

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

2(80) | 2023



**Nowe
wyzwania –
nowe
rozwiązania**

AI w edukacji

**Inny w wirtualnej
klasie**

**Kompetencje
w warunkach
zmiany**

EDUKACJA

BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA

Redaktor naczelna

KATARZYNA POTYRAŁA

Członkowie redakcji

KAROLINA CZERWIEC

BEATA JANCARZ-ŁANCZKOWSKA – zastępca redaktora naczelnego

TOMASZ PECIAKOWSKI – sekretarz redakcji

EMANUEL STUDNICKI

URSZULA SZULC

Redakcja językowa i korekta

ANNA HERZOG-GRZYBOWSKA

BARBARA PRZYBYLSKA

Projekt okładki

ANNA NOWAK

Skład i łamanie

MARCIN KOT

Rada Naukowa

PROF. ZW. DR HAB. DANUTA CICHY – członek honorowy

PROF. ZW. DR HAB. ADAM KOŁĄTAJ – członek honorowy

DR HAB. JAN RAJMUND PAŚKO, prof. UP, UP w Krakowie, Polska – przewodniczący

PROF. BRACHA ALPERT, Beit Berl Academic College, Israel

PROF. ALI-GUNAY BALIM, Uniwersytet w Izmirze, Turcja

DR EMMANUELLA DI-SCALA, Uniwersytet Burgundzki w Dijon, Francja

PROF. LUBOMIR HELD, Uniwersytet w Trnawie, Słowacja

PROF. DANIEL RAICHVARG, Uniwersytet Burgundzki w Dijon, Francja

PROF. MARTIN BILEK, Uniwersytet Karola w Pradze, Czechy

PROF. JAN KRIŽ, Uniwersytet w Hradec Kralove, Czechy

PROF. V. LAMANAUSKAS, Uniwersytet w Šiauliai, Litwa

DR ELŻBIETA BUHCIC, UJK w Kielcach, Polska

DR HAB. MAŁGORZATA KŁYS, prof. UP, UP w Krakowie, Polska

DR HAB. ROMAN ROSIEK, prof. UP, UP w Krakowie, Polska

DR HAB. ILONA ŻEBER-DZIKOWSKA, UJK w Kielcach, Polska

DR HAB. NATALIA DEMESHKANT, UP w Krakowie, Polska

DR AGNIESZKA SIPIRSKA, Uniwersytet Warszawski, Polska

Redaktorzy tematyczni

edukacja biologiczna i środowiskowa – dr hab. Alicja Walosik, prof. UP (UP Kraków)

edukacja chemiczna – dr Robert Wolski (UAM Poznań)

edukacja fizyczna – dr Dagmara Sokołowska (UJ Kraków)

technologia informacyjna w edukacji biologicznej i środowiskowej – dr Katarzyna Socha (nauczycielka LO, Warszawa)

kształcenie przyrodnicze i awans zawodowy nauczycieli – dr Ewa Ir (ekspert MEiN ds. awansu zawodowego nauczycieli, nauczycielka SP, Kraków), mgr Urszula Grygier (ekspert MEiN ds. awansu zawodowego nauczycieli, doradca metodyczny)

Wydawca

Instytut Badań Edukacyjnych 2023

ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

e-mail: ebis@ibe.edu.pl

www:ebis.ibe.edu.pl

Spis treści

- 7 KATARZYNA POTYRAŁA

Słowo wstępne

NAUKA – DYDAKTYKA

- 9 BEATA JANCARZ-ŁANCZKOWSKA, KATARZYNA POTYRAŁA

Skuteczność procesu uczenia się z wykorzystaniem TIK a pobudzenie układu nagrody – studium krytyczne

- 30 MAGDALENA OLEMPKA-WYSOCKA

Neurologiczne uwarunkowania rozwoju funkcji słuchowych i neuroplastyczności w procesie uczenia się

- 47 KLAUDIA WĘC, RYSZARDA CIERZNIEWSKA, PRZEMYSŁAW FRĄCKOWIAK

Inny w wirtualnej klasie: Lacanowska interpretacja edukacji opartej na AR i VR

- 65 DANIEL GRZONKA, KRZYSZTOF SWAŁDEK, IRSHAD AHMED ABBASI,

KETARAJU VENKATA DAYA SAGAR

The impact of the AI revolution on the ICT labour market

- 85 MICHAŁ SITEK, OLGA WASILEWSKA, E. BARBARA OSTROWSKA

Zróżnicowanie postrzegania globalnych zagrożeń przez polskich ósmoklasistów – wyniki międzynarodowego badania ICCS

- 109 BEATA CIEŚLEŃSKA, ALICJA SKIBICKA-PIECHNA

Kompetencje jako kategoria odpowiedzialnej zmiany w pracy nauczyciela

- 129 KAROLINA TYTKO, FRANCI MANGRAVITI, NATALIA RYŁKO, KARLYGASH NURTAZINA

The new epistemology of mathematics and formal sciences in the age of AI. Critical concept kinds and diversity of mental representations

- 147 E. BARBARA OSTROWSKA, MARCIN M. CHRZANOWSKI, AGNIESZKA SUSZCZYŃSKA

Metoda naukowa i niepewność. Dlaczego zrozumienie metody i niepewności naukowej jest ważne – historia pewnej idei

DYDAKTYKA – SZKOŁA

- 172 ŁUKASZ WALUSIAK, NATALIA RYŁKO, KARLYGASH NURTAZINA
Przemiany cyfrowe w edukacji
- 182 KAROLINA TYTKO, MIROSŁAW ROSZKOWSKI, MAREK MALUCHA, ŁUKASZ WALUSIAK,
NATALIA RYŁKO, KARLYGASH NURTAZINA
ChatGPT i przyszłość nauczania: jak AI zmienia krajobraz edukacyjny
- 196 AGNIESZKA RÓŻYCKA
Metody wspierające zaangażowanie i efektywność w nauczaniu
na odległość: analiza porównawcza podejść synchronicznych
i asynchronicznych
- 234 ROBERT ZIELIŃSKI
Cyfrowa edukacja dziś: między szansą a wyzwaniem – studium
porównawcze
- 268 ANNA FALKOWSKA
Interdisciplinary health education with the use of modern
technologies
- 292 AGNIESZKA ŁAPCZUK
Edukacja i stymulacja rozwoju psychofizycznego dzieci i młodzieży
z ASD poprzez edukację pozaformalną metodą STEAM
- 309 JOANNA DOROSZUK
Model ekologiczny w praktyce inkluzyjnej – perspektywa wsparcia
procesu inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu
- 330 MARTYNA OLSZEWSKA, DIANA AKSAMIT, KATARZYNA MYKOWSKA
Interpretacja dziedzictwa jako narzędzie włączania osób
z niepełnosprawnością intelektualną w doświadczenie środowiska
naturalnego w Polsce
- 354 ZIEMOWIT SOCHA, ŁUKASZ AFELTOWICZ
Jak kształcić generalistów i uczyć działań przedsiębiorczych?
Rola edukacji podstawowej, średniej i branżowej w kształtowaniu
nowej interdyscyplinarności

SŁOWO WSTĘPNE

Sztuczna inteligencja (AI) zdominowała ostatnimi laty dyskurs na temat przyszłości edukacji. Pojawiają się pytania o to, jak krytycznie myśleć o możliwościach wykorzystania narzędzi AI do osiągania lepszych wyników przez uczniów bez nadmiernego lęku o przyszłość zawodu nauczyciela i przyszłość ludzkości w ogóle (Karan i Angadi, 2023)¹. Badacze zadają m.in. następujące pytania: W jaki sposób podejmujemy świadome, celowe decyzje dotyczące roli sztucznej inteligencji w klasie? W jaki sposób uczniowie mogą rozwijać umiejętności przedmiotowe, pracując z tymi narzędziami? W jaki sposób pomysły zastosowania technologii i sztucznej inteligencji mogą usprawnić proces uczenia się?



W bieżącym numerze czasopisma EBiŚ mierzymy się głównie z zagadnieniami, które chociaż częściowo rzucają światło na różne konteksty i zastosowania AI w edukacji. Pierwszy to kontekst biologiczny – budowa mózgu i lokalizacja ośrodków odpowiedzialnych za ocenę bodźców, reakcje emocjonalne i poznawcze oraz proces uczenia się. Drugim jest kontekst filozoficzny oparty na Teorii Aktora-Sieci oraz Teorii Rozszerzonego Umysłu. Za nie mniej ważny uznaliśmy kontekst współczesnego rynku pracy i przygotowania uczniów do wyzwań przyszłości, nie tylko w zakresie zawodów związanych z AI, ale również z uwzględnieniem potencjalnych zmian w zapotrzebowaniu na nowe kompetencje. Uwagze Państwa polecam w związku z tym artykuł dotyczący postrzegania globalnych zagrożeń przez polskich ósmoklasistów uczestniczących w pol-

¹ Karan, B. i Angadi, G.R. (2023). Potencjalne zagrożenia związane z integracją sztucznej inteligencji z edukacją szkolną: przegląd systematyczny. *Biuletyn Nauki, Technologii i Społeczeństwa*, 43, 67–85.

skiej części międzynarodowego badania kompetencji obywatelskich (ICCS). Autorzy artykułu poruszają zagadnienie kompetencji związanych z globalnym obywatelstwem.

Blisko praktyki szkolnej umieściliśmy model językowy GPT-4, który – jak piszą Autorzy – stanowi przykład zaawansowanego narzędzia mogącego wspierać personalizację nauczania, automatyzację sprawdzania odpowiedzi uczniów oraz dostosowywanie materiałów edukacyjnych. Wskazujemy konkretne narzędzia cyfrowe, które można zastosować w edukacji, ze szczególnym uwzględnieniem edukacji biologicznej. Przeanalizowaliśmy również zalety i wady związane ze stosowaniem tych narzędzi przez społeczeństwo, a zwłaszcza przez uczniów. Jedna z Auterek opisuje wykorzystanie metody STEAM (*science, technology, engineering, arts, mathematics*) na zajęciach przeznaczonych dla osób ze spektrum autyzmu, co umożliwiło sięganie po różnorodne dziedziny wiedzy i wspieranie rozwoju zarówno poznawczego, jak i społecznego uczestników zajęć.

Mam nadzieję, że wszystkie artykuły zamieszczone w tym numerze spotkają się z Państwa zainteresowaniem oraz przyczynią się do odważnego podejmowania wyzwań, jakie stawia przed nami współczesna edukacja.

Katarzyna Potyrała

NAUKA – DYDAKTYKA

Skuteczność procesu uczenia się z wykorzystaniem TIK a pobudzenie układu nagrody – studium krytyczne

BEATA JANCARZ-ŁANCZKOWSKA*¹ KATARZYNA POTYRAŁA**²

¹Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

²Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie

Głównym celem podjętych eksploracji była refleksja krytyczna nad możliwościami wykorzystania pobudzania układu nagrody podczas korzystania z technologii informacyjnych w trakcie uczenia się. Autorki podjęły próbę odpowiedzi na pytanie: Jaka jest rola (układu) nagrody w motywacji do działania i w procesie uczenia się? Poszukując odpowiedzi na pytanie badawcze, zastosowano niereaktywne metody badawcze skoncentrowane głównie na analizie treści różnych przekazów na temat procesu uczenia się. Szczególnym obszarem badań była regulacja metapoznawcza w kontekście wpływu układu nagrody na procesy uczenia się. Stwierdzono, że refleksja pedagogiczna w zbyt małym stopniu koncentruje się na tych zagadnieniach, zwłaszcza w kontekście zastosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) w edukacji. Badania i analizy nie dotyczą rzeczywistych efektów uczenia się, a proponowane narzędzia badawcze mają związek głównie z innowacjami technicznymi lub organizacyjnymi.

SŁOWA KLUCZOWE: dopamina, TIK, uczenie się, układ limbiczny, układ nagrody.

* E-mail: beata.jancarz-lanczkowska@uken.krakow.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8292-552X>

** E-mail: kpotyrala@uafm.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9926-0803>

The effectiveness of stimulating the reward system in learning with the use of ICT – a critical study

The main objective of the research was to reflect critically on the possibilities of using the stimulation of the reward system during information technologies-aided teaching and learning. The authors attempt to answer the question: What is the role of the reward system in the motivation to act and in the learning process? In search of an answer to this question, non-reactive research methods were used, focused mainly on the analysis of the content of various messages about the learning process. A special area of research was metacognitive regulation in the context of the influence of the reward system on learning processes. It was found that pedagogical reflection focuses too little on these issues, especially in the context of using information and communication technologies (ICT) in education. Research and analysis does not focus on actual learning outcomes, and the proposed research tools are mainly concerned with technical or organizational innovations.

KEYWORDS: dopamine, ICT, learning, limbic system, reward system

1. Wprowadzenie

W każdej sekundzie do mózgu docierają miliardy bodźców, dlatego mózg zajęty jest bezustannym przewidywaniem tego, co może się wydarzyć. Jeśli wydarzy się coś niespodziewanie lepszego od tego, co przewidywał mózg, jest w nim generowany sygnał, który sprawia, że zachodzi uczenie się – pisze Manfred Spitzer (2012). Biologiczna ocena bodźców dokonuje się w układzie limbicznym zbudowanym z hipokampu, ciała migdałowatego i przegrody, powiązanych z jednej strony z korą przedczołową i obszarami podkorowymi, a z drugiej z podwzgórzem i pniem mózgu. Układ limbiczny bierze udział w funkcjach autonomicznych, emocjonalnych i poznawczych, a sam hipokamp odgrywa kluczową rolę w niektó-

rych formach pamięci (Jagodzińska, 2008). Dopamina, jeden z wielu neuroprzekaźników występujących w ośrodkowym układzie nerwowym, zyskała szczególne zainteresowanie farmakologów ze względu na swoją rolę w regulacji nastroju oraz procesach motywacji i wzmacniania. Skupisko neuronów dopaminergicznych to właśnie tzw. układ nagrody. Mimo że w mózgu istnieje kilka układów tego typu, mezolimbiczny szlak dopaminergiczny wydaje się najważniejszy w procesach motywacyjnych.

Szybkie odnajdywanie i tworzenie informacji przez AI (*artificial intelligence*), wizualizacja budowy różnych struktur w AR (*augmented reality*), immersja w przestrzeń osiągnąta poprzez zastosowanie VR (*virtual reality*), uruchamianie procesów grywalizacji, samodzielne tworzenie treści i wymienianie się nimi z uczestnikami grup społecznościowych na całym świecie – to tylko część sytuacji, w których uruchamiany jest układ nagrody, a stąd tylko krok do utworzenia trwałych śladów w pamięci, czyli uczenia się. Trzeba jednak nadmienić, że tego typu mechanizmy są kwestionowane z kilku powodów. Jak piszą fizjolodzy, z czasem rozwija się tolerancja na działanie nagradzające i w konsekwencji, aby móc uzyskać ten sam oczekiwany efekt, należy zwiększyć dawkę lub ilość czynnika „motywacyjnego”. Takie zaburzone, nałogowe zachowanie staje się nawykiem, który w późniejszym okresie może przyjąć formę uzależnienia, np. od Internetu. Wyniki badań potwierdzają, że bezustannie pobudzany układ nagrody przez niekontrolowane obcowanie z Internetem może prowadzić do uzależnień, których mechanizm jest podobny do uzależnień od jedzenia, leków, zakupów czy hazardu.

Głównym celem badań było podjęcie refleksji krytycznej nad propagowanymi przez niektórych badaczy możliwościami wykorzystania pobudzania układu nagrody podczas korzystania z technologii informacyjnych w trakcie zdalnej nauki.

2. Tło teoretyczne

Pamięć i procesy uczenia się mają związek z emocjami

Rozwój technik dających możliwość obrazowania pracy mózgu pozwala na coraz lepsze rozumienie procesów zapamiętywania informacji, przechowywania ich, wydobywania z pamięci, a także zapominania, czyli etapów uczenia się człowieka. Jednocześnie obserwacja złożoności tych procesów ugruntowuje przekonanie, że do ostatecznego ich wyjaśnienia wiedzy jeszcze długa droga poprzez nowe, odważne hipotezy neurobiologów, zaskakujące wyniki badań i formułowane na ich podstawie wnioski. Poszukując lokalizacji pamięci w mózgu, musimy zdawać sobie sprawę ze złożoności tego problemu. Prawdopodobnie funkcjonowanie pamięci jest związane z wieloma obszarami mózgu, a związki te mają specyfikę zależną zarówno od rodzaju pamięci, jak i od fazy procesu. Ponadto w każdym przypadku zaangażowane są zespoły szeroko rozproszonych neuronów, które tworzą obwody łączące różne części mózgu (Jagodzińska, 2008). Proces przetwarzania informacji w swym głównym założeniu zawiera komponent aktywności umysłowej osoby uczącej się, co jest też bardzo indywidualnym zjawiskiem, zależnym od wielu czynników zewnętrznych i wewnętrznych (czynniki afektywne, społeczne i kontekstowe przyczyniające się do zmiany koncepcji u osoby uczącej się). Złożone środowisko nauczania musi koniecznie kolidować z pomysłami uczniów – przekonuje twórca allosterycznego modelu uczenia się André Giordan (1998). Może dlatego nie potrzebujemy wcale jednego modelu uczenia się, lecz wielu modeli konkurencyjnych, które zastosujemy jednocześnie – przypuszczają kognitywiści (Miłkowski, 2016).

Obserwacje przebiegu procesów myślowych oraz analiza prac z zakresu dydaktyki i epistemologii wskazują, że za motywacjami do uczenia się kryją się odpowiednie emocje, powstające w reakcji na istotne dla jednostki bodźce lub doświadczenia życiowe zapamiętane wcześniej

i wydobywane z pamięci (Giordan, 1978; Giordan i de Vecchi, 2010). Emocje to reakcje natychmiastowe i automatyczne o różnym natężeniu, które pojawiają się w odpowiedzi na zdarzenie wyzwalające. Psychologowie wciąż dyskutują o tym, jak liczyć i kategoryzować podstawowe emocje. Identyfikowanie emocji byłoby bardzo przydatne dla uczniów (Giordan i Binda, 2020). Za ocenę bodźców jako pozytywnych lub negatywnych i sterowanie reakcjami emocjonalnymi odpowiedzialna jest filogenetycznie stara struktura mózgowia – układ limbiczny (łac. *limbus* – ‘rąbek’). Należy podkreślić, że układ limbiczny poza oceną bodźców pełni inne, różnorodne funkcje, m.in. kieruje emocjami, motywacją, wędchem, zachowaniami oraz pamięcią. Ponadto wchodzi w interakcje z ośrodkami kory mózgowej, co przejawia się określonymi zachowaniami emocjonalnymi, takimi jak śmiech czy płacz (Campbell i in., 2014). Układ ten przypisuje naszym doświadczeniom ocenę i tym samym nadaje im znaczenie. Zdarzenie w rozumieniu psychologicznym pojawia się tak naprawdę dopiero poprzez „znaczenie”, ponieważ właśnie wtedy zostaje wyłonię z całego ciągu przeżyć i zakodowane w pamięci jako wyrazisty, odrębny byt (Spitzer, 2016). Dzięki zjawisku pamięci zależnej od stanu możliwe jest różnicowanie nabywanych informacji w zależności od towarzyszących im stanów emocjonalnych. Jeśli opanowywaniu materiału towarzyszą różnorodne emocje (wzbudzone przez nabywane informacje lub wynikające z innych źródeł), to poszczególne jego treści mogą zostać skojarzone z odmiennymi emocjami. Takie emocjonalne zróżnicowanie materiału ułatwia późniejsze odpamiętywanie – konkretne emocje stają się wskazówkami do wydobycia określonych treści (Bąbel i Wiśniak, 2016). Układ nagrody znajdujący się w starych filogenetycznie obszarach mózgowia prawdopodobnie rozwinął się w celu motywowania nas do poszukiwania rzeczy najważniejszych dla naszego przetrwania, takich jak pożywienie i woda. Pod tym względem to genialny mechanizm. W końcu jak najlepiej zagwarantować, żebyśmy zdo-

bywali to, co niezbędne do przeżycia, niż zadbać o to, żeby sprawiało nam to przyjemność (Dingman, 2020)? Ludzie są z natury zmotywowani do działania i nie potrafią inaczej funkcjonować, gdyż temu służy bardzo efektywny układ wbudowany w ich mózg. Gdybyśmy go nie mieli, nie przeżylibyśmy (Spitzer, 2012).

Czynnika determinującego proces uczenia się można szukać również w emocjach generowanych przez szkołę. Brak dobrego samopoczucia w szkole może doprowadzić młodą osobę do rezygnacji z nauki. Uczeń potrzebuje bezpieczeństwa i pewności w procesie uczenia się oraz w swoich relacjach z dorosłymi. Zbyt restrykcyjne lub swobodne zachowanie nauczyciela w obliczu błędów i trudności ucznia (kary lub brak nagrody) przyczyniają się do znacznej utraty bezpieczeństwa, co prowadzi ucznia do zaniechania nauki z powodu braku motywacji do uczenia się. Uczeń odczuwa emocje, takie jak: smutek, złość czy strach, na różne sposoby, niekoniecznie je rozumiejąc (Giordan i Binda, 2020).

Gdzie dokładnie się mieści i jak funkcjonuje układ nagrody?

Układ limbiczny, w obrębie którego funkcjonuje układ nagrody, to zbiór struktur korowych i podkorowych mieszczących się na przyśrodkowej powierzchni półkul mózgowych. Wszystkie te struktury tworzą sieć wzajemnych powiązań łączącą się z jednej strony z pniem mózgowia, z drugiej strony z ośrodkami kory mózgowej. W pniu mózgowia znajdują się jądra zawierające neurony, które wytwarzają jako neuroprzebieżniki noradrenalinę, dopaminę i 5-hydroksytryptaminę (serotoninę). W jądrach tych biorą początek drogi noradrenergiczne, dopaminergiczne i serotonergiczne (Brzozowski, 2019). Nazwa tych systemów pochodzi od rodzaju występującego w nich neurotransmitera: noradrenaliny, dopaminy i serotoniny.

Z funkcjonowaniem układu nagrody związana jest droga dopaminergiczna, a więc szlak neuronów łączących się ze sobą poprzez synapsy, w których neurotransmiterem jest dopamina. Dla zrozumienia przebiegu tej drogi i działania układu nagrody istotne jest zwrócenie uwagi na kilka kluczowych elementów anatomicznych: znajdujące się w pniu mózgowia pole brzuszne nakrywki śródmózgowia (*ventral tegmental area, VTA*), w którym skoncentrowane są neurony dopaminowe, oraz miejsca projekcji tych neuronów – jądro półleżące (*nucleus accumbens*), kora przedczołowa (*prefrontal cortex*) i prążkowie (*striatum*). Szczególną rolę w funkcjonowaniu układu nagrody odgrywa odcinek drogi dopaminergicznej z pola brzuszego nakrywki śródmózgowia do jądra półleżącego, zwany szlakiem mezolimbicznym. Neurony tego szlaku pod wpływem stymulacji uwalniają dopaminę, wywołując uczucie euforii i satysfakcji. Naturalne, fizjologiczne pobudzenie układu nagrody polega na umiarkowanym, krótkotrwałym uwalnianiu dopaminy z neuronów VTA do szczelin synaptycznych (synaps) oddzielających te neurony od neuronów znajdujących się w jądrze półleżącym. Nadmiar dopaminy, która w wyniku stymulacji układu nagrody pojawia się w synapsie, zostaje po spełnieniu przez nią jej roli usunięty (Szukalski, 2009). Należy także podkreślić zwrotne oddziaływanie obszarów kory przedczołowej na sygnał dopaminy. Kora przedczołowa to region mózgu odgrywający ważną rolę w osądach, planowaniu i innych funkcjach wykonawczych. W prawidłowych warunkach opanowanie impulsów skłaniających do uzyskania natychmiastowego efektu nagradzającego na rzecz osiągnięcia celów ważniejszych lub silniej nagradzanych następuje w wyniku wysyłania przez korę przedczołową hamujących sygnałów do dopaminergicznych neuronów VTA mezolimbicznego układu nagrody (Szukalski, 2009).

3. Rama koncepcyjna

Uczenie się oznacza ciągle tkanie wielu powiązań pomiędzy strukturą myślenia ucznia a informacją, które nie są prostą zależnością pomiędzy bodźcami a reakcją. W akcie uczenia się uczeń potrzebuje pomocy innych osób, aby pokonać mechanizmy konfrontacji nieznanego z nowym. To proces bardzo złożony, a wiara w to, że nagroda (wzmocnienie pozytywne) otrzymana za dobrze rozwiązane zadanie oznacza sukces edukacyjny (trwałą i operatywną wiedzę), jest bardzo złudna. Giordan uważa, że akt uczenia się jest rozumiany jako całość, która nadaje jednostce zdolność „sprostania wyzwaniu złożoności świata” i dopiero w konfrontacji z rzeczywistością codziennego życia weryfikujemy wartość „nagród” otrzymanych za pewne zadania istniejące poza szerszym kontekstem.

Autorki podjęły próbę udzielenia odpowiedzi na pytanie: Jaka jest rola (układu) nagrody w motywacji do działania i w procesie uczenia się?

Od niedawna istnieją podstawy do zrozumienia układu nagrody i roli dopaminy w wyższych czynnościach umysłowych, przede wszystkim w motywacji i uczeniu się. Sygnał dopaminowy neuronów znajdujących się w części brzusznej nakrywki śródmózgowia prowadzi do aktywacji prążkowiec, co z kolei wywołuje uwalnianie endogennych opiatów w płacie czołowym. Ta sekrecja stwarza subiektywny efekt nagrody i w zakresie przetwarzania informacji pełni funkcję odzwierciedlenia (*gating*): sekwencja zachowań czy zdarzenie, które doprowadziły do rezultatu lepszego, niż się spodziewaliśmy, są dalej przetwarzane i z większym prawdopodobieństwem zostaną zapamiętane. Możemy też powiedzieć: zachodzi uczenie się (Spitzer, 2012). Co ciekawe, nasz układ dopaminowy działa nie tylko w chwili otrzymania nagrody, lecz także w oczekiwaniu na nią. Neurony dopaminowe już w momencie oczekiwania na coś miłego sygnalizują nagrodę, ale też potrafią wspomnieniami powrócić do przyjemnego

momentu (Vetulani i Mazurek, 2015). Układ nagrody można by zatem nazywać „układem czekania na nagrodę”. Poziom dopaminy w organizmie (zwłaszcza rozprawdanej szlakiem obejmującym płat czołowy, a zatem związanym z działaniem świadomym, ukierunkowanym, modyfikowanym) łączy się raczej z poziomem mobilizacji (pobudzenia) i motywacji niż z odczuciem przyjemności (Chojak, 2019). Ustalono, że ten neuroprzekaźnik nie odpowiada za zapewnienie organizmowi nagrody bądź pozytywnych stanów emocjonalnych (uczucia przyjemności) – jak wcześniej twierdzono – ale mobilizuje do podjęcia działań służących uzyskaniu czegoś korzystnego albo ustrzeżenia się przed czymś niepożądanym. Dopamina nie jest w takim razie wytwarzana po uzyskaniu gratyfikacji (nagrody), lecz zaczyna działać znacznie wcześniej, i to za jej sprawą uzyskujemy nagrodę bądź unikamy nieprzyjemności (kary). Uzmysłowanie sobie celu prowadzi zatem do produkcji dopaminy i w konsekwencji do zwiększenia motywacji do działania (Sikorski, 2015). Teorię automatycznego łączenia działania dopaminy wyłącznie lub przede wszystkim z przyjemnością można raczej odnieść do mechanizmów uzależnienia. Wówczas substancja uzależniająca nie tylko zwiększa poziom dopaminy, ale jednocześnie blokuje inne obszary mózgu, np. korę przedczołową. Aktywowany jest wówczas jeden szlak dopaminogenny – ten związany wyłącznie z emocjami, bez udziału świadomości. Sytuacja ta nie ma jednak miejsca w trakcie nauki, gdy aktywnie wykorzystywane są obszary kory przedczołowej. Nie można zatem bezpośrednio przenosić wniosków z badań nad uzależnieniami na obszar edukacji (Chojak, 2019). Nauka dokonuje się na podstawie oceny rezultatu. W trakcie poznawania rzeczywistości czy działania jedne ośrodki mózgu skupiają się na aktywności, inne oceniają działanie. Te drugie mobilizują człowieka do aktywności lub od niej odwołują. Stanislas Dehaene (2022) przywołuje wyniki badań dwóch amerykańskich badaczy – Roberta Rescorla i Allana Wagnera, którzy na początku lat 70. ubiegłego wieku wy-

sunęli następującą hipotezę: mózg uczy się tylko wtedy, kiedy zauważa rozbieżność między tym, co przewiduje, a tym, co otrzymuje. Bez sygnału błędu niemożliwe jest wystąpienie nauki, a fundamentalnym motorem procesu nauki jest zaskoczenie. Dopamina bierze udział w uczeniu się dzięki tak zwanemu błędowi przewidywania nagrody. Rzecz w tym, że ilekroć mózg napotka coś, co może być satysfakcjonujące, przewiduje, na ile wartościowa będzie ta nagroda (jak dobrze dzięki temu się poczujesz, jak długo to potrwa, na ile to będzie przyjemne dla twoich zmysłów itp.). Kiedy okazuje się, że nagroda jest lepsza, niż przewidywał, następuje silna reakcja, w której pośredniczy dopamina. Natomiast jeśli wartość nagrody jest niższa od oczekiwanej, sygnał dopaminowy zostaje stłumiony (Dingman, 2020). Do uwalniania dopaminy w układzie nagrody prowadzi także kontakt z nowością. Dopamina została więc też określona mianem substancji ciekawości i zachowań eksploracyjnych, poszukiwania nowości (Spitzer, 2012). To, co nas nie zaskakuje, nie wzbudza w nas ciekawości – rzeczy widziane już przez nas tysiąc razy stają się nudne. Jednakże nie mamy też pociągu do rzeczy zbyt nowatorskich czy zaskakujących albo tak dezorientujących, że umyka nam ich struktura – stopień ich komplikacji nas zniechęca. Pomiędzy nudą spowodowaną zbytnią prostotą danego zjawiska a awersją do zbyt złożonego ciekawość w naturalny sposób prowadzi nas ku obszarom nowym, ale dostępnym (Dehaene, 2022). Można powiedzieć najogólniej, że uczenie się to proces rozpoznawania rzeczywistości, w którym dostosowujemy i weryfikujemy dotychczasową wiedzę i umiejętności do nowych sytuacji.

4. Metodyka badań

Poszukując odpowiedzi na pytanie badawcze, zastosowano niereaktywne metody badawcze skoncentrowane głównie na analizie treści różnych przekazów na temat procesu uczenia się. Do form przekazu można zaliczyć, jak wskazuje Earl Babbie (2013): książki, strony internetowe, platfor-

my internetowe oraz części, z których się one składają lub złożone z nich zbiory. Możliwymi jednostkami analizy były: książki, strony internetowe, akapity, wiersze, edukacyjne gry komputerowe, platformy e-learningowe oraz zakładki na stronach internetowych. Analiza treści jako sposób obserwacji wymagała przemyślanego posługiwania się tym, „co” jest komunikowane. Analiza danych zebranych tą metodą, podobnie jak w przypadku innych metod, odnosi się do pytań „dlaczego” i „z jakim skutkiem” (Babbie, 2013, s. 359). Przyjęto, że zastosowana metoda ma charakter quasi-analityczny i dotyczy wytworów społecznych umożliwiających zrozumienie głównych mechanizmów uczenia się i komunikowania się ludzi w celu usprawnienia procesu edukacyjnego.

5. Wyniki badań

Zdaniem Giordana (2002) modele edukacyjne nie mają szans na skuteczność, jeśli w trakcie ich stosowania nie weźmiemy pod uwagę opinii, jaką posiada na dany temat sam uczeń. Główną cechą mózgu jest jego zdolność do interakcji i regulacji. Podstawą aktu uczenia się na poziomie mózgu jest „reorganizacja połączeń”. Praca mózgu jest komplementarna i pozostaje w stałym dialogu pomiędzy strukturami poznawczymi. Koncepcja powstająca w umyśle ucznia (rozumiana jako reprezentacja wiedzy) nie jest ani dobra, ani zła. Stanowi dla jednostki ramy odniesienia w zależności od osobistego kontekstu, w którym ewoluuje.

Prawdziwa motywacja dotycząca uczenia się często jest w opozycji do prób sprostania oczekiwaniom szkoły i nauczyciela. Teoria oczekiwań opiera się na założeniu, że motywacja jednostki zależy od jej siły pragnienia oraz prawdopodobieństwa zaspokojenia tego pragnienia. Dobrze, gdy to pragnienie dotyczy procesu uczenia się, gorzej – gdy dotyczy zaspokojenia oczekiwań nauczyciela i rodziców, którzy utożsamiają nagrody otrzymane przez ucznia ze spełnieniem przez niego ich własnych

oczekiwań. Uczenie się to aktywność umysłowa. Wszystko jest „kwestią interakcji” – mówi nam Giordan (2002). Uczeń jest prawdziwym mistrzem gry, musi być „wynalazcą” swojej nauki, nagrodą może być dla niego pokonanie własnych ograniczeń, zmierzenie się z trudnością, wyjście ze strefy komfortu i doświadczenie czegoś nowego. W tym procesie wymiar emocjonalny nabiera ogromnego znaczenia. Uczeń musi być „zaniepokojony swoją pewnością” i powinien ciągle ją weryfikować, ale nie może czuć się zagrożony utratą potencjalnej nagrody. Prawdziwa wiedza musi być kontekstowa i „biodegradowalna” (Giordan, 2002).

Korzystanie z technologii informacyjnych a układ nagrody i znaczenie tej zależności w procesie uczenia się

Internet zdaje się posiadać wszystkie atrybuty, jakie powinna mieć nagroda uruchamiająca cały szereg zdarzeń prowadzący do uwolnienia dopaminy i uaktywnienia obszarów kory mózgowej odpowiedzialnych za zapamiętywanie. Szybkość efektu, atrakcyjność percepcyjna, pewna doza nowości, a także bardzo często element zaskoczenia i uzyskanie efektów lepszych, niż się spodziewaliśmy, czyni z technologii informacyjnych opartych na globalnej sieci internetowej jak najbardziej przydatne narzędzie wspierające proces uczenia się. Informacja stała się dostępna na wyciągnięcie ręki w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie, a odpowiedź na nurtujące pytanie staje się natychmiastową „nagrodą”. Pokolenie sieci nie zadowoli się czekaniem do wieczora na serwis informacyjny czy ulubiony program telewizyjny. Młodzi ludzie chcą mieć dostęp do informacji tam, gdzie są, i wtedy, kiedy chcą (Tapscott, 2010). W raporcie *Neuronauka i edukacja* Paul Howard-Jones opisuje, jak stosowanie gier poprzez uruchamianie układu nagrody może wpływać na proces uczenia się:

Popularne gry dostarczają nieprzewidywalnych wzmocnień według szybko zmieniających się rozkładów, co stymuluje mózgowy układ nagrody. Reakcja mózgowego układu nagrody może pozytywnie wpływać na tempo uczenia się. Poza wielkością nagrody na aktywność układu nagrody wpływa również szereg czynników związanych z kontekstem. Inicjatywy mające na celu rozwój i praktyczne zastosowanie gier edukacyjnych już w chwili obecnej bazują na wiedzy naukowej o mózgu i umyśle. Nadal brakuje jednak starannie kontrolowanych porównań ich skuteczności z innymi technikami nauczania (Howard-Jones, 2020, s. 24).

Praktyka pedagogiczna w małym stopniu nadąża za odkryciami w zakresie neuronauki. Wprawdzie powstaje wiele interaktywnych platform edukacyjnych oferujących różne poziomy aktywności studentów i uczniów oraz opisuje się wspomagane komputerowo uczenie się oparte na współpracy, jednak wymagają one ponownej rewizji wraz z przedstawieniem ich ograniczeń i możliwości oraz powiązań z modelami i teoriami pedagogicznymi. Do najczęściej stosowanych należy wciąż model jednokierunkowego transferu wiedzy (od nauczyciela lub innych środków przekazywania informacji) połączonego z pokazem, wykładem lub referatem. Uczestnicy ogólnie pozytywnie oceniają platformy, przy czym ocena ta dotyczy głównie struktury platform, łatwości ich obsługi, a także bezproblemowego połączenia i dostępu do różnych treści, natomiast niewiele wiadomo o rzeczywistej użyteczności tych miejsc z perspektywy środowisk uczenia się (Tomczyk, Potyrała, Włoch, Wnęk-Gozdek i Demeshkant, 2020). W ostatnich latach wzrosła popularność mobilnego uczenia się, w którym jednym z najważniejszych kryteriów zastosowania jest posiadanie urządzenia mobilnego z dostępem do Internetu i z możliwością robienia zdjęć, tworzenia filmów i animacji oraz uczestnictwa w sieciach społecznościowych. W modelu tym istnieje pewna własna aktywność poznawcza podmiotu, jednak

nauczyciel, korzystając z aplikacji, często stosuje strategie asocjacyjne (pokazy) i organizacyjne (instrukcje), a więc prezentuje podejście quasi-problemowe. Aby podczas korzystania z gier i aplikacji mobilnych można było mówić o uczeniu się, a nie tylko nauczaniu, nauczyciel powinien mieć dodatkowe kompetencje w zakresie projektowania i stosowania różnych strategii oraz poszukiwania alternatywnych metod pedagogicznych.

Różnego rodzaju gry i aplikacje oparte na konkurencji odznaczają się nie tylko atrakcyjnością i nieprzewidywalnością, ale także umożliwiają globalne i bardzo różnorodne współdziałanie i współpracę członków sieci. Internet jest środowiskiem, które może zapewnić kolejny warunek skutecznego uczenia się – uczenie się we współpracy. Człowiek od zawsze uczy się we wspólnocie, a wspólna aktywność czy współdziałanie jest prawdopodobnie najważniejszym wzmacniaczem, podkreśla Spitzer (2012). Pokolenie sieci chciałoby nadać poszukiwaniom informacji lub rozrywki formę dialogu. Niemal 80% osób z tego pokolenia w wieku poniżej 28 lat regularnie odwiedza blogi, które są najpopularniejszą metodą tworzenia i udostępniania treści (Tapscott, 2010). Dyskusje w grupach tematycznych, pisanie blogów czy kręcenie filmów i umieszczanie ich na YouTube jest rodzajem uczenia się we wspólnocie. Uczestnicy grupy (sieci) wspierają się i nawzajem się od siebie uczą. Odkąd Internet dał nam możliwość tworzenia własnych wiadomości oraz wyrażania opinii i poglądów, została zaspokojona jedna, jak się okazało, z najważniejszych potrzeb człowieka – mówienie i pisanie o swoich prywatnych doświadczeniach. Spitzer (2016) przytacza wyniki badań Mora Naamana, Jeffrey'a Boase'a i Chih-Hui Lai z 2010 roku, które dotyczyły analizy przypadkowo wybranych 3379 wiadomości 350 użytkowników Twittera – obecnie platforma X (równie przypadkowo wybranych). Okazało się, że 80% z tej grupy to osoby, które mówią przede wszystkim o sobie. Po-

nieważ wśród istot żywych niebędących ludźmi takie zachowania nie występują, można zakładać, że mamy do czynienia z kolejnym typowo ludzkim przejawem zachowań społecznych – skrajną skłonnością do tworzenia grup (Spitzer, 2016). Nieograniczone możliwości tworzenia sieci i grup oraz wyrażania siebie, swoich przekonań i poglądów dają poczucie wolności, która staje się czynnikiem wzmacniającym. Wszyscy marzymy o takiej wolności, ale młode pokolenie nauczyło się traktować ją jako coś naturalnego. Spodziewają się tej wolności, ponieważ dorastali w epoce cyfrowej i mieli okazję poznawać świat, odkrywać rozmaite rzeczy, rozmawiać z nieznanymi i kwestionować oficjalne wersje wydarzeń podawane przez rząd i wielkie firmy (Tapscott, 2010).

Kierując się powyższymi przesłankami, niektórzy badacze (Halavakis, 2016; Fatimah, Rajiani i Abbas, 2021) wprowadzili model uczenia się z podwójną pętlą pozytywnego feedbacku (*computer-supported collaborative learning model*, CSCL). W świetle współczesnej wiedzy na temat procesu uczenia się i znaczenia środowiska w tym procesie można jednoznacznie określić go jako quasi-społeczny i quasi-konstruktywistyczny model oparty głównie na wielokrotnych sprzężeniach zwrotnych, którego wymiar poznawczy odnosi się do tego, w jaki sposób treść informacji zwrotnej pomaga uczącym się zrozumieć treść uczenia się. Społeczny wymiar tego modelu odnosi się jedynie do wymiany informacji między uczniami a nauczycielem. Należy podkreślić, że wiedza może być przekazywana bezpośrednio tylko w określonych warunkach i rzadko są one takie same dla wszystkich uczniów. Ponadto nauczyciele mają tendencję do pewnych stałych zachowań, zwłaszcza w środowisku wirtualnym, którego wszystkie możliwości są nieznane nauczycielom o niskim poziomie umiejętności cyfrowych (Potyrała i Tomczyk, 2021). Natychmiastowe działanie osoby uczącej się w odpowiedzi na pytania lub instrukcje zamieszczone na platformie internetowej na ogół nie jest wystarczające.

Jak pisze Giordan (2002), zawłaszczanie wiedzy wynika z procesu transformacji pojęć, w których sam uczący się jest głównym aktorem. Uczeń musi skonfrontować się z nowymi informacjami i zmobilizować swoją wiedzę, a także stworzyć nowe znaczenia. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy jest zmotywowany, przy czym jego emocje również odgrywają istotną rolę. Model CSCL słusznie podnosi wymiar społeczno-afektywny, ponieważ wymiary afektywny i poznawczy są ściśle powiązane w wielu pętlach regulacyjnych i są regulowane przez czynniki społeczne. Uczenie się w dużym stopniu zależy od kontekstu i zawsze odbywa się w określonym środowisku społeczno-kulturowym.

Wszystkie możliwości cyfrowych technologii informacyjnych pobudzające układ nagrody mogą jednak mieć inne oblicze. Jak pisze Marc Dingman (2020), czasem układ nagrody działa nieco za dobrze i mózg staje się nadgorliwy w staraniach o maksymalizowanie przyjemności i minimalizowanie bólu. Jego zapal może wydobyć ciemną stronę przyjemności i ujawnić jedną z jego najbardziej zaskakujących i destrukcyjnych dychotomii. Wiele przyjemnych zachowań staje się nałogiem, ponieważ Internet oraz inne technologie mediów cyfrowych pozwalają w znacznym stopniu doświadczać przyjemności. Według tej teorii korzystanie z nich może wywoływać uzależnienie lub posiadać potencjał uzależniający (Greenfield, 2017). W ostatnich latach pojawiło się wiele wyników badań potwierdzających negatywny wpływ nadmiernego korzystania z Internetu na mózg i zachowania człowieka. Naukowcy alarmują, że cyfrowa technologia informacyjna nas rozprasza i szkodzi koncentracji i uwadze. Zakłóca procesy kształcenia, zamiast – jak często się słyszy – je wzmacniać. Podszyta lękiem niewiedza laika zderza się z elektronicznie pomnażanymi milionami razy prawdami, półprawdami i bzdurami serwowanymi mu na ekranie w sposób bezkrytyczny i pozbawiony struktury przez wyszukiwarkę (Spitzer, 2016). Małgorzata Chojak (2019) przytacza wyniki

badzeń aktywności mózgu metodą rezonansu magnetycznego w obszarze przedczołowym u dzieci wykonujących czynności edukacyjne z wykorzystaniem technologii medialnych. Dzieci biorące udział w badaniu miały różny czas kontaktu z mediami – od 30 minut do 2 godzin na dobę. Badaniami objęto obszar przedczołowy kory mózgowej. Wyniki badań potwierdziły, że czas kontaktu z mediami różnicuje neuronalny mechanizm wykonywania wybranych zadań. Istotnie statystycznie różnice objęły cały obszar grzbietowo-brzuszej kory przedczołowej. Miały one charakter dodatni lub ujemny – można zatem mówić o nadmiernej stymulacji lub niedostymulowaniu. Im dłuższy czas kontaktu dziecka z mediami, tym zmiany były większe (Chojak, 2019). Jednocześnie pojawiają się też odmienne opinie, zgodnie z którymi rewolucja technologiczna jest procesem wpisanym w rozwój cywilizacyjny człowieka. Nie ma sensu zaprzeczać, że nasze nawyki zmieniają się w odpowiedzi na nowe technologie. Tak dzieło się na przestrzeni dziejów i tak jest dzisiaj w odniesieniu do komputerów i Internetu. Podobnie jak każda inna aktywność, korzystanie z tej technologii będzie miało wpływ na nasz mózg. Jak jednak widzieliśmy, wpływ ten niekoniecznie jest szkodliwy, a może być nawet korzystny. Prawdopodobnie osoby intensywnie korzystające z Internetu stają się biegłejsze w wyszukiwaniu informacji online. Używanie komputerów w ogóle staje się stymulujące umysłowo i może pomagać w przeciwdziałaniu spadkowi sprawności umysłowej (Jarrett, 2018). Nie ulega wątpliwości, że nie powinniśmy nadużywać technologii cyfrowych w edukacji, zresztą podobnie jak innych środków dydaktycznych. Jednak nie można nie dostrzegać ich ogromnego potencjału motywacyjnego dla młodych pokoleń, szczególnie że pokolenia te rodzą się w świecie mediów cyfrowych i to jest ich naturalne środowisko życia codziennego.

6. Wnioski

Badania jednoznacznie dowodzą, że metapoznanie ma dwa wymiary: wiedzę metapoznawczą, która wskazuje, co uczący się wiedzą o uczeniu się w zakresie własnych zdolności poznawczych, konkretnych zadań i wiedzy o dostępnych i odpowiednich strategiach, oraz regulację metapoznawczą, która wskazuje, co uczący się robią w zakresie uczenia się oraz monitorowania i kontrolowania własnych procesów poznawczych. Regulacja metapoznawcza w kontekście wpływu układu nagrody na procesy uczenia się była szczególnym obszarem naszych zainteresowań badawczych. Refleksja pedagogiczna w zbyt małym stopniu koncentruje się na tych zagadnieniach. Brakuje wskaźników opisujących kompetencje metapoznawcze, czyli konkretnych opisów umiejętności i zdolności, które jednostki wykorzystują do monitorowania, kontrolowania i refleksji nad własnymi procesami uczenia się i myślenia. Rozwijając te wskaźniki, jednostki mogłyby stać się bardziej świadome własnych procesów uczenia się i myślenia oraz poprawić swoją zdolność do ich regulowania i kontrolowania, a ich układ nagrody byłby bardziej sprzężony ze świadomością celów i efektów uczenia się. Między innymi w tym celu proponuje się scalanie modeli dydaktycznych (Potyrała, 2017). W kontekście społecznego uczenia się „interakcja” nie może być mylona z faktycznym „uczestnictwem”, niezależnie od środowiska uczenia się. Informacja zwrotna i konfrontacja z innymi punktami widzenia są bardzo ważne dla uczącego się, ale nie zastępują efektywnego wykorzystania narzędzi TIK do kwestionowania i rekonstrukcji indywidualnej wiedzy osoby uczącej się.

Badania w dziedzinie neuronauki poznawczej (Shohamy i Adcock, 2010, za: Howard-Jones, 2020) pokazały, że zapisywanie informacji w pamięci deklaratywnej jest silnie związane z reakcją mózgu na nagrodę. Oznacza to, że odpowiedź neuronalna na nagrodę powinna być przedmiotem zainteresowania edukacyjnego nie tylko w kontekście motywowania

nas i tworzenia bardziej nagradzających lekcji, ale też dlatego, że nagrody wydają się mieć bardziej bezpośredni wpływ na tempo uczenia się (Howard-Jones, 2020). Czy jednak wielkość nagrody ma znaczenie? Czy zawsze nagroda sama w sobie stymuluje proces uczenia się? Dla optymalnego uczenia się istotna nie jest absolutna wartość nagrody, ale to, że jest nieoczekiwana. Zawsze wtedy, gdy organizm ma określone oczekiwania, a rezultat zachowania jest od nich lepszy, zachodzi uczenie się. Jak udało się udowodnić w badaniach eksperymentalnych, to samo dotyczy neuronów dopaminergicznych, które ulegają pobudzeniu w odpowiedzi na różnice między oczekiwaną a otrzymaną nagrodą. W ten sposób udowodniono, że zarówno na płaszczyźnie zachowania, jak i aktywacji neuronów dopaminergicznych istotne dla uczenia się jest to, w jakim stopniu dany bodziec pozwala przewidywać nagrodę, a nie po prostu połączenie bodźca z nagrodą (Spitzer, 2012). Z powyższego wynika, że proces nagradzania, rodzaj nagród oraz moment wręczania nagrody powinien być wnikliwie przemyślany. Okazuje się, że szkodliwy wpływ obserwuje się w przypadku zewnętrznego wzmacniania ucznia (np. stopniem lub pochwałą) za wykonywanie czynności, którą lubił i wcześniej wykonywał już dla własnej przyjemności (czyli było to zachowanie wzmacniane wewnętrznie). W trakcie wielu badań stwierdzono bowiem, że jeśli uczniom umożliwi się wykonywanie lubianej przez nich czynności, obiecując za nie nagrodę, to gdy nagroda przestanie już być dostępna, uczniowie przestaną mieć ochotę na robienie tego, co wcześniej tak bardzo lubili (Lepper, Greene i Nisbett 1973, za: Bąbel i Wiśniak, 2016).

Bibliografia

- Bąbel, P. i Wiśniak, M. (2016). *12 zasad skutecznej edukacji, czyli jak uczyć, żeby nauczyć*. Sopot: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Brzozowski, T. (red.). (2019). *Konturek. Fizjologia człowieka*. Wrocław: Edra Urban & Partner.

- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain M.L., Wasserman, S.A, Minorsky, P.V. i Jackson, R.B. (2014). *Biologia*. Tłum. zbiorowe. Poznań: Dom Wydawniczy Rebis.
- Chojak, M. (2019). *Neuropedagogika. Neuroedukacja i neurodydaktyka. Fakty i mity*. Warszawa: Difin.
- Dehaene, S. (2022). *Jak się uczymy? Dlaczego mózgi uczą się lepiej niż komputery... jak dotąd*. Tłum. D. Rossowski. Kraków: Copernicus Center Press.
- Dingman, M. (2020). *Twój mózg bez tajemnic. Rzecz o emocjach, uczuciach, śnieniu i myśleniu*. Tłum. B. Jóźwiak. Poznań: Dom Wydawniczy Rebis.
- Fatimah, F., Rajiani, S. i Abbas, E. (2021). Cultural and individual characteristics in adopting computer-supported collaborative learning during COVID-19 outbreak: Willingness or obligatory to accept technology? *Management Science Letters*, 11(2), 373–378.
- Giordan, A. (red.). (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Le Centurion.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre!* Paris: Belin.
- Giordan, A. (2002) *Apprendre!* Paris: Belin.
- Giordan, A. i Binda, M. (2020). *Interférences des émotions dans l'apprentissage*. Pobrano z <https://www.andregiordan.com/articlesindex/REVSSUe501.pdf>
- Giordan, A. i Vecchi, G. de (2010). *Aux origines du savoir. La méthode pour apprendre*. Nice: Les Éditions Ovidia.
- Greenfield, D. (2017). Uzależniające właściwości korzystania z Internetu. W: K.S. Young i C. Nabucco de Abreau (red.), *Uzależnienie od internetu. Profilaktyka, diagnoza, terapia. Poradnik dla terapeutów i lekarzy* (s. 160–181). Tłum. M. Jastrzębski. Zamość: Fundacja Dolce Vita. Pobrano z https://fundacjadolcevita.pl/lib/r6qdmUzaleznienie_od_internetu-km0tt36l.pdf
- Halavais, A. (2016). Computer-Supported Collaborative Learning. W: R.T. Craig, E.W. Rothenbuhler, K. Bruhn Jensen i J.D. Pooley (red.), *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy* (s. 1–5). Chichester–Malden (MA): Wiley-Blackwell.
- Howard-Jones, P. (2020). *Neuronauka i Edukacja: Przegląd interwencji i podejść edukacyjnych korzystających z osiągnięć neuronauki. Pełen raport i podsumowanie*. Tłum. K. Cipora, A. Bereś, E. Międzobrodzka, J. Płachetka. Pobrano z <https://osf.io/9yf8k>

- Jagodzińska, M. (2008). *Psychologia pamięci*. Gliwice: Helion.
- Jarrett, Ch. (2018). *Mózg. 41 największych mitów*. Tłum. A. Binder, M. Binder. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Miłkowski, M. (2016). *Kognitywistyka i modele umysłu*. Pobrano z <https://www.dwutygodnik.com/artukul/6322-kognitywistyka-i-modele-umyslu.html>
- Morin, E. (1982). *Science with Consciousness*. Paris: Fayard.
- Naaman, M., Boase, J. i Lai, C-H. (6–10 lutego 2010). *Is it really about me? Message content in social awareness streams*. Referat przedstawiony na ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (Association for Computing Machinery). Savannah (GA), USA.
- Potyrała, K. (2017). *iEdukacja*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Potyrała, K. i Tomczyk, Ł. (2021). Teachers in the lifelong learning process: examples of digital literacy. *Journal of Education for Teaching*, 47(2), 255–273.
- Sikorski, W. (red.). (2015). *Neuroedukacja. Jak wykorzystać potencjał mózgu w procesie uczenia się*. Warszawa: Dobra Literatura..
- Spitzer, M. (2012). *Jak uczy się mózg*. Tłum. M. Guzowska-Dąbrowska. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Spitzer, M. (2016). *Cyberchoroby. Jak cyfrowe życie rujnuje nasze zdrowie*. Tłum. M. Guzowska. Słupsk: Wydawnictwo Dobra Literatura.
- Szukalski, B. (2009). Neurobiologiczne podstawy uzależnienia od narkotyków. *Farmacja Polska*, 65(9), 655–664.
- Tapscott, D. (2010). *Cyfrowa dorosłość. Jak pokolenie sieci zmienia nasz świat*. Tłum. P. Cypryński. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Tomczyk, Ł., Potyrała, K., Włoch, A., Wnęk-Gozdek, J. i Demeshkant, N. (2020). Evaluation of the Functionality of a New E-Learning Platform vs. Previous Experiences in E-Learning and the Self-Assessment of Own Digital Literacy. *Sustainability*, 12(23), 10219.
- Vetulani, J. i Mazurek, M. (2015). *Bez ograniczeń. Jak rzędzi nami mózg?* Warszawa: PWN.

Neurologiczne uwarunkowania rozwoju funkcji słuchowych i neuroplastyczności w procesie uczenia się¹

MAGDALENA OLEMPKA-WYSOCKA*

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
Instytut Badań Edukacyjnych

Mózg dziecka ma wyjątkową zdolność ciągłego rozwoju, reagowania na zmieniające się warunki i przystosowywania się do nich. Współczesne badania wskazują na intensywny rozwój połączeń synaptycznych w najmłodszych latach życia dziecka. Dodatkowo może być on uwarunkowany czynnikami genetycznymi oraz środowiskowymi. Dzięki neuroplastyczności potencjalne możliwości rozwoju dziecięcego mózgu są ogromne. Istotne jest także to, że neuroplastyczność umożliwia rozwijanie się układu nerwowego poprzez oddziaływanie zmiennych związanych ze środowiskiem, zapamiętywaniem i uczeniem się nowych umiejętności. W tym procesie równie istotną rolę odgrywają funkcje słuchowe, czyli uwaga, percepcja dźwięków mowy, pamięć słuchowa. Uczestniczą one w opanowaniu wielu umiejętności szkolnych, a także biorą udział w nauce procesu czytania i pisania. Jak wskazują badania, stanowią także istotny element związany z przyswajaniem nowych treści przedmiotowych, zwłaszcza tych, które wymagają pamięciowego opanowania materiału.

SŁOWA KLUCZOWE: plastyczność, neuroplastyczność, funkcje słuchowe, rozwój funkcji słuchowych

¹ Artykuł powstał w ramach projektu „Wspieranie dostępności edukacji dla dzieci i młodzieży”, dofinansowanego ze środków europejskich z Programu „Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021–2027” (nr projektu: FERS.01.06-IP.05-0002/23).

* E-mail: magda.olempka@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9740-3302>

Neurological determinants of auditory function development and neuroplasticity in learning

A child's brain has the unique ability to continuously develop, respond to, and adapt to changing conditions. Modern research indicates the intensive development of synaptic connections in the youngest years of a child's life. In addition, they can be influenced by genetic and environmental factors. The potential development of a child's brain is enormous, thanks to neuroplasticity. Also important is the fact that it allows the nervous system to develop through the influence of variables relating to the environment, memorization, and learning new skills. Auditory functions play an equally important role in this process, i.e., attention, perception of speech sounds, and auditory memory. They participate in the mastery of many school skills and also in the process of learning reading and writing. As research indicates, they are also an important component associated with the acquisition of new subject content, especially those that require the memorization of material.

KEYWORDS: plasticity, neuroplasticity, auditory functions, development of auditory functions

1. Wprowadzenie

W procesie percepcji dźwięków ważnym elementem jest rozwój funkcji słuchowych. Niewątpliwie słuch powstaje w mózgu. Musimy sobie zdawać sprawę z tego, że mózg jest najbardziej plastyczny i ma największy potencjał do tworzenia połączeń synaptycznych, gdy dziecko jest najmłodsze. Ze względu na to, że mózg niemowlęcia rozwija się szybko i intensywnie, musi mieć zapewnione odpowiednie warunki, a przede wszystkim adekwatną stymulację słuchową. Z drugiej strony należy pamiętać, że w przypadku braku dźwięku mózg reorganizuje się. Gdy jest stymulowany bodźcami słuchowymi, rozwijają się synapsy łączące neurony w celu przetwarzania tych sygnałów. Jeśli część mózgu nie jest

stymulowana, nieużywane synapsy są eliminowane ze ścieżek neuronalnych (przycinanie synaptyczne), dzięki czemu neurony mogą zostać wykorzystane w inny sposób. Przycinanie synaptyczne zachodzi przez całe życie, jednak w najbardziej znaczący sposób w ciągu pierwszych kilku lat życia. Jeśli wcześniej nie zapewnimy wyraźnej stymulacji słuchowej, nastąpią znaczne zmiany w ośrodkach słuchowych, a dziecko nie będzie miało kolejnej okazji do rozwoju tych połączeń neuronalnych².

2. Proces przetwarzania dźwięków w mózgu – od odbioru bodźca dźwiękowego do jego interpretacji

Słyszenie jest procesem, w którym fale energii elektrycznej lub dźwiękowej są zamieniane na impulsy nerwowe. Ucho jako narząd przedsionkowo-ślimakowy składa się z trzech podstawowych części: ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego. Ucho zewnętrzne zbudowane jest z małżowiny usznej, przewodu słuchowego zewnętrznego oraz błony bębenkowej. Zadaniem małżowiny jest zbieranie dźwięków z otoczenia, zaś przewód słuchowy zewnętrzny wzmacnia je i kieruje w stronę błony bębenkowej, którą fale dźwiękowe pobudzają do drgań. Następnie dźwięk przekazywany jest do jamy bębenkowej, w której znajdują się kościczki słuchowe (młoteczek, kowadełko i strzemiączko). W uchu środkowym energia akustyczna jest zamieniana na energię mechaniczną, gdy błona bębenkowa zaczyna drgać. Energia mechaniczna jest następnie przesyłana przez łańcuch kościczek słuchowych. Ruchy kościczek³ przekazują dźwięk dalej – do ucha wewnętrznego. Ucho wewnętrzne znajdu-

² Wskazują na to badania m.in. Sharma, Martin i Roland, 2005.

³ Ruchy kościczek słuchowych mogą być odruchowo zmniejszane poprzez działanie dwóch mięśni znajdujących się w uchu środkowym. Pierwszy z nich – mięsień napienacz błony bębenkowej (unerwiony przez nerw trójdzielny) – przyczepiony jest do młoteczka. Poprzez pociąganie młoteczka do wewnątrz tłumi niskie tony, a także zwiększa napięcie błony bębenkowej. Drugi z mięśni – mięsień strzemiączkowy (unerwiony przez nerw twarzowy) – przyczepiony jest do strzemiączka. Poprzez wysunięcie podstawy strzemiączka z otworu prowadzącego do ucha wewnętrznego zmniejsza natężenie dźwięku (Young i Young, 2020)

je się w kości skroniowej. Składa się z dwóch przestrzeni wypełnionych płynem – błędnika kostnego i błędnika błoniastego. Błędnik kostny składa się z przedsionka, ślimaka i trzech kanałów półkolistych. Jego przestrzenie wypełnia perylimfa (przychłonka). Błędnik błoniasty położony jest wewnątrz błędnika kostnego i jest wypełniony endolimfą (śródechłonką) (Young, Young i Tolbert, 2020).

Energia mechaniczna z ucha środkowego zostaje przekształcona w energię hydrauliczną poprzez tworzenie fal w płynach, które znajdują się w ślimaku. Gdy fale przechodzą przez ślimak, poruszają się komórki włoskowate znajdujące się w narządzie Cortiego, co powoduje zmianę energii hydraulicznej na mechaniczną (w rzęskach komórek włoskowatych), a także zmianę energii mechanicznej na elektrochemiczną (w synapsie komórki włoskowatej do neuronu słuchowego). Zmiany te zachodzą w określonych miejscach narządu Cortiego (biegnącego wzdłuż ślimaka), które są związane z częstotliwością dźwięku. Podstawa ślimaka jest bardziej wrażliwa na dźwięki o wysokiej częstotliwości, a szczyt ślimaka na dźwięki o niskiej częstotliwości, co świadczy o tonotopowej organizacji ślimaka⁴. Ślimak jest zatem narządem o bardzo precyzyjnych możliwościach związanych z rozpoznawaniem właściwości dźwięków (Rouse, 2020). Aby dźwięk pod postacią impulsu nerwowego dotarł do kory mózgowej, musi przejść przez co najmniej cztery neurony (w zwoju nerwu VIII, w dolnej części pnia mózgowia, w górnej części pnia mózgowia, a także we wzgórzu) (Young, Young i Tolbert, 2020).

Centralna droga słuchowa kończy się w pierwotnej korze słuchowej. Organizacja tonotopowa, która miała początek w ślimaku, jest utrzymywa-

⁴ Zakres częstotliwości fal dźwiękowych rozróżnianych przez człowieka jest dość szeroki – od ok. 20 Hz (w szczycie ślimaka) do ok. 20 kHz (przy podstawie ślimaka). Pasma mowy znajduje się w przedziale od 250 do 6000–8000 Hz. Samogłoski w języku polskim znajdują się w paśmie częstotliwości od 250 do 2000 Hz, spółgłoski – w paśmie częstotliwości 2000–8000 Hz. Prawidłowe warunki do uczenia się mowy warunkują odbiór pasma częstotliwości od 125 do 8000 Hz (por. Cieszyńska-Rożek, 2018).

na w całym centralnym układzie słuchowym i jest także zachowana w korze pierwotnej. Pola Brodmanna o numerach 41 i 42 są odpowiedzialne za lokalizację, spostrzeganie, rozróżnianie dźwięku. Uszkodzenie tych obszarów może doprowadzić do utraty świadomości dźwięku (Rouse, 2020). Ważnym obszarem w zakresie słyszenia są także jądra oliwkowe górne (zlokalizowane w pniu mózgu, w pobliżu połączenia mostu oraz rdzenia przedłużonego) będące pierwszym przekaźnikiem słuchowym po jądrze ślimakowym w drodze do kory słuchowej. Informacje słuchowe przetwarzane w pierwotnej korze słuchowej są następnie przekazywane do pola 22. Brodmanna – obszaru Wernickego, który odpowiada m.in. za procesy związane z rozpoznawaniem głosek, wyrazów i zdań, a także jest związany z czynnościami nadawania mowy.

3. Funkcje słuchowe – ich rozwój i znaczenie

Rzeczywistość słuchu u płodu i niemowlęcia obejmuje strukturalne części układu słuchowego, które rozwijają się w pierwszych 20 tygodniach ciąży, a jego neurosensoryczna część rozwija się głównie po 20. tygodniu ciąży. Układ słuchowy staje się funkcjonalny około 25. tygodnia ciąży. Ślimak, a także kora słuchowa w płacie skroniowym stanowią najważniejsze elementy w rozwoju układu słuchowego. Najbardziej krytycznym okresem dla rozwoju neurosensorycznej części układu słuchowego jest czas od około 25. tygodnia ciąży do około 5–6. miesiąca życia dziecka. W tym czasie komórki włosowate ślimaka, aksony nerwu słuchowego i neurony kory słuchowej płata skroniowego są przystosowywane do odbierania dźwięków o określonych częstotliwościach i intensywności. Jest to okres, w którym układ słuchowy szczególnie wymaga zewnętrznej stymulacji obejmującej mowę, muzykę i znaczące dźwięki z otoczenia. Jak pokazują badania, zarówno dzieci urodzone przedwcześnie, jak i noworodki urodzone o czasie nie są w stanie rozpoznać lub rozróżnić

istotnych dźwięków przy poziomie hałasu w tle przekraczającym 60 dB (Graven i Browne, 2008). Rozwój słuchowy zapewnia dziecku możliwość rozwijania świadomości dźwięków w otoczeniu oraz umiejętność rozpoznawania ludzi i przedmiotów na podstawie wydawanych przez nich dźwięków, dokonywania osądów na temat tego, co jest słyszane i skąd pochodzą dźwięki, oraz wykorzystywania słuchu nie tylko do rozpoznawania mowy, ale także do jej rozumienia i tworzenia (Hull, 2021).

Warto także zauważyć, że układ słuchowy formuje się według określonych sekwencji. Anatomiczne i strukturalne części układu rozwijają się już bardzo wcześnie. Badania jednoznacznie potwierdzają, że strukturalne części ślimaka w uchu środkowym są dobrze ukształtowane do 15. tygodnia ciąży i są anatomicznie funkcjonalne do 20. tygodnia ciąży. Układ słuchowy staje się funkcjonalny około 25–29. tygodnia ciąży, gdy komórki zwojowe jądra spiralnego w ślimaku łączą wewnętrzne komórki włoskowate z pniem mózgu i płatem skroniowym kory mózgowej. Pierwsze reakcje na dźwięki pojawiają się już w 16. tygodniu życia płodowego (komórki zwojowe w ślimaku są połączone z jądrami w pniu mózgu, które stymulują odpowiedź fizjologiczną). W 25–26. tygodniu ciąży głośny dźwięk może spowodować np. przyspieszenie akcji serca dziecka. Od około 28. do 30. tygodnia ciąży połączenia neuronalne z płatem skroniowym kory mózgowej stają się funkcjonalne. Jest to też istotny moment ze względu na początek rozwoju organizacji tonatopowej w korze mózgowej, odpowiedzialnej za odbiór, rozpoznawanie, rozróżnianie i reagowanie na dźwięki (Graven i Browne, 2008; Cieszyńska-Rożek, 2018). Słyszenie stanowi zatem kompleksowy proces, który polega nie tylko na wykrywaniu dźwięku, ale także na analizie i interpretacji odbieranych dźwięków. Zaburzenia percepcji dźwięków mowy związane z uszkodzeniem części obwodowej lub ośrodkowej prowadzą do licznych trudności w zakresie recepcji, rozróżniania, różnicowania i identyfikacji dźwięków,

pamięci słuchowej, a także lokalizacji i lateralizacji słuchowej (Kurkowski i Kruczyńska, 2019). Rozwój mózgu związany jest także ściśle z rozwojem innych systemów sensorycznych – rozwojem motorycznym, poznawczym i społeczno-emocjonalnym. Należy podkreślić, że wszystkie te sfery rozwoju są ze sobą połączone i zintegrowane. Wszystkie egzogenne lub zewnętrzne bodźce sensoryczne mają komponent emocjonalny, a także sensoryczny. Wiele bodźców sensorycznych ma również komponenty społeczne lub motoryczne zintegrowane z rozpoznawaniem i reakcją sensoryczną. Gdy systemy sensoryczne dojrzewają w ostatnich 8–10 tygodniach życia płodowego, rozpoczyna się proces uczenia się płodu. Rozwój mózgu, zarówno jego struktury, jak i funkcji, jest kształtowany przez wpływ i interakcję czterech głównych czynników: genetycznych, związanych ze środowiskiem, doświadczeniem i stymulacją narządów zmysłów (Graven i Brownie, 2008). W przypadku każdego systemu sensorycznego początkowa stymulacja związana jest z czynnikami wewnętrznymi lub endogennymi, ale w krytycznym lub wrażliwym punkcie rozwoju potrzebna jest zewnętrzna stymulacja i doświadczenie. Zewnętrzna stymulacja systemów sensorycznych musi występować w odpowiedniej kolejności, intensywności i formie. Jeśli czas, intensywność lub forma stymulacji są nieadekwatne, spowoduje to zakłócenie oczekiwanego rozwoju.

4. Neuroplastyczność – zjawisko i mechanizmy

Szczególnie ważnym zjawiskiem w rozwoju dziecka, w tym także rozwoju jego funkcji słuchowych, jest zjawisko plastyczności mózgu. Umożliwia ono dostosowanie układu nerwowego do warunków i potrzeb organizacji poszczególnych funkcji. Plastyczność mózgu stanowi jedną z podstawowych właściwości ośrodkowego układu nerwowego. Dzięki niej tkanka mózgowa ma możliwość odbioru informacji dochodzących ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Plastyczność tkanki ner-

wowej jest szczególnie widoczna w procesach związanych z uczeniem się i zapamiętywaniem (Kułakowska, 2003). Dzięki tym mechanizmom układ nerwowy dostosowuje się do zmian środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, a także do skutków uszkodzeń układu nerwowego (Panaszuk, 2020). Plastyczność mózgu ma uniwersalny charakter ze względu na to, że w każdym przypadku zmian patogennych zachodzą czynności samonaprawcze. Uniwersalność zmian kompensacyjnych zachodzących w mózgu powoduje współwystępowanie neuronalnych procesów dezintegracyjnych pogłębiających stopień neurodezorganizacji i procesów samonaprawczych, a także objęcie tymi zmianami wszystkich poziomów struktury i funkcji ośrodkowego układu nerwowego oraz poziomu behawioralnego, co prowadzi do kompleksowej i złożonej reorganizacji funkcjonowania neuronalnego i psychicznego (Herzyk, 2005).

Jak wskazują współczesne badania, istnieją trzy rodzaje plastyczności w rozwijającym się mózgu: niezależna od doświadczenia, oczekująca na doświadczenia i taka, która jest od niego zależna. Plastyczność niezależna od doświadczenia wynika z faktu, że genom generuje przybliżoną łączność, która jest modyfikowana zarówno przez zdarzenia wewnętrzne, jak i zewnętrzne. Neurony, które są aktywne w tym samym momencie, zwiększają swoje połączenia, podczas gdy te, które nie są przypadkowo aktywne, osłabiają swoje połączenia. Plastyczność związana z oczekiwaniem na doświadczenie występuje głównie podczas wczesnego rozwoju postnatalnego. Trzeci rodzaj plastyczności, czyli ta zależna od doświadczenia, stanowi proces, w którym połączenia neuronów są modyfikowane przez doświadczenie. Proces ten rozpoczyna się we wczesnym okresie życia postnatalnego i trwa przez całe życie (Kolb, Harker i Gibb, 2017).

Reorganizacja funkcjonalna i strukturalna synaptycznych połączeń sieci neuronowych może być spowodowana czynnikami genetycznymi, ale także tymi związanymi ze środowiskiem, w którym rozwija się

i wychowuje dziecko. Ze względu na mechanizm aktywizujący procesy związane z plastycznością mózgu można wyróżnić sześć typów tej plastyczności.

Pierwszy z nich to plastyczność rozwojowa, czyli zdolność mózgu do tworzenia wielu nowych połączeń nerwowych w trakcie przyswajania różnych umiejętności, dzięki czemu organizm dostosowuje się do środowiska, wchodząc z nim w bezpośrednie interakcje. Na dynamiczne procesy związane z neuroplastycznością w wieku rozwojowym wpływa ekspresja określonych genów, a także odpowiedni poziom pobudzania neuronów przez bodźce z otoczenia. Jak wskazują badania, najistotniejszą cechą neuroplastyczności rozwojowej jest samo zjawisko nadprodukcji i obumierania komórek nerwowych oraz zanikanie niewykorzystywanych funkcjonalnie połączeń synaptycznych.

Drugi rodzaj plastyczności – kompensacyjna (pouszkodzeniowa) – stanowi o zdolności uszkodzonego mózgu dziecka lub też osoby dorosłej do tworzenia nowych połączeń nerwowych, co sprawia, że funkcje uszkodzonej tkanki nerwowej są przejmowane przez inną, nieuszkodzoną strukturę, co w konsekwencji prowadzi do odzyskania określonych sprawności. W przypadku uszkodzeń w zakresie układu nerwowego w mózgu zachodzą dwa antagonistyczne procesy dezintegracji połączeń (na skutek zmian zwyrodnieniowych) oraz kompensacji (na skutek neuroplastyczności).

Trzeci rodzaj plastyczności jest związany ze wzmożonym doświadczeniem, czyli zdolnością zdrowego lub uszkodzonego mózgu do zmian i przekształceń dzięki licznym doświadczeniom, co sprawia, że określone szlaki neuronalne są wzmacniane poprzez ciągłe powtórzenia.

Kolejny, czwarty rodzaj plastyczności jest związany z uczeniem się i pamięcią. Wskazuje on na zdolność zdrowego lub uszkodzonego mózgu do

tworzenia nowych ścieżek neuronalnych dzięki częstemu powtarzaniu czynności i utrwalaniu ich w pamięci. Należy także pamiętać, że reakcje na zmiany zachodzące w organizmie kształtują się wraz z nabywaniem doświadczenia, a także są związane ze zdolnością uczenia się i zapamiętywania.

Piąty wyodrębniony rodzaj plastyczności związany jest z występowaniem tego zjawiska przy uzależnieniach i wskazuje na powstawanie nowych dróg neuronalnych i utrwalanie pewnego zachowania, gdy w układzie dopaminergicznym dojdzie do pobudzenia. Substancje powodujące uzależnienia są neuroprzekaznikami, a ich pojawienie się w organizmie wzmacnia połączenia synaptyczne.

Ostatni, szósty rodzaj plastyczności to plastyczność patologiczna, która występuje np. przy epileptogenezie czy też bólu neuropatycznym (Panaszuk, 2016). Jak wskazuje Matthew Rouse (2020), plastyczność mózgu odnosi się do jego zdolności adaptacyjnych. Mózg pozostaje ciągle w procesie zmian ze względu na docierające do niego bodźce zewnętrzne i wewnętrzne. Autor wskazał zasady neuroplastyczności, które opisują jej istotę. Neuroplastyczność przedstawił jako właściwość, która może być „wykorzystana lub nie”, co może prowadzić do jej straty lub udoskonalenia. Istotne jest także powtarzanie (np. odpowiedniej liczby danych czynności, treści), intensywność stymulacji, czas związany z etapem rozwoju dziecka, znaczenie danego materiału, wiek osoby, przeniesienia z jednego zachowania na inne, a także mogące się pojawić zakłócenia innych zachowań. Szczegółowy opis poszczególnych zasad i reguł zawiera tabela 1.

Tabela 1.
Zasady i reguły neuroplastyczności

Zasada/reguła	Opis zasady
„Wykorzystaj albo strać”	Niewykorzystanie niektórych możliwych funkcji mózgu może doprowadzić do strat.
„Wykorzystaj i udoskonalaj”	Ćwiczenie niektórych funkcji mózgu może doprowadzić do poprawy jego funkcjonowania.
Specyficzność	Charakter doświadczenia determinuje charakter plastyczności. Specyficzne funkcjonalne zadania mogą zmieniać mózg bardziej niż niespecyficzne ogólne zadania.
Powtarzanie	Aby zaistniała plastyczność, konieczna jest odpowiednia liczba powtórzeń czynności lub treści.
Intensywność	Aby wywołać plastyczność, konieczna jest odpowiednia intensywność stymulacji.
Czas	W różnych momentach pojawiają się różne formy plastyczności związane przede wszystkim z rozwojem i możliwościami kompensacyjnymi.
Znaczenie	Doświadczenie musi mieć duże znaczenie dla wywołania plastyczności, co oznacza, że doświadczenie musi być ważne dla osoby, aby wywołać plastyczność jej mózgu. Nagradzające, funkcjonalne, motywujące zadanie terapeutyczne ma większe szanse wywołać plastyczność mózgu niż zadanie niewynagradzające, nefunkcjonalne i nudne.
Wiek	Plastyczność wywołana treningiem występuje łatwiej u osób młodszych niż starszych.
Przenoszenie	Plastyczność w odpowiedzi na jedno doświadczenie treningowe może zwiększyć zdolność do podobnych zachowań.
Zakłócenia	Plastyczność może zakłócać uczenie się innych zachowań.

Źródło: Rouse, 2020.

5. Neuroplastyczność i jej rola w przetwarzaniu słuchowym

Rozwój i dojrzewanie układu słuchowego, zarówno na poziomie obwodowym, jak i centralnym, ma zasadnicze znaczenie dla nabywania mowy, języka i umiejętności słuchowych. System obwodowy koduje trzy podstawowe parametry związane z bodźcami słuchowymi: czas, częstotliwość i intensywność. Te informacje akustyczne są następnie przetwarzane przez centralne struktury słuchowe, aby dotrzeć do kory mózgowej i być przez nią odbierane. Obserwacje płodów i noworodków wskazują na to, że obwodowy układ słuchowy jest strukturalnie i funkcjonalnie podobny do dorosłego praktycznie zaraz po urodzeniu. Natomiast centralny układ słuchowy wykazuje postępujące zmiany anatomiczne i fizjologiczne aż do wczesnej dorosłości. Istotne jest tutaj środowisko, w którym rozwija się dziecko, i doświadczanie możliwości słyszenia dźwięków, co stanowi czynnik krytyczny dla rozwoju słuchu. Z drugiej strony brak wczesnej i odpowiedniej stymulacji akustycznej opóźnia dojrzewanie neuronów, wpływając w szczególności na centralny słuchowy układ nerwowy i prowadząc do jego nietypowego rozwoju (Jutras, Lagacé i Koravand, 2020). Percepcja dźwięków otaczającego świata jest bardziej podstawową umiejętnością niż percepcja dźwięków mowy. Już w okresie prenatalnym zaczyna kształtować się podstawowa funkcja słuchowa związana z recepcją dźwięków. Okres niemowlęcy związany jest przede wszystkim z rozwojem umiejętności rozróżniania natężenia, wysokości, przebiegów melodycznych wypowiedzi oraz słuchowego różnicowania dźwięków mowy (Kurkowski i Kruczyńska, 2019).

Dziesięciolecia badań nad plastycznością neuronalną, czyli zdolnością mózgu do zmian w odpowiedzi na doświadczenia, stanowią także wyzwanie dla praktyków pracujących z dziećmi z uszkodzonym słuchem. Badania jednoznacznie wskazują, że istnieje pilna potrzeba zapewnienia tym dzieciom dostępu do dźwięków mowy. Gdy mózg nie jest odpo-

wiednio stymulowany we wczesnym okresie życia, reorganizuje się i dochodzi do zjawiska znanego jako plastyczność międzymodalna. W przypadku braku stymulacji słuchowej kora słuchowa zaczyna przejmować inne funkcje zwykle wykonywane przez obszary mózgu odpowiedzialne za przetwarzanie wzrokowe i dotykowe. Także wyniki przełomowego badania Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) wykazały, że lepsze wyniki w zakresie języka receptywnego i ekspresyjnego wynikały z wcześniejszego dostępu do technologii (dopasowanie aparatu słuchowego lub wszczepienie implantu ślimakowego) (Madell i Hewitt, 2023; Ching i in., 2018).

Przez całe życie mózg jest zdolny do zmiany w wyniku doświadczenia, wpływu otoczenia lub zmian wynikających z deprivacji sensorycznej lub stymulacji. Zmiany w fizjologicznych i/lub anatomicznych właściwościach centralnego układu słuchowego (plastyczność neuronalna) mogą być indukowane także przez jednostronny lub obustronny niedosłuch odbiorczy, stymulację słuchową i warunkowanie, w którym dźwięki są wykorzystywane jako bodźce warunkowe. Te rodzaje plastyczności neuronalnej mają wpływ np. na korzystanie z aparatów słuchowych, implantów ślimakowych, procesy adaptacji i efekty deprivacji. Występowanie plastyczności wywołanej utratą słuchu sugeruje, że organizacja centralnego układu słuchowego może ulec zmianie do czasu dopasowania aparatu słuchowego i/lub implantu/ów ślimakowych. Sukces może zatem zależeć od tego, jak układ słuchowy reaguje na ponowne wprowadzenie pewnych dźwięków poprzez wzmocnienie⁵ (Willott, 1996; Tye-Murray, w druku).

⁵ Np. zwiększona stymulacja słuchowa zapewniana przez aparaty słuchowe/implanty ślimakowe może indukować „wtórną” plastyczność w układzie słuchowym, co może przyczyniać się do aklimatyzacji i/lub efektów deprivacji. Takie zmiany funkcjonalne mogą być dalej modulowane przez wzmacnianie odpowiedzi na ponownie wprowadzone dźwięki za pomocą technik warunkowania.

James F. Willott (1996) wskazuje na trzy istotne powody, dla których plastyczność mózgu jest szczególnie istotna w przypadku rehabilitacji i stymulacji słuchowej. Po pierwsze, uszkodzenie słuchu może powodować zmiany funkcjonalne w ośrodkowym układzie słuchowym, a tym samym zmiany, które mogą wpływać na odbiór mowy⁶. Po drugie, otrzymanie aparatu słuchowego lub implantu ślimakowego może prowadzić do wtórnej plastyczności mózgu i wtórnych zmian w percepcji mowy⁷. Po trzecie, w wyniku treningu słuchowego w centralnym układzie słuchowym mogą wystąpić zmiany neuronalne⁸.

6. Wnioski

Możliwości słuchowe dziecka mają istotne znaczenie dla jego rozwoju nie tylko w zakresie mowy (nadawania i odbioru), ale także są ważne dla rozwoju wielu innych obszarów. Współczesne badania jednoznacznie wskazują na trudności w zakresie funkcjonowania w przypadku deprywacji słuchowej, uszkodzeń słuchu czy też w sytuacji zaburzeń z zakresu przetwarzania słuchowego. Należy mieć na uwadze, że ze względu na czynniki wewnętrzne, środowiskowe, genetyczne, a także doświadczenia jednostki funkcje układu słuchowego będą się zmieniały. Układ słu-

⁶ Badania Dietrich i in. (2001) potwierdzają, że osoby, które doznały nagłego uszkodzenia słuchu dla częstotliwości wysokich, mają inną mapę tonotopową pierwotnej kory słuchowej niż osoby o prawidłowym słuchu. Pokazuje to, że u osób z utratą słuchu obszary mózgu, które wcześniej reagowały na wysokie częstotliwości, zaczęły teraz reagować na najwyższą częstotliwość nadal mającą normalny próg. Dodatkowo badania Thai-Van i in. (2010) wskazały, że kora słuchowa osób niesłyszących z co najmniej 3-miesięcznym doświadczeniem korzystania z implantu ślimakowego jest zorganizowana w sposób podobny do tonotopii opisanej u osób normalnie słyszących.

⁷ Tye-Murray i in. (1992) testowali zdolność pacjentów do rozpoznawania słów po miesiącu korzystania z implantu ślimakowego, a następnie po dziewięciu miesiącach. Średnio wyniki wzrosły o prawie 10 punktów procentowych, co sugeruje, że pacjenci nauczyli się postrzegać sygnał elektryczny jako funkcję ekspozycji. Niektórzy pacjenci wykazali poprawę nawet po 18 miesiącach doświadczenia. Badania Shella i in. (w druku) wskazują, że identyfikacja dźwięków otoczenia jest jedną z najważniejszych korzyści i wczesnych rezultatów u dzieci zaimplantowanych. Percepcja dźwięków otoczenia stale, ale stopniowo rozwija się wraz ze wzrostem wieku korzystania z implantu.

⁸ Wskazują na to m.in. badania: Loo i in. (2016); Bigras i in. (w druku); Rodgers i in. (2022); Luís i in. (2022).

chowu zmienia się i dostosowuje do doświadczeń przez całe życie, a jego zadania związane z uczeniem się mają dużą użyteczność w zakresie badań klinicznych i wykorzystania ich w praktyce.

