

## Sztuczna inteligencja w kształceniu studentów geologii – bohater czy zabójca?

Zbigniew Sawłowicz<sup>1</sup> we współpracy z ChatGPT-4



**Artificial Intelligence in the education of geology students – the hero or the killer?** Prz. Geol., 72: 209–214; doi: 10.7306/2024.8.

*Our future depends on young people continuing to learn how the planet works (Wadsworth et al., 2020)*

**Abstract.** Artificial Intelligence (AI) combines Machine Learning (ML) and Large Language Models (LLM) on which ChatBots, e.g. GPT-4, are based. It is accepted and appreciated in almost all areas, but in education it still raises many controversies and concerns. The sooner we introduce ourselves and students to it, the less we will fear it and the more successful our students will be. We should introduce AI elements into most courses, first of all teaching students to interact with ChatBots. It would also be good to create courses with the basics of Machine Learning.

Various examples of the use of AI in education, in particular in the Earth sciences, are presented, drawing also attention to various problems and threats.

**Keywords:** artificial intelligence, geology, education, ChatBots

*Nasza przyszłość zależy od tego,  
czy młodzi ludzie nadal będą się uczyć,  
jak działa planeta.*

*(Wadsworth i in., 2020)*

Wykorzystanie sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence* – AI) w różnych dziedzinach, także w geologii, staje się powoli normą, pojawiają się nowe książki (np. Sun i in., 2023), czasopisma (np. *Artificial Intelligence in Geosciences*) oraz setki publikacji, a sprawa ta nie budzi zasadniczo kontrowersji. Nie inaczej dzieje się w edukacji, gdzie użycie AI rozwija się w sposób niezwykle szybki (zob. np. Holmes i in., 2019; *Teaching With AI*, 2023), być może nawet zbyt szybki dla niektórych. Dawno nie było tak skrajnej polaryzacji poglądów, jak w tej sprawie. Z jednej strony, jak twierdzą moi koledzy, przez AI student przestanie używać mózgu, z drugiej zaś AI kompiluje i pisze lepiej, również po polsku, niż przeciętny student. Stąd ta próba zwrócenia uwagi na kształcenie z wykorzystaniem AI. Jeszcze mamy szansę na bycie w czołówce.

Sztuczna inteligencja (*ChatGPT-4*, *Copilot*, *Gemini* i inne) nie zabija dzisiejszej edukacji. AI po prostu uzmysławia nam, że wciąż tkwimy w pruskim modelu edukacji. Są tacy, którzy najchętniej zakazaliby używania czatu *GPT*, ale powinni się dowiedzieć, że nie mamy realnych możliwości egzekwowania tego zakazu. A więc pozostaje nam tylko polubić AI i wcielić w rozsądny sposób. Dobrym przykładem jest Uniwersytet Łódzki, który powołał specjalny Zespół ds. Generatywnej Sztucznej Inteligencji, którego działania koncentrują się na analizie trendów w rozwoju AI i ocenie ich znaczenia dla uczelni, w tym zwłaszcza w zakresie kształcenia i aktywności naukowo-badawczej (<https://www.uni.lodz.pl>). Musimy jednakże pamiętać, że

wykorzystanie AI w edukacji wiąże się także z pewnymi zagrożeniami. Należy dbać o ochronę danych osobowych, unikać nadmiernego polegania na technologii oraz zapewnić warunki, żeby AI była traktowana jako narzędzie wspierające, a nie zastępujące tradycyjne metody nauczania (*Copilot*, 2024). Zastosowanie AI w edukacji otwiera wiele możliwości, dlatego zainteresowanych odsyłam do coraz liczniejszych publikacji na ten temat (np. Limna i in., 2022; Gillani i in., 2023; Heeg, Avraamidou, 2023; Hwang, Chen, 2023; Khonturaev, 2023; Rudolph i in., 2023; Ok, Oluwaseyi, 2024 i cytacje tamże). Zdecydowanie warto też zwrócić uwagę na najnowszy manifest naukowców z Cambridge (*McPherson, Candea*, 2024).

### SZTUCZNA INTELIGENCJA W EDUKACJI

Sztuczna inteligencja (AI) to uczenie maszynowe (ML), w szczególności głębokie uczenie (DL) z użyciem sztucznej sieci neuronowej (ANN) i duże modele językowe (LLM), które są wykorzystywane przez czatboty, na przykład takie, jak najbardziej popularny *GPT*.

W edukacji są widoczne dwa podejścia do AI – nauczanie oparte na sztucznej inteligencji i wspomagane przez nią. Każde z tych rozwiązań ma swoje plusy i minusy – zapewne powinny być dopasowane do konkretnej sytuacji, bez popadania w skrajności.

Oto, co można zrobić możliwie najszybciej w kwestii wykorzystania sztucznej inteligencji w procesie edukacyjnym:

- wprowadzić do programów nauczania większości przedmiotów umiejętności korzystania z AI, a przede wszystkim przygotować studentów do interakcji z botami (np. *ChatGPT*), jest to przekazywanie systemowi odpowiednich informacji, by ten wiedział, co ma zrobić – czyli tzw. *promptowanie*;

<sup>1</sup> Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 3a, 30–387 Kraków, [zbigniew.sawlowicz@uj.edu.pl](mailto:zbigniew.sawlowicz@uj.edu.pl)

- ❑ stworzyć przedmioty (niekoniecznie obligatoryjne), zawierające podstawy uczenia maszynowego (ML).

