

**Nazwa w języku polskim: Wybrane systemy informacji przestrzennej w analizie katastrof naturalnych i antropogenicznych**  
**Nazwa w jęz. angielskim: Selected spatial information systems in the analysis of natural and anthropogenic disasters**

**Dane dotyczące zajęć:**  
**Information on course:**

**Jednostka oferująca:** Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej // dr inż. Krzysztof Tomiczek

**Course offered by:** Faculty of Mining, Safety Engineering and Industrial Automation // PhD Krzysztof Tomiczek

<b>Język wykładowy:</b>
polski
<b>Language:</b>
Polish
<b>Strona WWW: Course homepage:</b>
-
<b>Skrócony opis:</b>
<p>Przedmiot koncentruje się na zagadnieniach związanych z wykorzystaniem narzędzi oraz metod informatyki i informacji przestrzennej w analizie, ocenie, monitorowaniu oraz łagodzeniu zagrożeń związanych z intensywnością zjawisk naturalnych oraz katastrof antropogenicznych. Studenci poznają wybrane metody modelowania numerycznego, zagadnienia systemów informacji przestrzennej i teledetekcji, które umożliwiają tworzenie map dla ekstremalnych warunków pogodowych (gwałtowne ulewy, powodzie, huragany, fale upałów) oraz dla zagrożeń antropogenicznych (awarie infrastruktury krytycznej, skażenia). Zajęcia obejmują wprowadzenie do analizy danych satelitarnych, pomiarów meteorologicznych i informacji pozyskiwanych z czujników geotechnicznych, z uwzględnieniem zastosowania danych w systemach wczesnego ostrzegania i zarządzania kryzysowego.</p> <p>W trakcie zajęć poruszane są zagadnienia związane z: przepływem wód powierzchniowych i podziemnych, wpływem intensywnych opadów na procesy erozyjne i osuwiskowe, a także inżynierskimi metodami zapobiegania skutkom ekstremalnych zjawisk. Studenci poznają możliwości integrowania różnorodnych danych, aby poznać podstawy modelowania scenariuszy pogodowych i awaryjnych, ich skutków oraz opracowywać plany reagowania w obliczu szybkich zmian warunków.</p> <p>Celem zajęć jest przygotowanie absolwentów do świadomego oraz skutecznego wykorzystania technologii około- i geoinformatycznych w przeciwdziałaniu, analizie oraz łagodzeniu skutków katastrof, ze szczególnym naciskiem na te wywołane zmianami klimatycznymi i działalnością człowieka.</p>
<b>Short description:</b>
<p>The course focuses on issues related to the use of IT and spatial information tools and methods in the analysis, assessment, monitoring, and mitigation of risks associated with the intensity of natural phenomena and anthropogenic disasters. Students learn about selected numerical modeling methods, spatial information systems, and remote sensing issues that enable the creation of maps for extreme weather conditions (heavy rainfall, floods, hurricanes, heat waves) and anthropogenic hazards (critical infrastructure failures, contamination). The course includes an introduction to the analysis of satellite data, meteorological measurements, and information obtained from geotechnical sensors, taking into account the use of data in early warning and crisis management systems.</p> <p>The course covers issues related to: surface and groundwater flow, the impact of intense rainfall on erosion and landslide processes, as well as engineering methods for preventing the effects of extreme events. Students learn how to integrate various types of data in order to understand the basics of modeling weather and emergency scenarios and their effects, and to develop response plans in the face of rapidly changing conditions.</p> <p>The aim of the course is to prepare graduates to consciously and effectively use geoinformatics and related technologies in disaster prevention, analysis, and mitigation, with a particular focus on disasters caused by climate change and human activity.</p>
<b>Opis:</b>

## Treści programowe

### Wykład

- 1. Wprowadzenie do systemów informacji przestrzennej w kontekście katastrof naturalnych i antropogenicznych. (2h)**