Bibliografia

- Bigras, J., Lagacé, J., El Mawazini, A. i Lessard-Dostie, H. (w druku). Interventions for School-Aged Children with Auditory Processing Disorder: A Scoping Review. *Healthcare*, 12(12), 1161.
- Ching, T.Y.C., Dillon, H., Leigh, G. i Cupples, L. (2018). Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *International Journal of Audiology*, 57(sup2), S105–S111. DOI: <https://orcid.org/10.1080/14992027.2017.1385865>.
- Cieszyńska-Rożek, J. (2018). *Neurobiologiczne podstawy rozwoju poznawczego. Słuch*. Kraków: Wydawnictwo Centrum Metody Krakowskiej.
- Dietrich, V., Nieschalk, M., Stoll, W., Rajan, R. i Pantev, C. (2001). Cortical reorganization in patients with high frequency cochlear hearing loss. *Hear Res*, 158(1–2), 95–101. DOI: [https://orcid.org/10.1016/s0378-5955\(01\)00282-9](https://orcid.org/10.1016/s0378-5955(01)00282-9).
- Graven, S.N. i Browne, J. (2008), Auditory Development in the Fetus and Infant. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 8(4), 187–193. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.nainr.2008.10.010>.
- Herzyk, A. (2005). *Wprowadzenie do neuropsychologii klinicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Hull, R.H. (2021). *Introduction to aural rehabilitation: serving children and adults with hearing loss*. San Diego (CA): Plural Publishing.
- Jutras, B., Lagacé, J. i Koravand, A. (2020). The development of auditory functions. W: A. Gallagher, Ch. Bulteau, D. Cohen i J.L. Michaud (red.), *Handbook of Clinical Neurology* (s. 143–155). Elsevier.
- Kolb, B., Harker, A. i Gibb, R. (2017). Principles of plasticity in the developing brain. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(12), 1218–1223. DOI: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13546>.
- Kuśakowska, Z. (2003). *Wczesne uszkodzenie dojrzewającego mózgu. Od neurofizjologii do rehabilitacji*. Lublin: Wydawnictwo Folium.

- Kurkowski, Z.M. i Kruczyńska, A. (2019). Rozwój funkcji słuchowych. W: E. Muzyka-Furtak (red. nauk.), *Surdologopedia. Teoria i praktyka*. Gdańsk: Harmonia Universalis.
- Loo, J.H, Rosen, S. i Bamiau, D.E. (2016). Auditory Training Effects on the Listening Skills of Children With Auditory Processing Disorder. *Ear Hear*, 37(1), 38–47. DOI: <https://orcid.org/10.1097/AUD.0000000000000225>.
- Luís, C., Abrantes, A., Oliveira, C., Alves, M. i Martins, J.H. (2022). Auditory Processing Intervention Program for school-aged children – development and content validation. *Codas*, 35(1), e20210146. DOI: <https://orcid.org/10.1590/2317-1782/20212021146en>.
- Madell, J. i Hewitt, J. (2023). *From Listening to Language. Comprehensive Intervention to Maximize Learning for Children and Adults with Hearing Loss*. New York (NY): Thieme Medical Publishers, Inc.
- Magimairaj, B.M. i Nagaraj, N.K. (2018). Working Memory and Auditory Processing in School-Age Children. *Language Speech and Hearing Services in Schools*, 49(3), 409–423. DOI: https://orcid.org/10.1044/2018_lshss-17-0099.
- Panasiuk, J. (2016). Uczenie się a mechanizmy neuroplastyczności. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio N – Educatio Nova*, 1.
- Panasiuk, J. (2020). Neurologiczne uwarunkowania rozwoju mowy. W: K. Kaczorowska-Bray i S. Milewski (red. nauk.), *Wczesna interwencja logopedyczna*. Gdańsk: Harmonia Universalis.
- Rodgers, L., Harding, S., Rees, R. i Clarke, M.T. (2022). Interventions for pre-school children with co-occurring phonological speech sound disorder and expressive language difficulties: A scoping review. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 57(4), 700–716. DOI: <https://orcid.org/10.1111/1460-6984.12719>.
- Rouse, M.H. (2020). *Neuroanatomy for speech-language pathology and audiology*. Burlington (MA): MA: Jones & Bartlett Learning.
- Sharma, A., Martin, K., Roland, P., Bauer, P., Sweeney, M. H., Gilley, P. i Dorman, M. (2005). P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(8), 564–573. DOI: <https://doi.org/10.3766/jaaa.16.8.5>.

- Shella, T.S., Sasidharan, M. i Lavanya, V. (w druku). Development of Environmental Sound Perception in Children with Cochlear Implant within 4 Months of Implantation. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 76(4), 3088–3093.
- Thai-Van, H., Veuillet, E., Norena, A., Guiraud, J. i Collet, L. (2010). Plasticity of tonotopic maps in humans: influence of hearing loss, hearing aids and cochlear implants. *Acta Otorhinolaryngologica*, 130(3), 333–337. DOI: <https://orcid.org/10.3109/00016480903258024>.
- Tye-Murray, N., Tyler, R.S., Woodworth, G.G. i Gantz, B.J. (1992). Performance over time with a nucleus or Ineraid cochlear implant. *Ear Hear*, 13(3), 200–209. DOI: <https://orcid.org/10.1097/00003446-199206000-00010>.
- Tye-Murray, N. (w druku). *Foundations of aural rehabilitation. Children, adults, and Their Family Members*. San Diego (CA): CA: Plural Publishing, Inc.
- Willott, J.F. (1996). Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. *Ear Hear*, 17(3 sup.), 66S–77S. DOI: <https://orcid.org/10.1097/00003446-199617031-00007>.
- Young, P.A., Young, P.H. i Tolbert, D.L. (2020). *Neuroanatomia kliniczna* (wyd. 3). Tłum. J. Dziewiątkowski, I. Klejbor, P. Kowiański, K. Majak i J. Spodnik. Red. nauk. J. Moryś. Wrocław: Wolters Kluwer.

Inny w wirtualnej klasie: Lacanowska interpretacja edukacji opartej na AR i VR

KLAUDIA WĘC^{*1} RYSZARDA CIERZNIĘWSKA^{**2} PRZEMYSŁAW FRĄCKOWIAK^{***3}

¹ Akademia WSB

² Uniwersytet Ignatianum w Krakowie

³ Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile

Artykuł jest syntezą założeń badawczych prowadzących do analizy edukacji opartej na rzeczywistości rozszerzonej (AR) i wirtualnej rzeczywistości (VR). Celem jest krytyczne spojrzenie na AI, AR i VR jako już obecną wirtualną, rozszerzoną rzeczywistość, która zwłaszcza rodzicom oraz nauczycielom wyznacza nieznane przestrzenie. W tym znaczeniu poddane zostaną analizie struktury i metody AR oraz VR będące reprezentantami Wyobraźniowego oraz ich rola w wypieraniu porządku Symbolicznego reprezentującego język wraz z jego stosunkiem do Innego. Ostatecznie chodzi o zrozumienie tego, jak powstrzymać rozpad struktur Symbolicznego, które są jedyną obroną przed działaniem Realnego zagrażającego podmiotowi. Zakres ontologiczny i epistemologiczny tekstu zbudowany jest na schemacie topologicznego rozumienia rzeczywistości psychologicznej podmiotu na podstawie narzędzi interpretacji psychoanalizy Jacques'a Lacana.

SŁOWA KLUCZOWE: szkoła, edukacja, AR, VR, wychowanie, topologia, Lacan

^{*} E-mail: wecklaudia@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1659-3205>

^{**} E-mail: ryszarda.cierzniowska@ignatianum.edu.pl

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3890-0082>

^{***} E-mail: pfrackowiak@ans.pila.pl

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9522-2030>

The Other in the virtual classroom: A Lacanian interpretation of AR and VR-based education

This article is a synthesis of research assumptions leading to an analysis of education using augmented reality (AR) and virtual reality (VR). The aim is to look critically at AI, AR and VR as an already-present, virtual, augmented reality that, especially for parents and teachers, delineates unknown territory. In this sense, the structures and methods of AR and VR as representatives of the Imaginary and their importance in displacing the Symbolic order representing language with its relation to the Other will be analysed. Ultimately, the aim is to understand how to stop the disintegration of Symbolic structures, which are the only defence against the action of the Real that threatens the subject. The ontological and epistemological scope of the text is built on the schema of a topological understanding of the psychological reality of the subject based on the interpretative tools of Jacques Lacan's psychoanalysis.

KEYWORDS: school, education, AR, VR, upbringing, topology, Lacan

1. Wprowadzenie

W dobie dynamicznie rozwijających się technologii szkoła stoi przed wyzwaniem świadomego i celowego sięgania po metody pozwalające na sprostanie wymaganiom rozwijającego się społeczeństwa 5.0. Koniecznością dla edukacji jest zmiana sposobu myślenia o możliwościach zdobywania wiedzy, doświadczania świata, interakcjach z otoczeniem, a przede wszystkim o rozwijaniu kompetencji uczniów, których życie toczyć się będzie poza Doliną Krzemową. Technologie rzeczywistości rozszerzonej (*augmented reality*, AR) i wirtualnej (*virtual reality*, VR) stają się kluczowymi elementami tego procesu, oferując nowe, angażujące i interaktywne środowiska edukacyjne (Turkle, 2011; Azuma, 1997; Mulvey, 1989). Dzięki nim uczniowie mogą doświadczać rzeczywistość w sposób

wcześniej nieosiągalny, wychodząc od manipulacji strukturami molekularnymi, przez symulacje historycznych wydarzeń, po wizualizację innych wymiarów rzeczywistości. Rzeczywistość rozszerzona staje się jednym z kluczowych narzędzi transformujących współczesną edukację. Jej zastosowanie pozwala na interaktywne, wielozmysłowe doświadczenia edukacyjne, które angażują uczniów i zwiększają efektywność procesu nauczania.

Wprowadzenie nowych technologii do edukacji niesie ze sobą wizję pasjonującej perspektywy poznawczej, która jednak nie pozostaje bez znaczenia dla utrzymania zarówno fizycznego, jak i psychicznego dobrostanu podmiotu. Jak zawsze przy tak radykalnych zmianach należy być przygotowanym na zagrożenia, które przychodzą wraz z fantazmatyczną nadzieją na pasjonującą przyszłość i nieograniczone możliwości. Próbującym zmierzyć się z tymi wyzwaniami i zagrożeniami proponuję sięgnięcie do psychoanalizy Lacana, która daje pedagogom narzędzia poznawcze oraz kliniczne pozwalające na zrozumienie podmiotu wraz z jego możliwościami i ograniczeniami poznawczymi. Lacan ukazuje podmiot osadzony w topologicznej triadzie zbudowanej na podstawie trzech porządków rzeczywistości psychicznej: Symbolicznej, Wyobrażeniowej oraz Realnej. Zrozumienie działania porządku Symbolicznego, Wyobrażeniowego oraz Realnego jest szansą na to, by rozwijająca się AI nie stała się polem działania Realnego, które dla podmiotu niejednokrotnie jest doświadczeniem niekończącej się trwogi. Gra toczy się o to, by rozwijająca się technologia stała się dla podmiotu szansą, a nie zagrożeniem.

2. Lacanowskie spojrzenie na AR i VR w edukacji: oscylacja pomiędzy Symbolicznym, Wyobrażeniowym a Realnym

Przywołując Lacanowskie narzędzia interpretacyjne, należy założyć działanie trzech porządków psychicznych, poza którymi podmiot nie może funkcjonować. Słynne już Lacanowskie Symboliczne, Wyobrażeniowe i Realne, wpisujące się w topologiczne rozumienie podmiotu, w pewnym sensie również przenosi podmiot w zwizualizowaną przestrzeń bezpieczeństwa bądź całkowitego rozpadu podmiotu.

Rozumienie Symbolicznego w edukacji technologicznej sprowadza się do podtrzymywania znaczenia języka oraz obecności Innego w edukacji. W tym sensie Symboliczne stanowi kluczowy porządek psychiczny organizujący życie podmiotu. Jest to przestrzeń języka, norm i struktur społecznych, w której podmiot funkcjonuje poprzez system znaków. W edukacji Symboliczne pełni funkcję mediatora pomiędzy uczniem a wiedzą oraz organizuje proces dydaktyczny, umożliwia rozwój tożsamości i strukturalizuje relacje w klasie (Lacan, 2001). Symboliczne wprowadza podmiot w świat wiedzy jako rzeczywistość wspólną, dostępną poprzez język. W zderzeniu z AI, AR i VR język jest wypierany przez obraz, co powoduje problemy z komunikacją, a w efekcie może prowadzić do porzucenia Innego. A zatem gdy tradycyjne struktury językowe zostają zastąpione wizualnymi reprezentacjami, mamy do czynienia z ograniczaniem potencjału języka będącego narzędziem refleksji i analizy (Węc, 2012). Język w edukacji pełni nie tylko funkcję komunikacyjną, ale również poznawczą i organizującą. Poprzez język uczniowie zdobywają wiedzę, strukturalizują swoje doświadczenia oraz rozwijają zdolność do krytycznego myślenia (Fink, 1995). Lacan podkreślał, że język jest fundamentem ludzkiej podmiotowości, gdyż dzięki niemu podmiot wchodzi w relację z Innym i światem symboli będącym reprezentacją tożsamości pokoleniowych. W technologicznych środowiskach edukacyjnych, takich

jak AR i VR, rola języka często ulega marginalizacji. Na przykład w symulacjach VR mamy do czynienia z uproszczonymi instrukcjami, a interakcje pomiędzy uczniami a nauczycielem zostają ograniczone do komunikacji technicznej. W efekcie proces dydaktyczny zostaje zdominowany przez wizualne doświadczenia, co może osłabiać zdolność uczniów do refleksji i głębokiego rozumienia treści (Cheng i Tsai, 2013). Redukcja języka w technologii VR i AR prowadzi do alternatywnych form przekazu wiedzy, które często marginalizują język jako główne medium dydaktyczne. W symulacjach procesy i zjawiska są przedstawiane w sposób wizualny, co eliminuje potrzebę werbalnego opisywania lub dyskusji. Z jednej strony może to zwiększać dostępność treści dla uczniów o różnych stylach uczenia się, ale z drugiej prowadzi do ograniczania możliwości głębokiej analizy i refleksji krytycznej (Smith, 2020). Rozwijając i stosując nowe technologie, należy zachować równowagę między wizualizacją a analizą symboliczną oraz między językiem a symulacją. Nauczyciel przestaje być „dostawcą wiedzy”, a staje się dla ucznia mediatorem łączącym doświadczenie wizualne z refleksją symboliczną. Nauczyciel powinien wspierać uczniów w interpretacji wizualnych treści, pomagając im dostrzec związki między obrazami a ich teoretycznymi podstawami (Smith, 2020). Drugim, równie ważnym zadaniem będzie wzmacnianie krytycznego myślenia na płaszczyźnie języka, który powinien pozostać centralnym elementem edukacji, zwłaszcza w środowiskach zdominowanych przez technologie wizualne. W tym właśnie sensie to, co Lacan nazywa porządkiem Symbolicznym, jest fundamentem, a także wyzwaniem w środowiskach technologicznych AR i VR. Lacanowska koncepcja języka jako fundament porządku Symbolicznego wskazuje, że wejście w świat wiedzy wymaga mediacji przez struktury językowe. W edukacji język musi pełnić fundamentalną funkcję w budowaniu relacji między nauczycielem a uczniem, a także w organizowaniu wiedzy.

Wyobraźniowe reprezentuje przestrzeń obrazów, iluzji i identyfikacji, które kształtują sposób, w jaki podmiot postrzega siebie i otaczający świat. Dla Lacana Wyobraźniowe jest ściśle związane z tzw. „stadium lustra”, czyli momentem, w którym dziecko po raz pierwszy identyfikuje się z własnym odbiciem, dostrzegając siebie jako spójny obraz. Proces ten, choć iluzoryczny, kształtuje podstawowe mechanizmy tożsamości i relacji z otoczeniem. Wyobraźniowe jako przestrzeń identyfikacji kształtuje sposób, w jaki podmiot postrzega swoją rolę w świecie. Lacan wskazuje, że identyfikacja z obrazami jest podstawą poczucia „ja”, gdyż podmiot konstruuje swoją tożsamość na podstawie wizualnych reprezentacji, z którymi się utożsamia. W kontekście edukacyjnym wyobraźniowe odgrywa znaczącą i atrakcyjną rolę, ponieważ uczniowie z chęcią przyswajają wiedzę poprzez obrazy i wizualne reprezentacje. Operujące w obszarze obrazów technologie AR i VR intensyfikują to działanie, wprowadzając bardziej realistyczne, interaktywne środowiska edukacyjne. Podobne funkcje pełnią wizualizacje i obrazy wspierające procesy poznawcze i emocjonalne ucznia. Warto jednak pamiętać o ostrzeżeniach Lacana dotyczących ograniczenia identyfikacji z obrazami. Iluzoryczna spójność, jaką oferuje wyobraźniowe, często ukrywa głębsze konflikty i braki w strukturze podmiotowości. W edukacji może to oznaczać, że zachwyceni atrakcyjnością wizualnych treści uczniowie niekoniecznie rozwijają umiejętność refleksji krytycznej czy analitycznego myślenia. Nie zmienia to faktu, że wizualizacje pomagają uczniom zrozumieć abstrakcyjne pojęcia i procesy, gdyż ukazują obrazy niedostępne dla oka. Technologie AR i VR przenoszą wyobraźniowe na nowy poziom, oferując uczniom doświadczenia immersyjne. Dzięki nim uczniowie mogą nie tylko oglądać obrazy, ale także wchodzić z nimi w interakcje, co zwiększa ich zaangażowanie i motywację do nauki. Z tego też powodu technologie rzeczywistości rozszerzonej (AR) i wirtualnej (VR) stanowią potężne narzędzia wizualizacji wiedzy. W przeci-

wieństwie do tradycyjnych metod, takich jak ilustracje w podręcznikach czy statyczne diagramy, AR i VR pozwalają uczniom doświadczać treści edukacyjnych w sposób interaktywny i immersyjny. Przykładów zastosowania wizualizacji w edukacji jest coraz więcej. Wyjątkowo atrakcyjne wydają się wirtualne galerie sztuki, narzędzia do tworzenia trójwymiarowych rzeźb i animacji, które pozwalają uczniom w nowatorski sposób rozwijać zdolności artystyczne. W efekcie dzięki wizualizacji mamy szansę na zwiększenie zaangażowania uczniów i równocześnie przenoszenie ich w świat Symbolicznego, o ile język pozostanie fundamentalnym narzędziem komunikacji i budowania relacji międzypodmiotowej.

Istnieje również ryzyko dominacji Wyobrażeniowego, gdy nadmierna wizualizacja oraz stymulacja obrazem może ograniczyć krytyczne myślenie oraz doprowadzić do nadmiernego upraszczania treści. Problemem staje się również alienacja w wyniku nadmiernego utożsamiania się z obrazami oraz zamykania się czy wręcz ucieczki w wirtualną, symultaniczną rzeczywistość. Lacan przestrzegał przed nadmierną identyfikacją podmiotu z obrazem, która może doprowadzić podmiot do iluzorycznej spójności i zamaskować brak i konflikt w strukturze podmiotowości.

Ostatnim porządkiem rzeczywistości psychicznej jest Realne wyznaczające taki wymiar doświadczenia podmiotowego, którego nie da się wyrazić, gdyż pozostaje poza językiem. W Lacanowskiej triadzie Realne zajmuje szczególne miejsce jako „coś” niewyobrażonego, niesamowitego i przerażającego, co znajduje się poza możliwością pełnej reprezentacji, gdyż wymyka się językowi, obrazowi i jakiegokolwiek rozumieniu. Jest to sfera doświadczenia ujawniająca się w momentach, gdy struktury Symboliczne lub Wyobrażeniowe zawodzą, gdy doświadczymy trwogi, np. w traumie, w nieprzewidywalności natury lub w zetknięciu z materialnością świata (Węć, 2007). W edukacji Realne manifestuje się w bezpośrednim doświadczeniu uczniów, które często pozostaje poza abstrakcyjnymi

strukturami wiedzy teoretycznej. W laboratoriach, podczas eksperymentów czy zajęć praktycznych uczniowie mają do czynienia z materialnymi aspektami nauki, które wymykają się prostym opisom oraz symulacjom. Realne w tych kontekstach nie jest teoretyczne ani reprezentowane przez obrazy, lecz jest doświadczane poprzez zmysły i ciało (Węc, 2013). W przestrzeni wirtualnej, symulacyjnej czy zwizualizowanej istnieje ryzyko, że granice Realnego ulegną zatarciu pomiędzy rzeczywistością a fikcją. Edukacja wirtualna osłabia zakorzenienie ucznia w świecie materialnym, co może prowadzić do specyficznych trudności w rozwoju tożsamości, takich jak rozmycie granicy między tym, co Realne, a tym, co Wyobrażeniowe. Największym problemem staje się eliminacja materialności w AR i VR, gdyż utracona zostaje zdolność rozróżniania rzeczywistego od nierzeczywistego, prawdziwego od nieprawdziwego, zmysłowego od niezmysłowego. Technologie rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej wprowadzają nowe sposoby reprezentacji wiedzy, które często eliminują bezpośrednie doświadczenie Realnego. Symulacje zastępują materialne aspekty nauczania, oferując uczniom wizualne i interaktywne środowiska, które są bardziej dostępne i bezpieczne niż ich rzeczywiste odpowiedniki. Na przykład w symulacjach chemicznych w VR uczniowie mogą obserwować reakcje chemiczne bez kontaktu z potencjalnie niebezpiecznymi substancjami. Jednak brak kontaktu z materialnością ogranicza ich zdolność do pełnego zrozumienia zjawisk chemicznych. Jednym słowem, wirtualne laboratoria eliminują nieprzewidywalność i ryzyko związane z rzeczywistymi eksperymentami, co osłabia zdolność uczniów do radzenia sobie z nieoczekiwanymi rezultatami (Cheng i Tsai, 2013). W symulacjach uczniowie mają do czynienia z wizualizacjami i algorytmami, które modelują rzeczywistość, ale jej nie odzwierciedlają. Lacanowska teoria wskazuje, że podmiot, który zostaje odcięty od doświadczenia Realnego, może odczuwać frustrację i zagubienie. Dla pedagogiki właśnie Realne niesie ze sobą różnego rodzaju transgresje oraz wszystko to, co

w podmiocie budzi trwogę, przed którą nie ma ucieczki, reprezentując równocześnie wszelkie aspekty niewyobrażalnego, nieprzewidywalnego, nieokreślonego (heterologicznego) i wprowadzając również niepokój w myślenie o wychowaniu. W kontekście edukacyjnym uczniowie mogą doświadczać poczucia oderwania od rzeczywistości, gdy ich nauka opiera się wyłącznie na symulacjach i reprezentacjach wizualnych (Smith, 2020). Jednym słowem, Realne w edukacji technologicznej napotyka wyzwania związane z marginalizacją materialnych doświadczeń na rzecz symulacji i reprezentacji wizualnych. Chociaż technologie AR i VR oferują nowe możliwości dydaktyczne, ich nadużywanie może prowadzić do alienacji i frustracji uczniów. Kluczowym wyzwaniem jest zintegrowanie technologii z tradycyjnymi metodami, które uwzględniają doświadczenie materialne jako istotny element procesu edukacyjnego.

3. Podmiot w lustrze technologii – Lacanowska perspektywa interpretacji działania AI i AR

Perspektywa nieograniczonego rozwoju sztucznej inteligencji budzi również niepokój o relacje podmiotu z Innym¹. Lacanowski Inny jest funkcją wyznaczającą obszar właściwy mówieniu. W tym sensie Inny jest związany z wieloma znaczeniami i odnosi się do czegoś obiektywnie istniejącego w sferze Symbolicznego, znajdującej się poza podmiotem, ale wpływającego na podmiot. Przez wiele lat koncepcja Lacanowskiego rozdartego podmiotu (podzielonego) budziła kontrowersje i niezgodę. Lacanowska koncepcja podmiotu z jej domniemanym ontologicznym brakiem nie oznacza jednak permanentnego niepowodzenia ani niekończącego się procesu identyfikacji, gdyż zakładany brak ma strukturyzować podmiot w jego poszukiwaniach pragnienia, a nic ukazywać

¹ W Lacanowskiej terminologii inny pisany małą literą jest zwykłym, podobnym do podmiotu człowiekiem (sąsiadem), Inny pisany dużą literą to ten, który jest znaczącym (ważnym), gdyż wyznacza kierunek pragnienia podmiotu. W tym znaczeniu Inny to funkcja, a nie konkretna osoba (Węc, 2013).

porażkę niemożliwości realizacji potrzeb. W tym sensie podmiot „staje się” (nabiera konsystencji) poza mitycznym, fantazmatycznym, rytualnym bądź transcendentnym znaczącym poprzez odkrywanie znaczenia odzyskiwanego w procesie dialektyzacji pragnienia. W tym sensie każdy podmiot może indywidualnie zawęzić (pomiędzy Symbolicznym, Wyobrażeniowym a Realnym) swoją strukturę psychiczną lub utworzyć więź społeczną z Innym (Węc, 2015). Co się jednak stanie, gdy podmiot wykluczy Innego reprezentowanego przez inny podmiot? Zagrożenie, że znaczącym Innym stanie się AI, nie jest wcale wyimaginowaną obawą, zwłaszcza gdy rzecz dotyczy dzieci lub młodzieży. Należy również mieć na uwadze, że AI od dawna już dysponuje zaawansowanymi narzędziami nadzoru. W edukacji staje się to szczególnie uciążliwe, gdyż wprowadza nowe mechanizmy monitorowania, analizy i oceny nie tylko uczniów. Dzięki algorytmom uczenia maszynowego systemy AI są w stanie śledzić postępy uczniów, analizować ich zachowanie i dostosowywać treści dydaktyczne do indywidualnych potrzeb. Choć może to zwiększać efektywność nauczania, technologia ta pełni także funkcję „Wielkiego Innego” – struktury, która zbiera i organizuje dane o podmiocie, jednocześnie wyznaczając granice jego funkcjonowania. Inny AI manifestuje się jako wszechobecny obserwator, który nie tylko ocenia uczniów, ale także przewiduje ich wyniki na podstawie danych historycznych. Na przykład systemy AI mogą sugerować, jakie kursy uczniowie powinni wybrać, co wpływa na ich autonomię decyzyjną (Heimann i Hübener, 2023).

Władza technologii nad podmiotem polega na jej zdolności do definiowania i regulowania sposobów wchodzenia podmiotu w relacje z wiedzą i innymi. AI jako Inny kontroluje przepływ informacji i narzuca normy, odbierając podmiotowi autonomię i możliwość wyboru, ale także poczucie wolności i intymności. Relacja podmiotu z Innym jest zawsze ambiwalentna, gdyż podmiot zarówno pragnie jego uznania, jak i buntuje się

przeciwko jego władzy (Lacan, 2001), więc gdy Innym staje się AI, spotykamy się z nową formą zależności i uzależnienia. Systemy AI postrzegają się jako obiektywne i nieomyłne, choć w rzeczywistości algorytmy AI są zbudowane na podstawie ludzkich decyzji i uprzedzeń wykluczających ich neutralność. Władza technologii nad podmiotem jest więc nie tylko techniczna, ale także ideologiczna – narzuca określony obraz siebie i ludzkich możliwości, równocześnie ograniczając podmiotowy rozwój kreatywności i krytycznego myślenia. Największym zagrożeniem jest fakt, że dane gromadzone przez AI definiują podmiot w kategoriach ilościowych, eliminując aspekt jakościowy i nieprzewidywalny, charakterystyczny dla Realnego (Węc, 2021). Na przykład systemy oceniające oparte na AI mogą redukować proces nauczania do zestawu wskaźników, takich jak liczba poprawnych odpowiedzi czy czas spędzony na zadaniu. Taka redukcja nie uwzględnia indywidualnych różnic i kontekstu, w którym uczniowie funkcjonują, co może prowadzić do dehumanizacji procesu edukacyjnego (Heimann i Hübener, 2023). W ten sposób AI wzmacnia tę zależność, tworząc iluzję obiektywności, która w rzeczywistości maskuje ideologiczne założenia wbudowane w algorytmy. Etos danych, który zakłada, że więcej danych prowadzi do lepszych decyzji, ignoruje fakt, że dane są zawsze interpretowane w określonym kontekście. Kolejnym zagrożeniem jest wpływ nadzoru cyfrowego na relacje w edukacji, który prowadzi do zmiany dynamiki między nauczycielem, uczniem a instytucjami edukacyjnymi, czego nie ma sensu nikomu już tłumaczyć. Gromadzenie danych biometrycznych i ich analiza budzą jeszcze większe obawy, gdyż nikt nie kontroluje dostępu do tych informacji i sposobu ich wykorzystywania. Nie ulega wątpliwości, że walka o równowagę pomiędzy rozwojem AI, AR, a VR jest dla wszystkich kluczowym wyzwaniem, któremu należy sprostać, by nie stać się niewolnikiem stworzonej przez nas technologii. Przecież AI to my, a my – jak powiedział Lacan – żyjemy fantazmatami i boimy się wolności.

4. Ekrany pragnienia: fantazmatyczny potencjał AR i VR

Technologie AR mogą być analizowane w kontekście fantazmatycznym jako obietnica dostępu do pełniejszego doświadczenia wiedzy czy rzeczywistości. Z perspektywy Lacanowskiej taka obietnica jest iluzoryczna, ponieważ podmiot nigdy nie osiąga pełni wiedzy ani bycia. AR może uwodzić użytkownika, oferując „idealny” obraz świata, który w rzeczywistości pozostaje poza jego zasięgiem i prowadzi do potencjalnej frustracji i napięć. AR wzbogaca proces edukacyjny o nowe formy reprezentacji (np. modele 3D, interaktywne teksty), co może wzmacniać struktury Symbolicznego. Jednakże nadmiar bodźców wizualnych i interaktywnych może prowadzić do przeładowania efektami Wyobraźniowego kosztem głębszego zrozumienia porządku świata. W Lacanowskim sensie może to skutkować trudnością w wytworzeniu spójnej narracji, przez którą podmiot porządkuje swoją wiedzę i tożsamość. Jednak ta idealizacja może prowadzić do rozczarowania, gdy obietnice te okazują się niemożliwe do spełnienia. Lacanowska analiza symptomów wskazuje, że technologia może generować nowe formy trudności dla podmiotu. W edukacji objawia się to np. poprzez uzależnienie uczniów od technologii, nadmierną zależność od bodźców wizualnych czy trudności w nawiązywaniu relacji międzyludzkich w przestrzeni realnej.

Niewątpliwie rzeczywistość rozszerzona (AR) i rzeczywistość wirtualna (VR) otwierają przed współczesną edukacją przestrzenie, które można określić jako „ekrany pragnienia” – przestrzenie wizualne, interaktywne i symboliczne, nie tylko wspierające proces dydaktyczny, ale także odzwierciedlające fantazmatyczny wymiar ludzkiego doświadczenia. W duchu psychoanalizy, a szczególnie myśli Lacana, technologie te można rozpatrywać jako reprezentacje Wyobraźniowego – przestrzeni, w której pragnienie podmiotu znajduje swój wyraz poprzez obrazy, identyfikacje i iluzje.

„Ekran pragnienia” jako metafora dla AR i VR w edukacji odsłaniają ambiwalencję tych technologii. Z jednej strony oferują uczniom narzędzia, które wzbogacają proces dydaktyczny, z drugiej zaś prowadzą do alienacji, gdy pragnienie poznania zostaje podporządkowane fantazmatycznym obrazom. Kluczowym wyzwaniem dla współczesnej edukacji jest stworzenie przestrzeni, w której technologie te wspierają, ale nie zastępują refleksji językowej, krytycznego myślenia i kontaktu z Realnym. W ten sposób AR i VR mogą stać się nie tylko „ekranami pragnienia”, lecz także narzędziami świadomego, zrównoważonego kształtowania wiedzy i tożsamości uczniów.

Na szczęście wciąż nie mamy do czynienia z maszynami pragnącymi Gilles’a Deleuze’a i Felixa Guattariego. Relacje między technologią a edukacją nadal określają dynamiczny proces pragnienia i kreacji, który redefiniuje podmiotowość ucznia i nauczyciela. Deleuze i Guattari (1987) w swojej koncepcji „maszyny pragnącej” podkreślają, że pragnienie nie jest jedynie brakiem, lecz siłą produktywną, zdolną do tworzenia nowych form i struktur. Technologie AR, VR i AI działają wciąż jako maszyny (nie)pragnące, tworząc nowe możliwości dla edukacji, lecz jednocześnie wymuszając adaptację podmiotów do ich logiki. Warto pamiętać, że maszyna (nie)pragnąca jest paradoksalna: produkuje zarówno zyski, jak i straty, generuje nowe przestrzenie wolności, ale jednocześnie wzmacnia kontrolę i nadzór (Deleuze i Guattari, 1987). W edukacji widzimy, jak technologie te produkują przestrzenie wizualne, które intensyfikują Wyobrażeniowe, redukując jednak przestrzeń refleksji krytycznej i symbolicznej. Maszyny edukacyjne, takie jak systemy sztucznej inteligencji, działają jako wielopłaszczyznowe narzędzia nadzoru, tworząc iluzję obiektywności w procesach oceny i personalizacji nauczania. Jednak zgodnie z logiką Deleuze’a pragnienie maszyn jest nie tylko ukierunkowane na funkcjonowanie, ale również na reprodukcję własnej logi-

ki, co prowadzi do narastającej biurokratyzacji i technologizacji procesu dydaktycznego (Heimann i Hübener, 2023). Integracja perspektywy Deleuze’a z Lacanowską triadą Wyobraźniowego, Symbolicznego i Realnego pozwala głębiej zrozumieć wyzwania związane z technologiczną transformacją edukacji. Współczesne systemy edukacyjne zanurzone w logice maszyn stają się zarówno przestrzenią twórczości, jak i symptomem kryzysu podmiotowości, w którym pragnienie ucznia zostaje podporządkowane mechanizmom technologii (Węc, w druku). Wnioskiem płynącym z przeprowadzonej analizy jest konieczność zrównoważenia technologii w edukacji z krytycznym podejściem, które uznaje podmiotowość ucznia jako dynamiczny proces pragnienia, a nie jako funkcję algorytmicznej oceny. Maszyny i technologie powinny wspierać, a nie zastępować proces edukacyjny, uwzględniając złożoność podmiotowości, której pragnienie jest ukierunkowane na poznanie, wolność i rozwój. Edukacja przyszłości musi zatem wyjść poza logikę pragnienia podmiotu, tworząc przestrzenie, w których technologia służy podmiotowi, a nie odwrotnie. W ten sposób możemy uniknąć redukcji ucznia do roli jedynie „elementu” w maszynie technologicznej, a zamiast tego uczynić go aktywnym uczestnikiem procesu twórczego i refleksyjnego.

Na szczęście w przeciwieństwie do ludzkiego podmiotu, którego struktura jest zbudowana na pragnieniu jako fundamentalnym braku, sztuczna inteligencja funkcjonuje jako „maszyna niepragnąca” – mechanizm, który działa wyłącznie w ramach zaprogramowanych algorytmów i danych wejściowych. AI nie posiada pragnienia w sensie psychoanalitycznym, ponieważ nie doświadcza braku, który jest źródłem ludzkiej kreatywności, refleksji i potrzeby tworzenia. Maszyna niepragnąca działa w sposób logiczny, operacyjny, bez uwzględnienia emocjonalnych i symbolicznych aspektów ludzkiego doświadczenia. W kontekście edukacji AI, choć jest potężna w analizie danych i personalizacji treści dydaktycz-

nych, nie jest w stanie zastąpić kluczowego aspektu procesu nauczania: relacji między podmiotami. Relacje te, kształtowane przez pragnienie nauczyciela i ucznia, tworzą przestrzeń, w której wiedza staje się czymś więcej niż zbiorem informacji – staje się doświadczeniem sensu i tożsamości. AI jako maszyna niepragnąca nie może odegrać tej roli, ponieważ nie jest w stanie odpowiedzieć na Innego w sposób, który uwzględnia dynamikę ludzkiego pragnienia. Rozpoznanie AI jako maszyny niepragnącej pozwala spojrzeć na jej miejsce w edukacji z perspektywy krytycznej. Technologie te mogą wspierać proces dydaktyczny, jednak ich rola powinna być ograniczona do pełnienia funkcji narzędziowych, a nie relacyjnych. W edukacji niezbędne jest zachowanie przestrzeni dla ludzkiego pragnienia, które otwiera możliwość kreatywnego i krytycznego myślenia. Tylko w ten sposób można uniknąć redukcji procesu edukacyjnego do algorytmicznej transmisji danych i zachować jego fundamentalny wymiar humanistyczny. Edukacja przyszłości musi zatem przyjąć AI jako narzędzie, ale jednocześnie chronić przestrzeń, w której pragnienie ucznia i nauczyciela pozostaje źródłem prawdziwego poznania.

5. Podsumowanie

Refleksja, która rodzi się w wyniku przeprowadzonej analizy, pozwala uwypuklić złożoność relacji między technologiami edukacyjnymi a kształtowaniem podmiotowości uczniów. Technologie rzeczywistości rozszerzonej (AR), wirtualnej (VR) oraz sztucznej inteligencji (AI) nie tylko zmieniają sposób przyswajania wiedzy, ale również w istotny sposób oddziałują na dynamikę relacji między uczniem, nauczycielem a strukturami edukacyjnymi. Z perspektywy psychoanalizy Lacanowskiej edukacja jawi się jako proces nie tyle czysto poznawczy, ile także strukturalny i ontologiczny, w którym podmiot kształtuje się w odniesieniu do trzech fundamentalnych porządków: Wyobrażeniowego, Symbolicznego-

go i Realnego. Technologie AR i VR w znacznym stopniu intensyfikują rolę Wyobraźniowego, oferując uczniom bogate, interaktywne obrazy, które mogą ułatwiać przyswajanie złożonych treści edukacyjnych. Symboliczne jako fundamentalny warunek musi organizować doświadczenie edukacyjne. Język, który tradycyjnie pełnił funkcję mediatora między uczniem a wiedzą, jest często marginalizowany w środowiskach AR i VR na rzecz wizualizacji i symulacji. Realne pozostanie niezmiennie nienaruszalne, przerażając i osaczając podmiot, bez względu na działanie. Sztuczna inteligencja, pełniąc funkcję Innego, wprowadza nowy wymiar nadzoru i kontroli w edukacji. Z tego też powodu technologie obiecujące zwiększenie efektywności i personalizacji nauczania w rzeczywistości rodzą istotne problemy etyczne, związane z prywatnością, autonomią uczniów i homogenizacją procesów edukacyjnych. Znaczenie integracji technologii w edukacji wymaga przyjęcia zrównoważonego podejścia, które uwzględnia zarówno potencjał dydaktyczny, jak i ryzyka wynikające z nadużywania kontroli. Wnioski płynące z tej analizy wskazują na konieczność podejmowania dalszych pogłębionych badań nad wpływem technologii na proces dydaktyczny, szczególnie w kontekście ich długoterminowego oddziaływania na zdolności analityczne, emocjonalne i społeczne uczniów. Wprowadzenie etycznych zasad projektowania systemów technologicznych, które respektują autonomię i prywatność uczniów, stanowi kluczowy kierunek rozwoju edukacji przyszłości. Jednocześnie przyszłość edukacji wymaga harmonijnego połączenia innowacyjnych technologii z wartościami humanistycznymi, które chronią podmiotowość ucznia i promują jego wszechstronny rozwój. Tylko takie podejście pozwoli stworzyć środowisko edukacyjne, które odpowiada na potrzeby współczesności, jednocześnie zachowując integralność procesu nauczania.

Bibliografia

- Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
- Cheng, K.-H. i Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.
- Deleuze, G. i Guattari, F. (1987). *A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia*. Tłum. B. Massumi. Minneapolis (MN): University of Minnesota Press.
- Fink, B. (1995). *The Lacanian Subject: Between Language and Jouissance*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Heimann, M. i Hübener, A.-F. (2023). The stainless gaze of artificial intelligence: A Lacanian examination of surveillance and smart architecture. *European Journal of Psychoanalysis*, 10(1).
- Johnson, P. (2022). Teaching with AR: Lessons learned from the classroom. *Journal of Innovative Pedagogies*, 12(4), 45–56. DOI: <https://doi.org/10.1234/jip.v12i4.5678>.
- Lacan, J. (2001). *Écrits: A Selection*. London: Routledge.
- Mulvey, L. (1989). *Visual and Other Pleasures*. London: Macmillan.
- Smith, J. (2020). Augmented reality in education: Opportunities and challenges. *Educational Technology Review*, 30(3), 78–89. DOI: <https://doi.org/10.5678/etr.v30i3.789>.
- Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. New York (NY): Basic Books.
- Węc, K. (2007). *Psychoanaliza w dyskursie edukacyjnym. Radykalność humanistyczna teorii i praktyki pedagogicznej. Konteksty nie tylko Lacanowskie* (wyd.1). Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Węc, K. (2012). *Psychoanaliza w dyskursie edukacyjnym. Radykalność humanistyczna teorii i praktyki pedagogicznej. Konteksty nie tylko Lacanowskie* (wyd. 2). Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.

- Węc, K. (2013). *Granice i transgresje współczesnego wychowania. Kontestacyjny wymiar pedagogiki krytycznej i jej praktyczne implikacje* (wyd.1). Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Węc, K. (2015). *Granice i transgresje współczesnego wychowania. Psychoanaliza wobec kryzysu podmiotu* (wyd.1). Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Węc, K. (2021). *Pomiędzy czasem logicznym a czasem symbolicznym podmiotowego poczucia wolności: topologiczny wymiar historii myśli pedagogicznej*. W: A. Babicka-Wirkus, M. Jaworska-Witkowska i D. Kubinowski (red. nauk.), *Dziedzictwo pedagogiczne dla przyszłości: debata wokół „Oddechu myśli” Bogdana Nawroczyńskiego* (s. 213–236). Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Węc, K. (2023). *Gnostyczny wymiar pielgrzymowania między słowem, obrazem a myślą wzdłuż światów ojca Józefa Bremera SJ*. W: A. Jonkisz, J. Poznański SJ i J. Koszteyn (red. nauk.), *Zrozumieć postrzeganie i pojmowanie człowieka oraz świata* (s. 363–393). Kraków: Wydawnictwo Naukowe Akademii Ignatianum w Krakowie.
- Węc, K. (w druku). *Between the Genealogy of the Subject, Identity, and Care for the Other: (Post)Lacanian Contexts of Contemporary Humanities*. W: K. Drapało, B. Weber, K. Węc i A. Wierciński (red.), *Subject, Identity, and Care: educational (dis)losures*. Seria: Hermeneutics in Enactment. International Research in Hermeneutics and Phenomenology. Leiden: Brill|Fink.

The impact of the AI revolution on the ICT labour market

DANIEL GRZONKA^{*1}, KRZYSZTOF SWAŁDEK^{**1},

IRSHAD AHMED ABBASI^{***2}, KETARAJU VENKATA DAYA SAGAR^{****3}

¹ Cracow University of Technology, Poland

² University of Bisha, Saudi Arabia

³ Koneru Lakshmaiah Education Foundation, India

Artificial intelligence evolves in cyclical patterns, with phases of dynamic technical progress, referred to as “AI springs”, interspersed with periods of stagnation, called “AI winters”. The current phase, known not only as another “AI spring” but rather as an “AI revolution”, has accelerated particularly over the past year, starting with the launch of the ChatGPT service on November 30, 2022. The widespread adoption of generative AI systems has significantly impacted numerous aspects of socio-economic life, with a particular focus on the ICT sector. This paper presents a detailed and comprehensive analysis of the labour market, utilising quantitative and qualitative data, to assess the impact of artificial intelligence tools, including their effects on the IT industry, potential AI applications across various sectors of the global economy, and a detailed study of the transformation of the Polish labour market in terms of AI-related occupations. In addition, the challenges facing the higher education system due to the growing demand for specialised personnel in artificial intelligence are identified. The paper also attempts to evaluate future trends

* E-mail: daniel.grzonka@pk.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5905-0403>

** E-mail: krzysztof.swaldek@pk.edu.pl

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6896-0468>

***E-mail: aabasy@ub.edu.sa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1813-1415>

**** E-mail: sagar.tadepalli@kluniversity.in

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4238-7795>

in the labour market relating to the further development of artificial intelligence, with a particular focus on potential changes in the demand for competencies and possible challenges faced by various sectors of the economy.

KEYWORDS: AI revolution, generative AI, ICT labour market, digital skills, data analysis

Wpływ rewolucji AI na rynek pracy TIK

Sztuczna inteligencja rozwija się w sposób cykliczny – fazy dynamicznego postępu technicznego określane mianem „wiosen AI” przeplatają się z okresami stagnacji nazywanymi „zimami AI”. Obecna faza, znana nie tylko jako kolejna „wiosna AI”, lecz wręcz jako „rewolucja AI”, przyspieszyła szczególnie na przestrzeni ostatniego roku, począwszy od 30 listopada 2022 roku, gdy wprowadzono na rynek usługi programu ChatGPT. Szeroka adopcja generatywnych systemów AI wywarła głęboki wpływ na liczne aspekty życia społeczno-gospodarczego, ze szczególnym uwzględnieniem sektora TIK. W niniejszej pracy dokonano kompleksowej analizy rynku pracy w kontekście wpływu narzędzi sztucznej inteligencji, z uwzględnieniem ich oddziaływania na branżę IT, potencjalnych zastosowań AI w różnych sektorach gospodarki światowej oraz szczegółowego badania transformacji polskiego rynku pracy w zakresie zawodów związanych z AI. Ponadto zidentyfikowano wyzwania stojące przed systemem edukacji wyższej, wynikające z rosnącego zapotrzebowania na specjalistyczną kadrę w dziedzinie sztucznej inteligencji. W pracy podjęto również próbę oceny przyszłych trendów na rynku pracy związanych z dalszym rozwojem sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem potencjalnych zmian w zapotrzebowaniu na kompetencje oraz możliwych wyzwań, przed którymi staną różnorodne sektory gospodarki.

SŁOWA KLUCZOWE: rewolucja sztucznej inteligencji, generatywna sztuczna inteligencja, rynek pracy TIK, kompetencje cyfrowe, analiza zbiorów danych

1. Introduction

The term “artificial intelligence” (AI) refers to the ability of machines to mimic human skills, such as reasoning, learning, planning and creativity. It has long been one of the critical areas of technological research and development, going through cycles of intense progress and periods of stagnation, known as “AI springs” and “AI winters”, respectively. John McCarthy probably defined it in 1956 at the Dartmouth Conference (Andresen, 2002). Today, many different definitions are familiar, of which the following two are worth mentioning in the context of this paper:

1. “AI is the ability of a machine to display human-like capabilities such as reasoning, learning, planning and creativity” (European Parliament, 2020).
2. “Artificial intelligence is a field of knowledge encompassing, among other things, neural networks, robotics and the creation of models of intelligent behaviour and computer programs to simulate this behaviour, including machine learning, deep learning and reinforcement learning” (Ministry of Digital Affairs of the Government of the Republic of Poland, n.d.).

AI optimises business processes, creates advanced security systems, and adapts faster to market changes. AI is making many industries more flexible and responsive to customer needs. Companies invest in AI to increase efficiency and innovation and meet growing market demands. Thanks to the spread of so-called generative artificial intelligence, we are experiencing another “AI spring” and even a revolution in this field. Its widespread adoption influences changes in employment patterns, the need for new competencies and the emergence of new professions. Understanding these dynamic changes is crucial for businesses, educational institutions and policymakers.

This publication analyses the impact of the aforementioned AI revolution on the labour market, focusing on the ICT sector. As part of this objective, the following research activities were undertaken:

- Investigate the impact of generative artificial intelligence on the IT industry.
- Conduct an analysis of the Polish labour market in the field of AI.
- Analyse the challenges relating to AI in the higher education system.
- Attempt to formulate forecasts of future trends.

The paper uses a multidisciplinary approach, combining qualitative and quantitative analysis.

2. Generative artificial intelligence as a driving force of the revolution

2.1. Definition and characteristics of generative AI

Generative AI is a sub-discipline of AI that focuses on creating new content – text, images, sounds or even source code – based on patterns derived from provided training data (IBM Research, 2023). Unlike traditional AI models, which mainly classify or predict data, generative models can create original and realistic content.

A distinctive feature of generative AI is deep neural networks, mainly transform models, which enable the processing of vast amounts of data and understanding the complex relationships between them (IBM Research, 2023). Examples of such models include large language models, such as GPT-3 or GPT-4, which can generate texts of near-human quality.

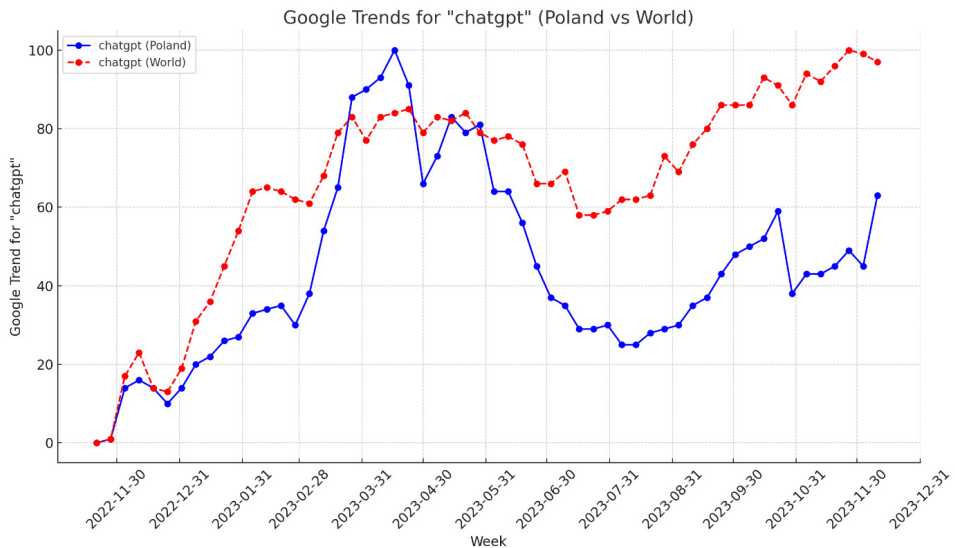
2.2. Breakthroughs: Introduction of ChatGPT

One of the critical moments in the development of generative AI was when OpenAI made the ChatGPT service public in November 2022

(Baidoo-Anu & Owusu Ansah, 2023). ChatGPT is an interactive language model based on a GPT (generative pre-trained transformer) architecture that enables natural conversations with the user, answering questions, giving advice, or even generating creative content.

The introduction of ChatGPT has been met with tremendous interest worldwide. According to Google Trends data (Google Trends, n.d.), the phrase “chatgpt” experienced a surge in popularity in the first months of 2023. In Poland, interest peaked in April 2023, as shown in Figure 1. Although Poland ranks further back in search intensity (only 69th out of 82), the global trend indicates a growing awareness and interest in generative AI. Asian countries are leading the way, with the top five places going to China, the Philippines, Nepal, Pakistan and Sri Lanka.

Figure 1.
Trend graph of the keyword "chatgpt" in Poland and worldwide



Source: generated by Google Trends: <https://trends.google.com/trends/>

2.3. Differences between the current revolution and previous “AI springs”

The current stage of AI development, often referred to as the “AI revolution”, differs significantly from previous “AI springs” in several respects (Bughin et al., 2017; Chui, Hazan, Roberts, Singla & Smaje, 2023; Chui, Yee, Hall, Singla & Sukharevsky, 2023; Schuchmann, 2019):

- Scale and availability of technology: Earlier waves of interest in AI were limited by a lack of computing power and access to data. Thanks to cloud computing and extensive data development, AI models can be trained unprecedentedly.
- Practical applications: Previous “AI springs” often ended in disappointment due to a lack of real-world applications. In contrast, generative AI is widely used in business, medicine, education, and entertainment.
- User interaction: Modern generative models, such as ChatGPT, offer interactive and intuitive user interaction, which increases their usability and social acceptance.
- Labour market impact: The current AI revolution significantly impacts the labour market by introducing the automation of tasks requiring physical and cognitive skills. This forces the need to adapt and acquire new competencies.
- Speed of adoption: The rate at which generative AI is being introduced into various sectors of the economy is significantly higher than in previous decades, driven by globalisation and the digitalisation of business processes.

These factors mean that the current AI revolution has a much more profound and lasting impact on society and the economy than previous phases of technology.

3. The impact of generative AI on the ICT industry and the labour market

3.1 Transforming the IT industry through artificial intelligence

Artificial intelligence (AI) is pivotal in transforming the IT industry, bringing revolutionary change through process automation, advanced data analytics and the creation of adaptive algorithms. IT companies are increasingly investing in AI technologies, allowing them to increase operational efficiency and innovate to meet the growing demands of a rapidly evolving market. Implementing AI optimises business processes and enables developing advanced security systems and faster adaptation to market changes. The IT industry has become more flexible thanks to AI, allowing it to better adapt to customer needs and improve the quality of services and products (Bielińska-Dusza, 2022; Chui, Hazan, Roberts, Singla & Smaje, 2023).

Large language models such as GPTs enable natural language processing tasks. They can generate content on a given topic, provide complex answers, translate texts, analyse data and perform many other tasks. Compared to previous artificial intelligence solutions, their main advantage is their ability to create new content and provide answers and analyses that require additional knowledge. This opens up a wide range of possibilities to support processes within IT service management through automation, personalisation, in-depth analysis, or even handling critical and unusual events.

ChatGPT in the IT industry can support developers by generating code, finding bugs, creating technical documentation, or helping with project management and customer service. Contrary to common fears, these tools do not replace people but support their work by supporting their thought processes, generating ideas or suggesting solutions. This allows employees to focus on strategic tasks.

3.2. Artificial intelligence in service management

IT service management (ITSM) is an approach that focuses on delivering IT services according to business needs. In this area, generative AI is also gaining prominence, automating critical tasks, leading to increased efficiency and reduced response times to requests. One of AI's main applications in ITSM is incident management automation. AI can classify tickets and assign them to the appropriate teams, significantly streamlining the process. Additionally, generative AI enables the creation of chatbots that operate 24/7, providing quick and accurate responses and analysing large amounts of data in real-time. This allows IT teams to focus on more complex and critical problems, increasing efficiency (Li et al., 2023).

AI also plays an essential role in prioritising requests, learning from previous cases and assigning the right people to tasks. Such automation allows better management of resources, speeding up the resolution of critical issues and increasing the productivity of IT teams.

Despite the many benefits, implementing AI in ITSM comes with some challenges. Training employees to use the new tools effectively is crucial. It is also essential to seamlessly integrate AI with existing systems and ensure data security. Additionally, managing the complexity of AI decision-making processes requires careful planning and continuous monitoring to avoid errors and ensure that AI activities are aligned with business objectives. Despite these challenges, generative AI in ITSM has great potential to transform IT service management, increasing flexibility, efficiency and user satisfaction. As AI technology evolves, its role in ITSM will intensify, revolutionising how organisations manage their IT systems (Li, Reinhard, Peters, Oeste-Reiss & Leimeister, 2023).

3.3. Artificial intelligence in the software development process

Generative AI brings revolutionary changes to software development, automating essential tasks such as code generation, debugging, testing and documentation. With AI, developers can count on support at every stage of the software development lifecycle, significantly increasing efficiency. At the same time, this synergy makes it possible to create so-called "collective intelligence".

Modern AI-based tools, such as GitHub Copilot, support developers by suggesting code fragments, auto-completion and identifying potential errors. This not only accelerates the programming process but also assists developers, especially those who are beginners, in avoiding or identifying errors and understanding compiler messages, which enhances their learning experience and positively impacts the final product's quality. Studies have shown that using AI in programming can increase developer productivity by up to 55% (Peng et al., 2023).

In software testing, generative AI enables the automatic generation of test cases and the prediction of potential points of failure. These methods can analyse source code and identify patterns that can lead to errors, speeding up the fault detection and repair process. They also allow the automatic creation of technical documentation (Ebert & Louridas, 2023).

AI also supports the management of IT projects by analysing project data and providing forecasts on lead times or resource utilisation. AI-based tools can monitor work progress, identify potential risks and suggest optimal solutions (Oxari, 2023).

3.4. Generative artificial intelligence in business and the labour market

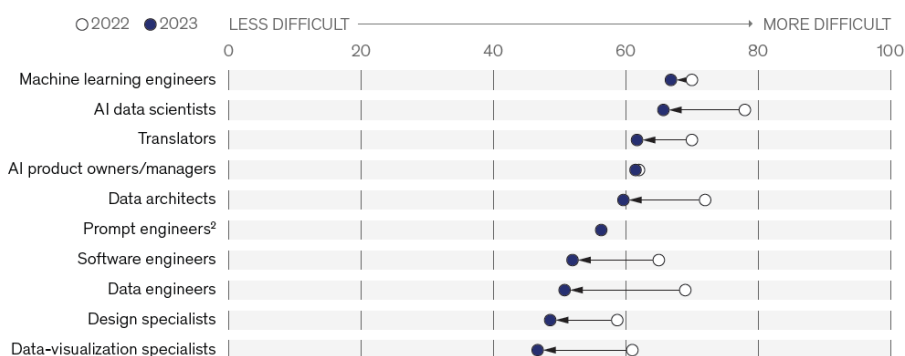
A report by McKinsey & Company, *The Economic Potential of Generative AI in 2023* (Chui, Hazan, Roberts, Singla & Smaje, 2023), indicates an increase

in investment in AI as it improves efficiency in areas such as marketing, sales, software engineering and R&D. Organisations are seeing gains and planning further investments. The authors of the report estimate that AI will increase global productivity by trillions of dollars. Advanced analytics, ubiquitous machine learning, and deep learning tools alone will grow the global economy by between \$11 trillion and \$17.7 trillion. At the same time, the full implementation of generative AI capabilities in total employee productivity allows total AI economic potential to increase to a range of \$17.1 trillion to \$25.6 trillion.

In a report by McKinsey & Company, *The State of AI in 2023: Generative AI's Breakout Year* (Chui, Yee, Hall, Singla & Sukharevsky, 2023), we can see that during the period of the emergence of the ChatGPT tool, the difficulty of finding specialists in particular fields decreased by a few to several percent, as can be seen in Figure 2. The most significant decreases were recorded for occupations such as AI data scientists, translators, data architects, software engineers, data engineers, design specialists and data-visualisation specialists.

Figure 2.

Results of an analysis of the difficulty of sourcing specialists for selected ICT positions – comparison 2022 vs 2023



Source: Chui, Yee, Hall, Singla & Sukharevsky, 2023.

4. Analysis of the Polish labour market in the context of AI

This section analyses the dataset "Polish job offers in AI" (Kaggle, 2023), which provides information on the interest of the IT market in jobs relating to artificial intelligence. The dataset was developed based on data downloaded from the No Fluff Jobs portal, which has been operating in the Polish market since 2014. The portal is distinguished by the fact that each employer has to specify a number of details in their advertisements, such as salary range, technologies, software, etc. This makes it an excellent place to look for IT jobs in Poland, especially for people with a lot of experience and skills.

The collection contains 19 files. Each file contains a snapshot of job vacancies in one of the months between June 2022 and December 2023. The entire database contains 787 records. Each record consists of seven attributes providing information on:

- Identifier: the unique identification number of the offer each month (local value),
- Job title: the name of the job,
- Position level: whether it is a senior level position (yes, if the title contains at least one of the words senior, expert, or lead),
- Company: the company's name,
- Location: place of work,
- Salary: usually given in the form of a range,
- Salary currency: the currency in which the salary is given.

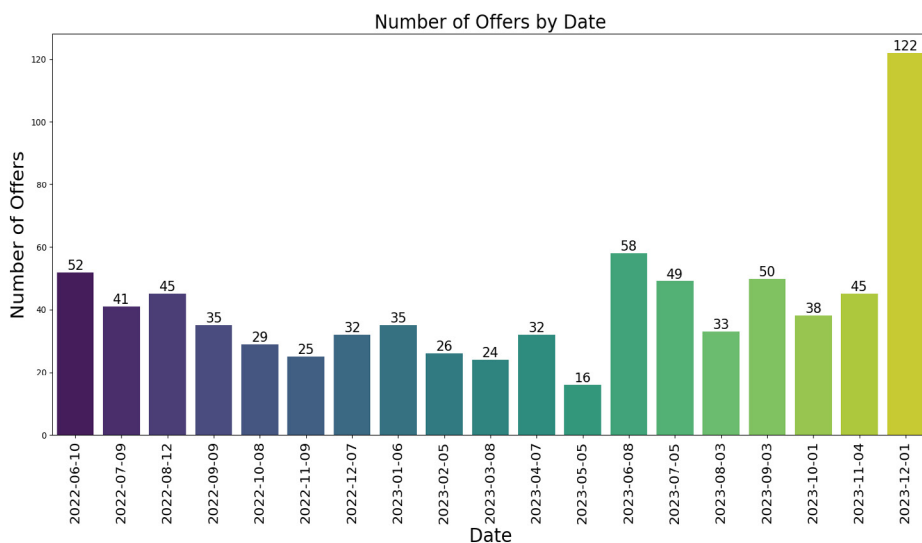
Figure 3 shows the number of AI-related job offers during the period analysed. December 2023 was characterised by a record-high number of job offers, which may indicate an increased demand for AI professionals

towards the end of the year. This sudden increase could be due to the intensification of AI-related projects or the hiring plan for the next financial year.

However, a deeper understanding of these trends is achieved when considering the findings from the 2023 BulldogJob IT Industry Report (BulldogJob, 2023). According to this report, the largest portion of professionals working in AI-related fields in Poland consists of data scientists (61%), with machine learning engineers (27%) and AI engineers (8.5%) making up the remaining workforce. This distribution suggests that while there is a general demand for AI skills, employers may be seeking candidates with a broader data science or machine learning background rather than specific AI roles. Such insights offer additional context to the observed rise in job offers for senior AI positions, as companies may value cross-disciplinary expertise to tackle complex AI challenges.

Figure 3.

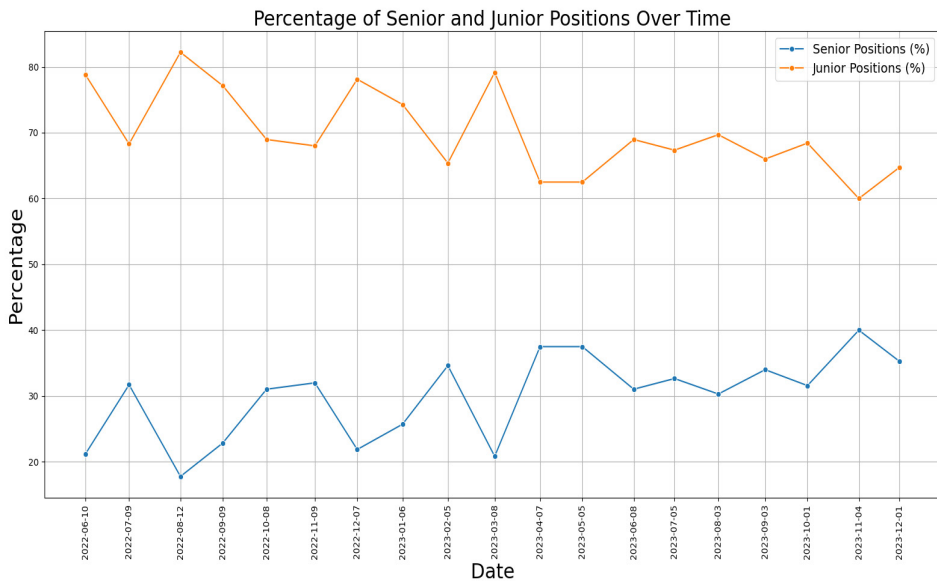
Graph of the number of job vacancies by month



Source: own elaboration based on the dataset "Polish job offers in AI":
<https://www.kaggle.com/datasets/michau96/polish-job-offers-at-ai/>

Figure 4 illustrates the gradual decline in the proportion of junior positions and the increase in senior positions over the period analysed. The proportion of offers for juniors is steadily decreasing, while the demand for professionals with more experience is increasing. This trend aligns with the BulldogJob report, which shows that most AI-related professionals in Poland hold mid-level or senior positions (48% and 17%, respectively). Only 25% are at the junior level, which reflects the observed shift in demand from entry-level to more experienced roles. This could be due to the complexity of AI projects requiring advanced skills or the need for experienced professionals to implement sophisticated solutions efficiently.

Figure 4.
Chart of the percentage of senior and junior posts



Source: own elaboration based on the dataset "Polish job offers in AI":
<https://www.kaggle.com/datasets/michau96/polish-job-offers-at-ai/>

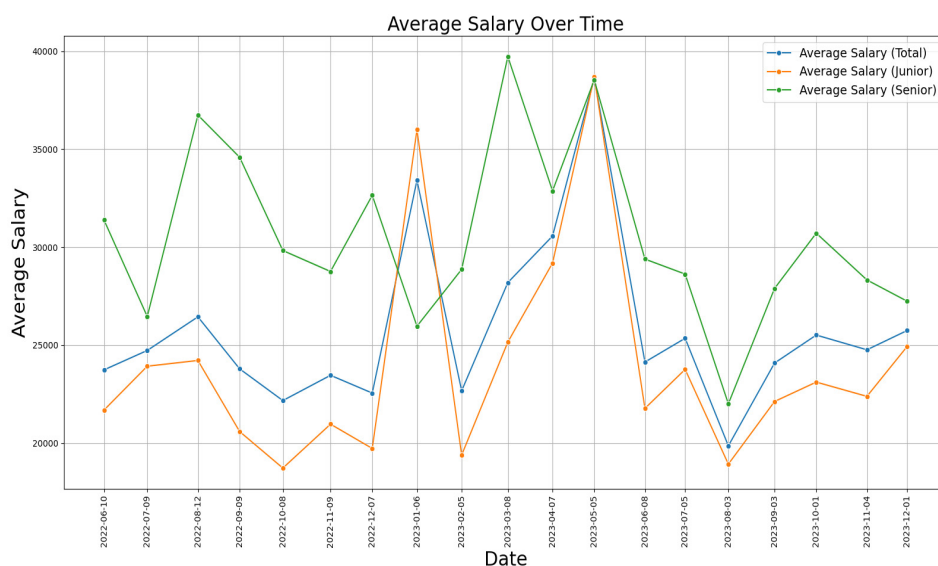
Similarly, Figure 5 shows the average salaries offered for AI-related positions. It is surprising to observe shaky salaries that do not show an up-

ward trend despite the increasing demand for specialists. Furthermore, a flattening of the gap between senior and junior salaries is apparent. This may be due to several factors:

- An increase in the number of experienced professionals in the market may lead to a stabilisation of salaries.
- Organisations may reduce salary budgets, resulting in a need for salary increases.
- The introduction of generative AI may reduce the need to hire more staff, affecting salary negotiations.

Figure 5.

Graph of average salaries offered



Source: own elaboration based on the dataset "Polish job offers in AI":

<https://www.kaggle.com/datasets/michau96/polish-job-offers-at-ai/>

The BulldogJob report further supports these findings, showing that the skills in high demand for AI roles include machine learning (77%), statistical analysis (69%), and supervised learning (68%). This overlap suggests that candidates with a robust data science background are well-suited to meet the current demands of AI roles. Additionally, the stabilization in

salary growth may be a result of the high availability of skilled professionals, as indicated by the extensive presence of professionals with higher academic qualifications (51% hold a master's degree).

In conclusion, while this dataset provides insightful trends in the AI job market in Poland, integrating findings from the BulldogJob 2023 report enhances the analysis by offering a comprehensive view of the current workforce profile, educational background, and technological skills prevalent in the Polish AI sector. This broader context underscores the significance of experienced professionals and aligns with the broader industry's shift towards advanced, interdisciplinary roles in AI and data science.

5. Challenges for the higher education system

One of the main problems standing in the way of effectively exploiting the benefits of the AI revolution is the inadequacy of educational methods and offers at Polish universities (Bielińska-Dusza, 2022).

In the context of education and economic development, artificial intelligence plays a key role. Technological transformations are leading to a metaverse economy and an attention economy in which digital life is becoming equivalent to physical life. AI is transforming education, healthcare and international relations, introducing new business and industrial models (Kulkov, 2021). Developing an AI-driven economy means emerging new sectors and breakthroughs in technological areas such as FinTech, HealthTech, BioTech, AgriTech or EduTech.

The development of these sectors shows how technology is infiltrating different areas of life and the economy, often creating entirely new business models and opportunities for innovation. Many of these areas benefit from advanced technologies, such as artificial intelligence, big data, the Internet of Things (IoT) or blockchain, further driving their growth and impact on society.

Thus, new digital competencies will be crucial to meet these challenges. This will require a significant transformation in the higher education system to educate the engineers of the future who are equipped with these competencies.

Such challenges include:

- Integrating advanced data analytics into curricula – a skill that has become indispensable over the past few years due to the Big Data era. Organisations increasingly use data analytics and AI to make business decisions (Davenport & Ronanki, 2018). Therefore, universities should introduce courses on data analytics, statistics, and information processing tools.
- Developing digital fluency and computational thinking – these are among the fundamental skills of the 21st century. They include problem-solving, system design and understanding human behaviour using computer concepts (Wing, 2006). Developing such skills will prepare students to work with advanced technologies.
- Education in artificial intelligence in its broadest sense – current algorithms can surpass human capabilities in some aspects. Future engineers must know not only how to use these tools, but also how they work and be aware of the potential risks associated with these technologies.
- Training in soft skills and interdisciplinarity – according to The Future of Jobs Report 2020 (World Economic Forum, 2020), skills such as critical thinking, creativity and emotional intelligence will be increasingly valued in the job market. AI may automate many technical tasks, but soft skills will remain uniquely human and essential for management and innovation.
- Cooperation with the socio-economic environment and investment in modern infrastructure – partnerships between universities

and the private sector enable curricula to be updated in line with current trends and market needs. The participation of practitioners in the teaching of future human resources is essential in the process of filling employment gaps. Equally important are investments in modern laboratories and software – including software based on AI technologies. Corporate social responsibility should oblige companies to invest in the universities from which they draw job candidates.

Education must evolve to develop the skills needed for a future where artificial intelligence plays a central role. The higher education system can only prepare graduates to operate effectively in the future's complex and dynamic professional environment by proactively addressing these challenges.

6. Projections and conclusions

The analysis conducted as part of this paper indicates dynamic changes in the Polish AI labour market. The record increase in the number of jobs offered in December 2023 and the growing share of senior positions indicate that companies are intensifying their efforts to implement AI solutions. At the same time, the volatility of salaries and the flattening of pay gaps between positions may pose a challenge for attracting and retaining talent in this field.

At the same time, the perceived trend towards equalising senior and junior offers may lead to significant difficulties for young, inexperienced ICT graduates in entering the labour market and seeking student placements. Despite the decreasing difficulties in recruiting ICT professionals and recent layoffs in technology companies, predicting a sharp slump in the ICT labour market may be premature and unjustified.

However, it is necessary to highlight the challenges facing higher education in educating future engineers. Many years ago, Ray Kurzweil predicted (Kurzweil, 2005) that AI technology would soon surpass the human brain's capabilities, leading to revolutionary societal changes. To adequately prepare future engineers for these changes, an adaptation of the higher education system that considers the development of competencies in data analytics, digital proficiency and interdisciplinarity is necessary.

The conclusions of this study indicate the need for a proactive approach to the challenges of the labour market and education in the age of the AI revolution. Through close cooperation between the private sector, universities and state institutions, it will be possible to effectively exploit the potential of artificial intelligence and ensure that the Polish economy and society will be ready for future challenges.

Acknowledgements

The authors are thankful to the Deanship of Graduate Studies and Scientific Research at the University of Bisha for supporting this work through the Fast-Track Research Support Program.

Bibliography

- Andresen, S. L. (2002). John McCarthy: Father of AI. *IEEE Intelligent Systems*, 17(5), 84–85. <https://doi.org/10.1109/MIS.2002.1039837>
- 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. *Journal of AI*, 7(1), 52–62. <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>
- Bielińska-Dusza, E. (2022). Transformacja technologiczna przedsiębiorstw jako skutek zastosowania sztucznej inteligencji. *Organizacja i Kierowanie*, 2(191), 189–208.

- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., Henke, N., & Trench, M. (2017). *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?* McKinsey & Company.
- BulldogJob. (2023). *Raport z badania społeczności IT 2023: Data Science/ML/AI*. <https://bulldogjob.pl/it-report/2023>
- Chui, M., Hazan, E., Roberts, R., Singla, A., & Smaje, K. (2023). *The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier*. McKinsey & Company.
- Chui, M., Yee, L., Hall, B., Singla, A., & Sukharevsky, A. (2023). *The State of AI in 2023: Generative AI's Breakout Year*. McKinsey & Company.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.
- Ebert, C., & Louridas, P. (2023). Generative AI for Software Practitioners. *IEEE Software*, 40(4), 30–38. <https://doi.org/10.1109/MS.2023.3265877>
- European Parliament. (2020). *What is artificial intelligence, and how is it used?* <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20200827STO85804/what-is-artificial-intelligence-and-how-is-it-used>
- Google Trends. (n.d.). *Exploration of trends for "chatgpt"*. <https://trends.google.com/trends/explore?q=%2Fg%2F11khcfz0y2&hl=en>
- IBM Research. (2023). *What is Generative AI?* <https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI>
- Kaggle. (2023). *Polish job offers at AI Dataset*. <https://www.kaggle.com/datasets/michau96/polish-job-offers-at-ai/>
- Kulkov, I. (2021). The Role of Artificial Intelligence in Business Transformation: A Case of Pharmaceutical Companies. *Technology in Society*, 66, 101656. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101656>
- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Viking Press.
- Li, M. M., Reinhard, P., Peters, C., Oeste-Reiss, S., & Leimeister, J. M. (2023). A value co-creation perspective on data labeling in hybrid intelligence systems: A design study. In *Information Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102311>

- Ministry of Digital Affairs of the Government of the Republic of Poland. (n.d.). *Czym jest sztuczna inteligencja?* <https://www.gov.pl/web/ai/czym-jest-sztuczna-inteligencja2>
- Oxari. (2023). *Czym jest ITSM i jakie korzyści może przynieść twojej firmie?* <https://www.oxari.com/pl/blog/czym-jest-itsm-i-jakie-korzysci-moze-przyniesc-twojej-firmie>
- Peng, S., Zou, Y., Zhao, Y., Li, J., Chen, Y., Wang, R., & Zou, J. (2023). *The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot*. arXiv, 2302.06590. <http://arxiv.org/abs/2302.06590>
- Schuchmann, S. (2019). *Analysing the Prospect of an Approaching AI Winter*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10932.91524>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

Zróżnicowanie postrzegania globalnych zagrożeń przez polskich ósmoklasistów – wyniki międzynarodowego badania ICCS

MICHAŁ SITEK^{*1}, OLGA WASILEWSKA^{**2}, E. BARBARA OSTROWSKA^{***2}

¹ Instytut Filozofii i Socjologii PAN

² Instytut Badań Edukacyjnych

W artykule przeanalizowano postrzeganie globalnych zagrożeń przez polskich ósmoklasistów uczestniczących w Międzynarodowym Badaniu Kompetencji Obywatelskich (ICCS 2022). Celem analiz było zidentyfikowanie grup uczniów różniących się pod względem percepcji zagrożeń oraz określenie czynników wpływających na te percepcje. Modelowanie techniką klas ukrytych wskazuje na istnienie czterech głównych grup, które różnią się stopniem zaniepokojenia zagrożeniami oraz – w mniejszym stopniu – ich rodzajem. Analizy regresji sugerują, że różnice w postrzeganiu zagrożeń korelują z płcią uczniów oraz ich wynikami w teście wiedzy i rozumienia kwestii obywatelskich. Status społeczno-ekonomiczny oraz lokalizacja szkoły nie mają istotnego wpływu na przynależność do poszczególnych klas, po uwzględnieniu w modelowaniu wyników uczniów w teście ICCS. Analizy podkreślają znaczenie edukacji obywatelskiej w kształtowaniu świadomości zagrożeń globalnych.

SŁOWA KLUCZOWE: percepcja zagrożeń globalnych, edukacja obywatelska, świadomość ekologiczna młodzieży, badanie ICCS

* E-mail: michal.sitek@ifispan.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9022-6211>

** E-mail: o.wasilewska@ibe.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1592-0331>

*** E-mail: b.ostrowska@ibe.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5975-3339>

Differentiating Polish eighth graders' perceptions of global threats: Results of the ICCS study

The article analyzes the perceptions of global threats by Polish eighth-graders participating in the Polish part of the International Civic and Citizenship Education Study (ICCS 2022). The aim of the analysis was to identify groups of students who differ in their threat perceptions and to determine the factors that influence these perceptions. Latent class modelling indicates the presence of four main groups that differ in their degree of concern about threats and, to a lesser extent, their type. Regression analyses suggest that differences in threat perceptions correlate with students' gender and their scores on a test of civic knowledge and understanding. Socioeconomic status and school location have no significant effect on class membership, once students' scores on the ICCS test are controlled. The analyses underscore the importance of civic education in developing awareness of global threats.

KEYWORDS: perception of global threats, civic education, youth environmental awareness, ICCS study

1. Wprowadzenie

Współczesny świat jest coraz bardziej połączony, a lokalne zagrożenia mogą szybko przekształcić się w globalne problemy, co dobitnie uświadomiła wszystkim pandemia COVID-19. Pokazuje to wyzwania stojące przed społeczeństwem, w szczególności konieczność rozwoju kompetencji związanych z globalnym obywatelstwem. Młodzi ludzie odgrywają kluczową rolę w rozumieniu i reagowaniu na globalne zagrożenia, które w przyszłości będą ich bezpośrednio dotyczyć, począwszy od wojen i terroryzmu, przez zmiany klimatu, aż po inne zagrożenia środowiskowe. Aby skutecznie stawić czoła tym wyzwaniom, młodzież potrzebuje wiedzy, świadomości oraz motywacji do działania na rzecz określonych rozwiązań. Wyniki badań pokazują, że postrzeganie zagro-

żeń, np. znaczenia zmian klimatu, warunkuje zaangażowanie w działania na rzecz ich ograniczania (zob. np. Bord, O'Connor i Fisher, 2000).

Młodzież wyróżnia się w postrzeganiu zagrożeń globalnych, zwłaszcza zmian klimatycznych, z kilku powodów. Po pierwsze, jest bardziej otwarta na nowe informacje, a wzrost wiedzy na ten temat często prowadzi do większej troski o skutki tych zmian. Świadomość, że to oni będą musieli żyć z konsekwencjami kryzysu klimatycznego, wzmacnia ich zaangażowanie. Po drugie, młodzi ludzie są mniej podatni na wpływy polityczne i ideologiczne, które mogą kształtować postawy dorosłych (Stevenson, Peterson i Bondell, 2019). Ponadto częściej angażują się w problemy globalne, a edukacja odgrywa istotną rolę w budowaniu ich świadomości i poczucia odpowiedzialności za przyszłość planety.

W literaturze brakuje pogłębionych badań dotyczących polskiej młodzieży w kontekście percepcji zagrożeń globalnych. Niniejsze badanie wypełnia tę lukę, wykorzystując analizę klas latentnych w połączeniu z modelowaniem regresyjnym – zaawansowanym podejściem statystycznym, które dostarcza głębszego wglądu w strukturę danych i relacje między zmiennymi. Takie podejście wnosi znaczącą wartość dodaną w porównaniu do prostego opisu częstości odpowiedzi czy analizy czynnikowej. Pozwala na identyfikację konkretnych grup uczniów o różnych wzorcach zaniepokojenia, zrozumienie czynników wpływających na te postawy oraz sformułowanie praktycznych rekomendacji dla edukacji i interwencji społecznych. Dzięki temu możemy nie tylko określić, które zagrożenia są postrzegane jako istotne, ale także zrozumieć wzorce zaniepokojenia wśród uczniów oraz przyczyny większego lub mniejszego zaniepokojenia niektórych z nich, co nie wynika z prostych statystyk opisowych.

Głównym celem tego artykułu jest odpowiedź na dwa zasadnicze pytania badawcze: 1) Czy jest możliwe wyróżnienie kategorii uczniów

w Polsce, a jeśli tak, to jakich, w odniesieniu do postrzegania przez nich zagrożeń dla świata?; 2) Jakie czynniki przewidują przynależność uczniów do tych grup? Odpowiadając na drugie pytanie, uwzględniono przemysłany zestaw wskaźników, w tym status społeczno-ekonomiczny (SES), płeć, urbanizację szkoły oraz poziom wiedzy i rozumienia kwestii obywatelskich (mierzonych testem wykorzystywanym w badaniu ICCS).

Włączenie określonych predyktorów do modelu regresji opiera się na przesłankach teoretycznych oraz ich znaczeniu dla celów badawczych. Włączenie statusu społeczno-ekonomicznego jako predyktora opiera się na jego znaczeniu w badaniach edukacyjnych. Wyższy SES często wiąże się z lepszym dostępem do zasobów i większą świadomością globalnych problemów, co może wpływać na postrzeganie zagrożeń. Istnieje jednak możliwość, że wprowadzenie wiedzy i rozumienia kwestii obywatelskich jako zmiennej pośredniczącej w modelu osłabi bezpośredni wpływ SES. Płeć jest kolejnym ważnym czynnikiem, ponieważ badania wskazują, że kobiety częściej wyrażają większą troskę o problemy środowiskowe, co wynika z różnic w socjalizacji i wartościach. Urbanizacja szkoły, czyli jej położenie w większym mieście, na wsi lub w małym mieście, może potencjalnie wpływać na dostęp uczniów do informacji i zasobów edukacyjnych. Do uczniów z obszarów miejskich mogą częściej docierać informacje o globalnych zagrożeniach. Wiedza obywatelska mierzona wynikami testu ICCS odzwierciedla świadomość obywatelską uczniów. Wyższa wiedza i rozumienie kwestii obywatelskich może prowadzić do większej świadomości zagrożeń, jednak – podobnie jak w przypadku SES – wpływ ten może być słabszy, jeśli uwzględnimy w modelu inne zmienne¹.

¹ Wprowadzenie wyniku testu ICCS jako zmiennej pośredniczącej w modelu SEM może osłabić bezpośredni wpływ statusu społeczno-ekonomicznego (SES) na przynależność do klas, bo część wpływu będzie pośrednia (wyższy SES zwykle wiąże się z wyższymi wynikami).

Model koncentruje się jedynie na kilku kluczowych zmiennych, takich jak: SES, płeć, urbanizacja i wiedza obywatelska, co pozwala zachować prostotę i zwiększyć interpretowalność wyników. W szczególności chcieliśmy, żeby nasze zmienne były w miarę możliwości uprzednie (*antecedent*) w stosunku do świadomości zagrożeń oraz aby nasz model był bardziej uogólniony i unikał nadmiernego dopasowania do danych (*overfitting*).

2. Przegląd literatury

W literaturze naukowej oraz zorientowanej na praktykę rośnie zainteresowanie postawami młodzieży wobec zagrożeń globalnych oraz znaczeniem edukacji obywatelskiej w kształtowaniu ich postaw. Wyraźnie widoczna jest jednak potrzeba dalszych badań, szczególnie w kontekście polskim, aby lepiej zrozumieć specyfikę percepcji zagrożeń globalnych wśród polskiej młodzieży i jej uwarunkowań.

Współczesna młodzież coraz bardziej niepokoi się globalnymi zagrożeniami, takimi jak: zmiany klimatyczne, ubóstwo i terroryzm, które postrzega jako powiązane kryzysy (Reysen i Katzarska-Miller, 2013). Badania analizujące percepcję młodych ludzi przypisują te obawy do trzech głównych kategorii: środowiskowej – zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska (Ojala, 2015; D’Uggento, Piscitelli, Ribecco i Scepti, 2023), ekonomicznej (np. ubóstwo, bezrobocie) oraz społeczno-politycznej (np. terroryzm, przestępczość). Postawy wobec tych zagrożeń, w tym ich świadomość, są często rozpatrywane w kontekście teorii globalnego obywatelstwa i dostrzegania w edukacji szans na kształcenie przyszłych obywateli świata, którzy są świadomi globalnych zagadnień, takich jak: zmiany klimatyczne, nierówności społeczne czy prawa człowieka. Zagadnienia te wpisują się w nurt badań w socjologii młodzieży, który próbuje analizować powód identyfikowania się wielu młodych

ludzi z ruchami proekologicznymi i społecznymi (Reysen i Katzarska-Miller, 2013; D'Uggento i in., 2023). Globalne obywatelstwo odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu postaw młodzieży wobec tych wyzwań, promując zrozumienie współzależności między krajami oraz odpowiedzialność za przyszłość naszej planety (Davies, 2006; Ibrahim, 2005).