Należy zwrócić uwagę, że różnice jakościowe pomiędzy bezpłatnymi a płatnymi wersjami *ChatGPT* często są kolosalne. Współpracując z czatbotem szczególną uwagę należy zwrócić na sztukę zadawania pytań, zarówno przez studentów, jak i nauczycieli. Nawet niewielka modyfikacja pytania prowadzi niekiedy do znacząco różnych odpowiedzi. Wiemy nie od dzisiaj, że właściwe zadanie pytania może być sprawą kluczową dla odpowiedzi. Do tej pory jednak pytany był profesor, któremu można było po prostu zadawać pytania tak długo, aż zrozumie, o co chodzi studentowi. Ze sztuczną inteligencją tak łatwo nie jest. Jak zgrabnie ujął to w korespondencji ze mną M. Kędzierski: *AI musi być osadzona w kontekście tak, żeby zawęzić możliwe pola poszukiwań. Dla nas, ludzi kontekst jest znany często przed zadaniem pytania, my go znamy z wcześniejszych doświadczeń z zadającym pytanie. Dla AI pytanie to tworzenie kontekstu od zera, to zadawanie pytania komuś, kto nie myśli o niczym i nie ma żadnej historii poznania – dopiero się pojawił i nie wie niczego, ale bardzo szybko może wygenerować odpowiedź, która dla niego jest bez znaczenia. Ona ma znaczenie dla nas, ale tylko w wybranym przez nas kontekście.*

Sztuczna inteligencja to nie tylko wyzwanie i pomoc dla nauczyciela, ale także dla studenta. Internet jest obecnie pełen dobrych rad – przykładowo: Jak wykorzystać narzędzia AI? (<https://www.euroeducation.net/articles/how-to-use-ai-tools-for-studying.htm>):

- ❑ poproś o strategię studiowania;
- ❑ poproś o wyjaśnienie prostymi słowami, czego nie zrozumiałeś na zajęciach;
- ❑ zdobądź przykłady na poparcie swoich twierdzeń w dokumentach pisemnych;
- ❑ poproś o rekomendacje na temat zasobów, aplikacji i witryn internetowych;
- ❑ ćwicz quizy, aby lepiej zapamiętywać koncepcje;
- ❑ wydaj polecenie tworzenia własnych ćwiczeń;
- ❑ wspieraj swoje narzędzie AI, aby ciebie motywowało.

Współcześnie sztuczna inteligencja jest wykorzystywana w rozmaitych narzędziach wspomagających. Różne narzędzia AI agreguje np. aplikacja *Poe (by Quora)*, m.in.: *GPT-4*, *Claude-2*, *GooglePaLM* i *Llama 2*. Zaawansowane wyszukiwarki, takie np., jak *Consensus app*, *app.dimensions.ai* czy *ResearchRabbit*, poszukują informacji w setkach milionów artykułów naukowych. Inne, jak na przykład *popai.pro*, umożliwiają z kolei pracę z dokumentami.

W Internecie jest prawie wszystko i prawie każdej jakości, ale sztuczna inteligencja coraz lepiej radzi sobie z odsiewem ziarna od plew (dochodzenie do źródeł informacji i ich weryfikacja, znajdowanie i identyfikacja fałszywych danych itp.). Wykorzystanie jej wraz oceną, czy tego chcemy, czy nie, to przyszłość edukacji, jest ono konieczne do tego, aby nasi studenci odnaleźli się nie tylko na rynku pracy, ale też po prostu w życiu. A czy jeszcze ktoś pamięta, jak wielu było przeciwników Internetu?

Korzystanie z czatu nie jest wcale takie proste. Potrzebna jest wiedza, jak działa czat, jak formułować pytania, jak włączyć krytyczne myślenie, aby odsiać błędne czy też ogólnikowe informacje. Niezależnie od tego, czym będziemy „karmili” AI, ostateczne rozstrzygnięcie, czy odpowiedź jest poprawna, musi należeć do nas. Tego trzeba

się nauczyć, najlepiej pod kierunkiem kogoś doświadczonego.

Poleganie wyłącznie na AI w edukacji może, oczywiście, prowadzić do tego, że studenci, wykonując bezmyślnie zadania czy rozwiązując problemy, rozleniwiają się i zmniejszą się ich zdolności lub motywacje do krytycznego i niezależnego myślenia. Stąd tak ważna jest nasza rola w nauczaniu ich właściwego korzystania z narzędzi AI. Nie każdy nauczyciel ciekawie przekazuje swoją wiedzę, jest atrakcyjny i „realistyczny”, dlatego, stosując AI w nauczaniu, powinniśmy wykorzystać niemalże wrodzoną już zdolność studentów do kontaktów z wirtualną rzeczywistością i ich ciekawość poznawania rzeczy nowych. AI może być też bardzo przydatna w procesie oceniania studentów, do tworzenia specjalnych kluczy odpowiedzi. Zbieranie danych z seminariów i egzaminów umożliwi także monitorowanie indywidualnych postępów, wskaże obszary koniecznego rozwoju procesu kształcenia w danym przedmiocie oraz możliwe jego modyfikacje.

