

**KARTA KURSU (realizowanego w module specjalności)****Nauki o Ziemi i Środowisku***(nazwa specjalności)*

Nazwa	Cykliczność procesów przyrodniczych
Nazwa w j. ang.	<i>Cyclicity of geological processes</i>

Koordynator	prof. dr hab. Krzysztof Bąk	Zespół dydaktyczny
		prof. dr hab. Krzysztof Bąk
Punktacja ECTS*	2	

## Opis kursu (cele kształcenia)

Po zakończeniu kursu student rozumie pojęcia związane z cyklicznością procesów przyrodniczych zachodzących we fanerozoiku; zna najważniejsze metody w badaniu cykliczności; ma ogólną wiedzę na temat cyklicznych wydarzeń o naturze globalnej, tj wymierania biologicznego w oceanach, oceanicznych zdarzeń beztlenowych, wielkoskalowych erupcji bazaltowych, wahań poziomu morza, impulsów magmatyzmu wewnątrzpłytkowego oraz tempa rozprzestrzeniania się dna morskiego i reorganizacji płyt litosferycznych.

## Efekty uczenia się

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Wiedza	W01, Definiuje i objaśnia wybrane cykle geologiczne jakie zachodzą i zachodziły na Ziemi	W01, W02
	W02, Wskazuje przykłady metod badawczych stosowanych w interpretacjach periodyczności zdarzeń przyrodniczych	W06
	W03, Charakteryzuje okresowość najważniejszych zdarzeń naturalnych na Ziemi	W01, W02
Umiejętności	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)

	U01, Interpretuje dowody w zapisie geologicznym wskazujące na wzajemne związki wybranych cykli przyrodniczych w kontekście ich globalnego charakteru oraz ścisłego powiązania ze sobą zmian biotycznych i abiotycznych	U01 U02, U08
	U02, Interpretuje związek cykliczności procesów przyrodniczych zachodzących na powierzchni Ziemi ze zmianami dynamiki procesów zachodzących wewnątrz Ziemi oraz z cyklami orbitalnymi w Układzie Słonecznym	U01

Kompetencje społeczne	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
	K01, Korzysta i zachęca innych do korzystania ze sprawdzonych źródeł informacji naukowej i systematycznie poszerza swoją wiedzę.	K06
	K02, Jest świadomy roli cykliczności procesów przyrodniczych w ewolucji środowiska przyrodniczego Ziemi	K03

Organizacja											
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach									
		A		K		L		S		P	
Liczba godzin	15										
	ZO										

#### Opis metod prowadzenia zajęć

Wykłady będą prowadzone w języku polskim lub angielskim.

#### Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Zaliczenie pisemne	Inne
W01								X				X	
W02												X	
W03								X				X	
U01								X				X	
U02												X	
K01													
K02								X					

Kryteria oceny	<p>Zaliczenie wykładów otrzymuje student, który otrzymał pozytywną ocenę z pisemnego sprawdzianu.</p> <p>Do ww. sprawdzianu zostaną przedstawione zagadnienia (szeroko brzmiące pytania) po zakończeniu kursu.</p>
----------------	--

Uwagi	<p>Wykłady są obowiązkowe, z kontrolą frekwencji.</p> <p>Do pisemnego sprawdzianu nie zostaną dopuszczeni studenci, którzy opuścili więcej niż dwa wykłady.</p>
-------	---

#### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Wprowadzenie do **koncepcji cykliczności procesów przyrodniczych w ujęciu historycznym**; od znaczenia słowa cykl w starożytnej Grecji, poprzez różne definicje cykliczności, próby unifikacji teorii cyklu (Puetz, 2009) oraz próby negowania cykliczności procesów przyrodniczych (Dott, 1992).
2. **Cykle astronomiczne**: od dobowych (pływy) do wielosetmilionowych (pionowa oscylacja układu słonecznego w płaszczyźnie galaktycznej i ich powiązania z epizodami uderzeń i masowymi wymieraniami na Ziemi); powstanie astrochronologii pomagającej w rekonstrukcjach globalnych zmian klimatycznych.
3. Teorie diastroficzne i eustazja; historyczne dowody na **oscylacje eustatyczne** (Pola Fledrejskie); zmiana częstotliwości i amplitudy oscylacji; krzywe zmian poziomu morza w okresach lodowcowych i w okresach cieplarnianych oraz ich amplitudy.
4. **Cykl Wilsona** opisujący okresowość, z jaką duże masy kontynentalne oddzielały się i powracały do siebie; ich związek z cyklicznością zmian poziomu oceanu.
5. **Cykle sedymentacyjne**; periodyczność zmian facjalnych na kontynentach od osadów lądowych do płytkomorskich (cykle transgresywno-regresywne); cyklometry ewaporatowe; stratygrafia sekwencyjna.
6. Geodynamiczne siły działające wewnątrz Ziemi; **periodyczność procesów magmotwórczych** (analizy Hf-Zn) związanych z cyklami konwekcyjnymi płaszcza Ziemi.