Międzynarodowe badanie ICCS (International Civic and Citizenship Education Study) jest unikalnym źródłem informacji na temat percepcji globalnych zagrożeń wśród młodzieży, znacząco przyczyniając się do zrozumienia, jak edukacja obywatelska kształtuje te postawy (Schulz, Ainley, Fraillon, Losito i Agrusti, 2018). Wyniki badania ICCS z 2016 roku pokazały, że świadomość młodych ludzi na temat zagrożeń, takich jak: zmiany klimatyczne, ubóstwo i terroryzm, jest silnie powiązana z ich wiedzą obywatelską oraz zaangażowaniem (Kessler, 2021; Treviño i in., 2022). Analiza przeprowadzona przez Ernesto Treviño i współpracowników (2022), oparta na danych z ICCS 2016, zidentyfikowała grupy młodzieży zróżnicowane pod względem postrzegania zagrożeń globalnych, takich jak: zmiany klimatyczne, konflikty zbrojne, zanieczyszczenie środowiska, ubóstwo i przeludnienie. Za pomocą analizy klas latentnych (LCA) wyłoniono model czteroklasowy. Największa grupa, dominująca w większości krajów, charakteryzowała się wysokim poziomem świadomości globalnych zagrożeń, uznając za kluczowe zarówno problemy ekologiczne, jak i społeczne. Grupa ta, określana jako „świadoma”, wykazywała szerokie zrozumienie wyzwań związanych z takimi problemami, jak: zmiany klimatu, ubóstwo, konflikty zbrojne i zanieczyszczenie środowiska. Mniejsze grupy młodzieży wykazywały bardziej selektywne podejście do zagrożeń. W niektórych krajach wyraźnie wyróżniała się grupa koncentrująca się na zagrożeniach środowiskowych, takich jak zmiany klimatyczne czy utrata bioróżnorodności (Gómez-Román i in., 2020). W innych regionach, zwłaszcza w Ameryce Łacińskiej, młodzież

większy nacisk kładła na zagrożenia społeczne i polityczne, takie jak: konflikty zbrojne, terroryzm czy przemoc. Najmniejsza grupa składała się z uczniów o niskim poziomie świadomości zagrożeń, dostrzegających jedynie wybrane wyzwania globalne (Treviño i in., 2022). Porównania międzykrajowe pokazały znaczne zróżnicowanie percepcji zagrożeń w zależności od kontekstu społeczno-politycznego i kulturowego. Młodzież z krajów europejskich, takich jak Finlandia czy Norwegia, wykazywała większą świadomość problemów środowiskowych (Marquart-Pyatt, 2012), natomiast w krajach Ameryki Łacińskiej, takich jak Meksyk i Chile, młodzież była bardziej zaniepokojona kwestiami związanymi z przemocą i konfliktami (Treviño i in., 2022). Nowa edycja badania z 2022 roku umożliwia w przypadku części krajów porównania w czasie, które pokazują, że wydarzenia takie jak pandemia COVID-19 czy konflikty zbrojne w sąsiednich krajach mogą znacząco wpływać na percepcję zagrożeń wśród młodzieży (Schulz i in., 2022).

W Polsce przeprowadzono dotychczas niewiele badań skupiających się na percepcji zagrożeń globalnych wśród młodzieży. Dane z badania PISA (Programme for International Student Assessment) dostarczają ogólnych informacji na temat kompetencji uczniów, w tym ich postaw wobec problemów globalnych. W założeniach badania duży nacisk położono na zagadnienia związane ze środowiskiem naturalnym, wykorzystaniem zasobów i różnorodnością biologiczną oraz zagrożeniami ekologicznymi. W badaniu mierzono też świadomość uczniów na temat globalnych problemów, pytając ich o znajomość siedmiu kluczowych zagadnień, takich jak: zmiany klimatyczne, zdrowie globalne, migracje, konflikty międzynarodowe, głód, przyczyny ubóstwa i równość płci. Wyniki ujawniły znaczne różnice między krajami pod względem świadomości globalnej. Porównania międzynarodowe pokazały, że dziewczęta cechuje zazwyczaj większa świadomość niż chłopcy (w Polsce

różnica była nieistotna statystycznie), a uczniowie z zamożniejszych środowisk byli bardziej świadomi niż ci z mniej uprzywilejowanych. Poziom świadomości był także skorelowany z mierzonymi w badaniu PISA umiejętnościami rozumowania w naukach przyrodniczych (OECD, 2020; Ostrowska i Spalik, 2020). Uczniowie zostali także zapytani o prognozy dotyczące przyszłości środowiska naturalnego w ciągu najbliższych 20 lat. Oceniali m.in. zanieczyszczenie powietrza, wymieranie gatunków, wycinanie lasów, wyczerpywanie zasobów wody i wzrost emisji gazów cieplarnianych. Większość polskich uczniów wyrażała pesymizm, przewidując pogorszenie się sytuacji lub brak zmian. Jedynym wyjątkiem była kwestia zagospodarowania odpadów jądrowych, w stosunku do której uczniowie byli bardziej optymistyczni (Chrzanowski, Ostrowska i Ściślewska, 2022).

Jednym z nielicznych badań skupiających się na tej tematyce w Polsce jest badanie zlecone w 2022 roku przez Centrum Edukacji Obywatelskiej. W badaniu przeprowadzonym techniką CAWI na ogólnopolskim panelu badawczym wśród 500 osób w wieku 13–19 lat młodzież wyraźnie wyróżniała niektóre globalne wyzwania jako bardziej istotne. Badanym przedstawiono szeroki zakres problemów, wśród których znalazły się kwestie związane z: pokojem i konfliktami na świecie, zmianą klimatu, równością płci, migracjami, ochroną różnorodności biologicznej, zrównoważoną produkcją, konsumpcjonizmem oraz wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Młodzież wyraźnie wyróżniała niektóre globalne wyzwania jako bardziej istotne. Jako kluczowe problemy najczęściej identyfikowano pokój i konflikty na świecie, zmianę klimatu oraz epidemie, co odzwierciedla bieżące globalne kryzysy i ich bezpośredni wpływ na życie codzienne. Inne zagadnienia, takie jak migracje czy różnorodność biologiczna, były rzadziej uznawane za ważne, co może być związane z percepcją ich bezpośredniego wpływu na osobiste do-

świadczenia badanych. Jak podkreślają autorzy badania, postrzeganie problemów globalnych przez młodych ludzi w Polsce jest stosunkowo wąskie i kształtowane pod wpływem dyskursu publicznego oraz bieżących wydarzeń (Tędziegolska i Walczak, 2022).

Warto dodać, że w Polsce podstawa programowa w kształcie obowiązującym w latach 2017–2023, a więc w okresie prowadzenia analizowanego badania ICCS 2022, obejmowała omawianie wielu spośród przedstawionych zagrożeń, zwykle uwzględnianych raczej punktowo na różnych przedmiotach i etapach edukacyjnych oraz w różnym zakresie. Przykładowo w szkole podstawowej kwestie zagrożeń środowiskowych obecne była przede wszystkim na lekcjach biologii i geografii, a problemy związane z bezpieczeństwem czy terroryzmem punktowo występowały np. na lekcjach edukacji dla bezpieczeństwa czy techniki. W trochę większym zakresie zagadnienia te omawiano dopiero w szkole ponadpodstawowej, np. na przedmiocie wiedza o społeczeństwie. Kwestie zależności globalnych czy problemów społecznych na poziomie globalnym występowały w niewielkim stopniu w szkołach ponadpodstawowych, przede wszystkim na przedmiocie wiedza o społeczeństwie na poziomie rozszerzonym, a więc z tymi treściami miała do czynienia tylko część uczniów.

Analiza klas latentnych (LCA) to procedura statystyczna, której celem jest identyfikacja jakościowo odmiennych podgrup w populacji, często dzielących pewne cechy zewnętrzne (Hagenaars i McCutcheon, 2002). LCA zakłada, że przynależność do nieobserwowanych grup (klas) można wyjaśnić na podstawie wzorców odpowiedzi na pytania ankietowe. W LCA uczestnicy badania są klasyfikowani na podstawie odpowiedzi na zmienne wskaźnikowe, które są kategoryczne. Technicznie rzecz biorąc, LCA służy do wykrywania ukrytej (latentnej) heterogeniczności w próbach (Hagenaars i McCutcheon, 2002). Metoda LCA różni się od tradycyj-

nych technik statystycznych, takich jak regresja czy analiza czynnikowa, ponieważ zamiast badać związek między zmiennymi, koncentruje się na wykrywaniu grup osób, które w podobny sposób reagują na zestaw zmiennych (Masyn, 2013). Oznacza to, że za pomocą LCA możliwe było pogrupowanie respondentów według podobnych wzorców percepcji zagrożeń, co pozwoliło na wyłonienie ukrytych klas (profilu) w populacji.

3. Metodologia

3.1. Dane i próba badawcza

Dane wykorzystane w artykule pochodzą z polskiej części badania ICCS 2022, które jest międzynarodowym badaniem dotyczącym kompetencji obywatelskich uczniów, prowadzonym w ósmym roku edukacji szkolnej. Inicjatorem i głównym organizatorem badania jest Międzynarodowe Stowarzyszenie Mierzenia Osiągnięć Szkolnych (IEA). Badanie ICCS 2022 zrealizowano w 22 krajach i 2 niemieckich landach (Nadrenia-Północna Westfalia i Szlezwik-Holsztyn). W Polsce badanie przeprowadzono od 14 marca do 29 kwietnia 2022 roku, a za jego realizację odpowiadał Instytut Badań Edukacyjnych. Próba badawcza była dwustopniowa: w pierwszym etapie losowano szkoły, a następnie w każdej szkole jeden lub dwa oddziały klasowe. Ostatecznie w badaniu wzięło udział 4434 uczniów klas ósmych. Badanie pozwala wnioskować o wszystkich polskich ósmoklasistach.

3.2. Narzędzia badawcze i zmienne

Do analizy wykorzystano dane obejmujące odpowiedzi młodzieży (ósmoklasistów) na pytania związane z percepcją globalnych zagrożeń. Respondenci zostali poproszeni o ocenę tego, w jakim stopniu uważają różne problemy za istotne zagrożenie dla przyszłości świata. Odpowiedzi („w dużym stopniu”, „w średnim stopniu”, „w niewielkim stopniu”

i „wcale”) były mierzone na czterostopniowej skali Likerta. Ze względu na relatywnie niewielki odsetek uczniów wybierających opcję odpowiedzi „wcale” tę kategorię połączono z opcją „w niewielkim stopniu”.

Głównym celem analizy była przyporządkowanie uczniów do grup ze względu na intensywność i rodzaj postrzeganych zagrożeń. W naszym badaniu metoda ta pozwoliła na określenie różnych profili młodzieży w Polsce pod względem percepcji globalnych zagrożeń, m.in. takich jak: zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska, przeludnienie, globalne kryzysy finansowe i konflikty zbrojne.

Wykorzystano do tego oprogramowanie Mplus 8.10 (Muthén i Muthén, 1998–2023) oraz procedurę R3STEP. Podejście metodologiczne opierało się na rekomendowanej w literaturze trzystopniowej procedurze (Asparouhov i Muthén, 2014; Vermunt, 2010).

W celu uwzględnienia pięciu wartości prawdopodobnych (*plausible values*) opisujących wyniki uczniów w teście ICCS zastosowano imputację. Pozwoliło to na uwzględnienie niepewności pomiaru i zapewniło bardziej precyzyjne oszacowania, zwiększając wiarygodność i dokładność wyników badań (Wu, 2005). Sprawdzone, na ile różnią się odpowiedzi uczniów między szkołami. Dla wszystkich pozycji współczynnik korelacji wewnątrzklasowej (ICC) był niższy niż 1%, co uzasadnia zastosowanie modelu jednopoziomowego. Ze względu na ograniczenia modelu nie było możliwe pełne uwzględnienie schematu losowania opisanego w zbiorze danych za pomocą wag replikacyjnych. Modele statystyczne uwzględniały jednak wagę analityczną oraz identyfikator szkoły jako jednostki grupowania. Zastosowano estymację największej wiarygodności z odpornymi błędami standardowymi (MLR). Braki odpowiedzi imputowano metodą pełnej informacji o maksymalnej wiarygodności (FIML). Z analiz wyłączono dane 69 uczniów, dla których nie było informacji o wartości statusu społeczno-ekonomicznego.

W trzecim kroku analizy wprowadzono następujące predyktory:

- wyniki uczniów w teście ICCS: mierzące poziom wiedzy i rozumienia kwestii obywatelskich przez uczniów – wycentrowane osobno dla każdej wartości prawdopodobnej (*plausible values*);
- status społeczno-ekonomiczny, zmienna o średniej 0 i odchyleniu standardowym 1, dostępna w międzynarodowym zbiorze danych – indeks wyliczono za pomocą trzech wskaźników: statusu zawodu wykonywanego przez rodziców uczniów, poziomu wykształcenia rodziców oraz liczby książek w domu; w wyliczeniu indeksu braki danych imputowano, a ostateczne wartości wyliczono dzięki analizie głównych składowych osobno dla każdego kraju i wystandaryzowano;
- płeć: 1 – dziewczynka, 0 – chłopiec;
- lokalizacja szkoły: zmienna binarna, gdzie 0 oznacza miasto poniżej 100 tysięcy mieszkańców, a 1 – miasto powyżej 100 tysięcy mieszkańców;
- interakcja wyników testu z płcią pozwalająca sprawdzić, czy wpływ wyników testu różni się w zależności od płci;
- interakcja wyników testu z SES umożliwiającą zweryfikowanie, czy status społeczno-ekonomiczny moderuje wpływ wyników testu na szanse przynależności do klasy.

Wprowadzenie tych predyktorów pozwoliło na zbadanie, jakie czynniki wpływają na przynależność uczniów do poszczególnych klas latentnych, a także na identyfikację potencjalnych interakcji między zmiennymi.

4. Wyniki

W analizach LCA dobór rozwiązania klasowego opiera się na kombinacji kryteriów statystycznych i teoretycznej interpretowalności wyników. Wybór liczby klas jest często przedmiotem dyskusji, ale powszechnie

stosowane kryteria obejmują zastosowanie wielu statystyk dopasowania modelu oraz ocenę interpretowalności teoretycznej (Muthén i Muthén, 1998–2023). Jednym z najczęściej używanych wskaźników dopasowania jest Kryterium Informacyjne Bayesa (BIC), które nagradza modele bardziej oszczędne pod względem liczby parametrów, a jego niższe wartości wskazują na lepsze dopasowanie modelu do danych. Podobnie działa Kryterium Informacyjne Akaike (AIC). Różnica między AIC a BIC polega głównie na tym, że AIC mniej penalizuje modele za złożoność w porównaniu do BIC, co może prowadzić do preferowania modeli z większą liczbą parametrów. W ocenie jakości klasyfikacji ważne jest także uwzględnienie diagnostyki klasyfikacyjnej takiej jak entropia, która wskazuje, jak dobrze model definiuje klasy. Przyjmuje się, że wartości entropii bliskie 1 są idealne, a wartości powyżej 0,8 są akceptowalne.

Tabela 1.

*Statystyki dopasowania modeli LCA dla różnych liczebności klas**

Liczba klas	Logarytm wiarygodności	AIC	BIC	Entropia
2 klasy	–38551,536	77193,072	77480,623	0,796
3 klasy	–37753,816	75643,633	76078,156	0,764
4 klasy	–37405,650	74993,301	75574,795	0,771
5 klas	–37172,987	74573,975	75302,440	0,738
6 klas	–36996,215	74266,430	75141,866	0,720

* Tabela przedstawia statystyki dopasowania modeli dla różnych liczebności klas, w tym logarytm wiarygodności, AIC, BIC oraz entropię. Wartość logarytmu wiarygodności maleje (zbliża się do 0) wraz z lepszym dopasowaniem modelu do danych. Niższe wartości AIC i BIC wskazują na lepsze dopasowanie modelu, natomiast entropia bliska 1 oznacza idealną klasyfikację.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ICCS 2022.

W naszej analizie testowano różne modele z liczbą klas w zakresie od 2 do 6, aby określić, który z modeli najlepiej opisuje dane. Kluczowymi wskaźnikami używanymi do wyboru najlepszego modelu były BIC oraz entropia. BIC premiuje modele o mniejszej liczbie parametrów. Niższe wartości BIC oznaczają lepsze dopasowanie modelu. Wartość BIC pomaga ocenić dopasowanie modelu do danych, przy czym niższa wartość BIC wskazuje na lepsze dopasowanie przy jednoczesnym uwzględnieniu złożoności modelu. Natomiast entropia mierzy, na ile jednoznacznie dany model klasyfikuje jednostki do określonych klas. Wyższa wartość entropii (bliska 1) oznacza lepszą jakość klasyfikacji – wyższą pewność przypisania jednostek do określonej klasy.

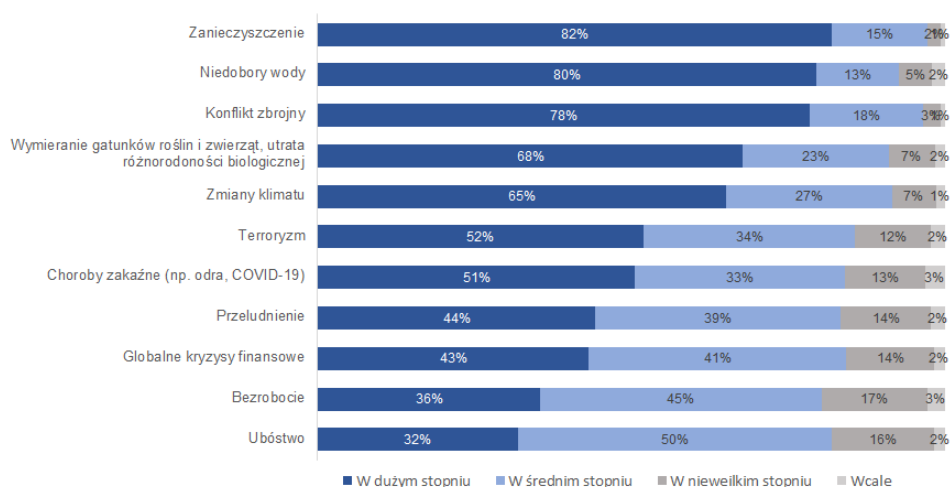
Warto zwrócić uwagę na to, że model z 2 klasami określającymi uczniów jako „bardzo zaniepokojeni” i „mało zaniepokojeni” osiągnął najwyższą wartość entropii na poziomie 0,796, co jest najwyższą wartością spośród porównywanych modeli. Mimo to w analizie stwierdzono, że model z 4 klasami zapewniał najlepsze wyniki pod względem balansu pomiędzy dopasowaniem a jakością klasyfikacji. Osiągnął wartość BIC wynoszącą 75574,795 oraz entropię na poziomie 0,771, co wskazuje na wyraźną poprawę w jakości klasyfikacji w porównaniu do modeli z większą liczbą klas. Choć modele z 5 czy 6 klasami miały nieco niższą wartość BIC, to niższa entropia wskazywała na gorszą separację jednostek do klas.

Wybrany przez nas model 4 klas najlepiej więc równoważył dopasowanie, złożoność i jakość klasyfikacji. Entropia wynosząca 0,771 wskazuje na akceptowalną separację klas. W modelu z 4 klasami klasy 1–4 mają wysokie prawdopodobieństwa przynależności dla swoich głównych członków (od 0,883 do 0,874), co wskazuje na wysoką pewność w przypisaniu uczniów do klas.

Zanim przejdziemy do omówienia wyników modelowania, przyjrzyjmy się rozkładowi odpowiedzi na pytanie ankiety (rysunek 1). W rozkładach odpowiedzi wyraźnie widać, że kwestie związane ze środowiskiem są uznawane za najpoważniejsze zagrożenia dla przyszłości świata. Zdecydowana większość uczniów wskazała zanieczyszczenie i niedobory wody jako kluczowe problemy z perspektywy przyszłości globu. Uczniowie często wskazywali również na zmiany klimatu oraz wymieranie gatunków roślin i zwierząt. Około dwie trzecie uczniów uważa te problemy za bardzo poważne. Konflikt zbrojny jest identyfikowany przez 78% uczniów jako poważne zagrożenie. Wyróżnia to Polskę na tle innych krajów, co – jak zauważają autorzy polskiego raportu – może wiązać się z rosyjską inwazją na Ukrainę, do której doszło w czasie przeprowadzania badania (Wasilewska, 2023).

Rysunek 1.

*Postrzegane zagrożenia dla przyszłości świata według uczniów**



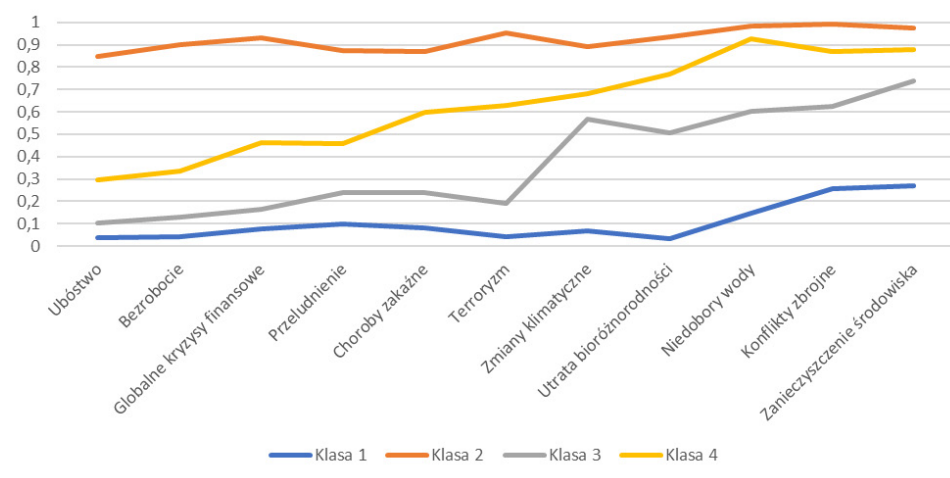
* Dla uproszczenia pominięto braki odpowiedzi na poszczególne pozycje (zależnie od pozycji pytania było to ok. 0,7–1,4% odpowiedzi)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ICCS 2022.

W kontekście zagrożeń ekonomiczno-politycznych, takich jak: ubóstwo, bezrobocie i globalne kryzysy finansowe, polscy uczniowie wydają się mniej zaniepokojeni tymi problemami, co może wskazywać na ich bardziej optymistyczne spojrzenie lub niższą świadomość znaczenia tych kwestii w skali globalnej. Sugeruje to, że młodzież w większym stopniu koncentruje się na wyzwaniach środowiskowych i związanych z bezpieczeństwem niż na aspektach społecznych (rysunek 2).

Rysunek 2.

Prawdopodobieństwa warunkowe odpowiedzi „w dużym stopniu” dla każdej pozycji (zagrożenia) w podziale na 4 klasy latentne



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ICCS 2022.

Na podstawie wyników analizy wyróżniono następujące grupy uczniów:

1. Klasa 1 (5,2%) – „Najmniej zaniepokojeni”

Uczniowie należący do tej klasy wykazują niski poziom zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi. Nie dostrzegają poważnych problemów ani w sferze środowiskowej, ani społeczno-ekonomicznej. Ich świadomość na temat globalnych wyzwań jest ograniczona, a zaangażowanie w refleksję nad takimi kwestiami jak zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska czy konflikty zbrojne jest minimalne.

2. Klasa 2 (17,5%) – „Bardzo zaniepokojeni globalnymi zagrożeniami”

Ta grupa obejmuje uczniów, którzy wyrażają wysoki poziom zaniepokojenia szerokim spektrum zagrożeń globalnych. Są głęboko zaniepokojeni zarówno problemami środowiskowymi, takimi jak zmiany klimatyczne i zanieczyszczenie środowiska, jak i zagrożeniami społeczno-ekonomicznymi i związanymi z bezpieczeństwem, w tym terroryzmem, konfliktami zbrojnymi oraz kryzysami finansowymi.

3. Klasa 3 (31,3%) – „Umiarkowanie zaniepokojeni”

Uczniowie w tej klasie prezentują umiarkowany poziom zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi. Rozpoznają zarówno kwestie środowiskowe, jak i społeczno-ekonomiczne, ale nie priorytetyzują żadnego konkretnego zagrożenia. Ich obawy są zrównoważone i nie wyróżniają się jako szczególnie intensywne w żadnym obszarze, co sugeruje świadomość problemów bez poczucia ich skrajnej pilności.

4. Klasa 4 (46,0%) – „Bardzo zaniepokojeni środowiskiem”

Ta klasa skupia uczniów, którzy są szczególnie zaniepokojeni zagrożeniami środowiskowymi. Kwestie takie jak zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska, utrata bioróżnorodności i niedobory wody stanowią dla nich główne źródło niepokoju. Choć są świadomi zagrożeń społeczno-ekonomicznych, nadają im mniejsze znaczenie. Wysoki poziom troski o środowisko w tej grupie wskazuje na rosnącą świadomość ekologiczną wśród młodzieży i podkreśla wagę, jaką przywiązuje do ochrony środowiska naturalnego.

W celu zbadania wpływu wybranych predyktorów na przynależność uczniów do czterech wyodrębnionych wcześniej klas latentnych przeprowadzono analizę wielowartościowej regresji logistycznej i określono wpływ poszczególnych zmiennych i ich wybranych interakcji.

Tabela 2.

Wyniki wielowartościowej regresji logistycznej przewidującej przynależność do klasy*

Zmienna	Współczynnik regresji logistycznej	Błąd standardowy	Wartość z	Wartość p	Iloraz szans (OR)	95-procentowy przedział ufności OR
Klasa 2 vs. Klasa 1						
Wynik w teście ICCS	0,007	0,002	3,885	< 0,001	1,007	1,004–1,011
SES	–0,08	0,158	–0,504	0,614	0,924	0,678–1,258
Dziewczynka	1,181	0,286	4,126	< 0,001	3,257	1,859–5,706
Szkoła w miejscowości > 100 tys. mieszkańców	0,065	0,248	0,263	0,792	1,068	0,656–1,737
Interakcja płęć i SES	–0,003	0,001	–2,379	0,017	0,997	0,995–0,999
Interakcja płęć i wynik ICCS	0,004	0,003	1,632	0,103	1,004	0,999–1,009
Klasa 3 vs. Klasa 1						
Wynik w teście ICCS	0,008	0,002	4,195	< 0,001	1,008	1,004–1,011
SES	–0,097	0,147	–0,657	0,511	0,908	0,681–1,211
Dziewczynka	0,62	0,291	2,13	0,033	1,858	1,051–3,287
Szkoła w miejscowości > 100 tys. mieszkańców	0,278	0,215	1,293	0,196	1,321	0,866–2,014
Interakcja płęć i SES	–0,002	0,001	–1,483	0,138	0,998	0,996–1,001
Interakcja płęć i wynik ICCS	0,005	0,003	1,743	0,081	1,005	0,999–1,010

Zmienna	Współczynnik regresji logistycznej	Błąd standardowy	Wartość z	Wartość p	Iloraz szans (OR)	95-procentowy przedział ufności OR
Klasa 4 vs. Klasa 1						
Wynik w teście ICCS	0,009	0,002	5,134	< 0,001	1,009	1,006–1,012
SES	–0,185	0,14	–1,328	0,184	0,831	0,632–1,092
Dziewczynka	1,13	0,28	4,031	< 0,001	3,094	1,787–5,360
Szkoła w miejscowości > 100 tys. mieszkańców	0,263	0,217	1,209	0,227	1,3	0,850–1,990
Interakcja płeć i SES	–0,003	0,001	–2,248	0,025	0,997	0,995–1,000
Interakcja płeć i wynik ICCS	0,004	0,003	1,478	0,139	1,004	0,999–1,009

*Tabela przedstawia wyniki wielowartościowej regresji logistycznej dla porównań między klasami (np. Klasa 2 vs. Klasa 1). Współczynnik regresji logistycznej określa siłę i kierunek związku między predyktorem a prawdopodobieństwem przynależności do klasy. Dodatni współczynnik wskazuje na wyższe prawdopodobieństwo przynależności do klasy względem klasy referencyjnej. Błąd standardowy mierzy precyzję oszacowania współczynnika regresji logistycznej. Wartość z: standaryzowana wartość współczynnika używana do testowania istotności statystycznej. Wartość p: prawdopodobieństwo uzyskania obserwowanej wartości z przy założeniu braku efektu. Iloraz szans (OR): pokazuje, ile razy zwiększa się lub zmniejsza szansa przynależności do danej klasy względem klasy referencyjnej przy jednostkowej zmianie wartości predyktora. 95-procentowy przedział ufności OR to zakres, w którym z 95-procentowym prawdopodobieństwem znajduje się prawdziwa wartość ilorazu szans w populacji.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ICCS 2022.

Wyniki testu ICCS okazały się istotnym predyktorem przynależności do klas. Wyższe wyniki w teście ICCS są związane z większym prawdopodobieństwem przynależności do klas z wyższym poziomem zanie-

pokożenia zagrożeniami globalnymi. Uczniowie, którzy lepiej wypadli w teście wiedzy i umiejętności obywatelskich, są bardziej świadomi globalnych zagrożeń: różnica wyniku w teście ICCS o 10 punktów (co odpowiada około 0,1 odchylenia standardowego) wiąże się ze wzrostem prawdopodobieństwa przynależności do klas 2, 3 i 4 (w porównaniu z klasą 1) o około 7% do 9%.

Istotnym predyktorem przynależności do klas latentnych jest też płeć. Dziewczęta wykazują znacznie wyższy poziom zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi i środowiskowymi niż chłopcy: w porównaniu Klasa 2 vs. Klasa 1 dziewczęta mają ponad trzykrotnie większe szanse przynależności do Klasy 2 niż chłopcy. Podobny wzrost szans dla dziewcząt jest w porównaniu Klasa 4 vs. Klasa 1. W porównaniu Klasa 3 vs. Klasa 1 iloraz szans to ok. 1,86, co oznacza, że dziewczęta mają o 86% większe szanse przynależności do Klasy 3 niż chłopcy. Interakcja płci z wynikami w ICCS nie była istotna, co sugeruje, że wpływ wyników testu na przynależność do klas nie różni się istotnie między dziewczętami a chłopcami.

Uczęszczanie do szkoły w mieście nie ma istotnego wpływu na przynależność do klas latentnych w żadnym z porównań.

Główny efekt statusu społeczno-ekonomicznego nie był istotny w żadnym porównaniu klas. Istotna jest jedynie interakcja między wynikami testu a statusem społeczno-ekonomicznym (Klasa 2 vs. Klasa 1) ($p = 0,017$). Iloraz szans wynosi 0,997, co oznacza, że wpływ wyników testu na przynależność do Klasy 2 w porównaniu z Klasą 1 maleje wraz ze wzrostem SES. Obraz zależności między statusem społeczno-ekonomicznym zmienia się, jeśli w modelu pominiemy zmienną obrazującą wyniki uczniów w teście. Ponieważ status społeczno-ekonomiczny wpływa na wyniki uczniów w teście ICCS, można się spodziewać, że wpływ tej zmiennej może być zarówno bezpośredni, jak i pośredni, poprzez wyniki testu.

5. Podsumowanie

Istnieją wyraźne różnice w poziomie zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi wśród uczniów. Ponad połowa uczniów (Klasy 2 i 4) wykazuje wysoki poziom zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi, co świadczy o wysokiej świadomości młodzieży dotyczącej problemów globalnych. Istnienie grupy najmniej zaniepokojonych (Klasa 1) sugeruje, że pewna część uczniów może nie być dostatecznie świadoma lub zainteresowana problemami globalnymi, co może wpływać na ich przyszłe zaangażowanie obywatelskie. Umiarkowanie zaniepokojeni (Klasa 3) stanowią znaczącą część uczniów i mogą być potencjalnie zachęcani do większego zaangażowania poprzez odpowiednie działania edukacyjne. Podobne wyniki uzyskano w analogicznej analizie Treviño na danych z 2016 roku, w których również zidentyfikowano wysoki odsetek uczniów świadomych zagrożeń. Zarówno w naszym badaniu, jak i w analizie Treviño z 2016 roku istnieje niewielka grupa uczniów, którzy są najmniej zaniepokojeni lub nieświadomi zagrożeń. W naszej analizie wyraźnie wyróżnia się Klasa 4, która jest szczególnie zaniepokojona zagrożeniami środowiskowymi (stanowi aż 46% uczniów), co sugeruje silne skupienie na kwestiach środowiskowych wśród polskich uczniów i zarazem niższą świadomość innych problemów globalnych.

Wyniki analizy wskazują, że wyższe wyniki w teście ICCS zwiększają szanse przynależności do klas o wyższym poziomie zaniepokojenia zagrożeniami globalnymi. Znaczenie ma także płeć: dziewczęta są bardziej skłonne do wyrażania zaniepokojenia kwestiami globalnymi i środowiskowymi. Oznacza to, że chłopcy i uczniowie o niższych umiejętnościach stanowią grupę wymagającą większej uwagi pod względem zwiększenia świadomości zagrożeń globalnych. Niewielkie znaczenie lokalizacji szkoły sugeruje, że nie ma konieczności adresowania działań ze względu na tę kwestię.

Interakcja między wynikami testu a statusem społeczno-ekonomicznym sugeruje, że wpływ kompetencji obywatelskich na świadomość globalnych problemów jest silniejszy wśród uczniów z niższym statusem społeczno-ekonomicznym. Analizy pokazują, że wpływ tej zmiennej jest nieistotny w modelu, w którym uwzględniane są wyniki testu ICCS, co jest konsekwencją tego, że jest on w dużej mierze zapośredniczony przez wyniki uczniów.

Analizując wyniki naszego modelu z czterema klasami, można dostrzec pewne podobieństwa i różnice w porównaniu do wyników przedstawionych przez Treviño i współautorów (2022), którzy przeprowadzili analizy na danych z 2016 roku. Oba badania stosowały metodologię analizy klas latentnych, jednak różniły się liczbą i charakterystyką klas, co może być wynikiem różnic w kontekście społecznym oraz zmian w percepcji zagrożeń na przestrzeni czasu.

Bibliografia

- Asparouhov, T. i Muthén, B. (2014). Auxiliary variables in mixture modeling: Three-step approaches using Mplus. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 21(3), 329–341.
- Bord, R.J., O'Connor, R.E. i Fisher, A. (2000). In what sense does the public need to understand global climate change? *Public Understanding of Science*, 9(3), 205–218.
- Chrzanowski, M.M., Ostrowska, E.B. i Ściślewska, P. (2022). Postawy młodych ludzi wobec środowiska – co wiemy z badania PISA. W: M. Janiszewska (red.), *Ochrona środowiska – nowe rozwiązania i perspektywy na przyszłość* (s. 187–207). Lublin: TYGIEL.
- Davies, L. (2006). Global citizenship: abstraction or framework for action? *Educational Review*, 58(1), 5–25.
- D'Uggento, A.M., Piscitelli, A., Ribec, N. i Scepi, G. (2023). Perceived climate change risk and global green activism among young people. *Statistical Methods & Applications*, 32(4), 1167–1195.

- Gómez-Román, C., Lima, M.L., Seoane, G., Alzate, M., Dono, M. i Sabucedo, J.M. (2020). Testing common knowledge: Are northern Europeans and millennials more concerned about the environment? *Sustainability*, 13(1), 45.
- Hagenaars, J.A. i McCutcheon, A.L. (red.). (2002). *Applied Latent Class Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ibrahim, T. (2005). Global citizenship education: mainstreaming the curriculum? *Cambridge Journal of Education*, 35(2), 177–194. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057640500146823>.
- Kessler, E.L. (2021). Climate change concern among youth: examining the role of civics and institutional trust across 22 countries. *Education Policy Analysis Archives*, 29 (August–December), 124. DOI: <https://doi.org/10.14507/epaa.29.4849>.
- Marquart-Pyatt, S.T. (2012). Environmental concerns in cross-national context: how do mass publics in central and eastern Europe compare with other regions of the world? *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 48(03), 441–446.
- Masyn, K.E. (2013). Latent Class Analysis and Finite Mixture Modeling. W: T.D. Little (red.), *The Oxford Handbook of Quantitative Methods* (s. 551–611). Oxford: Oxford University Press.
- Muthén, L.K. i Muthén, B.O. (1998–2023). *Mplus User's Guide* (wyd. 8). Los Angeles (CA): Muthén & Muthén.
- OECD. (2020). *PISA 2018 Results (Volume VI): Are Students Ready to Thrive in an Inter-connected World?* Paris: PISA, OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/d5f68679-en>.
- Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 133–148.
- Ostrowska, E.B. i Spalik, K. (2020). Rozumowanie w naukach przyrodniczych. W: M. Sitek i E.B. Ostrowska (red.), *PISA 2018. Czytanie, rozumienie i rozumowanie* (s. 172–207). Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Reysen, S. i Katzarska-Miller, I. (2013). A model of global citizenship: Antecedents and outcomes. *International Journal of Psychology*, 48(5), 858–870.

- Schulz, W., Ainley, J., Fraillon, J., Losito, B. i Agrusti, G. (2018). *Becoming Citizens in a Changing World: IEA International Civic and Citizenship Education Study 2016 International Report*. Cham: Springer.
- Schulz, W., Ainley, J., Fraillon, J., Losito, B., Agrusti, G. i Friedman, T. (2022). *ICCS 2022 International Report: Civic Knowledge, Engagement and Attitudes among Lower-secondary Students in 24 Countries*. Amsterdam: IEA.
- Stevenson, K.T., Peterson, M.N. i Bondell, H.D. (2019). The influence of personal beliefs, friends, and family in building climate change concern among adolescents. *Environmental Education Research*, 25(6), 832–845.
- Tędziegolska, M. i Walczak, B. (2022). *Młodzież wobec globalnych wyzwań 2022*. Warszawa: Centrum Edukacji Obywatelskiej.
- Treviño, E., Escribano, R., Villalobos, C., Carrasco, D., Morel, M.J., Miranda, C. i Rocuant, A. (2022). Global citizenship and youth profiles of perception of global threats. W: P.K. Kubow, N. Webster, K. Strong i D. Miranda (red.), *Contestations of Citizenship, Education, and Democracy in an Era of Global Change: Children and Youth in Diverse International Contexts* (s. 70–89). New York (NY): Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003197881-5>.
- Vermunt, J.K. (2010). Latent class modeling with covariates: Two improved three-step approaches. *Political Analysis*, 18(4), 450–469.
- Wasilewska, O. (red.). (2023). *Młodzi w demokracji. Wyniki Międzynarodowego Badania Kompetencji Obywatelskich ICCS 2022*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2–3), 114–128.

Kompetencje jako kategoria odpowiedzialnej zmiany w pracy nauczyciela

BEATA CIEŚLEŃSKA* ALICJA SKIBICKA-PIECHNA**

Akademia Mazowiecka w Płocku

Artykuł dotyczy kompetencji jako kategorii odpowiedzialnej zmiany. Omówiono w nim zakres teoretyczny analizowanych pojęć. Dokonano charakterystyki kompetencji istotnych w kontekście przemian cywilizacyjnych, w tym kompetencji kluczowych. Podkreślono znaczenie rozwoju kompetencyjnego w pracy pedagogicznej nauczyciela oraz w strukturze szkoły. Wskazano na zmiany modyfikujące potrzeby samodoskonalenia, poszukiwania współcześnie nowych kompetencji pozwalających nauczycielowi przystosować się do wyzwań rzeczywistości społecznej i tworzenia nowej jakości szkoły, zdolnej do odnajdywania społecznej misji.

SŁOWA KLUCZOWE: kompetencje, odpowiedzialność, nauczyciel, zmiana

Competence as a category of responsible change in the work of a teacher

The article is about competence as a category of responsible change. It discusses the theoretical scope of the concepts analysed. The characteristics of competences that are important in the context of civilisational changes, including key competences, are presented. The importance of competence development in the teacher's pedagogical work is empha-

* E-mail: b.cieslenska@mazowiecka.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8290-6487>

** E-mail: a.skibicka-piechna@mazowiecka.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-4059>

sised, situating it in the school structure. Changes modifying the need for self-improvement, searching for new and modern competences that allow the teacher to adapt to the challenges of social reality and develop a new quality of school, capable of finding a social mission, are indicated.

KEYWORDS: competence, responsibility, teacher, change

1. Wprowadzenie

Złożoność oraz dynamika przemian cywilizacyjnych rodzi konieczność ich analizy i systematycznego przeglądu w odniesieniu do wielu różnorodnych obszarów funkcjonowania człowieka, w tym także zawodowego. Jakość funkcjonowania w warunkach dynamicznej zmiany jest uzależniona od posiadanych przez nas kompetencji. Im wyższy ich poziom, tym lepsza jakość funkcjonowania w społeczeństwie czy organizacji. Obserwacja szybko postępujących zmian społecznych związanych z niespotykanym dotąd w dziejach ludzkości tempem rozwoju technologii ugruntowała przekonanie o potrzebie kształtowania kompetencji na wszystkich etapach życia, także po zakończeniu edukacji formalnej (Jancarz-Łanczkowska i Potyrała, 2020). Nawet najlepsze wykształcenie już po kilku latach wymaga rekonstrukcji polegającej nie tylko na aktualizacji posiadanego wykształcenia, lecz także na integracji z wykształceniem przypisywanym dotychczas innym, nie zawsze pokrewnym kierunkom, a w przypadku kształcenia na poziomie wyższym – dyscyplinom naukowym (Kwiatkowski, 2018). Taką tendencję obserwujemy wyraźnie w zawodzie nauczyciela. Zmiany w edukacji dokonują się wraz z przemianami w innych dziedzinach życia. Procesy globalizacyjne, informatyzacja i rozwój technologii stawiają przed nauczycielem i współczesną szkołą nowe wyzwania. Ten efekt naczyń połączonych zmusza nauczyciela do przystosowania się do aktualnych warunków, dopasowania własnych możliwości do oczekiwań oraz wyzwań rzeczywistości społecznej.

Powyższa aktywność zawodowa połączona jest również z odpowiedzialnością i pojawia się, gdy osoba aktywna zawodowo ma poczucie sensu podejmowanych działań. Jest ona ściśle powiązana z poziomem etycznego postępowania nauczyciela i stanowi jeden z czynników tworzenia nowej jakości szkoły, zdolnej do zmian oraz odnajdywania społecznej misji (Cieśleńska, 2019).

2. Kompetencje w pracy pedagogicznej

Przyspieszenie rozwoju, którego teraz doświadczamy, oraz liczne zmiany w warunkach ludzkiej egzystencji determinują wiele nowych nauczycielskich obowiązków, zadań oraz ról, których prawidłowa i sprawna realizacja ma na celu ułatwienie funkcjonowania młodego pokolenia w zmianie społecznej. To sprawia, że przed nauczycielem pojawiają się kolejne wyzwania. Nauczyciel staje się podmiotem zmiany społecznej i edukacyjnej, co czyni go odpowiedzialnym za przyszłość swoich uczniów. Wymaga się od niego ciągłej aktualizacji wiedzy, postrzegając go jako przewodnika po złożonej, wielodyskursywnej kulturze (Cieśleńska, 2019).

Literatura naukowa obfituje w rozmaite definicje kompetencji, które są rozpatrywane z punktu widzenia wielu nauk i naznaczone odmiennością zapatrywań poszczególnych badaczy, a w związku z tym reinterpretowane na wiele różnych sposobów (Gaweł-Luty, 2021). Według Jolanty Szempruch kompetencja „dotyczy wewnętrznego potencjału podmiotu określającego jego możliwości podejmowania działań lub zajmowania określonej pozycji (...). W pedagogice oznacza zdolność do osobistej samorealizacji i podstawowy warunek wychowania” (Szempruch, 2013, s. 101). Zatem kompetencja „to coś więcej niż wiedza i umiejętności, łączy w sobie techniczne *know-how*, zachowania, postawy, umiejętności miękkie itp.” (Lamri, 2021, s. 94). Kompetencje obejmują zdolność

do sprostania złożonym wymaganiom przez mobilizowanie zasobów psychospołecznych (w tym umiejętności i postaw) w określonym kontekście (Jancarz-Łanczkowska i Potyrała, 2020). Kompetencja jest cechą człowieka pozwalającą mu na bycie wydajnym (Lamri, 2021). Jednak trudno określić, czy kompetencje nabywa się w procesie kształcenia, czy też są atrybutami i zdolnościami danej osoby. Niewątpliwie koncentrują się na zachowaniach człowieka, mają charakter indywidualny. Są również dynamiczne, mogą być rozwijane, poddawane treningom (Jaworska, 2018). Najogólniej rzecz ujmując, kompetencja/e to poziom wiedzy, doświadczenia i umiejętności. Odnosząc powyższe rozważania do zawodu nauczyciela i biorąc pod uwagę pożądane w tej profesji cechy, zachowania i postawy, można uznać, że na kompetencje nauczycielskie składają się:

1. Wymagania szkoły (dyrektora, ucznia, ale również rodzica) wobec kandydatów starających się o posadę nauczyciela oraz nauczycieli już pracujących w danej szkole w zakresie kluczowych obszarów czynności nauczycielskich, których prawidłowa realizacja będzie przekładała się na efektywność pracy oraz zaufanie społeczne do zawodu nauczyciela.
2. Wiedza, umiejętności, postawy, osobowość, ale również pasja nauczyciela, wyznawane wartości, zainteresowania, styl pracy, talenty, motywacja zawodowa, które są rozwijane i wykorzystywane w taki sposób, aby osiągać cele oświatowe, edukacyjne i szkolne na bazie ilościowych i jakościowych rezultatów teoretycznych i praktycznych (Wieczorek, 2010). W tym zakresie ważne jest, aby w charakterystyce kompetencji nie pominąć kategorii odpowiedzialności, bowiem kompetencje ujmowane są także jako zdolność i gotowość do realizacji zadań na określonym poziomie (zgodnym ze społecznymi standardami) i ponoszenia

konsekwencji takiego zachowania oraz przyjmowania za nie odpowiedzialności (Czerepaniak-Walczak, 1997).

Kompetencje można sytuować w różnych obszarach znaczeniowych (Szempruch 2012) i rozumieć jako:

- podstawową sprawność działania,
- warunek psychospołecznej tożsamości jednostki,
- zdolność refleksyjnego działania,
- warunek dystansującego rozumienia,
- potencjał działania o charakterze emancypacyjnym.

W literaturze przedmiotu wśród atrybutów kompetencji stanowiących o jej istocie najczęściej wymienia się następujące cechy (Szempruch, 2012):

- jest zawsze kategorią podmiotową,
- dotyczy jakiejś dziedziny aktywności człowieka, określając jego predyspozycje do efektywnego działania w tym obszarze,
- jest powtarzana w podobnych sytuacjach,
- ponieważ jest ujawniana wobec drugiego podmiotu, można obserwować jej stan w danym okresie życia jednostki,
- jest nabywana w konkretnych sytuacjach społecznych, w procesie socjalizacji (jest wyuczona) i demonstrowana na poziomie wyznaczonym przez społeczne standardy,
- wymaga dokonywania wyborów i podejmowania decyzji, co wiąże się z umiejętnością wartościowania i ewaluacji, z perspektywą działania i przyjmowaniem odpowiedzialności za decyzje i ich skutki,
- ma charakter dynamiczny, rozwojowy, podlegający reorganizacji i transferowania na nowe dziedziny aktywności, co stwarza szansę jej kształtowania w toku przygotowania zawodowego oraz usta-

wicznego doskonalenia i aktualizowania już po podjęciu czynności zawodowych,

- stanowi strukturę poznawczą składającą się z wiedzy, umiejętności i postaw, zatem możliwe jest jej operacjonalizowanie, czyli sprowadzanie do postaci obserwowalnych i mierzalnych dyspozycji osoby.

Z perspektywy podziału kompetencji na wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne (utożsamiane często z postawami) można stwierdzić, że:

1. W odniesieniu do wiedzy:

- wiedza ma istotny komponent ogólny, który umożliwia tworzenie i nieustanną rekonstrukcję wiedzy zawodowej,
- od poziomu wiedzy ogólnej zależy w dużej mierze zakres i głębokość zrozumienia faktów, praw, teorii oraz istoty doświadczeń zawodowych,
- wiedza, zarówno ogólna, jak i zawodowa, ma charakter obszarowy (dziedzinowy),
- integracja, o której była mowa wyżej, dotyczy konkretnych obszarów wiedzy ogólnej i zawodowej,
- wiedza ogólna, będąca efektem edukacji formalnej, jest względnie stała,
- wiedza zawodowa jest układem dynamicznym, tworzonym na podstawie edukacji formalnej, w procesie edukacji pozaformalnej i nieformalnej.

2. W odniesieniu do umiejętności:

- umiejętność wyraża się poprzez skuteczne wykorzystanie wiedzy w sytuacji zadaniowej,
- umiejętność ogólna jest wynikiem wykorzystania wiedzy ogólnej, a zawodowa – wiedzy ogólnej i zawodowej,
- umiejętność ukształtowana w oderwaniu od wiedzy jest rodzajem

„działania według wzorca”, ogranicza możliwość transformowania umiejętności w zależności od zmian warunków realizacji zadania,

- umiejętność w sposób bardziej oczywisty (obserwowalny) niż wiedza jest stopniowalna (można jej przypisać poziomy – stopnie wtajemniczenia),
- systematycznie wykorzystywana umiejętność przechodzi w nawyk i niesie ze sobą ryzyko bezrefleksyjnego wykonywania ciągu czynności (złożonych i elementarnych),
- umiejętności zawodowe można teoretycznie podzielić na intelektualne (koncepty rozwiązań, plany działania) i motoryczne (wykonawstwo – realizacja planów działania),
- w praktyce występują ścisłe zależności między umiejętnościami intelektualnymi a motorycznymi (umiejętności motoryczne są zależne od poziomu umiejętności intelektualnych).

3. W odniesieniu do kompetencji społecznych:

- kompetencje społeczne są egzemplifikacją postaw, wyznawanego systemu wartości,
- kompetencje społeczne naturalnie integrują sferę ogólną i zawodową (dotyczą ucznia, studenta, a następnie pracownika – bez względu na typ szkoły/uczelni i przedsiębiorstwa),
- kompetencje społeczne dzielą się na wiele kompetencji częściowych, ale wszystkie mają wspólną podstawę, którą tworzą: energia do działania, optymizm, otwartość i zdolność do kooperacji (Kwiatkowski, 2018).

Człowiek funkcjonujący we współczesnym świecie nie może być obojętny na zmiany. Każda jednostka jest uwikłana w zmianę, odczuwa jej ciężar, a jednocześnie może korzystać z szans, jakie zmiana stwarza i oferuje. Nie jest możliwe, aby żyć w warunkach zmiany, jednocześnie nie próbując się do tych zmian ustosunkować, przygotować do lepszego zrozumienia isto-

ty przeobrażeń, zareagować na pojawiające się możliwości czy próbować poradzić sobie z pojawiającymi się trudnościami. Współczesny człowiek powinien nadawać sens i znaczenie własnemu życiu i funkcjonowaniu, aby móc sprawnie działać w przyszłości, umieć się w niej odnaleźć i z powodzeniem przekazywać taką wiedzę następnym pokoleniom. Potrzebne mu są do tego określone kompetencje. Zdaniem Stefana Kwiatkowskiego (2018) złożony problem stanowią identyfikacja i opis kompetencji, które będą niezbędne w przyszłości. To właśnie wymagania nadchodzącej przyszłości skłaniają ludzi do zdobywania nowych kwalifikacji (ogólnych i zawodowych) oraz organizacji nowoczesnego i otwartego dla wszystkich systemu nauczania i kształcenia, obejmującego całe życie człowieka, w ramach powszechności kształcenia i w imię osiągania intelektualnych i profesjonalnych kompetencji (Łomny, 2005).

Rzeczywistość permanentnej zmiany społecznej to przestrzeń dla otwartego na tę zmianę nauczyciela – tolerancyjnego, odpowiedzialnego, pozytywnie nastawionego do poznawania świata, świadomego konieczności rozwoju, niebojącego się nieznanego oraz trudnej do przewidzenia i zaplanowania przyszłości. Zmiany społeczne wywierają istotny wpływ na funkcjonowanie nauczyciela, zarówno w środowisku edukacyjnym, jak i w relacjach społecznych, i prowadzą do tworzenia specyficznych warunków jego funkcjonowania, determinujących wiele nowych wyzwań i zadań. Aby sprostać wszystkim oczekiwaniom, współczesny nauczyciel musi odznaczać się właściwymi kompetencjami, obejmującymi nie tylko kwalifikacje, których wyznacznikiem (przynajmniej z założenia) jest dyplom ukończenia studiów, ale także umiejętności przejawiające się w określonych zachowaniach (Gaweł-Luty, 2021).

Dla zawodu nauczyciela do dziś nie opracowano jasnych opisów kompetencyjnych stanowisk, które występują w systemie edukacji. W licznych aktach prawa oświatowego definiuje się stanowiska i szeroko opisuje związane z nimi zadania, jednak brak kompetencyjnego opisu stanowisk, który umożliwiłby wdrożenie koncepcji zarządzania zasobami ludzkimi przez kompetencje (Jancarz-Łanczkowska i Potyrała, 2020). Ma to swoje konsekwencje w określeniu formuły kształcenia pedagogów, które bardziej polega na „respektowaniu określonych standardów, jakie stanowi kształcenie społeczeństwa nowej ery, aniżeli immanentne przekonanie samych podmiotów edukacyjnych co do potrzeby wprowadzania wielowymiarowości do systemu oświatowego” (Gaweł-Luty, 2021, s. 31).

Ze względu na fakt, iż nauczyciele pracują w różnych typach szkół i placówek oświatowych, mają różne specjalności i wykonują rozmaite zadania zawodowe, trudno jest opisać wszystkie kompetencje niezbędne do tego, by być dobrym i odpowiedzialnym nauczycielem. Klasyfikacje i kompetencje nauczycielskie najczęściej są podporządkowane cechom charakteryzującym określoną specjalność nauczyciela lub zadaniom, które wykonuje (Wiśniewska, 2014).

3. Kompetencje kluczowe

W literaturze pedeutologicznej odnajdujemy wiele klasyfikacji kompetencji nauczycielskich. Jedne z nich w dosyć szczegółowy sposób przedstawiają zakres umiejętności, sprawności czy cech osobowych, których posiadanie (i interakcję między nimi) autorzy uznają za warunek niezbędny i konieczny do tego, aby zadania wynikające z roli nauczyciela wypełniać w należyty sposób. Inne zestawienia kompetencji traktowane są jako wskaźniki przydatnych wiadomości, wartości czy też umiejętności potrzebnych w zawodzie nauczyciela. Często spotkać można także rozważania dotyczące kompetencji zawodowych współczesnego na-

uczyciela, utożsamiające zakres owych kompetencji, ich jakość i liczbę z autorytetem, profesjonalizmem czy potencjałem osoby wykonującej ten zawód. Najczęściej jednak dostępne podziały nauczycielskich kompetencji są zdefiniowane bardzo ogólnie i nie uwzględniają różnych interpretacji tej samej kompetencji ani zbieżnego zakresu znaczeniowego kompetencji pokrewnych (Czaja, 2016). Mnogość klasyfikacji kompetencji nauczycielskiej grupy zawodowej potwierdza złożoność cech zawodu nauczyciela i jego multilateralny charakter (Czaja, 2016).

Na potrzebę stworzenia zestawu kluczowych kompetencji nauczycieli uwzględniających specyfikę zawodu, w tym ciągły rozwój zawodowy, wskazuje Dominika Walczak (2018). Autorka podkreśla, że zestaw kluczowych kompetencji nauczycieli powinien uwzględniać z jednej strony powszechne zjawiska wpływające na pracę szkół i nauczycieli, takie jak: wzrost znaczenia kompetencji w życiu zawodowym i społecznym jednostek, demokratyzację dostępu do wiedzy, rozwój informatyzacji, inflację wyższego wykształcenia, a także proces indywidualizacji, partycypacji obywatelskiej oraz potrzeby dotyczące wyrażania własnej podmiotowości, z drugiej zaś – mnogość czynności zawodowych nauczycieli. Autorka zwraca uwagę, iż taki zestaw kompetencji z jednej strony wyznaczałby kierunki kształcenia i rozwoju zawodowego nauczycieli, z drugiej mógłby odegrać doniosłą rolę w podnoszeniu atrakcyjności i prestiżu tego zawodu, ponieważ stanowiłby istotną wskazówkę dla kandydatów do zawodu, a także pomoc w przełamaniu negatywnego stereotypu pracy nauczycieli, zgodnie z którym jest ona lekka, łatwa i przyjemna. Jako punkt wyjścia do pogłębionej dyskusji na ten temat autorka proponuje przyjęcie listy 17 kluczowych kompetencji (tabela 1).

Tabela 1.

Zestaw kluczowych kompetencji nauczycieli

Wiedza zawodowa	Praktyka nauczycielska	Zaangażowanie zawodowe /tożsamość zawodowa
Kompetencje		
przedmiotowe	dydaktyczne	dotyczące etyki zawodowej
psychologiczno-pedagogiczne	wychowawcze/ opiekuńcze/ profilaktyczne	dotyczące rozwoju
diagnostyczno-badawcze	poznawcze	emocjonalno-społeczne
prawne	komunikacyjno-językowe	kulturowe i wielokulturowe
dotyczące znajomości instytucji wspierających	badawcze	
dotyczące zasad bezpieczeństwa BHP	cyfrowe przywódcze	

Źródło: Walczak, 2018, s. 464.

W rozważaniach różnych autorów dotyczących kompetencji nauczyciela występują odmienne podejścia metodologiczne, w konsekwencji czego mamy do czynienia z odmiennością formalną, znaczeniową i zadaniową (Gaweł-Luty, 2021). I tak Robert Kwaśnica (2004) wyróżnia:

1. Kompetencje praktyczno-moralne, a w nich:

- interpretacyjne, umożliwiające postrzeganie i rozumienie świata przez ciągłe analizowanie rzeczywistości i nadawanie jej nowych sensów,
- moralne, oznaczające zdolność do refleksji związanej przede wszystkim z prawomocnością własnego postępowania i dokonywaniem wyborów etycznych,

- komunikacyjne, wyrażające zdolność do porozumiewania się z innymi i sobą samym na poziomie poznawczo-emocjonalnym, obejmujące empatię i akceptację innych ludzi, otwartość i analityczne podejście do cudzych poglądów, postawę niedyrektywną.

2. Techniczne, na które składają się kompetencje:

- postulacyjne (normatywne), pozwalające na przyjmowanie celów sformułowanych przez innych i tworzenie własnych,
- metodyczne, związane z umiejętnością stosowania efektywnych metod działania przez naśladownictwo lub określanie swoich reguł,
- realizacyjne, które sprowadzają się do odpowiedniego doboru środków i tworzenia warunków działania prowadzących do osiągnięcia celów.

Natomiast w typologii Stanisława Dylaka (1995) punktem wyjścia są podstawowe wymiary kompetencji profesjonalisty: ciągła interpretacja, ustawiczne tworzenie samego siebie i sprawne działanie. Autor wyróżnia:

1. Kompetencje bazowe, niespecyficzne dla zawodu nauczyciela, czyli określony poziom sprawności psychofizycznej oraz odpowiedni poziom rozwoju intelektualnego, moralnego i społecznego umożliwiający przyswojenie i przestrzeganie zasad etycznych, norm społecznych, jak również porozumienie z uczniami i współpracownikami.
2. Kompetencje konieczne (interpretacyjne, autokreacyjne i realizacyjne), nabywane w toku kształcenia zawodowego, bez których nauczyciel nie mógłby wykonywać zadań edukacyjnych.
3. Kompetencje pożądane, które mogą znajdować się w profilu zawodowym nauczyciela, ale nie są niezbędne, np. osobiste zainteresowania, zaangażowanie społeczne, światopogląd, umiejętności i zdolności specjalne.

Dylak i Kwaśnica poszukują zatem uniwersalnego klucza do określania kompetencji nauczycielskich, ale jednocześnie starają się ściślej powiązać je ze specyfiką pracy współczesnych nauczycieli, którzy muszą reagować na dynamiczne zmiany społeczne i ich edukacyjne implikacje (Pankowska, 2016).

Próbie opracowania standardów kompetencji zawodowych współczesnego nauczyciela podjął Komitet Nauk Pedagogicznych Polskiej Akademii Nauk (Denek, 1998), wskazując na pięć grup kompetencji:

1. Kompetencje pragmatyczne – skuteczność w planowaniu, organizowaniu, kontroli i ocenie procesów edukacyjnych.
2. Kompetencje współdziałania – skuteczność zachowań prospołecznych i sprawność działań integracyjnych.
3. Kompetencje komunikacyjne – skuteczność zachowań językowych w sytuacjach edukacyjnych.
5. Kompetencje informatyczno-medialne – sprawne korzystanie z nowoczesnych źródeł informacji.

To propozycja uwzględniająca złożoność i wieloaspektowość zadań nauczyciela oraz specyfikę zawodu pedagogicznego. Wyróżniono w niej pewne ogólne standardy działań nauczycieli, a szczegółowe umiejętności intelektualne i praktyczne pogrupowano w kategorii kompetencji.

Zmiany społeczne określają obszary w edukacji, które wymagają nowych kompetencji wykraczających poza kanon podstawowej wiedzy, umiejętności i postaw stanowiących przygotowanie zawodowe nauczyciela. Dorota Pankowska (2016) dokonała przeglądu literatury przedmiotu w poszukiwaniu opisu kompetencji, które nauczyciel powinien posiadać oraz rozwijać w warunkach dynamicznych przeobrażeń, aby sprostać zadaniom i wyzwaniom generowanym przez zmianę społeczną. Wymienia się wiele takich kompetencji w zakresie edukacji informa-

tycznej i medialnej, obywatelskiej, regionalnej, kulturalnej, zdrowotnej, integracyjnej, a także wielokulturowej czy związanej z tzw. pedagogiką gender, wprowadzającą perspektywę płci kulturowej do edukacji. Do omawianej grupy można zaliczyć również kompetencje diagnostyczne i terapeutyczne (w związku ze wzrostem znaczenia humanistycznie zorientowanej edukacji) oraz ewaluacyjne, coraz bardziej istotne z powodu poszerzania się roli nauczyciela, który ma stawać się refleksyjnym praktykiem poddającym profesjonalnemu osądowi swoją pracę. Warto uzupełnić tę listę o kompetencje w zakresie przedsiębiorczości (Jaworska, 2018), które stanowią ważny czynnik dynamicznego rozwoju społeczno-gospodarczego państw. Dzisiejszy świat potrzebuje ludzi przedsiębiorczych, którzy powinni mieć szansę kształtowania takich kompetencji już na najniższych etapach kształcenia. Głównym filarem przedsiębiorczości jest kreatywność, która w połączeniu z umiejętnym rozwiązywaniem problemów daje wiele możliwości. Przedsiębiorczość to także odwaga w podejmowaniu inicjatywy, planowanie oraz zarządzanie. Ostaną kategorią odnosi się do świadomości i ekspresji kulturalnej, kompetencje zawierają bowiem rozwiązania na temat oryginalnego przedstawiania inicjatyw w różnych kulturach. Aby było to możliwe, we współczesnej szkole powinni pracować kompetentni, przedsiębiorczy nauczyciele. W obecnej rzeczywistości dużą rolę odgrywać będą również kompetencje przyrodnicze, obejmujące m.in. umiejętność wyjaśniania różnych zjawisk występujących w otaczającym nas świecie na podstawie obserwacji oraz zgromadzonej wiedzy (Kwiatkowski, 2018).

W literaturze mowa jest także o kompetencjach etyczno-deontologicznych osoby odpowiedzialnej za przekazanie wiedzy. Dotyczą one poświęcenia i wytrwałości w dążeniu do celu, różnych aspektów życia, również kulturowego i społecznego. Istotnym zadaniem nauczyciela jest tu wdrażanie należytego porządku w życie swoje oraz grupy. Kompe-

tencje te można określić następująco: osoba pracująca w oświacie jest spokojna i opanowana; bez przeszkód spostrzega niezgodności dotyczące edukacji; modyfikując czynności edukacyjne, przestrzega zasad, jakie obecnie funkcjonują; wszystkie przemiany, które realizuje, mają na celu dobro i potrzeby grupy; nie ogranicza się tylko do realizacji podstawy programowej; posiada zdolności rozumienia oraz rozpoznawania aspiracji uczniów (Drzeżdżon, 2007). Podstawowym wyznacznikiem kompetencji deontologicznych nauczyciela jest odpowiedzialność za postawy, umiejętności czy wiedzę, której istotę kształtowania rozumie nauczyciel przy wykonywaniu zadań związanych z edukacją (Jakimiuk, 2017; Cieśleńska, 2019).

Aby pedagog mógł znaleźć miejsce w systemie dokonujących się przemian, sprostać oczekiwaniom i w należyty sposób spełniać swoją misję, powinien mieć na uwadze cztery główne filary edukacji, które wymienia Jaques Delors (1998, s. 85) w postaci haseł: „Uczyć się, aby wiedzieć! Uczyć się, aby działać! Uczyć się żyć wspólnie! Uczyć się, aby być!”. Szczególną rolę w cywilizacji informacyjnej odgrywają bowiem te formy aktywności człowieka, w których nie tylko wykorzystuje się wiedzę, ale się ją tworzy. Społeczeństwo informacyjne jest bowiem społeczeństwem twórczym. Edukacja obejmuje wszelkie działania, które umożliwiają człowiekowi poznanie dynamiki świata, innych ludzi i samego siebie. Dlatego bezsporny jest fakt, że współczesna szkoła potrzebuje nauczyciela, który rozumie zmiany społeczno-gospodarcze i polityczne, zdaje sobie sprawę z ich dynamiki i nieprzewidywalności, jest wrażliwy na dokonujące się przemiany w osobowości wychowanków, dokonuje ustawicznej refleksji swych poczynąń edukacyjnych i wykorzystuje je w doskonaleniu pracy dydaktycznej i wychowawczej. Potrzebny jest nauczyciel, który wciąż wzbogaca swoje umiejętności psychopedagogiczne o nowe wartości, wiedzę o kulturze i ludziach, umiejętności interpersonalne, nauczyciel –

współtwórca nowego ładu społecznego, animator rozwoju i kreator nowych wartości (Korczyński, 2004). Jednym słowem, potrzeba nauczyciela, który swoimi wiadomościami, umiejętnościami i postawami mógłby służyć społeczeństwu, a przede wszystkim swoim uczniom, aby wyzwolić ich potencjał, ciekawość, umiejętność krytycznego myślenia, dokonywania wyborów, sprawnego komunikowania własnych potrzeb oraz poglądów. Nauczyciel, o którym mowa, „rozwijałby postawy prospołeczne, przygotowujące do odpowiedzialności obywatelskiej” (Kowalska, 2019, s. 31) oraz postawę zaangażowania w sprawy współczesnego świata. Aby być należycie przygotowanym do wypełniania tych doniosłych zadań, nauczyciel powinien ustawicznie podnosić swoje kwalifikacje oraz zdobywać nowe kompetencje na drodze równoległej, systematycznej pracy opartej na kształceniu i samokształceniu na wszystkich etapach pracy zawodowej. Na taką konieczność zwraca uwagę Komisja Europejska, nakładając na nauczycieli odpowiedzialność „za ciągłe pogłębianie swojej wiedzy zawodowej poprzez refleksję, badania naukowe i systematyczne angażowanie się w ustawiczny rozwój zawodowy przez okres swojej kariery zawodowej” (Sarad-Dec, 2012, s. 70).

4. Podsumowanie

Lista kompetencji nauczycielskich jest otwarta, można ją uzupełniać i modyfikować. Ze względu na dynamiczny rozwój społeczno-technologiczny oraz w związku ze zmianami tendencji na współczesnym rynku pracy (Sobieraj, 2012) wciąż ulega zmianom, co może skutkować szybką dezaktualizacją i starzeniem się posiadanych już kompetencji i umiejętności oraz popytem na zupełnie nowe (Chłoń-Domińczuk, Kamieniecka, Trawińska-Kiondor, Pawłowska i Rynko, 2015). W związku z tym przed nauczycielem pojawiają się nowe wyzwania związane z niezbędną aktualizacją posiadanych kompetencji. Ta-

kie okoliczności nierzadko zmuszają do szybkiego i bezrefleksyjnego ich zdobywania, doskonalenia czy poznawania. Adaptacja do zmiany jest koniecznością, jest wyzwaniem dla nauczycieli, określa ich rolę, stwarza możliwość rozwoju i przekształceń w obrębie tej roli. Jednakże sama adaptacja rozumiana jako konieczne przystosowanie do zmieniającej się rzeczywistości nie wystarcza. Potrzebna jest kreatywność rozumiana jako warunek powstawania nowej świadomości, którą można nazwać świadomością krytyczną. Zmiany nie mogą być przyjmowane bezkrytycznie – potrzebne jest zastanowienie, rozważa, świadomość potencjalnych negatywnych doświadczeń i możliwych zagrożeń. Dopiero wówczas będzie można mówić o rozumieniu zmiany, przekształcającym adaptację do rzeczywistości w adaptację krytyczną i refleksyjną (Nowak-Dziemianowicz, 2005). Istotne, aby przystosowywać się do nowych wymogów zawodowej rzeczywistości w sposób systematyczny, rozsądny, krytyczny oraz odpowiedzialny. Wszelkie podejmowane działania w tym zakresie powinny być podyktowane realizacją przemyślanego planu własnego rozwoju. Ważne, aby nauczyciel na bieżąco śledził tendencje, które pojawiają się w kształceniu i wychowaniu. Nie chodzi tu także o zdobywanie „wszystkiego, co jest możliwe”, co jest wynikiem instytucjonalnego przymusu i administracyjnej presji na efektywność, po to tylko, aby legitymować się kolejnymi dokumentami potwierdzającymi ukończenie nowych kursów i szkoleń, które nierzadko pozostają w sprzeczności z osobistymi aspiracjami, a także własnymi potrzebami intelektualnymi i motywacyjnymi.

Zawód nauczyciela należy do wyjątkowych ze względu na niepowtarzalność sytuacji edukacyjnych i komunikacyjny charakter pracy. Z tego powodu nie jest możliwe pełne przygotowanie zawodowe nauczyciela (Kwaśnica, 1995), które polega na ukształtowaniu zestawu wystarczających kompetencji. Jest jednak możliwe odpowiedzialne planowanie wła-

snego rozwoju podyktowane poszukiwaniem kompetencji będących zbiorem wartości determinujących aktywność, racjonalność, wolność, godność jako powinność pedagogiczną nauczyciela (Cieśleńska, 2019).

Bibliografia

- Chłoń-Domińczak, A., Kamieniecka, M., Trawińska-Kiondor, K., Pawłowska, M. i Rynko, M. (2015). *Popyt na kompetencje i kwalifikacje oraz ich podaż – wnioski z badań*. Warszawa: Instytut Badań Pedagogicznych.
- Cieśleńska, B. (2019). *Odpowiedzialność zawodowa nauczyciela. Studium teoretyczno-empiryczne*. Pułtusk: Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztor.
- Czaja, K. (2016). Nauczycielski model kompetencji – odpowiedź na współczesne wyzwania. *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi*, 2(109), 61–72.
- Czerepaniak-Walczak, M. (1997). *Aspekty i źródła profesjonalnej refleksji nauczyciela*. Toruń: Edytor.
- Delors, J. (przewodnictwo). (1998). *Edukacja. Jest w niej ukryty skarb. Raport dla UNESCO Międzynarodowej Komisji do spraw Edukacji dla XXI wieku*. Tłum. W. Rabczuk. Warszawa: Stowarzyszenie Oświatowców Polskich, Wydawnictwa UNESCO.
- Denek, K. (1998). *O nowy kształt edukacji*. Toruń: Akapit.
- Drzeżdżon, W. (2007). Etyczno-deontologiczne kompetencje nauczyciela-wychowawcy. *Studia Gdańskie. Wizje i rzeczywistość*, 4, 206–208.
- Dylak, S. (1995). *Wizualizacja w kształceniu nauczycieli*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Adama Mickiewicza.
- Gawel-Luty, E. (2021). Nauczyciel wobec współczesnej rzeczywistości społecznej. W: A. Karpińska, M. Zińczuk i K. Kowalczyk (red.), *Nauczyciel we współczesnej rzeczywistości edukacyjnej* (s. 23–53). Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku.
- Jakimiuk, B. (2017). Etyczno-deontologiczne aspekty pracy nauczyciela. W: R. Gerlach (red.), *Edukacja dla przyszłości w świetle wyzwań XXI wieku* (s. 378–386). Bydgoszcz: Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.

- Jancarz-Lanczkowska, B. i Potyrała, K. (2020). *Ścieżki kariery zawodowej i kompetencje nauczycieli*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego.
- Jaworska, J. (2018). Inicjatywność i przedsiębiorczość jako kompetencja kluczowa (nauczyciela) XXI wieku. *Problemy Opiekuńczo-Wychowawcze*, 573(8), 3–10. DOI: <https://orcid.org/10.5604/01.3001.0012.7467>.
- Korczyński, S. (red.). (2004). *Nauczyciel w procesie przemian*. Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Kowalska, D. (2019). *Belfrzy*. Warszawa: Wielka Litera.
- Kwaśnica, R. (1995). Wprowadzenie do myślenia o wspomaganiu nauczyciela w rozwoju. *Studia Pedagogiczne*, 61, 17–24.
- Kwaśnica, R. (2004). Wprowadzenie do myślenia o nauczycielu. W: Z. Kwieciński i B. Śliwerski (red.), *Pedagogika* (s. 306–309). Tom 2. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kwiatkowski, S. (red.). (2018). *Kompetencje przyszłości*. Warszawa: Wydawnictwo FRSE.
- Lamri, J. (2021). *Kompetencje XXI wieku*. Tłum. A. Zręda. Warszawa: Wolters Kluwer.
- Łomny, Z. (2005). Kompetencje nauczycieli przyszłości w świetle raportu dla UNESCO, opracowanego przez międzynarodową komisję do spraw edukacji XXI wieku. W: R. Gmoch i A. Krasnodębska (red.), *Kompetencje zawodowe nauczycieli i jakość kształcenia w dobie przemian edukacyjnych* (s. 51–60). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Nowak-Dziemianowicz, M. (2005). Wiedza i kompetencje nauczyciela w świetle teorii pedagogicznych. W: R. Gmoch i A. Krasnodębska (red.), *Kompetencje zawodowe nauczycieli i jakość kształcenia w dobie przemian edukacyjnych* (s. 61–66). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Pankowska, D. (2016). Kompetencje nauczycielskie – próba syntezy (projekt autorski). *Lubelski Rocznik Pedagogiczny*, 35(3), 187–209. DOI: <https://orcid.org/10.17951/lrp.2016.35.3.187>.
- Sarad-Deć, K. (2012). *Polski system kształcenia nauczycieli przyrody wobec europejskich standardów edukacyjnych*. Lublin: Wydawnictwo Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego.

- Sobieraj, I. (2012). Kompetencje międzykulturowe jako kapitał na rynku pracy. *Pogranicze. Studia Społeczne*, 20, 161–173.
- Szempruch, J. (2012). *Nauczyciel w warunkach zmiany społecznej i edukacyjnej*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Szempruch, K. (2013). *Pedeutologia. Studium teoretyczno-pragmatyczne*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Walczak, D. (2018). Prestiż zawodu, a kompetencje nauczycieli. W: S.M. Kwiatkowski (red.), *Kompetencje przyszłości* (s. 448–467). Warszawa: Wydawnictwo FRSE.
- Wieczorek, J. (2010). *Zatrudnienie i rozwój pracowników z zastosowaniem metody Assessment Development Center*. Gdańsk: Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr.
- Wiśniewska, E. (2014). *Teoria i praktyka kształcenia nauczycieli w Polsce w wymiarze europejskim*. Płock: Mediakolor.

The new epistemology of mathematics and formal sciences in the age of AI. Critical concept kinds and diversity of mental representations

KAROLINA TYTKO^{*1}, FRANCI MANGRAVITI^{**2}, NATALIA RYŁKO^{***3}, KARLYGASH NURTAZINA^{****4}

¹The Pontifical University of John Paul II in Kraków

²University of Padova

³Cracow University of Technology

⁴L. N. Gumilyov Eurasian National University

In this paper, we aim to show that studies on the new epistemology of mathematics and other sciences are crucial, not only from a theoretical perspective but also in terms of practical aspects, which are particularly significant in the context of teaching and the development of new competences among teachers.

The first aspect addressed here is the age of AI and its potential impact, not just on scientists but on society as a whole. The second aspect focuses on mental imagery, which can be influenced by various factors and, in turn, shape scientific thinking. The third aspect, briefly mentioned, is the issue of the social responsibility of science. Our research approach is grounded in actor-network theory as well as the extended mind thesis.

* E-mail: karolinytytko@interia.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2477-9090>

** E-mail: legallyfranci@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1537-0883>

*** E-mail: natalia.rylko@pk.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0077-5992>

**** E-mail: nurtazina_kb@enu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-5631>

The main problem analysed here is the relationship between the diversity of mental representations and critical concept kinds in the context of solving mathematical problems (e.g., constructing new structures). Our key conclusion is that this diversity in mental representations can be linked to the presence of critical concept kinds, thereby aiding in the effective construction of new concepts and problem-solving. The need for this diversity in representations can – and should – be cultivated and introduced at the educational level.

KEYWORDS: AI, critical concept kinds, diversity of mental representations, mathematical practice, education

Nowa epistemologia matematyki i nauk formalnych w dobie sztucznej inteligencji. Krytyczne rodzaje pojęć i różnorodność reprezentacji umysłowych

W artykule starano się wykazać, że badania nad nową epistemologią matematyki i innych nauk są kluczowe nie tylko z perspektywy teoretycznej, ale także ze względów praktycznych, które są szczególnie istotne w kontekście dydaktyki i rozwoju nowych kompetencji nauczycieli.

Pierwszy poruszony aspekt dotyczy ery sztucznej inteligencji i jej potencjalnego wpływu nie tylko na naukowców, ale i na całe społeczeństwo. Drugi aspekt skupia się na obrazach mentalnych, na które mogą wpływać różne czynniki, co z kolei może kształtować myślenie naukowe. Trzecim pokrótce omówionym aspektem jest kwestia społecznej odpowiedzialności nauki. Nasze podejście badawcze opiera się na Teorii Aktora-Sieci oraz Teorii Rozszerzonego Umysłu.

Głównym analizowanym problemem jest związek między różnorodnością reprezentacji mentalnych a rodzajami pojęć krytycznych w kontekście rozwiązywania problemów matematycznych (np. konstruowania nowych struktur). Kluczowym wnioskiem jest to, że ta różnorodność

w reprezentacjach mentalnych może być powiązana z obecnością krytycznych rodzajów pojęć, pomagając w ten sposób w skutecznym konstruowaniu nowych koncepcji i rozwiązywaniu problemów. Potrzeba tej różnorodności w reprezentacjach może i powinna być kultywowana i wprowadzana na poziomie edukacyjnym.

SŁOWA KLUCZOWE: sztuczna inteligencja, rodzaje pojęć krytycznych, różnorodność reprezentacji myślowych, praktyka matematyczna, edukacja

1. Introduction

Mathematics is often regarded as a field of knowledge that is unique, certain, and independent of human influence. Recently, however, there has been a growing emphasis on the need to explore a new epistemology of mathematics. Within the Philosophy of Mathematical Practice (Carter, 2019; Giardino, 2017), issues such as errors in proofs (De Toffoli, 2021), the non-uniqueness of mainstream mathematics (Bloor, 1991; Van Bendegem, 2016; Mangraviti, in press), and the ethical implications and social dimensions of mathematics (Wagner, 2023) have become areas of interest.

To illustrate why the era of AI presents a compelling argument for examining the epistemology of mathematics and other sciences, we will discuss the observed impact of AI tools on society (Olteanu et al., 2019, 2023; Porcaro et al., 2023). In this context, it can be posited that AI tools may influence mental imagery (Nanay, 2021, 2023), which, in turn, can affect cognitive processes in individuals. This aspect is particularly significant from an educational standpoint.

Our research is grounded in actor-network theory (Latour, 2017) and the extended mind thesis (Logan, 2013). The former considers aspects of the human agent, such as naturalness, sociality, and the semiotic construction of meaning (Latour, 2017, p. 173). The latter, articulated by Lo-

gan, builds on the ideas of McLuhan and Clark, proposing that while we create technological tools, those tools ultimately shape us (Logan, 2013, pp. 267–268). We focus on mental imagery to explore the potential relationship between humans and AI technology. If AI tools influence our mental imagery, and that imagery, in turn, affects our cognitive processes, then we must consider whether certain mathematical patterns embedded in AI can shape individual mental schemas and processes.

The structure of this paper is as follows: the first section explores key aspects of the age of AI in the context of epistemology and the social responsibility of science. The second section discusses the philosophical issue of diversity and introduces the idea of critical concept kinds, drawing inspiration from Dembroff (2019). The final section presents a mathematical example demonstrating the benefits of possessing diverse, critical mathematical concepts.

2. The age of AI

The need for a new epistemology of the sciences is particularly evident in the age of AI. AI tools embed knowledge that can increasingly influence society in powerful and explicit ways. However, this embedded knowledge carries traces of social practices, along with hidden biases and inequalities, which can be further exacerbated as AI continues to shape society.

“Old”, traditional epistemology, especially in relation to the formal sciences, is concerned with knowledge that is detached from experience and unrelated to the subjective psychological processes of individuals or the social processes of scientific groups. What holds human knowledge together are justifications and evidence (Bradie & Harms, 2023). The “new” epistemology takes into account the influence of scientific

practices (even in the formal sciences) on the construction of theories. In this context, psychology can be seen as a useful, full-fledged analytical tool (Bradie & Harms, 2023). This makes it possible to examine the problem of the relationship between the diversity of mental representations (DMR) and critical concept kinds (CCK).

The “new” epistemology of mathematics differs from the “old” primarily in its approach to complexity and the structure of mathematical knowledge. Traditional epistemology is focused on static structures, viewing mathematical knowledge as fixed and absolute. It assumes mathematical concepts to be uniform and unchanging. In contrast, the new epistemology considers the dynamic, diverse nature of representations and their interactions. It emphasizes that mathematical knowledge is not homogeneous but can take various forms depending on cognitive context and processes. Concepts in this view are shaped by critical, interactive relationships with mental representations, allowing for a more nuanced analysis.

As noted by Porcaro et al. (2023), diversity is not synonymous with fairness. While diversity can lead to equal access to search results that promote fairness, it does not automatically ensure it. In the following discussion, we will explore the potential conditions under which diversity can foster conceptual fairness and non-discrimination and argue why developing such habits of mind is crucial from an educational perspective. In other words, we will propose how cultivating these habits can positively impact social practices.

Even at the level of social data itself, biases are often not directly observable but must be identified through studies in fields like social informatics (Olteanu et al., 2019). This indicates that implicit biases arising from accepted social practices, and their influence on the validity of social data research, are challenging to detect.

A case in point is the use of AI tools in healthcare, where implicit bias can significantly impact social fairness. For example, an AI tool for eye examinations was found to lack diversity in its ophthalmic datasets (Jacoba, 2023). This oversight may have led to the marginalization and exclusion of individuals whose characteristics, such as race, were not adequately represented in the dataset. In this context, ensuring diversity in dataset representation could help prevent bias in AI tools.

3. Diversity and the critical concept kinds

In this section we will ask whether the diversity of mathematical representations implemented in AI can influence and shape individual mental schemas and processes. We propose to consider its impact on having critical concept kinds, along the lines of the critical gender kinds proposed by Dembroff (2019). We also propose to consider the mental schemas as helping in the various domains.

We will focus on the problem of diversity and its relation to the possibility of having a critical concept at the mental level. Work relating to diversity in mathematics and AI can be observed in various areas of philosophical reflection – examples of such work are Mangraviti’s proposal of a framework for the philosophy of alternative mathematics or the work of Castillo and others on AI social responsibility (Olteanu et al., 2023; Porcaro et al., 2023). In some of these proposals, diversity serves some positive function.

The notion of diversity discussed here relates to perspective. As emphasized in the social philosophy of science (Longino, 1990), incorporating a broader range of viewpoints increases the likelihood of identifying and eliminating biases in theory construction and selection, thereby leading to a more robust epistemic practice. While this concept is widely accepted in the “soft” sciences, abstract fields like mathematics have traditionally

been resistant to such insights. However, this resistance is beginning to change, as the epistemic importance of the social dimensions of mathematics is increasingly acknowledged (Tanswell & Rittberg, 2020; Hunsicker & Rittberg, 2022; Burton, 1995).

The definition of critical concept kinds, based on Dembroff (2019) and Mangraviti (in press), can be presented as follows: a *critical concept kind* is a way of working with a concept which destabilizes mainstream ways of working with the “same” concept. *Critical individual mental practices* are those practices that generate critical concept kinds.

Here we would like to describe the reason why it can be assumed that certain mental habits and patterns (such as the need for a diversity of mental representations and the related need in some cases to have a critical concept kind) can influence individual and social practices. This reason is mental imagery as described by Nanay (2021, 2023).

The definition of mental imagery is as follows: “We use the term ‘mental imagery’ to refer to representations [. . .] of sensory information without a direct external stimulus” (Pearson et al., 2015, p. 590; Nanay, 2023, pp. 3–4).

The most important aspect of mental imagery is that it is shaped by various external factors that influence past memories and future expectations. Conversely, it significantly impacts overall mental life, emotions, desires, action execution, and multimodal perception (Nanay, 2023).

The second, equally important aspect is that, as Nanay argues, mental imagery can also operate at an unconscious level. In his article, Nanay supports this perspective and discusses specific empirical experiences to illustrate it (Nanay, 2021). Thus, the mental imagery described by Nanay can be both involuntary and unconscious (Nanay, 2023, p. 32).

For the purpose of this article, the most crucial implication of Nanay's work is that the connections between diversity and critical concept kinds, as well as between mental schemas and practices, do indeed exist.