Są dwie ścieżki wiodące do wykorzystania AI w edukacji. Jedna to zastosowanie czatbotów w naszej, wykładowców i prowadzących ćwiczenia, działalności dydaktycznej i, co ważne, możemy to robić już dzisiaj. Drugą jest instytucjonalne wdrażanie AI. Cotton i in. (2024) proponują strategię, które mogą przyjąć uniwersytety, aby zapewnić etyczne i odpowiedzialne korzystanie z *chatAPI* i *GPT*. Władze uniwersytetów powinny też rozważyć potencjalne ryzyko i korzyści wynikające ze stosowania tych narzędzi. Przykładem jest wspomniany już Uniwersytet Łódzki.

Baidoo-Anu i Owusu Ansah (2023) zachęcają instytucje edukacyjne, aby wsparły i ukierunkowały studentów w bezpiecznym korzystaniu z czatbotów. Stawiają jednocześnie rozsądne pytania:

1) Czy powinniśmy szkolić nauczycieli i studentów do wykorzystywania obecnych narzędzi generatywnej, sztucznej inteligencji w celu poprawy nauczania i uczenia się?

2) W jaki sposób możemy zintegrować generatywne narzędzia sztucznej inteligencji z programami kształcenia nauczycieli, aby przygotować ich do skutecznego korzystania z tych narzędzi na studiach?

3) Czy te generatywne narzędzia sztucznej inteligencji zniwelują lub zwiększą istniejącą przepaść cyfrową i jakie powinny być dalsze działania?

Zhai (2022) przedstawia trzy obszary związane z wykorzystaniem *ChatGPT*:

- ❑ edukacja powinna się koncentrować przede wszystkim na rozwijaniu kreatywności i krytycznego myślenia uczniów, a mniej na umiejętnościach ogólnych;
- ❑ nauczyciele powinni zrewolucjonizować zadania edukacyjne, aby rozwijać unikalne umiejętności uczniów, które wykraczają poza możliwości sztucznej inteligencji;
- ❑ ocena i ewaluacja, np. esejów i różnych zadań, jest łatwa. Istnieje jednak obawa, że te prace będą wykonywane przez kogoś z zewnątrz, dlatego należałoby zmienić zarówno przedmiot, jak i format oceniania.

Wszystkie wymienione przykłady uzmysławiają konieczność nauczania studentów korzystania z czatbotów, zamiast pozostawiania ich samych z nimi.

Warto zwrócić uwagę, że *ChatGPT* lub też inne narzędzia wbudowane w usługi *Kite*, *CodeWhisperer* lub *IDE Copilot*, można wykorzystać do programowania, co w

znaczącym stopniu ułatwia modelowanie różnych procesów, np. w programie *Matlab*.

Szczególnie interesujący jest rozwój emocjonalnej sztucznej inteligencji (*Emotional AI* – EAI lub AIED; np. Patil, 2016; Ezquerro i in., 2022; Reindl, 2022; Keshishi, Hack, 2023), znakomicie podsumowany w pracy Yamamoto Ravenor (2024). Jest to dziedzina badań AI, która koncentruje się na zapewnianiu maszynom i systemom komputerowym możliwości rozumienia, interpretowania i symulowania ludzkich emocji oraz reagowania na nie z wykorzystaniem narzędzi oceny emocji za pomocą sygnałów werbalnych, mimicznych i głosowych, niekiedy jedynie wybranych z nich. Według Lopez Molina (2024) EAI dąży do stworzenia bardziej responsywnych i empatycznych systemów, zdolnych do naturalnej interakcji z użytkownikami poprzez połączenie technik przetwarzania języka naturalnego (NLP), wizji komputerowej i uczenia maszynowego (ML). Wykorzystuje do tego technologie:

- 1) rozpoznawania emocji: na podstawie wyrazu twarzy, tonu głosu i mowy ciała;
- 2) generowania emocji: tworzenie treści wywołujących u ludzi określone emocje;
- 3) interakcji emocjonalnej: interakcja z ludźmi w sposób wrażliwy na ich emocje.

W edukacji EAI jest wykorzystana dwukierunkowo: jako analiza nastrojów i emocji na podstawie wywiadów przeprowadzonych z uczniami i studentami oraz jako bieżąca obserwacja i analiza emocji w trakcie uczenia, przede wszystkim zdalnego, ale także stacjonarnego. Pierwszy kierunek jest obciążony subiektywizmem i moim zdaniem dość standardowy. Drugi za to wydaje się, że ma przed sobą ogromny rozwój. Na przykład w trakcie wykładu w danym momencie nauczyciel może się skupić jedynie na jednej osobie, podczas gdy EAI potrafi jednocześnie ocenić emocje każdego z uczestników. Wyobraźmy sobie, że na ekranie widzimy różne emotikony i na bieżąco możemy modyfikować swoją wypowiedź czy też adresować ją indywidualnie. Oczywiście możemy po skończonym wykładzie przejrzeć te reakcje. W Hongkongu niektóre szkoły średnie korzystają już z programu, który mierzy mikroruchy mięśni na twarzach uczniów i identyfikuje wiele negatywnych i pozytywnych emocji. Nauczyciele śledzą zmiany emocjonalne, także skupienie i motywację uczniów, co umożliwia im podejmowanie wczesnych interwencji, jeśli uczeń traci zainteresowanie. Nie ma jednak róży bez kolców. EAI stwarza wiele nowych wyzwań etycznych, których nie można pominąć.