Definicje i podstawowe pojęcia: dane przestrzenne, systemy informacji przestrzennej, geomechanika oraz geotechnika. Przegląd najważniejszych zagrożeń naturalnych o charakterze klimatycznym i sejsmicznym oraz antropogenicznych (awarie przemysłowe, skażenia, pożary). Historia i rozwój metod informatyki w inżynierii i zarządzaniu kryzysowym. Rola danych przestrzennych w zrozumieniu i prognozowaniu zagrożeń, m.in. mapy, modele cyfrowe oraz zdjęcia satelitarne.
- 2. Dane wysokościowe i cyfrowe modele terenu (DEM) w analizie zagrożeń. (2h)**

Metody pozyskiwania danych wysokościowych (LiDAR, radar satelitarny, SRTM, drony). Rodzaje cyfrowych modeli terenu: DEM, DTM, DSM i ich zastosowanie w ocenie skutków intensywnych opadów, powodzi oraz osuwisk. Dokładność i źródła błędów w modelach wysokościowych; wpływ niedokładności na prognozowanie zagrożeń, np. błędy w wyznaczaniu obszarów zalewowych. Integracja modeli terenu z danymi pogodowymi, np. prognozy opadów i sejsmicznymi, lokalne wzmocnienie drgań na wzniesieniach.
- 3. Podstawy systemów informacji przestrzennej w kontekście danych klimatycznych i geofizycznych. (2h)**

Typy danych przestrzennych: rastrowe (modele pogodowe, dane o opadach, obrazowania satelitarne), wektorowe (granice obszarów zagrożeń, linie uskoków, lokalizacje zakładów przemysłowych). Struktura i organizacja baz danych przestrzennych: przechowywanie i integracja informacji o zagrożeniach, np. warstwy powodziowe, strefy sejsmiczne. Podstawowe operacje: wizualizacja, zapytania przestrzenne, łączenie danych geofizycznych z danymi socjoekonomicznymi, np. gęstość zaludnienia. Przegląd popularnych narzędzi (ArcGIS, QGIS) z uwzględnieniem wtyczek analizujących dane klimatyczne, sejsmiczne i dotyczące infrastruktury.
- 4. Analiza rzeźby terenu a zjawiska ekstremalne (osuwiska, lawiny błotne, erozja). (2h)**

Metody obliczania i wizualizacji stromości stoków (slope), ekspozycji (aspect), krzywizny (curvature). Geomorfometryczne wskaźniki podatności na osunięcia i lawiny błotne (np. Topographic Wetness Index, Stream Power Index). Wpływ gwałtownych opadów deszczu i długotrwałych opadów na uruchamianie ruchów masowych. Przykłady map ryzyka: łączenie danych geologicznych i hydrologicznych w ocenie zagrożenia osunięciami.
- 5. Teledetekcja i fotogrametria w detekcji zmian klimatycznych, geofizycznych i antropogenicznych. (2h)**

Wprowadzenie do teledetekcji: obrazy wielospektralne, hiperspektralne, radarowe (SAR) w monitorowaniu erozji, podtopień, zmian linii brzegowych, a także skażeń i awarii przemysłowych. Przetwarzanie i interpretacja obrazów satelitarnych w kontekście huraganów, tajfunów, wielkoskalowych systemów burzowych, trzęsień ziemi oraz pożarów i wycieków. Metody różnicowe (change detection) w wykrywaniu skutków powodzi, osunięć ziemi, zniszczeń infrastruktury. Drony (UAV) w szybkiej ocenie skutków katastrof (wizualizacja 3D, ortofotomapy).
- 6. Metody statystyczne w ocenie zagrożeń klimatycznych i sejsmicznych. (2h)**

Analiza zmienności przestrzennej parametrów klimatycznych (opady, temperatura) i sejsmicznych (intensywność drgań). Metody interpolacji (IDW, splajny, kriging) w tworzeniu map ryzyka powodzi, trzęsień ziemi, wiatru ekstremalnego. Analiza błędów i niepewności w modelach - konsekwencje dla zarządzania kryzysowego. Studium przypadku: mapowanie intensywności deszczu w regionie górskim i korelacja z występowaniem osuwisk.
- 7. Modelowanie numeryczne w geotechnice i geomechanice (cz. 1). (2h)**