4. The mathematical case study

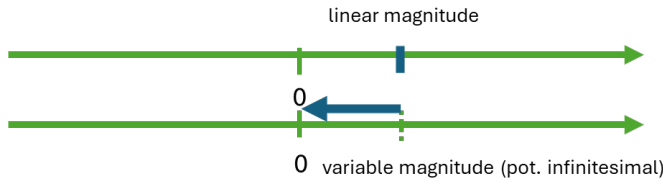
In this section, we will present an example illustrating how the diversity of visual mental representations, along with the possession of a critical concept kind, can enhance problem-solving effectiveness. The example will focus on mathematical cognition, specifically comparing two historical constructions: Cantor's proof against infinitesimals and Dedekind's construction of the set of real numbers. Our analysis will be limited to the perspective of cognitive psychology, with a particular emphasis on visual thinking and mental imagery, as discussed in the works of Bence Nanay (2021, 2023) and Marcus Giaquinto (2007, 2008a, 2008b).

Cantor expressed a bias against actual infinitesimals, distinguishing them from potential infinitesimals (Cantor, 1887, p. 410; Błaszczyk & Fila, 2020a, p. 150). As he explained, from the point of view of pure arithmetic analysis, one should not equate infinitesimals with magnitudes, but only with the way these magnitudes change, i.e., with "variable magnitudes becoming infinitely small" (Cantor, 1882, pp. 156–157; Pogonowski, 2012). In contrast, he described linear numbers in opposition to variable magnitudes as: "numbers which may be regarded as bounded, continuous lengths of straight lines" (Cantor, 1887, p. 407; Ehrlich, 2006, p. 41).

Cantor's attitude described above relates to his platonic assumptions – that the objects of mathematics exist independently of people. Since he always took existing concepts as the starting point of his considerations, he did not attempt to construct them (Cantor, 1883, p. 207).

Figure 1.

The example of the visual representation for the potential infinitesimal.



Source: own elaboration.

This also relates to the methods of the Berlin school (Ferreirós, 1999, pp. 34–36). Cantor’s considerations relating to infinitesimals in the context of the real numbers constructed are correct. However, in his proof against infinitesimals he already made a mathematical error, more extensively described elsewhere (Błaszczyk & Fila, 2020a; Cantor, 1887).

Cantor tried to consider the concept of the infinitesimals defined in the context of real numbers, also in the context of the ordinal infinite numbers he introduced. However, he did not formally define the relationship between these elements in a structural sense, but only arbitrarily defined its consequences. We believe that it was determined by him in a visual representation describing infinitesimal quantities as potential, i.e., as variable quantities becoming infinitesimal¹.

Perhaps unconscious mental imagery shaped his approach to this topic. By the fact that the representation may have been the only one accepted (consciously or not), Cantor considered the meaning of the concept determined by it as the only possible one. We argue, therefore, that Cantor lacked critical concept kinds of infinitesimals. This is because he did not attempt to define (introduce) new concepts in isolation from deriving them directly, deductively, from concepts that already existed. Cantor, because of his Platonic beliefs and the methods of the Berlin School, al-

¹ This topic will be further developed in a separate article.

ways took existing concepts and their context as the immutable starting point of his considerations. This also resulted (as we observe in this case) in a lack of variety in the visual representations of certain concepts. Ultimately, it can be argued that Cantor's way of using visual representations was ineffective in this case because it led to the need to prove the Archimedean Axiom not only in the context of real numbers. It led to an erroneous over-generalisation of the relationship between infinitesimals and transfinite ordinals, as Błaszczyk and Fila point out.

This relation is described as follows: when n – natural number, ζ – infinitesimal, Ord – transfinite ordinal, then: $(\forall n \in \mathbb{N}) \left(\zeta < \frac{1}{n} \right) = (\forall v \in Ord) (\forall n \in \mathbb{N}) \left(\zeta \cdot v < \frac{1}{n} \right)$ (Błaszczyk and Fila, 2020a, p. 176; Cantor, 1887, pp. 407–408). According to this, the product, as Cantor writes, will always be infinitesimal. But, as Błaszczyk and Fila note: “Cantor had never defined the product of infinitesimal and ordinal numbers” (Błaszczyk & Fila, 2020a, p. 176). And they show that this condition is not fulfilled in the field of surreal numbers, where: “every infinite ordinal number α is an infinite element (...) the element α^{-1} is infinitesimal” (Błaszczyk & Fila, 2020a, p. 176). Then, for certain infinitesimal α^{-1} we can find such transfinite ordinal β , that $\beta > \alpha$, and its product can be greater than $1 < \alpha^{-1} \cdot \beta$ (Błaszczyk & Fila, 2020a, p. 176).

Before moving on to Dedekind, it is important to note what Ferreirós (1999) states, that Cantor's and Dedekind's methods were different, as both were educated and worked in different scientific environments. Unlike Cantor, Dedekind did not write much about his philosophical assumptions about mathematics. Nor did he shy away from geometric (visual) intuition, even though he believed that a rigorous, formal introduction of basic structures was important (Dedekind, 1872, pp. 315–16).

The problem that Dedekind solved in constructing the set of real numbers was related to gaps in the set of rational numbers (Dedekind, 1872, p. 325). The original element of his construction of the set of real numbers was the property of continuity, which he defined on the basis of the straight line composed of points (Ferreirós, 1999, p. 133; Dedekind, 1872, p. 322; Błaszczyk & Fila, in press), which is different from the previous use of the term continuum, where it was something not composed of atomic parts (Bell, 2017).

His definition of continuity, we argue, may have been determined by the visual representation of the straight line and cut, which in turn was a response to an earlier mathematical problem (the lack of irrational numbers) and was the purpose of the constructed structure (to define these numbers). We assume that Dedekind used a visual mental representation to define the property of continuity because he referred to a straight line in his work, and he gave a rather intuitive definition of a straight line there at the beginning (Ferreirós, 1999, p. 133; Dedekind, 1872, p. 322).

He wrote:

If all points in the line are decomposed into two classes, such that each point in the first class is to the left of any point in the second class, then there exists one and only one point, which produces this division of all points in two classes, this cutting of the line in two parts (Ferreirós, 1999, p. 133; Dedekind, 1872, p. 322).

We can say that in Dedekind's case we are dealing with a critical notion of continuity. Dedekind did not limit mental representations only to those associated with the "mainstream" (continuous-discrete opposition), but reached for a new, original representation to illustrate and solve the problem (Błaszczyk & Fila, 2020b, Fig. 2).

Figure 2.
The cuts in the ordered field of real numbers.



Source: Błaszczyk & Fila, 2020b.

His approach in this case allowed him to effectively define the set of real numbers (the continuity property describes it, under some conditions, in a categorical way (Błaszczyk, 2020). Conditions when the property of continuity describes the structure in a categorical way: “The field of real numbers is defined as a commutative ordered field $(\mathbb{F}, +, \cdot, 0, 1, <)$, in which every Dedekind cut (L, U) of $(\mathbb{F}, <)$ satisfies the following condition: $(\exists x \in \mathbb{F}) (\forall y \in L) (\forall z \in U) (y \leq x \leq z)$ (C1)” – the continuity property by Dedekind.

The equivalent form of (C1): “The field is Archimedean and every Cauchy (fundamental) sequence $(a_n) \subset \mathbb{F}$ has a limit in $\mathbb{F}$ ” (Błaszczyk, 2020, p. 148).

Our conclusion is that the diversity of mental representations in Dedekind’s case provided him with the critical, effective concept (definition) of continuity. In contrast, Cantor limited his mental (especially visual) representations and created a false relation between the concepts. If Cantor had not considered concepts as existing independently of him, he might have had a more pragmatic approach to them, similar to Dedekind’s. That is, he would have considered each concept only in the context of a given structure, he would not have transferred certain properties (like the Archimedean property) from one structure $(\mathbb{R})$ to all structures in mathematics. He might not have limited the visual representations of the concept of infinitesimals to potential ones, because

he would not have tried to deny the existence of actual infinitesimals, as described by Kerry, for example (1885, p. 212).

To summarise, we assume that the diversity of mental representations is a necessary but not sufficient condition for forming critical concept kinds. While diversity enables concept formation, specific conceptual structures are also essential, as shown in our Cantor and Dedekind models analysis. The relationship between the diversity of mental representations and the formation of critical concept kinds can be understood as complementary but not inherently complete. DMR plays an enabling role, providing the cognitive flexibility necessary for developing complex concepts by allowing individuals to approach ideas from multiple perspectives. However, diversity alone does not guarantee the formation of CCK; specific conceptual structures and being aware of the purpose of the structure being constructed are also required to guide and organise these representations effectively.

Our analysis of the Cantor and Dedekind models illustrates this interaction. Cantor's proof against actual infinitesimals doesn't provide a critical concept kinds of infinitesimals. This is because of the lack of diversity of mental representations associated with this concept, as he rejected these, if only on the conscious level. In addition, Cantor's proof is not correct because, as we note, there is an inadequate understanding of this concept in the context of the purpose of the structure described in his proof. Whereas Dedekind's focus is on both the mental visual representations and the purpose of the mathematical, introduced structure of real numbers. His approach offers a diversity of mental representations that leads to the formation of a critical concept kinds of continuity. When coupled with structured conceptual frameworks, it provides a categorical description, under certain conditions, of the constructed structure.

5. Conclusion

In summary, we will first address the question: “whether the diversity of mathematical representations implemented in AI can influence and shape individual mental schemes and processes” posed in the section “Diversity and the critical concept kinds”. We suggest that the diversity of mathematical representations implemented in AI, which directly relates to what the user can observe, can influence the diversity of mental representations and the creation of critical concept kinds. The use of AI has the potential, first and foremost, to enrich the diversity of users’ mental representations. However, we also assume that by enabling the generation of different models, visualisations and mathematical approaches (Mityushev, Nawalaniec & Rylko, 2018) based on representational diversity, AI tools can support the belief that representational diversity is necessary for effective mathematical problem solving.

It is important to further investigate how users perceive and interpret AI-generated outputs and how this affects their individual mental representations. In particular, it is worth investigating whether AI users develop their own diverse representations or simply accept AI-generated outputs as final solutions without critical processing. Analysing these interactions can provide insights into the role of AI in mathematics education and the development of critical thinking skills, especially the formation of critical concept kinds.

The search for a new epistemology in mathematics and other sciences is crucial for identifying and addressing various problems, including those relating to the social responsibility of science and socio-ethical issues. The analyses presented in this article support the view that, particularly in the age of artificial intelligence, the social responsibility of mathematics and its influence on society through its implementation in AI tools must be considered.

Our argument is based on the idea that the diversity of mental representations of concepts can be key to effectively construct new concepts, relationships, and structures. Therefore, the diversity of mental representations in mathematical practice may play a significant role in effective problem-solving and the construction of mathematical structures. This notion is closely linked to the ability to develop critical concept kinds. A primary consideration here is that the mental representations possessed by each individual can be shaped by AI tools and the knowledge embedded within them.

Given the profound impact of artificial intelligence on society, it becomes important to explore whether it is possible to cultivate the need for diversity in the representation of certain concepts and practical problems by designing suitable schemes at the theoretical level. We hope this article can serve both as a starting point and a motivation for further research into the new epistemology of mathematics and other sciences. This pursuit is not solely for theoretical reasons but also for socio-ethical ones, such as striving for a just and non-discriminatory society, especially given the influence of AI tools on mental imagery, even through mathematical problems.

Acknowledgements

Tytko acknowledges financial support from a Centre for Science Studies at Aarhus University, under the EPSA Fellowship Programme.

Mangraviti acknowledges the financial support of a PNRR grant, under the European Union's NextGenerationEU research and innovation programme.

Bibliography

- Bell, J. L. (2017). Continuity and Infinitesimals. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Summer 2017. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/continuity/>
- Błaszczuk, P. (2020). What theory of infinity should be taught and how? *Mathematics Teaching Research Journal*, 12(2). <http://www.hostos.cuny.edu/mtrj/>
- Błaszczuk, P., & Fila, M. (2020a). Cantor on infinitesimals. Historical and modern perspective. *Bulletin of the Section of Logic*, 49(2), 149–79. <http://dx.doi.org/10.18778/0138-0680.2020.09>
- Błaszczuk, P., & Fila, M. (2020b). Modes of Continuity in Diagram for Intermediate Value Theorem. In A-V. Pietarinen, S. Linker, P. Chapman, J. Corter, V. Giardino, & L. Bosveld-de Smet (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference*. (pp. 34–49). Springer.
- Błaszczuk, P., & Fila, M. (in press). On Bolzano and Greek Concepts of Continuity. In B. Sriraman (Ed.), *Handbook of the History and Philosophy of Mathematical Practice*. Springer International Publishing.
- Bradie, M., & Harms, W. (2023 Spring). Evolutionary Epistemology. In E. N. Zalta, & U. Nodelman (Eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2023/entries/epistemology-evolutionary/>
- Burton, L. (1995). Moving towards a feminist epistemology of mathematics. *Educ Stud Math*, 28(3), 275–291.
- Cantor, G. (1882). Über unendliche, lineare Punktmannichfaltigkeiten 3 (Mathematische Annalen 20 (1), 113–121). In E. Zermelo (Ed.), *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts* (pp. 149–157). Verlag von Julius Springer. <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/download/pdf/PPN237853094/PPN237853094.pdf>
- Cantor, G. (1883). Über unendliche lineare Punktmannichfaltigkeiten 5 /Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre (Mathematische Annalen 21 (4), 545–591). In E. Zermelo (Ed.), *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts* (pp. 165–209). Verlag von Julius Springer. <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/download/pdf/PPN237853094/PPN237853094.pdf>

- Cantor, G. (1887). Mitteilungen zur Lehre vom Transfiniten, (Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik 91, 81–125). In E. Zermelo (Ed.), *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts* (pp. 378–439). Verlag von Julius Springer. <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/download/pdf/PPN237853094/PPN237853094.pdf>
- Dedekind, R. (1872). Stetigkeit und irrationale Zahlen. In R. Fricke, E. Noether and O. Ore (Eds.), *Gesammelte mathematische Werke* (pp. 315–334). Verlag von Friedr. Vieweg&Sohn Akt.-Ges. <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/download/pdf/PPN23569441X/PPN23569441X.pdf>
- Dembroff, R. (2019). Beyond binary: genderqueer as critical gender kind. *Philosopher's Imprint*, 20(9), 1–23.
- Ehrlich, P. (2006). The Rise of non-Archimedean Mathematics and the Roots of a Misconception I: The Emergence of non-Archimedean Systems of Magnitudes. *Arch. Hist. Exact Sci.*, 60, 1–121.
- Ferreirós, J. (1999). *Labyrinth of Thought. A history of set theory and its role in modern mathematics*. Birkhäuser.
- Giaquinto, M. (2007). *Visual Thinking in Mathematics: An Epistemological Study*. Oxford University Press.
- Giaquinto, M. (2008a). Cognition of Structure. In P. Mancosu (Ed.), *The Philosophy of Mathematical Practice*. (pp. 43–64). Oxford University Press.
- Giaquinto, M. (2008b). Visualizing in Mathematics. In P. Mancosu (Ed.), *The Philosophy of Mathematical Practice*. (pp. 22–42). Oxford University Press.
- Hunsicker, E. and Rittberg, C. (2022). On the Epistemological Relevance of Social Power and Justice in Mathematics. *Axiomathes*, 32(3), 1147–1168. <https://doi.org/10.1007/s10516-022-09629-z>
- Mangraviti, F. (in press). Critical math kinds: a framework for the philosophy of alternative mathematics. *Erkenntnis*.
- Kerry, B. (1885). Ueber G. Cantors Mannigfaltigkeitsuntersuchungen. *Vierteljahresschrift für wissensch. Philos.*, 9, 191–232.
- Mityushev, V., Nawalaniec, W., & Ryłko, N. (2018). *Introduction to Mathematical Modeling and Computer Simulations*. CRC – Taylor & Francis.

- Nanay, B. (2021). Unconscious mental imagery. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 376(1817), 20190689. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0689>
- Nanay, B. (2023). *Mental Imagery: Philosophy, Psychology, Neuroscience* (1st ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198809500.001.0001>
- Olteanu, A., Ekstrand, M., Castillo, C., & Suh, J. (2023). Responsible AI Research Needs Impact Statements Too. *ArXiv abs/2311.11776*, 1–9. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:265294449>
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., & Kosslyn, S. M. (2015). Mental imagery: functional mechanisms and clinical applications. *Trends Cogn. Sci.*, 19, 590–602. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.003>
- Pogonowski, J. (2012). O nieskończonych liniowych rozmaitościach punktowych (G. Cantor, Ueber unendliche, lineare Punktmannichfaltigkeiten. *Mathematische Annalen* XX, 113–121. 1882). Eudoksos-Dedekind-Conway. 2012. <http://www.eudoxos.pl/tlumaczenia/>
- Porcaro, L., Castillo, C., Gómez, E., & Vinagre, J. (2023). Fairness and Diversity in Information Access Systems. *arXiv 2305.09319*.
- Tanswell, F., & Rittberg, C. (2020). Epistemic injustice in mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 52(6), 1199–1210. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01174-6>

Metoda naukowa i niepewność. Dlaczego zrozumienie metody i niepewności naukowej jest ważne – historia pewnej idei

E. BARBARA OSTROWSKA^{*1}, MARCIN M. CHRZANOWSKI^{**2}, AGNIESZKA SUSZCZYŃSKA^{***2}

¹INSTYTUT BADAŃ EDUKACYJNYCH

² WYDZIAŁ BIOLOGII, UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Do wyjaśnienia funkcjonowania świata badacze wykorzystują głównie metodę naukową. Jej historyczny rozwój, szczególnie w obszarze nauk przyrodniczych, wiązał się z podważaniem dotychczasowych teorii stanowiących ustaloną, ugruntowaną naukę. W publikacji omówiono rozwój i weryfikację naukową teorii samoródtwa jako przykładu zmian w rozumieniu naturalnych procesów oraz odniesiono się również do roli niepewności w nauce. Historia samoródtwa – od jej początków w starożytności, przez eksperymenty Jana Baptisty van Helmonta, Francesco Rediego i Ludwika Pasteura – pokazuje, jak naukowcy, zdobywając coraz to nowe informacje i formułując wnioski z prac eksperymentalnych, korygowali swoje przekonania w świetle nowych dowodów. Autorzy, wykorzystując przykłady z historii odkryć naukowych, podkreślają rolę rozumienia metody naukowej, umiejętnej oceny wniosków z badań, otwartości na nowe idee oraz krytycznego myślenia i nauczania o niepewności naukowej w procesie nauczania/uczenia się.

SŁOWA KLUCZOWE: niepewność naukowa, metoda naukowa, historia nauki, samoródtwo, krytyczne myślenie, PISA

* E-mail: b.ostrowska@ibe.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5975-3339>

** E-mail: mm.chrzanowski@uw.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1109-4236>

*** E-mail: a.suszczyńska2@uw.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9446-3050>

Scientific method and uncertainty. Why understanding the scientific method and uncertainty is important – the story of an idea

To explain how the world works, researchers mainly use the scientific method. Its historical development, especially in the field of natural sciences, has been associated with the questioning of existing theories that constituted established, well-founded science. The paper discusses the development and scientific verification of the theory of spontaneous generation as an example of changes to the understanding of natural processes, and also refers to the role of uncertainty in science. The history of abiogenesis – from its origins in antiquity, through the experiments of Jan Baptista van Helmont, Francesco Redi and Louis Pasteur – illustrates how scientists, as they acquired more and more new information and formulated conclusions from experimental work, adjusted their beliefs in light of new evidence. Using examples from the history of scientific discovery, the authors emphasize the role of understanding the scientific method, skillful evaluation of research conclusions, openness to new ideas, the role of critical thinking, and teaching about scientific uncertainty in the teaching-learning process.

KEYWORDS: scientific uncertainty, scientific method, history of science, abiogenesis, critical thinking, PISA

1. Wprowadzenie

Nauka to ta część kultury, która zajmuje się szeroko rozumianym wyjaśnianiem funkcjonowania świata. Budowanie i rozwój nauki, szczególnie w zakresie wiedzy przyrodniczej, odbywa się najczęściej za pomocą metody naukowej. Metodę naukową (*scientific method*) można zdefiniować jako „zespół procedur służących do zbierania i interpretowania obiektywnych informacji w sposób zapewniający minimalizację błędów oraz umożliwiające dokonywanie wiarygodnych generalizacji” (Zimbar-

do i Gerrig, 2009, s. 604). Metoda naukowa kieruje się ściśle określonymi procedurami pozwalającymi weryfikować (falsyfikować) hipotezy, odtworzać przeprowadzone eksperymenty, ważyć dowody czy analizować wnioski. Tworząc wiedzę, naukowcy starają się uzupełniać luki i przedstawiać nowe rozwiązania lub modyfikować już istniejące teorie. Nie należy jednak zapominać o niepewności naukowej, która jest nieodłączną częścią wiedzy i zazwyczaj będzie podążać za rozwojem i postępem. Niepewność zawsze towarzyszy badaniom naukowym i często rozumiana jest jako ograniczenie, którego nie jesteśmy w stanie określić czy zmierzyć. W różny sposób można weryfikować wiedzę i odnosić się do niepewności naukowej. Ciekawą inspiracją może być przyjrzenie się temu, w jaki sposób rozwijały czy zmieniały się niektóre elementy obecnej wiedzy oraz jak powstawały nowe teorie i idee.

Omawianie w szkole konkretnych przykładów z historii odkryć naukowych może być przyczynkiem do analizy błędów i sukcesów naukowców. Pozwala wzmocnić zrozumienie metody naukowej i znaczenie dowodów eksperymentalnych. Co równie ważne – na jej podstawie uczniowie mogą zrozumieć także rolę niepewności i rewizji wiedzy, otwierać się na nowe idee oraz uczyć się oceniania informacji w szerszym kontekście historycznym i społecznym. Historia teorii dotyczących powstania życia, w tym teorii samoródtwa, będzie dobrą ilustracją tego, jak uczyć otwartości na zmiany w nauce oraz zrozumienia procesu ewolucji wiedzy naukowej.

2. Teoria samoródtwa u zwierząt i roślin – od idei Arystotelesa do eksperymentów Jana Baptysty van Helmonta

Od zarania dziejów ludzie zastanawiali się nad tym, w jaki sposób powstało życie na Ziemi, a więc w jaki sposób związki chemiczne przekształcają się i łączą, aby ostatecznie uformować komórkę wykazującą cechy życia

(Weiner i Weiner 3, 2023). Bardzo długo panowało przekonanie, że żywe istoty mogą powstawać spontanicznie i samorzutnie z mieszaniny związków chemicznych. Koncepcja ta, zwana samorództwem lub abiogenezą, została sformułowana przez Arystotelesa w IV w. p.n.e. i przez kolejne stulecia (aż do XIX w.) stanowiła naukę ustaloną i ugruntowaną (*settled science*), czyli wyjaśnienie poparte wielokrotnymi testami i szeroko akceptowane przez środowisko naukowe (Berkbile, 2018). Teorię tę wykorzystywano do wyjaśniania m.in. podstaw rozrodu. Zgodnie z nią muchy powstają z gnijącego mięsa, pasożyty z wnętrzości organizmów, rośliny z gleby, ryby z mułu, a myszy ze słomy (Świeżyński, 2009). Koncepcja samorództwa przez kolejne wieki zmieniała się jednak równolegle z postępami nauk empirycznych, samej metody naukowej oraz filozoficznymi i teologicznymi koncepcjami wyjaśniającymi prawa przyrody. Analizując wielowiekową ewolucję idei samorództwa oraz eksperymenty potwierdzające lub ją falsyfikujące, można pokazać, w jaki sposób również obecnie prowadzi się badania naukowe oraz dlaczego w pracę naukowców zawsze wpisane jest ryzyko popełnienia błędu.

Dyskurs na temat Arystotelesowskiej teorii samorództwa był kontynuowany przez naukowców nowożytnych, którzy swoich opinii naukowych nie opierali wyłącznie na obserwacjach i przekonaniach, jak miało to miejsce w starożytności, ale szukali dowodów empirycznych, przede wszystkim w postaci wniosków z eksperymentów. Jedną z kluczowych prac tego okresu było *Ortus medicinae* (Świt medycyny) – publikacja zbierająca wszystkie doświadczenia przeprowadzone przez Jana Baptistę van Helmonta z chemii, medycyny i biologii (Helmont, 1652; Tatarkiewicz, 2007). Najistotniejsze w debacie naukowej na temat samorództwa były dwa doświadczenia. W pierwszym van Helmont sformułował przepis na wytworzenie myszy: „Włożyć kawałek przepoconej bielizny osobistej i nieco pszenicy do niezamkniętego słoika. Po 21 dniach odór się zmieni, a fer-

ment pochodzący z tkaniny i penetrujący ziarna pszenicy spowoduje ich przemianę w myszy. Co jeszcze bardziej zadziwiające, powstaną myszy obu płci, które będą zdolne do rozmnażania się z myszami narodzonymi w sposób naturalny z rodziców. Najbardziej zdumiewające jest to, że powstają w ten sposób nie małe myszki, lecz w pełni dorosłe” (Bulloch, 1960; s. 81; Helmont, 1652; Wiggins i Wynn, 2004). W kolejnym doświadczeniu van Helmont starał się zweryfikować hipotezę badawczą, zgodnie z którą za pomocą samoródtwa rozwijają się również rośliny: „O tym, że wszystko roślinne bezpośrednio i materialnie powstaje z samej wody, dowiedziałem się z tego eksperymentu. Wziąłem glinianą donicę, umieściłem w niej 200 funtów ziemi wysuszonej w piecu, nasyciłem to wodą i zasadziłem tam pęd wierzbowy ważący 5 funtów. Po upływie 5 lat drzewo, jakie z tego wyrosło, ważyło 169 funtów i 3 uncje. Lecz donica była stale podlewana tylko przez deszcz lub (gdy to było konieczne) wodę destylowaną; podlewanie było dostateczne i przesyciło wodą całą ziemię; aby zapobiec wmieszanemu do ziemi pyłu unoszącemu się wokoło, wierzch donicy pokryty był żelazną płytką powleczoną cyną i zaopatrzoną w wiele dziur. Nie ważyłem opadających liści w ciągu czterech jesieni. W końcu znowu wysuszyłem ziemię w donicy i stwierdziłem, że waży znowu te same 200 funtów bez około 2 uncji. A zatem 164 funtów drewna, kory i korzeni powstało tylko z wody” (van Helmont, 1652; Świeżyński, 2009).

Choć łatwo nam w rozmaity sposób wyjaśnić efekty doświadczenia z myszami, które doprowadziło van Helmonta do błędnych wniosków, dla współczesnych jemu ludzi był to spektakularny wynik potwierdzający powszechne i utrwalone w społeczności naukowej przekonanie. Drugie doświadczenie, w którym van Helmont stwierdził, że roślina rozwija się i rośnie, wykorzystując do tego wyłącznie wodę, zostało przygotowane i wykonane dużo staranniej. Obecnie powiedzielibyśmy, że postawiona hipoteza badawcza została potwierdzona, a więc zweryfikowana

pozytywnie doświadczeniem wykonanym zgodnie z metodą naukową, a wnioski są adekwatne, czyli bezpośrednio wynikają z analizy wyników. Mimo to współcześnie wiemy, że wniosek ten jest błędny, ponieważ wyniki zostały zinterpretowane bez znajomości procesu fotosyntezy, a także z niepełną wiedzą na temat stanów skupienia materii – pojęcie „gaz” (gr. *Cháos* – chaos) zostało wprowadzone przez samego van Helmonta i odnosiło się wyłącznie do substancji powstającej w wyniku spalania węgla (van Helmont, 1652). Zatem autor tego eksperymentu, żyjąc w XVII w., nie miał możliwości prawidłowego zinterpretowania otrzymanych wyników¹. Warto pamiętać, że sami naukowcy są świadomi możliwości popełnienia tego typu niezawinionych błędów, dlatego omawiając otrzymane wyniki i formułując wnioski, często używają wyrażenia „zgodnie z obecnym stanem wiedzy...”. Zastanawiając się nad interpretacją wyników uzyskanych przez ówczesnych badaczy, warto wziąć również pod uwagę zjawisko ślepoty wywołanej teorią – po tym, jak naukowiec zaakceptuje teorię i wykorzysta ją jako narzędzie w swoim myśleniu, może być mu niezwykle trudno zauważyć jej wady. Jeśli natknie się na obserwację, która wydaje się nie pasować do modelu, może założyć, że musi istnieć inne dobre wyjaśnienie, w jakiś sposób przeoczone. Może się wtedy zdarzyć, że ów naukowiec, ufając społeczności ekspertów, którzy daną teorię zaakceptowali, nie będzie jej podważał, uznając, że istnieje inne logiczne wyjaśnienie, jeszcze nikomu nieznane (Kahneman, 2013).

¹ W przeprowadzanych od 25 lat międzynarodowych badaniach edukacyjnych PISA również wykorzystywane są teksty opisujące historię odkryć naukowych (OECD, 2009). Przykładem może być zestaw zadań pt. *Pamiętnik Sammelweisa* nawiązujący do obserwacji prowadzonej w 1846 r. przez Ignaza Philippa Semmelweisa, lekarza wiedeńskiej kliniki. W jednym z pytań dyskutowany jest wpływ trzęsienia ziemi na gorączkę połogową kobiet, w innym hipotezy stawiane przez lekarza związane z procedurami panującymi na oddziale. Ciekawe jest spojrzenie na opisane wydarzenia z punktu widzenia współczesnej wiedzy.

3. Pierwsze wątpliwości – eksperymenty Francesca Rediego i powtarzalność wyników

Wracając do historii idei samoródtwa, należy cofnąć się do XVII-wiecznej Europy, kiedy to opublikowano informacje o kwestionujących ideę samoródtwa przełomowych eksperymentach Włocha Francesco Rediego, profesora Uniwersytetu w Pizie. W przeprowadzanych badaniach Redi weryfikował hipotezę o powstawaniu much z popsutego mięsa. W swoim najsłynniejszym doświadczeniu rozdzielił udziec wołowy na dwie części, po czym jedną porcję pozostawił na talerzu na świeżym powietrzu, a drugą zamknął w naczyniu i „chustką obwinął, aby ani muchy, ani żadne robactwo latające nie mogło mieć do niego przystępu” (Redi, 1668, s. 20). Po kilku dniach oba kawałki mięsa zaczęły się rozkładać, wydzielając nieprzyjemny zapach, jednak larwy much pojawiły się tylko na tym, który leżał na nieprzykrytym talerzu (Pękacka-Falkowska, 2015).

Eksperyment Rediego został dobrze zaprojektowany, zawierał próbę kontrolną i badawczą, otrzymany wynik był jednoznaczny, a wnioski umożliwiały zweryfikowanie hipotezy badawczej, która podawała w wątpliwość zachodzenie zjawiska samoródtwa (przynajmniej u much). Co więcej, otrzymany wynik był powtarzalny – do takich samych wniosków doprowadziły go eksperymenty, w których zmieniał rodzaj produktów zwierzęcych (np. węże, ryby, ser), lub naczynia, w których zachodził ich rozkład. Kiedy zarzucono mu, że w zamkniętym pojemniku rozwój larw hamowany był przez brak dostępu powietrza, niektóre naczynia przykrył cienkim materiałem umożliwiającym wentylację, a inne pozostawił otwarte, i ponownie uzyskał taki sam wynik (Pękacka-Falkowska, 2015; Redi, 1668).

Warto również zauważyć, że chcąc przybliżyć metodę naukową uczniom, niekoniecznie trzeba przeprowadzać i opisywać tak skomplikowane

eksperymenty. Można zadać uczniom bardzo proste pytanie i opisać poszczególne etapy procedury badawczej. Przykładem może być zadanie pt. *Które ciastko jest smaczniejsze?* z Bazy Dobrych Praktyk Instytutu Badań Edukacyjnych²:

Pewien cukiernik postanowił sprawdzić, które z jego ciastek jest smaczniejsze: kremówka za 6 zł czy napoleonka za 8 zł. Do badania zaprosił zaprzyjaźnioną wielopokoleniową rodzinę. Każda z uczestniczących w badaniu osób zjadła najpierw napoleonkę, a potem kremówkę, po czym oceniała ich smak w skali od 1 do 10.

Czy wszystkie elementy tego doświadczenia zostały poprawnie zaplanowane?

Lp. Sposób przeprowadzenia doświadczenia	Czy jest to poprawne?
1. Badani byli w różnym wieku.	tak/nie
2. Badani byli ze sobą spokrewnieni.	tak/nie
3. Wszyscy otrzymywali napoleonkę jako pierwszą.	tak/nie
4. Badani nie znali cen ciastek i nie musieli za nie płacić.	tak/nie

Poprawne odpowiedzi to: 1. Tak, 2. Nie, 3. Nie, 4. Tak (Instytut Badań Edukacyjnych, 2015).

Wracając do eksperymentu Rediego. Zgodnie z dzisiejszą wiedzą wniośki z tych doświadczeń są w pełni poprawne i prowadzą do odkrycia prawdy naukowej (wiedzy). Jednak czy praca badawcza jednego naukowca (nawet tak dobrze zaplanowana i wykonana), w której uzyskano wniosek przeciwny do powszechnie uznanego dogmatu, była w stanie zmienić przekonania ludzi lub opinię naukowców? W XVII w. był to tylko kolejny głos w debacie na temat natury życia, równie cenny co doświadczenia van Helmonta. Nawet sam Redi, nie umiając wyjaśnić cyklu życia-

² Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Na stronie internetowej można zapoznać się z komentarzem do narzędzia oraz wynikami uczniów rozwiązujących to zadanie (IBE, 2015).

wego pasożytów, nie odrzucił jednoznacznie przekonania, że powstają one z tkanek żywiciela (Redi, 1688; Świeżyński, 2009). Jednak rzetelność przeprowadzonych doświadczeń i powtarzalność otrzymanych wyników były podstawą do wzbudzenia pierwszych poważnych wątpliwości i dyskusji dotyczących rozmnażania zwierząt. Dzisiaj, powtarzając za Williamem Harveyem, że *omne vivum ex ovo* (wszystko, co żywe, bierze się z jaj), uznajemy doświadczenia Rediego za pionierskie i kluczowe w obaleniu wielowiekowego dogmatu o samoródtwie (Harvey, 1651).

4. Niepewność naukowa – mikroskop Antoniego van Leeuwenhoek’a i samoródtwo mikroorganizmów

Na przełomie XVII i XVIII w., kiedy wnioski z eksperymentów Rediego uzyskiwały coraz większe poparcie wśród ówczesnych naukowców, dyskusja na temat samoródtwa wkroczyła w nowy rozdział za sprawą odkrycia mikroskopu, a tym samym świata mikroorganizmów. W tym czasie wielu badaczy (m.in. Lazzaro Spallanzani, John Needham, Antoni van Leeuwenhoek, Jean Baptiste de Lamarck, John Tyndall) próbowało sprawdzić, czy zjawisko samoródtwa zachodzi w świecie (jak wtedy wydawało się) najprostszych organizmów niewidocznych gołym okiem. W tym celu przeprowadzano eksperymenty, których założeniem było potwierdzenie lub sfalsyfikowanie hipotezy mówiącej o tym, że mikroorganizmy mogą pojawić się samoistnie (w wyniku samoródtwa) w sterylnym środowisku odizolowanym od środowiska zewnętrznego. Wyniki tych doświadczeń różniły się między sobą ze względu na brak podstawowej wiedzy dotyczącej mikroorganizmów (m.in. ich obecności w powietrzu, glebie i wodzie) i antyseptyków (Świeżyński, 2009).

5. Ludwik Pasteur, próby kontrolne i falsyfikowanie hipotez

Dyskusja pomiędzy zwolennikami (na czele których stał Archimedes Pou-chet) a przeciwnikami teorii samoródtwa mikroorganizmów, podsycana przez coraz nowsze doświadczenia dające przeciwstawne wnioski, na początku XIX w. była tak ożywiona, że skłoniła Francuską Akademię Nauk do wyznaczenia nagrody dla naukowca, który jednoznacznie rozstrzygnie ten spór naukowy. Zwycięzcą okazał się Ludwik Pasteur. Jego układ doświadczalny był analogiczny do tego, co robili poprzednicy – sprawdzał, czy proces fermentacji świadczący o obecności mikroorganizmów w próbie będzie zachodził w sterylnej pożywce odizolowanej od środowiska zewnętrznego. Rozstrzygające znaczenie w jego doświadczeniach miała ich powtarzalność oraz zastosowanie wielu prób kontrolnych. Tego, czego dokonał Pasteur, nie udało się osiągnąć nikomu wcześniej, ponieważ jako jedyny wyszedł z założenia, że mikroorganizmy są wszechobecne, więc wszystko, co ma kontakt z próbą sterylną, musi zostać wyjałowione (Pasteur, 1862). Podobnie jak Rediemu, zarzucono mu, że brak mikroorganizmów w próbie sterylnej świadczy bardziej o witalnej sile powietrza niż braku samoródtwa u mikroorganizmów. Wypełnił więc naczynie z wysterylizowaną pożywką powietrzem, które wcześniej przepuścił przez rozżarzoną platynową rurkę. Innym razem powietrze sterylizował za pomocą filtra z waty. Aby dowieść jego skuteczności, przeprowadził próbę kontrolną pozytywną, w której analizował przyrost mikroorganizmów w pożywce zawierającej zużyty filtr (Salamon i Jagielski, 2022).

Pasteurowi dała przewagę jego wyjątkowa dociekliwość, pracowitość oraz systematyczność i skrupulatność w utrzymaniu jałowych warunków układu eksperymentalnego. Starania, które podejmował, i czynności, które wykonywał, zapewne dla większości obserwatorów były niezrozumiałe, niepotrzebne, a być może wręcz śmieszne. Jednak trwając w prze-

konaniu o swojej racji, uzyskał powtarzalność wyników, a zachowując otwartość umysłu, był w stanie skonstruować eksperymenty umożliwiające odrzucenie każdej wątpliwości, która pojawiła się w czasie dyskusji naukowej. W ten sposób przekonał najpierw Francuską Akademię Nauk, później pozostałych naukowców, a na końcu społeczeństwo.

W ostatecznym odrzuceniu teorii samoródtwa pomogły kolejne odkrycia z XVIII i XIX w. Przede wszystkim sformułowanie teorii komórkowej (wszystkie organizmy zbudowane są z komórek) przez Matthiasa Schleidena i Theodora Schwanna, której rozwinięcie przez Rudolfa Virchowa o zasadę *omnis cellula e cellula* (każda komórka bierze się z komórki) ostatecznie odrzuciło możliwość spontanicznego pojawiania się organizmów w przyrodzie (Schleiden 1838; Schwann 1839; Świeżyński, 2009; Virchow, 1858). Późniejsza teoria ewolucji Karola Darwina była kolejnym potwierdzeniem konieczności występowania jakiejś ciągłości życia (nie znano jeszcze podstaw dziedziczenia) między organizmami rodzicielskimi i potomstwem, co ostatecznie zakończyło okres wiary w samoródtwo jako jedną z form powstawania i rozmnażania się organizmów (Chwieduk, 2011).

6. Teoria samoródtwa współcześnie

Czy dyskusja na temat samoródtwa została ostatecznie zamknięta? Odrzucenie możliwości spontanicznego formowania organizmów z materii nieorganicznej pozostawiło kolejne pytanie bez odpowiedzi. Skoro każdy organizm powstaje z innego organizmu, a każda komórka z innej komórki, w jaki sposób powstała ta pierwsza? Obecnie funkcjonuje kilka teorii tłumaczących ten etap w dziejach Ziemi:

1. Teoria „ciepłego małego stawu” – eksperyment przeprowadzony przez Stanleya Millera i Harolda Ureya w 1953 roku wykazał,

że w mieszaninie metanu, amoniaku, wodoru i pary wodnej (związków, w które najprawdopodobniej obfitowała pierwotna atmosfera ziemna) pod wpływem wyładowań elektrycznych mogą powstawać aminokwasy, które łączą się, tworzą białka – główny budulec organizmów (Miller i Urey, 1953).

2. Hipoteza czarnych dymów (żelazo-siarkowa) – badania okolic kominów hydrotermalnych na dnie oceanów pokazały, że składniki wody morskiej mogą wchodzić w różne reakcje chemiczne z gorącymi składnikami skał, dając bogactwo różnorodnych związków chemicznych (w tym związków organicznych) oraz tworząc środowisko życia dla wielu mikroorganizmów (Wächtershäuser, 1988).

3. Teoria RNA – opiera się na obserwacji zjawiska samokopiiwalności RNA. Sugeruje się, że wykształcenie tej cechy umożliwiło powstanie życia (Mills, Peterson i Spiegelman, 1967; Szostak, Bartel i Luisi, 2001).

4. Teoria liposomów – liposomy są to kuliste struktury zbudowane z lipidów i innych cząsteczek amfifilowych, tworzące izolowane środowisko wewnętrzne, w którym mogą koncentrować się różne związki chemiczne. Liposomy przypominają zatem błony komórkowe tworzące komórki (Hanczyc, Fujikawa i Szostak, 2003).

5. Teoria koacerwatów – wprowadzona przez Aleksandra Oparina (1924). Koacerwaty to duże półprzepuszczalne micelle – materia najbardziej zbliżona do komórek. Wprowadzając do koacerwatu enzymy, można doprowadzić do powstania w takim układzie pseudometabolizmu. Od lat dwutysięcznych teoria koacerwatów nabiera na znaczeniu w związku z nowymi odkryciami naukowymi dotyczącymi m.in. *Phragmatopoma californica* (Brangwynne i in., 2009; Nakashima, Vibhute i Spruijt, 2019).

6. Hipoteza panspermii – sugeruje, że życie na Ziemi przybyło z kosmosu. Hipotezę tę oparto na odkryciu obecności aminokwasów w meteorytach oraz na Marsie (Crick i Orgel 1973; Helden i Schuster, 2004).

Każda z opisanych teorii (poza teorią panspermii, która z kolei nie tłumaczy, w jaki sposób powstało życie na innych planetach) zakłada, że komórka została uformowana przez stopniowe przekształcanie prostych związków chemicznych w złożone układy, które w pewnym momencie zaczęły wykazywać cechy życia. Czy przywołane doświadczenia lub argumenty są wystarczająco przekonujące, by uznać, że abiogeneza (samorództwo) była źródłem życia na Ziemi? Najwięcej wątpliwości wzbudza fakt, że jak dotąd nikomu nie udało się odtworzyć tego procesu w taki sposób, by efektem końcowym było otrzymanie komórki (Chwieduk, 2011). Zatem obecnie, w związku z ciągłym niedostatkiem wiedzy na temat początków życia na Ziemi, jesteśmy w takiej samej sytuacji jak ludzie w XVII w., którzy wierzyli w samorództwo organizmów, ponieważ nie mogli znaleźć innego wyjaśnienia obecności larw much na psującym się mięsie czy szybko zwiększającej się populacji gryzoni w magazynach ze zbożem. Być może w przyszłości, kiedy poznamy już historię życia na Ziemi, przyszłe pokolenia będą zastanawiać się, dlaczego ludzkość tyle lat wierzyła w teorię abiogenezy, pomimo przemawiających za nią tak skąpych i słabych argumentów. Trudno w tym miejscu nie wrócić do niepewności naukowej. Bez względu na to, ile poprawnie zaplanowanych eksperymentów przeprowadzą naukowcy, nigdy nie będzie można powiedzieć, że mamy stuprocentową pewność, jako że nowe metody i możliwości detekcji zarówno weryfikują wiedzę podstawową, jak również ją rozwijają.

7. Czego o nauce uczy historia teorii samoródtwa?

Wielowiekowa ewolucja teorii samoródtwa dobrze obrazuje, jak działa nauka, czyli w jaki sposób prowadzone są badania naukowe, których wnioski wzbogacają naszą wiedzę o świecie. Początek tej historii wynikał z obserwacji przyrodniczej, w efekcie której zauważono, że larwy much pojawiają się na nieświeżym mięsie. Następnie postawiono hipotezę badawczą mówiącą o tym, że organizmy te formułują się spontanicznie ze związków powstających z mułu, brudu czy też w czasie rozkładu szczątków zwierzęcych. Hipoteza ta została silnie utrwalona w społeczeństwie – stanowiła naukę ustaloną, ponieważ dawała proste i logiczne wyjaśnienie powszechnie obserwowanego zjawiska oraz była jedynym przekonującym wytłumaczeniem tego zagadnienia.

W każdej epoce rodzą się ludzie ciekawi świata, których domeną jest powątpiewanie, odwaga i otwarty umysł. Są to najczęściej naukowcy, którzy nie chcą jedynie wierzyć, ale wiedzieć, i dlatego weryfikują to, co dla innych bywa oczywiste. Z tego powodu nieustannie odnawiano dyskusję na temat samoródtwa, a czynnikiem napędzającym te dysputy był rozwój nauk przyrodniczych oraz samej metody badań empirycznych. Od van Helmonta po Pasteura naukowcy przeprowadzali eksperymenty zgodne z obecnie stosowaną metodą naukową, tj. oparte na weryfikowalnych dowodach empirycznych, kwantyfikacji wyników i analizie danych obejmującej m.in. porównywanie prób kontrolnych i badawczych (Lilpop, Zachwatowicz, Banasiak, Chrzanowski i Bębas, 2017). Zatem dlaczego doświadczenia te często prowadziły do zgoła przeciwnych wniosków, a tym samym dyskusja naukowa trwała całe wieki, nim ostatecznie odrzucono hipotezę o samoródtwie jako kolejnym sposobie na rozmnażanie organizmów? Należy pamiętać, że naukowcy mogą się mylić, czyli wyciągnąć błędne wnioski nawet z najlepiej zaplanowanego i przeprowadzonego doświadczenia. Błędy te najczęściej wynikają

z braku wystarczającej wiedzy, co sprawia, że otrzymane wyniki mogą być interpretowane niewystarczająco dogłębnie (jak w doświadczeniu z wierzbą van Helmonta), lub z tego, że podczas planowania doświadczenia nie uwzględniano zmiennych, które powinny być kontrolowane (jak w doświadczeniach mikrobiologicznych Leeuwenhoeke). Prawdopodobieństwo popełnienia błędu w pracy naukowej może zmniejszyć powtarzalność otrzymanych wyników, stąd przełomowe w dyskursie na temat samoródtwa okazały się prace Rediego i Pasteura. Inny problem – oprócz braku wystarczającej wiedzy – to próby porównywania badań, które nie powinny być porównywane. Taka sytuacja miała przykładowo miejsce kilka lat temu w trakcie pandemii. W bardzo uproszczony sposób podawano wyniki badań bez charakterystyki próby czy warunków cytowanego badania. Prowadziło to do wielu nieporozumień i obniżenia zaufania do naukowców (Ściślewska, Ostrowska i Chrzanowski, 2022). Zrozumienie istoty niepewności w nauce może być pomocne w odbudowie tego zaufania.

Współczesny nam człowiek traktuje badania naukowe jako źródło jednoznacznych odpowiedzi na skomplikowane pytania. Jest to bardzo częsty błąd w rozumieniu tego, w jaki sposób prowadzone są eksperymenty. Nawet najbardziej skrupulatni naukowcy nie mają możliwości bezpośredniego poznania prawdy o świecie. Ich narzędziem pracy jest stawianie hipotez badawczych i ich weryfikacja m.in. poprzez eksperymenty. Zgromadzenie wielu argumentów potwierdzających badaną hipotezę zmniejsza prawdopodobieństwo popełnienia błędu, jednak najczęściej dopiero po wielu latach (czasami wiekach) można ostatecznie ocenić jej prawdziwość. Wyjątkowo problematyczne są badania, w których chcemy udowodnić, że czegoś nie ma lub dane zjawisko nie występuje. Wyniki takich eksperymentów pozostawiają zawsze otwartą dyskusję, w której należy zaznaczyć, że pomimo starań badaczy nie da się wszystkiego

sprawdzić (zatem być może istnieją takie warunki, w których wystąpiłoby to, co chcemy pokazać, że nie istnieje) lub że być może czułość metody badawczej, którą obecnie dysponujemy, jest zbyt niska (a w przyszłości pojawią się inne techniki, które zweryfikują poprawność wniosków). Problem ten pojawił się również w interpretacji badań o samoródtwie. Weźmy pod uwagę chociażby pierwsze doświadczenia mikrobiologiczne. Van Leeuwenhoek jednym eksperymentem, w którym stwierdził, że w zbutwiałej wodzie zarówno w otwartym, jak i w zamkniętym naczyniu rozwinęło się tyle samo mikroorganizmów, ponownie ożywił dyskusję na temat samoródtwa (van Leeuwenhoek, 1684). Ponad sto lat później Pasteur musiał pokazać wyniki wielu doświadczeń uwzględniających różne czynniki i warunki, by przekonać naukowców, że taki proces nie ma miejsca. Ten sam paradoks leży u podstaw największego współczesnego kryzysu wiary w naukę, który związany jest z tzw. ruchem antyszczepionkowym (Kamińska i Chrzanowski, 2022; Rosińska i in., 2022). W 1998 roku opublikowano jedną pracę wskazującą na związek między szczepieniem preparatem skojarzonym zapewniającym odporność wobec wirusów odry, świnki i różyczki (*measles, mumps, and rubella vaccine*, MMR), a autyzmem (Wakefield i in., 1998). Obecnie nadal obserwujemy konsekwencje ukazania się tej pracy, pomimo wielokrotnego podważenia poprawności zastosowanej w niej metodologii i przeprowadzenia niezliczonych badań populacyjnych i metaanaliz, które pokazują brak takiej zależności (Demicheli, Debalini i Di Pietrantonj, 2012).

8. Czy można wierzyć naukowcom?

Skoro sformułowanie „potwierdzone badaniami naukowymi” nie jest gwarancją prawdy, to czemu lub komu może ufać współczesny człowiek zewsząd bombardowany informacjami, z których tylko część jest

prawdziwa? Pomimo możliwości popełnienia błędu we wnioskowaniu, często braku pełnej zgodności między naukowcami i niejednoznaczności wyników doświadczeń badania oparte na metodzie empirycznej nadal są najlepszym sposobem na poznawanie świata. Wszakże – powracając do przykładu historii teorii samoródtwa – ostatecznie za pomocą eksperymentów opartych na metodzie naukowej udało się jednoznacznie rozstrzygnąć tę wielowiekową wątpliwość. Odpowiadając na pytanie zawarte w temacie tego rozdziału, należy stwierdzić, że można (a nawet trzeba) ufać naukowcom, jednak warto mieć również wiedzę i rozumieć, w jaki sposób prowadzone są badania naukowe, by nie ulec rozczarowaniu wynikającemu z idealizacji nauki, umieć odróżnić naukę od pseudonauki i fakty od opinii. O dużym deficycie tych umiejętności w społeczeństwach świadczą m.in.:

1. Ruchy antyszczepionkowe. W badaniu naukowców z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego z 2021 r. aż 31% badanych zgodziło się ze stwierdzeniem, że szczepienia są promowane głównie dlatego, że leży to w interesie firm farmaceutycznych, a ponad 22% uważało, że szczepionki dla dzieci mogą powodować poważne zaburzenia rozwojowe, w tym autyzm (Włodarska, Gujski, Pinkas i Raciborski, 2021),
2. Tak zwana medycyna alternatywna. Zgodnie z badaniami Clemesa Wolfa i in. (2021) stosowało ją nawet do 73% pacjentów chorych na nowotwory.
3. Negowanie antropogenicznych zmian klimatycznych. Obecnie teoria dotycząca wpływu antropogenicznego na zmiany klimatu stanowi ustaloną (ugruntowaną) naukę – we wnioskach dotyczących zmian klimatycznych istnieje stabilny konsensus w ponad 99% publikacji naukowych (Lynas, Houlton i Perry, 2021), a przykładowo z badań CBOS wynika, że 44% Polaków zgadza się ze stwierdzeniem:

„Naukowcy nie są zgodni, czy działalność człowieka ma wpływ na klimat” (Centrum B dania Opinii Publicznej, 2010).

9. Jak uczyć o nauce i naukowości?

Przede wszystkim należy się zastanowić, czy i dlaczego warto o niej uczyć. Wyniki badania Komisji Europejskiej pt. *Eurobarometr, European citizens' knowledge and attitudes towards science and technology* (Komisja Europejska, 2021) pokazują, że Polacy nie interesują się zagadnieniami naukowymi: co czwarty Polak nie jest zainteresowany problematyką zmian klimatu, 37% nie jest zainteresowanych nowymi odkryciami i rozwojem nauk medycznych, również 37% deklaruje całkowity brak zainteresowania odkryciami naukowymi czy rozwojem nowych technologii, a 39% Polaków uważa, że nie czerpie żadnych korzyści z rozwoju nauki i technologii. Spośród 38 zbadanych krajów Polska zajęła w większości przypadków ostatnie lub przedostatnie miejsce w tych badaniach. Wbrew temu, co Polacy myślą o przydatności nauki (prawie połowa z nas zgadza się ze stwierdzeniem „W życiu codziennym wiedza o nauce jest nieistotna”), tematy naukowe wpływają na życie codzienne. Widać to było choćby w czasie pandemii wirusa Sars-CoV-2 – wyniki badania YouGov z 2020 r. wykazały, że Polska była jedynym krajem spośród 26 przebadanych, w którym ludzie w kwestii COVID-19 bardziej ufali rodzinie i znajomym (81% zaufania) niż lekarzom i pielęgniarkom (72%) (Smith, 2020). Programowe kształcenie ogólne zobowiązuje nauczycieli przedmiotów przyrodniczych do „kształtowania u uczniów myślenia naukowego” (biologia, szkoła podstawowa) oraz „myślenia i działania opartego na metodzie naukowej” (fizyka, szkoła podstawowa) (Ministerstwo Edukacji Narodowej, 2017). Wydawałoby się, że młodzi ludzie po ukończeniu obowiązkowej edukacji będą bardziej świadomi. Można postawić pytanie: Czy nie jest tak, że w polskiej szkole nauczanie przedmiotów przyrodniczych na-

dal ogranicza się jednak do przekazywania faktów i opisów zjawisk jako gotowych wiadomości do pamięciowego opanowania i odtwarzania? Warto zauważyć, że w sformułowaniu wymagań szczegółowych podstawy programowej nie zastosowano czasowników odnoszących się do wiadomości, takich jak: znać, rozumieć czy wiedzieć, ale wymagane wiadomości pojawiają się w kontekście umiejętności, najczęściej prostych, definiowanych przez czasowniki operacyjne: wymieniać, opisywać, podawać, wskazywać itd. (Ostrowska i Spalik, 2010). Współcześnie, w dobie natychmiastowego dostępu do informacji o zróżnicowanej jakości (smogu informacyjnego), rozwiązanie polegające na przekazywaniu i odtwarzaniu faktów nie wydaje się optymalne (Tadeusiewicz, 1999). Nacisk powinien być raczej położony na wyposażenie uczniów w umiejętności krytycznego myślenia, analizy danych oraz oceny wiarygodności źródeł. Należy skupić się na kształtowaniu nawyków myślenia naukowego, które pomagają odróżniać fakty od opinii, a także identyfikować dezinformację, fake newsy i teorie pseudonaukowe. Co więcej – nie można zapominać o znaczeniu naturalnego elementu procesu badawczego, a więc o niepewności naukowej. Zrozumienie tego zjawiska jest kluczowe w interpretacji wyników badań, niejednokrotnie dotyczących wprost codziennego życia (pandemia COVID-19 i szczepienia, energia jądrowa i elektrownie, globalne zmiany klimatu). „W dzisiejszych (...) czasach brak zrozumienia tego zjawiska [tj. niepewności naukowej – przyp. autorów] jest szczególnie odczuwalny” (Ostrowska i Chrzanowski, 2022). Jak pokazują przytoczone wyżej wyniki badań, trzeba zdecydowanie zwiększyć nacisk na realizację tych celów, ponieważ we współczesnym świecie wydają się najistotniejszymi kompetencjami, w które musimy wyposażać ucznia, by świadomie mógł wkroczyć w dorosłe życie (Sitek i Ostrowska, 2020).

10. Podsumowanie i wnioski

Historia idei samoródtwa pokazuje, ile czasu, eksperymentów, pracy naukowej i wysiłku wielu ludzi kosztowało dojście do wiedzy, która dla współczesnego człowieka wydaje się oczywista. Historia ta może stanowić dla nauczyciela inspirację do przeprowadzenia lekcji o metodzie naukowej z historią w tle. Analizując drogę obalenia teorii samoródtwa, możemy ukazać wszystkie wady i zalety metody naukowej. Poznając kolejne doświadczenia, możemy zastanowić się nad tym, jak wyglądałyby one we współczesnym świecie, krytycznie przeanalizować ich projekt i wykonanie, a także spróbować zaplanować dodatkowe próby kontrolne, które być może ustrzegłyby badacza przed popełnieniem błędu. Zajęcia takie mogą również skłonić młodego człowieka do kolejnych refleksji. Warto na koniec zastanowić się i postawić pytanie: Które informacje traktowane dzisiaj przez nas jako pewnik mają poparcie naukowe, a które są tylko utartymi w społeczeństwie przekonaniem?

Bibliografia

- Berkbile, D.H. (2018). What Is "Settled Science"? *The Torch Magazine*, 91(2).
- Bigelow, M. (1910). Experiments on the Generation of Insects. *Nature*, 83, 215–216.
- Brangwynne, C.P., Eckmann, C R., Courson, D.S., Rybarska, A., Hoegge, C., Ghakhani, J., Julicher, F. i Hyman, A.A. (2009). Germline P Granules Are Liquid Droplets That Localize by Controlled Dissolution/Condensation. *Science*, 324(5935), 1729–1732.
- Bulloch, W. (1960). *The history of bacteriology*. Londyn: Oxford University Press.
- Centrum Badania Opinii Publicznej. (2010). *Polacy i stanie środowiska i zmianach klimatu. Komunikat z badań nr BS/1/2010*. Warszawa: Fundacja Centrum Badania Opinii Publicznej. Pobrano z https://www.cbos.pl/PL/publikacje/raporty_tekst.php?id=4123
- Chwieduk, E. (2011). *Pochodzenie życia – wyjątkowy akt samoródtwa?* Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.

- Crick, F.H.C. i Orgel, L.E. (1973). Directed panspermia. *Icarus*, 19(3), 341–346.
- Demicheli, V., Rivetti, A., Debalini, M.G. i Di Pietrantonj, C. (2012). Vaccines for measles, mumps and rubella in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 15(2), CD004407.
- Hanczyc, M., Fujikawa, S.M. i Szostak, J.M., (2003). Experimental Models of Primitive Cellular Compartments: Encapsulation, Growth, and Division. *Science*, 302(5645), 618–622.
- Harvey, W. (1651). *De Generatione Animalium 1651 Exercitationes de generatione animalium. Quibus accedunt quaedam de partu; de membranis ac humoribus uteri; & de conceptione*. Londyn: Elzevirium.
- Helden, L.P. van, Schuster, G.S.O. i Schuster, A.M. (2004). Panspermia and the origin of life. *Journal of Theoretical Biology*, 226(1), 9–16.
- Helmont, J.B. van (1652). *Ortus Medicinæ id est Initia Physicæ Inaudita Progressus Medicinæ Novus, in Morborum Ultionem, ad Vitam Longam*. Amsterdam: Elzevirium.
- Instytut Badań Edukacyjnych. (2015). *Wiązka zadań „Które ciastko jest smaczniejsze?”*. Pobrano z <https://bdp.ibe.edu.pl/tool-page/377>
- Kahneman, D. (2013). *Thinking, Fast and Slow* (wyd 1). New York (NY): Farrar, Straus and Giroux.
- Kamińska, M. i Chrzanowski, M.M. (2022). Błędne przekonania w zakresie szczepień ochronnych przed pandemią i w trakcie pandemii koronawirusa SARS CoV-2. W: A.M. Wójcik, E. Gajuś-Lankamer i I. Żeber-Dzikowska (red.), *Kształtowanie kompetencji kluczowych w edukacji przyrodniczej od przedszkola po studia wyższe. Refleksje – aplikacje – inspiracje* (s. 87–96). Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Komisja Europejska. (2021). *European citizens' knowledge and attitudes towards science and technology – Report*. European Union: Publications Office of the European Union.
- Leeuwenhoek, A. van (1696). *Vijfde vervolg der brieven, geschreven aen verscheide hoge standspersonen en geleerde luijden*. Delft: Boekverkooper.
- Lilpop, J., Zachwatowicz, M. Banasiak, Ł., Chrzanowski, M.M. i Bębas, P. (2017). Jak przygotować pracę badawczą na Olimpiadę Biologiczną? *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2, 79–102.

- Lynas, M. Houlton, B.H. i Perry, S. (2021). Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. *Environmental Research Letters*, 16(114005), 1–7.
- Miller, S. i Urey, H. (1953). A production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science*, 117(3046), 528–529.
- Mills, D.R., Peterson, R.L. i Spiegelman, S. (1967). An extracellular Darwinian experiment with a self-duplicating nucleic acid molecule. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 58(1), 217–24.
- Ministerstwo Edukacji Narodowej. (2017). *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej*. Warszawa: Ministerstwo Edukacji Narodowej.
- Nakashima, K.K., Vibhute, M.A., i Spruijt, E. (2019). Biomolecular Chemistry in Liquid Phase Separated Compartments. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 6(21), 1–9.
- OECD. (2009). *Take the Test: Sample Questions from OECD's PISA Assessments*. Paris: OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264050815-en>.
- Oparin, A.I. (1924). *Proischozhdienije žizni*. Moskwa: Iad. Mostkowisklj Ratooczij.
- Ostrowska B. i Spalik, K. (2010). *Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych*. Warszawa: Instytut Filozofii i Socjologii PAN.
- Ostrowska, B.E. i Chrzanowski, M.M. (2022). Nowy, wspaniały i dostępny świat. *Polonistyka. Innowacje*, 15, 149–162.
- Pasteur, L. (1862) Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère: examen de la doctrine des générations spontanées. Leçon professée à la société chimique de Paris. *Annales de Chimie et de Physique*, 3(64), 4–37.
- Pękacka-Falkowska, K. (2015). *Skąd bierze się życia? Abiotyzm. Silva Rerum. Pasaż Wiedzy*. Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie. Pobrano z <https://wilano-w-palac.pl/pasaz-wiedzy/skad-bierze-sie-zycie-abiotyzm>
- Redi, F. (1668). *Esperienze intorno alla generazione degli insetti*. Firenze: All'Insegna della Stella.

- Rosińska, J.M., Kierył, J., Kamińska, M., Heba, A., Płócienniak, A. i Chrzanowski, M.M. (2022). Świadomość wirusologiczna w społeczeństwie a błędne przekonania w zakresie szczepień ochronnych. W: A.M. Wójcik, E. Gajuś-Lankamer i I. Żeber-Dzikowska (red.), *Kształtowanie kompetencji kluczowych w edukacji przyrodniczej od przedszkola po studia wyższe. Refleksje – aplikacje – inspiracje* (s. 97–108). Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Salamon, D. i Jagielski, T. (2022). Różne oblicza sławnego odkrywcy. Pamięci Ludwika Pasteura w 200. rocznicę urodzin. *Postępy Mikrobiologii – Advances of Microbiology*, 61(4), 205–209.
- Schleiden, M.J. (1838). Beiträge zur Phytogenesis. W: J. Müller (red.), *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin* (s. 137–176). Berlin: Veit.
- Schwann, T. (1839). *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*. Berlin: Sander'schen Buchlandlung.
- Sitek, M. i Ostrowska B.E. (2020). *PISA 2018. Czytanie, rozumienie, rozumowanie*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Smith, M. (2020). *International COVID-19 tracker update: 18 May. Latest round-up of YouGov's coronavirus survey results*. Pobrano z <https://yougov.co.uk/international/articles/29757-international-covid-19-tracker-update-18-may>
- Szostak, J.M., Bartel, D.P. i Luisi, P.L. (2001). Synthesizing life. *Nature*, 409(6818), 387–390.
- Ściślewska, P., Ostrowska, B. i Chrzanowski, M.M. (2022). Edukacja a fake newsy W: M.M. Chrzanowski, I. Żeber-Dzikowska i J. Chmielewski (red.), *Doskonalenie dydaktyki szkolnej i akademickiej* (s. 169–190). Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie.
- Świeżyński, A. (2009). Nowożytnie przemiany idei samorządztwa. *Roczniki Filozoficzne*, 57(1), 195–229.
- Tadeusiewicz, R. (1999). Smog Informacyjny. *Prace Komisji Zagrożeń Cywilizacyjnych. Polska Akademia Umiejętności*, 2, 97–107.
- Tatarkiewicz, K. (2007). Kiedy powstała nauka nowożytna? *Rocznik Polskiego Towarzystwa Matematycznego*, 6(1), 249–266.

- Virchow, R. (1858). *Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre*. Berlin: Verlag von August Hirschwald.
- Wächtershäuser, G. (1988). Before enzymes and templates: theory of surface metabolism. *Microbiological Reviews*, 52(4), 452–484.
- Wakefield, A.J., Murch, S.H., Anthony, A., Linnell, J., Casson, D.M., Malik, M., Berelowitz, M., Dhillon, A.P., Thomson, M.A., Harvey, P., Valentine, A., Davies, S.E. i Walker-Smith, J. A. (1998). Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *Lancet (London, England)*, 351(9103), 637–641.
- Weiner, J. i Weiner 3, J. (2023). *Jak powstało życie na Ziemi*. Kraków: Copernicus Center Press.
- Wiggins, A.W. i Wynn, C.M. (2004) *Pięć największych nierozwiązanych problemów nauki*. Tłum. zbiorowe. Warszawa: Wydawnictwo Amber.
- Włodarska, A., Gujski, M., Pinkas, J. i Raciborski, F. (2021). The influence of socio-demographic characteristics on attitudes towards prophylactic vaccination in Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 34(1), 121–132.
- Wolf, C.P.J.G., Rachow, T., Ernst, T., Hochhaus, A., Zomorodbakhsch, B., Foller, S., Rengsberger, M., Hartmann, M. i Huebner, J. (2022). Complementary and alternative medicine (CAM) supplements in cancer outpatients: analyses of usage and of interaction risks with cancer treatment. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 148(1), 1–13.
- Zimbardo, G. i Gerrig, R.J. (2009). *Psychologia i życie*. Wydanie Nowe. Tłum. M. Materska, J. Radzicki. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

DYDAKTYKA – SZKOŁA

Przemiany cyfrowe w edukacji

ŁUKASZ WALUSIAK^{*1}, NATALIA RYŁKO^{**2}, KARLYGASH NURTAZINA^{***3}

¹Akademia Śląska w Katowicach

²Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

³L. N. Gumilyov Eurasian National University

Współczesna edukacja przechodzi dynamiczne przemiany pod wpływem cyfryzacji, która zmienia zarówno metody nauczania, jak i sposoby zarządzania treściami edukacyjnymi. W artykule omówiono kluczowe narzędzia cyfrowe wspierające nauczycieli i uczniów, takie jak Padlet, Kahoot!, oraz systemy zarządzania nauką (LMS), takie jak Moodle i Google Classroom. Narzędzia te umożliwiają lepszą organizację zajęć, zwiększają interaktywność lekcji oraz wspomagają zdalne nauczanie. W kontekście biologii przedstawiono aplikacje wspierające naukę, takie jak BioDigital Human, które pozwalają na interaktywne badanie anatomii.

Szczególną uwagę poświęcono sztucznej inteligencji (AI), a zwłaszcza modelowi językowemu GPT-4, który stanowi przykład zaawansowanego narzędzia mogącego wspierać personalizację nauczania, automatyzację sprawdzania odpowiedzi uczniów oraz dostosowywanie materiałów edukacyjnych. Opisano techniczne aspekty GPT-4, w tym jego architekturę transformatorową, oraz wyzwania związane z integracją AI w systemach edukacyjnych, takie jak skalowalność i bezpieczeństwo danych.

* E-mail: lukasz.walusiak@akademiaslaska.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9849-9764>

** E-mail: natalia.rylko@pk.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0077-5992>

*** E-mail: nurtazina_kb@enu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-5631>

Artykuł przedstawia przykłady na to, jak technologie cyfrowe i AI mogą przyczyniać się do wzbogacenia procesu edukacyjnego, ale jednocześnie zwraca uwagę na potrzebę wsparcia nauczycieli we wdrażaniu tych narzędzi oraz konieczność inwestycji w infrastrukturę technologiczną szkół. Przyszłość edukacji cyfrowej zależy od skutecznej integracji tych narzędzi w codziennej pracy dydaktycznej.

SŁOWA KLUCZOWE: sztuczna inteligencja, narzędzia cyfrowe w nauce, procesy edukacyjne, głębokie uczenie

Digital transformation in education

Modern education is undergoing dynamic changes under the influence of digitalization, which is changing both teaching methods and the ways of managing educational content. The article discusses key digital tools to support teachers and students, such as Padlet, Kahoot! and learning management systems (LMS), such as Moodle and Google Classroom. These tools enable the better organization of classes, increase the interactivity of lessons and support remote learning. In the context of biology, applications supporting science are presented, such as BioDigital Human, which allow for the interactive study of anatomy.

Particular attention is paid to artificial intelligence (AI), especially the GPT-4 language model, which is an example of an advanced tool that can support the personalization of teaching, automation of checking answers to students' questions, and the adaptation of educational materials. The technical aspects of GPT-4 are described, including its transformer architecture, and the challenges of integrating AI in educational systems, such as scalability and data security.

The article presents examples of how digital technologies and AI can contribute to the enrichment of the educational process, but at the same time draws attention to the need to support teachers in their imple-

mentation and the need to invest in the technological infrastructure of schools. The future of digital education depends on the effective integration of these tools into everyday teaching work.

KEYWORDS: artificial intelligence, digital tools in science, educational processes, deep learning

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach edukacja przeszła znaczące przemiany za sprawą intensywnego rozwoju technologii cyfrowych. Narzędzia te, począwszy od platform edukacyjnych, poprzez aplikacje wspierające nauczanie, aż po zaawansowane systemy oparte na sztucznej inteligencji (AI), odgrywają kluczową rolę w dostosowaniu edukacji do potrzeb współczesnego świata. Przykładem innowacyjnych rozwiązań są zarówno proste narzędzia (np. Padlet), jak i bardziej zaawansowane systemy AI (np. GPT-4). W artykule zostaną omówione kluczowe narzędzia cyfrowe wspierające nauczycieli oraz uczniów, a także możliwości zastosowania AI w nauczaniu, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania aplikacji w nauce biologii.

2. Narzędzia cyfrowe wspierające edukację

2.1. Platformy do współpracy i zarządzania treściami

Jednym z najważniejszych narzędzi, które zmieniły współczesną edukację, są platformy do współpracy online, takie jak Padlet (Padlet, 2023). Jest to proste narzędzie pozwalające na tworzenie wirtualnych tablic, na których nauczyciele i uczniowie mogą udostępniać materiały edukacyjne, notatki oraz prezentować wyniki prac zespołowych. Dzięki intuicyjnemu interfejsowi Padlet stał się popularnym narzędziem wykorzystywanym do pracy projektowej i interaktywnych zadań.

2.2. Narzędzia interaktywne dla uczniów

W kontekście interaktywnych narzędzi edukacyjnych nie można pomi-

nąć takich aplikacji jak Kahoot! (Kahoot!, 2023) czy Quizlet (Quizlet, 2023), które umożliwiają nauczycielom tworzenie quizów, gier oraz innych form sprawdzania wiedzy w angażujący sposób. Dzięki takim narzędziom uczniowie są bardziej zmotywowani do nauki, a nauczyciele mogą szybko i efektywnie ocenić poziom wiedzy klasy.

2.3. Systemy zarządzania nauką (LMS)

Systemy zarządzania nauką, takie jak Moodle (Moodle, 2023) czy Google Classroom (Google Classroom, 2023), stają się nieodzowną częścią nowoczesnej edukacji (Anderson i Dron, 2017). LMS (*learning management systems*) oferuje nauczycielom możliwość tworzenia, przechowywania i zarządzania materiałami edukacyjnymi w jednym miejscu. Dzięki LMS uczniowie mogą uzyskiwać dostęp do lekcji, zadań i quizów online, co umożliwia naukę zdalną i samodzielne przyswajanie wiedzy. LMS śledzi także automatycznie postępy uczniów, generując raporty dla nauczycieli.

2.4. Aplikacje do tworzenia multimedialnych

W edukacji rośnie także znaczenie narzędzi do tworzenia treści multimedialnych, takich jak Canva (Canva, 2023) czy Powtoon (Powtoon, 2023), które umożliwiają tworzenie interaktywnych prezentacji i materiałów edukacyjnych (Wang i Hannafin, 2005). Nauczyciele mogą wykorzystać te narzędzia do przygotowania atrakcyjnych wizualnie lekcji, które zwiększają zainteresowanie uczniów danym tematem. Z kolei uczniowie mogą korzystać z tych narzędzi, tworząc własne projekty w formie cyfrowych plakatów, filmów czy infografik.

2.5. Platformy wspierające kształcenie umiejętności programistycznych

Współczesna edukacja coraz częściej wprowadza naukę programowania już na wczesnych etapach kształcenia. Narzędzia takie jak Scratch

(Scratch, 2023), Code.org (Code.org, 2023) czy Khan Academy (Khan Academy, 2023) wspierają naukę programowania i myślenia algorytmicznego. Korzystając z intuicyjnych interfejsów, uczniowie mogą uczyć się podstawowych koncepcji programistycznych poprzez interaktywne zadania i gry.

3. Rola sztucznej inteligencji w edukacji

3.1. GPT-4 i jego zastosowanie w edukacji

Sztuczna inteligencja (SI) jest jedną z najprężniej rozwijających się technologii informatycznych i znajduje szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach, w tym w edukacji. GPT-4 rozwinięty przez OpenAI jest jednym z najbardziej zaawansowanych modeli przetwarzania języka naturalnego (*natural language processing*, NLP), który wykazuje zdolność generowania tekstów na podstawie krótkich poleceń użytkownika (OpenAI, 2023).

Dzięki głębokim sieciom neuronowym GPT-4 jest w stanie analizować dane lingwistyczne w sposób, który próbuje naśladować działania człowieka, jednakże nie zmienia to faktu, że jest użytecznym narzędziem w różnych scenariuszach edukacyjnych. W kontekście edukacji GPT-4 może generować treści edukacyjne, odpowiadać na pytania, tworzyć podsumowania tekstów oraz tłumaczyć skomplikowane zagadnienia. Takie możliwości czynią go – podobnie jak inne narzędzia związane z AI (Sysło, 2022) – potencjalnym narzędziem wspierającym nie tylko nauczycieli, ale i samych uczniów, zwłaszcza w zakresie dostępu do wiedzy i personalizacji nauki.

3.2. Architektura GPT-4 – spojrzenie informatyczne

Pod względem technologicznym GPT-4 opiera się na architekturze transformatorowej (Vaswani i in., 2017), która stanowi jedno z najważniejszych osiągnięć w dziedzinie sztucznej inteligencji i prze-

tworzania języka naturalnego. Modele transformatorowe, w tym GPT-4, wykorzystują mechanizmy *self-attention*, które pozwalają na efektywne przetwarzanie i analizowanie długich ciągów tekstu.

Ważnym aspektem jest fakt, że GPT-4 to model oparty na głębokim uczeniu (*deep learning*), który został przeszkolony na ogromnych zbiorach danych tekstowych. Architektura ta pozwala na równoległe przetwarzanie danych, co sprawia, że GPT-4 jest niezwykle wydajny pod względem analizy i generowania tekstu. Dzięki zastosowaniu warstw enkoderów i dekoderek transformator potrafi uchwycić zarówno lokalne, jak i globalne zależności w danych językowych, co zwiększa jego zdolność do tworzenia koherentnych i sensownych tekstów.

3.3. Rozwój sztucznej inteligencji w edukacji – wyzwania technologiczne

Wprowadzenie sztucznej inteligencji do edukacji wiąże się z szeregiem wyzwań technologicznych, które są istotne zarówno z perspektywy informatycznej, jak i pedagogicznej. Pierwszym wyzwaniem jest integracja SI z istniejącymi systemami edukacyjnymi. Wymaga to stworzenia odpowiednich interfejsów API (*application programming interface*), które umożliwią płynną współpracę między systemami zarządzania nauką (LMS) a narzędziami opartymi na SI.

Drugim wyzwaniem technologicznym jest skalowalność rozwiązań SI w edukacji. Modele takie jak GPT-4 wymagają ogromnej mocy obliczeniowej oraz zaawansowanej infrastruktury technicznej. Szkoły i placówki edukacyjne muszą więc inwestować w rozwój chmur obliczeniowych oraz zaawansowanych systemów komputerowych, aby zapewnić bezproblemowy dostęp do tych technologii.

Trzecim istotnym aspektem jest kwestia bezpieczeństwa danych oraz

związane z nią wyzwania etyczne. Wraz z rosnącym wykorzystaniem sztucznej inteligencji wzrasta również potrzeba zapewnienia ochrony danych uczniów i nauczycieli. Modele AI gromadzą i przetwarzają ogromne ilości informacji, w tym dane osobowe i wyniki uczniów, co rodzi ryzyko ich nieautoryzowanego wykorzystania. Aby temu zapobiec, kluczowe jest wprowadzenie odpowiednich mechanizmów szyfrowania danych oraz ścisłe przestrzeganie polityk prywatności zgodnych z obowiązującymi regulacjami takimi jak RODO.

Jednak zagadnienia te nie ograniczają się wyłącznie do kwestii technicznych. Etyka w zastosowaniu AI w edukacji obejmuje także odpowiedzialność za sposób, w jaki dane są wykorzystywane, i za decyzje podejmowane przez systemy oparte na AI. Istnieje ryzyko dyskryminacji lub uprzedzeń wynikających z danych, na których trenowane są modele, co może negatywnie wpływać na wyniki edukacyjne niektórych grup uczniów. Dlatego istotne jest, aby algorytmy były regularnie audytowane pod kątem sprawiedliwości i przejrzystości.

Odpowiedzialne korzystanie z AI w edukacji oznacza również, że należy zapewnić uczniom i nauczycielom odpowiednią edukację w zakresie jej działania, tak aby byli świadomi, jakie dane są przetwarzane i w jakim celu. Wprowadzenie takich rozwiązań wymaga opracowania jasnych zasad etycznych, które określają, jak AI może wspierać edukację bez naruszania prywatności i praw użytkowników.

3.4. Adaptacyjne systemy nauczania oparte na SI

Innym ważnym aspektem zastosowania sztucznej inteligencji w edukacji są oparte na zaawansowanych algorytmach SI adaptacyjne systemy nauczania, które potrafią dostosowywać materiał edukacyjny do indywidualnych potrzeb ucznia, analizując jego postępy i trudności w nauce. Przykładem takiego rozwiązania są platformy edukacyjne, któ-

re wykorzystują algorytmy uczenia maszynowego (*machine learning*, ML) do analizy odpowiedzi uczniów i sugerowania optymalnych ścieżek edukacyjnych.

3.5. Symulacje i modelowanie przy użyciu SI

W edukacji, szczególnie w naukach przyrodniczych i technicznych, ogromne znaczenie mają symulacje komputerowe wspierane przez sztuczną inteligencję. Systemy SI umożliwiają tworzenie realistycznych symulacji procesów biologicznych, chemicznych czy fizycznych, co pozwala uczniom na interaktywne eksperymentowanie. Przykładem mogą być programy do symulacji reakcji chemicznych czy narzędzia wspierające naukę anatomii poprzez modelowanie ciała człowieka (BioDigital Human, 2023).

4. Przykłady zastosowania narzędzi cyfrowych w nauczaniu biologii

4.1. Biologia w epoce cyfrowej

Biologia jako dziedzina nauki, która obejmuje złożone procesy biologiczne, jest idealnym przedmiotem do wykorzystania narzędzi cyfrowych. Aplikacje takie jak Google Earth (Google Earth, 2023) czy Explore.org (Explore.org, 2023) pozwalają uczniom na wirtualne podróże do rezerwatów przyrody i obserwowanie zwierząt w ich naturalnym środowisku. Dzięki temu uczniowie mogą lepiej zrozumieć zagrożenia związane z bioróżnorodnością i ochroną środowiska.

4.2. Aplikacje wspierające naukę biologii

Aplikacje takie jak BioDigital Human (BioDigital Human, 2023) czy Anatomy 3D Atlas (Anatomy 3D Atlas, 2023) pozwalają uczniom na interaktywne eksplorowanie anatomii człowieka. Aplikacje te oferują modele

3D, które można dowolnie obracać i analizować, co umożliwia uczniom lepsze zrozumienie struktury ciała ludzkiego oraz poszczególnych układów narządów. Jest to niezwykle cenne narzędzie, zwłaszcza w przypadku zdalnego nauczania, w trakcie którego tradycyjne metody prezentacji materiału są ograniczone.

5. Wyzwania i przyszłość cyfrowej edukacji

Chociaż narzędzia cyfrowe i sztuczna inteligencja stanowią ogromny potencjał w zakresie poprawy jakości edukacji, ich wdrażanie wiąże się z wieloma wyzwaniami. Nauczyciele muszą zdobywać nowe umiejętności, a szkoły muszą inwestować w odpowiednią infrastrukturę technologiczną. Ponadto kluczowe jest zachowanie równowagi między tradycyjnymi a cyfrowymi metodami nauczania, aby nie doprowadzić do nadmiernej zależności od technologii.

6. Podsumowanie

Przemiany cyfrowe w edukacji stwarzają nowe możliwości zarówno dla nauczycieli, jak i dla uczniów. Narzędzia takie jak Padlet, Kahoot! oraz zaawansowane systemy oparte na SI (np. GPT-4) zmieniają sposób, w jaki uczymy się i nauczamy. Przykłady wykorzystania tych narzędzi na lekcjach biologii pokazują, że technologie te mogą wzbogacić proces edukacyjny, czyniąc go bardziej interaktywnym i angażującym. Przyszłość edukacji cyfrowej wymaga jednak dalszych inwestycji i wsparcia dla nauczycieli, aby w pełni wykorzystać potencjał, jaki niesie za sobą technologia.

Bibliografia

- Anatomy 3D Atlas. (2023). Pobrano z <https://anatomy3datlas.com/>
- Anderson, T. i Dron, J. (2017). *Teaching Crowds: Learning and Social Media*. Edmonton (AB): Athabasca University Press.

- BioDigital Human. (2023). Pobrano z <https://www.biodigital.com>
- Canva. (2023). Pobrano z https://www.canva.com/pl_pl/
- Code.org. (2023). Pobrano z <https://code.org>
- Explore.org. (2023). Pobrano z <https://explore.org/livecams>
- Google Classroom. (2023). Pobrano z <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom>
- Google Earth. (2023). Pobrano z <https://www.google.pl/earth/>
- Kahoot! (2023). Pobrano z <https://kahoot.com/>
- Khan Academy. (2023). Pobrano z <https://pl.khanacademy.org/>
- Moodle. (2023). Pobrano z <https://moodle.org/?lang=pl>
- OpenAI. (2023). *GPT-4: Technical report*. Pobrano z <https://openai.com/research>
- Padlet. (2023). Platforma edukacyjna. Pobrano z <https://padlet.com>
- Powtoon. (2023). Pobrano z <https://www.powtoon.com/>
- Quizlet. (2023). Pobrano z <https://quizlet.com/pl>
- Scratch. (2023). Pobrano z <https://scratch.mit.edu/>
- Sysło, M. (2022). Sztuczna inteligencja wkracza do szkół: jak uczyć się o AI i z pomocą AI. W: J. Fazlagić (red.), *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację Jak przygotowywać się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* (s. 74–98). Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A.N., Kaiser Ł. i Polosukhin, I. (4–9 września 2017). *Attention is all you need*. Referat przedstawiony na 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach (CA).
- Wang, F. i Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23.

ChatGPT i przyszłość nauczania: jak AI zmienia krajobraz edukacyjny

KAROLINA TYTKO^{*1}, MIROSŁAW ROSZKOWSKI^{**2}, MAREK MALUCHA^{***3},
ŁUKASZ WALUSIAK^{****3}, NATALIA RYŁKO^{*****2}, KARLYGASH NURTAZINA^{*****4}

¹Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie

²Politechnika Krakowska

³Akademia Śląska w Katowicach

⁴L. N. Gumilyov Eurasian National University

Premiera programu ChatGPT w listopadzie 2022 roku oraz możliwość bezpłatnego korzystania z tego modelu przez użytkowników Internetu to bez wątpienia przełomowe wydarzenie, które wywarło ogromny wpływ na różne dziedziny życia. W kontekście edukacji, a szczególnie obowiązującego w Polsce pruskiego modelu nauczania, wydarzenie to można porównać do Wielkiego Wybuchu. Po niemal roku od debiutu programu ChatGPT wraz ze wzrostem świadomości społecznej na temat tego narzędzia powoli wyłania się z „materii powybuchowej” nowy model edukacji.