*ChatGPT* i inne narzędzia AI mogą pomóc na tak wielu polach edukacji, że szkoda tu miejsca na ich wylizanie. Należy jednakże pamiętać o licznych ograniczeniach, np. o: możliwości uogólniania, zależności od jakości i różnorodności danych, braku wiedzy specjalistycznej w danej dziedzinie, ograniczonej zdolności rozumienia kontekstu, względach etycznych i ograniczonej zdolności do generowania oryginalnych spostrzeżeń. Wśród podstawowych zagrożeń związanych z wykorzystaniem AI są (wg Elgersma, 2024):

- ❑ wykorzystanie problematycznych treści, celowa lub nieświadoma dezinformacja oraz różnego rodzaju uprzedzenia;
- ❑ etyka;
- ❑ plagiat;
- ❑ wpływ na środowisko naturalne;

- ❑ wszelkiego rodzaju nadużycia i celowe oszustwa (*deepfakes*).

Trzy pierwsze są szczególnie groźne dla edukacji, a ponieważ są one realne, trzeba się do nich przygotować i wypracować odpowiednie reakcje – im szybciej, tym oczywiście lepiej. Dlatego ważne jest, aby dokładnie rozważyć te ograniczenia podczas korzystania z *ChatGPT* i używać go w połączeniu z ludzką analizą i interpretacją (Alshater, 2022).

Nie możemy też zapominać, że czatboty są dostosowane przede wszystkim do angielskiego modelu językowego, dlatego korzystanie z języka polskiego może powodować dodatkowe problemy. Warto zwrócić uwagę na wydany na początku maja tego roku polski program LLM o nazwie *Bielik-7B-v0.1* projektu *SpeakLeash*, znany jako Spichlerz (<https://mamstartup.pl/sukces-bielika>).

Prawdą jest, że czasami *ChatGPT* „halucynuje” poprzez fabrykowanie faktów. Wyniki badań Choi i in. (2023) pokazały jednak, że można temu do pewnego stopnia zaradzić poprzez podpowiedzi, które poinstruuja *ChatGPT*, aby nie wymyślał przypadków, a także poprzez dostarczenie mu specjalnego zestawu przypadków do opracowania. Być może tu jest klucz do właściwego użycia czatbotów. A właściwie dwa klucze. Po pierwsze, musimy je karmić możliwie najdoskonalszym materiałem. Przecież nasze domowe zwierzęta też dostają tylko to, co najlepsze. Po drugie, artykuły, z których korzysta AI, muszą być dla niej dostępne (tzw. otwarta nauka – *open-science*), czyli dowolne pobieranie, przetwarzanie i kolportaż treści naukowych przez możliwie jak największą liczbę odbiorców wykorzystujących wszystkie możliwe środki przekazu ([https://pl.wikipedia.org/wiki/Otwarta\\_nauka](https://pl.wikipedia.org/wiki/Otwarta_nauka)), a niestety wiele dużych firm wydawniczych próbuje ten dostęp ograniczyć.

Bardzo podoba mi się podejście do AI prof. Rose Lucin z London College, która napisała, że: *Prawdziwa siła sztucznej inteligencji w edukacji polega na tym, że możemy ją wykorzystać do przetwarzania ogromnych ilości danych o uczniach, nauczycielach, interakcjach nauczania i uczenia się... [Może] pomóc nauczycielom dokładniej i skuteczniej rozumieć swoich uczniów*. Według niej AI nie zastąpi wkrótce nauczycieli. Zamiast tego uwolni ich czas, aby mogli zająć się tym, co potrafią najlepiej: *budowaniem relacji z uczniami* (za: Artificial..., 2017).

## SZTUCZNA INTELIGENCJA W EDUKACJI GEOLOGICZNEJ

Jak zmodyfikować program nauczania geologii przy użyciu AI?:

1) Personalizacja nauczania: Wykorzystaj algorytmy uczenia maszynowego do analizy preferencji i umiejętności uczniów, aby dostosować materiał edukacyjny do ich indywidualnych potrzeb i tempa nauki;

2) Interaktywne narzędzia edukacyjne: Stwórz interaktywne aplikacje, gry lub symulacje geologiczne, które pozwolą uczniom eksplorować różne koncepcje geologiczne w sposób angażujący i przystępny;

3) Systemy oceniania oparte na AI: Wykorzystaj algorytmy AI do automatycznego oceniania zadań domowych, testów i prac związanych z geologią, co może zaoszczędzić czas nauczycieli i umożliwić szybsze dostarczanie informacji zwrotnej uczniom;

4) Personalizowane sugestie do nauki: Opracuj system generowania sugestii do nauki, polegający na analizie danych, który będzie proponować dodatkowe materiały edukacyjne, artykuły, wideo czy lekcje, dopasowane do zainteresowań i poziomu wiedzy uczniów;

5) Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości (VR): Stwórz wirtualne podróże geologiczne, które umożliwią uczniom eksplorację różnych miejsc na Ziemi, takich jak góry, jaskinie czy wulkany, bez wychodzenia z klasy.