## Słowniczek (5-15 pojęć w języku angielskim)

Shortm- and longterm cyclicities, sea-level sedimentary record, eustatic fluctuations, global sea-level curve, Milankovitch forcing and Earth's interior processes, ground movement (bradyseism), sequence stratigraphy, cyclostratigraphy, astrochronology, coal-bearing cyclothems, thermodynamic model for uplift and deflation episodes, lithospheric convective cycles, oceanic crustal carbon cycle, periodic comet impacts, Wilson Cycle concept in plate tectonics,

## Wykaz literatury podstawowej

Fragoso, D.G.C., Kuchenbecker, M., Magalhães, A.J.C., Scherer, C.M.dos S., Pederneiras, G., Gabaglia, R., Strasser, A., 2022. Cyclicity in Earth sciences, quo vadis? Essay on cycle concepts in geological thinking and their historical influence on stratigraphic practices. *History of Geo- and Space Sciences*, vol. 13, 39–69.

## Wykaz literatury uzupełniającej

- Abels, H. A., Kraus, M. J., Gingerich, P. D., 2013. Precession-scale cyclicity in the fluvial lower Eocene Willwood Formation of the Bighorn Basin, Wyoming (USA). *Sedimentology*, 60, 1467–1483, <https://doi.org/10.1111/sed.12039>
- Berger, A., Loutre, M. F., Dehant, V., 1989. Astronomical frequencies for pre-Quaternary palaeoclimate studies. *Terra Nova*, 1, 474–479, <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1989.tb00413.x>
- Boulila, S., Laskar, J., Haq, B. U., Galbrun, B., Hara, N., 2018. Longterm cyclicities in Phanerozoic sea-level sedimentary record and their potential drivers. *Glob. Planet. Change*, 165, 128–136, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.03.004>
- Boulila, S., Haq, B. U., Hara, N., Müller, R. D., Galbrun, B., Charbonnier, G., 2021. Potential encoding of coupling between Milankovitch forcing and Earth's interior processes in the Phanerozoic eustatic sea-level record. *Earth-Sci. Rev.*, 220, 103727, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103727>
- Cannatelli, C., Spera, F. J., Bodnar, R. J., Lima, A., De Vivo, B., 2020. Ground movement (bradyseism) in the Campi Flegrei volcanic area, in: *Vesuvius, Campi Flegrei, and Campanian Volcanism*, Elsevier, 407–433, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816454-9.00015-8>
- Catuneanu, O., 2019. Model-independent sequence stratigraphy, *Earth-Sci. Rev.*, 188, 312–388, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.09.017>
- Clube, S. V. M., Napier, W. M., 1996. Galactic dark matter and terrestrial periodicities, *Q. J. Roy. Astron. Soc.*, 37, 618–642.
- Dott Jr., R. H., 1983. Episodic sedimentation – how normal is average? How rare is rare? Does it matter?, *J. Sediment. Petrol.*, 53, 5–23, <https://doi.org/10.1306/212F8148-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- Ferretti, A., Vezzani, F., Balini, M., 2020. Leonardo da Vinci (1452–1519) and the birth of stratigraphy, *Newsl. Stratigr.*, 53, 1–17, <https://doi.org/10.1127/nos/2019/0564>
- Fischer, A. G., 1982. Long-term climatic oscillations recorded in Stratigraphy, in: *Climate in Earth History*, National Academies Press, Washington, 97–105, <https://doi.org/10.17226/11798>
- Fragoso, D. G. C., Gabaglia, G. P. R., Magalhães, A. J. C., Scherer, C. M. dos S., 2021. Cyclicity and hierarchy in sequence stratigraphy: an integrated approach, *Braz. J. Geol.*,

- 51, e20200106, <https://doi.org/10.1590/2317-4889202120200106>
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D., Ogg, G. M., 2020. Geologic Time Scale 2020, Elsevier, ISBN 9780128243619, 2020.
  - Hawkins, G. S., 1963. Stonehenge Decoded, *Nature*, 200, 306–308, <https://doi.org/10.1038/200306a0>
  - Hinnov, L. A., 2018. Cyclostratigraphy and astrochronology in 2018, in: *Stratigraphy & Timescales*, Vol. 3, Elsevier, 1–80, <https://doi.org/10.1016/bs.sats.2018.08.004>
  - Hinnov, L. A., Park, J., 1998. Detection of astronomical cycles in the stratigraphic record by frequency modulation (FM) analysis, *J. Sediment. Res.*, 68, 524–539, <https://doi.org/10.2110/jsr.68.524>
  - House, M. R., 1995. Orbital forcing timescales: an introduction, *Geol. Soc. Lond. Sp. Publ.*, 85, 1–18, <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1995.085.01.01>
  - Karato, S. Barbot, S., 2018. Dynamics of fault motion and the origin of contrasting tectonic style between Earth and Venus, *Sci. Rep.*, 8, 1–11, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30174-6>
  - Klein, G. deV and Willard, D. A., 1989. Origin of the Pennsylvanian coal-bearing cyclothems of North America, *Geology*, 17, 152–155, <https://doi.org/10.1130/0091-7613>
  - Kodama, K. P. Hinnov, L. A., 2015. *Rock magnetic cyclostratigraphy*, Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, UK, ISBN 978-1-118-56128-7
  - Kvale, E. P., 1978. Tides and tidal rhythmites, in: *Sedimentology*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 1224–1228, [https://doi.org/10.1007/3-540-31079-7\\_238](https://doi.org/10.1007/3-540-31079-7_238)
  - Laskar, J., Fienga, A., Gastineau, M., Manche, H., 2011. La2010: a new orbital solution for the long-term motion of the Earth, *Astron. Astrophys.*, 532, A89, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201116836>
  - Le Pichon, X., 2019. Fifty years of plate tectonics: Afterthoughts of a witness, *Tectonics*, 38, 2919–2933, <https://doi.org/10.1029/2018TC005350>
  - Lima, A., De Vivo, B., Spera, F. J., Bodnar, R. J., Milia, A., Nunziata, C., Belkin, H. E., Cannatelli, C., 2009: Thermodynamic model for uplift and deflation episodes (bradyseism) associated with magmatic–hydrothermal activity at the Campi Flegrei (Italy), *Earth-Sci. Rev.*, 97, 44–58, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.10.001>
  - Maslin, M., 2016. Forty years of linking orbits to ice ages, *Nature*, 540, 208–209, <https://doi.org/10.1038/540208a>
  - Milankovitch, M., 1941. *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*, Mihaila Curcica, Belgrade, 633 pp.
  - Mitchell, R. N., Spencer, C. J., Kirscher, U., He, X.-F., Murphy, J. B., Li, Z.-X., Collins, W. J., 2019. Harmonic hierarchy of mantle and lithospheric convective cycles: Time series analysis of hafnium isotopes of zircon, *Gondwana Res.*, 75, 239–248, <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.06.003>
  - Müller, R. D. and Dutkiewicz, A., 2018. Oceanic crustal carbon cycle drives 26-million-year atmospheric carbon dioxide periodicities, *Sci. Adv.*, 6, eaaq0500, <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd0953>
  - Pantopoulos, G., Vakalas, I., Maravelis, A., Zelilidis, A., 2013. Statistical analysis of turbidite bed thickness patterns from the Alpine fold and thrust belt of western and southeastern Greece, *Sediment. Geol.*, 294, 37–57, <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2013.05.007>
  - Rampino, M. R., Caldeira, K., Zhu, Y., 2021. A pulse of the Earth: A 27.5-Myr underlying cycle in coordinated geological events over the last 260 Myr, *Geosci. Front.*, 12, 101245, <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101245>
  - Randall, L., Reece, M., 2014. Dark Matter as a Trigger for Periodic Comet Impacts, *Phys. Rev. Lett.*, 112, 1–5, <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.161301>
  - Sames, B., Wagreich, M., Conrad, C. P., Iqbal, S., 2020. *Aquifereustasy as the main driver of short-term sea-level fluctuations during Cretaceous hothouse climate phases*, Geological Society, London, Special Publications, 498, 9–38,

<https://doi.org/10.1144/SP498-2019-105>

- Schulz, M., Schäfer-Neth, C., 1998. Translating Milankovitch climate forcing into eustatic fluctuations via thermal deep water expansion: a conceptual link, *Terra Nova*, 9, 228-231, <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1997.tb00018.x>
- Schwarzacher, W., 1993. *Cyclostratigraphy and the Milankovitch Theorem*, Elsevier, the Netherlands, 226 pp., ISBN 9780080869667
- Schwarzacher, W., 2000. Repetitions and cycles in stratigraphy, *Earth-Sci. Rev.*, 50, 51–75, [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00070-7)
- Shaviv, N. J., Prokoph, A., Veizer, J., 2014. Is the solar system's galactic motion imprinted in the Phanerozoic climate?, *Sci. Rep.*, 4, 1–6, <https://doi.org/10.1038/srep06150>
- Strasser, A., 2018. Cyclostratigraphy of shallow-marine carbonates—limitations and opportunities, in: *Cyclostratigraphy and Astrochronology*, 3, edited by: Michael Montenari, Elsevier, the Netherlands, 151–187, <https://doi.org/10.1016/bs.sats.2018.07.001>
- Strasser, A., Hilgen, F. J., Heckel, P. H., 2006. Cyclostratigraphy concepts, definitions, and applications, *Newsl. Stratigr.*, 42, 75–114, <https://doi.org/10.1127/0078-0421/2006/0042-0075>
- Vail, P. R., 1992. Chap. 8, The evolution of seismic stratigraphy and the global sea-level curve, in: *Eustasy: The Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*, edited by: Dott Jr., R. H., Geological Society of America, 180, 83–92, <https://doi.org/10.1130/MEM180-p83>
- Wagnreich, M., Sames, B., Hart, M., Yilmaz, I. O., 2020. An introduction to causes and consequences of Cretaceous sea-level changes (IGCP 609), *Geol. Soc. Lond. Sp. Publ.*, 498, 1–8, <https://doi.org/10.1144/SP498-2019-156>
- Westerhold, T., Marwan, N., Drury, A. J., Liebrand, D., Agnini, C., Anagnostou, E., Barnet, J. S., Bohaty, S. M., De Vleeschouwer, D., Florindo, F., 2020. An astronomically dated record of Earth's climate and its predictability over the last 66 million years, *Science*, 369, 1383–1387, <https://doi.org/10.1126/science.aba6853>
- Wilson, J. T., 1966. Did the Atlantic close and then re-open?, *Nature*, 211, 676–681, <https://doi.org/10.1038/211676a0>
- Wilson, R. W., Houseman, G. A., Buitter, S. J. H., McCaffrey, K. J., and Doré, A. G., 2019. Fifty years of the Wilson Cycle concept in plate tectonics: an overview, *Geol. Soc. Lond. Sp. Publ.*, 470, 1–17, <https://doi.org/10.1144/SP470-2019-58>

*Uzupełniające artykuły naukowe będą prezentowane w trakcie wykładów.*

**Wybrane współautorskie i autorskie publikacje osoby prowadzącej wykłady** mające związek z cyklicznością procesów geologicznych (linki do poniższych artykułów: <http://kbak.up.krakow.pl/>)

Bąk, K., Szram, E., Zielińska, M., Misz-Kennan, M., Fabiańska, M., Bąk, M., Górny, Z. (2023). Organic matter variations in deep marginal basin of the Western Tethys and links to various environments in isotopic Albian–Cenomanian Boundary Interval. *International Journal of Coal Geology*

Górny Z., Bąk, M., Bąk, K. & Strzeboński, P.A. (2022). Planktonic biota constituents responses to global sea-level changes recorded in the uppermost Albian to middle Cenomanian deep-water facies of the Outer Carpathians. *Minerals*.

Bąk, K., Bąk, M., Błachowski, A., & Gatlik, J. (2020). Oscillating redox conditions in the Middle–Late Jurassic Alpine Tethys: Insights from selected geochemical indices and <sup>57</sup>Fe Mössbauer spectroscopy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

Bąk, M., Bąk, K. & Michalik, M. (2018). Decadal to millennial variations in water column parameters in pelagic marine environments of the Western Tethys (Carpathian realm) during

Middle–Late Jurassic — Evidence from the radiolarian record. *Global and Planetary Change*.

Bąk, K. (2007). Environmental changes during the Cenomanian–Turonian boundary event in the Outer Carpathian basins: a synthesis of data from various tectonic-facies units. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*.

#### Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	15
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	-
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	2
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	18
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	-
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	-
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Ogółem bilans czasu pracy		50
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		2