Niniejszy artykuł ma na celu zwrócenie uwagi na wyzwania, jakie epoka AI stawia przed edukacją, a w szerszej perspektywie – przed epistemolo-

* E-mail: karolinytytko@interia.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2477-9090>

** E-mail: miroslaw.roszkowski@pk.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4464-9430>

*** E-mail: marek.malucha@akademiaslaska.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6146-5632>

**** E-mail: lukasz.walusiak@akademiaslaska.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9849-9764>

***** E-mail: natalia.rylko@pk.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0077-5992>

***** E-mail: nurtazina_kb@enu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-5631>

gią społeczną oraz społeczną odpowiedzialnością nauki. W pracy krótko omówiono narzędzia AI, w tym generatywne modele językowe. Przeanalizowano również zalety i wady związane z ich stosowaniem przez społeczeństwo, zwłaszcza przez uczniów, ze szczególnym uwzględnieniem ChatGPT.

W artykule dokonano wstępnej analizy otwartości pruskiego modelu edukacji na przyjęcie i adaptację generatywnych modeli sztucznej inteligencji. Wskazano obszary, które mogą ulec tak głębokim przemianom, że konieczne będzie przededefiniowanie celów, metod oraz relacji towarzyszących procesowi edukacyjnemu. Jako przykład rozważono relację między uczniem a nauczycielem. Omówiono główne zalety i wady stosowania modeli generatywnych w edukacji, uzasadniając tym samym potrzebę wprowadzenia systemowych zmian w tym obszarze.

SŁOWA KLUCZOWE: generatywna sztuczna inteligencja, ChatGPT, filozofia edukacji, epistemologia społeczna, społeczna odpowiedzialność nauki

ChatGPT and the future of teaching: How AI is changing the educational landscape

The launch of ChatGPT in November 2022 and the possibility of using this for free by Internet users was undoubtedly a groundbreaking event that had a huge impact on various areas of life. Focusing on education, and especially on the Prussian model of teaching in Poland, one can be tempted to compare this phenomenon to the Big Bang. Almost a year after the debut of ChatGPT, as public awareness of this tool grows, a new model of education is slowly emerging from the “post-explosion matter”.

This article aims to draw attention to the challenges posed by the AI era to education, and in a broader perspective – to social epistemology and the social responsibility of science. The paper briefly discusses AI tools, including generative language models. It also analyzes the pros and cons

associated with their use by society, especially by students, with a particular focus on ChatGPT.

The article presents a preliminary analysis of the openness of the Prussian model of education to the adoption and adaptation of generative models of artificial intelligence. Areas have been indicated which may be changed so profoundly that it will be necessary to redefine the goals, methods and relationships accompanying the educational process. As an example, the relationship between student and teacher is considered. The main advantages and disadvantages of using generative models in education are discussed, thus justifying the need to introduce systemic changes in this area.

KEYWORDS: generative artificial intelligence, ChatGPT, philosophy of education, social epistemology, social responsibility of science

1. Wprowadzenie

Sztuczna inteligencja, a zwłaszcza jej generatywna forma (GenAI), dynamicznie zmienia wiele aspektów życia, wpływając zarówno na sferę zawodową, jak i prywatną. W ostatnich kilku latach modele generatywnej AI takie jak ChatGPT zrewolucjonizowały sposoby komunikacji, pracy, a nawet kreatywnego wyrażania myśli. Jednym z najważniejszych, a zarazem najbardziej kontrowersyjnych obszarów, na które AI wywiera wpływ, jest edukacja. Pojawia się pytanie: Czy, a jeśli tak, w jaki sposób obecność GenAI wpływa na misję szkoły, jaką jest rozwój intelektualny uczniów? (Sysło, 2022).

Obecnie system edukacji w Polsce nie jest przygotowany nie tylko do efektywnego wykorzystania AI, ale także do wypracowania odpowiedniego stanowiska wobec jej aktywnego użycia w szkołach. Uważamy, że kluczowe jest zrozumienie przez nauczycieli, iż sztuczna inteligencja i jej narzędzia przekształcają krajobraz współczesnej edukacji, m.in. poprzez przeniesienie procesu kształcenia poza tradycyjne mury szkoły.

Oprócz potrzeby wdrażania nauczycieli do stosowania AI w edukacji równie istotne jest zaprojektowanie zmian systemowych na poziomie ogólnokrajowym, uwzględniających obecność GenAI. W artykule podejmiemy oba te wątki, popierając je argumentami filozoficznymi związanymi z epistemologią społeczną oraz społeczną odpowiedzialnością nauki.

2. Model generatywnej sztucznej inteligencji

Sztuczna inteligencja (AI) obejmuje szeroki zakres technologii oraz systemów komputerowych zdolnych do wykonywania zadań, które zazwyczaj wymagają ludzkiej inteligencji, w tym rozumowania, uczenia się i percepcji (Dias i Torkamani, 2019). Ponadto AI obejmuje specyficzne podzbiory, takie jak uczenie maszynowe (ML) i głębokie uczenie (DL), które polegają na analizie dużych zbiorów danych w celu wyciągnięcia wniosków i uzyskania prognoz (Manickam i in., 2022).

Sztuczna inteligencja (AI) wpływa na różne dziedziny, takie jak: edukacja, opieka zdrowotna, przemysł i usługi społeczne. W opiece zdrowotnej AI poprawia diagnostykę, automatyzując analizę obrazów medycznych, a w przemyśle optymalizuje procesy produkcyjne i poprawia bezpieczeństwo. W usługach społecznych AI zwiększa efektywność operacyjną, choć preferowane są systemy wspierające, a nie zastępujące interakcje międzyludzkie. Ponadto AI znajduje zastosowanie w analizie trendów ekonomicznych. W edukacji AI może być wykorzystana do personalizowania nauki poprzez dostosowanie treści do indywidualnych potrzeb uczniów, w tym uczniów z niepełnosprawnościami.

Generatywna sztuczna inteligencja (GenAI) to specjalistyczny obszar AI, który koncentruje się na tworzeniu nowych instancji danych poprzez wykorzystanie rozkładu prawdopodobieństwa w określonym zestawie danych. Modele generatywne – w przeciwieństwie do modeli predykcyj-

nych prognozujących przyszłe punkty danych na podstawie informacji historycznych czy modeli klasyfikacyjnych kategoryzujących dane w zdefiniowane wcześniej klasy – są zaprojektowane do generowania nowych, podobnych punktów danych. Ta unikalna zdolność odróżnia generatywną AI, umożliwiając jej tworzenie innowacyjnych i zróżnicowanych wyników w różnych dziedzinach oraz wspierając takie zastosowania, jak: zwiększanie danych (*data augmentation*), uczenie *zero-shot* i tworzenie kreatywnych treści (He i in., 2021).

Skuteczność generatywnych modeli AI wynika z wykorzystania zaawansowanych technik modelowania oraz fundamentalnych technologii, które umożliwiają tworzenie nowych instancji danych na podstawie danych wejściowych. Technologie te obejmują sieci neuronowe, głębokie uczenie, generatywne sieci kontrykcyjne (GAN), wariacyjne autoenkodery (VAE), normalizujące przepływy, modele oparte na energii, modele autoregresyjne oraz generatywne transformatory wstępnie trenowane (GPT).

Sieci neuronowe to modele obliczeniowe inspirowane pracą ludzkiego mózgu, zaprojektowane w celu rozpoznawania wzorców i rozwiązywania problemów poprzez uczenie oparte na danych. Składają się z warstw neuronów, które przetwarzają dane wejściowe, by na wyjściu uzyskać odpowiedź na zadanie problemowe. Sieci neuronowe są jednym z kluczowych elementów w modelach generatywnych. Zazwyczaj są trenowane za pomocą propagacji wstecznej, w czasie której wagi połączeń między neuronami są korygowane na podstawie analizy błędów. Zastosowanie alternatywnych metod takich jak neuroewolucja mogą zwiększać wydajność sieci (Hintze i Adami, 2022).

Głębokie uczenie będące podzbiorem uczenia maszynowego wykorzystuje złożone wielowarstwowe sieci neuronowe do wykrycia skompliko-

wanych wzorców w danych. Jest szczególnie przydatne w dziedzinach takich jak badania biomedyczne. Modele głębokiego uczenia automatycznie identyfikują ważne cechy w dużych zbiorach danych bez konieczności ręcznej ingerencji (Do, Song i Chung, 2019).

W generatywnej AI głębokie uczenie umożliwia rozwój różnych modeli, z których każdy posiada unikalne zalety i obszary zastosowania (Bond-Taylor, Leach, Long i Willcocks, 2022):

- VAEs (Wariacyjne Autoenkodery) – przydatne do płynnej interpolacji między przykładami, choć mogą mieć trudności z generowaniem obrazów o wysokiej rozdzielczości.
- GANs (*generative adversarial networks*) – działają na zasadzie rywalizacji między generatorem, który tworzy próbki, a dyskriminatorem, który je ocenia. Proces ten prowadzi do stopniowej poprawy generowanych danych, maksymalizując ich realistyczność.
- Normalizujące Przepływy – przekształcają proste rozkłady w bardziej złożone, co umożliwia dokładne obliczanie prawdopodobieństwa oraz elastyczne modelowanie danych.
- Modele Energetyczne – wykorzystują wartość energii do konfiguracji danych, co pozwala na elastyczne modelowanie nawet bardzo skomplikowanych zbiorów danych.

3. Filozofia a edukacja

System pruskiej edukacji został wprowadzony w Prusach w XVIII w. w wyniku reformy kształcenia, w dużym stopniu opierając się na ideałach edukacyjnych Wilhelma von Humboldta. Na ziemiach polskich system ten wprowadzono w zaborze pruskim w XIX wieku, natomiast w 1919 roku, czyli rok po odzyskaniu przez Polskę niepodległości, przyjęto go w całej Polsce (Majewski, 2003). Nadrzędnym celem systemu pruskiego było wy-

chowanie rzeszy milczących, posłusznych niczym maszyny pracowników (Huther, 2015). Pytanie, jakie Anna Nitecka-Walerych zadaje w kontekście systemu pruskiego, brzmi: „Dlaczego założenia systemu pruskiego nadal funkcjonują w polskiej edukacji?” (Nitecka-Walerych, 2021, s. 126).

Główne zarzuty wobec tego systemu koncentrują się na jego negatywnym wpływie na rozwój umiejętności krytycznego myślenia u dzieci, które w przyszłości staną się obywatelami (Land i Jarman, 1992). Wskazuje się również na to, że zbyt małą wagę przykłada się w tym systemie do rozwijania kompetencji komunikacyjnych, umiejętności negocjacji, kreatywności, organizacji własnej pracy oraz – co najważniejsze – zdolności do pracy zespołowej (Nitecka-Walerych, 2021). Ponadto uczniom brakuje wybranych kompetencji twardych takich jak obsługa narzędzi AI, które mogłyby wspierać praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy teoretycznej. Niestety, reforma edukacji przeprowadzona w Polsce w 2016 roku, podyktowana raczej motywacjami politycznymi niż dogłębną analizą systemu edukacji (Herbst, 2019), nie przyniosła poprawy w obszarze kształcenia dzieci i młodzieży.

Obowiązujący system szkolnictwa zorientowany jedynie na przekazywanie i przyswajanie wiedzy wymaga modyfikacji z kilku powodów. Po pierwsze, wyniki badań empirycznych zmieniają naszą wiedzę na temat sposobów konstruowania i przyswajania treści edukacyjnych. Po drugie, pojawiają się kwestie etyki i odpowiedzialności społecznej nauki, które są mocno zintegrowane z procesem kształcenia. Po trzecie, sztuczna inteligencja, która w ostatnich latach wdarła się w przestrzeń edukacji, rozszerzyła jej obszar daleko poza mury szkoły.

Projektowanie zmian w systemie edukacji powinno być wspierane przez współczesną filozofię, która analizuje, porządkuje i redefiniuje wiele celów i funkcji edukacji. Do najważniejszych należą: pielęgnowanie cieka-

wości, rozwój krytycznego myślenia, wychowanie społeczne uczniów (Siegel, 2007). Dodatkową kwestią dyskutowaną w tym obszarze są relacje nauczyciel – uczeń, obejmujące także zagadnienia dotyczące aurytetytu nauczyciela. Dyskusja ta jest związana ze zmianami w epistemologii społecznej spowodowanymi kolejną rewolucją technologiczną.

Istotne pytanie epistemologii społecznej i edukacji brzmi: „W jakich okolicznościach, jeśli w ogóle, uczniowie powinni ufać wypowiedziom swoich nauczycieli i dlaczego?” (Siegel, Phillips i Callan, 2018). Jedna strona przychyła się do odpowiedzi, że samo świadectwo dawane przez nauczyciela nie stanowi podstawy do zaufania, druga strona zaś twierdzi coś całkowicie przeciwnego. Jednak w młodszych klasach wydaje się, że świadectwo dawane przez nauczyciela jest podstawowym elementem edukacji. Mimo to istotna jest nauka krytycznego myślenia, zwłaszcza w epoce społeczeństwa cyfrowego i AI, ponieważ pojawia się ryzyko konfliktu pomiędzy zaufaniem do nauczyciela a narzędzi AI.

4. Możliwości wykorzystania ChatGPT w edukacji

ChatGPT jako narzędzie pozwalające na wzbogacenie procesu kształcenia może być wykorzystywany na każdym etapie edukacji, zarówno przez nauczycieli, jak i przez uczniów, niezależnie od ich poziomu zaawansowania technologicznego.

ChatGPT może wspierać nauczycieli w przygotowaniu różnych materiałów dydaktycznych, takich jak: scenariusze lekcji, konspekty oraz zadania dla uczniów. Mogą to być zarówno zadania tekstowe, w tym opowiadania do przeczytania lub do dokończenia, jak również tematyczne zadania matematyczne o zróżnicowanym stopniu trudności. Z pomocą ChatGPT nauczyciel może tworzyć ćwiczenia do nauki języków, takie jak uzupełnianie luk w zdaniach lub dobieranie synonimów

i antonimów. ChatGPT może służyć wsparciem przy tworzeniu pytań do quizów, testów i zadań typu „prawda czy fałsz”, pomagać w tworzeniu projektów kreatywnych, np. plastycznych, lub pełnić funkcję konsultanta w organizacji pracy zespołowej. Dodatkowo ChatGPT będzie pomocny podczas przygotowania kartkówki i materiałów powtórzeniowych dostosowanych do poziomu wiedzy i umiejętności uczniów. Z pomocą ChatGPT możemy upraszczać skomplikowane informacje dla młodszych uczniów lub zwiększyć poziom trudności dla bardziej zaawansowanych (Finley, 2023). Ponadto można w sposób elastyczny przygotować zadania oraz materiały niezbędne do pracy metodą projektów, uwzględniając przy tym różne poziomy zaangażowania uczniów i czas potrzebny do ich realizacji, co wspiera indywidualne ścieżki edukacyjne i rozwój każdego ucznia.

5. ChatGPT – zalety i wady

W przyszłości osoby korzystające z ChatGPT w codziennej pracy będą bardziej wydajne niż te, które zignorują to narzędzie (Neumann, Rauschenberger i Schön, 2023). Dlatego logiczne jest rozszerzenie zestawu kompetencji uczniów o umiejętności związane ze sztuczną inteligencją. Aby zapewnić równy dostęp do rozwoju w zakresie AI, narzędzia podobne do ChatGPT powinny zostać włączone do procesu edukacyjnego, a nauczyciele i uczniowie muszą przyswoić sobie zasady odpowiedzialnego i etycznego korzystania z tych technologii.

Mimo że niektóre grupy sugerują blokowanie dostępu do ChatGPT w szkołach, faktem jest, że technologia ta dynamicznie się rozwija i nieustannie podnosi swoją jakość. Dlatego konieczna jest rzetelna analiza potencjalnych korzyści i ryzyk wynikających z wprowadzenia takich ograniczeń. Bardziej odpowiednią strategią może być opracowanie zasad bezpiecznego korzystania z AI, przygotowanych przez grupę eks-

pertów i opartych na solidnych badaniach dotyczących wpływu AI na rozwój dzieci, młodzieży oraz dorosłych użytkowników.

Tabela 1 prezentuje najbardziej istotne zalety i wady wykorzystania ChatGPT w edukacji.

Tabela 1.
ChatGPT – zalety i wady

Zalety	Wady
Oszczędność czasu – automatyzacja codziennych zadań, takich jak: planowanie lekcji, przygotowanie testów, kartkówek, prac domowych, tematów wypracowań, pozwala na efektywne zarządzanie czasem i zwiększenie produktywności.	Upředzenia – dane treningowe ChatGPT mogą zawierać upředzenia i stereotypy odzwierciedlone w wynikach.
Łatwy i intuicyjny interfejs – zaprojektowany zgodnie z zasadami UX (<i>user experience</i>), jest prosty w obsłudze nawet dla nowych użytkowników.	Niedokładność – model może popełniać błędy lub generować niedokładne odpowiedzi, a przy tym zawsze brzmieć autorytatywnie (Finley, 2023). Model może nie być w stanie generować satysfakcjonujących informacji dotyczących specjalistycznych zagadnień.
Indywidualizacja nauczania – dostosowanie do różnych stylów uczenia się, możliwość przygotowania materiałów o różnych poziomach trudności.	Problemy natury etycznej – niebezpieczeństwo nadużywania przez uczniów. Użycie ChatGPT może być uznawane za plagiat.
Łatwość w przygotowaniu treści – możliwość generowania treści na żądanie, ale ze świadomością konieczności sprawdzenia, korygowania, uzupełnienia, etc.	Hamowanie rozwoju kreatywności – schematyczna forma ograniczająca twórcze myślenie, prowadząca do zależności od szablonów i standardowych rozwiązań, a w ostateczności do utraty motywacji i zaangażowania.
	Brak kontekstu – model może generować odpowiedzi, które nie są zgodne z kontekstem danych wejściowych.

Źródło: opracowanie własne.

Nie możemy cofnąć czasu i udawać, że generatywne modele AI nie istnieją. Ignorowanie ich obecności w edukacji może w przyszłości doprowadzić do poważnych konsekwencji. Dalsza degradacja autorytetu nauczyciela oraz brak dostosowania wiedzy i umiejętności uczniów do wymogów współczesnego świata to tylko wybrane przykłady potencjalnych zagrożeń. Konieczna jest zatem aktualizacja celów edukacyjnych. Jeśli nie podejmiemy tych działań teraz, kolejne pokolenia młodzieży będą wchodzić na rynek pracy kompletnie nieprzygotowane do sprostaania wymaganiom współczesnego świata.

6. Wnioski

System edukacji w Polsce przekroczył próg, za którym konieczne są istotne zmiany. Niestety, w dalszym ciągu mury uczelni wyższych opuszczają absolwenci kierunków nauczycielskich, którzy podczas studiowania nie mieli okazji zapoznać się z metodami wykorzystania narzędzi sztucznej inteligencji w praktyce, a nawet ustosunkować się do konieczności ich głębszego zrozumienia.

Aby sprostać wyzwaniom, jakie niesie ze sobą epoka AI, system edukacji w Polsce musi przejść głęboką transformację. Kluczowe jest wykształcenie nauczycieli, którzy rozumieją wpływ sztucznej inteligencji na procesy edukacyjne i społeczne. Tylko wtedy możliwe będzie kształtowanie nowych, holistycznych metod nauczania, które będą rozwijały u uczniów zarówno kompetencje miękkie, jak i twarde, w tym także te związane z nowoczesnymi technologiami (Rabiega-Wiśniewska, Stęchły i Będkowski, 2022).

Jednak sukces tej transformacji nie zależy jedynie od pojedynczych nauczycieli, lecz także od systemowych zmian na poziomie krajowym, które wprowadzą do edukacji narzędzia AI w sposób świadomy i kontrolowany. Przygotowanie jasnych wytycznych oraz programów szkoleniowych może pomóc w uniknięciu pułapek związanych z uprzedzeniami i nie-

równościami społecznymi, jakie generatywne modele AI mogą nieświadomie wzmacniać (Olteanu, Ekstrand, Castillo i Suh, 2023).

Właściwie zrozumiane i wykorzystane technologie AI mają szansę stać się cennym wsparciem dla nauczycieli i uczniów, wprowadzając edukację na nowy, bardziej zaawansowany poziom. To od nas zależy, czy uda nam się wykorzystać tę szansę i w jaki sposób przygotujemy młode pokolenie na wyzwania, które niesie ze sobą przyszłość.

Bibliografia

- Bond-Taylor, S., Leach, A., Long, Y. i Willcocks, C.G. (2022). Deep Generative Modelling: A Comparative Review of VAEs, GANs, Normalizing Flows, Energy-Based and Autoregressive Models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(11). DOI: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3116668>.
- Callan, E. (1997). *Creating Citizens: Political Education and Liberal Democracy*. Oxford: Clarendon Press. DOI: <https://doi.org/10.1093/0198292589.001.0001>.
- Dias, R. i Torkamani, A. (2019). Artificial intelligence in clinical and genomic diagnostics. *Genome Medicine*, 11, artykuł 70. DOI: <https://doi.org/10.1186/S13073-019-0689-8>.
- Do, S., Song, K.D. i Chung, J.W. (2019). Basics of Deep Learning: A Radiologist's Guide to Understanding Published Radiology Articles on Deep Learning. *Korean Journal of Radiology*, 21(1), 33–41. DOI: <https://doi.org/10.3348/KJR.2019.0312>.
- Finley, T. (2023). *6 Ways to Use ChatGPT to Save Time*. Pobrano z <https://www.edutopia.org/article/6-ways-chatgpt-save-teachers-time>
- He, X., Lu, J., Xu, W., Hu, Q., Wang, P. i Cheng, J. (19–25 czerwca 2021). *Generative Zero-shot Network Quantization*. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Nashville (TN). DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPRW53098.2021.00335>.
- Herbst, M. (2019). *Reforma edukacji. „Cele od początku miały naturę polityczną i nie wynikały z analizy systemu”*. Wywiad Klary Klinger z Mikołajem Herbstem. Pobrano z <https://edukacja.dziennik.pl/aktualnosci/artykuly/609383,reforma-edukacji-zmiany-szkola-dzieci.html>

- Hintze, A. i Adami, C. (2022). Neuroevolution gives rise to more focused information transfer compared to backpropagation in recurrent neural networks. *Neural Computing and Applications*. Grudzień. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-022-08125-0>.
- Huther, G. (2015). *Kim jesteśmy, a kim moglibyśmy być?* Tłum. V. Grotowicz. Słupsk: Dobra Literatura.
- Land, G. i Jarman, B. (1992). *Breakpoint and Beyond: Mastering the Future Today*. New York (NY): HarperCollins Publishers.
- Lin, E., Lin, Ch-H. i Lane, Ch-Y. (2020). Relevant Applications of Generative Adversarial Networks in Drug Design and Discovery: Molecular *De Novo* Design, Dimensionality Reduction, and *De Novo* Peptide and Protein Design. *Molecules*, 25(14), 3250. DOI: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25143250>.
- Majewski, S. (2003). Reformy szkolnictwa w Polsce od XVIII do XX wieku i ich wpływ na kształt współczesnego systemu szkolnego. *Studia Pedagogiczne. Problemy Społeczne, Edukacyjne i Artystyczne*, 14, 97–118.
- Manickam, P., Mariappan, S.A., Murugesan, S.M., Hansda, S., Kaushik, A., Shinde R. i Thipperudraswamy, S.P. (2022). Artificial Intelligence (AI) and Internet of Medical Things (IoMT) Assisted Biomedical Systems for Intelligent Healthcare. *Biosensors*, 12(8), 562. DOI: <https://doi.org/10.3390/bios12080562>.
- Neumann, M., Rauschenberger, M. i Schön, E.M. (2023). „We Need To Talk About ChatGPT”: *The Future of AI and Higher Education*. Hannover: Hochschule Hannover. DOI: <https://doi.org/10.25968/opus-2467>.
- Nitecka-Walerych, A. (2021). Cisza w edukacji wczesnoszkolnej [Silence in early school education]. *Colloquium Pedagogika – Nauki o Polityce i Administracji*, 4(44). DOI: <http://doi.org/10.34813/41coll2021>.
- Olteanu, A., Ekstrand, M., Castillo, C. i Suh, J. (2023). *Responsible AI Research Needs Impact Statements Too*. arXiv 2311.11776. Pobrano z <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:265294449>
- Phillips, D.C. (1987). *Philosophy, Science, and Social Inquiry: Contemporary Methodological Controversies in Social Science and Related Applied Fields of Research*. Oxford–New York: Pergamon Press.

- Phillips, D.C. (2009). Empirical Educational Research: Charting Philosophical Disagreements in an Undisciplined Field. W: H. Siegel (red.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Education*, New York (NY): Oxford University Press. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195312881.001.0001>.
- Rabiega-Wiśniewska, J., Stęchły, W. i Będkowski, M. (2022). Edukacja medialna i sztuczna inteligencja w kontekście społecznym. W: J. Fazlagić (red.), *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację. Jak przygotowywać się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* (s. 109–119). Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Siegel, H. (2007). Philosophy of Education. W: *Britannica Online Encyclopedia*. Pobrano z <https://academic.eb.com/levels/collegiate/article/philosophy-of-education/108550>
- Siegel, H., Phillips, D.C. i Callan, E. (Winter 2018). Philosophy of Education. W: E.N. Zalta (red.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford (CA): Metaphysics Research Lab, Stanford University. Pobrano z <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/education-philosophy/>
- Sysło, M. (2022). Sztuczna inteligencja wkracza do szkół: jak uczyć się o AI i z pomocą AI. W: J. Fazlagić (red.), *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację. Jak przygotowywać się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* (s. 74–98). Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.

Metody wspierające zaangażowanie i efektywność w nauczaniu na odległość: analiza porównawcza podejść synchronicznych i asynchronicznych

AGNIESZKA RÓŻYCKA*
UNIwersytet Warszawski

Celem badań było porównanie efektywności nauczania i poziomu zaangażowania studentów w nauczaniu na odległość w zależności od stosowanego trybu nauczania: zajęcia synchroniczne (jednoczesne uczestnictwo nauczyciela i uczniów) oraz asynchroniczne (kursy e-learningowe). Badanie przeprowadzono na przykładzie kursów z przedsiębiorczości prowadzonych na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego w semestrze zimowym roku akademickiego 2020/2021. Metodologia badawcza obejmowała analizę wyników egzaminów końcowych, punktacji za aktywność, ocen końcowych oraz poziomu satysfakcji studentów z kursów. Dane uzyskano na podstawie ankiet, wyników akademickich oraz analizy statystycznej porównawczej. Wyniki analizy wskazują, że studenci uczestniczący w kursach asynchronicznych osiągnęli wyższe wyniki punktowe i większą aktywność, co świadczy o większej skuteczności w przyswajaniu materiału. Z kolei uczestnicy zajęć synchronicznych wyżej ocenili ogólną jakość zajęć, podkreślając znaczenie interakcji z wykładowcą oraz bezpośredniego kontaktu w czasie rzeczywistym. Zarówno w trybie synchronicznym, jak i asynchronicznym zastosowano innowacyjne metody dydaktyczne, takie jak: grywalizacja, odwrócona klasa, quizy czy zadania grupowe, które znacząco podniosły

* E-mail: arozycka@wne.uw.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4835-1411>

poziom zaangażowania studentów. Wnioski sugerują, że optymalnym rozwiązaniem jest model hybrydowy, łączący zalety obu podejść. Kluczowe znaczenie mają również kompetencje cyfrowe nauczycieli oraz integracja nowoczesnych technologii edukacyjnych. Badania stanowią podstawę do rozwijania skuteczniejszych metod nauczania zdalnego, które odpowiadają na zróżnicowane potrzeby współczesnych uczniów, studentów i wyzwania edukacyjne. Wnioski z badań mogą posłużyć także przy organizacji zajęć i kursów z innych przedmiotów, również w zakresie nauk przyrodniczych.

SŁOWA KLUCZOWE: efektywność nauczania, kształcenie na odległość, metody dydaktyczne, zaangażowanie studentów

Methods supporting engagement and effectiveness in distance learning: A comparative analysis of synchronous and asynchronous approaches

The aim of the research was to compare the effectiveness of teaching and the level of student engagement in distance learning depending on the teaching mode: synchronous classes (simultaneous participation of teacher and students) and asynchronous courses (e-learning). The study was conducted using entrepreneurship courses offered by the Faculty of Economic Sciences at the University of Warsaw during the winter semester of the 2020/2021 academic year. The research methodology involved analyzing final exam results, activity scores, final grades, and student satisfaction with the courses. Data were collected through surveys, academic results, and comparative statistical analysis. The analysis results indicate that students participating in asynchronous courses achieved higher scores and demonstrated greater activity, reflecting higher effectiveness in material acquisition. Conversely, participants in synchronous classes rated the overall quality of the sessions higher, emphasizing the importance of interaction with the instructor and real-time

engagement. Both synchronous and asynchronous modes employed innovative teaching methods, such as gamification, the flipped classroom, quizzes, and group assignments, which significantly increased student engagement. The conclusions suggest that the optimal solution is a hybrid model that combines the advantages of both approaches. The digital competence of teachers and the integration of modern educational technologies are also crucial. The research provides a basis for developing more effective remote teaching methods that meet the diverse needs of today's students, learners and educational challenges. Findings from the research can also be used to organise classes and courses in other subjects, including life sciences.

KEYWORDS: Teaching effectiveness, distance learning, teaching methods, student engagement

1. Wprowadzenie

Nauczanie na odległość (*distance learning*), szczególnie w kontekście pandemii COVID-19, przyczyniło się do głębokich zmian w praktykach edukacyjnych na całym świecie. Wymuszona przez pandemię konieczność szybkiego przejścia z tradycyjnych form nauczania do przestrzeni online sprawiła, że edukacja zdalna stała się obiektem intensywnych badań, które ukazały zarówno jej potencjalne korzyści, jak i związane z nią wyzwania.

Badania, które przeprowadzili Wei Chrysi Rapanta, Luca Botturi, Peter Goodyear, Lourdes Ortiz i Marguerite Koole (2020), podkreślają kluczowe elementy efektywnego nauczania online wpływające na doświadczenia uczniów – począwszy od jakości projektowania zajęć, aż po zaangażowanie nauczycieli. Istotną rolę w nauczaniu na odległość odgrywa elastyczność, pozwalająca na dostosowanie edukacji do indywidualnych potrzeb uczniów, a także dostępność technologii, która może wspierać rozwój

samodzielności i umiejętności uczniów, jak wskazali Özgül Ocak i Erkan Melih Şahin (2021) oraz Natalia Zaitseva, Zhanna Sizova, Vera Chauzova i Anna Larionova (2021). W tym kontekście nauczanie zdalne staje się szansą na rozwój edukacji poza ograniczeniami fizycznej sali, stawiając jednak przed nauczycielami nowe wymagania dotyczące projektowania angażujących zajęć i skutecznej organizacji procesu nauczania.

Z drugiej strony szybkie przejście do edukacji online uwypukliło liczne problemy związane z niewystarczającą gotowością technologiczną i brakiem doświadczenia w zakresie nauczania zdalnego. Giorgi Basilaia i David Kvavadze (2020) oraz Zhuldyz Tashkenbayeva i in. (2022) zauważają, że wielu nauczycieli miało trudności z adaptacją do nowych metod, co wpływało na ogólną skuteczność nauczania w warunkach pandemii. Podobnie Şule Kirbaş (2020) oraz Alfred Rovai i Mervyn Wighting (2005) podkreślili znaczenie aspektów psychologicznych, takich jak poczucie wyobcowania studentów, które mogą negatywnie wpływać na ich zaangażowanie i efektywność nauki w środowisku zdalnym. Jednocześnie brak konieczności fizycznej obecności w budynku uczelni wielokrotnie przekładał się na spadek motywacji studentów do nauki (Meeter i in., 2020; Gustiani, 2020), brak chęci do wykazywania jakiegokolwiek aktywności podczas zajęć (Muthuprasad, Aiswarya, Aditya i Girish, 2021), a w efekcie – problemy z zaliczaniem kursów czy nawet wykreślanie z listy studentów.

Ograniczone interakcje społeczne oraz nierówności w dostępie do technologii, na które zwracają uwagę Gary Wong, Wing-Yi Hui i Sze-Wing Yuk (2013), stanowią kolejne wyzwania, z jakimi muszą mierzyć się szkoły i uczelnie wdrażające nauczanie online.

Pomimo tych trudności integracja nowych technologii w nauczaniu na odległość może znacząco poprawić jakość edukacji i poziom zaangażo-

wania uczniów. Eman Shudayfat, Yousef Sharrab, Monther Tarawneh i Faisal Alzyoud (2022) opisują potencjał rzeczywistości wirtualnej oraz zaawansowanej infrastruktury technologicznej, które mogą przekształcić zdalne nauczanie w doświadczenia immersyjne, zwiększając motywację i interaktywność. Z perspektywy praktycznej Burcu Özer i Emre Üstün (2020) zwracają uwagę na elastyczność edukacji zdalnej, umożliwiającą ciągle aktualizowanie materiałów dydaktycznych i dostosowywanie technologii, co jest szczególnie ważne w kontekście zmieniającego się krajobrazu edukacyjnego.

UNESCO widzi w nauczaniu na odległość szansę na przeciwdziałanie nierównościom społecznym i edukacyjnym. W zaleceniach kierowanych do rządów UNESCO wymienia następujące działania: wsparcie nauczycieli, promocja badań, zwiększenie finansowania, ale także promocja kooperacji i partnerstwa w celu dzielenia się dobrymi praktykami, pomysłami i rozwiązaniami (UNESCO, 2021). Niniejszy artykuł, w którym pokazano stosowane narzędzia zwiększające zaangażowanie studentów i przekładające się na lepsze wyniki na egzaminie końcowym, jest przykładem dzielenia się dobrymi praktykami.

Zaproponowane rozwiązania mogą być stosowane przez nauczycieli z różnym stażem pracy i doświadczeniem. Choć powszechnie uważa się, że zajęcia prowadzone przez nauczycieli z dłuższym stażem zawodowym cechują się wyższą jakością (Araujo, Carneiro, Cruz-Aguayo i Schady, 2016; Podolsky, Kini i Darling-Hammond, 2019), niektóre badania podważają tę teorię, wskazując, że brak jest dowodów potwierdzających niższe kompetencje nauczycieli z mniejszym doświadczeniem (Graham, White, Cologon i Pianta, 2020; Rivkin, Hanushek i Kain, 2005).

2. Definicje nauczania na odległość

Początków nauczania na odległość niektórzy badacze dopatrują się już w Nowym Testamencie, w którym listy św. Pawła pełniły funkcję przekazu wiedzy, a także zawierały wzmianki o informacjach zwrotnych otrzymywanych od odbiorców (Holmberg, 2005). Pierwszym oficjalnie udokumentowanym przykładem edukacji na odległość jest natomiast ogłoszenie zamieszczone 20 marca 1728 roku w „Boston Gazette”, w którym nauczyciel Caleb Philips oferował tygodniowe lekcje korespondencyjne dla osób chcących nauczyć się stenografii („Short Hand”), podkreślając równorzędność tej formy nauczania z tradycyjnymi zajęciami prowadzonymi w Bostonie (Battenberg, 1971). Wraz z rozwojem technologii nauczanie korespondencyjne ewoluowało, obejmując kolejno: wykłady radiowe, programy edukacyjne w telewizji, systemy telekonferencyjne, a ostatecznie e-learning, czyli naukę online opartą na interaktywnych, multimedialnych platformach internetowych (Bork, 1995).

Obecnie terminy „nauczanie na odległość” (*distance education*) i „uczenie się na odległość” (*distance learning*) najczęściej stosowane są zamiennie. Według *Encyklopedii Britannica* (2023) „uczenie się na odległość” jest synonimem „nauczania na odległość”, „e-learningu” oraz „nauki online” i odnosi się do formy edukacji, w której kluczowym elementem jest fizyczna separacja nauczyciela i uczniów, wspomagana technologiami umożliwiającymi komunikację między nimi. Alexander Tutt (2014) stara się jednak rozróżnić pojęcia „uczenie się na odległość”, „nauczanie na odległość” oraz „studia eksternistyczne” (*extramural studies*), wskazując na różne okresy historyczne i uwarunkowania, w których poszczególne formy nauczania się rozwijały. Z kolei Barry D. Willis (1993) stosuje termin „nauczanie na odległość” do opisu ram edukacyjnych i procesu kształcenia na odległość, natomiast „uczenie się na odległość” odnosi do samego efektu, czyli uczenia się na odległość. W najprostszym ujęciu „nauczanie

na odległość” to sytuacja, w której nauczyciel i uczeń są fizycznie oddzieleni, a łączność między nimi odbywa się za pośrednictwem technologii. Andreas Kaplan i Michael Haenlein (2016) wprowadzają do definicji „uczenia się na odległość” wymiar instytucjonalny, podkreślając rolę placówek edukacyjnych w przygotowaniu materiałów pedagogicznych dla uczniów oddalonych geograficznie.

Desmond Keegan (1980) identyfikuje sześć kluczowych cech nauczania na odległość: oddzielenie nauczyciela od ucznia, wpływ instytucji edukacyjnej, wykorzystanie mediów w celu połączenia obu stron, dwukierunkową wymianę komunikacji, indywidualne podejście do ucznia oraz zinstytucjonalizowaną formę edukacji. Najczęściej stosowany podział nauczania na odległość obejmuje dwa podstawowe typy: nauczanie asynchroniczne (*asynchronous learning*) i nauczanie synchroniczne (*synchronous learning*) (Chen, Ko, Kinshuk i Lin, 2005), z dodatkiem pośredniego modelu – nauczania hybrydowego (*hybrid learning*) (Simonson, 2016). Eugenia Smyrnova-Trybulska (2009) rozszerza ten podział, wyróżniając dodatkowo samokształcenie (*self-education*), w którym całkowicie brak jest kontaktu między nauczycielem a uczniem.

Nauczanie synchroniczne, początkowo oparte na prywatnych wiadomościach tekstowych (Oztok, Zingaro, Brett i Hewitt, 2013), rozwinęło się następnie w telekonferencje, wideokonferencje i interaktywne multimedia (Bernard i in., 2004), umożliwiając jednoczesne uczestnictwo nauczyciela i uczniów w procesie nauki. Z kolei nauczanie asynchroniczne odnosi się do edukacji i instrukcji, które odbywają się w różnych miejscach i czasie, mając swoje korzenie w nauczaniu korespondencyjnym. Z biegiem lat ta forma stała się fundamentem pracy projektowej w przedsiębiorstwach, umożliwiając zdalną współpracę zespołów z różnych miejsc (Mayadas, 1997). Historycznie rzecz biorąc, nauczanie synchroniczne bardziej przypomina nauczanie tradycyjne, podczas gdy nauczanie asynchroniczne

ewoluowało jako nauczanie na odległość. Obecnie oba te modele są ściśle związane z e-learningiem (Sana, Adhikary i Chattopadhyay, 2018).

Nauczanie hybrydowe, znane również jako „nauczanie mieszane” (*blended learning*), łączy tradycyjne metody nauczania z e-learningiem, oferując studentom większą elastyczność, odpowiadając na ich zróżnicowane potrzeby edukacyjne i stanowiąc szansę na zmniejszenie liczby osób przedwcześnie kończących naukę (Bruggeman i in., 2021).

3. Efektywność nauczania na odległość

Efektywność nauczania na odległość (*distance learning*) stała się kluczowym tematem badań, szczególnie w kontekście szybkiego przejścia na edukację online, które wymusiła pandemia COVID-19. W różnych badaniach analizowano wieloaspektową naturę tej formy nauczania, wskazując zarówno na jej zalety, jak i stojące przed nią wyzwania.

Jednym z głównych czynników wpływających na efektywność nauczania na odległość jest przygotowanie uczniów do uczestnictwa w edukacji online. Badania pokazują, że gotowość uczniów, obejmująca umiejętności technologiczne, motywację i zdolność do samodzielnego zarządzania nauką, ma kluczowe znaczenie dla ich sukcesów w środowisku zdalnym (Fernando, Mel, Rajapakse i Kumara, 2022; Yang, Su i Bradley, 2020). Charlotte Gunawardena i Patsy Duphorne (2001) oraz Dewey Fogerson (2005) podkreślają, że dobrze przygotowani studenci są bardziej skłonni do korzystania z możliwości nauki online, ponieważ potrafią efektywnie poruszać się w cyfrowych przestrzeniach edukacyjnych. Hong-Cheng Liu i Jih-Rong Yen (2014) potwierdzają, że wyższy poziom samodzielności studentów pozytywnie wpływa na ich wyniki w nauczaniu zdalnym.

Istotnym czynnikiem w podnoszeniu efektywności nauki na odległość jest interakcja między studentami a nauczycielami. Khadijah Mukhtar,

Kainat Javed, Mahwish Arooj i Ahsan Sethi (2020) wskazują, że regularna, dwukierunkowa informacja zwrotna wzmacnia poczucie własnej skuteczności i motywację studentów. Badania, które przeprowadzili Tanaporn Hongsuchon, Ibrahim Emary, Taqwa Hariguna i Eissa Mohammed Ali Qhal (2022), pokazują dodatkowo, że pozytywne nastawienie do nauki online znacznie zwiększa motywację, a co za tym idzie – efektywność nauki. Wsparcie emocjonalne i społeczne oferowane przez wykładowców, tworząc bardziej sprzyjające środowisko do nauki, może również redukować poczucie izolacji, które często towarzyszy nauce zdalnej (Mukhtar i in., 2020; Erianjoni i in., 2023).

Integracja technologii oraz innowacyjnych metod takich jak grywalizacja także wpływa na zaangażowanie studentów i ich wyniki w nauce. Nisaul Wangi, Novita Chandra i Aditya Ali (2022) zauważają, że grywalizacja zwiększa motywację i wspiera środowisko sprzyjające rywalizacji, co może być korzystne dla studentów uczestniczących w kursach online. Platformy edukacyjne takie jak Google Classroom również wspierają efektywność nauczania na odległość, zapewniając uporządkowane i interaktywne doświadczenia (Octaviani i Purnamaningsih, 2023).

Zwolennicy nauczania zdalnego twierdzą, że może ono być równie efektywne jak tradycyjne nauczanie bezpośrednie (Allen i in., 2004; Shachar i Neumann, 2003). Niemniej jednak przeciwnicy nauczania zdalnego wskazują na jego liczne wady, takie jak: poczucie zagubienia, izolacji i frustracji, które mogą obniżać efektywność i satysfakcję z tej formy nauczania (Markova, Glazkova i Zabarova, 2017; Ni, 2013). Podczas pandemii COVID-19 spadek zaangażowania uczniów w nauczanie zdalne tłumaczono m.in. problemami z dostępem do szerokopasmowego Internetu oraz trudnościami technicznymi (Mac Domhnaill, Mohan i McCoy, 2021). Kwestie takie jak nieodpowiednia łączność internetowa, brak motywacji i nieznanomość formatów uczenia się online mogą obniżać efektyw-

ność zdalnej nauki (Solihin, Muin i Iqbal, 2021; Mukhtar i in., 2020). Badania, które przeprowadzili Rahmat Solihin, Tamsil Muin i Muhammad Iqbal (2021), wskazują, że z powodu tych barier wielu studentów zmaga się z nauką na odległość, co może prowadzić do zwiększonego stresu i gorszych wyników w nauce. Ponadto badania przeprowadzone przez Bogi Perelmutter, Karle McGregor i Katherine Gordon (2017) wskazują, że niespójność w stosowaniu technologii wspomagających może dodatkowo skomplikować proces uczenia się studentów z niepełnosprawnościami, wpływając tym samym na ich ogólne wyniki w nauce.

Wielu badaczy zwraca uwagę na to, że efektywność zdalnego nauczania ograniczają również problemy infrastrukturalne, zarówno po stronie uczniów, jak i nauczycieli. Znaczna liczba nauczycieli miała ograniczone doświadczenie w nauczaniu online lub całkowity jego brak (Yang, 2020). Dodatkowo negatywne skutki psychologiczne związane z pandemią, takie jak: osamotnienie, depresja i lęk, również miały wpływ na obniżenie efektywności nauki zdalnej (Roman i Plopeanu, 2021; Tull i in., 2020; González-Sanguino i in., 2020; Cao i in., 2020). Szacuje się, że aż 90% studentów doświadczyło stresu psychologicznego w trakcie pandemii (Krakauer Hubner, Bruscatto i Lima, 2020; Zimmermann, Bledsoe i Papa, 2020; Dennon, 2022).

Pomimo tych trudności badania pokazują, że nauka na odległość daje studentom więcej czasu na przygotowanie i samodzielną pracę nad materiałem, co stanowi jedną z jej zalet. Lisa Amir i in. (2020) wykazali, że chociaż 65% studentów deklaruje chęć kontynuowania nauki zdalnej, wielu nadal preferuje zajęcia stacjonarne, wskazując na lepszą komunikację i wyższy poziom satysfakcji z tradycyjnej nauki. Opinie na temat efektywności nauki zdalnej są podzielone – około 52% studentów uważa ją za bardziej efektywną, podczas gdy reszta jest zdania, że klasyczna forma nauki przynosi lepsze rezultaty.

W ocenie jakości i efektywności nauczania na odległość bierze się pod uwagę różne czynniki, w tym: poziom satysfakcji studentów (Bekele i Palm, 2010; Bolliger i Wasilik, 2009), wyniki nauczania (Ni, 2013; Costreie, 2011) oraz postawy wobec tej formy nauki (Salyers, Carter, Carter, Myers i Barrett, 2014). Tatiana Markova, Irina Glazkova i Elena Zaborova (2017) zwracają uwagę, że satysfakcja studentów zależy od zdolności nauczycieli do efektywnego stosowania technik aktywnego uczenia się, integracji i współpracy oraz zapewnienia wysokiej jakości wsparcia i zasobów. Utrzymanie wysokich standardów jakości oraz skutecznych praktyk dydaktycznych jest szczególnie istotne dla sukcesu nauki na odległość.

Podsumowując, należy stwierdzić, że efektywność nauczania na odległość zależy od wielu czynników, takich jak: przygotowanie technologiczne, interakcja między studentami a nauczycielami, integracja nowoczesnych technologii oraz rozwiązywanie problemów logistycznych i psychologicznych.

4. Opis założeń i metodologia badań

Analiza obejmuje zajęcia o tej samej tematyce prowadzone w roku akademickim 2020/2021 na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego z dwoma grupami studentów, z wykorzystaniem różnych form nauczania. Jedna grupa była prowadzona w formie synchronicznych (wideokonferencja) 1,5-godzinnych zajęć odbywających się raz w tygodniu (2 godziny dydaktyczne). Natomiast druga grupa była prowadzona w formie asynchronicznej (kurs internetowy), z materiałami dydaktycznymi zamieszczanymi na platformie szkoleniowej, do której student miał dostęp w dowolnym czasie. Kurs obejmował 30 godzin dydaktycznych w semestrze zimowym roku akademickiego 2020/2021 i dotyczył tematyki ekonomicznej (przedsiębiorczość, zakładanie i prowadzenie firmy). Obydwie grupy rozpoczęły zajęcia w tym samym czasie

(październik 2020 r.) i kończyły takim samym egzaminem pisany w tym samym terminie (luty 2021 r.). Grupa asynchroniczna liczyła 49 osób, zaś grupa synchroniczna – 58 osób odbywających zajęcia w dwóch różnych terminach (po 29 osób).

Dla obydwu form prowadzenia zajęć określono takie same zasady zaliczenia obejmujące:

- końcowy egzamin (waga 40% w ocenie końcowej),
- aktywności podejmowane w trakcie semestru, do wyboru z listy podanej przez wykładowcę (waga 60% w ocenie końcowej).

Zajęcia w formie synchronicznej opierały się na teoretycznym wprowadzeniu wykładowcy, a następnie na praktycznych ćwiczeniach w podgrupach lub moderowanej dyskusji prowadzonej na forum. Zajęcia w formie asynchronicznej miały wprowadzenie teoretyczne do każdego tematu udostępniane na platformie szkoleniowej w formie nagrania, a następnie do każdego tematu były zadawane różne ćwiczenia z dwutygodniowym terminem wykonania, w czasie dogodnym dla studentów. Zajęcia były prowadzone na platformie Moodle. Dla grupy prowadzonej w formie asynchronicznej przewidziano większą różnorodność form aktywności studenckiej, które poniżej zostaną szerzej przedstawione. Zakres przerobionego materiału był taki sam dla wszystkich grup studentów i różnych form nauczania.

Postawione pytanie badawcze brzmi: Czy istnieją skuteczne metody pozwalające na zwiększenie zaangażowania studentów podczas nauczania zdalnego?

W trakcie prowadzonych badań została postawiona hipoteza wskazująca na wyższą skuteczność zajęć prowadzonych z udziałem wykładowcy (forma synchroniczna) nad e-learningiem (forma asynchroniczna).

Skuteczność była monitorowana poprzez porównanie wyników egzaminu, punktacji końcowej uzyskanej podczas kursu, aktywności i satysfakcji studentów.

Satysfakcja studentów była mierzona poprzez końcową ocenę kursu w skali od –2 do 2 jako średnia z ocen studentów w ankietach wypełnianych po zakończeniu kursu. Standardowo wszystkie przedmioty na Uniwersytecie Warszawskim są oceniane przez studentów w ankiecie oceny zajęć dydaktycznych przeprowadzanej w formie elektronicznej z wykorzystaniem systemu elektronicznej obsługi studentów USOSweb. Ankieta jest anonimowa, a jej wyniki są jednym z elementów oceny nauczycieli akademickich. Sama ankieta stanowi również jeden z mechanizmów wpływających na doskonalenie jakości kształcenia na uczelni (Uniwersytet Warszawski, 2021).

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem metod analiz statystycznych oraz prezentacji własnych doświadczeń prowadzącej jako nauczyciela akademickiego.

Zajęcia analizowane w niniejszym artykule miały na celu zapoznanie studentów z procesem zakładania i prowadzenia działalności gospodarczej, a większość zadań koncentrowała się na pracy nad własnym przedsiębiorstwem. W ramach kursu studenci tworzyli fikcyjne firmy, jednak część z nich zadeklarowała, że zamierza w przyszłości zrealizować swoje pomysły. Studenci mieli możliwość pracy indywidualnej lub w grupach liczących od dwóch do trzech osób. W tych samych zespołach realizowali kolejne zadania, choć dopuszczano również rotacje i zmiany grup, co odzwierciedlało realia biznesowe, takie jak: fuzje, przejęcia czy zmiany wspólników. W małych zespołach uczestnicy zajęć opracowywali pomysł na biznes, wybierali nazwę firmy, analizowali swoje doświadczenie, wiedzę i wykształcenie, a także przygotowywali wstępny plan organizacyjny.

Kolejnym etapem była praca nad pomysłami na produkty lub usługi, analiza rynku i konkurencji, a także przeprowadzenie analiz SWOT i TOWS. Uczestnicy wybierali również najbardziej odpowiednią formę prawną dla prowadzenia działalności. W innym zadaniu zespoły wykonywały analizy finansowe, obejmujące m.in. obliczanie prognozy rentowności oraz zestawienie planowanych kosztów z prognozowanymi przychodami. Jedną wspólną ideą – fikcyjne przedsiębiorstwo – stanowiła motyw przewodni i aktywizowała studentów do realizacji kolejnych zadań. Stała praca w grupach dodatkowo wzmacniała zaangażowanie, sprzyjając wzajemnej motywacji i dotrzymywaniu terminów. Wyniki pracy były regularnie publikowane na platformie szkoleniowej, co pozwalało wszystkim uczestnikom kursu zapoznać się z efektami działań poszczególnych zespołów. Taka forma zajęć nie tylko rozwijała kompetencje przedsiębiorcze, ale również umożliwiała studentom zdobywanie doświadczeń związanych z pracą zespołową i podejmowaniem decyzji w dynamicznym środowisku.

5. Przedstawienie dziesięciu praktyk angażujących studentów w kształcenie na odległość

Poniżej przedstawiam szczegółowy opis dziesięciu metod angażujących studentów w procesie kształcenia na odległość. Wszystkie te metody zastosowałam w praktyce i jestem przekonana, że przynoszą bardzo dobre efekty – dzięki nim studenci są bardziej zaangażowani, aktywniej uczestniczą w zajęciach i skuteczniej przyswajają wiedzę. Metody te obejmują różne techniki dydaktyczne, które można dostosować do potrzeb i specyfiki kursu, a ich wdrożenie sprzyja tworzeniu interaktywnego i dynamicznego środowiska nauczania na odległość.

5.1. Elementy grywalizacji (gamifikacja)

W celu uatrakcyjnienia zajęć dla studentów zostały wprowadzone elementy grywalizacji pozwalające na wykorzystanie w działaniach grupowych podczas zajęć pewnych schematów i mechanizmów znanych z gier. Grywalizacja pozwala na zwiększenia zaangażowania ludzi, pobudzanie ich do nauki i rozwiązywania problemów oraz wzrost motywacji do działania (Kapp, Blair i Mesch, 2013). Można przy tym osiągnąć pożądane zachowania lub inne założone cele (Burke, 2014). Zastosowanie elementów gier w procesie nauczania sprzyja poprawie osiągnięć uczniów, co zostało udokumentowane w badaniach wykazujących statystycznie istotne różnice w ocenach końcowych między grupami z zastosowaniem grywalizacji a grupami kontrolnymi (Arufe-Giráldez, Sanmiguel-Rodríguez, Patón i Navarro-Patón, 2022). Wreszcie grywalizacja umożliwia bardziej interaktywne i angażujące doświadczenia edukacyjne, co zwiększa satysfakcję uczniów z procesu nauczania (Sartini, 2020).

Wprowadzenie elementów gry, takich jak: punkty, odznaki czy ranking aktywności, motywuje studentów do większego zaangażowania. Gamifikacja może być stosowana w quizach, zadaniach grupowych lub indywidualnych, co wzbudza zdrową rywalizację i czyni proces nauki bardziej atrakcyjnym. Zakres zadań zależy od inwencji prowadzącego, tematyki zajęć. Można wspierać się zarówno powszechnie dostępnymi materiałami i elementami gier, jak też projektować własne zadania.

5.2. Quizy i testy wiedzy

Regularne quizy w formie samosprawdzalnej lub z omówieniem wyników pomagają w utrwaleniu materiału i motywują studentów do systematycznego uczenia się. Wykorzystują zarówno pytania zamknięte, jak i otwarte, co pozwala na różnorodne sprawdzenie wiedzy. Quizy mogą

być wstępem do nowych tematów lub podsumowaniem zrealizowanego materiału.

Testy jednokrotnego i wielokrotnego wyboru oraz pytania otwarte stanowią popularne narzędzia oceny wiedzy studentów. Pytania zamknięte, niezależnie od tego, czy są przeprowadzane w formule zdalnej, czy stacjonarnej, są łatwiejsze do sprawdzenia przez prowadzącego zajęcia. Jednak ich ograniczeniem jest brak możliwości pełnego wykazania się przez studentów, a w przypadku testów wielokrotnego wyboru – ryzyko utraty punktów za niewskazanie wszystkich poprawnych odpowiedzi.

W ramach analizowanych zajęć z przedsiębiorczości oprócz końcowego egzaminu od wielu lat wykorzystuję „quizy na początek” oraz „quizy na koniec”. Testy początkowe, które mogą pozostać anonimowe, służą do oceny poziomu wiedzy i oczekiwań studentów. Obejmują krótkie pytania związane z tematyką kursu oraz pytania o opinie, takie jak oczekiwania wobec kursu czy informacje o prowadzeniu działalności gospodarczej przez członków rodziny. Z kolei testy końcowe pozwalają mi ocenić, czy przedmiot spełnił oczekiwania uczestników. W takich quizach pojawiają się pytania o braki w kursie, nadmiar niektórych treści oraz propozycje ulepszeń. Tego rodzaju testy różnią się od standardowych ankiet ewaluacyjnych, ponieważ kładą większy nacisk na jakościowy charakter odpowiedzi, umożliwiając poznanie indywidualnych opinii, zapatrywań i doświadczeń studentów.

W kursach e-learningowych wykorzystywałam również quizy służące weryfikacji wiedzy z wybranych tematów, szczególnie w obszarach teoretycznych, które trudniej omówić w innych formach. Natomiast podczas zajęć synchronicznych krótkie testy realizowane w trakcie zajęć pomagają przyciągnąć uwagę studentów i zwiększyć ich zaangażowanie.

5.3. Praca w grupach

Zadania grupowe realizowane wirtualnie sprzyjają współpracy i rozwijaniu kompetencji interpersonalnych. Studenci pracują nad wspólnymi projektami, wykorzystując różnorodne platformy, takie jak: Google Docs, Trello czy Microsoft Teams. Praca w grupach może obejmować przygotowanie prezentacji, analizę przypadków lub stworzenie biznesplanu.

Założenia metodologiczne pracy w grupach opierają się na elementach różnych technik aktywnego uczenia się (*active learning techniques*). Główne inspiracje czerpane są z metody uczenia się przez rozwiązywanie problemów (*problem-based learning*, PBL) oraz analizy przypadków (*case studies*). W zależności od liczebności grup stosowane są odpowiednie techniki: przy pracy w parach wykorzystywana jest metoda Think-Pair-Share, natomiast w grupach liczących 3–5 osób preferowane są dyskusje w małych zespołach. Efekty zastosowania tych metod są niezwykle pozytywne i trudne do przecenienia.

Na platformach szkoleniowych takich jak Moodle istnieje możliwość za-projektowania zadań, które pozwalają prowadzącemu na przekazanie szczegółowych instrukcji, a studentom na przesłanie swoich rozwiązań w formie tekstowej lub pliku. Ta metoda była szczególnie przydatna, gdy istotna była indywidualna ocena wykonanych zadań, umożliwiającą udzielenie precyzyjnego feedbacku na temat popełnionych błędów. Taki sposób pracy okazał się szczególnie efektywny przy analizach finansowych oraz SWOT/TOWS. Dzięki temu różne grupy studentów nie miały wątpliwości w przesłane przez innych rozwiązania, co sprzyjało samodzielności i oryginalności prac.

5.4. Studia przypadków

Analiza rzeczywistych sytuacji biznesowych lub fikcyjnych scenariuszy pozwala studentom zastosować teorię w praktyce. Zadania oparte na studiach przypadków są świetnym narzędziem do rozwijania umiejętności krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów. Przedstawione rozwiązania omawiamy wspólnie podczas sesji online.

Jednym z najbardziej lubianych przez studentów zadań jest analiza krytyczna pomysłów na biznes, której celem jest rozwijanie umiejętności krytycznego myślenia. Prowadzący przedstawia znalezione w prasie anonimowe pomysły na biznes, a zadaniem studentów jest zidentyfikowanie błędów w zaprezentowanych analizach. Tego rodzaju ćwiczenie sprawdza się w każdej formie prowadzenia zajęć – zarówno stacjonarnych, synchronicznych online, jak i w ramach e-learningu.

5.5. Dyskusje na forum

Forum dyskusyjne jest przestrzenią, w której studenci mogą wymieniać się poglądami, zadawać pytania i wspólnie rozwiązywać problemy. Wprowadzam tematy związane z kursem, które pobudzają do refleksji, np. studia przypadków lub analizy bieżących wydarzeń gospodarczych. Punkty za aktywność na forum motywują studentów do zaangażowania.

W pierwszej części kursu utworzono forum organizacyjne, które umożliwiała studentom dobieranie się w grupy oraz zadawanie pytań dotyczących technicznych aspektów kursu. W przypadku zadań wykonywanych w grupach forum pełniło funkcję przestrzeni do prezentacji wyników prac studentów oraz do prowadzenia dyskusji na ich temat.

W odniesieniu do zagadnień związanych z przedsiębiorczością część prac nie była przez nauczyciela oceniana w sposób wartościujący. Ocena tego, czy dany pomysł na biznes jest dobry, czy opis produktów został wykonany kompleksowo, a analiza konkurencji rzetelnie, nie zawsze jest jednoznaczna. Zdecydowanie bardziej wartościowe było zdanie się na dociekliwość i refleksję samych studentów. Aby ich zmotywować, przyznawano punkty za aktywność na forum. Rekordziści wykazywali się niezwykłym zaangażowaniem, komentując niemal każdą prezentację. Taki sposób pracy sprawił, że to studenci stali się dla siebie nawzajem recenzentami. W pewnym sensie pełnili funkcję rynku, który ocenia nowy produkt, co wzmacniało realizm i praktyczny charakter zajęć.

5.6. „Test windy” i scenki sytuacyjne

Interaktywne zadania takie jak „test windy”, w którym student musi w krótkim czasie przekonać innych do swojego pomysłu, wyzwalają duże emocje i kreatywność. Scenki sytuacyjne mogą być realizowane synchronicznie w czasie rzeczywistym lub w formie nagrań wideo w przypadku zajęć asynchronicznych.

Jedną z form oceny studenckiej, stosowaną wcześniej podczas zajęć stacjonarnych, zaadaptowałam również na potrzeby zajęć asynchronicznych. Wybrani studenci byli zachęceni do prezentacji własnych pomysłów na biznes przed całą grupą, a pozostali wcielali się w role inwestorów podejmujących decyzję, czy zainwestowaliby w dane przedsiębiorstwo, czy też potrzebowaliby dodatkowych informacji. Tego typu aktywność zawsze spotykała się z większym zaangażowaniem niż tradycyjne indagowanie: „Czy ktoś ma pytania?”. Wcielenie się w rolę inwestora nie tylko dowartościowywało studentów, ale także stymulowało ich kreatywność i rozwijało umiejętność analitycznego myślenia. W wersji synchronicznej scenki sytuacyjne można przeprowadzać podobnie jak podczas zajęć

stacjonarnych, natomiast w wersji asynchronicznej tradycyjne prezentacje można zastąpić nagraniami wideo, prezentacjami przesyłanymi w plikach, a także dyskusjami na forum lub czacie.

Duże emocje podczas zajęć wywołuje również tzw. „test windy”. W tym ćwiczeniu pomysłodawca ma dwie minuty, aby zainteresować prezesa firmy swoim pomysłem podczas wyimaginowanej jazdy windą. Zarówno rolę pomysłodawcy, jak i prezesa odgrywają studenci, którzy wcześniej otrzymują szczegółowe instrukcje na kartkach. Pozostali uczestnicy pełnią funkcję publiczności – analizują zachowanie odgrywających scenkę, oceniają skuteczność przekazu i proponują sposoby na jego ulepszenie. Ćwiczenie, choć krótkie, wzbudza emocje, zachęca do dyskusji i stanowi doskonały punkt wyjścia do dalszych rozważań. Przeprowadzenie „testu windy” w formie asynchronicznej jest jednak znacznie trudniejsze ze względu na brak bezpośrednich interakcji, które są kluczową wartością tej metody.

5.7. Budowa wspólnych zasobów wiedzy

Wspólne tworzenia bazy wiedzy, np. w formie słownika pojęć czy bazy studiów przypadków, sprzyja zaangażowaniu studentów. Każdy uczestnik wnosi swój wkład, co buduje poczucie odpowiedzialności i wspólnego celu.

Pod koniec semestru wszyscy studenci uczestniczący w zajęciach e-learningowych mieli za zadanie stworzyć wspólnie słownik pojęć pojawiających się podczas kursu. Było to jednak zadanie indywidualne – każdy student musiał dodać dwa unikalne hasła, które nie mogły się powtarzać w całym słowniku. Efektem tej pracy była obszerna baza wiedzy, która nie tylko pomogła uporządkować materiał przed egzaminem, ale także przyczyniła się do poszerzenia wiedzy uczestników.

Niektórzy studenci opracowali swoje pojęcia wyjątkowo starannie, wzbogacając je o grafiki, szczegółowe wyjaśnienia oraz cytaty. Oceniane były takie aspekty, jak: oryginalne ujęcie tematu, przydatność w kontekście kursu oraz wyczerpujący charakter opisu. Dzięki tej inicjatywie studenci nie tylko aktywnie uczestniczyli w procesie uczenia się, ale także współtworzyli narzędzie, które okazało się niezwykle pomocne podczas przygotowań do egzaminu.

5.8. Wykorzystanie zewnętrznych kursów e-learningowych

Zachęcam studentów do udziału w dostępnych online kursach tematycznie powiązanych z zajęciami. Pozwala to na budowanie zaangażowania, rozwijanie kluczowych umiejętności oraz wspieranie samodzielności studentów w procesie uczenia się. Zastosowanie dodatkowych kursów tematycznych w kształceniu na odległość znacząco wzbogaca doświadczenie edukacyjne studentów i prowadzącego.

Od wielu lat jako metodę aktywizacji studentów stosuję nagradzanie punktami za ukończenie zewnętrznych kursów e-learningowych. Wyszukuję dostępne, bezpłatne szkolenia o tematyce zbliżonej do zajęć, a także zachęcam studentów do samodzielnego poszukiwania takich kursów. Po mojej akceptacji powstaje lista polecanych szkoleń wraz z linkami. Studenci mogą wybrać dowolny kurs z zatwierdzonej listy, a podstawą do zdobycia punktów jest przesłanie imiennego certyfikatu potwierdzającego jego ukończenie. Taka forma aktywności pozwala studentom nie tylko poszerzyć wiedzę i zdobyć nowe umiejętności, ale także wzbogacić swoje CV. Choć uczestnictwo w dodatkowych kursach wymaga zaangażowania, część studentów w komentarzach zamieszczanych w ankietach końcowych bardzo pozytywnie ocenia tę inicjatywę. Wskazują na jej przydatność i dziękują za zmotywowanie do podnoszenia kwalifikacji, co jest dla nich szczególnie cenne w kontekście przyszłej kariery zawodowej.

5.9. Odwrócona klasa (*flipped classroom*)

Metoda polega na zleceniu studentom indywidualnego opracowania materiału przewidzianego na część wykładową zajęć. Udostępnienie materiałów wideo, prezentacji czy artykułów umożliwia uczestnikom zapoznanie się z podstawami teoretycznymi w dogodnym dla nich czasie. W trakcie zajęć online skupiam się na praktycznych ćwiczeniach, quizach i dyskusjach, co zwiększa interakcję i zrozumienie tematu.

Chociaż metoda „odwróconej klasy” w nauczaniu ekonomii nadal nie jest powszechnie stosowana, badania wskazują, że większość studentów postrzega ją jako ułatwiającą proces uczenia się. Dodatkowo niemal wszyscy podkreślają, że ta forma nauczania sprzyja większej interakcji podczas kursu (Roach, 2014). W przypadku e-learningu wdrożenie „odwróconej klasy” jest znacznie prostsze do realizacji. W moich kursach często wykorzystywałam samodzielnie przygotowane materiały wideo lub dostępne w Internecie nagrania o charakterze edukacyjnym. Studenci mieli zapoznać się z nimi w dowolnym czasie i potraktować jako wstęp do zajęć. Następnie w ramach kolejnych etapów wykonywali zadania, rozwiązywali quizy, uczestniczyli w dyskusjach lub angażowali się w inne aktywności, które rozwijały omawiane zagadnienia.

5.10. Nagrania wideo i multimedia edukacyjne

Nagrania wideo stanowią jedno z najbardziej efektywnych narzędzi w kształceniu na odległość. Dzięki nim studenci mogą przyswajać wiedzę w dogodnym czasie, zyskując możliwość wielokrotnego odtwarzania treści, co jest szczególnie przydatne w przypadku trudnych lub złożonych zagadnień. Wideo może być przygotowane samodzielnie przez prowadzącego, co pozwala na dostosowanie materiału do potrzeb studentów, lub może pochodzić z dostępnych zasobów internetowych.

Multimedia edukacyjne, takie jak: filmy instruktażowe, animacje, interaktywne wykłady czy infografiki, są również bardzo atrakcyjną formą przekazu, która angażuje studentów bardziej niż tradycyjny tekst. Dzięki nim możliwe jest wizualne przedstawienie skomplikowanych koncepcji, takich jak: modele ekonomiczne, analizy finansowe czy procesy technologiczne.

Nagrania wideo mogą być wykorzystywane na różnych etapach procesu edukacyjnego, zarówno jako wprowadzenie do zajęć, jak i podsumowanie omawianych zagadnień. Mogą zastępować tradycyjne wykłady, prezentując materiał w dynamiczny i przystępny sposób. Wideo nadaje się również do demonstracji praktycznych, takich jak: rozwiązywanie zadań, analiza danych czy obsługa narzędzi, co pozwala studentom na dokładne śledzenie każdego etapu procesu. Dodatkowo mogą być wykorzystane do nagrywania sesji pytań i odpowiedzi, dzięki czemu studenci zyskują możliwość odniesienia się do najczęstszych wątpliwości bez konieczności angażowania czasu na zajęciach synchronicznych.

Istnieje również możliwość skorzystania z materiałów edukacyjnych zamieszczonych na jednej z popularnych platform wideo, np. YouTube Education, Khan Academy, Coursera, TED-Ed, edX.

Nagrania wideo oferują znaczną elastyczność, pozwalając studentom na zapoznanie się z materiałem w dowolnym czasie i miejscu, a także na przyswajanie wiedzy w indywidualnym tempie. Wideo wzbogaca kurs o wizualne i interaktywne elementy, co sprawia, że nauka staje się bardziej atrakcyjna i angażująca. Ponadto dzięki dostępności materiałów edukacyjnych w Internecie lub możliwości samodzielnego ich nagrania prowadzący mogą dostarczać wartościowe treści w nowoczesnej i przystępnej formie.

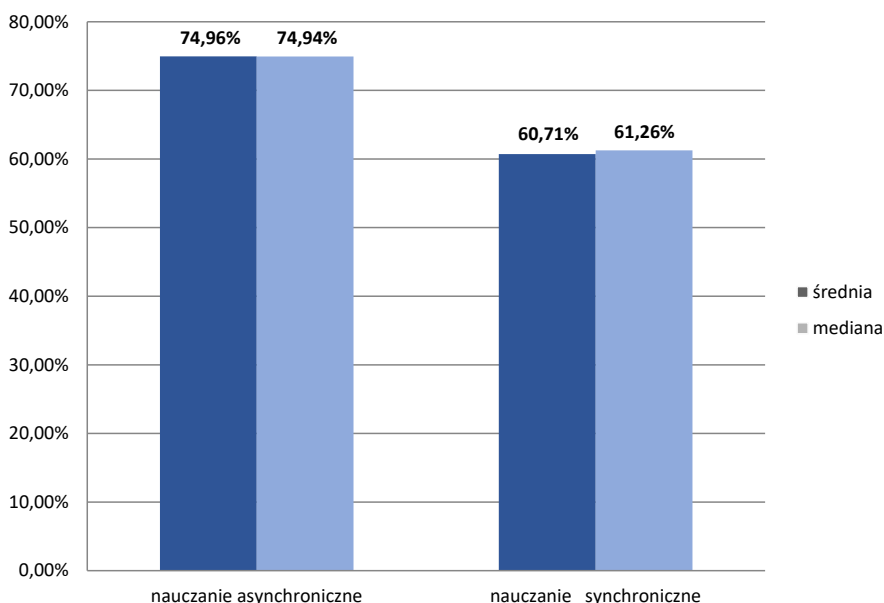
6. Ocena efektywności nauczania zdalnego

Ocena efektywności nauczania w formie synchronicznej oraz asynchronicznej została przeprowadzona na podstawie uzyskanych przez studentów wyników egzaminu końcowego, aktywności podczas kursu, łącznej liczby uzyskanych punktów, ocen końcowych oraz poziomu satysfakcji studentów.

Wyniki egzaminu końcowego były zdecydowanie wyższe w grupie studentów korzystających z trybu asynchronicznego – średnia liczba zdobytych punktów wyniosła 74,96%, zaś mediana 74,94%. Tymczasem w grupie osób uczących się synchronicznie średnia liczba zdobytych na egzaminie punktów wyniosła zaledwie 60,71%, a mediana 61,26% (wykres 1).

Wykres 1.

Końcowy wynik z egzaminu dla dwóch trybów nauczania: asynchronicznego oraz synchronicznego



Źródło: opracowanie własne.

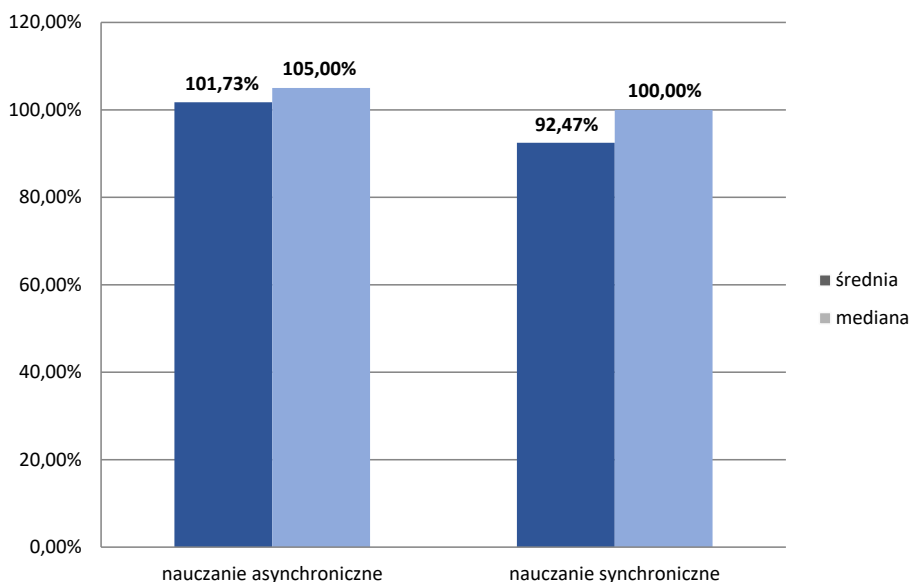
Na ocenę końcową, oprócz wyniku z egzaminu, wpływała również aktywność studentów podczas kursu. Uczestnicy mieli możliwość realizacji

wybranych aktywności z listy określonej przez prowadzącego, przy czym pula dostępnych zadań była większa niż liczba wymagana do uzyskania maksymalnej liczby punktów z tego kryterium. Co więcej, studenci mogli zdobyć ponad 100% punktów, jeśli wykonali większą liczbę zadań, niż przewidywał próg.

Zauważono, że w każdej grupie istniała spora liczba studentów, którzy zrealizowali znacznie więcej aktywności, niż było to konieczne. Taka postawa mogła wynikać z dwóch głównych powodów: rosnącego zainteresowania przedmiotem i chęci pogłębiania wiedzy lub z niezrozumienia zasad zaliczania. Jak przedstawiono na wykresie 2, aktywność studentów uczestniczących w kursie w trybie asynchronicznym pozwoliła im średnio uzyskać 101,73% punktów w tej kategorii, przy medianie wynoszącej 105,00%. Z kolei dla uczestników kursu w formie synchronicznej średni wynik wyniósł 92,47%, a mediana 100,00%.

Wykres 2.

Aktywność podczas kursu dla dwóch grup: uczącej się w trybie asynchronicznym oraz w trybie synchronicznym

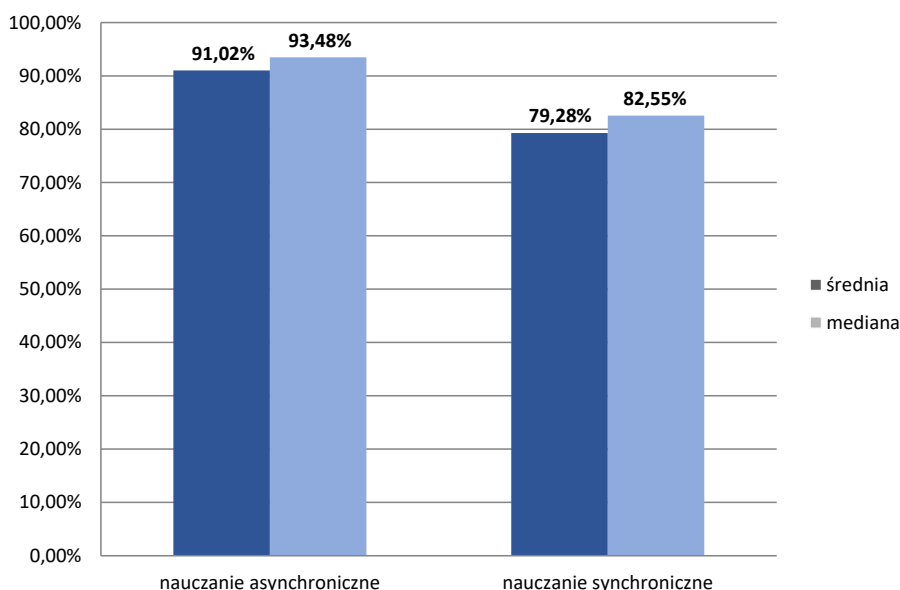


Źródło: opracowanie własne.

Uzyskana punktacja z egzaminu oraz z aktywności przekładała się na punktację końcową i uzyskane oceny z kursu. W grupie studentów uczących się asynchronicznie średnia liczba zdobytych punktów wynosiła 91,02% i była znacząco wyższa od średniej liczby punktów zdobytej przez studentów korzystających z zajęć synchronicznych (79,28%), przy medianie wynoszącej 82,55% (wykres 3).

Wykres 3.

Całkowita punktacja z kursu dla dwóch grup: uczącej się w trybie asynchronicznym oraz w trybie synchronicznym



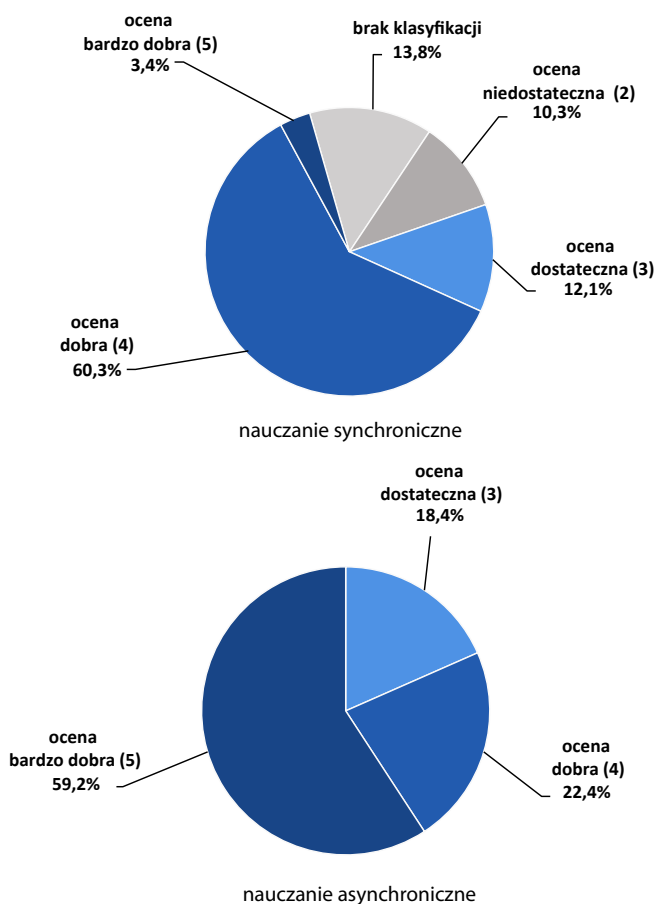
Źródło: opracowanie własne.

W polskich szkołach wyższych stosuje się skalę ocen od 2 do 5, gdzie 2 oznacza ocenę niedostateczną, a 5 – bardzo dobrą. Jak przedstawiono na wykresie 4, w grupie studentów korzystających z e-learningu końcowe wyniki kursu były znacząco lepsze. Blisko 60% ocen stanowiły najwyższe noty – bardzo dobre, podczas gdy 22% przypadało na oceny dobre lub dobre plus, a jedynie 18,4% na oceny dostateczne lub dostateczne plus. W tej grupie nie odnotowano ocen niedostatecznych ani osób nieklasyfikowanych.

W grupie uczącej się w trybie synchronicznym dominowały natomiast oceny dobre lub dobre plus, które stanowiły ponad 60% wszystkich wyników. Oceny bardzo dobre przyznano jedynie 3,4% uczestników, natomiast trzecią co do wielkości grupą były osoby z ocenami dostatecznymi. Aż 10% studentów nie zaliczyło kursu, otrzymując ocenę niedostateczną, a znaczący odsetek stanowili studenci nieklasyfikowani (osoby, które zrezygnowały z kursu, nie uczestniczyły w zajęciach, nie przystąpiły do egzaminu i nie wykazały żadnej aktywności).

Wykres 4.

Struktura ocen końcowych w kursie prowadzonym asynchronicznie i synchronicznie



Źródło: opracowanie własne.

Wyniki ankiet przeprowadzonych wśród studentów dotyczących ogólnej oceny zajęć wskazują, że wyższymi notami cieszyły się zajęcia prowadzone w formie synchronicznej. Studenci oceniali zajęcia w skali od –2 (bardzo źle) do 2 (bardzo dobrze). Średnia ocena ogólna dla zajęć synchronicznych wyniosła 1,56, podczas gdy w przypadku trybu asynchronicznego była to wartość 1,10. Wyniki sugerują, że zajęcia prowadzone „na żywo” są odbierane bardziej pozytywnie, co podkreśla znaczenie bezpośredniej interakcji z wykładowcą w kształtowaniu końcowej oceny zajęć.

Ocena satysfakcji przeprowadzona na platformie Moodle wskazała na odwrotną tendencję. Wyższe noty uzyskał kurs prowadzony w trybie asynchronicznym, który został oceniony na 4,5 w skali od 2 do 5. Zajęcia synchroniczne oceniono średnio na 4,14, co wskazuje na niższy poziom satysfakcji w porównaniu do studentów uczestniczących w drugim trybie. Wyniki te sugerują, że możliwość elastycznego dostępu do materiałów oraz samodzielnego zarządzania czasem przez studentów może istotnie wpływać na ich poczucie zadowolenia z kursu.

7. Wnioski i dyskusja wyników

W ostatniej dekadzie oprócz pandemii COVID-19 szereg sytuacji kryzysowych zakłócało tradycyjny model nauczania, zmuszając wiele instytucji do przejścia na zdalne kształcenie. Przyczynami tych zmian były lokalne konflikty, wojny, trzęsienia ziemi, tsunami, huragany, epidemie eboli czy cyklony, które niszczyły budynki edukacyjne lub wymuszały zamknięcie szkół. Wprowadzenie zdalnego nauczania w takich sytuacjach różni się jednak od planowanych i przemyślanych kursów e-learningowych.

Metaanaliza i przeglądy systematyczne przeprowadzone przez Helen Crompton, Dianę Burke, Katy Jordan i Samuela Wilsona (2021) na podstawie 1428 artykułów z lat 2010–2020 pozwoliły zidentyfikować ogólne trendy w wykorzystaniu technologii umożliwiających kontynuację edu-

kacji w sytuacjach kryzysowych oraz sformułować rekomendacje w tym zakresie. Jedną z nich jest konieczność wsparcia nauczycieli w opracowywaniu strategii wspomagających proces uczenia się i zaangażowanie studentów. Ważnym elementem jest także stosowanie niestandardowych metod nauczania oraz tworzenie otwartych kanałów komunikacji między nauczycielami, studentami a szerszą społecznością. UNESCO rekomenduje również wdrożenie efektywnych mechanizmów regularnego feedbacku, monitorowania oraz ewaluacji (UNESCO, 2021).

Niektóre wcześniejsze badania nie wykazały obniżenia jakości wyników edukacyjnych podczas przejścia na nauczanie zdalne w czasie pandemii COVID-19, co sugeruje, że obawy przed ponownym zamknięciem lub opóźnionym otwarciem placówek edukacyjnych mogą być nieuzasadnione (Engelhardt, Johnson i Meder, 2021). Ponadto istnieją badania potwierdzające pozytywny wpływ programów edukacji przedsiębiorczości na postawy, intencje i zachowania przedsiębiorcze uczestników (Ahmed, Chandran, Klobas, Linan i Kokkalis, 2020).

Przedstawione w niniejszej pracy dane wskazują, że różnorodność metod aktywizacji studentów ma kluczowe znaczenie dla efektywności nauczania, niezależnie od formy zajęć. Zarówno techniki stosowane w kursach synchronicznych, jak i te wykorzystywane w trybie asynchronicznym mogą prowadzić do wysokiej jakości kształcenia, jeśli są odpowiednio dobrane i dostosowane do potrzeb uczestników. Oceny studentów uczestniczących w zajęciach synchronicznych sugerują, że bezpośrednia interakcja z wykładowcą wpływa pozytywnie na ogólny odbiór zajęć. Wynika to z roli wykładowcy jako przewodnika procesu edukacyjnego, który może bezpośrednio reagować na potrzeby grupy, prowadząc dyskusje i rozwijając zaangażowanie studentów. Zajęcia te były oceniane przez studentów średnio na 1,56 (w skali od -2 do 2), co w porównaniu

do średniej oceny kursów e-learningowych wynoszącej 1,10 wskazuje na wyższy poziom satysfakcji z nauczania „na żywo”.