6) Analiza danych geologicznych: Wykorzystaj algorytm uczenia maszynowego do analizy dużych zbiorów danych geologicznych, co może pomóc w identyfikacji trendów, prognozowaniu zjawisk geologicznych czy odkrywaniu nowych związków naukowych.

7) Boty edukacyjne: Stwórz boty edukacyjne, które będą odpowiadały na pytania uczniów związane z geologią oraz udzielały wskazówek i pomocy w zrozumieniu trudnych koncepcji.

8) Projekty badawcze wspierane przez AI: Zachęcaj uczniów do przeprowadzania projektów badawczych z wykorzystaniem technik AI, na przykład analizując dane sejsmiczne, geochemiczne czy obrazy satelitarne.

Brzmi interesująco? To jest odpowiedź *ChatGPT-4* (1.03.2024 r.) na zadane na wstępie pytanie!

Przykład z prowadzonych przeze mnie zajęć z geologii złóż jest następujący. Studenci otrzymali nagrania moich wykładów oraz wykładów Andrew Jacksona pt. *101 Ore Deposits Series* i na seminarium, podzieleni na małe grupy, mieli zaprezentować utworzone wg pewnego wzorca nurtujące ich pytania. Początkowo próbowałem na nie odpowiedzieć (nad niektórymi trzymałem się wiele godzin), ale postanowiłem zadać je też *ChatGPT-4*. Efekt przeszedł moje najśmielsze oczekiwania. Kompilacje były niekiedy wewnątrznie sprzeczne: pełne błędów, ale zaskakująco dobre. Poprosiłem studentów o zaprezentowanie na seminarium odpowiedzi *GPT* i ich ocenę, ze szczególnym uwzględnieniem tzw. bla, bla, bla i ewidentnych błędów. Cóż to była za uczta duchowo-edukacyjna!

Rozwój i doskonalenie czatbotów następuje niezwykle szybko. Zrozumiałem to, korzystając z płatnej wersji *GPT-4*, podczas gdy studenci korzystali z bezpłatnej *GPT-3.5* – to była przepaść.

Warto zwrócić uwagę, że wspierane przez AI nowe technologie informacyjno-telekomunikacyjne (ICT), otwierają nowe możliwości prowadzenia wykładów i ćwiczeń geologicznych, ponieważ mogą dostarczyć wirtualnych doświadczeń, tzw. *Virtual Field Geology* (Jaikiran i in., 2009). Przykładowymi zastosowaniami AI w edukacji geologicznej są np.: platforma edukacyjna *EarthLearn*, aplikacja *Geopedia* i program *AI for Earth*.

Dla dobra edukacji geologicznej najlepiej byłoby połączyć w przyszłości pracę specjalistów w dziedzinie nauk o Ziemi i branży informatycznej. Ciekawą metodę prowadzenia zajęć przedstawili Bouziat i in. (2020), zdaniem których nauczyciele powinni kłaść szczególny nacisk na krytyczną ocenę wyników pracy ze sztuczną inteligencją i zapewnić analizę pierwszego założenia, której celem jest pomoc uczniom, ale nie myślenie w ich imieniu. Odczytując takie nastawienie sztuczna inteligencja automatycznie interpretuje pierwsze poziomu, a następnie zachęca ucznia do omówienia, poprawienia i uzupełnienia pracy.

Interesujący eksperyment dotyczący nauk o Ziemi przeprowadzono na National Taiwan University (Huang, 2018), gdzie zorganizowano 48-godzinny kurs edukacji środowiskowej z wykorzystaniem różnych systemów AI. Analiza wyników tego eksperymentu wykazała wzmocnienie zdolności dydaktycznych takiej edukacji, lepsze zrozumienie prezentowanych zagadnień, poszerzenie wiedzy oraz nabranie umiejętności stosowania strategii działań na rzecz ochrony środowiska. Co niezwykle ważne, studenci odczuwali większą radość z uczenia się w ten sposób.

Niezwykle interesujące są wyniki badań nad wykorzystaniem sztucznej inteligencji w edukacji geologicznej, jakie przeprowadzono w *Indian Institute of Technology Bombay* (Patra i in., 2024). Wśród wielu wyników warto zwrócić uwagę na dwa następujące wnioski z obserwacji:

- ❑ przeszło połowa studentów jako główne powody stosowania narzędzia AI wskazała szybki dostęp do informacji (63%) oraz poprawę umiejętności pisania i komunikacji (48%);
- ❑ znaczny odsetek (59%) uczestników nie zdawał sobie sprawy, że *ChatGPT* można wykorzystać do zadań wykraczających poza zwykłą generację tekstu, takich jak rozwiązywanie problemów.