Przegląd metod: Metoda Elementów Skończonych (FEM), Metoda Różnic Skończonych (FDM), Metoda Elementów Dyskretnych / Odrębnych (DEM). Reprezentacja warunków geologicznych, np. warstw skał, gruntów w modelach numerycznych. Projektowanie siatki obliczeniowej oraz odpowiednich warunków brzegowych w symulacjach osuwisk, czy zapadania się terenu w rejonach sejsmicznych. Przykład: symulacja stateczności skarpy w warunkach intensywnych opadów.
- 8. Modelowanie numeryczne w geotechnice i geomechanice (cz. 2). (2h)**

Zjawiska filtracji (przepływ wody gruntowej) i ich wpływ na stateczność skarp w obliczu silnych opadów. Modelowanie wpływu trzęsień ziemi na ośrodek gruntowy, np. utrata nośności, efekt upłynnienia. Podejście 3D w analizie rozległych osuwisk (narzędzia, takie jak Plaxis 3D, FLAC3D) w obszarach wysokiego ryzyka klimatycznego i sejsmicznego. Wykorzystanie danych z monitoringu, np. geofony, inklinometry do kalibracji modeli numerycznych.
- 9. Analiza ryzyka i wielokryterialne wspomaganie decyzji. (2h)**

Definicja ryzyka w kontekście zjawisk pogodowych (burze, huragany, tajfuny), sejsmicznych (trzęsienia ziemi, wstrząsy) i antropogenicznych (skażenia, awarie). Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): metody wag, punktacji, hierarchii (AHP) do klasyfikacji obszarów zagrożeń. Modele probabilistyczne w ocenie częstości i intensywności katastrof. Tworzenie scenariuszy „co jeśli?” na

potrzeby służb kryzysowych i administracji, np. ewakuacja, zabezpieczenia infrastruktury.

#### **10. Metody uczenia maszynowego i Big Data w prognozowaniu katastrof. (2h)**

Wprowadzenie do ML (drzewa decyzyjne, lasy losowe, sieci neuronowe) w analizie danych przestrzennych (opady, wiatry ekstremalne, parametry sejsmiczne, dane z czujników przemysłowych). Zastosowanie Big Data: integracja wysokorozdzielczych danych satelitarnych, stacji pogodowych, sensorów sejsmicznych i sieci monitoringu przemysłowego. Algorytmy wykrywania anomalii i prognoz krótkoterminowych, np. błyskawiczne powodzie, osunięcia ziemi, awarie. Przykłady wdrożeń: systemy predykcji powodzi w oparciu o sieci neuronowe, prognozowanie trzęsień (Early Warning Systems).

#### **11. Systemy monitoringu i wczesnego ostrzegania (EWS). (2h)**

Przegląd technologii monitoringu: stacje meteorologiczne (wiatr, opady), czujniki sejsmiczne, czujniki geotechniczne (inklinometry, tensometry), sieci monitoringu skażeń. Integracja danych w czasie rzeczywistym (IoT) -- ocena ryzyka wystąpienia powodzi, huraganu, trzęsienia ziemi, osuwiska, skażenia. Projektowanie i implementacja EWS: architektura systemu, protokoły alarmowe, analiza progów ostrzegawczych (np. poziom opadów, amplituda drgań, stężenie substancji). Przykłady wdrożeń: systemy ostrzegania przed tsunami (region Pacyfiku), systemy monitoringu osuwisk w terenach górskich, systemy wczesnego wykrywania skażeń.

#### **12. Modelowanie i symulacje wielkoobszarowych katastrof. (2h)**

Modele przepływu wód powierzchniowych i podziemnych w kontekście powodzi (River Flood Model, Storm Surge). Symulacje ruchów masowych (osunięcia, lawiny błotne) w obszarach o intensywnych opadach lub narażonych na trzęsienia ziemi. Symulowanie trasy i siły huraganów, czy tajfunów, np. modele atmosferyczne oraz ich interakcji z topografią. Modelowanie tsunami w ujęciu systemów informacji przestrzennej - dane batymetryczne, prędkość rozchodzenia się fali, obliczanie zasięgu zalania. Modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze i wodach.