Z kolei analiza satysfakcji przeprowadzona na platformie Moodle wykazała wyższą ocenę kursów asynchronicznych (średnia 4,5 w skali od 2 do 5) w porównaniu do zajęć synchronicznych (4,14). Może to wynikać z elastyczności oferowanej przez tę formę kursu, która pozwala studentom na samodzielne zarządzanie czasem i dostosowywanie tempa nauki do własnych potrzeb. Jednocześnie w analizie punktacji i wyników końcowych kursów studenci uczestniczący w trybie asynchronicznym uzyskali wyższe oceny końcowe. Blisko 60% z nich otrzymało najwyższe oceny bardzo dobre, a nie odnotowano żadnych ocen niedostatecznych ani osób nieklasyfikowanych, co sugeruje, że metoda asynchroniczna sprzyja skuteczności nauki w przypadku dobrze zmotywowanych uczestników.

W kontekście hipotezy o wyższej skuteczności zajęć synchronicznych można zauważyć, że choć są one bardziej pozytywnie odbierane pod względem jakości interakcji i ogólnego doświadczenia edukacyjnego, e-learning w formie asynchronicznej również przynosi bardzo dobre efekty, szczególnie w kontekście wyników punktowych. Nie można zatem jednoznacznie potwierdzić przewagi zajęć synchronicznych nad asynchronicznymi, gdyż obie formy mają swoje unikalne zalety. Kluczowe znaczenie ma tu odpowiednie wykorzystanie technologii, systematyczny feedback oraz wspieranie zaangażowania studentów, co może skutecznie podnieść jakość kształcenia niezależnie od wybranej metody.

W przyszłości warto skupić się na rozwijaniu modelu hybrydowego, łączącego zalety zajęć synchronicznych i asynchronicznych. Bezpośrednia interakcja z wykładowcą może być wzbogacona elastycznością e-learningu, co pozwoli studentom na dostosowanie tempa nauki do własnych potrzeb. Kluczowe będzie wdrażanie angażujących metod dy-

daktycznych, takich jak: „odwrócona klasa”, quizy, praca grupowa czy grywalizacja, które stymulują aktywność i pogłębiają zaangażowanie. Równocześnie warto zadbać o rozwój kompetencji cyfrowych nauczycieli, wspierając ich w wykorzystywaniu nowoczesnych technologii oraz projektowaniu zajęć dostosowanych do różnych stylów uczenia się.

Istotne będzie także zapewnienie równości w dostępie do technologii, szczególnie w przypadku studentów z ograniczonymi zasobami (sprzętowymi, finansowymi czy związanymi z dostępem do Internetu), oraz tworzenie elastycznych planów edukacyjnych na wypadek sytuacji kryzysowych. Regularny feedback i mechanizmy monitorowania postępów pomogą w lepszym dostosowywaniu zajęć do potrzeb studentów, a jednocześnie pozwolą zachować wysoką jakość nauczania. Budowanie systemu edukacji odpornego na zakłócenia, wspieranego otwartymi zasobami edukacyjnymi i efektywną infrastrukturą technologiczną może skutecznie przygotować zarówno nauczycieli, jak i studentów na wyzwania przyszłości.

Bibliografia

- Ahmed, T., Chandran, V.G.R., Klobas, J.E., Linan, F. i Kokkalis, P. (2020). Entrepreneurship education programmes: How learning, inspiration and resources affect intentions for new venture creation in a developing economy. *The International Journal of Management Education*, 18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100327>.
- Allen, M., Mabry, E., Mattrey, M., Bourhis, J., Titsworth, S. i Burrell, N. (2004). Evaluating the effectiveness of distance learning: A comparison using meta-analysis. *Journal of Communication*, 54(3), 402–420.
- Amir, L.R., Tanti, I., Maharani, D.A., Wimardhani, Y.S., Julia, V., Sulijaya, B. i Puspitawati, R. (2020). Student perspective of classroom and distance learning during COVID-19 pandemic in the undergraduate dental study program Universitas Indonesia. *BMC Medical Education*, 20(392). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02312-0>.

- Araujo, M.C., Carneiro, P., Cruz-Aguayo, Y. i Schady, N. (2016). Teacher quality and learning outcomes in kindergarten. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(3), 1415–1453. DOI: <https://doi.org/10.1920/wp.ifs.2016.0916>.
- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Patón, R.N. i Navarro-Patón, R. (2022). Can gamification influence the academic performance of students? *Sustainability*, 14(9), 5115. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095115>.
- Bao, W. (2020). COVID-19 and online teaching in higher education: a case study of peking university. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 113–115. DOI: <https://doi.org/10.1002/hbe2.191>.
- Basilaia, G. i Kvavadze, D.K. (2020). Transition to online education in schools during a SARS-CoV-2 coronavirus (COVID-19) pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, 5(4). DOI: <https://doi.org/10.29333/pr/7937>.
- Battenberg, R.W. (1971). The Boston Gazette, March 20, 1728. *Epistolodidaktika*, 1, 44–45.
- Bekele, G. i Palm, B. (2010). Feasibility Study of a Solar-Wind Autonomous Hybrid Energy System for Application in Ethiopia. *Applied Energy*, 87, 487–495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.06.006>.
- Bernard, R.M., Abrami, P.C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., Wal-let, P., Fiset, M. i Huang, B. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of Educational Research*, 74(3), 379–439. DOI: <https://doi.org/10.3102/%2F00346543074003379>.
- Bolliger, D.U. i Wasilik, O. (2009). Factors Influencing Faculty Satisfaction with Online Teaching and Learning in Higher Education. *Distance Education*, 30, 103–116. DOI: <https://doi.org/10.1080/01587910902845949>.
- Bork, A. (1995). Distance learning and interaction: Toward a virtual learning institution. *Journal of Science Education and Technology*, 4, 227–244. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02211838>.
- Bruggeman, B., Tondeur, J., Struyven, K., Pynoo, B., Garone, A. i Vanslambrouck, S. (2021). Experts speaking: Crucial teacher attributes for implementing blended learning in higher education. *The Internet and Higher Education*, 48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100772>.
- Burke, B. (2014). Gamify, How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things, Bibliomotion. New York, 6. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315230344>.

- Cao, W., Fang, Z., Hou, G., Han, M., Xu, X., Dong, J. i Zheng, J. (2020). The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China. *Psychiatry research*, 287, 112934. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112934>.
- Chen, N.S., Ko, H.C., Kinshuk i Lin, T. (2005). A model for synchronous learning using the Internet. *Innovations in Education and Teaching International*, 42(2), 181–194. DOI: <https://doi.org/10.1080/14703290500062599>.
- Costreie, S. (2011). Assuring Quality Based on the Assessment of Learning Outcomes. W: *INTED2011 Proceeding* (s. 3235–3236). Valencia: IATED.
- Crompton, H., Burke, D., Jordan, K. i Wilson, S. (2021). Learning with technology during emergencies: A systematic review of K-12 education. *British Journal of Educational Technology*, 52(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13114>.
- Dennon, A. (2022). Over 9 in 10 College Students Report Mental Health Impacts From COVID-19. *Best Colleges*. Pobrane z <https://www.bestcolleges.com/research/college-mental-health-impacts-from-covid-19/>
- Encyclopedia Britannica* (2023). Pobrano z <https://www.britannica.com/topic/distance-learning>
- Engelhardt, E., Johnson, M. i Meder, M.E. (2021). Learning in the time of COVID-19: Some preliminary findings. *International Review of Economics Education*, 37(June), 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2021.100215>.
- Erianjoni, Beri, D., Sudiar, O., Kasmita, Komaini, A., Ganefri, Putra, A., Nelwatri, H., Yusra, A. i Santi, T.D. (2023). Online Learning Process During the New Normal Post COVID-19 in Indonesia: A Case Study at the Universitas Negeri Padang. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(16). DOI: <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i16.6468>.
- Fernando, W., Mel, W., Rajapakse, N. i Kumara, I. (2022). Impact of online learning readiness on online learning effectiveness. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(3), 627–633. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.16.3.1364>.
- Fogerson, D.L. (2005). *Readiness Factors Contributing to Participant Satisfaction in Online Higher Education Courses* [rozprawa doktorska]. University of Tennessee. Pobrano z https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/1952
- González-Sanguino, C., Ausín, B., Ángel Castellanos, M., Saiz, J., López-Gómez, A., Ugidos, C. i Muñoz, M. (2020). Mental health consequences during the initial

- stage of the 2020 Coronavirus pandemic (COVID-19) in Spain. *Brain, Behavior, and Immunity*, 87, 172–176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.05.040>.
- Graham, L.J., White, S. L.J., Cologon, K. i Pianta, R.C. (2020). Do teachers' years of experience make a difference in the quality of teaching? *Teaching and Teacher Education*, 96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103190>.
- Gunawardena, C.N. i Duphorne, P.L. (2001). *Which Learner Readiness Factors, Online Features, and CMC Related Learning Approaches Are Associated with Learner Satisfaction in Computer Conferences?* Referat przedstawiony na American Educational Research Association Annual Meeting 2001. Pobrano z <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED456160.pdf>
- Gustiani, S. (2020). Students' motivation in online learning during COVID-19 pandemic era: a case study. *Holistic Journal Hospitality and Linguistics*, 12(2). Pobrano z <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/holistic/issue/view/389>
- Holmberg, B. (2005). *The evolution, principles and practices of distance education*. Oldenburg: BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Hongsuchon, T., Emary, I., Hariguna, T. i Qhal, E.M.A. (2022). Assessing the impact of online-learning effectiveness and benefits in knowledge management, the antecedent of online-learning strategies and motivations: an empirical study. *Sustainability*, 14(5), 2570. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14052570>.
- Kaplan, A.M. i Haenlein, M. (2016). Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*, 59(4), 441–450. DOI: <https://doi.org/10.1016%2Fj.bushor.2016.03.008>.
- Kapp, K., Blair, L. i Mesch, R. (2013). *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*. New York (NY): Wiley.
- Keegan, D. (1980). On defining distance education. *Distance Education*, 1(1), 13–36. DOI: <https://doi.org/10.1080/0158791800010102>.
- Kirbaş, Ş. (2020). The views of physical education and sports teaching instructors on education in the COVID-19 period. *Journal of Education and Learning*, 9(6), 196. DOI: <https://doi.org/10.5539/jel.v9n6p196>.
- Krakauer Hubner, C. von, Bruscatto, M.L. i Lima, R.D. (2020). Distress among Brazilian university students due to the COVID-19 pandemic: survey results and reflections. *medRxiv.org*, 2020.06.19.20135251. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.06.19.20135251>.

- Liu, H. i Yen, J. (2014). Effects of distance learning on learning effectiveness. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 10(6). DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1218a>.
- Mac Domhnaill, C., Mohan, G. i McCoy, S. (2021). Home broadband and student engagement during COVID-19 emergency remote teaching. *Distance Education*, 42(4), 465–493, DOI: <http://doi.org/10.1080/01587919.2021.1986372>.
- Markova, T., Glazkova, I.G. i Zaborova, E. (2017). Quality Issues of Online Distance Learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 237, 685–691. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.043>.
- Mayadas, F. (1997). Asynchronous learning networks: A Sloan Foundation perspective. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 1(1), 1–16. DOI: <https://doi.org/10.24059/OLJ.V1I1.1941>.
- Meeter, M., Bele, T., Den Hartogh, C.F., Bakker, T., De Vries, R.E. i Plak, S. (2020). College students' motivation and study results after COVID-19 stay-at-home orders. *PsyArXIV*. DOI: <http://doi.org/10.31234/osf.io/kn6v9>.
- Mukhtar, K., Javed, K., Arooj, M. i Sethi, A. (2020). Advantages, limitations and recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 36(COVID19-S4). DOI: <https://doi.org/10.12669/pjms.36.covid19-s4.2785>.
- Muthuprasad, T., Aiswarya, S., Aditya, K.S. i Girish, K. Jha (2021). Students' perception and preference for online education in India during COVID-19 pandemic. *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2020.100101>.
- Ni, A. (2013). Comparing the Effectiveness of Classroom and Online Learning: Teaching Research Methods. *Journal of Public Affairs Education*, 19, 199–215. DOI: <https://doi.org/10.1080/15236803.2013.12001730>.
- Ocak, Ö. i Şahin, E.M. (2021). The effects of distance education applied due to COVID-19 on clinical neurology education. *Turkish Journal of Neurology*, 27(3), 270–277. DOI: <https://doi.org/10.4274/tnd.2021.29560>.
- Octaviani, A. i Purnamaningsih, I. (2023). Students' perception of the effectiveness of using Google Classroom application as an integration of distance learning technology. *Academy of Education Journal*, 14(1), 10–19. DOI: <https://doi.org/10.47200/aoej.v14i1.1329>.

- Özer, B. i Üstün, E. (2020). Evaluation of students' views on the COVID-19 distance education process in music departments of fine arts faculties. *Asian Journal of Education and Training*, 6(3), 556–568. DOI: <https://doi.org/10.20448/journal.522.2020.63.556.568>.
- Oztok, M., Zingaro, D., Brett, C. i Hewitt, J. (2013). Exploring asynchronous and synchronous tool use in online courses. *Computers & Education*, 60(1), 87–94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.08.007>.
- Perelmutter, B., McGregor, K. i Gordon, K. (2017). Assistive technology interventions for adolescents and adults with learning disabilities: an evidence-based systematic review and meta-analysis. *Computers & Education*, 114, 139–163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.005>.
- Podolsky, A., Kini, T. i Darling-Hammond, L. (2019). Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of US research. *Journal of Professional Capital and Community*, 4(4), 286–308. DOI: <https://doi.org/10.1108/JPCCC-12-2018-0032>.
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Ortiz, L. i Koole, M. (2020). Online university teaching during and after the COVID-19 crisis: refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923–945. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>.
- Rivkin, S.G., Hanushek, E.A. i Kain, J.F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73(2), 417–458.
- Roach, T. (2014). Student perceptions toward flipped learning: New methods to increase interaction and active learning in economics. *International Review of Economics Education*, 17, 74–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iree.2014.08.003>.
- Roman, M. i Plopeanu, A.P. (2021). The effectiveness of the emergency eLearning during COVID-19 pandemic. The case of higher education in economics in Romania. *International Review of Economics Education*, 37, 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2021.100218>.
- Rovai, A.P. i Wighting, M.J. (2005). Feelings of alienation and community among higher education students in a virtual classroom. *The Internet and Higher Education*, 8(2), 97–110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2005.03.001>.

- Salyers, V., Carter, L., Carter, A., Myers, S. i Barrett, P. (2014). The search for meaningful e-learning at Canadian universities: A multi-institutional research study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(6). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i6.1713>
- Sana, S., Adhikary, C. i Chattopadhyay, K.N. (2018). Synchronous Vis-a-Vis Asynchronous Learning: A Blended Approach. *Inquisitive Teacher Research Journal*, 5(2), 31–39.
- Sartini, S. (2020). Kahoot in maritime english teaching: its impact on nautical science cadet's oral reproduction and vocabulary. *English Language Teaching Educational Journal*, 3(1), 41. DOI: <https://doi.org/10.12928/eltej.v3i1.1667>.
- Shachar, M. i Neumann, Y. (2003). Differences between traditional and distance education academic performances: A meta-analytic approach. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 4(2), 1–20.
- Shudayfat, E.A., Sharrab, Y., Tarawneh, M. i Alzyoud, F.Y. (2022). Towards virtual university based on virtual reality and terabits internet speed. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(24), 57–68. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i24.36009>.
- Simonson, M. (2016). *Distance Education: Statewide, Institutional and International Applications of Distance Education* (wyd. 2). Charlotte (NC): Information Age Publishing.
- Smyrnova-Trybulska, E. (2009). About Some Basic Aspects of Distance Learning. W: E. Smyrnova-Trybulska (red.), *Theoretical and practical aspects of distance learning: collection of scholarly papers* (s. 13–35). Cieszyn: University of Silesia in Katowice. Faculty of Ethnology and Sciences of Education.
- Solihin, R., Muin, M. i Iqbal, M. (2021). Distance learning: the effectiveness studies in college students. *Qalamuna Jurnal Pendidikan Sosial Dan Agama*, 13(1), 57–72. DOI: <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v13i1.709>.
- Tashkenbayeva, Z., Abdyrov, A., Nurkeshov, B., Muratova, G., Koxegen, A. i Smailova, L. (2022). Effective ways of teaching in distance education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(10), 3821–3833. DOI: <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i10.8252>.
- Tull, M.T., Edmonds, K.A., Scamaldo, K., Richmond J.R., Rose, J.P. i Gratz, K.L. (2020). Psychological Outcomes Associated with Stay-at-Home Orders and the Perceived Impact of COVID-19 on Daily Life. *Psychiatry research*, 289, 113098.

- Tutt, A. (2014). *The Three Waves of Distance Learning: Distance Education and Extramural Studies from the 19th to the 21st Century*. Monachium: GRIN Publishing.
- UNESCO. (2021). *Understanding the impact of COVID-19 on the education of persons with disabilities: Challenges and opportunities of distance education*. Pobrano z <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378404>
- Wangi, N., Chandra, N. i Ali, A. (2022). Application of gamification-based online learning on student learning outcomes during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Research and Review*, 9(11), 554–561. DOI: <https://doi.org/10.52403/ijrr.20221172>.
- Willis, B. (1993). *Distance Education: A Practical Guide*. Englewood Cliffs (NJ): Educational Technology Publications.
- Wong, G.K. W., Hui, W. i Yuk, S. (2013). Building a final year project on social network platform: challenges and opportunities. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(2), 201–205. DOI: <https://doi.org/10.7763/ijiet.2013.v3.264>.
- Yang, R. (2020). China's higher education during the COVID-19 pandemic: some preliminary observations. *Higher Education Research & Development*, 39(7), 1317–1321. DOI: <https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1824212>.
- Yang, H., Su, J. i Bradley, K. (2020). Applying the Rasch model to evaluate the self-directed online learning scale (sdols) for graduate students. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 21(3), 99–120. DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i3.4654>.
- Zaitseva, N.A., Sizova, Z.M., Chauzova, V.A. i Larionova, A.A. (2021). Determining the readiness status of university students in STEM education and distance education course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(19), 124–138. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i19.26047>.
- Zimmermann, M., Bledsoe, C. i Papa, A. (2020). *The Impact of the COVID-19 Pandemic on College Student Mental Health: A Longitudinal Examination of Risk and Protective Factors*. Preprint. DOI: <https://doi.org/10.31234/osf.io/2y7hu>.

Cyfrowa edukacja dziś: między szansą a wyzwaniem – studium porównawcze

ROBERT ZIELIŃSKI*

Instytut Badań Edukacyjnych

W artykule podjęto próbę oceny aktualnego stanu cyfryzacji edukacji z perspektywy pedagogicznej i socjologicznej. Analiza została oparta na surowych bazach danych pochodzących z Ministerstwa Edukacji Narodowej (MEN), Centrum Informatycznego Edukacji (CIE) oraz Naukowej i Akademickiej Sieci Komputerowej (NASK). Szczególną uwagę poświęcono kwestiom dostępu do nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, a także zasięgu Internetu na terenie Polski. Podjęto także problem nierówności cyfrowych i ich wpływu na jakość kształcenia. Ważnym aspektem analizy jest rola strategii edukacyjnych w adaptacji do zmieniających się warunków technologicznych. W artykule poruszono także problematykę tzw. „białych plam” na mapie Polski, czyli miejsc, w których brak Internetu lub jest Internet o słabej przepustowości. Opracowanie ma na celu wskazanie kluczowych obszarów wymagających interwencji oraz rekomendacji dla przyszłych działań w zakresie cyfryzacji edukacji. Wyniki analizy mogą stanowić podstawę dla dalszych badań i wdrażania polityk edukacyjnych dostosowanych do realiów współczesnej szkoły.

SŁOWA KLUCZOWE: cyfryzacja, zestawy STEM, programy AI, edukacja, cyfrowa szkoła

* E-mail: r.zielinski@ibe.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-6784>

Digital education today: Between opportunity and challenge – a comparative study

The article attempts to assess the current state of the digitalization of education from a pedagogical and sociological perspective. The analysis is based on raw data from the databases of the Ministry of National Education (MEN) and the Scientific and Academic Computer Network (NASK). Special attention is paid to the issues of access to modern educational tools, as well as to the extent of Internet coverage in Poland. The problem of digital inequality and its impact on the quality of education is also addressed. An important aspect of the analysis is the role of educational strategies in adapting to changing technological conditions. The article also addresses the issue of “blank spots” on the map of Poland concerning the lack of Internet or poor bandwidth. The study aims to identify key areas requiring intervention and recommendations for future activities in the field of the digitalization of education. The results of the analysis can provide the basis for further research and implementation of educational policies adapted to the realities of the modern school.

KEYWORDS: Keywords: digitalization, STEM kits, AI programs, education, digital school

1. Wprowadzenie

Cyfryzacja edukacji stanowi jeden z kluczowych procesów transformacyjnych we współczesnym systemie oświaty. Rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) wpływa na sposób nauczania, organizację pracy szkół oraz dostępność zasobów edukacyjnych, zmieniając tym samym tradycyjne podejście do kształcenia. Wprowadzenie nowoczesnych narzędzi cyfrowych nie tylko wspiera proces dydaktyczny, ale również kształtuje nowe kompetencje zarówno uczniów, jak i nauczycieli. Współczesny świat stawia przed edukacją nowe wyzwania związane z cyfryzacją i koniecznością przygotowania uczniów do

życia w społeczeństwie informacyjnym. Władze oświatowe wielu krajów, a zwłaszcza państw Unii Europejskiej, zauważają potrzebę wyposażenia uczniów – przyszłych absolwentów szkół – w umiejętności, które pozwolą im na znalezienie odpowiedniej pracy i radzenie sobie w życiu zawodowym (Dębowski i Stęchły, 2019). Jednakże powinno się mieć na uwadze, iż transformacja cyfrowa w edukacji, choć przyspieszona przez pandemię, ujawniła braki w infrastrukturze i wiedzy merytorycznej zarówno nauczycieli, jak i uczniów, co podkreśliła Iwona Pietrzak-Płachta, twierdząc, iż „transformacja cyfrowa spadła na nieprzygotowaną polską szkołę nagle i niespodziewanie wraz z globalną pandemią. Z dnia na dzień nauczyciele i uczniowie musieli przestawić się na korzystanie z narzędzi cyfrowych. Bez zaplecza sprzętowego i merytorycznej wiedzy. Intuicyjnie, na swoim sprzęcie, badając dostępne narzędzia, czasami błędząc” (Pietrzak-Płachta, w druku). Dlatego też istotnym aspektem jest dostępność dobrodziejstw cyfryzacji (sprzętu), a także Internetu – najlepiej o wysokiej przepustowości. Wówczas można powiedzieć, iż szkoła jest dostosowana do dzisiejszej epoki.

Celem niniejszego artykułu jest analiza aktualnego stanu cyfryzacji edukacji uwzględniająca dostępność nowoczesnych narzędzi, poziom kompetencji nauczycieli oraz rolę sztucznej inteligencji w procesie dydaktycznym. Opracowany materiał opiera się na analizie danych pochodzących z Ministerstwa Edukacji Narodowej (MEN), Centrum Informatycznego Edukacji (CIE), Naukowej i Akademickiej Sieci Komputerowej (NASK) oraz badań prowadzonych przeze mnie i moich kolegów z Instytutu Badań Edukacyjnych, co pozwala na ocenę aktualnych trendów oraz wyzwań związanych z wdrażaniem technologii cyfrowych w edukacji. Artykuł ten ma na celu również zidentyfikowanie obszarów wymagających wsparcia i interwencji w celu zapewnienia wszystkim uczniom równego dostępu do edukacji cyfrowej.

2. Stan cyfryzacji edukacji w Polsce – studium porównawcze

Jednym z kluczowych aspektów cyfryzacji edukacji jest zapewnienie równego dostępu do technologii. W ostatnich latach w Polsce podejmowane są liczne inicjatywy mające na celu wyposażenie szkół w nowoczesny sprzęt komputerowy, szybkie łącza internetowe oraz interaktywne narzędzia wspierające nauczanie. Wciąż jednak występują różnice między placówkami w zależności od ich lokalizacji i poziomu finansowania. Nasuwa się pytanie o aktualny stan sprzętu i przepustowości Internetu oraz o ewentualne zamiany w tej kwestii. Po weryfikacji danych można stwierdzić, że 2023 rok wskazuje na duże zmiany w tym obszarze, jednakże mimo postępów w cyfryzacji nauczyciele nadal napotykają problemy związane z przestarzałym sprzętem oraz utrudnionym dostępem do Internetu. W wielu szkołach brakuje nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, co ogranicza możliwości wdrażania innowacyjnych metod nauczania opartych na technologii. Szczególnie dotkliwie odczuwają to placówki zlokalizowane na obszarach wiejskich, gdzie infrastruktura teleinformatyczna jest mniej rozwinięta. W związku z tym konieczne jest dalsze doposażanie szkół w nowoczesne technologie oraz organizowanie szkoleń dla kadry pedagogicznej w zakresie ich wykorzystania, tak aby zwiększyć efektywność nauczania i wyrównać szanse edukacyjne uczniów (Duszczyk, w druku).

2.1. Wyposażenie szkół w sprzęt komputerowo-cyfrowy

W pierwszej kolejności przeprowadziłem studium porównawcze analiz opartych na danych pochodzących z różnych źródeł (MEN, NASK, SIO). Analiza struktury i dostępności sprzętu komputerowego wykorzystywanego w edukacji obejmuje różne kategorie urządzeń, w tym komputery dydaktyczne, sprzęt dostępny w bibliotekach szkolnych oraz zasoby przeznaczone dla uczniów. Przedstawione zestawienia mają charakter

analizy brzegowej, umożliwiającej identyfikację ogólnych trendów oraz dystrybucji zasobów technologicznych w placówkach edukacyjnych. Porównanie danych z różnych źródeł pozwala na wskazanie potencjalnych rozbieżności wynikających z odmiennych metodologii gromadzenia informacji. Dodatkowo analizie poddano poziom dostępności komputerów z Internetem, zarówno w ujęciu ogólnym, jak i z podziałem na urządzenia przenośne oraz stacjonarne.

W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na zakres zbieranych danych. W bazie SIO funkcjonuje szczegółowy podział na różne typy szkół, w tym zespoły szkół zawodowych, szkoły specjalne i artystyczne, natomiast MEN ogranicza klasyfikację do szkół podstawowych, branżowych, liceów ogólnokształcących, techników oraz ogólnokształcących szkół artystycznych. Różnice wynikają z odmiennych kryteriów klasyfikacji oraz metodologii zbierania informacji – do uzupełniania bazy danych SIO zobowiązane są osoby oddelegowane z grona pedagogicznego, natomiast MEN na własne potrzeby dokonał tzw. ankietyzacji wskazanych szkół, w której miało wziąć udział jak najwięcej szkół podstawowych i ponadpodstawowych spełniających określone kryteria.

Tabela 1 przedstawia dane dotyczące wyposażenia szkół w komputery według bazy danych SIO w grudniu 2023 roku. Wśród ogólnej liczby komputerów dydaktycznych największy odsetek (52,2%) stanowią komputery przeznaczone do szkół podstawowych. Najwięcej komputerów przenośnych dydaktycznych również mają szkoły podstawowe (59,3%). Komputery z dostępem do Internetu w całości także dominują w szkołach podstawowych (52,2%), podczas gdy w innych typach szkół ich odsetek wynosi od 0,5% do 22,6%. Najwięcej komputerów przeznaczonych dla uczniów jest w szkołach podstawowych (51,4%) oraz technikach (24,6%). Komputery przenośne dla uczniów znajdują się przede wszystkim w szkołach podstawowych

(59,9%), podobnie jest w przypadku komputerów dla uczniów z dostępem do Internetu, które także dominują w szkołach podstawowych (51,4%). W przypadku pozostałych komputerów najwięcej znajduje się w szkołach podstawowych (53,2%), a także w technikach (18,4%). Z kolei pozostałe komputery przenośne dominują w szkołach podstawowych (58,6%) oraz technikach (15,7%).

Dane zawarte w tabeli 1 pokazują, jak różnorodnie wygląda dostęp do technologii w polskich szkołach w 2023 roku. W celu bardziej rzetelnego naświetlenia stanu faktycznego każdej kategorii przyporządkowano odpowiednią liczbą urządzeń (suma) oraz ich procentowy udział (%). Wydaje się, że szkoły podstawowe są najlepiej wyposażone w komputery, co może sugerować większy nacisk na edukację cyfrową już od wczesnych lat nauki. Z kolei w szkołach średnich, takich jak licea czy technika, mimo postępów w tym zakresie wciąż brakuje odpowiedniego wyposażenia, co jest niepokojące w kontekście rozwoju kompetencji cyfrowych młodzieży. Sytuacja w szkołach zawodowych i specjalnych pokazuje, jak ważne są inwestycje w technologie, które wspierają specyficzne potrzeby tych placówek. Aby zapewnić wszystkim uczniom równe szanse, konieczne jest wyrównanie dostępu do nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, zwłaszcza w szkołach średnich. Digitalizacja edukacji to proces, który wymaga dalszych, zrównoważonych inwestycji w infrastrukturę technologiczną na wszystkich poziomach kształcenia.

Tabela 1.
Wypożyczenie szkół w sprzęt komputerowy

Rodzaj wyposażenia komputerowego	Typ szkoły															
	szkoła podstawowa		szkoła branżowa		liceum ogólnokształcące		technikum		zespół szkół zawodowych		zespół szkół specjalnych		szkoły artystyczne (muzyczne, plastyczne)		inne	
	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%
ogółem komputery dydaktyczne	564967	52,2	5782	0,5	88104	8,1	16384	1,5	243761	22,5	6379	0,6	10012	0,9	147076	13,6
komputery przenośne dydaktyczne	322354	59,3	3158	0,6	38976	7,2	6157	1,1	93747	17,2	3453	0,6	5196	1,0	70572	13,0
komputery z dostępem do Internetu dydaktyczne	550475	52,2	5568	0,5	86313	8,2	16236	1,5	238842	22,6	6195	0,6	9781	0,9	141714	13,4
ogółem komputery dla uczniów	330934	51,4	4242	0,7	44144	6,9	12346	1,9	158315	24,6	3287	0,5	4795	0,7	85388	13,3
komputery przenośne dla uczniów	164049	59,9	2209	0,8	15831	5,8	4451	1,6	49714	18,2	1555	0,6	1643	0,6	34302	12,5
komputery z dostępem do Internetu dla uczniów	318981	51,4	3982	0,6	42765	6,9	12019	1,9	153892	24,8	3059	0,5	4350	0,7	82020	13,2
ogółem komputery pozostałe	137911	53,2	1155	0,4	21577	8,3	2225	0,9	47590	18,4	1887	0,7	4211	1,6	42554	16,4
komputery przenośne pozostałe	79156	58,6	624	0,5	10107	7,5	915	0,7	21254	15,7	927	0,7	1881	1,4	20137	14,9
komputery z dostępem do Internetu pozostałe	126954	53,1	1107	0,5	20111	8,4	2127	0,9	43692	18,3	1830	0,8	3677	1,5	39671	16,6

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SIO (stan z grudnia 2023 r.).

Tabela 2 przedstawia dane dotyczące wyposażenia komputerowego w różnych typach szkół według baz danych MEN w grudniu 2023 roku. Uwzględniono w niej następujące kategorie sprzętu: komputery, laptopy, laptopy przeglądarkowe, tablety, rzutniki, monitory interaktywne, tablice interaktywne oraz inne urządzenia. Największą liczbę komputerów posiadają szkoły podstawowe (46,4% całego zasobu komputerów), a następnie technika (24,3%), licea ogólnokształcące (14,8%) oraz szkoły branżowe (13,8%). Laptopy są najliczniej reprezentowane również w szkołach podstawowych (69,4%), a w dalszej kolejności w technikach (11,9%), liceach ogólnokształcących (10,5%) oraz szkołach branżowych (7,8%). Laptopy przeglądarkowe, mimo że stanowią stosunkowo niewielką część wyposażenia, także dominują w szkołach podstawowych (71,9%). Znacznie mniejsze liczby laptopów przeglądarkowych występują w pozostałych typach szkół, takich jak technika (11,4%) oraz licea ogólnokształcące (9,2%). Podobna tendencja widoczna jest w przypadku tabletów, których najwięcej posiadają szkoły podstawowe (72,0%). W technikach znajduje się 10,7% tabletów, w liceach ogólnokształcących – 10,4%, w szkołach branżowych – 6,3%, a w szkołach artystycznych – 0,6%. Rzutniki są najczęściej spotykane w szkołach podstawowych (51,8%), następnie w technikach (18,4%), liceach ogólnokształcących (18,0%), szkołach branżowych (11,2%) i szkołach artystycznych (0,6%). Monitory interaktywne są przede wszystkim obecne w szkołach podstawowych (82,8%), przy czym ich liczba w innych szkołach jest znacznie niższa – w liceach ogólnokształcących znajduje się 7,8% monitorów interaktywnych, w technikach – 4,7%, w szkołach branżowych – 4,2% (970 sztuk), a w szkołach artystycznych – 0,5% (122 sztuki). Podobna sytuacja dotyczy tablic interaktywnych – szkoły podstawowe posiadają ich najwięcej (79,2%), a następne w kolejności są licea ogólnokształcące (8,4%), technika (7,0%), szkoły branżowe (5,1% – 3044 sztuki) i szkoły artystyczne (0,3%). W kategorii „inne urządzenia” również dominują szkoły podsta-

wowe (52,0%), a kolejne miejsca zajmują technika (18,5%), licea ogólnokształcące (16,8%) oraz szkoły branżowe (12,3%). Szkoły artystyczne posiadają jedynie 78 takich urządzeń (0,4%). Dane wskazują na dominację szkół podstawowych w zakresie posiadanego wyposażenia komputerowego, zarówno pod względem liczby urządzeń, jak i ich udziału procentowego. Technikom i liceom ogólnokształcącym przypada druga i trzecia pozycja, a szkoły branżowe oraz ogólnokształcące szkoły artystyczne posiadają najmniej zasobów.

Tabela 2.
Wyposażenie szkół w sprzęt komputerowy

Rodzaj wyposażenia komputerowego	Typ szkoły									
	szkoła podstawowa		szkoła branżowa		liceum ogólnokształcące		technikum		ogólnokształcące szkoły artystyczne	
	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%
komputery	196606	46,4	58367	13,8	62879	14,8	103090	24,3	3097	0,7
laptopy	187190	69,4	21045	7,8	28327	10,5	32070	11,9	1091	0,4
laptopy przeglądarkowe	5851	71,9	595	7,3	745	9,2	930	11,4	20	0,2
tablety	57825	72,0	5034	6,3	8323	10,4	8610	10,7	470	0,6
rzutniki	52232	51,8	11246	11,2	18138	18,0	18574	18,4	575	0,6
monitory interaktywne	19151	82,8	970	4,2	1793	7,8	1088	4,7	122	0,5
tablice interaktywne	47409	79,2	3044	5,1	5043	8,4	4199	7,0	184	0,3
inne	10472	52,0	2468	12,3	3385	16,8	3726	18,5	78	0,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MEN (stan z grudnia 2023 r.).

Analizując rodzaje sprzętu, można zauważyć, że SIO koncentruje się na komputerach, dokonując ich podziału na dydaktyczne, uczniowskie i pozostałe, a także określając ich dostęp do Internetu. MEN, w przeciwieństwie do SIO, uwzględnia dodatkowe kategorie, takie jak: laptopy, laptopy przeglądarkowe, tablety, rzutniki, monitory interaktywne oraz tablice interaktywne, co wskazuje na szersze podejście do cyfryzacji szkół. Pod względem liczby sprzętu występują wyraźne różnice. SIO raportuje, że szkoły podstawowe posiadają 564 967 komputerów dydaktycznych, podczas gdy MEN wskazuje liczbę 196 606. Ta znacząca rozbieżność może wynikać z różnych definicji komputera dydaktycznego oraz uwzględnienia bądź pominięcia w statystykach określonych kategorii sprzętu. Podobne różnice dotyczą liceów ogólnokształcących, w których według danych SIO liczba komputerów dydaktycznych wynosi 88 104, natomiast według danych MEN – jedynie 62 879. Ponadto SIO uwzględnia dostępność Internetu w komputerach, czego nie wyróżnia się w statystykach MEN, przez co pełne porównanie stopnia cyfryzacji placówek edukacyjnych staje się trudniejsze.

Jednakże pomimo tych różnic można dostrzec pewne podobieństwa. Z danych obu baz wynika, że szkoły podstawowe posiadają największą liczbę komputerów i innego sprzętu technologicznego, co wskazuje na priorytetowe traktowanie cyfryzacji na tym etapie edukacji. Mimo różnic w liczbach z danych obu baz wynika, że szkoły podstawowe dysponują największą liczbą komputerów i innego sprzętu technologicznego, co może świadczyć o priorytetowym traktowaniu cyfryzacji na tym etapie edukacji. Według danych SIO technika posiadają 16 384 komputery dydaktyczne, natomiast według danych MEN – 103 090 komputerów ogółem, co również wskazuje na istotną rolę technologii w tym typie szkół. Warto również zauważyć, że wyposażenie interaktywne, takie jak: rzutniki, monitory i tablice interak-

tywne, choć uwzględnione tylko w bazie MEN, jest prawdopodobnie powszechne we wszystkich typach szkół, co sugeruje, że rośnie znaczenie nowoczesnych narzędzi dydaktycznych w procesie edukacji.

Tabela 3 przedstawia rozkład sprzętu komputerowo-cyfrowego w podziale na województwa, uwzględniając procentowy udział komputerów, laptopów, urządzeń przeglądarkowych oraz tabletów. Analizy pozwoliły na dostrzeżenie istotnych różnic regionalnych w dostępie do nowoczesnych technologii edukacyjnych, co może mieć znaczący wpływ na rozwój kompetencji cyfrowych uczniów oraz skuteczność procesów dydaktycznych. Największe nasycenie sprzętem komputerowym występuje w województwie mazowieckim, które dominuje we wszystkich kategoriach, osiągając najwyższy udział komputerów stacjonarnych i przeglądarkowych (15,9%) oraz jedno z najwyższych wartości dla laptopów (12,6%) i tabletów (12,7%). Tak duża koncentracja technologii w tym regionie może wynikać z jego centralnej roli administracyjnej i gospodarczej, a także z większych nakładów na edukację i infrastrukturę cyfrową. Znaczące wartości odnotowano także w Małopolsce i Wielkopolsce, gdzie dostępność laptopów i urządzeń przeglądarkowych jest na wysokim poziomie, co może wskazywać na istnienie rozwiniętej sieci szkolnych pracowni komputerowych oraz stosowanie nowoczesnych metod nauczania.

Województwa o niższym poziomie wyposażenia, takie jak: opolskie, podlaskie i lubuskie, wykazują wyraźne deficyty, zwłaszcza w zakresie komputerów i laptopów, co może wpływać na ograniczenie możliwości kształcenia z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. W szczególności województwo opolskie odznacza się najniższym udziałem urządzeń przeglądarkowych (0,3%), co może sugerować słabiej rozwiniętą infrastrukturę internetową w placówkach edukacyjnych. Interesującym przypadkiem jest województwo śląskie, które posiada wysoki

odsetek komputerów (11,8%) i tabletów (9,1%), ale stosunkowo niski udział urządzeń przeglądarkowych (4,0%). Może to wskazywać na preferowanie tradycyjnych form pracy z komputerami w szkołach tego regionu, przy jednoczesnym ograniczonym wykorzystaniu rozwiązań chmurowych i internetowych. Podobnie w województwie podkarpackim i dolnośląskim, gdzie dostępność sprzętu jest stosunkowo wysoka, widać wyraźne różnice w kategoriach urządzeń, co może wynikać z różnych strategii wdrażania technologii edukacyjnych.

Tabela 3.

Wyposażenie w sprzęt komputerowo-cyfrowy w podziale na województwa (dane w %)

Województwo	Rodzaj sprzętu komputerowego			
	komputery	laptopy	laptopy przeglądarkowe	tablety
dolnośląskie	6,2	7,8	7,4	7,3
kujawsko-pomorskie	4,7	5,1	3,4	4,6
łódzkie	5,7	6,6	4,8	4,8
lubelskie	5,6	6,0	7,4	5,5
lubuskie	2,8	2,6	4,2	2,3
małopolskie	9,2	9,5	10,9	7,8
mazowieckie	15,9	12,6	15,9	12,7
opolskie	2,0	2,9	0,3	1,9
podkarpackie	6,3	8,0	7,9	5,4
podlaskie	2,6	3,5	2,3	2,4
pomorskie	6,1	6,3	7,5	8,7
śląskie	11,8	8,2	4,0	9,1
świętokrzyskie	3,4	3,2	5,2	2,6
warmińsko-mazurskie	4,2	4,2	3,7	4,7
wielkopolskie	9,0	9,2	11,3	15,5
zachodniopomorskie	4,6	4,2	3,8	4,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MEN (stan z grudnia 2023 r.).

Regiony o lepiej rozwiniętej infrastrukturze edukacyjnej, takie jak: Mazowsze, Małopolska czy Wielkopolska, wykazują wyższy poziom wyposażenia szkół w sprzęt komputerowy, podczas gdy województwa o mniejszym potencjale gospodarczym, np. opolskie, lubuskie, warmińsko-mazurskie, oraz województwa tzw. ściany wschodniej (podlaskie, lubelskie, podkarpackie) pod tym względem pozostają w tyle. Taki rozkład może prowadzić do dysproporcji w poziomie kompetencji cyfrowych uczniów, co stanowi istotne wyzwanie dla systemu edukacji w kontekście dalszej cyfryzacji i wyrównywania szans edukacyjnych. Aby zniwelować te różnice, konieczne są dalsze inwestycje w infrastrukturę cyfrową, zwłaszcza w regionach mniej rozwiniętych technologicznie, co pozwoli na zapewnienie równych warunków kształcenia, niezależnie od miejsca zamieszkania uczniów. Jak wskazuje raport NASK, w 2021 roku 43% osób w wieku 16–74 lat posiadało co najmniej podstawowe umiejętności cyfrowe (w UE – 54%), a 21% mogło pochwalić się ponadpodstawowymi umiejętnościami cyfrowymi (w UE – 26%) (NASK, 2021). Nowsze dane z 2023 roku wskazują na spadek umiejętności cyfrowych wśród młodych Polaków. Odsetek osób w wieku 16–24 lata posiadających ogólne umiejętności cyfrowe na poziomie ponadpodstawowym oraz podstawowym zmniejszył się z 69% w 2021 roku do 63% w 2023 roku, a jednocześnie wzrósł odsetek młodych osób o niskich, wąskich i ograniczonych umiejętnościach cyfrowych z 30% do 36% (Główny Urząd Statystyczny, 2023).

Na podstawie danych SIO oraz MEN mogłem określić, które typy szkół dysponują nowoczesnym sprzętem, a które wciąż korzystają z urządzeń starszej generacji. Studium porównawcze obejmuje podział komputerów według wieku oraz analizę struktury sprzętu komputerowo-cyfrowego do 5 lat użytkowania, a informacje na ten temat zostały przedstawione w tabeli 4 i 5 w postaci sumy i procentu z sumy. Dzięki temu możliwe jest

zidentyfikowanie typu i rodzaju placówek, które wymagają pilnej modernizacji infrastruktury IT, oraz tych, które już dysponują odpowiednimi zasobami technologicznymi wspierającymi proces edukacyjny. Różnice w stopniu wyposażenia szkół wskazują na konieczność dalszych inwestycji, szczególnie w placówkach kształcenia zawodowego i artystycznego, gdzie udział starszego sprzętu jest wyraźnie wyższy niż w szkołach podstawowych.

Dane z tabeli 4 wskazują, że najwięcej komputerów do 5 lat użytkowania jest w szkołach podstawowych, które posiadają 52,3% nowoczesnego sprzętu. Jednocześnie 52,4% komputerów w tych placówkach jest użytkowanych 5–10 lat, a 50,1% – ponad 10 lat. Oznacza to, że choć szkoły podstawowe mają najwięcej nowoczesnych komputerów, niemal połowa wykorzystywanego sprzętu to urządzenia starszej generacji. Inaczej sytuacja wygląda w zespołach szkół zawodowych, gdzie jedynie 21,6% komputerów to urządzenia mające do 5 lat, podczas gdy 21,8% sprzętu ma 5–10 lat, a 23,1% – ponad 10 lat. W technikach nowoczesne komputery stanowią jedynie 1,5% całego wyposażenia, a urządzenia powyżej 10 lat – 0,6%, co wskazuje na przestarzałą infrastrukturę informatyczną w tych placówkach.

Tabela 4.

Wyposażenie w sprzęt komputerowy w podziale na lata użytkowania

Typ szkoły	Rodzaj sprzętu komputerowego					
	komputery mające do 5 lat		komputery mające 5–10 lat		komputery mające powyżej 10 lat	
	suma	%	suma	%	suma	%
szkoła podstawowa	304 110	52,3	237 127	52,4	82 929	50,1
szkoła branżowa	3 377	0,6	2 183	0,5	525	0,3
liceum ogólnokształcące	48 571	8,3	38 792	8,6	13 173	8,0
technikum	8 843	1,5	4 734	1,0	1 059	0,6
zespół szkół zawodowych	125 639	21,6	98 795	21,8	38 277	23,1
zespół szkół specjalnych	3 543	0,6	2 605	0,6	1 132	0,7
szkoły artystyczne (muzyczne, plastyczne)	6 073	1,0	4 972	1,1	2 382	1,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SIO (stan z grudnia 2023 r.).

Analiza tabeli 5 pozwala na określenie udziału poszczególnych kategorii sprzętu komputerowo-cyfrowego do 5 lat użytkowania. Szkoły podstawowe posiadają 40,6% takich komputerów, 64,0% laptopów, 68,8% laptopów przeglądarkowych, 71,1% tabletów oraz 66,4% innych urządzeń cyfrowych. Oznacza to, że placówki te w największym stopniu korzystają z nowoczesnych technologii w procesie nauczania. W liceach ogólnokształcących wskaźniki te są niższe – komputery użytkowane do 5 lat stanowią 15,9%, laptopy – 12,0%, laptopy przeglądarkowe – 8,1%, tablety – 11,1%, a inne urządzenia cyfrowe – 12,5%. Jeszcze mniej nowoczesnego sprzętu znajduje się w szkołach branżowych, gdzie udział komputerów użytkowanych do 5 lat wynosi 15,5%, laptopów – 9,6%, laptopów przeglądarkowych – 8,3%, tabletów – 7,4%, a innych urządzeń – 7,7%. Technikom przypada natomiast 27,3% komputerów użytkowanych do

5 lat, 14,0% laptopów, 14,6% laptopów przeglądarkowych, 10,0% table-
tów i 13,2% pozostałych urządzeń cyfrowych. Szczególnie niepokojąca
jest sytuacja w szkołach artystycznych, gdzie udział sprzętu do 5 lat użyt-
kowania jest najniższy. Komputery stanowią jedynie 0,7%, laptopy 0,4%,
laptopy przeglądarkowe 0,2%, tablety 0,3%, a inne urządzenia 0,3%.
Wskazuje to na bardzo ograniczoną dostępność nowoczesnych narzędzi
technologicznych w tej kategorii placówek edukacyjnych.

Tabela 5.

Wypożyczenie w sprzęt komputerowo-cyfrowy do 5 lat użytkowania wg baz danych

Typ szkoły		Liczba posiadanego sprzętu do 5 lat użytkowania				
		kompu- tery	laptopy	laptopy przeglądar- kowe	tablety	inne liczba
szkoła podstawowa	suma	88927	194685	8254	103758	20952
	%	40,6	64,0	68,8	71,1	66,4
szkoła branżowa	suma	33949	29365	998	10763	2420
	%	15,5	9,6	8,3	7,4	7,7
liceum ogólnokształcące	suma	34759	36617	968	16203	3939
	%	15,9	12,0	8,1	11,1	12,5
technikum	suma	59796	42679	1745	14657	4153
	%	27,3	14,0	14,6	10,0	13,2
ogólnokształcące szkoły artystyczne	suma	1452	1078	28	498	90
	%	0,7	0,4	0,2	0,3	0,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MEN (stan z grudnia 2023 r.)

Wyniki analizy wskazują, że cyfryzacja edukacji w Polsce nie jest jedno-
lita i w dużej mierze zależy od rodzaju placówki. Szkoły podstawowe są
najlepiej wyposażone w nowoczesny sprzęt, podczas gdy szkoły zawo-
dowe, licea i placówki artystyczne często korzystają z urządzeń starszej
generacji. Brak dostatecznej modernizacji infrastruktury IT w szkołach

ponadpodstawowych może stanowić barierę w rozwoju kompetencji cyfrowych uczniów, co w dłuższej perspektywie może negatywnie wpływać na ich konkurencyjność na rynku pracy. W związku z tym kluczowe wydaje się zintensyfikowanie podjętych działań mających na celu zwiększenie dostępu do nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, zwłaszcza w szkołach kształcenia zawodowego i artystycznego. Równomierna cyfryzacja wszystkich placówek edukacyjnych jest niezbędna, aby zapewnić uczniom równy start i umożliwić pełne wykorzystanie potencjału technologii w procesie kształcenia.

2.2. Internet w szkołach – zadowolenie czy zaskoczenie?

Współczesne szkoły stają przed wyzwaniem integracji Internetu w procesie edukacyjnym. Dostęp do zasobów online może znacząco wzbogacić naukę, jednakże pojawiają się pytania dotyczące poziomu zadowolenia uczniów i nauczycieli z tej technologii oraz ewentualnych zaskoczeń związanych z jej wdrażaniem. Analizy raportów dobitnie przekonują, że w dalszym ciągu należy pracować nad doskonaleniem „szkoły cyfrowej”, chociażby doposażając ją w nowy sprzęt. Badania z grudnia 2022 roku wskazują, że w ponad połowie polskich szkół Internet dostępny jest jedynie w salach informatycznych oraz pomieszczeniach administracyjnych. Dodatkowo aż 61% komputerów w placówkach edukacyjnych to urządzenia mające ponad 5 lat, co może ograniczać efektywność nauczania z wykorzystaniem nowoczesnych technologii (Cichowicz-Major i Lew-Starowicz, 2022). Najnowsze badania pokazują rosnącą częstotliwość wykorzystywania Internetu podczas zajęć lekcyjnych, co umożliwia nauczycielom i uczniom korzystanie z zasobów online w trakcie nauki, choć dostępność i jakość infrastruktury sieciowej wciąż pozostają wyzwaniem (NASK, 2023a). Raport NASK z 2023 roku podkreśla, że mimo powszechnego dostępu do Internetu młodzież najczęściej korzysta z niego w domu, co może wpływać na efektywność nauki w szkole. Dodat-

kowo badania Fundacji EdTech Poland z 2022 roku zwracają uwagę na niedostateczne wyposażenie szkół w nowoczesne urządzenia sieciowe, co ogranicza możliwości pełnego wykorzystania potencjału Internetu w edukacji (EdTech Poland, 2022). W kontekście pandemii COVID-19 edukacja zdalna stała się powszechna, co przyspieszyło proces cyfryzacji szkół. Raport *Nastolatki 3.0* z 2023 roku wskazuje, że mimo pozytywnej oceny organizacji zajęć zdalnych przez uczniów wielu z nich nie chce realizować edukacji tylko w trybie online (NASK, 2023b).

Na uwagę zasługuje program OSE, który jest rządową inicjatywą mającą na celu zapewnienie szkołom w Polsce szerokopasmowego dostępu do Internetu oraz poprawienie jakości edukacji cyfrowej. Głównym celem tego programu jest stworzenie nowoczesnej infrastruktury internetowej w szkołach, umożliwiającej uczniom i nauczycielom korzystanie z zasobów edukacyjnych online w sposób bezpieczny i efektywny. Program obejmuje zapewnienie szybkiego i stabilnego Internetu w każdej placówce edukacyjnej, zwiększenie bezpieczeństwa poprzez filtrację treści, narzędzia antywirusowe i systemy ochrony danych, a także oferowanie wsparcia nauczycielom poprzez szkolenia i materiały do nauki z wykorzystaniem technologii cyfrowych. Dodatkowo OSE umożliwia dostęp do zasobów edukacyjnych, takich jak platformy online i kursy, co pozwala wyrównywać szanse w dostępie do nowoczesnych narzędzi edukacyjnych, niezależnie od lokalizacji czy zasobów finansowych szkół (Ministerstwo Cyfryzacji, 2021). Z analiz wynika, iż na 17 597 szkół 91,8% zadeklarowało, iż uczestniczy w programie OSE (opracowanie własne na podstawie surowych baz danych użyczonych przez MEN).

Tabela 6 przedstawia dane dotyczące rodzaju łącza i przepustowości Internetu w różnych typach szkół. W większości placówek edukacyjnych dominują łącza telefoniczne, zarówno o przepustowości do 10 Mb/s,

jak i od 10 Mb/s do 100 Mb/s. Szkoły te mają stosunkowo niski dostęp do szybszych łączy powyżej 100 Mb/s, co może ograniczać ich zdolność do korzystania z zaawansowanych zasobów edukacyjnych online. Z kolei łącza światłowodowe, chociaż oferują wyższą przepustowość, są nadal rzadkością w polskich szkołach. Przepustowość od 100 Mb/s do 500 Mb/s jest najczęściej spotykana w liceach ogólnokształcących oraz technikach. W szkołach specjalnych i artystycznych (np. muzycznych, plastycznych) występują głównie łącza o niższej przepustowości (do 100 Mb/s), a dostęp do szybszych łączy jest ograniczony. W przypadku łączy satelitarnych i radiowych obserwujemy wyraźne zróżnicowanie w zależności od typu szkoły. Łącza satelitarne są bardziej dostępne w szkołach branżowych i zawodowych, natomiast łącza radiowe są powszechniejsze w szkołach podstawowych i innych placówkach edukacyjnych, gdzie przepustowość nie przekracza 10 Mb/s. W szkołach zawodowych i technicznych dostęp do łączy o większej przepustowości jest nieco lepszy w porównaniu do szkół ogólnokształcących.

Tabela 6.

Łącze i przepustowość Internetu w poszczególnych typach szkół (dane w %)

Rodzaj łączy	Przepustowość w Mb/s	Typ szkoły							
		szkoła podstawowa	szkoła branżowa	liceum ogólnokształcące	technikum	zespół szkół zawodowych	zespół szkół specjalnych	szkoły artystyczne (muzyczne, plastyczne)	inne
łącza telefoniczne	do 10 Mb/s	47,8	0,3	4,4	0,4	14,4	0,8	1,5	30,3
	11 Mb/s–100 Mb/s	45,2	0,9	6,3	0,7	15,0	1,1	2,1	28,8
	101 Mb/s–500 Mb/s	31,5	0,3	4,4	0,5	12,8	1,5	1,8	47,2
	501 Mb/s–1 Gb/s	31,3	–	5,4	–	16,1	–	8,9	38,4
	powyżej 1 Gb/s	23,9	–	8,7	–	10,9	–	6,5	50,0

Rodzaj łącza	Przepustowość w Mb/s	Typ szkoły							
		szkoła podstawowa	szkoła branżowa	liceum ogólnokształcące	technikum	zespół szkół zawodowych	zespół szkół specjalnych	szkoły artystyczne (muzyczne, plastyczne)	inne
łącze telewizyjji kablowej	do 10 Mb/s	38,6	–	9,1	–	6,8	–	2,3	43,2
	11 Mb/s–100 Mb/s	39,0	0,4	6,9	1,4	9,7	0,7	2,9	39,0
	101 Mb/s–500 Mb/s	37,1	–	10,2	1,1	20,4	1,1	2,7	27,4
	501 Mb/s–1 Gb/s	37,1	–	7,1	1,4	4,3	–	12,9	37,1
	powyżej 1 Gb/s	44,4	–	22,2	11,1	5,6	–	–	16,7
światłowod	do 10 Mb/s	49,8	0,7	4,2	0,4	27,5	0,8	1,9	14,8
	11 Mb/s–100 Mb/s	59,8	0,8	6,7	0,5	14,0	0,9	1,7	15,6
	101 Mb/s–500 Mb/s	48,0	0,6	8,0	1,0	20,0	0,5	2,1	19,7
	501 Mb/s–1 Gb/s	45,1	1,1	12,4	2,1	14,0	0,6	1,7	23,0
	powyżej 1 Gb/s	45,6	1,3	9,9	2,2	14,4	1,5	1,9	23,3
łącze satelitarne	do 10 Mb/s	46,7	–	26,7	–	6,7			20,0
	11 Mb/s–100 Mb/s	69,4	–	–	–	1,6	6,5	1,6	21,0
	101 Mb/s–500 Mb/s	18,0	–	–	–	–	2,0	–	80,0
	501 Mb/s–1 Gb/s	33,3	–	50,0	–	–	–	–	16,7
	powyżej 1 Gb/s	–	–	–	–	–	–	–	100,0
łącze radiowe	do 10 Mb/s	73,4	0,7	1,7	0,2	6,9	0,2	0,5	16,3
	11 Mb/s–100 Mb/s	68,5	1,4	3,5	0,9	9,3	0,3	1,1	15,2
	101 Mb/s–500 Mb/s	55,3	1,6	4,3	0,4	14,2	0,8	0,4	22,9
	501 Mb/s–1 Gb/s	61,1	–	1,4	–	9,7	1,4	–	26,4
	powyżej 1 Gb/s	38,9	–	38,9	–	–	–	1,9	20,4

Rodzaj łącza	Przepustowość w Mb/s	Typ szkoły							
		szkoła podstawowa	szkoła branżowa	liceum ogólnokształcące	technikum	zespół szkół zawodowych	zespół szkół specjalnych	szkoły artystyczne (muzyczne, plastyczne)	inne
łącze w technologii telefonii	do 10 Mb/s	32,2	2,7	6,0	2,0	7,4		6,7	43,0
	11 Mb/s–100 Mb/s	36,5	0,7	9,2	1,0	8,4	0,2	3,5	40,4
	101 Mb/s–500 Mb/s	25,8	1,1	6,7	–	6,7	–	1,1	58,4
	501 Mb/s–1 Gb/s	13,8	–	6,9	–	6,9	–	–	72,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz SIO (stan z grudnia 2023 r.).

Dane z tabeli 7 ukazują znaczną różnorodność w dostępności szybkiego Internetu w polskich szkołach. Mimo powszechnego dostępu do łącz telefonicznych i satelitarnych wciąż wiele placówek edukacyjnych zmagają się z ograniczonym dostępem do szybszych technologii, co stanowi wyzwanie dla pełnej cyfryzacji i wykorzystania nowoczesnych zasobów edukacyjnych online. Z badań Zespołu IBE na zlecenie MEN przeprowadzonego na grupie 1074 nauczycieli wynika, że największy odsetek badanych (50,3%) korzysta z Internetu o przepustowości od 51 do 100 Mb/s. Kolejną liczną grupę stanowią użytkownicy posiadający łącze o szybkości od 101 do 500 Mb/s, co stanowi 30,7% ogółu. Mniejszy odsetek (10,6%) deklaruje dostęp do Internetu o przepustowości od 501 Mb/s do 1 Gb/s, natomiast jedynie 4,7% badanych korzysta z prędkości nieprzekraczającej 50 Mb/s. Najmniejsza grupa (3,6%) dysponuje łączem o przepustowości przekraczającej 1 Gb/s. Łącznie wyniki te obejmują 100% respondentów. Wraz z postępującą cyfryzacją i rosnącymi wymaganiami użytkowników należy dążyć do zwiększania dostępności szybszego

Internetu, szczególnie w kontekście edukacji i pracy zdalnej. Inwestycje w infrastrukturę światłowodową oraz technologie 5G mogą przyczynić się do zmniejszenia liczby użytkowników o niskiej przepustowości łącza. Dalsze badania powinny uwzględniać nie tylko prędkość Internetu, ale także jego stabilność i dostępność w różnych regionach, aby zniwelować potencjalne nierówności cyfrowe.

Tabela 7.

Wielkość miejscowości a rodzaj Internetu wykorzystywanego w szkole (dane w %)

Rodzaj Internetu	Wielkość miejscowości					
	wieś/ osada	miasto do 50 tys. mieszk.	miasto 50–100 tys. mieszk.	miasto 100–250 tys. mieszk.	miasto 250– 500 tys. mieszk.	miasto powyżej 500 tys. mieszk.
światłowod	90	88,6	85,4	92,2	93,9	90,3
łącze radiowe	13	7,7	7,3	4,4	2	1,9
kablowy Internet od operatora telefonii stacjonarnej	14,1	13,7	17,7	7,8	8,2	13,6
kablowy Internet od innego operatora	5,3	9,2	8,3	6,7	8,2	11,7
łącza bezprzewodowe (mobilne GSM)	3,4	1,8	4,2	2,2	0	2,9

Źródło: opracowanie własne.

Dostęp do Internetu w polskich szkołach stale się poprawia, jednak nadal występują znaczne różnice w jakości infrastruktury sieciowej. Program OSE zwiększył dostępność szerokopasmowego Internetu, obejmując 91,8% szkół. Większość placówek edukacyjnych korzysta z łączy telefonicznych o przepustowości do 100 Mb/s, co w niektórych przypadkach ogranicza efektywność wykorzystania zasobów online. Najszybszy Internet (powyżej 100 Mb/s) jest najczęściej dostępny w liceach i technikach, natomiast szkoły artystyczne i specjalne zwykle korzystają

z wolniejszych połączeń. Badania wskazują, że mimo upowszechnienia Internetu w szkołach uczniowie wciąż preferują korzystanie z niego w domu. Rosnąca dostępność Internetu w szkołach budzi zadowolenie, szczególnie w kontekście cyfryzacji edukacji i realizacji programu OSE, jednak istniejące nierówności w jakości połączeń mogą być zaskoczeniem – nie wszystkie placówki mają dostęp do szybkich i stabilnych łączy, co utrudnia pełne wykorzystanie potencjału technologii cyfrowych. Mimo powszechnej obecności Internetu w szkołach uczniowie nadal częściej korzystają z niego w domach, co może wskazywać na problemy z infrastrukturą lub organizacją zajęć online.

3. Kroki podjęte w celu modernizacji TIK w okresie popandemicznym

Wyzwania związane z brakiem dostępu do odpowiedniej infrastruktury, nierównym poziomem kompetencji cyfrowych oraz ograniczoną integracją narzędzi TIK w procesie nauczania skłoniły instytucje edukacyjne i administrację publiczną do podjęcia zdecydowanych działań. Nie chodziło jedynie o dostarczenie sprzętu czy zapewnienie dostępu do Internetu, lecz o długofalową strategię, w której technologia wspiera edukację, a nie staje się barierą w jej rozwoju. Kluczowe było stworzenie ekosystemu, w którym nowoczesne rozwiązania cyfrowe byłyby skutecznie wykorzystywane zarówno przez nauczycieli, jak i uczniów, a szkoły mogły pełnić funkcję centrów innowacji edukacyjnej. W tym kontekście istotne okazało się nie tylko wyposażenie placówek w nowoczesny sprzęt, ale także zapewnienie odpowiedniego wsparcia dla nauczycieli w zakresie podnoszenia ich kompetencji cyfrowych. We wszystkich tych działaniach należy uwzględniać także wdrożenie technologii sztucznej inteligencji w edukacji, co może przynieść znaczące korzyści, ale wymaga odpowiedniej strategii implementacji oraz uwzględnienia potencjalnych wy-

zwań. Rozwój edukacji opartej na technologiach internetowych stał się nieodzownym elementem współczesnego systemu nauczania (Owoc, Sawicka i Weichbroth, 2021). W erze informacyjnej szybki dostęp do wiedzy jest kluczowy dla rozwoju jednostek i społeczeństw, co wymaga dostosowania systemów edukacyjnych do wymogów technologicznych (Çetin, Çakıroğlu, Bayılmış i Ekiz, 2023).

3.1. Wsparcie rządowe i unijne dla cyfryzacji edukacji – przeszłość i teraźniejszość

Główne programy i projekty wspierające cyfryzację edukacji opierają się na rządowych lub unijnych dotacjach, które umożliwiają szkołom i instytucjom edukacyjnym rozwój infrastruktury technologicznej oraz dostęp do nowoczesnych narzędzi dydaktycznych. Część z tych inicjatyw została już zakończona, np. realizowany w latach 2012–2015 program „Cyfrowa Szkoła”, który miał na celu wyposażenie szkół w sprzęt komputerowy oraz promowanie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w nauczaniu. Innym zamkniętym projektem była pierwsza edycja realizowanego w latach 2017–2019 programu „Aktywna Tablica”, koncentrującego się na wyposażeniu placówek edukacyjnych w interaktywne monitory i tablice multimedialne. Programy „Zdalna Szkoła” i „Zdalna Szkoła+” uruchomione w 2020 roku jako odpowiedź na wyzwania edukacji zdalnej w czasie pandemii COVID-19 również zostały zakończone po spełnieniu swojej funkcji w zapewnieniu uczniom i nauczycielom dostępu do niezbędnych urządzeń.

Mimo zakończenia tych projektów wciąż realizowane są kolejne inicjatywy mające na celu rozwój edukacji cyfrowej. Lata 2020–2023 to czas realizacji nowej edycji programu „Aktywna Tablica”, który rozszerza zakres wsparcia na kolejne szkoły, umożliwiając zakup nowoczesnych narzędzi interaktywnych oraz rozwój kompetencji nauczycieli w zakresie

ich wykorzystania. W ramach programu „Laboratoria Przyszłości” szkoły są wyposażane w drukarki 3D, mikrokontrolery oraz sprzęt do nagrywania i obróbki wideo, dzięki czemu uczniowie otrzymują narzędzia do nauki poprzez eksperymenty i praktyczne zajęcia. Istotnym elementem cyfryzacji edukacji jest również Krajowy Plan Odbudowy, który przewiduje dalsze inwestycje w infrastrukturę technologiczną placówek edukacyjnych oraz szkolenia nauczycieli w zakresie nowych technologii. Dzięki tym inicjatywom szkoły mogą nie tylko unowocześniać proces nauczania, ale także dostosowywać go do dynamicznie zmieniających się realiów edukacyjnych oraz rosnących potrzeb uczniów i nauczycieli w erze cyfrowej.

Analizy wskazują na potrzebę nie tylko likwidacji tzw. „białych plam” związanych z brakiem dostępu do Internetu, ale również poprawy dostępności sprzętowej, zwłaszcza w regionach o wyższym wskaźniku wykluczenia społeczno-sieciowego. W celu weryfikacji problemów związanych z cyfryzacją w regionach stworzyłem wskaźnik wykluczenia społeczno-sieciowego, który jest narzędziem służącym do oceny poziomu dostępu do technologii cyfrowych i Internetu w różnych powiatach. Wskaźnik wykluczenia społeczno-sieciowego opiera się na 10-stopniowej skali, gdzie 1 oznacza bardzo duże wykluczenie, a 10 – brak wykluczenia. Skala ta odzwierciedla zróżnicowane warunki, w jakich funkcjonują poszczególne powiaty, takie jak: sytuacja ekonomiczna, wsparcie socjalne, dostępność infrastruktury oraz wyniki edukacyjne.

Główne kryteria mające wpływ na wynik wskaźnika wykluczenia społeczno-sieciowego to: wydatki na oświatę, dochody na jednego mieszkańca, poziom bezrobocia, dostępność Internetu o wysokiej przepustowości oraz wyniki egzaminów zewnętrznych. Wszystkie te czynniki składają się na kompleksową ocenę sytuacji danego obszaru i pozwalają na identyfi-

kację miejsc, które wymagają szczególnego wsparcia w zakresie cyfryzacji. Wsparcie w takich obszarach jest szczególnie ważne, ponieważ – jak pokazują analizy – dostęp do technologii cyfrowych ma kluczowe znaczenie dla wyrównania szans edukacyjnych. W wyniku analizy wielokryterialnej (MCA) powstaje wskaźnik, który pokazuje, w jakim stopniu dany region jest wykluczony cyfrowo. Dzięki temu możliwe jest skierowanie inwestycji tam, gdzie są one najbardziej potrzebne – w regiony, w których niski wskaźnik dostępu do Internetu, problemy z infrastrukturą, wysokie bezrobocie oraz trudności edukacyjne tworzą bariery w dostępie do zasobów cyfrowych.

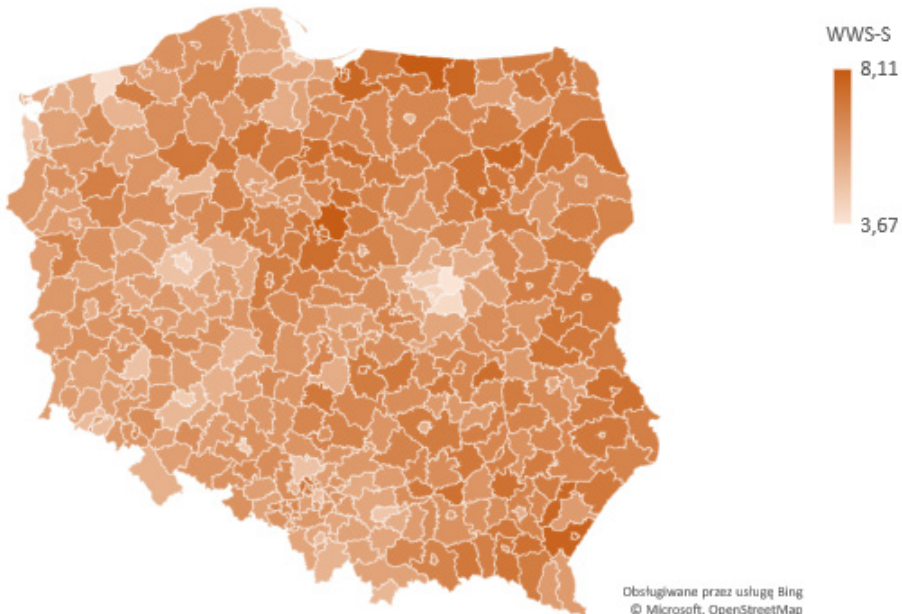
Przykładowe kryteria uwzględniane przy obliczaniu wskaźnika to m.in.: liczba szkół w regionie, poziom wykorzystania Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej w szkołach, a także analiza szkód poniesionych przez szkoły w wyniku klęsk żywiołowych, które mogły wpłynąć na dostępność sprzętu edukacyjnego. Wyniki wskaźnika pozwalają lepiej zrozumieć, w jakim stopniu obszary te potrzebują wsparcia w ramach różnorodnych programów edukacyjnych i cyfryzacyjnych. Zastosowanie wskaźnika wykluczenia społeczno-sieciowego daje pełniejszy obraz nierówności cyfrowych i pozwala na bardziej precyzyjne dostosowanie działań do rzeczywistych potrzeb regionów. Dzięki temu możliwe jest nie tylko wyrównanie dostępu do edukacji, ale także stworzenie podstaw do dalszego rozwoju infrastruktury cyfrowej w miejscach, które tego najbardziej potrzebują.

Na rysunku 1 przedstawiono mapę, z której wynika, że największe wykluczenie cyfrowe występuje przede wszystkim w województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim, lubelskim i podkarpackim, a także w pojedynczych powiatach województwa łódzkiego (opoczyński i pajęczański), małopolskiego (dąbrowski), wielkopolskiego (koniński i złotowski) i świętokrzyskiego (kazimierski, staszowski). Wskaźniki dla powiatów i miast powiatowych dowodzą zróżnicowania w analizo-

wanych obszarach. W przypadku powiatów największe wykluczenie cyfrowe (8,00) odnotowano w powiatach lipnowskim i bartoszyckim, a także przemyskim i kętrzyńskim. Z kolei najniższy wskaźnik wykluczenia cyfrowego odnotowano w powiecie piaseczyńskim (4,00), karkonoskim czy pilskim (5,00–5,22). Jeśli chodzi o miasta powiatowe, najwyższe wskaźniki wykluczenia cyfrowego mają: Grudziądz (8,11), Włocławek (8,11) oraz Przemyśl (8,00). Wśród miast powiatowych o najniższych wskaźnikach wykluczenia cyfrowego wymienia się Sopot (3,89) i Warszawę (3,67), a także inne większe miasta, takie jak Opole czy Kraków (4,56–4,67). Tego rodzaju dane mogą dostarczyć informacji o poziomie rozwoju lub specyfice tych regionów, co może mieć wpływ na późniejszą analizę w kontekście strategii rozwoju lub działań wspierających konkretne obszary.

Rysunek 1.

Wskaźnik wykluczenia społeczno-sieciowego na poziomie powiatów



Źródło: opracowanie własne.

Planowana przez rząd polityka cyfrowej transformacji edukacji ma na celu przygotowanie uczniów wszystkich typów szkół do wyzwań społeczeństwa cyfrowego. W ramach tego planu zakłada się działania w przedszkolach, szkołach i uczelniach, które umożliwią młodym ludziom zdobycie kompetencji niezbędnych w erze cyfryzacji. Zmiany w systemie edukacyjnym mają być poprzedzone szczegółową ewaluacją stanu edukacji cyfrowej, analizą aktualnych umiejętności uczniów oraz oceną przewidywanych efektów wdrożenia nowych rozwiązań. W szczególności należy skupić się na umiejętnościach informatycznych, cyfrowych, interpersonalnych i społecznych, które będą kluczowe w dalszym kształceniu uczniów.

Polityka cyfrowej transformacji edukacji wspierana przez Krajowy Plan Odbudowy będzie stanowić fundament dla modernizacji systemu edukacji w Polsce. Dzięki tym działaniom polskie szkoły będą lepiej przygotowane na wyzwania cyfrowej przyszłości, a uczniowie zyskają niezbędne narzędzia i kompetencje, by odnaleźć się w nowoczesnym społeczeństwie cyfrowym. W kontekście tej transformacji warto zapoznać się z artykułem *Cyfrowa szkoła – skok w przyszłość dydaktyki* (Szewczyk, 2017), w którym porównano tradycyjne placówki edukacyjne z tzw. „cyfrowymi szkołami”, ukazując korzyści i zagrożenia wynikające z wdrażania nowoczesnych technologii w procesie nauczania.

Kształcenie informatyczne stanowi podstawę rozwoju kompetencji cyfrowych uczniów. Zgodnie z planowaną polityką cyfrowej transformacji edukacji solidne kształcenie informatyczne oraz interdyscyplinarne wykorzystanie umiejętności informatycznych będą fundamentem dalszego rozwoju technologii w edukacji. Warto podkreślić, że odpowiednio przygotowana kadra pedagogiczna oraz nowoczesne technologie cyfrowe stanowią wsparcie dla rozwijania kompetencji cyfrowych uczniów na wszystkich poziomach edukacyjnych. Polityka cyfrowej transformacji

edukacji będzie ściśle powiązana z Krajowym Planem Odbudowy (KPO), który ma na celu wsparcie transformacji cyfrowej w polskich szkołach. Plan zakłada szeroką modernizację infrastruktury edukacyjnej, w tym zapewnienie szkołom odpowiedniego sprzętu cyfrowego. Celem jest dostarczenie wysokiej jakości narzędzi edukacyjnych oraz zapewnienie równego dostępu do technologii, co pozwoli uczniom na wykorzystanie pełnego potencjału edukacyjnego. Zasoby te obejmują nie tylko podstawowy sprzęt komputerowy, ale także urządzenia specjalistyczne, w tym zestawy STEM oraz zestawy przeznaczone do obsługi sztucznej inteligencji (AI), które mają na celu rozwijanie umiejętności w zakresie programowania, robotyki oraz analizy danych. Zestawy STEM i AI będą wykorzystywane w praktycznym nauczaniu, umożliwiając uczniom eksperymentowanie z nowoczesnymi technologiami i rozwijanie kompetencji w obszarze nauk przyrodniczych oraz technologii. Działania te mają na celu przygotowanie młodych ludzi do wyzwań przyszłości, związanych z dynamicznie rozwijającymi się dziedzinami technologii i inżynierii. W ramach Krajowego Planu Odbudowy (KPO) planuje się wyposażenie 8000 szkół podstawowych i 4000 szkół ponadpodstawowych w tego typu oprogramowanie, a także zapewnienie zestawów STEM w 4000 szkołach ponadpodstawowych.

Skrót STEM to akronim odnoszący się do czterech dziedzin edukacyjnych: nauki (*science*), technologii (*technology*), inżynierii (*engineering*) oraz matematyki (*mathematics*). koncepcja STEM koncentruje się na zintegrowanym nauczaniu tych przedmiotów, zachęcając uczniów do rozwiązywania problemów, kreatywnego myślenia oraz rozwijania umiejętności praktycznych ukierunkowanych na zrównoważony rozwój (Samborska, w druku). Celem jest przygotowanie młodych ludzi do wyzwań współczesnego świata, w którym umiejętności z zakresu nauki, technologii, inżynierii i matematyki odgrywają kluczową rolę w rozwoju gospodarki i innowacji. Edukacja STEM często łączy teorię z praktyką, umożliwiając

uczniom eksperymentowanie i stosowanie zdobytej wiedzy w realnych sytuacjach (Beede i in., 2013).

Zestawy STEM obejmują różnorodne narzędzia wspierające rozwój umiejętności z zakresu nauki, technologii, inżynierii i matematyki. Wśród nich znajdują się zestawy do konstruowania, które umożliwiają budowanie i eksperymentowanie z różnymi mechanizmami, rozwijając przy tym zdolności manualne i logiczne myślenie. Przykładowo, dostępne są zestawy pozwalające na składanie modeli robotów, konstrukcji mechanicznych czy układów elektrycznych, które można następnie programować lub testować w różnych warunkach. Zestawy do projektowania pozwalają na tworzenie własnych rozwiązań technologicznych, ucząc kreatywności oraz podstaw programowania i inżynierii. Można w nich znaleźć elementy elektroniczne do budowy prostych urządzeń, moduły umożliwiające programowanie oraz materiały do samodzielnego projektowania i rozwijania pomysłów, np. poprzez budowanie układów automatyki czy interaktywnych systemów. Natomiast zestawy przyrodnicze pomagają w zgłębianiu tajników nauk przyrodniczych, umożliwiając przeprowadzanie doświadczeń i obserwacji, co sprzyja lepszemu zrozumieniu otaczającego świata. Obejmują one m.in. mikroskopy z zestawami próbek do badań, zestawy do eksperymentów chemicznych, narzędzia do badania właściwości fizycznych różnych materiałów oraz przyrządy do obserwacji zjawisk przyrodniczych.

Analizując zapotrzebowanie szkół ponadpodstawowych na zestawy STEM, można zauważyć, że na 4000 dostępnych zestawów największym zainteresowaniem cieszą się te związane z projektowaniem, które wskazało 49,8% szkół (tabela 8). Na kolejnych miejscach znajdują się zestawy przyrodnicze (29,7%) oraz zestawy umożliwiające konstruowanie (20,5%). Preferencje te różnią się w zależności od typu szkoły. W szkołach branżowych dominują wskazania dotyczące projektowa-

nia (53,2%) oraz konstruowania (23,6%), przy czym zainteresowanie zestawami przyrodniczymi wynosi 23,2%. W liceach ogólnokształcących największą popularnością cieszą się zestawy przyrodnicze (42,2%), nieco mniejsze zapotrzebowanie wykazano na zestawy projektowe (41,3%), natomiast na zestawy do konstruowania wskazało 16,4% szkół. W technikach zdecydowanie przeważa projektowanie (57,9%), następnie konstruowanie (23,4%), a na końcu zestawy przyrodnicze (18,7%). W szkołach artystycznych zainteresowanie projektowaniem jest najwyższe (88,9%), natomiast zestawy do konstruowania i przyrodnicze stanowią mniejszy udział.

Tabela 8.

Zapotrzebowanie na zestawy STEM wskazane przed przedstawicielami szkół ponadpodstawowych (dane w %)

Rodzaj zestawu STEM	Typ szkoły			
	szkoła branżowa	liceum ogólnokształcące	technikum	szkoły artystyczne
zestaw do konstruowania	23,6	16,4	23,4	23,4
zestaw do projektowania	53,2	41,3	57,9	57,9
zestaw przyrodniczy	23,2	42,2	18,7	18,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie surowych baz danych MEN (stan z grudnia 2023 r.).

4. Wnioski

W Polsce dalsze działania w zakresie cyfryzacji edukacji powinny koncentrować się na niwelowaniu nierówności oraz zapewnieniu wysokiej jakości edukacji cyfrowej dla wszystkich uczniów. Kluczowe obszary wymagające interwencji to: infrastruktura, kompetencje cyfrowe, dostęp

do programów edukacyjnych oraz zapewnienie bezpieczeństwa w sieci. W ramach infrastruktury należy kontynuować doposażanie szkół w nowoczesny sprzęt komputerowy oraz zapewnić szybki i stabilny dostęp do Internetu, szczególnie w mniej rozwiniętych regionach. W obszarze kompetencji cyfrowych kluczowe będzie przeprowadzenie szkoleń dla nauczycieli oraz rozwój kompetencji uczniów już na wczesnych etapach edukacji. Ważnym elementem będą także programy i narzędzia wspierające rozwój umiejętności technicznych (zestawy STEM oraz AI), a także udostępnienie darmowych zasobów edukacyjnych. Monitorowanie postępów, badania oraz ewaluacja pozwolą na skuteczne dostosowywanie strategii, a współpraca między szkołami oraz partnerstwa publiczno-prywatne mogą stanowić solidną podstawę do wdrażania innowacyjnych rozwiązań. Prognoza wskazuje, że jeśli te obszary zostaną odpowiednio rozwinięte, Polska może stać się liderem w integracji technologii w edukacji w regionie. Ważne będzie jednak, aby działania te były zrównoważone i oparte na realnych potrzebach uczniów, nauczycieli oraz instytucji edukacyjnych. W krótkim okresie możemy spodziewać się znaczącego wzrostu dostępu do nowoczesnych narzędzi edukacyjnych (ze środków KPO). W dłuższej perspektywie – poprawy jakości nauczania oraz wyrównania szans edukacyjnych w kraju. Jednak kluczowe będzie zapewnienie ciągłego wsparcia i monitorowania, by uniknąć pogłębiania się nierówności cyfrowych w społeczeństwie.

Bibliografia

- Beede, D.N., Julian, T.A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B. i Doms, M. (2013). *STEM: Good jobs now and for the future*. U.S. Department of Commerce.
- Cichowicz-Major, M. i Lew-Starowicz, R. (2022). *Diagnoza Technologii Informacyjno-Komunikacyjnych. Informacja z badania ankietowego*. Warszawa: Fundacja EdTech.
- Çetin, O., Çakıroğlu, M., Bayılmış, C. i Ekiz, H. (2023). *The Importance of Education for Technological Development and the Role of Internet-Based Learning in Education*. Pobrano z <https://arxiv.org/abs/2306.12082>
- Dębowski, H. i Stęchły, W. (2019). Kształcenie dla przyszłości a kompetencje przekrojowe. W: E. Chmielecka i N. Kraśniewska (red.), *Edukacja dla przyszłości – jakość kształcenia* (s. 35–50). Warszawa: Fundacja Rektorów Polskich.
- Duszczyk, M. (w druku). Z cyfryzacją w szkołach jest lepiej, niż myślimy? *Rzeczpospolita*. Pobrano z https://www.rp.pl/biznes/art40054071-z-cyfryzacja-w-szkolach-jest-lepiej-niz-myslimy?utm_source
- EdTech Poland. (2022). *Raport: Wykorzystanie technologii edukacyjnych w polskich szkołach*. Pobrano z <https://www.telix.pl/rynek/raporty-prezentacje/2023/01/w-wiekszosci-szkol-internet-jest-tylko-w-salach-informatycznych-i-pokojach-administracji>
- Główny Urząd Statystyczny. (2023). *Nauka i wolontariat – raport SDG*. Pobrano z https://raportsdg.stat.gov.pl/Nauka_i_wolontariat.html
- Ministerstwo Cyfryzacji. (2021). *Ogólnopolska Sieć Edukacyjna – założenia programu*. Pobrano z <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/ogolnopolska-siec-edukacyjna>
- NASK. (2021). *Kompetencje cyfrowe Polaków 2021*. Warszawa: NASK.
- NASK. (2023a). *Nastolatki w sieci: Raport 2023*. Pobrano z <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/nastolatki-w-sieci-najnowszy-raport-nask>
- NASK. (2023b). *Nastolatki 3.0: Edukacja w dobie cyfryzacji*. Pobrano z <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/mlodziez-w-internecie---raport-nastolatki-30>
- NASK. (2023c). *Raport o stanie cyfrowej dekady 2023 – Polska. Cyberpolicy NASK*. Pobrano z <https://cyberpolicy.nask.pl/raport-o-stanie-cyfrowej-dekady-2023-polska>

- Owoc, M.L., Sawicka, A. i Weichbroth, P. (2021). *Artificial Intelligence Technologies in Education: Benefits, Challenges and Strategies of Implementation*. Pobrano z <https://arxiv.org/abs/2102.09365>
- Pietrzak-Płachta, I. (w druku). Cyfryzacja edukacji okiem ekspertki. W: *Cyfrowa szkoła 4.0*. Warszawa: Związek Cyfrowa Polska.
- Samborska, I. (w druku). STEM/STEAM w edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju w świetle dokumentów UE. *Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce*.
- Szewczyk, A. (2017). Cyfrowa szkoła – skok w przyszłość dydaktyki. *Dydaktyka Informatyki*, 12, 94–109. DOI: <https://doi.org/10.15584/di.2017.12.11>.