Patra i in. (2024) ocenili też niezawodność funkcji odpowiadania *ChatGPT* na pytania oraz trafność tych odpowiedzi i ich przydatność do samodzielnej nauki studentów. Na pytania dotyczące podstawowych pojęć koncepcyjnych z zakresu geologii *ChatGPT* udzielił prawidłowych odpowiedzi i dobrych wyjaśnień. Gorzej radził sobie z generowaniem odniesień do określonych tematów geologicznych. Wyniki badań wykazały niewielką dokładność odpowiedzi (30–70%), przy czym niektóre odniesienia były nieprawidłowe i fałszywe. Krytycznym ograniczeniem jest mała zdolność *ChatGPT* do generowania obrazów.

*ChatGPT* został też poproszony o wygenerowanie 200 esejów na różne tematy, które zostały następnie przeanalizowane pod kątem plagiatu z wykorzystaniem wbudowanej funkcji *Grammarly*. W wyniku uzyskano średni wskaźnik plagiatów – na poziomie 1,5%. Do wykrycia autentyczności tekstu generowanego przez sztuczną inteligencję wykorzystano model klasyfikacji *GPTZero*. Około 78% esejów zidentyfikowano jako w całości lub w części wygenerowane przez AI. Co jednak ciekawe, około 12% esejów uznano za napisane w większości przez ludzi.

Podstawowe zasady, jak *ChatGPT* może być stosowany w naukach o Ziemi, a w szczególności w hydrologii, zgrabnie opisali Foroumandi i in. (2023), zwracając uwagę na ograniczenia modelu i możliwe niebezpieczeństwa wynikające z jego niewłaściwego użycia. Przedstawili także zalety i obawy związane w szczególności ze zdolnościami *ChatGPT* do wspomaganie pisania i kodowania zadań. Autorzy proponują też społeczności akademickiej ustalenie przepisów i zasad dotyczących korzystania z *ChatGPT*, w tym ustanowienie struktury posługiwania się LLM, aby uzyskać potencjalne korzyści i uniknąć pułapek. Warto też zwrócić uwagę na artykuł, w którym autorzy (Scarinci, Loche, 2023) przedstawili możliwe korzyści i ryzyko związane z użyciem *ChatGPT* w geologii inżynierskiej.

Prawie we wszystkich dziedzinach wiedzy bardzo szybko zmienia się analityka danych, a nauka o danych ma wiele ważnych zastosowań w naukach o Ziemi i zrównoważonym rozwoju, jednak pomimo tego podejmuje się bardzo

niewiele wysiłków, aby włączyć do programu szkolenia studentów analitykę danych o Ziemi. Pilnie są potrzebne nowe kursy i programy kształcenia akademickiego, łączące naukę o zrównoważonym rozwoju i analitykę danych w celu odpowiedniego przygotowania przyszłych pracowników. Pennington i in. (2019) wskazują kilka pionierskich programów i kursów, które mogą służyć jako przewodniki i inspiracja dla instruktorów oraz instytucji. Uczenie maszynowe (ML) w naukach o Ziemi i środowisku wymaga kształcenia w tym kierunku (Fleming i in., 2021). Autorzy proponują, aby wprowadzić do programu nauczania w szkołach wyższych obowiązkowy kurs (z elementami podstaw matematyki, statystyki i techniki obliczeniowej), który nauczy korzystania z AI w naukach o Ziemi. To wymaga oczywiście czasu i chęci zmiany trybu kształcenia oraz zatrudnienia fachowców – najlepiej, aby byli oni biegli zarówno w naukach geologicznych, jak i programowaniu ML.

Z czatbotów już teraz korzystają niemal wszyscy studenci, dlatego od tego aspektu AI powinniśmy zacząć analizę i na nim się skupić. Wydaje mi się, że należałoby skoordynować pod tym względem działalność polskich i zagranicznych ośrodków edukacyjnych.

Jak należy zmodyfikować program nauczania geologii za pomocą AI? *ChatGPT-4* sugeruje, aby wprowadzić:

- personalizację nauczania;
- interaktywne narzędzia edukacyjne;
- systemy oceniania oparte na sztucznej inteligencji;
- spersonalizowane sugestie dotyczące nauki;
- wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej (VR);
- analizę danych geologicznych;
- boty edukacyjne;
- projekty badawcze wspierane przez sztuczną inteligencję.

Wprowadzenie tych innowacji może znacząco ulepszyć edukację geologiczną, uczynić ją bardziej pociągającą i skuteczną, a także lepiej przygotować studentów do zrozumienia wyzwań geologii i radzenia sobie z nimi w przyszłości.

Poleganie na sztucznej inteligencji w edukacji może prowadzić do lenistwa studentów podczas bezmyślnego wykonywania zadań lub rozwiązywania problemów, co ogranicza ich zdolność lub motywację do krytycznego i niezależnego myślenia. To, czy tak się stanie, zależy jednak głównie od nauczyciela.

I na zakończenie. Odpowiedź na pytanie zadane *GPT-4* w dniu 6.03.2024 r.: Co się stanie, jeśli nie wykorzystamy AI w edukacji geologicznej? Potencjalne konsekwencje:

1) Zachowanie tradycyjnych metod nauczania: Bez AI edukacja geologiczna może pozostać bardziej zależna od tradycyjnych metod dydaktycznych, takich jak wykłady, podręczniki i prace laboratoryjne. Choć te metody są sprawdzone, mogą nie być tak skuteczne w angażowaniu studentów i dostosowywaniu metod uczenia do ich indywidualnych potrzeb, jak to jest możliwe z wykorzystaniem narzędzi AI.