#### **13. Zarządzanie kryzysowe i aspekty prawne w obliczu ekstremalnych zjawisk. (2h)**

Podstawy zarządzania kryzysowego na poziomie gminy, regionu, państwa w kontekście katastrof klimatycznych (powodzie, huragany), sejsmicznych i antropogenicznych (awarie przemysłowe). Rola służb ratowniczych, administracji i naukowców w sytuacjach skrajnych, np. ewakuacja masowa przed huraganem, działania po awarii. Aspekty prawne związane z udostępnianiem i przetwarzaniem danych przestrzennych, w tym w ramach UE. Mechanizmy międzynarodowej współpracy w reagowaniu na katastrofy, np. wspólne zasoby sprzętowe, centra koordynacji.

#### **14. Studium przypadków - huragany, powodzie, trzęsienia ziemi, awarie przemysłowe i inne zjawiska katastroficzne. (2h)**

Analiza wybranych katastrof na świecie: huragany (Katrina), tajfuny (region Azji Południowo-Wschodniej), powodzie (Wenecja, Polska 1997, 2024), trzęsienia ziemi (Japonia, Włochy, Turcja, Grecja), lawiny błotne (Ameryka Południowa, Azja) oraz awarie przemysłowe (Czarnobyl, Fukushima, wycieki chemikaliów). Wykorzystane technologie informatyczne w przeciwdziałaniu skutkom i planowaniu odbudowy. Ocena błędów i sukcesów działań zaradczych - wyciąganie wniosków na przyszłość. Skutki ekonomiczne i społeczne; wpływ na infrastrukturę krytyczną.

#### **15. Perspektywy rozwoju systemów informacji przestrzennej w kontekście katastrof. (2h)**

Nowe trendy technologiczne: chmura obliczeniowa, SI (sztuczna inteligencja), Internet Rzeczy (IoT), wysokorozdzielcze satelity teledetekcyjne. Możliwości integracji danych z różnych źródeł (crowdsourcing, analizy w czasie rzeczywistym). Cyfrowe bliźniaki (digital twins) - idea tworzenia wirtualnych modeli miast i regionów, uwzględniających dane meteorologiczne, sejsmiczne oraz o infrastrukturze. Dyskusja: perspektywy badań naukowych i wdrożeń praktycznych oraz rola zespołów interdyscyplinarnych (geolodzy, inżynierowie, klimatolodzy, sejsmolodzy, specjaliści ds. bezpieczeństwa przemysłowego).

#### **Wykład**

- stacjonarne: 30 h

Liczba punktów ECTS: 2

#### **Description:**

##### **Lecture**

#### **1. Introduction to spatial information systems in the context of natural and anthropogenic disasters. (2h)**

Definitions and basic concepts: spatial data, spatial information systems, geomechanics, and geotechnics. Overview of the most important natural hazards of a climatic and seismic nature, as well as anthropogenic hazards (industrial accidents, contamination, fires). History and development of IT methods in engineering and crisis management. The role of spatial data in understanding and forecasting hazards, including maps, digital models, and satellite images.

#### **2. Elevation data and digital elevation models (DEM) in hazard analysis. (2h)**

Methods of obtaining elevation data (LiDAR, satellite radar, SRTM, drones). Types of digital terrain models: DEM, DTM, DSM and their application in assessing the effects of heavy rainfall, floods, and landslides. Accuracy and sources of error in elevation models; the impact of inaccuracy on hazard forecasting, e.g., errors in determining flood areas. Integration of terrain models with weather data, e.g., precipitation and seismic forecasts, local amplification of vibrations on hills.

### **3. Fundamentals of spatial information systems in the context of climate and geophysical data. (2h)**

Types of spatial data: raster (weather models, precipitation data, satellite imagery), vector (hazard area boundaries, fault lines, industrial plant locations). Structure and organization of spatial databases: storage and integration of hazard information, e.g., flood layers, seismic zones. Basic operations: visualization, spatial queries, combining geophysical data with socioeconomic data, e.g., population density. Overview of popular tools (ArcGIS, QGIS) including plugins for analyzing climate, seismic, and infrastructure data.