Interdisciplinary health education with the use of modern technologies

ANNA FALKOWSKA*

Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Health education as an interdisciplinary concept includes issues relating to well-being, lifestyle and quality of life. These activities refer to the dimensions of health defined by WHO as including fitness, mental health and social health (Konstytucja Światowej Organizacji Zdrowia, 1946).

The aim of the article is to provide the opportunity to combine several areas of knowledge to be aware of how health is attained in a way that ensures interdisciplinary learning.

Scientific research revealed the answers of pedagogy students, who indicated educational methods, the scope and examples of institutions that can help in the implementation of health education. The study was conducted before the introduction of a separate subject in this field by the Ministry of National Education.

Education using the STEAM method is a kind of pedagogical innovation. Therefore, the article will present applications that use modern technologies which support learning through images, stimulation and virtual reality. The publication is a guide for educators, parents and students, showing the possibilities of using modern technologies during classes in many school subjects. This will be shown on the example of health education, which is interpreted in three dimensions: biological, social and

* E-mail: anna.falkowska8@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2970-4496?fbclid=IwAR3YWMkfrqpY5p1SUofq-uMke-Cakg41pgPQJfFmX1KgVgA-d9lQXPrnqvnl>

emotional, to use many techniques supporting the process of acquiring knowledge and learning through experience during interdisciplinary education.

KEYWORDS: health education, stages of education, modern technologies, Laboratory of the Future, experiments, STEAM method

Edukacja zdrowotna jako koncepcja interdyscyplinarna obejmuje zagadnienia związane z dobrostanem, stylem i jakością życia. Działania te są powiązane z wymiarami zdrowia, które według definicji WHO obejmują sprawność fizyczną, zdrowie psychiczne i społeczne (Konstytucja Światowej Organizacji Zdrowia, 1946). Celem artykułu jest ukazanie interdyscyplinarnego charakteru edukacji na podstawie praktyki i zdobywanego doświadczenia.

Badanie przeprowadzono przed wprowadzeniem przez Ministerstwo Edukacji Narodowej odrębnego przedmiotu w tej dziedzinie. W artykule zostały przedstawione odpowiedzi studentów pedagogiki, którzy wskazywali metody edukacyjne i przykładowe instytucje mogące pomóc w realizacji edukacji zdrowotnej. Rozwiązaniem może być kształcenie metodą STEAM, co można uznać za swego rodzaju innowację pedagogiczną. Z tego względu w treści tekstu zaprezentowano aplikacje cyfrowe wykorzystujące nowoczesne technologie, które wspomagają naukę poprzez obrazy i stymulację przy użyciu wirtualnej rzeczywistości. Publikacja ma charakter poradnika dla edukatorów, rodziców oraz uczniów i wskazuje możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii podczas zajęć z wielu przedmiotów szkolnych.

SŁOWA KLUCZOWE: edukacja zdrowotna, etapy edukacji, nowoczesne technologie, Laboratorium Przyszłości, eksperymenty, metoda STEAM

1. Health education in the core curriculum

Health education is a topic of classes that covers many subjects and areas of life. Every day, children, adolescents and adults are subject to various influences of the natural, social and biological environment, which favor or limit the ability to maintain health. Therefore, health promotion is important to maintain good bio-psycho-physical condition.

The scope and duration of education aimed at health promotion should be perceived in the context of lifelong learning, because at every stage of life it is worth raising the level of awareness about the forms of caring for one's health and that of other people.

In the Jacques Delors report (1998), four pillars of education were identified, which timelessly set the framework for behavior towards oneself and the environment. The concept of lifelong learning takes into account the importance of learning to know, to know the tools that help us understand the laws and principles applicable in science, but also in health protection. The second pillar concerns the need for education in order to act, which is consistent with the need to be responsible for oneself and others. The next pillar points to the value of living together, working together to achieve social changes. The last one concerns understanding the need to learn in order to be, which will be a source of motivation for self-education. All four pillars can be implemented for health care in an interdisciplinary dimension. Activities undertaken with people aimed at developing a health-promoting culture provide a chance to survive in the coming years. Examples include group physical activity, a rationally balanced diet and care for the natural environment to ensure access to clean water, fertile soil and limit the spread of lifestyle diseases.

The introduction of continuing education can be supported by paradigms used by the teacher. In a moralistic approach, the narrative indicates the

possibility of disease occurrence, thus the changes introduced in terms of respect for one's health are caused in a totalitarian way. In turn, education using a democratic concept focuses on conditions and lifestyle that bring a person to a state of well-being. Thus, the knowledge transferred in the area of health prevention involves activating the student to listen to the individual needs of his or her body. This may be a form of stimulating the local community to show sensitivity to the health limitations and possibilities of each person (Woynarska, 2017). A teacher, tutor, mentor, family or peer group are people who provide knowledge and point out the idea of health promotion. Thanks to the widespread popularization of the content, it is possible to holistically approach the need to predict threats and consequences of policies harmful to health. Educational activities in the field of physical, mental and social promotion should be implemented formally, informally and non-formally, in order to integrate society into cooperation. According to Zofia Słońska (1994), in using the health-oriented teaching model, the most important priorities are people and places that, combined with activities, can overcome diseases and ensure a high level of well-being.

The core curriculum specified in the Regulation of the Minister of National Education (Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej..., 2017), the educational outcomes that should be achieved and the achievements of teachers towards children, adolescents and adults are indicated. The issue of health education occurs in almost every subject, in specific thematic sections. At the preschool education stage and early school education, it is emphasized that the student should get to know himself and better understand the need to take responsibility for his own development. Moreover, it was indicated that such action involves developing values that characterize a lifestyle that promotes health (Białek, 2011). Moreover, the Regulation of the Ministry of National Education (Rozporządzenie

Ministra Edukacji Narodowej..., 2017) emphasizes the need to create conditions that will support the deepening of young people's interests in consolidating patterns and practical conditions for health-promoting behavior. This activity is to be implemented on a permanent basis in kindergarten, primary and secondary schools.

Comprehensive, the so-called a holistic perception of health issues, takes into account the need to verify the scale of the impact of economic, ecological and bio-psycho-social factors. This is important because each person is part of a larger natural whole and certain factors determine his reactions, which have positive or negative effects (Bishop, 2000). The cooperation of several teachers, entities and institutions is significant in education. This is confirmed by the words of Trefor Williams (1988), one of the creators of modern health education and the concept of a school promoting health in Europe: "if what a child learns in the classroom is not supported at other levels, the knowledge provided to him is unreliable and has no impact on the child."

Therefore, there is a need to unite activities within the interdisciplinarity of sciences. Health education, as defined by WHO, takes into account the development of well-being in the social and psychological dimensions. An example is the sphere of feelings and emotions, which can be interpreted in the subject of Polish, as part of learning to precisely specify one's needs when communicating with the environment. Thus, active listening focused on empathy and respect helps find a solution that respects the need for the well-being of other people. Choosing the right form of verbal communication ensures your own and the interlocutor's emotional comfort. These skills are important when solving problems and creating individual learning strategies. When considering appropriate variants, analytical skills acquired during mathematics classes will be useful. However, all subjects in the field of social sciences indicate meth-

ods of respecting rules, restraint, compensation and emotionality towards others, which can be interpreted as not robbing oneself of health and life, using, among others, stimulants.

Moreover, respect for environmental protection law is a form of verification of responsibility for the safety of the natural environment. This attitude is reinforced during nature classes, when providing knowledge about, among others, the need to segregate waste, care for the biodiversity of plants and animals, and limiting climate change. Due to the need to ensure environmental and road safety, technology lessons emphasize the importance of taking care of the aesthetics of the surroundings. Understanding the need to follow safety rules and recognizing road signs will ensure your own health and that of other road users. The provision in the Regulation of the Ministry of National Education (Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej..., 2017) regarding awareness of the rational use of technology may be a form of teaching critical thinking among pupils in order to maintain mental health and not show signs of addiction to digitalization. This is a current problem among children in the era of digitalization.

Thinking and synthesizing learned information is a very important process in the later period of education. The knowledge provided during nature classes will result in a higher level of understanding of the basic laws of biology, chemistry, physics and geography. An example is biology classes, during which the student independently concludes about the importance of proper nutrition and providing food products rich in micro- and macroelements in order to maintain homeostasis between the body's organs, sense organs and the respiratory, circulatory, digestive, lymphatic, immune and endocrine systems, sexual, nervous, motor and urinary. This knowledge is supplemented with the aspect of positive effects of physical activity by teachers conducting physical education classes. When

performing physical activities outdoors, it is very important to verify the scale of skin radiation and adapt protective measures. Thus, knowledge of the division of climatic zones according to latitude parameters on the world map allows us to understand the terrain that determines decisions about human migration. Moreover, during geography classes, students can plan mountain trips, taking into account the angle of the slope, in order to properly prepare for the hike. It is important to choose appropriate footwear to protect against bone injuries. By emphasizing the interdisciplinary nature of biological, geographical, natural and chemical sciences with health education, children should be explained about the impact of toxic substances contained in the air we breathe, contaminated water we drink and sterile soil, devoid of nutritional value, in which vegetables, fruits and other ingredients grow, and the nutrients we consume. Thus, the content presented in the sciences allows us to understand the need to conduct safety education, a subject that motivates society to take action to protect the health of people injured in accidents by performing first rescue activities. In addition, the need to protect state borders and ensure appropriate safety and hygiene conditions at the workplace, educational institutions and in the household are taken into account. Safety measures should concern the use of tools and measuring devices used at school and at home, in accordance with the content of the instructions provided during exercises in the subject "technique".

According to the WHO definition, health in psychological terms, children and adolescents should be taught how to maintain mental balance. An example would be activities performed during music and art classes, because harmonious discrimination of sounds, musical expression, and singing can ensure proper articulation and calm breathing to relax the body from stress. However, movement improvisation, selection of dynamics, tempo and tone, as well as artistic expression, allow you to ex-

press mood and feelings that are difficult to describe in specific words in interpersonal and diagnostic communication.

To sum up, health education, which is included in the content of educational goals and outcomes in every subject at all levels of education is a priority issue. Health is the foundation of life in society, because well-being enables understanding the processes occurring in the world and in the body. Therefore, in order to better understand the ideas of interdisciplinarity of sciences and cooperation of specialists, the next subsection will present the STEAM method using the Future Laboratories Project, introduced to schools by the Ministry of National Education in 2021. Illustrating phenomena through experiments allows for better memory thanks to the practical form of education.

2. Experience – experience – discover. Experiments using the Future Laboratory supporting STEAM learning

Don't force children to be active, but liberate their activity.

Don't make them think, but create conditions for thinking.

Don't demand, but convince.

Let your child ask and slowly develop his mind so that he himself wants to know...

Janusz Korczak, 1993, p. 45

The above words of Janusz Korczak best reflect the need to interest children, young people, but also adults in individual action, in terms of: thinking, taking action, and then implementing the knowledge used in practice. Therefore, among the various methods used in teaching, the most frequently used are activating ones, and project work is the dominant technique. The possibility of including the person being taught in the decision-making process regarding the selection of the education

method can provide high motivation. It will not be perceived as an obligation. In design work, it is possible to combine techniques: brainstorming, metaplan, decision tree or experiment. What all activities undertaken have in common is an interesting way of implementing the content of the core curriculum, including the development of social competences. Proper communication ensures the implementation of the socio-emotional aspect of health and the discovery of the unexplored world, as part of the pedagogy of experiences. Good quality education equips a person with the ability to undertake new, unique activities derived from the previous generation. This will ensure the improvement of existing forms and the creation or discovery of possibilities that will be verified by the senses and rationality (Piaget, 1977).

Thanks to this, it is possible to provide cognitive, psychomotor, emotional and motivational education aimed at health education, which, like project work, requires the student's independent work, commitment and application of acquired knowledge in specific life situations. To learn about practical situations, it is worth implementing experimentation that allows people to see the changes taking place with their own eyes.

According to Aristotle, the experiment is the basis for understanding certain phenomena. The initial phase involves induction, formulating general conclusions from observations, and then in the next phase there is deduction or specification of one's theses based on detailed data (Puchała, 2012). Performing an analysis requires having equipment enabling observation, as well as ensuring safe conditions so that independent exploration is a permanent element of upbringing and practical education (Budniak, 2009).

Some changes in learning methodics are possible thanks to the educational project entitled "Laboratories of the Future", which is implemented

by the Ministry of Education and Science (ORE, 2022). The aim is to provide schools with the necessary equipment for teaching purposes in order to strengthen students' level of involvement, interest and independence. This is a reference to practical and technical classes conducted under the then regulation of the Ministry of National Education. Children and adolescents will be able to develop their talents thanks to experimenting and tinkering (MEN, 2021).

During practical classes, it is possible to develop professional competences or selected activities that will be helpful in performing tasks assigned by the employer in the future. Therefore, the selection of appropriate questions is crucial both during experimentation and when verifying the answers to the hypotheses. This is useful at the level of pre-orientation and professional orientation. Sam Ed Brown (2005) emphasizes that teacher questions intended to support student development should be open-ended. This will ensure that the student's attention is directed in accordance with his or her individual cognitive curiosity. It is worth emphasizing that the "Laboratories of the Future" project also allows one to learn about and develop future competences as part of STEAM education. The concept of interdisciplinary education includes teaching about social, technical, science, humanities and the arts (Bak, 2022).

In the report on the pilot study entitled "Laboratories of the Future from the School's Perspective", prepared by the edTech Poland Foundation (2023), teachers from 103 schools from all over Poland indicated that the selection of equipment purchased as part of the government project depended on the price of the program license. This was important because providing universal devices would allow them to be used as teaching aids in many subjects. The most frequently purchased products were 3D printers and glasses – goggles providing education using virtual reality programs. It is worth emphasizing that lesson design using the design think-

ing method was indicated in the recommendations in Federico Mayor's report "The Future of the World" (2001). The value of individual programs that will support the use of various learning techniques and teaching aids was emphasized (Kotarba-Kańczugowska, 2021).

Thus, modern teaching equipment and educational applications that can be used when working in the STEAM formula provide students with the interdisciplinary nature of education. The acronym STEAM indicates the value of complementary interdisciplinary education: in the field of science, technology, engineering, arts and mathematics. Thanks to theoretical considerations and formulating hypotheses, the student has a chance to find the best solution using the method of the selected project. An example of such an analysis may be a certain section of reality that is analyzed from a socio-civic, media-artistic or empirical perspective in the sciences in order to achieve operational skills and lasting knowledge. Thus, STEAM makes it possible to blur the boundaries between theory and practice. Knowledge is not only useful for getting grades in school subjects, but is applicable to every aspect of everyday life.

To summarize, STEAM allows one to acquire competences, knowledge, skills and attitudes necessary for project and problem-based work. During science, biology, chemistry, physics and geography, the importance of acquiring knowledge in the field of health education is understood thanks to observations and educational situations. This occurs when using virtual reality applications available on a smartphone, computer or tablet. Thus, thanks to digital tools, mathematical competences are developed based on games that develop counting skills and inferring information from the content of the task. In turn, the engineering aspect of education is developed during technical classes, while the artistic dimension of the STEAM concept is manifested during the creation of creative, artistic, theatrical or multimedia works. Interdisciplinary education can trigger the develop-

ment of self-awareness of feelings and emotions, as well as the identification of learning styles.

3. Research methodology

Knowing the assumptions of the STEAM method and the need to perceive health education in an interdisciplinary dimension, quantitative research was conducted among 94 students of early childhood education. At the beginning of the classes on designing health education activities, future teachers expressed their opinions using a brainstorming questionnaire (mentimeter.com) on which issues could be implemented in the field of health education.

Figure 1.
What do you associate with health education?



Source: own study.

Most students focused on topics relating to the disease-centered health education model. In this approach, people “take actions aimed at preventing the occurrence of specific diseases, taking into account groups of risk factors” (Słońska, 1994). The dominant answers include: physical activity, hygiene, health care, disease prevention, and fluoridation.

After presenting issues including health education, the possibility of using the project method and the STEAM concept, the students noticed the multi-faceted dimension of the health-promoting culture. They pointed out factors that may determine the development of habits that will be directly or indirectly related to improving physical, mental and social health. Below are the results of the responses obtained from 94 respondents.

Figure 2.
Factors affecting health



Source: own study.

The survey emphasized the need to ensure regular hours of sleep. It was also indicated to create simulation situations during which pupils will have the opportunity to develop an attitude of interest in the positive aspect of health education. Students also emphasized the importance of enriching and deepening cross-curricular knowledge, because arguments such as the political situation, environmental factors, genetic and atmospheric factors, safety in the environment were considered marginal, and they also affect the development of the body.

After familiarizing themselves with the content of the core curriculum, the teachers turned their attention to the institutions that can support the implementation of health education. So far, education in the field of caring for one's own health and that of other people has not had long-term effects. Therefore, using the didactic commentary, each student was asked to determine how the institution of their choice could develop the effectiveness of health education.

Figure 3.

Which institutions can support health education?



Source: own study.

The students' conclusions were as follows: everyone should unite in activities conducted by school employees, cultural centers and clinics. Getting to know the content of information brochures prepared by doctors can help teachers with practical education. The theoretical information included could be transferred in the teaching of all school subjects, using the STEAM concept (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics).

Social integration in the field of health education also requires improvement of the child's individual research activities. Therefore, in order to better illustrate to future educators the need to include the student as a researcher, and not as an observer, in the teacher's research activity, it is important to teach according to the Kolb Cycle, learning through experience. Using the students' experience from previous educational stages, it will be possible to motivate them to reflect and present hypotheses regarding the discussed experiment during which theoretical knowledge will be transferred. In the next phase, practical tasks will be performed (Kazimierska, Lachowicz and Piotrowska, 2014).

The students' creativity in selecting the most interesting techniques for activating pupils using STEAM was unlimited. Based on a survey questionnaire distributed among students ($N = 94$), it was indicated that the best form of education is one that combines: fun, workshops, conversations, presentations, exercises and trips. Thanks to this, it will be possible to implement the four stages of health education presented by Maciej Demel (1980), who showed the child's activity during cognitive activities. In the initial phase called heteroeducation, the child is subject to the influence of adults because he or she is unable to take care of his or her health in terms of care and attention. As adolescence progresses, an intermediate stage occurs, the subjectivity of the pupil increases, who gains awareness and a sense of responsibility for the well-being of the body.

Therefore, it is often possible to play games that differentiate between appropriate clothing for the weather and behavior focused on health-promoting ideas, as an attempt to develop decision-making and responsibility skills. The penultimate level is self-education, which involves understanding the need to co-create your health. At this stage, it is worth using modern technologies, which will be presented in the

next section of the article. The last level of a child's activity regarding his or her health is reverse heteroeducation. During this time, the student becomes an expert and influences the family and the wider community by acting as an educator. Therefore, the use of devices purchased as part of the "Laboratories of the Future" project will allow children and adults to predict the consequences of irrational living. Virtual reality (VR) is produced by technologies that provide stimulation to the senses, in which we can move to digitally created spaces in the form of illusions (Żmigrodzka, 2017). Thus, it is possible for all people to strengthen their cognitive skills, which include improving memory, understanding information, spatial and visual orientation, perceptiveness, and observing their stress reactions in difficult situations.

To sum up, students are aware of the advantages of implementing the STEAM method in education. They experienced this themselves, choosing activities that are appropriate for their own health, what they want to change and how to build an atmosphere conducive to education for prevention and health promotion.

4. Discussion – Examples of applications combining STEAM and VR in health education

The methodology of implementing health education requires student activation, which was indicated in the previous subsections. Therefore, when using design work and experiments, it is worth supporting the educational process with ICT applications (information and communication technologies). Gamification and survival are not only a form of integration, but also a way of acquiring future competences. They enable the implementation of the STEAM concept, in line with the guidelines of adventure pedagogy. It can take place in the field, but also by using modern technologies. Referring to the words of Simon Priest and

Michael Gass (2018), "adventure education" is an opportunity to make conscious changes in social relationships and to take group, individual action aimed at self-improvement. In turn, the pedagogy of experiences allows us to strengthen challenges – experiences.

According to this concept, this is not a fully planned process, because each student experiences educational activities differently (Michl, 2011). These concepts were intentionally mentioned to illustrate a pedagogical innovation that took into account the concept of the pedagogy of experiences and adventure during the implementation of health education classes. It involved the implementation of the 2022/2023 STEAM school project by the staff and students from the School Complex in Kostomłoty Drugi, entitled: "What can we gain from cycling?". Interdisciplinary experiments have shown the possibility of saving money and gaining better health. The school community was persuaded to change their habits and shape a health-promoting culture. By cycling to school or work, money can be saved that was previously spent on buying gasoline for one's car or a ticket for public transport. Thus, the amount of savings in mathematics lessons was verified, consolidating analytical thinking skills. Additionally, the engineering competences acquired during technology and physics lessons allowed students to understand the phenomenon of converting mechanical energy into electric current, because they built a prototype of a bicycle powering an electrical device (Serwis jednostek samorządu terytorialnego, 2022).

Therefore, combining these pedagogical concepts and ensuring the universality of lifelong learning, it is worth reviewing available applications that can provide inspiration for learning information necessary to maintain health.

For children and students with special educational needs, digital applications can stimulate the strengthening of all stimuli that support the simultaneous work of the right and left hemispheres of the brain, as well as help diagnose emotional states and methods of calming down. Such educational needs can be met using modern technologies, the purpose of which is to experience nature through various senses. An example would be the application entitled "Polish Birds" (Google Play, 2023a) for recognizing avifauna based on descriptions and photos, as well as recognizing their behaviors and sounds. In turn, digital tools that monitor the state of the natural environment in terms of air quality help children, adolescents and adults check the frequency of favorable conditions for the functioning of the respiratory, cardiological and dermatological systems.

If there are toxic substances in the atmosphere, we should stay at home to reduce the risk of health loss. An example application is "Canary – smog warnings" (Google Play, 2020). Additionally, the "Medicinal Herbs" (Google Play, 2022c) and "PlantNet Plant Identification" (Google Play, 2023c) applications identify plants based on photos. This tool can help young researchers on a school trip in search of nutrients that are worth supplying to the body. Due to the availability of a large number of food products and the need to incorporate the acquired knowledge into everyday life, it is worth limiting the consumerist lifestyle. To achieve this, it is worth checking products before purchasing them. Determining nutritional balance will be possible thanks to the "Healthy Shopping" (Google Play, 2023b) application, because it identifies the ingredients contained in products and their impact on health. After scanning the product barcode, the user can read the list of allergens, the amount of fat, carbohydrates, proteins and sugar. Although the observation does not involve any specific action, the conclusions drawn from observing

the biological structure of humans during classes using virtual reality (VR) and 3D models in the “Mozaik Education” (Google Play, 2022d) application help to learn about the structure of the ear and the cross-section of bacteria that is not visible. Awareness of how organs work in a 3D cross-section will allow a person to learn the exact health-promoting mechanisms.

Any activities undertaken by educators using virtual reality can constitute a case study, a simulation of a situation of providing first aid and cardiopulmonary resuscitation. This is possible thanks to a game created by the Resuscitation Council in Great Britain, called “Pacemaker Rescuer”, the aim of which is to recognize the symptoms of cardiac arrest. Learning to use VR will also be useful in geography lessons when calculating slope inclination and altitude, ensuring safe climbing. Using the “Google Earth” (Google Play, 2022b) application, it will be possible to visualize rocks and vegetation in 3D before the expedition to take care of health and life. During geography lessons, the problem of climate change and the impact of global warming on the body’s well-being are presented.

Therefore, it is important to emphasize the need to track the UV radiation index (using the “UVIMate-UV Index Now” application) (Google Play, 2022e) to avoid sunburn and reduce the risk of melanoma and other skin diseases. The issue of climate change and fires occurring around the world is important not only because of nature protection, but also because of the body’s mitigation and adaptation to air temperature anomalies. Proposing tests to students in the field of activities performed by the fire brigade may make future decision-makers and representatives of enterprises aware of the threats posed by the ecological footprint caused by anthropocentrism. At this point, it is worth mentioning an innovative solution proposed by students at one of the secondary schools

abroad. They designed the reduction of the carbon footprint using the STEAM concept. During the ERASMUS project, they built solar panels in the shape of a flower. The installation mechanism was movable, so the photovoltaic cells changed their location according to the path of the sun above the horizon. As part of the Erasmus project, the community of the educational institution built this creative solution allowing one to learn about the potential of renewable energy and the possibility of preparing experiments relating to electricity storage. Additionally, it teaches cooperation during design work (DLaB Erasmus, 2017).

Finally, it is worth realizing that thanks to artistic education, empathy is developed, sensitivity to beauty and values, and health is a value. The possibility of maintaining well-being and good quality of life is guaranteed in the Constitution of the Republic of Poland of 1997 for the country's citizens. Therefore, using the "Ninateka" application (Ninateka, 2021), thanks to which it is possible to recreate a film adaptation of a theater performance, calming music or compose your own songs thanks to a virtual piano (Musicca, 2021), it is possible to understand abstract concepts and allegory of sound. Getting to know art by visiting a virtual museum using the "Arts & Culture" (Google Arts & Culture, 2021) and "DailyArt" (Google Play, 2022a) websites will allow one to perceive art as living images that will help in naming the emotions within various trends in art, e.g., expressionism.

5. Conclusion

In the 21st century, society is constantly developing its competences and skills in the field of technology and innovation in every sector of life. Therefore, there is a need to increase the level of knowledge in the interdisciplinary dimension of health education. Modern technologies make it possible to diagnose the emotional state, sleep quality, stress

level, awareness of the impact of polluted air on the respiratory system, toxic nutrients coming from sterile soil and poisoned fresh water, the resources of which are in limited quantity.

Only by making people aware of the scale of the issue and the possibilities of using the STEAM method, necessary to combine the skills provided as part of cross-curricular education, can a return to a better quality of life be ensured.

Jan Kochanowski's words can serve as a guide to health education: "Health, You are grand – though none understand how splendid you taste until you are waste..." (Kochanowski, 1976).

Bibliography

- Bak, B. (2022), „Laboratoria przyszłości” a rozwijanie kompetencji kluczowych uczniów. <https://pbw.org.pl/przemysl,50/laboratoria-przyszlosci-a-rozwi-janie-kompetencji-kluczowych-uczniow,13800>
- Białek, E. D. (2011). *Edukacja zdrowotna w praktyce* [Health education in practice]. Warszawa: Instytut Psychosyntezy.
- Bishop, G. D. (2000). *Psychologia zdrowia* [Health psychology]. Transl. A. Śliwa. Wrocław: Astrum.
- Brown, S. E. (2005). *Robimy eksperymenty* [We Do Experiments]. Transl. R. Waliś. Warszawa: Liber.
- Budniak, A. (2009). *Doświadczenia przyrodnicze w poznawaniu środowiska przez uczniów klas początkowych* [Natural experiences in learning about the environment by primary school students]. Katowice: Deni-Press.
- Delors, J. (Ed., 1998). *Education: there is a hidden treasure within it. Report of the International Commission on Education for the 21st Century*. UNESCO.
- Demel, M. (1980). *Pedagogika zdrowia*. Warszawa: WSIP.
- DLaB Erasmus. (2017). *The smartflower*. <https://dlaberasmus.com/resources-items/the-smartflower/>

- Fundacja EdTech Poland. (2023). *Raport z badania pilotażowego „Laboratoria Przyszłości z perspektywy szkoły”* [Report on the pilot study “Laboratories of the Future from the school perspective”]. <https://edtechpoland.pl/publikacja/raport-z-badania-pilotażowego-laboratoria-przyszlosci-z-perspektywy-szkoly/>
- Kazimierska, I., Lachowicz, I., & Piotrowska, L. (2014). *Uczenie się dorosłych – cykl Kolba* [Adult learning – Kolba series]. Warszawa: ORE.
- Google Play. (2020). *Canary – smog warnings*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.tajchert.canary&hl=pl>
- Google Arts & Culture. (2021). <https://artsandculture.google.com/>
- Google Play. (2022a). *DailyArt Daily dose of art*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.moiseum.dailyart2&hl=pl>
- Google Play. (2022b). *Google Earth*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.earth>
- Google Play. (2022c). *Medicinal herbs*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.do_apps.catalog_169
- Google Play. (2022d). *Mozaik Education*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.humanmale&hl=pl>
- Google Play. (2022e). *UVIMate – UV Index Now*. https://play.google.com/store/apps/details?id=au.com.aershov.uvmate&utm_source=canva&utm_medium=iframe
- Google Play. (2023a). *Birds of Europe PRO Guide*. https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.ecosystema.birds_euro
- Google Play. (2023b). *Healthy Shopping*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.healthyfood&gl=PL>
- Google Play. (2023c). *PlantNet Plant Identification*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet>
- Google Play. (2023d). *The ear, the 3D hearing process*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.hearing>
- Kochanowski, J. (1976). *Dzieła polskie*. Tom 1. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy. <https://wolnelektury.pl/media/book/pdf/fraszki-ksiegi-trzecie-na-zdrowie.pdf>

Kochanowski, J. (n.d.). *To your health*. Transl. W. Auld. https://www.babelmatrix.org/works/pl/Kochanowski,_Jan-1530/Na_zdrowie/en/5245-To_Health

Konstytucja Światowej Organizacji Zdrowia. Porozumienie zawarte przez Rządy reprezentowane na Międzynarodowej Konferencji Zdrowia i Protokół dotyczący Międzynarodowego Urzędu Higieny Publicznej, podpisane w Nowym Jorku dnia 22 lipca 1946 r. <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/konstytucja-swiatowej-organizacji-zdrowia-porozumienie-zawarte-przez-16780263>

Korczak, J. (1993). *Jak kochać dziecko. Dziecko w rodzinie*. Warszawa: Wyd. J. Mortkowicz.

Kotarba-Kańczugowska, M. (2021). *Praca metodą projektu* [Project-based learning]. Warszawa: ORE.

Mayor, F. (2001). *Przyszłość świata* [The Future of the World]. Collective transl. Warszawa: Fundacja Studiów i Badań Edukacyjnych.

Michl, W. (2011). *Pedagogika przeżyć* [Pedagogy of experiences]. Collective transl. Kraków: WAM.

Ministerstwo Edukacji Narodowej (MEN). (2021). *Laboratoria przyszłości* [Laboratories of the Future]. <https://www.gov.pl/web/laboratoria>

Musicca. (2021). <https://www.musicca.com/pl/piano>

Ninateka. (2021). <https://ninateka.pl/vod/teatr/>

Ośrodek Rozwoju Edukacji (ORE). (2022). *Laboratoria przyszłości w praktyce. Handbook. Materiały pokonferencyjne „Laboratoria Przyszłości w praktyce” 9–10.12.2022 r.* [Laboratories of the Future in Practice. Collection of Scenarios]. Warszawa: ORE.

Piaget, J. (1977). *Dokąd zmierza edukacja* [Where is education heading]. Transl. M. Domańska. Warszawa: PWN.

Priest, S., & Glass, M. (2018). *Effective Leadership in Adventure Programming*. Champaign: Human Kinetics.

- Puchała, C. (2012). Możliwości kształtowania postaw badawczych uczniów na lekcjach nauk ścisłych [Possibilities of shaping students' research attitudes during science lessons]. In I. Maciejowska and E. Odrowąż (Eds.), *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów* [Teaching science subjects shaping students' research attitudes and skills] (pp. 32–36). Kraków: Wydział Chemii. Uniwersytet Jagielloński.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (2017). Dz.U. 2017, poz. 356. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20170000356>
- Resuscitation Council UK. (2021). *Interactive Films*. <https://life-saver.org.uk/>
- Serwis jednostek samorządu terytorialnego. (2022). *Projekt "STEAM-owa Szkoła 2022–2023"* [2022–2023 STEAM School Project]. <https://samorząd.gov.pl/web/zs-kostomloty-drugie/projekt-steam-owa-szkola-2022-2023>
- Słońska, Z. (1994). Edukacja dla zdrowia [Education for health]. In J. B. Karski, Z. Słońska and B. Wasilewski (Eds.), *Promocja zdrowia: wprowadzenie do zagadnień krzewienia zdrowia* [Health promotion] (pp. 325–327). Warszawa: Ignis.
- UN. (2015). *Sustainable Development Goals Agenda*. <https://www.un.org.pl/>
- Williams, T. (1988). Szkolne wychowanie fizyczne w Europie [Health-promoting school – reality or myth]. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 7–8, 195–197.
- Woynarowska, B. (Ed.) (2017). *Edukacja zdrowotna. Podstawy teoretyczne, metodologia, praktyka* [Health education. Theoretical foundations, methodology, practice]. Warszawa: PWN.
- Żmigrodzka, M. (2017). Development of virtual reality technology in the aspect of educational applications. *MINIB*, 26(4), 117–134.

Edukacja i stymulacja rozwoju psychofizycznego dzieci i młodzieży z ASD poprzez edukację pozaformalną metodą STEAM

AGNIESZKA ŁAPCZUK*

Politechnika Krakowska

W artykule omówiono wpływ edukacji pozaformalnej z zastosowaniem metody STEAM (*science, technology, engineering, arts, mathematics*) na osoby ze spektrum autyzmu (autism spectrum disorder, ASD). Przedstawiono studium przypadku zrealizowane na Politechnice Krakowskiej, gdzie zorganizowano zajęcia naukowe dla dzieci z ASD. Projekt wyróżniał się innowacyjnym podejściem, które łączyło warsztaty edukacyjne dla dzieci ze wsparciem ich rodzin, a także obejmowało dorosłych uczestników ze spektrum autyzmu. Kluczowym elementem była metoda STEAM, która umożliwiła połączenie różnorodnych dziedzin wiedzy w atrakcyjny i zrozumiały sposób, wspierając zarówno poznawczy, jak i społeczny rozwój uczestników projektu. Wyniki badań wykazały pozytywny wpływ zajęć na uczestników z każdej z grup wiekowych i skuteczność metody STEAM w pracy z osobami z ASD. Zajęcia przyczyniły się do zwiększenia zaangażowania dzieci, poprawy ich motywacji oraz zdolności do nawiązywania interakcji społecznych. Projekt miał także pozytywne oddziaływanie na rodziny, tworząc przestrzeń do wymiany doświadczeń i wzajemnego wsparcia. Istotnym wnioskiem jest możliwość szerokiego zastosowania edukacji STEAM w pracy z osobami

* E-mail: agnieszka.lapczuk@pk.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9419-1316>

z ASD, co może znacząco podnieść jakość ich edukacji oraz sprzyjać integracji społecznej.

SŁOWA KLUCZOWE: spektrum autyzmu, edukacja pozaformalna, STEAM

Education and stimulating the psychophysical development of children and adolescents with ASD through non-formal education using the STEAM method

The article discusses the impact of non-formal education using the STEAM method (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) with individuals who have Autism Spectrum Disorder (ASD). A case study conducted at the Cracow University of Technology is presented, where science workshops were organized specifically for children with ASD. The project featured an innovative approach, combining educational workshops for children with support for their families, and also included adult participants with ASD. A key element was the STEAM method, which facilitated the integration of various fields of knowledge in an engaging and accessible way for participants, supporting both their cognitive and social development. The study results demonstrated a positive impact on participants across all age groups, with particular emphasis on the effectiveness of the STEAM method in working with individuals with ASD. The workshops contributed to increased engagement among children, improved motivation, and enhanced social interaction skills. Additionally, the project had a positive effect on families, creating a space for the exchange of experiences and mutual support. A significant conclusion is the potential for the broader application of STEAM education in working with individuals with ASD, which could significantly improve the quality of their education and promote social integration.

KEYWORDS: autism spectrum disorder, non-formal education, STEAM

1. Wprowadzenie

Zaburzenia ze spektrum autyzmu należą do jednych z częściej występujących zaburzeń neurorozwojowych. W latach 2009–2017 The National Health Interview Survey (NHIS) szacowało, że osób dotkniętych tym zaburzeniem może być 1,12–2,49% (Zablotsky i in., 2019), natomiast ASD in the European Union (ASDEU) (ASDEU Consortium, 2018) donosi, że wskaźnik ten może wynosić 12,2/1000 osób. Można zaobserwować wzrost liczby diagnoz tego zaburzenia (French, Bertone, Hyde i Fombonne, 2013), co rodzi konieczność podjęcia działań uwzględniających potrzeby tej coraz liczniejszej grupy osób.

Według najnowszych wytycznych ICD-11 (ICD-11, w druku) oraz DSM 5 (American Psychiatric Association, 2013) główne objawy spektrum autyzmu to: zaburzenia rozwoju języka oraz komunikacji, trudności w funkcjonowaniu społecznym oraz ograniczone, stereotypowe zainteresowania i zachowania. Bardzo często zaburzeniom ze spektrum autyzmu towarzyszą inne zaburzenia psychiczne, zespół nadpobudliwości i deficytu uwagi (ADHD), objawy depresyjne, lękowe i obsesyjno-kompulsyjne (Lai i in., 2012; Rybakowski i in., 2014; Sławińska, 2014). W badaniach udowodniono pogorszenie funkcjonowania osób ze spektrum autyzmu w okresie dorastania między 16. a 23. rokiem życia (Gillberg i Steffenburg, 1987). W związku z tym celowe wydaje się wzmocnienie pozytywnych cech osób z ASD, szczególnie na etapie szkoły średniej.

2. Wpływ edukacji pozaformalnej na osoby ze spektrum autyzmu

Specyficzne zainteresowania, posiadanie niszowej wiedzy w wąskiej dziedzinie oraz niezwykle kreatywny sposób myślenia to niezaprzeczalne zalety osób z ASD. Wykorzystanie i wzmocnienie tych cech poprzez nauczanie metodą STEAM przynosi według badań pozytywne rezultaty, m.in. w postaci podniesienia pewności siebie (Dorsey i Howard, 2011).

Pomimo wysokiej inteligencji osoby ze spektrum autyzmu często zmagają się z różnymi problemami ujawniającymi ich wysoką wrażliwość emocjonalną, takimi jak: znaczne trudności w interakcjach społecznych i komunikacji niewerbalnej, trudności adaptacyjne, niska samoocena i wysokie ryzyko depresji, niski poziom umiejętności motorycznych i zaburzenia integracji sensorycznej. Zajęcia dodatkowe znacząco poprawiają stan wiedzy, samooceny, pewności siebie, ogólnego samopoczucia, dają możliwość kontaktów społecznych i współpracy w grupie, a tym samym ćwiczenia umiejętności społecznych (Arévalo--Garcia i in., 2013; Jeffs i Smith, 2021). Metoda STEAM (Kahn, Feldman i Cooke, 2014; Wannapiroon i Pimdee, 2022) łączy naukę, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę, a głównym jej celem jest rozwijanie u uczniów kreatywnego myślenia, umiejętności rozwiązywania problemów i innowacyjności. Zajęcia prowadzone tą metodą umożliwiają włączenie ćwiczeń angażujących wiele aspektów, które wymagają wzmocnienia u uczestników. Większość eksperymentów da się zaprojektować w taki sposób, aby oprócz wartości merytorycznych można było wykorzystać również zmysły – wzrok, węch, dotyk (różne konsystencje, np. płyny i śluzy nienewtonowskie, różne temperatury, np. reakcje egzo- i endotermiczne), słuch, smak (gastronomia molekularna) oraz propriocepcję czy małą i dużą motorykę. Zdecydowana większość terapii integracji sensorycznej jest adre-

sowana do dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym. Zajęcia te nie są atrakcyjne dla starszych dzieci i młodzieży. Edukacja pozaformalna daje tę przewagę, że poziom naukowy zajęć można dostosować do danej grupy i wziąć pod uwagę wiek i zainteresowania uczestników. Dzięki wysokiej inteligencji oraz specyficznym zainteresowaniom bardzo często uczestnicy takich zajęć ujawniają swój niezwykle wysoki poziom znajomości tematu, często znacznie wykraczający poza wiedzę na poziomie szkoły średniej. W przypadku uczniów szkół podstawowych taki poziom wiedzy oraz brak możliwości jej rozwijania bardzo często wpływa demotywująco. Badania wskazują także, że brak zaspokojenia potrzeb młodzieży i młodych dorosłych w spektrum autyzmu w aspekcie dostępu do edukacji pozaformalnej negatywnie wpływa na tę grupę, przyczynia się do mniejszego uczestnictwa w życiu społecznym oraz większego ryzyka bezrobocia (Neary, Gilmore i Ashburner, 2015).

Projekt warsztatów dla dzieci ze spektrum autyzmu, który został zrealizowany na Politechnice Krakowskiej, zakładał pracę metodą STEAM, interdyscyplinarność i elastyczność w prowadzeniu zajęć. Zdecydowano się również zwiększyć oddziaływanie na tę grupę przez realizację warsztatów dla innych członków rodzin, a także podjęto decyzję o objęciu projektem osób dorosłych ze spektrum autyzmu. Takie działania miały zapewnić kompleksowe podejście do osób ze spektrum autyzmu i ich rodzin.

3. Studium przypadku – projekt „Jestem ZA wiedzą”

W ramach projektu „Jestem ZA wiedzą” Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki przygotowała program przeznaczony dla dzieci z zespołem Aspergera i ich rodzin. Projekt był realizowany w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014–2020 współfinansowane-

go ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (numer projektu: POWR.03.01.00-00-T117/18).

Według najnowszych wytycznych ICD-11 znika w diagnostyce podział na zespół Aspergera, autyzm dziecięcy czy autyzm atypowy, który był obecny w ICD-10 – aktualnie zaburzenia te klasyfikuje się jako zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD). Ze względu na to, że projekt był realizowany w czasie obowiązywania starszej klasyfikacji, w tekście pojawia się nazwa „zespół Aspergera” (ZA), szczególnie w przypadkach dotyczących założeń projektowych.

Głównym celem projektu było umożliwienie osobom ze spektrum autyzmu poszerzenia swoich horyzontów i wiedzy poprzez możliwość uczestniczenia w zajęciach na poziomie akademickim, a także rozpoznania swoich możliwości i zainteresowań, co miałoby się przyczynić do znalezienia własnej ścieżki rozwoju, przystosowania do wymagań rynku pracy oraz pogłębienia swoich zainteresowań. Cele szczegółowe obejmowały integrację w grupie, która dla uczestników projektu jest obszarem wymagającym szczególnej uwagi. Realizację tego celu osiągnięto przez utworzenie niewielkich 4-osobowych grup – taka liczba osób umożliwia już pracę w grupie, a nie jest dodatkowym utrudnieniem. W grupie – oprócz naukowca zajmującego się prowadzeniem zajęć od strony merytorycznej – znaleźli się też opiekunowie, których zadaniem była opieka nad grupą i wspieranie uczestników zajęć w nawiązywaniu kontaktów międzyludzkich. W dużej mierze zajęcia były prowadzone metodologią STEAM, która łączy różne dziedziny wiedzy, a także uwzględniały aspekty sensoryczne, wspomagały kreatywne myślenie oraz pracę w grupie.

Innowacją w projekcie było rozszerzenie działań na pozostałych członków rodziny. W trakcie zajęć dla dzieci rodzice mogli uczestniczyć w prowadzonych przez specjalistów warsztatach dotyczących ważnych dla nich aspektów. Warsztaty dawały rodzicom nie tylko wiedzę merytoryczną, ale po części były dla nich także grupą wsparcia. Rozdzielenie rodziców od dzieci usprawniło pracę z obiema grupami. Działania prowadzono też w grupie dorosłych i młodzieży z ASD – dla tych uczestników przygotowano warsztaty wspierające rozwój, dostosowane do wieku i poziomu funkcjonowania uczestników. Celem działań realizowanych w tej grupie było nauczenie prawidłowych nawyków w kwestii zdrowego trybu życia, takich jak: nauka samoregulacji, opanowanie technik relaksacyjnych zmniejszających poziom stresu, wyrobienie potrzeby regularnej aktywności sportowej oraz nauczenie właściwej diety. Dodatkowo zorganizowano cotygodniowe zajęcia (sport, szachy, muzykoterapia, felinoterapia, dogoterapia), w głównej mierze przeznaczone dla dzieci, ale w poszczególnych grupach umożliwiono w nich udział całym rodzinom (zajęcia sportowe) z bardzo dobrymi efektami. Uczestnikom zapewniono także udział w dwudniowych wycieczkach edukacyjnych.

W latach 2019–2022 przeprowadzono trzy roczne edycje projektu. W ramach projektu zrealizowano następujące zadania:

- warsztaty naukowe dla dzieci z ASD;
- warsztaty dla rodziców;
- warsztaty dla dorosłych i młodzieży z ASD;
- zajęcia cotygodniowe;
- wycieczki edukacyjne.

3.1. Warsztaty naukowe dla dzieci z ASD

Politechnika Krakowska ma wieloletnie doświadczenia w organizacji warsztatów naukowych dla dzieci z ASD i z tego względu w projekcie

postanowiono zmniejszyć liczebność grup do 4 osób oraz przewidziano wsparcie dla pracownika naukowego w postaci opiekuna grupy. Od opiekuna grupy wymagano, aby miał doświadczenie w pracy z dziećmi z ASD oraz wykształcenie kierunkowe. Zatrudniono osoby, które na co dzień pracują jako nauczyciele w szkołach czy ośrodkach specjalnych. Założono, że zakres merytoryczny warsztatów ma wykaczać programowo poza wiedzę, którą dzieci zdobywają podczas zajęć szkolnych. Położono nacisk na formę warsztatową, więc większość zajęć przeprowadzono w laboratoriach Politechniki Krakowskiej. Oprócz przekazywania wiedzy merytorycznej (z dziedziny chemii, fizyki, optyki, inżynierii, mechaniki, informatyki i innych nauk matematyczno-przyrodniczych oraz inżynieryjno-technicznych) pokazywano dzieciom, jak mogą samodzielnie wykonać podobne eksperymenty w domu. Zajęcia trwały jednorazowo 4 godziny, a czas zajęć uwzględniał stan psychofizyczny uczestników i był na bieżąco modyfikowany (np. przez częstsze przerwy albo umożliwienie uczestnikowi wyjścia na chwilę z sali pod opieką opiekuna).

Podstawą było opracowanie scenariuszy zajęć angażujących dzieci w wykonywane doświadczenia, wykorzystujących przy tym jak największą liczbę zmysłów oraz motorykę małą i dużą, o wzrastającym stopniowo poziomie trudności. Przykładowo scenariusz zajęć na Wydziale Mechanicznym obejmował testy psychomotoryczne na zabawkach i profesjonalnych urządzeniach, sterowanie urządzeniami (ćwiczenie ze zdalnie sterowanym dźwigiem-zabawką), a w dalszej kolejności obsługę pełnowymiarowej koparki budowlanej (ćwiczenie nawiązywało do testów psychomotorycznych wymaganych od osób kierujących urządzeniami budowlanymi). Uczestnicy sprawdzali swoje umiejętności (uwaga, refleks), następnie w grupie uczyli się obsługi zdalnie sterowanego dźwigu: jedno z dzieci z zakrytymi oczami sterowało urządzeniem, pozostali

członkowie grupy podawali instrukcje dotyczące kierunku, w którym należy przemieścić ramię dźwigu albo przenieść klocki do wyznaczonego punktu. Następnym etapem była obsługa koparki budowlanej – dziecko, sterując łyżką koparki, miało za zadanie przebić odpowiedni balonik.

Zajęcia w komorze termoklimatycznej pozwoliły zapoznać się z odczuwaniem różnych temperatur. Dzięki temu, że Politechnika Krakowska dysponuje termokomorą, w której można uzyskać temperaturę poniżej -30°C oraz powyżej 50°C , uczestnicy zajęć mogli sprawdzić, jak zachowują się substancje w takiej temperaturze, a także pokonać swoje obawy i wejść do pomieszczenia z tak ekstremalnymi temperaturami. Podczas innych zajęć uczestnicy zapoznali się z ciekłym azotem (-198°C) oraz suchym lodem (-78°C) i porównywali także obniżenie temperatury w łaźni z lodem oraz w łaźni z solą. Podczas zajęć ze skanowania 3D, druku 3D, ceramiki oraz z robotyki uczestnicy mieli okazję ćwiczyć motorykę małą (druk za pomocą długopisów 3D, lepienie z gliny, sterowanie robotem) oraz motorykę dużą (skanowanie większych przedmiotów czy tworzenie toru przeszkód dla sterowanego robota). Ważnym elementem była też praca w grupie. Każde z zajęć – oprócz ćwiczenia wymienionych wcześniej elementów – kładło duży nacisk na poszerzenie wiedzy merytorycznej z omawianych zagadnień.

Tematy prowadzonych warsztatów:

1. Chemiczny kameleon, czyli w królestwie barw.
2. Zaczarowany świat tego, co niewidzialne.
3. Podróż w krainę niskich temperatur.
4. Środki higieny osobistej używane na co dzień.
5. Fizyka nie taka straszna!
6. Jak zrobić aspirynę i inne leki z domowej apteczki.
7. Układy symulujące płyny ustrojowe.
8. Zabaw się w nowoczesnego garncarza.

9. Jak rozmnożyć rzeczy martwe?
10. Naucz się duplikować elementy dzięki skanerom 3D.
11. Wydrukuj sobie zabawkę lub... zęby na zapas – wszystko o technologii druku 3D.
12. Gigantyczne owady i nie tylko, czyli skaningowa mikroskopia elektronowa.
13. Trochę na równiku, trochę na biegunie – o zachowaniu materiałów w ekstremalnych temperaturach.
14. Dlaczego niektóre łyżeczki rozpuszczają się w herbatce?
15. Odlewanie stopów metali niskotopliwych.
16. Bez przymusu o emisji wymuszonej – lasery, ich rodzaje i zastosowanie.
17. Robot jaki jest, każdy widzi – maszyny małe, duże i ogromne.
18. Zostań motorniczym i poprowadź tramwaj!
19. Symulator pojazdów szynowych.
20. Grafika komputerowa i poligrafia.
21. Nagrywanie filmu poklatkowego animowanego.
22. Programowanie.
23. Duże maszyny nie takie straszne – olej i powietrze pod kontrolą.
24. Programowalne pojazdy autonomiczne.
25. Z elektrochemią za pan brat.
26. Biologia nie musi być nudna.
27. Jak działa magia zielonego ekranu?
28. Zbuduj prototyp aplikacji mobilnej.

Cykl warsztatów zrealizowanych w 10 grupach obejmował 20 spotkań grupowych, z których każde trwało 4 godziny dydaktyczne. W ciągu roku przeprowadzono 800 godzin zajęć (w sumie 2400 godzin zajęć w całym projekcie) oraz 400 godzin konsultacji indywidualnych (w sumie 1600 godzin w całym projekcie).

3.2. Warsztaty dla rodziców

W trakcie zajęć dla dzieci rodzicom zapewniono osobne warsztaty, co pozwoliło na rozdzielenie tych grup wiekowych i zwiększenie samodzielności dzieci, a także umożliwiło stworzenie grup wsparcia dla rodziców, w których mogli się podzielić własnymi doświadczeniami i zasięgnąć porady specjalisty. Prowadzący zajęcia na co dzień pracowali z osobami z ASD. Zauważono, rodzice mieli bardzo dużą potrzebę wsparcia ze strony innych rodziców czy specjalistów, co pozwoliło wyciągnąć wniosek, że opieka systemowa nad rodziną z dzieckiem z niepełnosprawnością może być niewystarczająca. Tematy warsztatów obejmowały zarówno zagadnienia bezpośrednio związane z funkcjonowaniem dziecka i współpracą z placówkami oświatowymi, jak i kwestie dotyczące samych rodziców, czego zwykle brakuje w ofercie wspierającej rodziny osób z niepełnosprawnościami.

Tematy prowadzonych warsztatów:

1. Sztuka negocjacji i mediacji.
2. Samoregulacja i techniki radzenia sobie ze złością.
3. Małżeństwo.
4. Integracja sensoryczna na co dzień.
5. Uzależnienia od urządzeń ekranowych.
6. Techniki relaksacji.
7. Komunikacja z dzieckiem ze spektrum autyzmu.
8. Wypalenie rodzicielskie – jak się przed nim chronić?
9. Domowe systemy motywacyjne.
10. Jak wspierać bezpieczny rozwój seksualny dziecka?
11. Codzienne życie z osobą z zespołem Aspergera.
12. Prawo w oświacie, przepisy dotyczące orzeczenia o kształceniu specjalnym.
13. IPET, czyli o obowiązkach szkoły.

14. Jak współpracować ze szkołą?
15. Orientacja zawodowa dzieci i młodzieży z ZA i spektrum autyzmu, czyli jak pomóc własnemu dziecku odnaleźć swoją drogę zawodową.
16. Zaburzenia przetwarzania słuchowego.
17. Zooterapia.
18. Wspieranie rozwoju ruchowego dziecka.
19. Kontrola rodzicielska w Internecie.
20. Rodzeństwo dziecka z ZA – szanse i zagrożenia

Cykl warsztatów zrealizowanych w 10 grupach obejmował 20 spotkań grupowych, z których każde trwało 3 godziny dydaktyczne. W ciągu roku przeprowadzono 600 godzin zajęć (w sumie 1800 godzin zajęć w całym projekcie).

3.3. Warsztaty dla dorosłych i młodzieży z ASD

Tematyka warsztatów dla dorosłych obejmowała zagadnienia związane z samorozwojem, ale położono nacisk także na samodzielne funkcjonowanie. Członków grup dobrano pod kątem poziomu funkcjonowania, a prowadzone zajęcia były dostosowane do konkretnej grupy. Każdy uczestnik miał też możliwość uczestniczenia w warsztatach indywidualnych, na których mógł szczegółowo omówić interesujące go zagadnienia.

Tematy prowadzonych warsztatów:

1. Sztuka rozpoznawania mowy ciała, warsztaty psychologiczne, negocjacje, asertywność.
2. Ćwiczenia umiejętności komunikacyjnych, argumentacji, dyskusji, perswazji, właściwego przedstawiania i wyrażania własnego zdania.

3. Warsztaty o seksualności.
4. Motywacja i automotywacja.
5. Samoregulacja i techniki relaksacji.
6. Uzależnienia.
7. Właściwe nawyki dietetyczne.
8. Inteligencja emocjonalna.
9. Integracja sensoryczna.
10. Warsztaty ze stylistą: jak się ubrać, jak zadbać o swój wygląd zewnętrzny.
11. Jak mówić – emisja głosu.
12. Zooterapia.
13. Orientacja zawodowa.

Cykl warsztatów zrealizowanych w 5 grupach obejmował 20 spotkań grupowych, z których każde trwało 3 godziny dydaktyczne. W ciągu roku przeprowadzono 300 godzin zajęć (w sumie 900 godzin zajęć w całym projekcie) oraz 250 godzin konsultacji indywidualnych (w sumie 750 godzin w całym projekcie).

3.4. Zajęcia cotygodniowe

Oprócz warsztatów edukacyjnych zaproponowano także odbywające się raz w tygodniu zajęcia dodatkowe. Celem tych zajęć było stworzenie oferty podobnej do tej, z jakiej mogą korzystać dzieci neurotypowe (w szkołach i placówkach prywatnych), jednak z uwzględnieniem specyfiki zaburzeń ASD i potrzeb uczestników (małe grupy, dodatkowa osoba itd.). Rodzaj zajęć został ustalony na podstawie wywiadu przeprowadzonego w potencjalnej grupie odbiorców na etapie planowania projektu. Wybrano zajęcia z dogoterapii, felinoterapii, szachowe oraz sportowe. Ze względu na dostępność specjalistów oferta w jednej edycji została rozszerzona o muzykoterapię.

Zajęcia odbywały się raz w tygodniu w małych grupach liczących do 5 osób o zbliżonym poziomie funkcjonowania lub dla całej rodziny. Oprócz osoby prowadzącej zajęcia na sali obecny był też opiekun grupy. Prowadzący zajęcia i opiekunowie musieli wykazać się wcześniejszym doświadczeniem w pracy z osobami z niepełnosprawnościami (w tym ze spektrum autyzmu) i wykształceniem kierunkowym. Od prowadzącego zajęcia wymagano dodatkowo doświadczenia merytorycznego w zakresie prowadzonych zajęć.

Początkowo zakładano dobór do grupy na podstawie funkcjonowania poszczególnych uczestników, lecz w przypadku zajęć sportowych zauważono potrzebę realizacji zajęć, w których uczestniczyłaby cała rodzina (dzieci ze spektrum autyzmu oraz ich rodzice). Pozwoliło to na zwiększenie motywacji do uczestniczenia w zajęciach, poprawę relacji w rodzinie, a także wzrost sprawności fizycznej i poprawę funkcjonowania wszystkich członków rodziny.

Cykl obejmował 300 godzin zajęć cotygodniowych (w sumie 900 godzin zajęć w całym projekcie).

3.5. Wycieczki edukacyjne

Wycieczki były przeznaczone dla całych rodzin, co miało na nie pozytywnie wpłynąć oraz zapewnić integrację między rodzinami. W każdym cyklu przeprowadzono po 4 wycieczki edukacyjne. Zaplanowano wycieczki dwudniowe do miejsc związanych z edukacją lub kulturą, takich jak: Centrum Nauki Kopernik, Muzeum Przemysłu Naftowego i Gazowniczego, Centrum Dziedzictwa Szkła Krosno, Centrum Nauki Leonardo da Vinci, Zamek Królewski Chęciny, Zoo oraz Afrykarium we Wrocławiu, Hydropolis, Park Rozrywki Julinek.

4. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych ankiet stwierdzono, że wszyscy uczestnicy, którzy ukończyli cykl warsztatów przewidzianych dla danego zadania, podnieśli swoje kompetencje. Ponadto zauważono wzrost motywacji i pewności siebie wśród uczestników warsztatów. Uwagi rodziców dotyczące funkcjonowania dzieci i młodzieży także wskazują na pozytywny efekt prowadzonych w ten sposób zajęć.

Projekt zakładał kompleksowe podejście do całej rodziny. Obecny system nie daje właściwego wsparcia rodzicom dzieci z ASD, dlatego program rozszerzono także o skierowane do nich zajęcia. Ze względu na to, że wśród rodzeństwa osób z ASD również występują tego typu zaburzenia (często w mniejszym nasileniu i niespełniające norm diagnostycznych), umożliwiono udział w warsztatach także rodzeństwu, co pozwoliło na objęcie wsparciem wszystkich członków rodziny. Ponieważ zakładano kilka edycji projektu, dopuszczono możliwość uczestniczenia młodzieży w zajęciach naukowych, a w następnym roku – w zajęciach dla dorosłych i młodzieży z ASD. Łącznie w zajęciach wzięło udział ponad 150 osób (w tym 60 dzieci), część z uczestników brała udział w kilku zadaniach.

Mimo bardzo dobrych wyników i pozytywnego wpływu na uczestników zajęcia w przedstawionej formule posiadały także wady – ćwiczenia zrealizowane w laboratoriach naukowych z profesjonalną aparaturą i w niewielkich grupach z dodatkową opieką specjalisty okazały się bardzo kosztowne. Możliwość przeprowadzenia tego typu zajęć mają jedynie uczelnie i laboratoria dysponujące odpowiednim sprzętem i kadrą, co oznacza konieczność zatrudnienia z zewnątrz osób do opieki. Liczba zajęć zaproponowana w projekcie była przeszacowana, co wprawdzie pozwoliło na zapoznanie uczestników z szeroką tematyką, ale w cyklu rocznym było dość obciążające dla rodzin. Projekt był realizowany w latach 2019–2022,

czyli w okresie pandemii COVID-19, co bardzo utrudniło organizację zajęć i jednocześnie zwróciło uwagę na czynniki niemożliwe do przewidzenia w trakcie planowania projektu. Mimo tych utrudnień cel projektu został zrealizowany, udowodniono pozytywny wpływ edukacji pozaformalnej na edukację i stymulację rozwoju osób z ASD.

Bibliografia

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. Washington (DC): American Psychiatric Association Publishing.
- Arévalo-Garcia, E.B., Buczek, I., Chrzanowski, M., Grajkowski, W., Hałaczek, J., Horodecki, K., Kędziora, M., Nowacki, T., Ostrowska, E.B., Poziomek, U., Setti, L., Spalik, K., Studzińska, M. i Walicki, P. (2013). *Dobre praktyki w przyrodniczej edukacji pozaformalnej*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- ASDEU Consortium. (2018). *Autism Spectrum Disorders in the European Union (ASDEU): final report: main results of the ASDEU project-28/08/2018*. Pobrano z <https://repositorio.insa.pt/handle/10400.18/6188>.
- Dorsey, R. i Howard, A.M. (6–8 lipca 2011). *Examining the Effects of Technology-Based Learning on Children with Autism: A Case Study*. Referat przedstawiony na 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens (GA), s. 260–261. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.81>.
- French, L.R., Bertone, A., Hyde, K.L. i Fombonne, E. (2013). Epidemiology of Autism Spectrum Disorders. W: J.D. Buxbaum i P.R. Hof (red.), *The Neuroscience of Autism Spectrum Disorders* (s. 3–24). Oxford–Waltham (MA): Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391924-3.00001-6>.
- Gillberg, C. i Steffenburg, S. (1987). Outcome and prognostic factors in infantile autism and similar conditions: A population-based study of 46 cases followed through puberty. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 17(2), 273–287. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01495061>.
- ICD-11. (w druku). *International Classification of Diseases 11th Revision. The global standard for diagnostic health information*.

- Jeffer, T. i Smith, M.K. (2021). The Education of Informal Educators. *Education Sciences*, 11(9), 488. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11090488>.
- Kahn, S., Feldman, A. i Cooke, M.L. (2014). Signs of Autonomy: Facilitation Independence and Inquiry in Deaf Science Classrooms. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 17(1), 13–35. DOI: <https://doi.org/10.14448/jesd.06.0001>.
- Lai, M.-C., Lombardo, M.V., Ruigrok, A.N.V., Chakrabarti, B., Wheelwright, S.J., Auyeung, B., Allison, C. i Baron-Cohen, S. (2012). Cognition in Males and Females with Autism: Similarities and Differences. *PLoS ONE*, 7(10), e47198. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047198>.
- Neary, P., Gilmore, L. i Ashburner, J. (2015). Post-school needs of young people with high-functioning Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 18, 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2015.06.010>.
- Rybakowski, F., Białek, A., Chojnicka, I., Dziechciarz, P., Horvath, A., Janas-Kozik, M., Jeziorek, A., Pisula, E., Piwowarczyk, A. i Słopeń, A. (2014). Autism spectrum disorders – epidemiology, symptoms, comorbidity and diagnosis. *Psychiatria Polska*, 48(4), 635–665.
- Sławińska, A. (2014). Asperger's syndrome in adults – similarities with other disorders, comorbid disorders and associated problems. *Psychiatria i Psychologia Kliniczna*, 14(4), 304–307. DOI: <https://doi.org/10.15557/PiPK.2014.0041>.
- Wannapiroon, N. i Pimdee, P. (2022). Thai undergraduate science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) creative thinking and innovation skill development: a conceptual model using a digital virtual classroom learning environment. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5689–5716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10849-w>.
- Zablotsky, B., Black, L.I., Maenner, M.J., Schieve, L.A., Danielson, M.L., Bitsko, R.H., Blumberg, S.J., Kogan, M.D. i Boyle, C.A. (2019). Prevalence and Trends of Developmental Disabilities among Children in the United States: 2009–2017. *Pediatrics*, 144(4). DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2019-0811>.

Model ekologiczny w praktyce inkluzyjnej – perspektywa wsparcia procesu inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu

JOANNA DOROSZUK*

Uniwersytet Gdański, Instytut Badań Edukacyjnych

Model ekologiczny opisuje rozwój jednostki jako wynik interakcji pomiędzy różnymi systemami środowiskowymi, które na nią oddziałują. W perspektywie procesu inkluzji model ten koncentruje się na tworzeniu warunków, które pozwalają dzieciom z niepełnosprawnościami na pełne uczestnictwo w systemie edukacji ogólnodostępnej. W modelu ekologicznym podkreśla się zwłaszcza następujące kwestie: wdrażanie elastycznych i zróżnicowanych programów edukacyjnych; wspieranie nauczycieli w zdobywaniu kompetencji w zakresie pracy z dziećmi z różnorodnymi potrzebami; promowanie współpracy między nauczycielami, terapeutami, rodzicami i specjalistami, a także osadzenie działań w środowisku lokalnym. Ujęcie teoretyczne modelu ekologicznego stanowi o ramach analizy działania praktycznego – projektu wsparcia inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu, który jest realizowany w Gdańsku od 2022 roku. Pierwszym i głównym celem działania było utworzenie sieci wsparcia dla podmiotów realizujących edukację inkluzyjną, w której uczestniczą dzieci z niepełnosprawnością słuchu lub CODA. Projekt, którego analiza stanowi część artykułu, w wyniku dwuletnich działań diagnostycznych, doradczych, interwencyjnych, ewaluacyjnych oraz edukacyjnych ewoluował – z działań nakierowanych na ucznia na działania zorientowane na wybrane szkoły. Analiza realizowanych działań praktycznych w perspektywie

* E-mail: j.doroszuk@ibe.edu.pl joanna.doroszuk@ug.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4497-4021>

modelu ekologicznego podkreśla znaczenie holistycznego podejścia do potrzeb dziecka, pozwala na identyfikację kluczowych interakcji między różnymi środowiskami, a także umożliwia lepsze zrozumienie wpływu otoczenia społecznego, co może zwiększyć skuteczność i trwałość interwencji.

SŁOWA KLUCZOWE: inkluzja, model ekologiczny, edukacja, rodzina, kultura Głuchych

The ecological model in inclusive practice: A perspective on supporting the inclusion process of children with hearing disabilities

The ecological model describes individual development as the result of interactions between various environmental systems that influence the individual. From the perspective of inclusion processes, this model focuses on creating conditions that enable children with disabilities to fully participate in the general education system. The key aspects emphasized include implementing flexible and diverse educational programs, supporting teachers in acquiring competencies for working with children with diverse needs, fostering collaboration among teachers, therapists, parents, and specialists, and embedding actions within the local community. The theoretical framework of the ecological model serves as the basis for analyzing the practical activities of the "Support Project for the Inclusion of Children with Hearing Disabilities," implemented in Gdańsk since 2022. The primary and overarching goal of this initiative was to establish a support network for entities engaged in inclusive education involving children with hearing disabilities or CODA. The project, analyzed in this article, evolved over two years – from actions focused on individual students to those oriented around selected schools – through diagnostic, advisory, intervention, evaluative, and educational activities. Analyzing the practical activities within the framework of the ecological model highlights the importance of a holistic approach to addressing

the needs of children. It enables the identification of key interactions between various environments and provides a deeper understanding of the influence of the social context, thereby potentially increasing the effectiveness and sustainability of interventions.

KEYWORDS: Inclusion, ecological model, education, family, Deaf culture

1. Wprowadzenie

Przedmiotem niniejszego artykułu są założenia i działania realizowane w ramach projektu „Proces wsparcia inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu w Gdańsku”. Rozpoczęty w 2022 roku projekt jest wynikiem współpracy dyrektora i psychologów z poradni psychologiczno-pedagogicznej, pracowników naukowych uniwersytetu oraz poradni Polskiego Związku Głuchych (PZG) przeznaczonej dla dzieci i młodzieży z zaburzeniami słuchu. Analiza działań praktycznych w perspektywie rozważań teoretycznych pozwala na ich wzajemne uzupełnienie, rozwój oraz optymalizację zarówno praktyki, jak i teorii, a także umożliwia świadome działanie badacza w różnych dziedzinach. Interpretacja wskazanego projektu proinkluzyjnego w perspektywie modelu ekologicznego Urie Bronfenbrennera ma na celu:

- ujawnienie różnic między tym, co zakłada model ekologiczny, a tym, co faktycznie dzieje się w środowisku edukacyjnym uczniów z niepełnosprawnością słuchu;
- pomoc w identyfikacji luk lub nieefektywności w realizacji założeń teoretycznych modelu ekologicznego w poszczególnych działaniach projektowych;
- wzbogacenie teorii o nowe wnioski i perspektywy wynikające z rzeczywistych doświadczeń;
- dostrzeżenie zależności i czynników, które mogą być pominięte w czysto teoretycznych rozważaniach lub praktycznych implementacjach.

Omawiany w niniejszym artykule projekt „Proces wsparcia inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu w Gdańsku” koncentruje się na budowie sieci wsparcia dla instytucji realizujących edukację włączającą, w której uczestniczą dzieci z niepełnosprawnością słuchu oraz dzieci CODA. Projekt powstał w odpowiedzi na potrzeby zgłaszane przez różnorodne grupy interesariuszy, w tym:

- rodziców dzieci z zaburzeniami słuchu, którzy zgłaszali trudności w wyborze odpowiedniej placówki edukacyjnej dla swoich dzieci, wynikające z braku szkół przeznaczonych dla uczniów z niepełnosprawnością słuchu w Gdańsku;
- specjalistów z ośrodka dla dzieci niesłyszących dostrzegających konieczność rozszerzenia tradycyjnych form terapii słuchu i terapii logopedycznej o działania środowiskowe, szczególnie w kontekście społeczności szkolnych;
- pracowników naukowych stawiających pytania dotyczące procesu budowy środowiska inkluzyjnego, a także oceniających zasoby i kompetencje kadry pedagogicznej w Gdańsku w zakresie pracy z uczniami z niepełnosprawnością słuchu;
- dyrektorów oraz nauczycieli placówek edukacyjnych, którzy napotykali trudności w zapewnieniu optymalnego wsparcia dla uczniów z niepełnosprawnością słuchu już uczęszczających do ich szkół;
- pracowników Wydziału Edukacji Urzędu Miasta Gdańska świadomych potrzeb uczniów, ich rodziców oraz nauczycieli związanych z budowaniem skutecznego systemu wsparcia.

Projekt ten stanowi odpowiedź na złożoność wyzwań wynikających z inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu, integrując działania wielu podmiotów i umożliwiając ich współpracę w celu wypracowania długofalowych rozwiązań systemowych. Projekt jest realizowany od trzech lat.

W drugim roku realizacji projektu (drugi etap) jego nazwa została rozszerzona o podtytuł „Budowanie środowiska inkluzyjnego”. W trzecim roku realizacji projektu (trzeci etap) projekt zyskał kolejny podtytuł „Tworzenie szkół przyjaznych uczniowi z niepełnosprawnością słuchu”. Analiza działań projektowych w kontekście modelu ekologicznego zostanie poprzedzona teoretycznym uzasadnieniem zasadności integracji koncepcji inkluzji osób z niepełnosprawnością z teorią ekologiczno-środowiskową.

2. Model ekologiczny jako teoretyczne podłoże działań inkluzyjnych dotyczących uczniów z niepełnosprawnością słuchu

Model ekologiczny Bronfenbrennera pomaga zrozumieć, jak różne poziomy środowiska wpływają na jednostkę w kontekście jej rozwoju społecznego, emocjonalnego i poznawczego.

W modelu tym podkreśla się również, iż rozwój jednostki jest wynikiem interakcji między nią a otaczającym środowiskiem, ułożonym w pięciu współzależnych systemach: mikrosystemie, mezosystemie, egzosystemie, makrosystemie oraz chronosystemie (Bronfenbrenner i Morris, 2006). Ponadto Bronfenbrenner (1979b) podkreśla, że rozwój jednostki ma charakter dynamiczny i wielowymiarowy oraz jest kształtowany przez wzajemne oddziaływanie czynników wewnętrznych, takich jak cechy osobiste, oraz zewnętrznych, czyli warunków środowiskowych. Istotność uwzględnienia zewnętrznych uwarunkowań wpływających na możliwości funkcjonowania jednostki oraz jej poziom aktywności społecznej, przy jednoczesnym poszanowaniu indywidualnych cech i potrzeb, jest również silnie akcentowana w biopsychospołecznym oraz całościowym modelu niepełnosprawności (Twardowski, 2019). Modele te, stanowiąc teoretyczne podstawy, wyznaczają kierunek działań związanych z procesem inkluzji.

Dla optymalnego wsparcia rozwoju oraz dobrostanu ucznia ważny jest poziom akceptacji oraz kompetencji jego rodziny rozumianej jako najważniejsze, ekologiczne środowisko rozwoju człowieka, a także pierwsze środowisko w życiu dziecka, w którym się uczy (Bronfenbrenner i Morris, 2006). Odpowiedzialność za rozwój dziecka spoczywa w tej perspektywie na rodzicach (Negri i Castorina, 2014). Środowisko rodzinne wskazywane jest jako kluczowe dla rozwoju dziecka w większości modeli teoretycznych dotyczących wychowania. Ponadto w przypadku rodzin dzieci niesłyszących znaczące jest również i to, że rodzina stanowi podstawowe środowisko komunikacyjne dziecka, a także dokonuje kluczowych wyborów w obszarze jego terapii słyszenia (Jagoszewska, 2011).

W tym kontekście do pożądaných działań rodziców zalicza się: zaangażowanie w rozwiązywanie problemów rozwojowych dzieci, wypełnianie czasu wolnego wysokiej jakości aktywnościami, ustanowienie intensywnych interakcji komunikacyjnych oraz optymalnej współpracy z placówkami edukacyjnymi i terapeutycznymi (Steiner, Koegel i Koegel, 2012). W przypadku rodzin dzieci z niepełnosprawnością słuchu znaczącymi utrudnieniami mogą być:

- trudności komunikacyjne na linii:
 - rodzice komunikujący się w PJM – nauczyciel komunikujący się w j. polskim,
 - rodzic komunikujący się w PJM – dziecko zaimplantowane, uczące się j. polskiego,
 - rodzic komunikujący się w PJM – społeczność rodziców innych uczniów komunikująca się w j. polskim,
 - rodzic komunikujący się w PJM – środowisko lokalne,
 - rodzic komunikujący się w j. polskim – dziecko komunikujące się w PJM,

- rodzic komunikujący się w j. polskim – środowisko Głuchych,
- dziecko komunikujące się w PJM – inni uczniowie komunikujący się w j. polskim,
- dziecko komunikujące się w j. polskim (w procesie uczenia się tego języka oraz z trudnościami w rozumieniu, które jest zależne od warunków otoczenia) – nauczyciele oraz inni uczniowie biegle komunikujący się w j. polskim;
- zmniejszona oferta kulturalno-edukacyjna dla dzieci komunikujących się w PJM oraz dla ich rodzin (Łozińska i Rutkowski, 2017);
- dylematy rodziców dotyczące kanału komunikacyjnego dziecka, implantowania oraz rodzaju terapii (Bieńkowska i Zaborniak-Sobczak, 2014; Davidson, Lillo-Martin i Chen-Pichler, 2014).

Inkluzję edukacyjną dzieci z niepełnosprawnością słuchu w perspektywie wyzwań i możliwości analizuje Philip Adoyo (2007), odnosząc ją do kenijskiego systemu edukacji. Pomimo różnic systemowych oraz kulturowych autor opisuje wiele kwestii, które również w polskiej inkluzji edukacyjnej wymagają uważności oraz niejednokrotnie wsparcia:

- wysoka liczebność klas w szkołach ogólnodostępnych utrudniająca nauczycielowi koncentrację na trudnościach w rozumieniu języka mówionego dziecka z zaburzeniami słuchu;
- trudność w dostosowaniu programu edukacyjnego do specyficznych potrzeb dziecka z zaburzeniami słuchu (kwestia ta wydaje się istotna zwłaszcza w nauczaniu przedmiotowym);
- konieczność dostosowania egzaminów i sprawdzianów, tak aby pytania były zrozumiałe dla ucznia;
- różnorodne nastawienie nauczycieli szkół masowych do wykorzystywania języka migowego oraz konieczność wyedukowania ich w tym obszarze;

- niedobór tłumaczy języka migowego w systemie edukacyjnym;
- bariery językowe pomiędzy słyszącymi a niesłyszącymi uczniami komunikującymi się w różnych modalnościach.

Jednym z istotnych wyzwań w procesie inkluzji uczniów z niepełnosprawnością słuchu jest również trudność w pełnym wykorzystaniu potencjału kultury Głuchych w środowisku szkolnym oraz uznawaniu jej za wartość. Kultura Głuchych, będąc integralnym elementem tożsamości osób niesłyszących, często nie znajduje właściwego odzwierciedlenia w praktykach edukacyjnych. Brak odpowiedniego uwzględnienia tej perspektywy może prowadzić do marginalizacji unikalnych zasobów językowych i kulturowych społeczności Głuchych, co ogranicza możliwości budowania środowiska w pełni włączającego.

Podjęta analiza trudności związanych z inkluzją uczniów z niepełnosprawnością słuchu nie ma na celu podważania sensu działań włączających, lecz służy wskazaniu obszarów wymagających wsparcia. Celem takiego podejścia jest zaprojektowanie optymalnych strategii wspierających proces włączania uczniów z niepełnosprawnością słuchu oraz ich rodzin, umożliwiających efektywną realizację założeń edukacji inkluzyjnej.

Projektując działania wspierające proces inkluzji ucznia z niepełnosprawnością słuchu na podstawie modelu ekologicznego, należy przede wszystkim uwzględniać różnorodne uwarunkowania związane z jego zastosowaniem. Model ekologiczny opracowany przez Bronfenbrennera dostarcza ram teoretycznych, które pozwalają analizować wzajemne oddziaływanie jednostki i jej środowiska. Już w latach 80. XX w. wykorzystywano ten model w badaniach dotyczących sytuacji osób z niepełnosprawnością słuchu. Michael Harvey i Barry Dym (1988) wskazywali na złożoność oraz dynamiczny charakter sytuacji

osób niesłyszących, uwzględniając zarówno ich sposób funkcjonowania, jak i środowiskowe uwarunkowania poziomu aktywności społecznej. Współcześnie model ekologiczny znajduje zastosowanie nie tylko w analizie interakcji między jednostką a środowiskiem, ale również jako podstawa teoretyczna w procesach wspierania rozwoju i inkluzji. Coraz częściej łączony jest z kategorią *empowerment* (upełnomocnienia), co umożliwia wzmacnianie pozycji rodziców i uczniów w działaniach edukacyjnych oraz społecznych. Jak zauważają Diana Aprilia i Tjutju Soendari (2019), model ten odgrywa istotną rolę we wczesnym wspomaganiu rozwoju, wspierając rodziców w pełniejszym angażowaniu się w procesy edukacyjne i terapeutyczne ich dzieci. Uwrażliwia również na konieczność zapewnienia rodzicom optymalnego i dostosowanego do ich potrzeb wsparcia, co wynika z przeniesienia na nich znacznej części odpowiedzialności za drogę i osiągnięcia edukacyjne dziecka. Zastosowanie modelu ekologicznego w kontekście inkluzji odpowiada również na neoliberalne i rynkowe uwarunkowania procesów wsparcia, w których często poszukuje się efektywnych, a zarazem ekonomicznych rozwiązań. Jak zauważa Lisa Jo Rudy (2013), zaangażowanie rodziców stanowi niskokosztową, lecz niezwykle skuteczną formę wsparcia, która może znacząco przyczynić się do sukcesu procesu włączania dziecka z niepełnosprawnością słuchu w środowisko edukacyjne i społeczne.

Projektowanie działań proinkluzyjnych z uwzględnieniem założeń modelu ekologicznego odgrywa kluczową rolę również w kontekście wsparcia nauczycieli. Ich wiedza, kompetencje, a także postawy i cechy osobowościowe w istotny sposób wpływają na specyfikę funkcjonowania ucznia w środowisku klasowym. Jak wskazują Mingjiao Liu i in. (w druku) na podstawie badań dotyczących kształcenia nauczycieli, szczególne znaczenie ma uwzględnienie kontekstowych uwarunkowań ich pracy oraz sieci powiązań środowiskowych, w których funkcjonują. W tym uję-

ciu działania takie jak konsultacje i warsztaty poprzedzone obserwacją w warunkach szkolnych mogą być skutecznie dostosowane do indywidualnych potrzeb nauczycieli, przyczyniając się do bardziej efektywnej realizacji założeń edukacji włączającej.

Uwzględnienie tych perspektyw w projektowaniu działań wspierających proces inkluzji pozwala na bardziej kompleksowe podejście, które integruje teoretyczne podstawy modelu ekologicznego z praktycznymi aspektami włączania ucznia i jego rodziny w różnorodne konteksty środowiskowe.

3. Analiza projektu „Proces wsparcia inkluzji dzieci z niepełnosprawnością słuchu w Gdańsku” w perspektywie modelu ekologicznego

W celu rozpoznania środowiskowych zależności pomiędzy komponentami projektu jego analiza w perspektywie modelu ekologicznego Bronfenbrennera została wykonana według pojęć kategoryalnych oraz poszczególnych systemów.

3.1. Perspektywa pojęć kategoryalnych

Kategorie: proces, osoba, kontekst, czas stanowią podstawę ekologicznego modelu Bronfenbrennera, stąd jego skrócona nazwa PPCT pochodząca od angielskich słów: *process, person, context, time*. W celu wprowadzenia w specyfikę działań projektowych kategorie te posłużą jako ramy analizy założeń projektu, umożliwiając uporządkowane przedstawienie jego kluczowych elementów oraz wzajemnych zależności między nimi.

Proces

W modelu ekologicznym wskazywane są zwłaszcza procesy proksymalne rozumiane jako „siła napędowa rozwoju” (Michel, 2013, s. 161). Mają one znaczenie dla dynamicznych powiązań pomiędzy elementami śro-

dowiska. Zachodzące w toku realizacji działań projektowych procesy proksymalne były rekonstruowane ze względu na cykliczną ewaluację realizowanych działań oraz wprowadzane zmiany.

W projekcie zidentyfikowano następujące procesy proksymalne (w ujęciu chronologicznym):

- diagnozowanie potrzeb wybranych uczniów z niepełnosprawnością słuchu, ich społeczności klasowych oraz nauczycieli, a także potrzeb i zasobów wszystkich nauczycieli i specjalistów pracujących w gdańskich szkołach publicznych;
- wsparcie środowiska klasowego dwudziestu uczniów z zaburzeniami słuchu rozproszonych w gdańskich szkołach masowych i integracyjnych (etap 1);
- wspieranie rozwoju kompetencji komunikacyjnych uczniów oraz nauczycieli w wybranych szkołach – nauka komunikacji w różnych modalnościach oraz otwartości komunikacyjnej na ucznia wykorzystującego język migowy (etap 2);
- wzmocnienie rad pedagogicznych w obszarze wiedzy i kompetencji dotyczących pracy ze zróżnicowaną grupą uczniów z niepełnosprawnością słuchu (etapy 1–3);
- mediacje pomiędzy nauczycielami a rodzicami (etapy 1–3);
- wspieranie szkoły włączającej ucznia z niepełnosprawnością słuchu w kwestii zarządzania (etap 3).

Procesy te miały lub mają swoje odzwierciedlenie w następujących działaniach:

- cykl warsztatów dla klas/grup przedszkolnych dotyczących różnorodności komunikacyjnej oraz niwelowania barier komunikacyjnych;
- cykl warsztatów dla nauczycieli dotyczących różnorodności komunikacyjnej oraz niwelowania barier komunikacyjnych;

- program indywidualnych konsultacji dla rodziców;
- program indywidualnych konsultacji dla nauczycieli;
- szkolenia dla nauczycieli;
- wsparcie tłumacza PJM;
- konsultacje dla nauczycieli dotyczące metodyki pracy z uczniem z niepełnosprawnością słuchu oraz procesu jego włączania w grupę rówieśniczą;
- badanie ilościowe dotyczące potrzeb i zasobów nauczycieli gdańskich szkół publicznych w zakresie pracy z uczniem z niepełnosprawnością słuchu;
- szkolenie z podstaw PJM dla chętnych nauczycieli;
- film informujący o działaniach projektowych.

W realizacji projektu znaczący jest też proces zmian polegający na przejściu od działań interwencyjnych dotyczących wsparcia środowisk edukacyjnych konkretnych uczniów do działań profilaktycznych przygotowujących wybrane szkoły na przyjęcie ucznia z niepełnosprawnością słuchu.

Osoba

W tej kategorii odnotowuje się znaczące zróżnicowanie zarówno grup wspierających, jak i objętych wsparciem, co przekłada się na wysoką różnorodność realizowanych usług oraz ich dostosowanie do specyficznych potrzeb uczniów, nauczycieli, rodziców, gron pedagogicznych, a także społeczności klasowych i szkolnych. Zróżnicowanie uczestników projektu stanowi czynnik, który może istotnie wzbogacić jego przebieg i wyniki poprzez wniesienie różnorodnych perspektyw i doświadczeń. Jednocześnie różnorodność ta może generować wyzwania w zakresie zarządzania oraz koordynacji działań, co wymaga szczególnej uwagi i odpowiednich strategii współpracy. Szczegóły tego zjawiska przedstawia poniższa tabela.