2) Ograniczone personalizowanie nauki: AI umożliwia dostosowanie procesu edukacyjnego do potrzeb i preferencji każdego ucznia. Bez AI trudniej byłoby zapewnić spersonalizowane ścieżki uczenia się, które mogłyby pomóc studentom lepiej zrozumieć złożone koncepcje geologiczne.

3) Wolniejszy postęp w badaniach: AI ma potencjał, aby przyspieszyć badania geologiczne poprzez analizę

dużych zbiorów danych, modelowanie procesów geologicznych i przewidywanie zmian geologicznych. Bez wykorzystania AI postęp w badaniach może być wolniejszy, co może opóźnić odkrycia naukowe i zastosowania praktyczne.

4) Brak przygotowania studentów do przyszłości: W miarę, jak AI staje się coraz bardziej wszechobecna w wielu dziedzinach, w tym w naukach o Ziemi, brak integracji AI z edukacją może prowadzić do niedostatecznego przygotowania studentów do wykorzystywania tych narzędzi w ich przyszłej karierze. To może ograniczać możliwości ich zatrudnienia i postępu branży.

5) Ograniczenie innowacyjności: AI może inspirować do nowych metod nauczania i badań, takich jak wirtualna rzeczywistość do eksploracji geologicznych lub algorytmy do analizy danych geologicznych. Bez AI sektor edukacyjny może stracić możliwości innowacji, które mogłyby wzbogacić nauczanie i edukację geologiczną.

6) Utrzymanie luki w dostępie do zasobów edukacyjnych: AI może pomóc w łagodzeniu nierówności w dostępie do edukacji poprzez oferowanie zasobów edukacyjnych on-line i narzędzi wspomagających naukę, dostępnych dla studentów na całym świecie. Bez wykorzystania AI różnice w jakości edukacji geologicznej między różnymi regionami i społecznościami mogą pozostać niezmiennymi lub nawet się pogłębić.

Podsumowując, niewykorzystanie AI w edukacji geologicznej może spowolnić rozwój tej dziedziny, ograniczyć możliwości edukacyjne i badawcze oraz wpłynąć na przyszłą gotowość studentów do pracy w szybko zmieniającym się świecie.

Poruszony problem jest oczywiście znacznie ważniejszy i bardziej interesujący niż zarysowany tu przeze mnie, dlatego marzy mi się szersza dyskusja i edukacyjne pomysły na gościnnych łamach *Przeglądu Geologicznego*. Zachęcam też wszystkich do jak najczęstszych rozmów z czatbotami. Ktoś kiedyś powiedział, myśląc o AI: *Nie ma powodu bać się fali, surfujmy po niej!*

Jestem wdzięczny Mariuszowi Kędzierskiemu za cenne komentarze i nieustające wsparcie. Dziękuję redaktorce *Przeglądu Geologicznego* Pani Magdalenie Mizerskiej za udostępnienie łam i stymulację do napisania tego przeglądu.

## LITERATURA

- ALSHATER M.M. 2022 – Exploring the Role of Artificial Intelligence in Enhancing Academic Performance: A Case Study of ChatGPT; <https://ssrn.com/abstract=4312358>
- ARTIFICIAL intelligence promises a personalized education for all, 2017; <https://www.theatlantic.com/sponsored/vmware-2017/personalized-education/1667/>
- BAIDOO-ANU D., OWUSU ANSAH L. 2023 – Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning; <https://www.researchgate.net/publication/369385210>
- BOUZAT A., SCHMITZ J., DESCHAMPS R., LABAT K. 2020 – Digital transformation and geoscience education: New tools to learn, new skills to grow. *European Geologist*, 50. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4311379>
- CHOI J.H., HICKMAN K.E., MONAHAN A., SCHWARZ D. 2022 – ChatGPT Goes to Law School. *J. Legal Education*, 71 (3): 387–400.
- COTTON D.R.E., COTTON P.A., SHIPWAY J.R. 2024 – Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2): 228–239.
- ELGERSMA C. 2024 – ChatGPT and Beyond: How to Handle AI in Schools; <https://www.common sense.org/education/articles/chatgpt-and-beyond-how-to-handle-ai-in-schools>