### **4. Analysis of terrain relief and extreme phenomena (landslides, mudslides, erosion). (2h)**

Methods for calculating and visualizing slope, aspect, and curvature. Geomorphometric indicators of susceptibility to landslides and mudslides (e.g., Topographic Wetness Index, Stream Power Index). The impact of heavy rainfall and prolonged rainfall on the initiation of mass movements. Examples of risk maps: combining geological and hydrological data in landslide hazard assessment.

### **5. Remote sensing and photogrammetry in the detection of climatic, geophysical, and anthropogenic changes. (2h)**

Introduction to remote sensing: multispectral, hyperspectral, and radar (SAR) images in monitoring erosion, flooding, changes in coastlines, as well as contamination and industrial accidents. Processing and interpretation of satellite images in the context of hurricanes, typhoons, large-scale storm systems, earthquakes, fires, and spills. Change detection methods in detecting the effects of floods, landslides, and infrastructure damage. Drones (UAVs) in rapid disaster assessment (3D visualization, orthophotomaps).

### **6. Statistical methods in the assessment of climate and seismic hazards. (2h)**

Analysis of spatial variability of climate parameters (precipitation, temperature) and seismic parameters (vibration intensity). Interpolation methods (IDW, splines, kriging) in the creation of flood, earthquake, and extreme wind risk maps. Analysis of errors and uncertainties in models - consequences for crisis management. Case study: mapping rainfall intensity in a mountainous region and correlation with the occurrence of landslides.

### **7. Numerical modeling in geotechnics and geomechanics (part 1). (2h)**

Overview of methods: Finite Element Method (FEM), Finite Difference Method (FDM), Discrete Element Method (DEM). Representation of geological conditions, e.g., rock layers, soils in numerical models. Designing a computational grid and appropriate boundary conditions in simulations of landslides or ground subsidence in seismic areas. Example: simulation of slope stability under conditions of heavy rainfall.

### **8. Numerical modeling in geotechnics and geomechanics (part 2). (2h)**

Filtration phenomena (groundwater flow) and their impact on slope stability in the face of heavy rainfall. Modeling the impact of earthquakes on the ground medium, e.g., loss of bearing capacity, liquefaction effect. 3D approach in the analysis of extensive landslides (tools such as Plaxis 3D, FLAC3D) in areas of high climatic and seismic risk. Use of monitoring data, e.g., geophones, inclinometers, to calibrate numerical models.

### **9. Risk analysis and multi-criteria decision support. (2h)**

Definition of risk in the context of weather phenomena (storms, hurricanes, typhoons), seismic phenomena (earthquakes, tremors), and anthropogenic phenomena (contamination, accidents). Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): weighting, scoring, and hierarchy (AHP) methods for classifying risk areas. Probabilistic models in assessing the frequency and intensity of disasters. Creating "what if" scenarios for emergency services and administration, e.g., evacuation, infrastructure security.

### **10. Machine learning and Big Data methods in disaster forecasting. (2h)**

Introduction to ML (decision trees, random forests, neural networks) in spatial data analysis (precipitation, extreme winds, seismic parameters, data from industrial sensors). Application of Big Data: integration of high-resolution satellite data, weather stations, seismic sensors, and industrial monitoring networks. Algorithms for anomaly detection and short-term forecasting, e.g., flash floods, landslides, failures. Examples of implementations: flood prediction systems based on neural networks, earthquake forecasting (Early Warning Systems).

### **11. Monitoring and early warning systems (EWS). (2h)**

Overview of monitoring technologies: weather stations (wind, precipitation), seismic sensors, geotechnical sensors (inclinometers, strain gauges), contamination monitoring networks. Real-time data integration (IoT) -- assessment of the risk of floods, hurricanes, earthquakes, landslides, contamination. EWS design and implementation: system architecture, alarm protocols, analysis of warning thresholds (e.g., precipitation level, vibration amplitude, substance concentration). Implementation examples: tsunami warning systems (Pacific region), landslide monitoring systems in mountainous areas, early contamination detection systems.

### **12. Modeling and simulation of large-scale disasters. (2h)**

Surface and groundwater flow models in the context of flooding (River Flood Model, Storm Surge).

Simulations of mass movements (landslides, mudslides) in areas with heavy rainfall or prone to earthquakes. Simulation of the path and force of hurricanes or typhoons, e.g., atmospheric models and their interaction with topography. Tsunami modeling in terms of geographic information systems—bathymetric data, wave propagation speed, calculation of flood range. Modeling the spread of pollution in the atmosphere and water.

### **13. Crisis management and legal aspects in the face of extreme events. (2 hours)**

The basics of crisis management at the municipal, regional, and national levels in the context of climatic (floods, hurricanes), seismic, and anthropogenic (industrial accidents) disasters. The role of emergency services, administration, and scientists in extreme situations, e.g., mass evacuation before a hurricane, post-accident measures. Legal aspects related to the sharing and processing of spatial data, including within the EU. Mechanisms of international cooperation in disaster response, e.g., shared equipment resources, coordination centers.

### **14. Case studies - hurricanes, floods, earthquakes, industrial accidents, and other catastrophic events. (2h)**

Analysis of selected disasters around the world: hurricanes (Katrina), typhoons (Southeast Asia), floods (Venice, Poland 1997, 2024), earthquakes (Japan, Italy, Turkey, Greece), mudslides (South America, Asia) and industrial accidents (Chernobyl, Fukushima, chemical spills). Information technologies used in counteracting the effects and planning reconstruction. Assessment of mistakes and successes in remedial actions - drawing conclusions for the future. Economic and social effects; impact on critical infrastructure.

### **15. Prospects for the development of spatial information systems in the context of disasters. (2h)**

New technological trends: cloud computing, AI (artificial intelligence), Internet of Things (IoT), high-resolution remote sensing satellites. Possibilities for integrating data from various sources (crowdsourcing, real-time analysis). Digital twins – the idea of creating virtual models of cities and regions, taking into account meteorological, seismic, and infrastructure data. Discussion: prospects for scientific research and practical implementation, and the role of interdisciplinary teams (geologists, engineers, climatologists, seismologists, industrial safety specialists).

#### **Lecture:**

- **full-time studies: 30 h**

**Number of ECTS credits: 2**

#### **Literatura:**

1. Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R. (2007). Obszary zastosowań systemów informacji przestrzennej. Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa.
2. Mularz S. (red.) (2018). Teledetekcja satelitarna i jej zastosowania w Polsce. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
3. Dąbska A., Gołębiowska A. (2019). Podstawy geotechniki. Zadania według Eurokodu 7. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
4. Florek J., Jaworek B. (2021). Praktyczne aspekty analizy osuwisk na obszarach górskich. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
5. Grabczyk W. (2016). Osuwiska i procesy erozyjne na obszarach zurbanizowanych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
6. Bednarek M., Kowalczyk M. (2018). Zarządzanie kryzysowe i ochrona ludności. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
7. Klatka L. (red.) (2020). Klimat i katastrofy naturalne w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
8. Witczak S., Adamczyk K. (2020). Systemy informacji przestrzennej w badaniach środowiskowych. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
9. Gilewska S. (2006). Metody geomorfologiczne w badaniach geologicznych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
10. Borowski L. (2022). Praktyczna analiza ryzyka powodzi i osuwisk z wykorzystaniem systemów informacji przestrzennej. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin.
11. Bąk M. (2017). Teledetekcja i systemy informacji przestrzennej w monitoringu powodziowym. Wydawnictwo Naukowe UJ, Kraków.
12. Sanecki K. (2019). Zintegrowane systemy informacji przestrzennej w zarządzaniu kryzysowym. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
13. Górski P., Malinowska P. (2020). Analiza stabilności stoków w warunkach intensywnych opadów atmosferycznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław.
14. Kowalski T. (2021). Geoinformacja w planowaniu przestrzennym obszarów narażonych na klęski żywiołowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
15. Szczepańska M., Nowak R. (2023). Teledetekcja radarowa w detekcji osuwisk. Oficyna Wydawnicza Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
16. Bruniecki K., Stepnowski A., Łubniewski Z., Kulawiak M., Buszke B. (2010). System informacji

geograficznej i techniki obrazowania satelitarnego w zastosowaniu do analizy i wizualizacji infrastruktury krytycznych i ich zagrożeń. Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej, 59(2), 265-283.