Tabela 1.
Zróżnicowanie osób biorących udział w projekcie

Grupa osób znaczących w działaniach projektowych	Cechy różnicujące	Konsekwencje zróżnicowania
Uczniowie z niepełnosprawnością słuchu	• stopień ubytku słuchu • zaimplantowanie lub brak implantu • rozwój mowy oraz doświadczenia związane ze wspieraniem tego rozwoju • rozwój komunikacji niewerbalnej (PJM lub SJM) oraz doświadczenia związane ze wspieraniem tego rozwoju • głuchota lub brak niepełnosprawności słuchu u rodziców ucznia • wszelkie sprzężenia niepełnosprawności • dostęp do kultury Głuchych • cechy osobowościowe oraz zasoby społeczne	Wyzwania: • różnice w sposobach myślenia, używanym języku czy stylach pracy mogą zarówno wzbogacać dyskusje, jak i generować potencjalne trudności w porozumieniu • konieczność dostosowania procesów projektowych do różnych oczekiwań i poziomów zaangażowania uczestników
Rodzice uczniów z niepełnosprawnością słuchu	• sprawność narządu słuchu • sposób komunikacji – język polski/PJM oraz poziom kompetencji komunikacyjnych • wiedza i kompetencje w obszarze wspierania rozwoju swojego dziecka • postawy rodzicielskie • cechy osobowościowe	

Grupa osób znaczących w działaniach projektowych	Cechy różnicujące	Konsekwencje zróżnicowania
Nauczyciele	• poziom wiedzy i kompetencji w obszarze pracy z uczniem z niepełnosprawnością słuchu • nastawienie do pracy z różnorodną, inkluzyjną grupą • świadomość zróżnicowania grupy uczniów z niepełnosprawnością słuchu pod kątem potrzeb, możliwości, stopnia rozumienia mowy oraz kompetencji komunikacyjnych • warunki pracy • cechy osobowościowe	Możliwości: • zróżnicowane perspektywy wynikające z odmiennych doświadczeń, wiedzy i kompetencji specjalistów realizujących działania oraz dyrektorów, nauczycieli i rodziców mogą sprzyjać generowaniu bardziej innowacyjnych rozwiązań • różnorodne umiejętności specjalistów pozwalają lepiej odpowiadać na wieloaspektowe potrzeby projektu • zróżnicowanie uczestników zwiększa szansę na opracowanie kompleksowych rozwiązań uwzględniających różne aspekty problematyki • dzięki różnorodności uczestników możliwe jest bardziej kompleksowe podejście do usuwania przeszkód w procesie inkluzji beneficjentów projektu
Inni uczniowie	• poziom wiedzy i kompetencji w obszarze komunikacji werbalnej i pozawerbalnej • indywidualne potrzeby • cechy osobowościowe	
Dyrektorzy szkół	• wiedza, kompetencje i zasoby w obszarze budowania środowiska inkluzyjnego • otwartość na innowacje i zmiany • specyfika kierowanego grona pedagogicznego oraz relacji między dyrekcją a gronem pedagogicznym • świadomość złożonych i zróżnicowanych potrzeb uczniów z niepełnosprawnością słuchu	
Specjaliści realizujący działania projektowe	• wykształcenie: logopedzi, surdopedagodzy, pedagogzy specjaliści, neurologopedzi, psychologzy • praktyka zawodowa	

Źródło: opracowanie własne.

Kontekst

Jedną z przyczyn realizacji projektu jest brak szkoły przeznaczonej dla uczniów z niepełnosprawnością słuchu w Gdańsku. Zazwyczaj takich uczniów kierowano do ośrodków specjalistycznych w miastach ościennych, co pozbawiało ich możliwości edukacji w środowisku lokalnym. Rodzice dzieci z niepełnosprawnością słuchu niejednokrotnie spotykali się z nieoficjalną odmową przyjęcia ich dziecka do szkoły masowej oraz zniechęcaniem do podejmowania starań w tym zakresie.

Ważny kontekst dla działań projektowych tworzy również oddzielnie każda ze wspomaganych placówek. Różnią się one bowiem historią integracyjną oraz inkluzyjną, a także doświadczeniami z uczniami z niepełnosprawnością słuchu lub komunikującymi się niewerbalnie. Te różnice stanowią ważny punkt wyjścia w opracowywaniu spersonalizowanych strategii wsparcia i rozwoju kompetencji nauczycieli oraz społeczności szkolnych, uwzględniających lokalne uwarunkowania i potrzeby.

Czas

Kategoria ta związana jest z długością i częstotliwością oddziaływań wokół dziecka lub w placówce, dostosowywanych w miarę możliwości do indywidualnych potrzeb. Środowisko siedmiorga z dwudziestu uczniów objętych wsparciem w pierwszym etapie otrzymywało wsparcie również podczas drugiego etapu, kiedy większość oddziaływań koncentrowała się na wybranych placówkach edukacyjnych. Byli to uczniowie, którzy zmieniali środowisko edukacyjne, etap edukacji lub ich środowisko wymagało kontynuacji wsparcia ze względu na wielopoziomowe trudności dziecka lub zróżnicowane pod względem kompetencji środowisko nauczycieli. W klasach IV–VIII oraz w szkole ponadpodstawowej z uczniem pracuje wielu nauczycieli, którzy mogą potrzebować wsparcia, złasz-

cza że materiał dydaktyczny do opanowania przez ucznia nawarstwia się z każdym kolejnym rokiem edukacji.

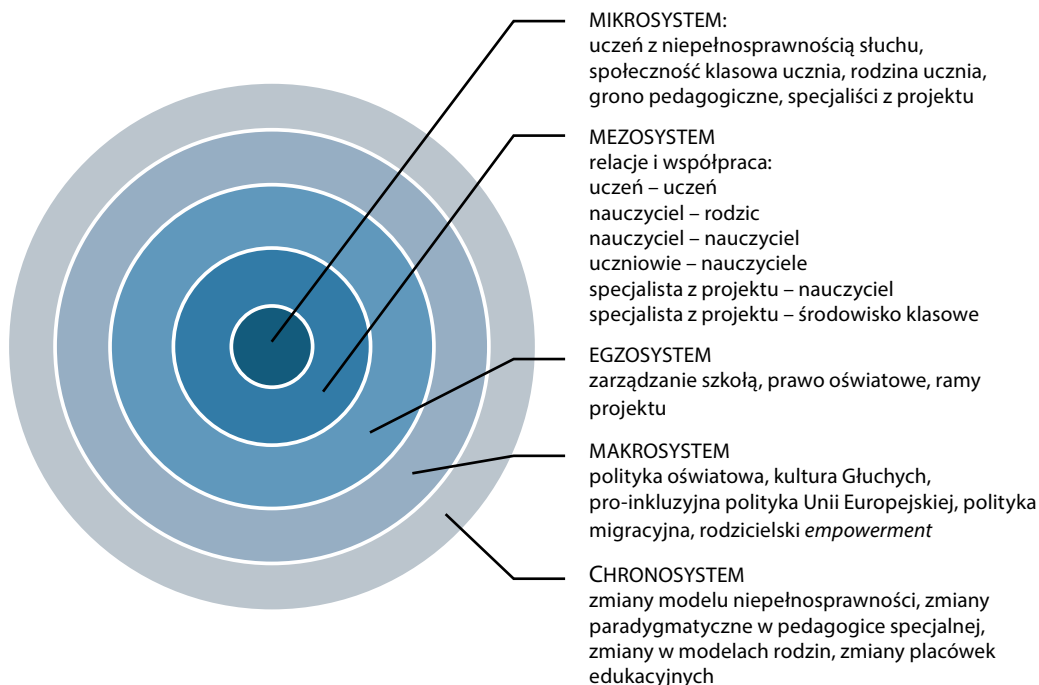
Według założeń projektu z upływem czasu oddziaływania mają być coraz mniejsze, a placówki przyjazne uczniom z niepełnosprawnością słuchu samodzielne w obszarze pracy ze zróżnicowaną grupą uczniów z zaburzeniami słuchu oraz otwarte na różnorodność komunikacyjną.

3.2. Perspektywa systemowa

Analiza układów i zależności pomiędzy uczestnikami i realizatorami projektu oraz procesami o charakterze wewnętrznym i zewnętrznym pozwala zauważyć wielopłaszczyznowość realizowanych działań. Próbę uchwycenia poszczególnych systemów w opisywanym projekcie przedstawia rysunek 1.

Rysunek 1.

Realizowane działania projektowe w ujęciu modelu ekologicznego Bronfenbrennera



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 1 obrazuje podział na systemy środowiskowe podmiotów biorących udział w projekcie oraz zachodzące między nimi lub wpływające na nie procesy. Jednocześnie ukazuje, w jaki sposób różne poziomy środowiska wpływają na funkcjonowanie ucznia, a także na efektywność działań proinkluzyjnych.

W wyżej zaprezentowanych zależnościach systemowych znacząca jest wielopodmiotowość mikrosystemu, do którego okresowo dołączają również interesariusze zewnątrzni w postaci specjalistów z projektu. Mezosystem podkreśla natomiast znaczenie relacji i synergii między podmiotami, które są kluczowe dla efektywnej realizacji działań inkluzyjnych. Relacje te wspierane są dodatkowo przez działanie interesariuszy zewnętrznych (działania projektowe). Egzosystem obejmuje szersze struktury i ramy organizacyjne, takie jak: zarządzanie szkołą, prawo oświatowe czy zasady projektowe, które implikują warunki funkcjonowania szkoły i wpływają na decyzje dotyczące uczniów z niepełnosprawnością słuchu i ich społeczności klasowych. Elementy makrosystemu natomiast stanowią ramy wartości i norm, które kształtują podejście do edukacji inkluzyjnej i wspierania uczniów z niepełnosprawnością słuchu, co może rzutować np. na nastawienie nauczycieli do działań proponowanych przez realizatorów projektu. Chronosystem konstytuuje dynamiczny charakter procesów inkluzyjnych, a także podkreśla konieczność dostosowywania działań do zmieniającego się kontekstu. Taki podział pozwala na całościowe spojrzenie na proces inkluzyjny, uwzględniające zarówno najbliższe otoczenie ucznia, jak i szerokie konteksty społeczne, polityczne i kulturowe. Umożliwia także identyfikację kluczowych relacji i czynników, które należy wziąć pod uwagę w projektowaniu działań wspierających.

4. Wnioski

Analiza działań praktycznych w kontekście teorii ekologicznej Bronfenbrennera pozwala na wzajemne uzupełnienie, rozwój oraz optymalizację zarówno praktyki, jak i teorii. Stanowi kluczowe narzędzie dla badaczy i praktyków dążących do efektywniejszego i bardziej świadomego działania w różnych dziedzinach, w tym w obszarze edukacji włączającej. Nawiązując do wskazanych we wstępie celów interpretacji projektu proinkluzyjnego w perspektywie modelu ekologicznego, można wyciągnąć następujące wnioski dotyczące kwestii takich jak:

1. Relacje w mikrosystemie

Proces budowania relacji teoretycznie ma miejsce pomiędzy wszystkimi podmiotami mikrosystemu, jednak w praktyce integracja terytorialna okazuje się niewystarczająca. Budowanie relacji i współpracy wymaga świadomego wsparcia oraz przemyślanej organizacji działań. Bariery komunikacyjne i kulturowe stanowią istotne wyzwanie, które blokuje spontaniczne akty komunikacyjne i zakłóca naturalny proces kształtowania relacji. Oznacza to konieczność wprowadzenia bardziej zróżnicowanych strategii wspierających komunikację i wzajemne zrozumienie.

2. Kontekst edukacyjny

Odwołanie się do specyficznego kontekstu środowiska edukacyjnego – zgodnie z założeniami modelu ekologicznego – pozwoliło uwzględnić unikalne cechy, potrzeby oraz specyfikę funkcjonowania i zarządzania poszczególnymi szkołami. W efekcie działania realizowane w ramach projektu różniły się zarówno charakterem, jak i częstotliwością, co zwiększyło ich adekwatność względem rzeczywistych potrzeb danej społeczności szkolnej.

3. Sfery zewnętrzne w modelu ekologicznym

Uwzględnienie w projekcie sfer zewnętrznych modelu ekologicznego, czyli egzosystemu, makrosystemu oraz chronosystemu, umożliwiło stworzenie bardziej kompleksowego podejścia do procesu inkluzji. Analiza tych sfer pozwoliła uwzględnić nie tylko bezpośrednie interakcje w środowisku ucznia, ale również wpływ szerszych struktur organizacyjnych, politycznych i kulturowych oraz dynamicznie zmieniających się uwarunkowań społecznych i edukacyjnych.

4. Luki w realizacji projektu

Ewaluacja projektu przeprowadzona po drugim etapie jego realizacji w perspektywie modelu ekologicznego pozwoliła na zidentyfikowanie luk w dotychczasowych działaniach. W szczególności zwrócono uwagę na niedostateczne wsparcie dla procesu zarządzania szkołami włączającymi. Niewystarczające zaangażowanie dyrekcji placówek w działania projektowe wskazuje na konieczność bardziej systematycznego podejścia do wspierania kadry zarządzającej w przyszłych etapach projektu.

Projekt stanowi próbę systemowego ukonstytuowania wsparcia procesu inkluzji uczniów z zaburzeniami słuchu. Jego celem jest nie tylko zmniejszenie odpowiedzialności spoczywającej na rodzicach, ale także pobudzanie ich zaangażowania oraz wspieranie rozwoju ich kompetencji w obszarze edukacji włączającej. Jednocześnie projekt podkreśla znaczenie wielowymiarowego podejścia do inkluzji, uwzględniającego zarówno relacje bezpośrednie, jak i szerokie uwarunkowania systemowe. Wyniki projektu wskazują na potrzebę kontynuacji działań z uwzględnieniem wniosków z dotychczasowych etapów, co pozwoli na dalsze doskonalenie praktyk inkluzyjnych oraz budowanie bardziej spójnych strategii wsparcia.

Bibliografia

- Adoyo, P.O. (2007). Educating Deaf Children in an Inclusive Setting in Kenya: Challenges and Considerations. *Electronic Journal for Inclusive Education*, 2(2). Pobrano z <https://corescholar.libraries.wright.edu/ejie/vol2/iss2/8>
- Aprilia, I.D. i Soendari, T. (2019). Ecological model in empowering families of children with special needs. *Advances in Social Science. Education and Humanities Research*, 214, 90–94. DOI: <https://doi.org/10.2991/ices-18.2019.22>.
- Bieńkowska, K. i Zaborniak-Sobczak, M. (2014). Wsparcie społeczne i jego związek z kształtowaniem się postaw rodzicielskich wobec dzieci z wadą słuchu. *Niepełnosprawność. Dyskursy Pedagogiki Specjalnej*, 13, 135–152.
- Bronfenbrenner, U. (1979a). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge–Massachusetts–London: Harvard University Press.
- Bronfenbrenner, U. (1979b). Context of child rearing: Problems and prospects. *American Psychologist*, 34(10), 844–850. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.844>.
- Bronfenbrenner, U. i Morris, P.A. (2006). The bioecological model of human development. W: R.M. Lerner (red.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (wyd. 6) (s. 793–828). Hoboken, NJ: Wiley.
- Davidson, K., Lillo-Martin, D. i Chen-Pichler, D. (2014). Spoken English language development among native signing children with cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 4(1), 238–250. DOI: <https://doi.org/10.1093/deafed/ent045>.
- Harvey, M.A. i Dym, B. (1988). An ecological perspective on deafness. *JADARA*, 21(3). Pobrano z <https://repository.wcsu.edu/jadara/vol21/iss3/6>
- Jagoszewska, I. (2011). Rola rodziców w rozwoju dziecka niesłyszącego. *Wycho-
wanie w Rodzinie*, 4, 49–62.
- Liu, M., Wang, H., Shi, H., Zhang, B., Sun, X. i Wang, J. (w druku). Examining the personal growth of college teacher educators through the lens of human development ecology: An approach utilizing artificial neural networks (ANNs) modelling. *Heliyon*.

- Łozińska, S. i Rutkowski, P. (2017). Język migowy źródłem pamięci społecznej Głuchych. *Horyzonty Wychowania*, 16(38), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.17399/HW.2017.163806>.
- Michel, M. (2013). Swoistość adaptabilności i przewidywanie rezyliencji u „młodych bezdomnych” w lokalnym systemie profilaktyki i resocjalizacji w kontekście ekologicznego modelu Urie Bronfenbrennera. *Resocjalizacja Polska*, 4, 153–168.
- Negri, L.M., i Castorina, L.L. (2014). Family adaptation to a diagnosis of autism spectrum disorder. W: V.B. Patel, V.R. Preedy i C.R. Martin (red.), *Handbook of early intervention for autism spectrum disorders: Research, policy, and practice* (s. 149–174). New York (NY): Springer.
- Rudy, L.J. (2013). Should parents provide their own children’s autism therapy? *Journal of Education Technology*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.23887/jet.v5i2.34313>.
- Steiner, A.M., Koegel, L.K. i Koegel, R.L. (2012). Issues and theoretical constructs regarding parent education for autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1218–1227.
- Twardowski, A. (2019). Kontrowersje wokół społecznego modelu niepełnosprawności. *Kultura – Społeczeństwo – Edukacja*, 2(16), 7–23.

Interpretacja dziedzictwa jako narzędzie włączania osób z niepełnosprawnością intelektualną w doświadczenie środowiska naturalnego w Polsce

MARTYNA OLSZEWSKA^{*1}, DIANA AKSAMIT^{*2}, KATARZYNA MYKOWSKA^{*3}

¹ Uniwersytet Gdański

² Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

³ Instytut Badań Edukacyjnych

Artykuł podejmuje teoretyczną analizę potencjału interpretacji dziedzictwa kulturowego i naturalnego jako narzędzia wspierającego włączanie społeczne osób z niepełnosprawnością intelektualną. Opierając się na koncepcji interpretacji dziedzictwa Freemana Tildena, modelu TORE oraz zasadzie projektowania uniwersalnego, wskazano, w jaki sposób odpowiednie dostosowanie treści, metod i przestrzeni może wspierać potrzeby edukacyjne tej grupy odbiorców. Szczególną uwagę poświęcono obszarom chronionym takim jak parki narodowe, które pełnią funkcję edukacyjną i stanowią miejsce pracy interpretatorów dziedzictwa. W artykule przedstawiono wyzwania związane z dostępnością dziedzictwa oraz możliwości wykorzystania projektowania uniwersalnego w tworzeniu inkluzyjnych przestrzeni przyrodniczych. Wnioski pozwalają na stwierdzenie, że interpretacja dziedzictwa uwzględniająca potrzeby osób z niepełnosprawnością intelektualną może nie tylko eliminować bariery,

* E-mail: martyna.olszewska@ug.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6109-267X>

** E-mail: daksamit@aps.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4169-4654>

*** E-mail: k.mykowska@ibe.edu.pl

ale również budować społecznie zróżnicowane środowisko sprzyjające edukacji i integracji.

SŁOWA KLUCZOWE: interpretacja dziedzictwa, niepełnosprawność intelektualna, kulturowy model niepełnosprawności, projektowanie uniwersalne, środowisko naturalne

Heritage interpretation as a tool for including people with intellectual disabilities in experiencing the natural environment in Poland

This article presents a theoretical analysis of the potential of cultural and natural heritage interpretation as a tool to support the social inclusion of people with intellectual disabilities. Drawing on Freeman Tilden's concept of heritage interpretation, the TORE model, and the principle of universal design, the text demonstrates how appropriate adaptation of content, methods, and spaces can address the educational needs of this audience group. Particular attention is given to protected areas, such as national parks, which serve educational purposes and provide a workplace for heritage interpreters. The article explores the challenges of heritage accessibility and the opportunities offered by universal design in creating inclusive natural spaces. The findings indicate that heritage interpretation tailored to the needs of people with intellectual disabilities can not only eliminate barriers but also foster socially diverse environments conducive to education and integration.

KEYWORDS: heritage interpretation, intellectual disability, cultural model of disability, universal design, natural environment

1. Wprowadzenie

Zagadnienie włączania i dostępności środowiska naturalnego dla osób z niepełnosprawnościami jest jednym z kluczowych wyzwań współczesnej koncepcji inkluzji społecznej (UNESCO, 2008). W literaturze oraz działaniach praktycznych problematyka ta skupia się głównie na potrze-

bach osób z niepełnosprawnościami ruchowymi i sensorycznymi (Imrie i Hall, 2001). Dokumenty takie jak Konwencja ONZ o prawach osób niepełnosprawnych (2006), a także krajowe regulacje dotyczące dostępności przestrzeni publicznej zazwyczaj koncentrują się na eliminacji barier architektonicznych (World Health Organization, 2011), co skutkuje marginalizacją osób z niepełnosprawnością intelektualną w kwestiach związanych z odbiorem dziedzictwa kulturowego i naturalnego (Chhabra, 2010). Mimo że organizacje rządowe i pozarządowe coraz częściej angażują się w działania na rzecz dostępności przestrzeni w ramach idei projektowania uniwersalnego (Mace, 1985; Steinfeld i Maisel, 2012), potrzeby osób z niepełnosprawnością intelektualną wciąż pozostają niedostatecznie rozpoznane. Jak podkreślają Sam Ham (2016) i Thorsten Ludwig (2015), kluczowym elementem umożliwiającym dostępność jest odpowiednie dostosowanie treści edukacyjnych, środowiska naturalnego oraz metod komunikacji, co może znacząco wpłynąć na zwiększenie uczestnictwa tej grupy w społeczeństwie.

Celem niniejszego artykułu jest teoretyczna analiza potencjału interpretacji dziedzictwa – w szczególności w ujęciu Tildena (2007) – jako narzędzia wspierającego włączanie osób z niepełnosprawnością intelektualną w doświadczanie środowiska naturalnego. Koncepcja interpretacji dziedzictwa, rozumiana jako proces edukacyjny i społeczny, umożliwia eliminację barier poznawczych i komunikacyjnych oraz promowanie integracji społecznej (Ham, 2016). Jednocześnie artykuł odnosi się do zasad projektowania uniwersalnego, które podkreślają znaczenie dostosowania przestrzeni i programów edukacyjnych do różnorodnych potrzeb odbiorców (Steinfeld i Maisel, 2012). Przedstawiona analiza opiera się na przeglądzie literatury oraz koncepcjach teoretycznych, które łączą elementy interpretacji dziedzictwa, projektowania uniwersalnego oraz praktyk edukacyjnych. Podjęte rozważania wskazują, w jaki sposób

odpowiednie dostosowanie treści, metod i przestrzeni może wspierać potrzeby osób z niepełnosprawnością intelektualną oraz umożliwiać ich aktywne uczestnictwo w środowisku naturalnym.

2. Dziedzictwo i jego interpretacja – kontekst i koncepcje

Dziedzictwo, zgodnie z definicją Słownika Języka Polskiego, obejmuje m.in. „dobra kultury, nauki i sztuki pozostawione przez poprzednie pokolenia” (hasło: *Dziedzictwo*, 2023). Jest to kategoria wieloaspektowa, obejmująca zarówno materialne, jak i niematerialne wartości przekazywane między pokoleniami. Centrum Badań Historycznych PAN w Berlinie uzupełnia tę definicję, wskazując, że dziedzictwo odnosi się zarówno do wytworów natury, jak i działalności człowieka, i podkreślając konieczność współczesnej interpretacji, która nadaje tym zasobom nowe znaczenie (Galusek i Jagodzińska, 2014). Współczesne podejście do dziedzictwa kulturowego i naturalnego często odnosi się do Konwencji UNESCO (1972) w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, która definiuje dziedzictwo kulturalne jako zabytki, zespoły architektoniczne oraz miejsca o wyjątkowej wartości historycznej, artystycznej lub naukowej. Dziedzictwo naturalne natomiast obejmuje formacje przyrodnicze, siedliska zagrożonych gatunków oraz obszary o wyjątkowych walorach estetycznych lub naukowych.

Interpretacja dziedzictwa to proces aktywnego angażowania odbiorców w odkrywanie związanych z nim znaczeń. Tilden, uważany za twórcę współczesnej koncepcji interpretacji dziedzictwa, w swojej przełomowej pracy *Interpreting our heritage* (1957/2007) zdefiniował ją jako „sztukę ujawniania znaczeń i relacji poprzez wykorzystanie bezpośrednich doświadczeń, oryginalnych obiektów i mediów wizualnych, zamiast przekazywania suchych faktów” (Tilden, 2007, s. 75). Autor podkreślał, że skuteczna interpretacja wymaga uwzględnienia osobistych doświad-

czeń i potrzeb odbiorców. Laurajane Smith w swojej publikacji *The uses of heritage* (2006) rozwija tę koncepcję, zwracając uwagę na to, że dziedzictwo nie jest jedynie zbiorem obiektów, miejsc czy budynków. Zgodnie z jej podejściem dziedzictwo to przede wszystkim proces kulturowy oparty na praktykach pamięci i angażowaniu społeczeństwa w refleksję nad jego znaczeniem. Jednocześnie Smith wskazuje, że interpretacja dziedzictwa to narzędzie umożliwiające tworzenie relacji między przeszłością a teraźniejszością, co ma szczególne znaczenie w kontekście inkluzji społecznej osób z niepełnosprawnością intelektualną.

Historycznie idea interpretacji dziedzictwa wywodzi się z działalności edukacyjnej prowadzonej w pierwszych parkach narodowych Stanów Zjednoczonych, takich jak Yellowstone czy Yosemite. John Muir, przyrodnik i jeden z inicjatorów powstania systemu parków narodowych, w swoich pracach podkreślał znaczenie ochrony przyrody w kontekście edukacyjnym i społecznym. Ważną rolę odegrał również Enos Mills, twórca pierwszej szkoły dla przewodników przyrodniczych i autor książki *The adventures of a nature guide*, która położyła podwaliny pod edukację interpretacyjną w parkach narodowych (Millis, 1990, za: Bacher i in., 2007).

Współcześnie National Park Service (NPS) w USA jest jednym z liderów w zakresie interpretacji dziedzictwa, koordynując działania edukacyjne w parkach narodowych. Działające od 1960 roku Harpers Ferry Center wspiera interpretatorów dziedzictwa, dostarczając materiały edukacyjne i organizując szkolenia (Harpers Ferry Center, 2023). Programy interpretacyjne prowadzone w tych parkach angażują zarówno obywateli Stanów Zjednoczonych, jak i międzynarodowych turystów, wzmacniając świadomość i przywiązanie do dziedzictwa naturalnego i kulturowego (Bacher i in., 2007).

Interpretacja dziedzictwa nie tylko umożliwia odbiorcom lepsze zrozumienie wartości kulturowych i przyrodniczych, ale także może pełnić funkcję narzędzia inkluzji społecznej. W szczególności w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną interpretacja dziedzictwa – dzięki swojej elastyczności i zastosowaniu odpowiednich metod – może wspierać ich aktywne uczestnictwo w kulturze i środowisku naturalnym. Uwzględnienie ich potrzeb w procesie interpretacyjnym jest zgodne z założeniami projektowania uniwersalnego, które dąży do eliminowania barier i tworzenia przestrzeni dostępnych dla wszystkich.

3. Kulturowy model niepełnosprawności

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia z 2022 roku około 1,3 miliarda osób na świecie doświadcza znacznej niepełnosprawności, co stanowi aż 16% globalnej populacji (WHO, 2022). Wcześniejsze dane WHO z 2011 roku wskazywały, że ponad miliard osób, czyli około 15% populacji, funkcjonowało z jakimś rodzajem niepełnosprawności (WHO, 2011). Wzrost liczby osób z niepełnosprawnością może być związany z wieloma czynnikami, takimi jak: starzenie się społeczeństw, globalny wzrost liczby chorób przewlekłych, zmiany demograficzne czy wojny.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2023 roku w Polsce były ponad 4 miliony osób posiadających ważne orzeczenie o niepełnosprawności wydane przez odpowiednie instytucje (GUS, 2023). Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań z 2021 roku wskazuje, że 5,4 miliona osób w Polsce deklaruje niepełnosprawność, co stanowi 14,3% ludności kraju (Ministerstwo Rodziny i Polityki Społecznej, 2021). Natomiast w przypadku osób z niepełnosprawnością intelektualną dane są mniej precyzyjne. Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych zbadał potrzeby osób z niepełnosprawnościami w Polsce na grupie liczącej około 2,5 miliona osób z niepełnosprawnościami

w znacznym lub umiarkowanym stopniu (PFRON, w druku), jednak w raporcie z tego badania nie podano, ile w naszym kraju żyje osób z niepełnosprawnością intelektualną.

Na przestrzeni lat zarówno w Polsce, jak i na świecie powstawały różne modele rozumienia niepełnosprawności – od medycznego, przez społeczny, aż po model biopsychospołeczny (Wodecki, 2020). Każdy z tych modeli w inny sposób definiuje, czym jest niepełnosprawność i niepełnosprawność intelektualna, co znacząco wpływa na sposób narracji dotyczącej tej grupy osób oraz determinuje, czy i w jakim zakresie realizują one prawa i możliwości obywatelskie (Kulawa Warszawa, 2020; Twardowski, 2023). Niestety, narracje te często podkreślają ograniczenia i potrzeby osób z niepełnosprawnością intelektualną, jednocześnie umniejszając ich potencjał, zasoby i możliwości. W efekcie niektóre obszary życia społecznego i kulturowego pozostają dla nich niedostępne (Amundson, 2000). Dotyczy to szczególnie dziedzictwa kulturowego, gdzie kluczowe stają się nie tylko bariery architektoniczne, ale przede wszystkim forma, dostępność i „namacalność” przekazu. W kontekście podjętych rozważań teoretycznych na temat interpretacji dziedzictwa jako możliwości zaimplementowania go jako narzędzia do włączania społecznego szczególną uwagę poświęcamy kulturowemu modelowi niepełnosprawności (Shakespeare, 2006). W naszym przekonaniu model ten w znaczący sposób podkreśla potrzebę zwiększania dostępności środowiska naturalnego i dziedzictwa kulturowego dla osób z niepełnosprawnością intelektualną, umożliwiając im pełniejsze uczestnictwo w życiu społecznym.

Patrick Devlieger (2005) podkreśla, że niepełnosprawność jest integralną częścią kultury. Autor wskazuje, że badanie trzech wymiarów (jednostka–kultura–społeczeństwo) powinno być zintegrowane, aby lepiej zrozumieć złożoność doświadczeń osób z niepełnosprawnościami. Za-

uważa również, że „niepełnosprawność nie istnieje w próżni, lecz jest głęboko osadzona w społecznych strukturach i narracjach” (2005, s. 34). Z kolei Sharon Snyder i David Mitchell, uważani za twórców kulturowego modelu niepełnosprawności (2005), są w literaturze przedmiotu znani z krytyki społecznego modelu niepełnosprawności, który ich zdaniem opiera się na błędnym założeniu, iż uszkodzenie i niepełnosprawność to całkowicie odrębne kategorie. Zdaniem Snyder i Mitchella ignorowanie wpływu uszkodzenia i koncentrowanie się wyłącznie na społecznym wymiarze marginalizacji nie rozwiązuje problemu osoby z niepełnosprawnością, ponieważ „uszkodzenie to zarówno ludzka odmiennność napotykaląca na bariery środowiskowe, jak i społecznie zapośredniczona różnica, która nadaje osobom z uszkodzeniami grupową tożsamość” (2005, s. 10). Podejście to pozwala na głębsze zrozumienie zarówno biologicznych, jak i społecznych aspektów niepełnosprawności.

Kulturowy model niepełnosprawności uwzględnia zarówno biologiczne, jak i społeczne aspekty funkcjonowania jednostki, ale jednocześnie zwraca uwagę na kontekst kulturowy. Jak zauważa Andrzej Twardowski (2023), w porównaniu do modelu medycznego i społecznego model kulturowy jest mniej skonkretyzowany, gdyż uwzględnia różnorodne czynniki, takie jak uwarunkowania społeczne, medyczne i jednostkowe. Jednocześnie Twardowski wskazuje, że „postrzeganie niepełnosprawności zależy od kulturowego rozumienia normy i normalności” (2023, s. 41), czego przykładem jest chociażby starożytność. „Historia dostrzeżenia niepełnosprawności intelektualnej, postępowania wobec niej i tworzenia warunków życia niepełnosprawnym dzieciom, młodzieży i dorosłym nasycona jest w czasach starożytnych ogromnym okrucieństwem oraz odrzuceniem. Takie podejście dominowało w Grecji i Rzymie” (Borowska-Beszta, 2012, s. 19–20). W literaturze anglojęzycznej podkreśla się, że w różnych kulturach podejście do niepełnosprawności może znac-

nie się różnić – od postrzegania jej jako ciężaru, aż po pewnego rodzaju wyróżnienie kulturowe (Shuttleworth i Kasnitz, 2006).

W kontekście teorii dyskursu Ernesta Laclau i Chantal Mouffe znaczenie pojęcia niepełnosprawności zmienia się w zależności od dominującej narracji, ponieważ „każdy system społeczny przypisuje określone znaczenia różnym praktykom i zjawiskom, które mogą ewoluować w czasie i przestrzeni” (2007, s. 112). W ten sposób niepełnosprawność może być rozumiana „inaczej” w medycznym, społecznym czy kulturowym dyskursie. Z kolei Anne Waldschmidt w swoich pracach podkreśla potrzebę odwrócenia epistemologicznej perspektywy i zadaje pytanie: „Skąd biorą się klasyfikacje sprawności i niepełnosprawności? Jakie mechanizmy leżą u podstaw tych podziałów i jak wpływają na nasze rozumienie normalności?” (2017, s. 79). Prowadzona w tym kierunku analiza pozwala lepiej zrozumieć, jak różne konteksty kulturowe wpływają na stosunek do niepełnosprawności.

W kulturowym ujęciu niepełnosprawność postrzegana jest jako efekt społecznie narzuconych wzorców normalności, które wykluczają osoby o odmiennych cechach fizycznych, sensorycznych lub umysłowych. W tym modelu odmienność od kulturowo utrwalonego ideału „pełnosprawności” stanowi podstawę do procesu marginalizacji. Niepełnosprawność jest zatem definiowana przez normy i wartości danego społeczeństwa. Model kulturowy niepełnosprawności może być różnorodnie rozumiany i interpretowany, co wynika z jego zależności od kontekstu kulturowego i norm danej społeczności. W artykule podjęto próbę ukazania złożoności tego modelu, uwzględniając zarówno jego teoretyczne założenia, jak i praktyczne implikacje. Jednocześnie zwrócono uwagę na wieloaspektowość pozostałych modeli niepełnosprawności (tabela 1).

Tabela 1.
Wybrane modele rozumienia niepełnosprawności

Model niepełnosprawności	Definicja i założenia	Przykłady i konsekwencje	Krytyka i ograniczenia
Medyczny	Niepełnosprawność jako wynik choroby lub uszkodzenia ciała/umysłu. Skupia się na leczeniu i eliminacji problemu.	Izolacja w domach opieki, medykalizacja niepełnosprawności, leczenie jako sposób na „normalizację”.	Ignoruje społeczne bariery. Prezentuje redukcjonistyczne podejście do osoby z niepełnosprawnością jako „problemu medycznego”.
Społeczny	Niepełnosprawność jako wynik barier (np. architektonicznych, komunikacyjnych, związanych z postawami ludzkimi).	Przykłady: brak wind, niedostosowany transport publiczny. Rozwiązanie: eliminacja barier, edukacja społeczna.	Implementacja wymaga znacznych zmian strukturalnych, kulturowych i czasowych.
Biopsychospołeczny	Integruje aspekty biologiczne, psychologiczne i społeczne jako równorzędne czynniki dla funkcjonowania jednostki.	Zastosowanie w diagnostyce (ICF – Międzynarodowa Klasyfikacja Funkcjonowania), kompleksowe podejście do rehabilitacji.	Trudności w implementacji w różnych systemach zdrowotnych, wymaga interdyscyplinarnej współpracy różnych sektorów.
Kulturowy	Postrzeganie niepełnosprawności definiuje kultura i normy społeczne.	Akceptacja osób z niepełnosprawnością w ramach wysiłków na rzecz równości kulturowej i dostępności.	Brak odzwierciedlenia w prawodawstwie, trudności w uniwersalnym zastosowaniu ze względu na różnorodność kulturową (nawet w jednym kraju).
Religijny	Niepełnosprawność jako kara za grzech lub dar boski.	Wierzenia: osoby z epilepsją jako „opętane”.	Utrwalanie stereotypów, ignorowanie rzeczywistych problemów osób z niepełnosprawnością.

Model niepełnosprawności	Definicja i założenia	Przykłady i konsekwencje	Krytyka i ograniczenia
Scalony	Łączy aspekty społeczne, medyczne i kulturowe. Preferowany w pedagogice specjalnej.	Podejście holistyczne: uwzględnia złożoność niepełnosprawności i różnorodność potrzeb.	Trudności w implementacji w systemach prawnych.

Źródło: Amundson, 2000; Barnes i Mercer, 2008; Dirth i Branscombe, 2017; Finkelstein, 2001; Grzelka, 2019; Shakespeare, 2006; World Health Organization, 2001.

Natomiast wracając do kulturowego modelu niepełnosprawności, należy zaznaczyć, iż umożliwia podjęcie analiz dotyczących tego, w jaki sposób normy społeczne, wartości i praktyki kulturowe oddziałują na postrzeganie oraz uczestnictwo osób z niepełnosprawnościami w życiu społecznym. W kontekście dziedzictwa kulturowego i naturalnego model ten pozwala zrozumieć, jak kultura kształtuje dostępność i jakie bariery mogą ograniczać włączanie osób z niepełnosprawnością intelektualną w procesy interpretacji dziedzictwa. Zastosowanie tej perspektywy pozwala nie tylko zidentyfikować problemy, ale także zaproponować rozwiązania umożliwiające pełniejszą inkluzję (tabela 2).

Tabela 2.

Uzasadnienie wyboru kulturowego modelu niepełnosprawności

Obszar	Uzasadnienie
Znaczenie norm kulturowych	Kulturowy model podkreśla, że niepełnosprawność jest efektem kulturowo narzuconych norm, które mogą wykluczać osoby z niepełnosprawnością intelektualną z pełnego uczestnictwa w życiu społecznym i kulturowym.
Interpretacja dziedzictwa	Dziedzictwo kulturowe i naturalne jest zakorzenione w normach i wartościach kulturowych, które bez odpowiednich adaptacji mogą być niedostępne dla osób z niepełnosprawnościami, w tym dla osób z niepełnosprawnością intelektualną.
Uniwersalne projektowanie	Kulturowy model wskazuje, że dostosowanie narracji, języka i metod przekazu w ramach interpretacji dziedzictwa jest kluczowe dla inkluzji osób z niepełnosprawnością intelektualną.

Obszar	Uzasadnienie
Inkluzja grup narażonych na marginalizację i wykluczenie społeczne	Model ten koncentruje się na osobach z niepełnosprawnością intelektualną, które często są pomijane w działaniach mających na celu zwiększenie dostępności przestrzeni publicznych.
Zmiana narracji i stereotypów	Umożliwia redefinicję sposobu, w jaki osoby z niepełnosprawnością intelektualną są postrzegane – nie jako bierni odbiorcy, ale jako aktywni uczestnicy kultury i edukacji.
Zwiększenie udziału w edukacji	Zastosowanie modelu pomaga zidentyfikować, jak interpretacja dziedzictwa może w przyszłości stać się narzędziem wspierającym włączanie osób z niepełnosprawnością w proces edukacji przyrodniczej i kulturowej.

Źródło: opracowanie własne.

4. Interpretacja dziedzictwa jako narzędzie włączania społecznego i jego rola w zwiększaniu dostępności środowiska naturalnego dla osób z niepełnosprawnością intelektualną

Kulturowy model niepełnosprawności pozwala potraktować proces interpretacji dziedzictwa kulturowego jako narzędzie umożliwiające włączanie osób z niepełnosprawnością intelektualną w aktywne doświadczanie kultury. Analiza tego procesu uwzględnia specyfikę funkcjonowania poznawczego osób z niepełnosprawnością intelektualną, ich zróżnicowane potrzeby edukacyjne oraz odmienne sposoby przyswajania wiedzy. Kluczowe jest podejście, które zamiast jednostronnego przekazywania informacji opiera się na angażujących metodach, takich jak praca z oryginalnymi obiektami i bezpośrednie doświadczenie.

Jak zauważa Tilden, interpretacja dziedzictwa to „aktywność edukacyjna, która nakierowana jest na ujawnianie znaczeń i relacji poprzez wykorzystanie oryginalnych przedmiotów, bezpośrednie doświadczenie oraz media ilustracyjne, zamiast jedynie przekazywania informacji faktograficznych” (2007, s. 75). Definicja ta doskonale wpisuje się w potrzeby edukacyjne osób z niepełnosprawnością intelektualną,

które w procesie poznawczym wymagają pracy na konkretach i jasności przekazu. Kluczowe są tu pewne elementy, takie jak praca z rzeczywistymi obiektami, zastosowanie wizualnych i materialnych pomocy dydaktycznych oraz doświadczenie „tu i teraz”, które pozwala zrozumieć przekazywane treści. Interpretacja dziedzictwa, zgodnie z założeniami Tildena (2007), oferuje potencjał odpowiadający specyficznym potrzebom tej grupy osób. Mimo to w praktyce rzadko wykorzystuje się te możliwości w sposób systemowy. Powstaje się więc pytanie: Dlaczego proces, który wydaje się tak dobrze dostosowany do potrzeb osób z niepełnosprawnością intelektualną, nie znajduje pełnego odzwierciedlenia w działaniach praktycznych? Bariery mogą być różne czynniki: niewystarczające kompetencje interpretatorów, brak odpowiednich narzędzi i metod pracy, niedostateczna świadomość społeczna dotycząca inkluzyjnych rozwiązań czy też ograniczenia infrastrukturalne miejsc dziedzictwa kulturowego. Te wyzwania wymagają pilnych działań w kilku obszarach: rozwijania kompetencji osób zajmujących się interpretacją dziedzictwa, dostosowania przestrzeni do różnorodnych potrzeb oraz projektowania uniwersalnego, które uczyni dziedzictwo kulturowe i naturalne dostępne dla wszystkich. Projektowanie uniwersalne opierające się właśnie na założeniu dostępności dla wszystkich jest kluczowym rozwiązaniem w kontekście interpretacji dziedzictwa dla osób z niepełnosprawnością intelektualną. Przyjęcie tego podejścia umożliwia stworzenie przestrzeni oraz programów edukacyjnych, które eliminują bariery, uwzględniając różnorodność potrzeb odbiorców. Obejmuje to przede wszystkim elastyczne środki interpretacyjne (np. interaktywne wystawy, materiały multisensoryczne i technologie wspierające), odpowiednią narrację (jasną, konkretną i angażującą) i przyjazną infrastrukturę dostosowaną do zróżnicowanych potrzeb osób z niepełnosprawnością intelektualną.

Projektowanie uniwersalne pozwala również na integrację z sześcioma zasadami interpretacji dziedzictwa opracowanymi przez Tildena (2019), które wyznaczają kierunki efektywnej interpretacji (tabela 3). Zasady te, choć pierwotnie sformułowane z myślą o szerokim gronie odbiorców, mają szczególne znaczenie w kontekście włączania osób z niepełnosprawnością intelektualną. W świetle tych zasad interpretacja dziedzictwa staje się narzędziem inkluzji społecznej wspierającym aktywne uczestnictwo w kulturze i środowisku naturalnym.

Tabela 3.

Zasady interpretacji dziedzictwa według Tildena w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną oraz projektowania uniwersalnego

Zasady Tildena	Zastosowanie w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną	Elementy projektowania uniwersalnego
1. Interpretacja będzie jałowa, jeśli nie połączy tego, co prezentuje lub opisuje, z osobowością i doświadczeniem odbiorcy.	Uwzględnienie indywidualnych możliwości poznawczych oraz wcześniejszych doświadczeń osób z niepełnosprawnością intelektualną. Prezentowane treści powinny być bliskie ich codziennym przeżyciom i wyrażane w sposób jasny, konkretny i obrazowy.	Personalizacja przekazu poprzez interaktywne wystawy, aplikacje mobilne oraz dostępność materiałów w różnych formatach, np. wizualnych, dotykowych i dźwiękowych.
2. Samo podanie informacji nie jest interpretacją. Interpretacja to ujawnianie znaczeń ukrytych pod informacją.	Treści muszą być tłumaczone w sposób angażujący, poprzez opowiadanie historii, pracę na obiektach lub doświadczenia sensoryczne, które pozwolą odbiorcom odkrywać sens i znaczenie przekazu, zamiast jedynie biernie go przyjmować.	Użycie technologii wspierających, takich jak filmy z napisami i audiodeskrypcją oraz materiały wielozmysłowe, np. obiekty do dotykania i interaktywne mapy.
3. Interpretacja jest sztuką obejmującą wiele dziedzin. Każdej zaś sztuki do pewnego stopnia można się nauczyć.	Edukatorzy pracujący z osobami z niepełnosprawnością intelektualną powinni rozwijać kompetencje w zakresie dostosowywania treści do ich potrzeb, stosując m.in. elementy arteterapii, storytellingu czy aktywności sensorycznych.	Organizacja szkoleń z projektowania uniwersalnego oraz warsztatów tworzenia inkluzywnych przestrzeni edukacyjnych.

Zasady Tildena	Zastosowanie w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną	Elementy projektowania uniwersalnego
4. Głównym celem interpretacji nie jest nauczanie, lecz pobudzanie do myślenia.	Interpretacja powinna prowokować odbiorców do eksplorowania otoczenia, zadawania pytań i wyciągania wniosków. Przykłady mogą obejmować angażowanie zmysłów w poznawanie dziedzictwa przyrodniczego, np. dotykane materiałów czy odgadywanie źródeł dźwięków.	Stworzenie przestrzeni eksploracyjnych takich jak interaktywne ścieżki edukacyjne, które umożliwiają odbiorcom odkrywanie treści we własnym tempie.
5. Interpretacja powinna mieć na celu przekazanie wizji całości, a nie tylko części.	Osobom z niepełnosprawnością intelektualną należy prezentować dziedzictwo w kontekście całościowym poprzez opowiadanie historii, która łączy poszczególne elementy w większy obraz, zamiast skupiać się wyłącznie na fragmentach wiedzy.	Wykorzystanie wirtualnych wycieczek, interaktywnych prezentacji oraz aplikacji, które przedstawiają pełny kontekst dziedzictwa w przystępny sposób.
6. Interpretacja skierowana do dzieci (mniej więcej do 12. roku życia) powinna być nie tyle okrojona i uproszczoną wersją prezentacji dla osób dorosłych, ile raczej działaniem opartym na całkiem odrębnych przesłankach.	Dostosowanie programu interpretacyjnego do grupy dzieci z niepełnosprawnością intelektualną powinno uwzględniać uniwersalny język, aktywności manualne, doświadczenia sensoryczne oraz zrozumiałe dla nich formy przekazu.	Projektowanie angażujących warsztatów, przestrzeni sensorycznych oraz materiałów dydaktycznych dostosowanych do różnych poziomów funkcjonowania poznawczego.

Źródło: Tilden, 2019.

Przedstawione zasady przeniesione na grunt pracy z osobami z niepełnosprawnością intelektualną wskazują, jak interpretacja dziedzictwa może wspierać ich uczestnictwo w kulturze i środowisku naturalnym.

Kluczowym aspektem jest tu dostosowanie treści i metod do indywidualnych możliwości poznawczych, tak aby proces interpretacji był nie tylko zrozumiały, ale także angażujący i inspirujący.

Typy odbiorców w interpretacji dziedzictwa

Przedstawione wcześniej zasady interpretacji dziedzictwa według Tildena (2019) wyznaczają ogólne kierunki efektywnego projektowania przekazu, który uwzględnia różnorodność potrzeb odbiorców, w tym osób z niepełnosprawnością intelektualną. Jednak skuteczność interpretacji w dużej mierze zależy od dostosowania metod komunikacji do zróżnicowanych grup odbiorców, z uwzględnieniem ich motywacji, zaangażowania oraz ograniczeń. Jak zauważa Ham (2016), odbiorców można podzielić na dwie główne grupy: uwięzionych (*captive audience*), których uczestnictwo wynika z obowiązku, oraz niewięzionych (*non-captive audience*), którzy angażują się dobrowolnie. W kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną rozróżnienie to ma szczególne znaczenie, ponieważ ich uczestnictwo w programach edukacyjnych i interpretacyjnych może być zarówno dobrowolne, jak i wynikać z zaleceń terapeutycznych lub edukacyjnych. Każda z tych sytuacji wymaga innego podejścia interpretacyjnego, które uwzględni zarówno ich potrzeby poznawcze, jak i emocjonalne. Tabela 4 przedstawia kluczowe różnice między tymi grupami odbiorców.

Tabela 4.
Porównanie specyfiki grup odbiorców

Odbiorcy uwięzieni (captive audience)	Odbiorcy nieuwięzieni (non-captive audience)
Przymusowa obecność odbiorców.	Dobrowolna obecność odbiorców.
Czas zaangażowania jest z góry ustalony.	Nie ma z góry ustalonego czasu zaangażowania.
Ważne są zewnętrzne nagrody, np. oceny, dyplomy, certyfikaty.	Ważna jest wewnętrzna motywacja, np. zainteresowanie, samorozwój.
Oczekiwane formalne, akademickie podejście.	Preferowane podejście nieformalne, oparte na wzbogaceniu doświadczenia.
Odbiorca może być skoncentrowany na komunikacie z obowiązku.	Odbiorca nie zwróci uwagi na nudny przekaz.

Źródło: Ham, 2016.

Podział na typy odbiorców podkreśla znaczenie elastyczności w podejściu interpretacyjnym. W odpowiedzi na tę potrzebę Ham (2016) zaproponował model TORE, który definiuje cztery kluczowe cechy skutecznej interpretacji: motyw przewodni, organizacja, znaczenie i przyjemność (tabela 5).

Tabela 5.
Cechy interpretacji według modelu TORE i ich zastosowanie w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną

Cechy interpretacji według modelu TORE	Zastosowanie w kontekście osób z niepełnosprawnością intelektualną
Motyw przewodni	Interpretacja powinna koncentrować się na jednym jasnym i zrozumiałym temacie, aby uniknąć nadmiernego skomplikowania treści.
Organizacja	Treści muszą być dobrze uporządkowane, z wyraźnym początkiem, rozwinięciem i zakończeniem, aby ułatwić ich przyswajanie.
Znaczenie	Treści powinny być związane z codziennym doświadczeniem odbiorców, co zwiększa ich zrozumiałość i angażuje emocjonalnie.
Przyjemność	Interpretacja musi być atrakcyjna, powinna wykorzystywać elementy wizualne, sensoryczne i interaktywne, które sprawiają radość odbiorcom.

Źródło: Ham, 2016

Połączenie zasad Tildena z modelem TORE stanowi solidną podstawę dla projektowania uniwersalnego, które zakłada dostępność dla wszystkich, niezależnie od ich zróżnicowanych potrzeb i możliwości poznawczych czy motywacji. Integracja tych elementów sprawia, że interpretacja dziedzictwa staje się nie tylko skutecznym narzędziem edukacyjnym, ale także platformą włączania społecznego, która pozwala osobom z niepełnosprawnością intelektualną aktywnie uczestniczyć w kulturze i środowisku naturalnym.

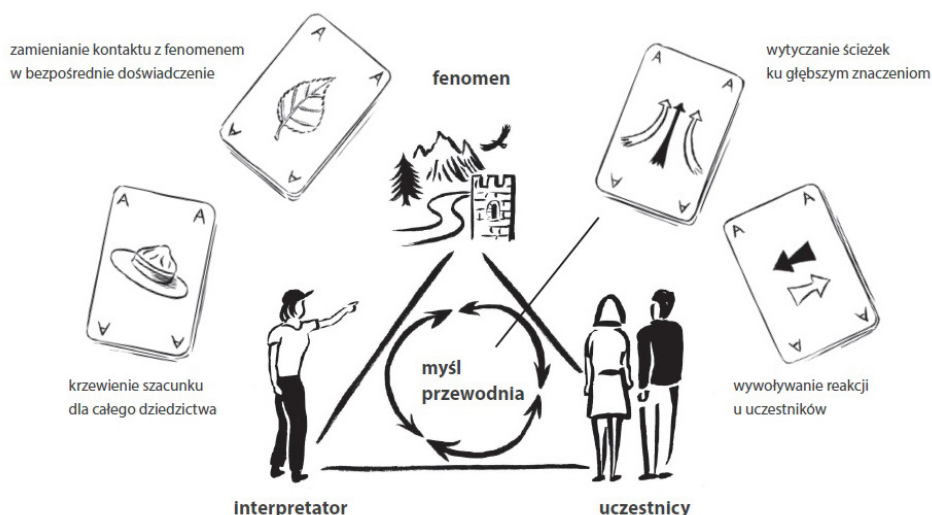
W literaturze przedmiotu znajdujemy kolejny podział grupy odbiorców dziedzictwa kulturowego (Fischer i Kuś, 2019, za: Fischer, 2019), uwzględniający takie osoby, jak: specjaliści, którzy są świadomi wartości dziedzictwa i angażują się w jego eksplorację z profesjonalnego punktu widzenia; niewyspecjalizowani odbiorcy, których interpretator ma szansę zainteresować i zainspirować, budując w nich chęć dalszego poznawania dziedzictwa; osoby niezainteresowane, które trudno zaangażować, choć nie należy rezygnować z tego typu prób. Podział ten można również odnieść do osób z niepełnosprawnością intelektualną, które najczęściej należą do grupy niewyspecjalizowanych odbiorców. Ich zaangażowanie wymaga zastosowania odpowiednich strategii interpretacyjnych, takich jak: wizualizacje, praca na konkrety oraz aktywności sensoryczne. Alicja Fischer (2019) podkreśla, że choć nie wszyscy odbiorcy będą zainteresowani dziedzictwem, interpretator nie powinien rezygnować z prób dotarcia do jak największej liczby osób, w tym osób z niepełnosprawnością intelektualną, które mogą potrzebować dodatkowego wsparcia w procesie poznawczym.

Interpretacja dziedzictwa, zgodnie z założeniami Tildena (2007; 2019) oraz modelem TORE Hama (2016), wskazuje na kluczową rolę dostosowania komunikacji i metod pracy do różnorodnych grup odbiorców, w tym osób z niepełnosprawnością intelektualną. W tym kontekście szczególnie

istotne staje się projektowanie uniwersalne, które integruje zasady dostępności z procesem interpretacji. Projektowanie to pozwala wyeliminować bariery i stworzyć przestrzeń, w których każdy odbiorca – niezależnie od swoich możliwości i potrzeb – ma równe szanse na uczestnictwo w poznawaniu dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego. Ludwig (2015) zaproponował również koncepcję trójkąta interpretacyjnego, która podkreśla wzajemne relacje między trzema elementami kluczowymi dla skutecznej interpretacji: miejscem lub obiektem dziedzictwa (źródłem wiedzy, doświadczenia i inspiracji), uczestnikami (odbiorcami dziedzictwa, w tym osobami z niepełnosprawnością intelektualną, których potrzeby poznawcze, emocjonalne i sensoryczne wymagają szczególnej uwagi) a środkami interpretacyjnymi (narzędziami umożliwiającymi zrozumienie dziedzictwa, takimi jak: narracje, wystawy interaktywne, materiały wizualne czy sensoryczne). Zastosowanie tej koncepcji w pracy z osobami z niepełnosprawnością intelektualną wymaga dostosowania każdego elementu procesu: miejsca i obiekty dziedzictwa powinny być przedstawiane w sposób prosty, przejrzysty i angażujący, z naciskiem na możliwość bezpośredniego kontaktu, co wspiera zrozumienie; uczestnicy muszą mieć zapewnioną możliwość eksplorowania treści we własnym tempie, w przyjaznym, bezpiecznym środowisku; środki interpretacyjne muszą uwzględniać zróżnicowane formy komunikacji – od narracji dostosowanej językowo po technologie wspierające, takie jak aplikacje mobilne czy interaktywne ekrany; cztery asy interpretacji, które dopełniają trójkąt Ludwiga (2015), pomagają w integracji tych elementów i w zapewnieniu spójności procesu interpretacyjnego (rysunek 1).

Rysunek 1.

Trójkąt interpretacyjny i cztery asy interpretacji



Źródło: Ludwig, 2015.

Zastosowanie projektowania uniwersalnego w interpretacji dziedzictwa staje się naturalnym rozwinięciem założeń Ludwiga (2015). Zakłada, że przestrzenie i programy edukacyjne powinny być dostępne dla wszystkich odbiorców od samego początku, bez potrzeby późniejszych adaptacji. W praktyce oznacza to elastyczne formy przekazu (np. interaktywne wystawy, materiały polisensoryczne czy aplikacje wspomagające zrozumienie), angażującą narrację, która jest klarowna, prosta, a jednocześnie inspirująca, oraz przyjazną infrastrukturę dostosowaną do ograniczeń poznawczych i sensorycznych.

5. Zakończenie

Projektowanie uniwersalne wzbogaca proces interpretacji poprzez wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań, które odpowiadają na potrzeby zarówno osób z niepełnosprawnościami, jak i innych grup odbiorców. Dzięki temu miejsca dziedzictwa stają się przestrzeniami w pełni inkluzywnymi, wspierającymi równe uczestnictwo. Jak podkreślają autorzy *Foundations*

of interpretation curriculum content narrative (Bacher i in., 2007), kluczową rolę w interpretacji odgrywa osoba interpretatora, który działa jako przewodnik, „tłumacząc” dziedzictwo na zrozumiały i angażujący język. Interpretatorzy muszą znać odpowiedzi na pytania: „Dlaczego?”, „Co to jest?” lub „Jak to powstało?”. Osobom z niepełnosprawnością intelektualną interpretator pomaga nie tylko zrozumieć treści, ale również odkrywać ich znaczenie w sposób angażujący i dostosowany do ich możliwości poznawczych. W tym kontekście projektowanie uniwersalne wspiera interpretatora, dostarczając mu narzędzi i metod, które pozwalają dotrzeć do każdego odbiorcy. Relacja między interpretatorem, dziedzictwem a odbiorcą – jak wskazuje model Ludwiga (2015) – jest kluczowa w procesie inkluzji społecznej. Dzięki tak kompleksowemu podejściu interpretacja dziedzictwa staje się skutecznym narzędziem budowania społeczeństwa inkluzyjnego, w którym każdy ma szansę na równoprawne doświadczanie kultury i natury.

Bibliografia

- Amundson, R. (2000). Against normal function. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 31(1), 33–53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1369-8486\(99\)00038-2](https://doi.org/10.1016/S1369-8486(99)00038-2).
- Bacher, K., Baltrus, A., Barrie, B., Bliss, K., Cardea, D., Chandler, L., Dahlen, D., Friesen, J., Kohen, R. i Lacombe, B. (2007). *Foundations of Interpretation Curriculum Content Narrative*. National Park Service. Pobrano z <https://www.nps.gov/idp/interp/101/foundationscurriculum.pdf>
- Barnes, C., i Mercer, G. (2008). *Niepełnosprawność*. Tłum. P. Morawski. Warszawa: Wydawnictwo Sic!
- Borowska-Beszta, B. (2012). *Niepełnosprawność w kontekstach kulturowych i teoretycznych*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Chhabra, D. (2010). *Sustainable Marketing of Cultural and Heritage Tourism*. London: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203855416>.

- Devlieger, P. (2005). *Generating a cultural model of disability*. Pobrano z https://www.researchgate.net/publication/237762101_Generating_a_cultural_model_of_disability
- Dirth, T.P., i Branscombe, N.R. (2017). Disability models affect disability policy support through awareness of structural discrimination. *Journal of Social Issues*, 73(2), 413–442. DOI: <https://doi.org/10.1111/josi.12224>.
- Fischer, A. (2019). Interpretacja dziedzictwa jako metoda angażowania społeczności lokalnych. W: M. Nocoń, T. Pasierbek, J. Sobczuk i B. Walas (red.), *Parki narodowe i otoczenie społeczno-gospodarcze. Skazani na dialog. Monografia naukowa* (s. 48–63). Sucha Beskidzka: Wyższa Szkoła Turystyki i Ekologii.
- Finkelstein, V. (2001). The social model of disability repossessed. *Disability Studies*. Pobrano z <https://disability-studies.leeds.ac.uk/wp-content/uploads/sites/40/library/finkelstein-soc-mod-repossessed.pdf>
- Galusek, Ł. i Jagodzińska, K. (2014). Hasło: *Dziedzictwo*. Centrum Badań Historycznych Polskiej Akademii Nauk w Berlinie. Pobrano z <https://cbh.pan.pl/pl/dziedzictwo>
- Grzelka, M. (2019). Representation of disability in fairy tales from the perspective of the social model of disability. *International Journal of Pedagogy, Innovation and New Technologies*, 6(1), 107–114. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2881>.
- Główny Urząd Statystyczny (GUS). (2023). *Osoby niepełnosprawne w Polsce w 2023 roku*. Pobrano z <https://stat.gov.pl>
- Ham, S. (2016). *Interpretation: Making a difference on purpose*. Golden (CO): Fulcrum Publishing.
- Harpers Ferry Center. (2023). *National Park Service*. Pobrano z <https://www.nps.gov/subjects/hfc/index.htm>
- Hasło: *Dziedzictwo*. (2023). W: *Słownik języka polskiego PWN*. Pobrano z <https://sjp.pwn.pl/slowniki/dziedzictwo.html>
- Imrie, R. i Hall, P. (2001). *Inclusive Design: Designing and Developing Accessible Environments*. London: Taylor & Francis. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203362501>.

Konwencja o prawach osób niepełnosprawnych, sporządzona w Nowym Jorku dnia 13 grudnia 2006, Dz.U. 2012 poz. 1169.

Kulawa Warszawa. (2020). *Modele niepełnosprawności: od wykluczenia do włączenia*. Pobrano z <https://www.kulawawarszawa.pl>

Laclau, E. i Mouffe, Ch. (2007). *Hegemonia i socjalistyczna strategia. Przyczynek do projektu radykalnej polityki demokratycznej*. Tłum. S. Królak. Wrocław: Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej Edukacji TWP we Wrocławiu.

Ludwig, T. (2015). *Oprowadzanie interpretacyjne. Jak budować relacje pomiędzy uczestnikami a dziedzictwem*. Tłum. J. Rumińska-Pietrzyk. Kraków: Małopolski Instytut Kultury w Krakowie.

Mace, R.L. (1985). *Universal design: Barrier-free environments for everyone*. Raleigh (NC): NC State University Center for Universal Design.

Ministerstwo Rodziny i Polityki Społecznej. (2021). *Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań: Wyniki dotyczące osób z niepełnosprawnościami w Polsce*. Pobrano z <https://niepelnosprawni.gov.pl>

Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych (PFRON). (w druku). *Raport końcowy: Badanie potrzeb osób z niepełnosprawnościami w Polsce*. Warszawa: PFRON.

Shakespeare, T. (2006). *Disability Rights and Wrongs*. London: Routledge.

Shuttleworth, R. i Kasnitz, D. (2006). Cultural context of disability. W: G. Albrecht (red.), *Encyclopedia of Disability*. London: Sage Publications.

Smith, L. (2006). *The uses of heritage*. London: Routledge.

Snyder, S.L. i Mitchell, D.T. (2005). *Cultural locations of disability*. Chicago: University of Chicago Press.

Steinfeld, E. i Maisel, J. (2012). *Universal design: Creating inclusive environments*. Hoboken (NJ): Wiley & Sons.

Tilden, F. (2007). *Interpreting our heritage* (wyd. 4). Chapel Hill (NC): The University of North Carolina Press.

Tilden, F. (2019). *Interpretacja dziedzictwa*. Tłum. A. Wilga. Warszawa: Centrum Turystyki Kulturowej TRAKT.

- Twardowski, A. (2023). Kulturowy model niepełnosprawności wyzwaniem dla pedagogiki specjalnej. *Studia Edukacyjne*, 68, 19–31. DOI: <https://doi.org/10.14746/se.2023.68.2>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (1972). *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. Adopted by the General Conference of UNESCO on 16 November 1972*. Pobrano z [UNESCO World Heritage Centre - Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage](#)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2008). *Inclusive education: the way of the future, general presentation of the 48th session of the ICE*. Pobrano z [Inclusive education: the way of the future, general presentation of the 48th session of the ICE - UNESCO Digital Library](#)
- Waldschmidt, A. (2017). Disability Goes Cultural. The Cultural Model of Disability as an Analytical Tool. W: A. Waldschmidt, H. Berressem i M. Moritz (red.), *Culture – Theory – Disability. Encounters between Disability Studies and Cultural Studies*. Bielefeld: Transcript Verlag.
- Wodecki, P. (2020). Ewolucja sposobów rozumienia pojęcia niepełnosprawności. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*, 1(34), 108–109.
- World Health Organization (WHO). (2001). *International classification of functioning, disability and health (ICF)*. Geneva: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2011). *World report on disability*. Pobrano z <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/sensory-functions-disability-and-rehabilitation/world-report-on-disability>
- World Health Organization (WHO). (2022). *Global report on health equity for persons with disabilities*. Pobrano z <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/sensory-functions-disability-and-rehabilitation/global-report-on-health-equity-for-persons-with-disabilities>

Jak kształcić generalistów i uczyć działań przedsiębiorczych? Rola edukacji podstawowej, średniej i branżowej w kształtowaniu nowej interdyscyplinarności

ZIEMOWIT SOCHA^{*1}, ŁUKASZ AFELTOWICZ^{**2}

¹ Instytut Badań Edukacyjnych

² Akademia Górniczo-Hutnicza AGH w Krakowie

W edukacji (zwłaszcza biologicznej i środowiskowej) dominuje paradygmat myślenia specjalizacyjnego. Przemysły innowacyjne dla funkcjonowania potrzebują jednak nie tylko specjalistów, ale również tzw. generalistów. Celem niniejszego szkicu jest wskazanie powodów, dla których warto rozwijać kompetencje charakterystyczne dla generalistów. Pokazujemy również, jak można podejmować takie próby. Ma to służyć stwarzaniu możliwości rozwoju osób uczących się w obszarze tzw. nowej interdyscyplinarności, która z założenia ma wspierać innowacyjność. Pokazujemy, że już na wczesnych etapach edukacji można budować podstawy pod przedsiębiorczość innowacyjną, w tym pod coś, co nazywa się w literaturze „przedsiębiorczością akademicką” studentów.

SŁOWA KLUCZOWE: strategia błękitnego oceanu, innowacje zakłócające, interdyscyplinarność radykalna, edukacja proinnowacyjna, przedsiębiorczość akademicka studentów

* E-mail: ziemowit.socha@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0383-6885>

** E-mail: afeltowicz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-6332>

How to train generalists and teach entrepreneurial activities. The role of primary, secondary, and vocational education in shaping students' pro-innovation competencies

In education, particularly in biology and environmental education, the paradigm of specialization dominates. However, innovative industries require not only specialists but also generalists. Many practical challenges do not call for specialization but rather for a broad, integrative approach. The purpose of this paper is to highlight the reasons for training generalists and to pinpoint several teaching methods. We show that one can lay the foundation for innovative entrepreneurial activities, including the “academic entrepreneurship” of students, in the early stages of education.

KEYWORDS: blue ocean strategy, disruptive innovations, radical interdisciplinarity, pro-innovation education, academic entrepreneurship of students

1. Wprowadzenie

Zwiększanie konkurencyjności gospodarczej, adaptacja zasobooszczędnych modeli ekonomicznych czy adaptacja zmian technologicznych to zjawiska zbiorczo określane w literaturze jako innowacyjność gospodarcza. Definiuje się ją jako zdolność projektowania, tworzenia, wprowadzania i wykorzystywania nowych idei, rozwiązań, produktów, usług lub procesów. Jest to umiejętność zaczynająca się od myślenia w sposób twórczy i niekonwencjonalny oraz – co szczególnie istotne – wprowadzania nowych pomysłów do praktyki społeczno-gospodarczej. W polskim dyskursie eksperckim często zwraca się uwagę na to, że innowacyjność polskiej gospodarki stoi na stosunkowo niskim poziomie (por. OPI, 2022). Wszelkie działania zmierzające do poprawy tego stanu rzeczy są więc uznawane za zgodne z interesem publicznym. Obszar edukacji jest jedną z przestrzeni

polityk publicznych, w ramach których poszukuje się rozwiązań w tym zakresie. Problem nie jest nowy, a dyskusja trwa, lecz – w przekonaniu autorów – warto rozważyć zmianę spojrzenia na szereg kwestii. Standardowo zakłada się, że edukacja opiera się na specjalizacji i służy do pogłębiania wiedzy i doskonalenia się w danej dziedzinie, wyodrębnionej w trakcie dokonywania ściślejszego podziału pracy lub funkcji. Poddani dydaktyce opartej na podejściu specjalizacyjnym zdobywamy biegłość w oddzielnych dziedzinach, czyli specjalizujemy się. Uwzględniona w Polskiej Ramie Kwalifikacji hierarchia tego procesu jest precyzyjna i spójna. Zgodnie z tą hierarchią opartą na taksonomii Blooma elementy wiedzy, umiejętności i postaw (kompetencji społecznych) jako sposoby podejścia do tejże wiedzy i umiejętności można ułożyć od najmniej do najbardziej wymagających poznawczo procesów: 1) pamiętanie, 2) rozumienie, 3) stosowanie, 4) analizowanie, 5) ocenianie, 6) tworzenie (zob. Bloom, 1956). Taksonomia ta obrazuje strukturę specjalizacji w określonej dziedzinie. W naszej ocenie problem z taksonomią Blooma polega na tym, że nie oddaje ona specyfiki działań przedsiębiorczych, a w szczególności przedsiębiorczości innowacyjnej, która wykracza poza wymienione procesy. Działania przedsiębiorcze z natury rzeczy są nakierowane na generowanie wartości. Zwykle są to wartości o charakterze merkantylnym, ale nie zawsze. W zależności od obszaru aktywności, rodzaju kapitałów i zasobów, jakimi posługuje się podmiot, wyróżnia się dziś różne typy przedsiębiorczości: gospodarczą, społeczną, polityczną, akademicką itd. Bez względu na obszar działanie przedsiębiorcze polega na wytworzeniu nowej wartości poprzez powiązanie ze sobą heterogenicznych zasobów: wiedzy, kapitałów, ludzi, idei, zasobów materialnych. Przedsiębiorcza jednostka pośredniczy w łączeniu zasobów między innymi aktorami społecznymi; łączy je, niekoniecznie sama wnosząc jakiegokolwiek zasoby (Sam i Sijde, 2014). Im bardziej niekonwencjonalne będą powiązania heterogenicznych zasobów, tym przypuszczalnie większa będzie wartość nowego produktu lub usługi. Wiązanie (*bro-*

kerage) polega nie tylko na kontaktowaniu ze sobą ludzi, pokazywaniu im sposobności do uzyskania korzyści, konstruowaniu interesów itd. Przedsiębiorczość wymaga nie tylko wielu specjalistycznych kompetencji, ale także znajomości różnych dziedzin wiedzy. W takim ujęciu przedsiębiorczość nie jest kolejną formą specjalizacji, ale metakompetencją pozwalającą odkrywać synergie między różnymi obszarami wiedzy. W związku z tym, że przedsiębiorcy najczęściej tworzą nowe, niekiedy zaskakujące powiązania i rozwiązują słabo zdefiniowane problemy, trudno wskazać kluczowy dla nich zestaw kompetencji. Przy czym nie bez powodu mówi się o działaniach przedsiębiorczych – bywamy przecież w różnych momentach w różnym stopniu przedsiębiorczy (Abreu i Grinevich, 2013). W proponowanym przez nas ujęciu właśnie takie działania przedsiębiorcze realizowane na styku różnych dziedzin wiedzy doprowadziły nie tylko do odkrycia rozmaitych technologii, ale także do stworzenia całych rynków oraz opracowania nowych modeli biznesowych. Z tego względu prezentujemy podobne podejście w kontekście edukacji biologicznej i środowiskowej.

Celem tego tekstu jest zaproponowanie nowej optyki na edukację przedsiębiorczości i innowacyjności. Być może nie brakuje nam specjalistów wykształconych w zakresie ekonomii czy nauk przyrodniczych, inżynierskich i matematycznych (*science, technology, engineering, mathematics, STEM*), ale czegoś zupełnie innego. Tekst jednak chcemy traktować jako inspirację ugruntowaną literaturowo, nie zaś plan wdrożeniowy. Ten ostatni wymaga pracy metodyków i osadzenia w prawie oświatowym (np. w ramach profili absolwenckich).

Plan tekstu jest następujący. W pierwszej kolejności pokazujemy kształcenie generalistów jako alternatywę dla specjalizowania. Następnie zwracamy uwagę na zachodzące współcześnie przemiany społeczne i gospodarcze, wskazując, jaką rolę odgrywają w nich generaliści i generalistki. W dalszej części staramy się wyciągnąć pewne wnioski dotyczące tego,

jak możemy myśleć o edukacji pod kątem inwencyjności, innowacyjności i przedsiębiorczości.

Czytelnikom i czytelniczkom należą się cztery ostrzeżenia. Po pierwsze, tekst jest gęsty teoretycznie. Przywołujemy tu szereg koncepcji z kilku różnych porządków, nie oferując spójnej ramy teoretycznej, która zebrałaby je w całość, ponieważ nie jest to celem tego artykułu. Po drugie, przywoływane koncepcje nie są szczególnie nowe. Choć bywają uwzględniane w rozmaitych dyskursach, nie widać, by miały większy wpływ na nasze podejście do edukacji. Po trzecie, są to koncepcje dość popularne. Popularność zaś sprawia, że bywają one często nadużywane, przez co tracą swoje pierwotne znaczenie. W tym tekście staramy się odwoływać do oryginalnego znaczenia popularnych terminów. Po czwarte, tekst nie dostarcza żadnych definitywnych rozwiązań. Zabieramy jedynie głos w dyskusji nad zmianami w polskiej edukacji i oferujemy pewne spojrzenie na to, jak kształcimy (zwłaszcza w zakresie nauk biologicznych i środowiskowych) ludzi, którzy będą tworzyli gospodarkę niedalekiej przyszłości.

2. Korzyści z bycia generalistą

W 2012 roku w „Harvard Business Review” ukazał się artykuł wskazujący nowe podejście do specjalizacji (Mansharamani, 2012). Było to stanowisko wyrażone dość radykalnie i jednoznacznie: era specjalistów dobiega końca, a przyszłość może należeć do generalistów, ponieważ silne powiązania w globalnej gospodarce sprawiają, że pozornie niezwiązane ze sobą wydarzenia mogą na siebie wpływać. Po ponad kilkunastu latach od publikacji tego tekstu jesteśmy po doświadczeniu społeczno-politycznych reakcji na globalną epidemię COVID-19 i destabilizacji bezpieczeństwa w Europie Wschodniej, co pozwala nam patrzeć krytycznie na przedstawione tezy.

Autor tekstu, Vikram Mansharamani, odwołuje się do eseju Izajasha Berlina (1993) na temat perspektywy jeża i lisa oraz badań Philipa Tetlocka (2005). Według Berlina ludzie w typie jeży „sprowadzają wszystko do jednej centralnej wizji”, gdzie „wszystko, czym są i co robią, ma znaczenie”, a lisy „zmierzają do rozlicznych celów, często niezwiązanych, nawet sprzecznych ze sobą” (Berlin, 1993, s. 27–28). Tetlock nawiązał do tego rozróżnienia, analizując skuteczność 284 osób zajmujących się prognozowaniem. Okazało się, że najmniej myliły się te osoby, które przyjmowały strategię lisa i pragmatycznie mieszały różne podejścia, perspektywy, orientacje i koncepcje. Jeż zna się bardzo dobrze na jednej rzeczy, lis zna się po trochu na bardzo różnych rzeczach. Mansharamani nazywa lisy generalistami. Jego zdaniem podejście generalistów jest skuteczniejsze w warunkach niepewności.

Niepewność jest ważną cechą współczesności i doświadczamy jej permanentnie, zwłaszcza po pandemii i inwazji Rosji na Ukrainę. Doświadczaliśmy jej na tyle mocno, że osoby zajmujące się myśleniem strategicznym odeszły od popularnej koncepcji VUCA na rzecz BANI. W 1985 roku, gdy zimna wojna pomiędzy Stanami Zjednoczonymi a Związkiem Radzieckim była już *de facto* zakończona, Warren Bennis i Burt Nanus ukuli skrót VUCA, którym chcieli scharakteryzować naturę ówczesnego świata (Bennis i Nanus, 1985). Skrót pochodzi od pierwszych liter czterech właściwości, którymi miał się charakteryzować ówczesny świat: zmienność (*volatility*), niepewność (*uncertainty*), złożoność (*complexity*), niejednoznaczność (*ambiguity*). Przez ponad trzydzieści lat uznawano powyższe cechy za najlepiej oddające porządek świata. Początkowo stosowano te pojęcia w wojskowości, a później w biznesie, uznając, że pomagają zrozumieć specyfikę świata po zimnej wojnie i przyjąć najbardziej efektywne strategie w wielu działaniach, takich jak: tworzenie produktów, projektowanie usług, dystrybucje towarów itd. Współcześni teoretycy zarządza-

nia w następstwie pandemii COVID-19 poszli dalej, uznając, że świat już nie jest jedynie VUCA.

Jamais Cascio już w trakcie pandemii opracował koncepcję BANI, twierdząc, że model VUCA przestał dostarczać nam adekwatnego opisu otaczającego nas, nasze przedsiębiorstwa, uczelnie i organizacje świata (Cascio, 2020). Model BANI ma odpowiadać przemianom, w których to, co zmienne, stało się kruche, to, co niepewne, stało się niespokojne, to, co złożone, stało się nielinarne, a to, co niejednoznaczne, stało się niezrozumiałe.

Rysunek 1.
Relacja koncepcji VUCA i BANI

VUCA		BANI	
V (<i>volatility</i>) – zmienność	→	B (<i>brittle</i>) – kruchość	
U (<i>uncertainty</i>) – niepewność	→	A (<i>anxious</i>) – niespój (lęk)	
C (<i>complexity</i>) – złożoność	→	N (<i>non-linear</i>) – nieliniarność	
A (<i>ambiguity</i>) – niejednoznaczność	→	I (<i>incomprehensible</i>) – niezrozumiałość	

Źródło: opracowanie własne na podst. Szkoła Zarządzania Zmianą (bdw).

Pandemia COVID-19 była zjawiskiem zaskakującym, jednak wciąż stosunkowo przewidywalnym. Ukazała natomiast kruchość systemów społeczno-gospodarczych i obnażyła naszą niezdolność do kolektywnego i skoordynowanego w skali ponadnarodowej działania (zob. Afeltowicz i Wróblewski, 2021). Koncepcja BANI jest zgodna z tezami sformułowanymi kilka dekad wcześniej przez Ulricha Becka (2002) na temat zamożnych społeczeństw zachodnioeuropejskich. Jak przekonywał niemiecki socjolog, rozwój nauki i technologii oraz powiązanych z nią rynków doprowadził do tego, że w naszym życiu jest mniej pewności niż dawniej. Nauka

i technologia przynoszą nie tylko rozwiązania problemów i dobrobyt, ale także zagrożenia i ryzyka, w tym te, których nie da się po prostu kompensować. Zarządzanie późnonowoczesnym ryzykiem – jak niekiedy się je określa – wymaga czegoś więcej niż wiedzy z różnych specjalizacji. Specjaliści i specjalistki myślą szablonowo, mają tendencję do myślenia o przyszłościach jako prostej ekstrapolacji tego, co znane, miewają problem z wymianą między „silosami” wiedzy.

W świecie charakteryzowanym przez model BANI Mansharamani dostrzega miejsce dla następców specjalistów i specjalistek. Czas pokazał, że ogląd rzeczywistości z szerszej perspektywy jest przynajmniej równie ważny, co wchodzenie w głąb wąskich zagadnień. Szukając trafnych przewidywań w takich obszarach jak polityka czy gospodarka, lepiej zwrócić się do osób, które – nie zważając na to, co jest poprawne metodologicznie – łączą (jak lis-generalista) wiedzę z wielu różnych dziedzin i czerpią z eklektycznego zasobu teorii, koncepcji i tradycji. Takie osoby wiedzą, że muszą zaakceptować niejednoznaczność i nielinearność świata. Dla nich fakty i problemy są ponad tym, co wynika z akademickiej poprawności intelektualnej i metodologicznej.

W kontekście tworzenia innowacji i proponowania rozwiązań edukacyjnych, które nie będą blokowały, lecz ułatwiały łączenie tego, co eklektyczne intelektualnie, ale i przystające do rzeczywistości, ważne jest stworzenie możliwości praktycznego sprawdzania sposobu wdrażania idei w życie. Jest to zdolność do poruszania się w ramach słabo zdefiniowanych problemów praktycznych, co jest przeciwieństwem odnoszenia się do jasno zdefiniowanych, standaryzowanych ujęć specjalizacyjnych. Tego typu podejście odpowiada za tworzenie nowych perspektyw rozwiązywania problemów, które skutkuje powstawaniem nisz rynkowych, a nawet zupełnie nowych rynków.

Pozostańmy jeszcze na moment przy opozycji lisa i jeża. Jeśli przyjrzymy się historii rozmaitych wynalazków, odkryjemy, że bardzo często technologie rodzą się poprzez przeniesienie wiedzy z jednej dziedziny do innej, przy czym takie powiązania mogą być zaskakujące lub nawet kontrintuicyjne. I nie wszystkie obszary nauki są równie otwarte na takie transfery. Thomas Kuhn (2012) odróżnił naukę normalną od nauki w fazie rewolucyjnej. W ramach nauki normalnej naukowcy dysponują modelami, czyli przykładami tego, jak rozwiązać dany problem, nad którym pracują. Samo pole problemowe jest jasno zdefiniowane: istnieje paradygmat, który nie tylko obejmuje modele, ale również pulę „łamigłówek” do rozwiązania. Łamigłówka to typ problemu, co do którego wiemy, że ma jedno prawidłowe rozwiązanie, i mamy jasne kryteria sukcesu. W takich warunkach nie ma zachęt, by czerpać narzędzia i inspiracje z zaskakujących źródeł: panuje przekonanie, że dyscyplina dysponuje wszystkim, co potrzeba. Często jednak nauka rozwiązuje problemy słabo ustrukturyzowane, które nie mają postaci łamigłówek. Dotyczy to w szczególności frontów naukowych (por. Fuchs, 1993), czyli obszarów wiedzy, w których naukowcy i naukowczynie dopiero odkrywają problemy oraz negocjują metody ich rozwiązywania, funkcjonując w warunkach wysokiej niepewności, zmuszeni do pragmatycznego majsterkowania. Nie wiadomo jeszcze, co pomoże, a co nie. Wtedy lepiej sprawdzą się ludzie o podejściu lisa, a nie jeża.

Rozwiązywanie problemów naukowych i inżynierskich to dopiero jeden z obszarów istotnych dla przedsiębiorczości innowacyjnej. Nie mniej istotne jest to, co określa się jako transfer wiedzy. Transfer wiedzy zakłada pewne oddzielenie sfery nauki i biznesu oraz przepływ wiedzy z nauki do przedsiębiorstw. W praktyce jednak granice, o których mowa, są mocno rozmyte, a podział na naukę, która wynajduje rozwiązania, i przemysł, który je stosuje, jest trudny do przeprowadzenia.

3. Błękitne oceany i innowacje zakłócające jako konteksty edukacji proinnowacyjnej

W przemysłach innowacyjnych wiele wiodących przedsiębiorstw osiągnęło swój sukces, nie tyle tworząc dla siebie niszę w obrębie istniejących rynków, ile tworząc zupełnie nowe rynki. To zasadnicza różnica, na którą zwracali uwagę Renée Mauborgne i W. Chan Kim, pisząc o strategiach czerwonego i błękitnego oceanu (2005). Przedsiębiorstwa budujące swoje strategie z myślą o ustabilizowanych rynkach muszą pokonać konkurencję na istniejącym już, zinstytucjonalizowanym polu, a więc na czerwonym oceanie. Muszą taniej oferować znane usługi, optymalizować proces produkcji itd. Strategia błękitnego oceanu zakłada tworzenie zupełnie nowych usług, a co za tym idzie nowych rynków, na których można być jedynym graczem, a zatem bezkonkurencyjnym.

Kreowanie nowych usług i powiązanych z nimi rynków nie musi wymagać przełomowych odkryć naukowych, zakładać tworzenia zupełnie nowych rozwiązań technologicznych lub usług. Możemy znaną technologię zaoferować nowej grupie użytkowników, którzy nie byli dotychczas brani pod uwagę. To właśnie stanowi istotę innowacji zakłócającej. Bierzymy istniejącą usługę, upraszczamy ją w taki sposób, by zaoferować ją nowej kategorii odbiorców. Ten nowy rynek pozwala nam na pozyskanie kapitału, którego reinwestycja niekiedy pozwoli udoskonalić nasz produkt, zwiększyć jego zasięg, a ostatecznie da nam szansę na pokonanie dobrze osadzonych graczy rynkowych, którzy dostarczali oryginalne usługi przez nas uproszczone. Tak wyglądała historia rywalizacji Blockbustera i Netflixa. Netflix zaczynał jako wysyłkowa wypożyczalnia filmów wideo. Wystarczyło wypełnić formularz, aby otrzymywać pocztą płyty z nagraniami, które mogły nam się podobać, przy czym część płyt mogliśmy zatrzymać. Mieliśmy dostęp do całej oferty, a nie tylko do tego, co aktualnie było w wypożyczalni. Nie płaciliśmy kar za przetrzymanie, a jedynie wno-

siliśmy opłaty za subskrypcję. W ten sposób Netflix docierał do klientów, którymi nie był zainteresowany Blockbuster. