4 h). Construction and calibration of the carbon prediction model (C) in soil on based on near-infrared spectra (6 h).	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2	Project classes

Extended information/Additional elements

Teaching methods and techniques :

Group work, Discussion, Lectures

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Test results	

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Project classes	Project, Involvement in teamwork, Test results	

Conditions and the manner of completing each form of classes, including the rules of making retakes, as well as the conditions for admission to the exam

The necessary condition to pass the project exercises is: • presence at least 70% of classes, • at most 1 unjusted absence, • completion of all required projects, • completion the semester project.

Method of determining the final grade

The final grade (OK) is calculated according to the following formula: $OK = 0.4 \cdot W + 0.2 \cdot PA + 0.2 \cdot PH + 0.2 \cdot PG$ where: W - the grade from the final test (lectures); PA - the grade from the reports on atmospheric modeling; PH - the grade from the reports on hydrological modeling; PG - the grade from the reports on soil modeling. In a case of negative grade from the final test or from any other thematic part it is impossible to complete the module.

Manner and mode of making up for the backlog caused by a student justified absence from classes

In a case of absence or failure of a single project, it is possible to do it yourself (no more than 2 projects per semester).

Prerequisites and additional requirements

Basic knowledge on environmental protection and management.

Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Lectures: 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.
Project classes: Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu oraz efekt końcowy.

Literature

Obligatory

1. Andrews J.E., Brimblecombe P., Jickells T.D., Liss P.S.: Wprowadzenie do chemii środowiska. WNT, Warszawa 2000.
2. Boeker E., van Grondelle R.: Fizyka środowiska. PWN, Warszawa 2002.
3. Burns D.A., Ciurczak E.W.: Handbook of Near Infrared Analysis. New York, Basel, Marcel Dekker,
4. Chapra S.C., Pelletier G.J., Tao H.: QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.12: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA, 2012.
5. Dee D.P., Uppala S.M., Simmons A.J. et al.: The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system. Q. J. R. Meteorol. Soc. 137, pp. 553-597, 2011.
6. Dworak T.Z.: Fizyka środowiska atmosferycznego. Wyd. AGH. Kraków 1994.
7. Fetter C.W.: Applied Hydrogeology. Prantice Hall, 2001.
8. Flügel W.A.: River Basin Impact Assessment of Changing Land Use and Climate by Applying the ILWRM Approach in Africa and Asia [w:] Sharma N. (red.) River System Analysis and Management, Springer, 2017.
9. Gryboś R., Tomaszek S.: Procesy klimatotwórcze nad terenem uprzemysłowionym. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
10. Jasiński J.M., Kroszczyński K., Rymarz C., Winnicki I.: Satelitarne obrazy procesów atmosferycznych kształtujących pogodę. PWN, Warszawa 1999.
11. Kalnay E.: Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press, New York 2003.
12. Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M.: Meteorologia i klimatologia. Pomiar, obserwacje, opracowania. PWN, Warszawa – Łódź 2000.
13. Kożuchowski K.: Atmosfera – klimat – ekoklimat. PWN, Warszawa 1998.
14. Kożuchowski, K. (ed.): Meteorologia i klimatologia. PWN, Warszawa 2008.
15. Lewińska J.: Klimat miasta. Zasoby, zagrożenia, kształtowanie. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Oddział w Krakowie. Kraków 2000.
16. Lynch P.: The origins of computer weather prediction and climate modelling. Journal of Computational Physics. University of Miami. 227 (7), pp. 3431-44, 2008.
17. Ojrzyńska H., Kryza M., Wałaszek K., Szymanowski M., Werner M., Dore A.J.: High-Resolution Dynamical Downscaling of ERA-Interim Using the WRF Regional Climate Model for the Area of Poland. Part 1: Model Configuration and Statistical Evaluation for the 1981-2010 Period. Pure Appl. Geophys,
18. Prochal P., Maślanka K., Koreleski K.: Ochrona środowiska przed erozją wodną. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Kraków, 2005.
19. Seaman N.L.: Meteorological modeling for air-quality assessments. Atmos. Environ. 34, p. 2231-2259, 2000.
20. Skamarock W.C., Klemp J.B., Dudhi J., Gill D.O., Barker D.M., Duda M.G., Huang X.-Y., Wang W., Powers J.G.: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. Tech. Rep. 113, 2008.
21. Soczyńska U. (red.): Hydrologia dynamiczna. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN, 1997.
22. Woś A.: Klimat Polski. PWN, Warszawa 1999.
23. Zwoździak J., Zwoździak A., Szczurek A.: Meteorologia w ochronie atmosfery. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1998.

Optional

1. # A.: Meteorologia dla geografów. PWN, Warszawa 1996.

Scientific research and publications

Research

1. Temat badawczy nt. zrównoważonej gospodarki wodnej, realizowany w ramach badań naukowych dla utrzymania potencjału badawczego jednostki.

Publications

1. Chodak M., Ludwig B., Khanna P., Beese F: Use of near infrared spectroscopy to determine biological and chemical characteristics of organic layers under spruce and beech stands. J. Plant Nutr. Soil Sci., 165, 27 – 33, 2001.
2. Chodak M.: Near infrared spectroscopy for rapid estimation of microbial properties in reclaimed mine soils. J. Plant Nutr. Soil Sci., 174, 702 – 709, 2011.
3. Chodak M.: Zastosowanie spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIR) do oznaczania zawartości C, N, S, P i kationów

metali w materii organicznej gleb leśnych. Wydawnictwa AGH, Inżynieria Środowiska, Tom 10, Zeszyt 2, 213 – 222, 2005.