- EZQUERRA A., AGEN F., RODRÍGUEZ-ARTECHE I., EZQUERRA-ROMANO I. 2022 – Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18 (4), em2099; <https://doi.org/10.29333/ejmste/11927>
- FLEMING S.W., WATSON J.R., ELLENSON A., CANNON A.J., VESSELINOV V.C. 2021 – Machine learning in Earth and environmental science requires education and research policy reforms. *Nature Geosci.*, 14: 878–880.
- FOROUMANDI E., HAMID M., SANCHEZ-VILA X., DESTOUNI G., SINGHA K., CASTELLETTI A. 2023 – ChatGPT in Hydrology and Earth Sciences: Opportunities, Prospects and Concerns. *Water Resources Res.*, 59 (10); doi:10.1029/2023WR036288
- GILLANI N., EYNON R., CHIABAUT C., FINKEL K. 2023 – Unpacking the ‘Black Box’ of AI in Education. *Educational Technology & Society*, 26 (1): 99–111.
- HEEG D.M., AVRAAMIDOU L. 2023 – The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review. *Educational Media International*, 60 (2): 125–150.
- HOLMES W., BIALIK M., FADEL CH. 2019 – Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning. AIED Book. <https://mamstartup.pl/sukces-bielika-dodal-skrzydel-spiclerzowi-z-seb-astianem-kondrackim-speakleash-rozmawiamy-o-powstaniu-znaczeniu-i-rozwoju-polskiej-ai/>
- [https://pl.wikipedia.org/wiki/Otwarta\\_nauka](https://pl.wikipedia.org/wiki/Otwarta_nauka)
- <https://www.euroeducation.net/articles/how-to-use-ai-tools-for-studying.htm>
- <https://www.uni.lodz.pl/aktualnosc/szczegoly/zespol-ds-genai-na-uniw-ersytecie-lodzki-podejmuje-wyzwania-sztucznej-inteligencji>
- HUANG S.P. 2018 – Effects of Using Artificial Intelligence Teaching System for Environmental Education on Environmental Knowledge and Attitude. *EURASIA J. Mathematics, Science and Technology Education*, 14 (7): 3277–3284.
- HWANG G.-J., CHEN N.-S. 2023 – Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence in Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions. *Educational Technology & Society*, 26(2); [https://doi.org/10.30191/ETS.202304\\_26\(2\).0014](https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0014).
- JAKIRAN K.P., PRADEEPKUMAR A.P., SANTHOSH S. 2009 – Virtual Field Geology – Application of Multidimensional Knowledge Packages in Higher Education. *Infomedia: the international journal on informatics and new media in education (Univ of Sombor, Serbia)*, 2(1).
- KESHISHI N., HACK S. 2023 – Emotional intelligence in the digital age: Harnessing AI for students’ inner development. *J. Perspective in Applied Academic Practice*, 11 (3): 172–175.
- KHONTURAEV S.I. 2023 – The evolution of artificial intelligence: a comprehensive exploration for higher education. *Best J. Innovation in Science, Research, and Development*, 2 (11): 700–706.
- LIMNA P., JAKWATANATHAM S., SIRIPIATTANAKUL S., KAEWPUANG P., SRIBOONRUANG P. 2022 – A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education during the Digital Era. *Advance Knowledge for Executives*, 1 (3): 1–9.
- LOPEZ MOLINA A.I. 2024 – Emotional AI: Transforming the Power of Emotions; <https://www.linkedin.com/pulse/emotional-ai-transforming-power-emotions-arturo-israel-lopez-molina-u9s2e/>
- MCPHERSON E., CANDEA M. 2024 – AI and scholarship: a manifesto; <https://www.cam.ac.uk/stories/ai-and-scholarship-manifesto>
- OK E., OLUWASEYI J. 2024 – Literature Review on AI Integration in Educational Settings. *Data Science*, February 2024; <https://www.researchgate.net/publication/378178968>
- PATIL P. 2016 – Artificial Intelligence education: emotional computation. *International J. Research in Computer Applications and Robotics*, 4 (2): 24–28.
- PATRA S., SINGHA T.S., KANVINDE M., MAZUMDAR A., KANJILAL S. 2024 – Harnessing AI for Geosciences Education: A Deep Dive into ChatGPT’s Impact. *Geosci. Commun. Discuss.* [preprint]; <https://doi.org/10.5194/gc-2023-7>, in review, 2024.
- PENNINGTON D., EBERT-UPHOFF I., FREED N., MARTIN J., PIERCE S.A. 2019 – Bridging sustainability science, earth science, and data science through interdisciplinary education. *Sustainability Science*; <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00735-3>
- REINDL S. 2022 – Emotion AI in education: a literature review. *International Journal of Learning Technology*, 16 (4): 288–302.
- RUDOLPH R., TAN S., TAN S. 2023 – ChatGPT: Bullshit Spewer or the End of Traditional Assessments in Higher Education? *The Journal of Applied Learning and Teaching*, 6 (1); <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- SCARINGI G., LOCHE M. 2023 – An interview with ChatGPT: discussing artificial intelligence in teaching, research, and practice; <https://www.researchgate.net/publication/368535368/>
- SUN Z., CRISTEA N., RIVAS P. (red.) 2023 – Artificial Intelligence in Earth Sciences. Elsevier.
- TEACHING with AI: empowering educators for the future classroom – unlock learning potential, save time, and simplify the complexities of integration in education – 2023. ModernMind Publications.
- WADSWORTH F., LEWELLIN E., BROWN R., APLIN A. 2020 – Earth sciences face a crisis of sustainability, 16 January. *The Times Higher Education*. Also available on World.edu website; <https://world.edu/earth-sciences-face-a-crisis-of-sustainability/>
- YAMAMOTO RAVENOR R. 2024 – AI-Based Facial Emotion Recognition Solutions for Education: A Study of Teacher-User and Other Categories. *Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning; Research*, 4 (2): 2128–2151.
- ZHAI X. 2022 – ChatGPT user experience: Implications for education. Available at SSRN 4312418.568; doi: 10.2139/ssrn.4312418

Praca wpłynęła do redakcji 8.03.2024 r.  
Akceptowano do druku 24.04.2024 r.