17. Gawalkiewicz R. (2022). Informatyczne i geodezyjne technologie w modelowaniu geozagrożeń zabytkowych obiektów antropogenicznych na przykładzie kopca Wandy w Krakowie. Geoinformatica Polonica, 21, 121-137

#### **Bibliography:**

1. Smith K. (2013). Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster (6th ed.). Routledge, London.
2. Westra S. (Ed.) (2013). Floods in a Changing Climate: Extreme Precipitation. Cambridge University Press, Cambridge.
3. Bolstad P. (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems (5th ed.). Eider Press, White Bear Lake.
4. Van Westen C.J. (2018). Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Management. CRC Press, Boca Raton.
5. Schwab J.C. (Ed.) (2016). Hazard Mitigation: Integrating Best Practices into Planning. American Planning Association, Chicago.
6. Qian W. (2021). Modeling Earth Systems and Environmental Data. Springer, Berlin.
7. Bozorgnia Y., Bertero V.V. (2004). Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering. CRC Press, Boca Raton.
8. Geertman S., Ferreira J., Goodspeed R., Stillwell J. (Eds.) (2019). Planning Support Systems and Smart Cities. Springer, Cham.
9. Cova T.J. (1999). GIS in Emergency Management. In: Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. (Eds.), Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications (2nd ed.), pp. 845-858. Wiley, New York.
10. Chang K.T. (2019). Introduction to Geographic Information Systems (9th ed.). McGraw-Hill, New York.
11. Dickson B., Murphy D. (Eds.) (2014). Climate Risk and Resilience in Urban Environments. Cambridge University Press, Cambridge.
12. Campbell J.B., Wynne R.H. (2011). Introduction to Remote Sensing (5th ed.). Guilford Press, New York.
13. Burrough P.A., McDonnell R.A., Lloyd C.D. (2015). Principles of Geographical Information Systems (3rd ed.). Oxford University Press, Oxford.
14. Papathanasiou G., Christodoulou G., Zouros N. (Eds.) (2017). Natural Hazards: Monitoring and Assessment Using Geoinformation Technologies. IGI Global, Hershey.
15. Fouad G., Shaker F. (2022). Geotechnical and Geoenvironmental Aspects of Natural Disasters. Elsevier, Amsterdam.
16. Keller E.A., DeVecchio D.E. (2019). Natural Hazards: Earth's Processes as Hazards, Disasters, and Catastrophes (5th ed.). Routledge, London.

#### **Efekty uczenia się:**

Wiedza: zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i Techniki.

zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i techniki

Umiejętności: potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie.

Kompetencje społeczne: jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

#### **Learning outcomes:**

Knowledge: knows and understands the basic problems of modern civilization in relation to the achievements of science and technology

Skills: is able to independently plan and implement his own lifelong learning

Social competence: is ready to critically evaluate the knowledge he possesses and the content he receives, to recognize the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems, and to consult experts in case of difficulties in solving the problem independently.

#### **Metody i kryteria oceniania:**

##### Wykład

Zaliczenie w formie pisemnej w formie testu zawierającego pytania otwarte i/lub wielokrotnego wyboru  
Kryterium zaliczenia: minimum 55% poprawnych odpowiedzi. Możliwość obniżenia progu 55% dla studentów aktywnie uczestniczących w zajęciach.

**Assessment methods and assessment criteria:**Lecture

Written credit in the form of a test containing open-ended and/or multiple-choice questions Passing criterion: a minimum of 55% correct answers. The possibility of lowering the threshold of 55% for students actively participating in classes.

**Dodatkowe informacje:  
Element of course groups in various terms:**

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl końc. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne stopień studiów - dowolny kierunek studiów - dowolny, semestr dowolny  elective courses full-time studies degree - any field of study - any semester - any	2026/2027	