4. 4. Drzewiecki W., Bergier T., Flügel W., Fink M., Pfenning B., Bernat K.: Krajowa infrastruktura informacji przestrzennej jako źródło danych dla systemu informacji o zlewni (RBIS). Roczniki Geomatyki 11 (1), 45-56, 2013.
5. 5. Oleniacz R., Bogacki M., Szulecka A., Rzeszutek M., Mazur M.: Assessing the impact of wind speed and mixing-layer height on air quality in Krakow (Poland) in the years 2014-2015. Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, 2016, vol. 63, no. 2/II/16, 315-342.
6. 6. Oleniacz R., Bogacki M., Rzeszutek M., Kot A.: Meteorologiczne determinanty jakości powietrza w Krakowie (Meteorological factors affecting air quality in Krakow) [W:] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, T. 2, pod red. Jana Koniecznyńskiego, Zabrze: Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, 2014, ISBN: 978-83-60877-17-3, s. 163-178
7. 7. Oleniacz R., Bogacki M., Szulecka A., Rzeszutek M., Mazur M.: Wpływ prędkości i kierunku wiatru na jakość powietrza w Krakowie. (W:) V międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna INFRAEKO 2016 „Nowoczesne miasta, infrastruktura i środowisko” (red. J. Dziopak, D. Słyś, A. Stec), str. 263-276. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2016.
8. 8. Rzeszutek M., Szulecka A., Oleniacz R., Bogacki M.: Assessment of the AERMOD dispersion model over complex terrain with different types of meteorological data: Tracy Power Plant experiment. E3S Web of Conferences 22, 00149 (2017), str. 1-9.
9. 9. Szulecka A., Bogacki M.: Ocena dostępnych baz danych meteorologicznych dla celów poprawy wyników krótkoterminowych symulacji w modelu WRF-ARW na przykładzie obszaru południowo-zachodniej Polski. (W:) ECOpole'16 [Dokument elektroniczny], Central European conference: 5th-8th October 2016, Opole, 2016, str. 7-8.
10. 10. Wojtas E., Sawczak M., Bergier T.: Możliwości zastosowania modelowania hydrologicznego w ocenie wpływu zagospodarowania przestrzennego na retencję [w:] Maciejewska A. (red.), Współczesne uwarunkowania gospodarowania przestrzenią – szanse i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju: organizacja gospodarowania przestrzenią. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 261-272 (Załącznik 5, Rozdział II.2.3, poz. 13), 2014.
11. 11. Wojtas E., Sawczak M., Bergier T.: Zastosowanie pakietu Jena 2000 do wspomagania zarządzania zlewnią rzeczną [w:] Mazurkiewicz-Boroń G., Marczevska B. (red.), Zagrożenia jakości wód powierzchniowych i metody działań ochronnych. Lublin: Wydawnictwo KUL, 379-389, 2014.
12. 12. Wojtas E., Sawczak M., Bergier T.: Zrównoważone zarządzanie zlewnią Zbiornika Dobczyckiego i górnej Raby [w:] Mazurkiewicz-Boroń G., Marczevska B. (red.), Zagrożenia jakości wód powierzchniowych i metody działań ochronnych. Lublin: Wydawnictwo KUL, 365-377, 2014.

Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
GEI2A_K01	samodoskonalenia, a także postępowania profesjonalnego, odpowiedzialnego i zgodnego z zasadami etyki zawodowej.
GEI2A_K04	aktywnego i kreatywnego współdziałania w zespole oraz efektywnego kierowania nim.
GEI2A_U01	stosować zaawansowane metody pozyskiwania, integracji i przetwarzania informacji pochodzących z różnych źródeł danych.
GEI2A_U02	programować, modyfikować i rozbudowywać istniejące aplikacje oraz łączyć różne technologie informatyczne w zakresie geoinformacji.
GEI2A_U04	stosować i rozwijać modele w zakresie geoinformacji o środowisku, terenach i obiektach miejskich oraz przemysłowych.
GEI2A_U05	formułować i rozwiązywać zadania przestrzenne, posługując się zaawansowanymi funkcjami analitycznymi, w tym implementować adekwatne algorytmy obliczeniowe.
GEI2A_U06	tworzyć, modyfikować, aktualizować oraz wykorzystywać specjalistyczne bazy danych przestrzennych, , a także dokonać oceny ich jakości.
GEI2A_U07	wykorzystywać i automatyzować specjalistyczne metody analiz oraz symulacji dla celów modelowania i rozwiązywania problemów z zastosowaniem geoinformacji.
GEI2A_U08	pozyskiwać informacje ze specjalistycznej dokumentacji technicznej, literatury przedmiotu, baz wiedzy i innych źródeł, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie; posługiwać się językiem obcym w stopniu wystarczającym (na poziomie B2+).
GEI2A_U09	pracować indywidualnie i kierować zespołem; szacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów; przygotować i przedstawiać wyniki przeprowadzonych analiz oraz opracować specjalistyczne raporty z realizacji powierzonego zadania.
GEI2A_W01	złożone zasady pozyskiwania z różnych źródeł danych przestrzennych oraz środowiskowych.
GEI2A_W03	zaawansowane metody i techniki, w tym teledetekcyjne, stosowane do pozyskiwania i przetwarzania danych przestrzennych i środowiskowych na potrzeby geoinformacji.
GEI2A_W04	zasady modelowania i wizualizacji obiektów i zjawisk przestrzennych, tworzenia i wykorzystywania tematycznych baz danych, w tym baz danych przestrzennych oraz korzystania z systemów zarządzania nimi.
GEI2A_W05	zasady i metody automatyzacji przetwarzania danych, pozwalające na rozwiązywanie zagadnień geoinformatycznych i inżynierskich.
GEI2A_W06	zasady modelowania obiektów i procesów na terenach miejskich i przemysłowych oraz procesów środowiskowych.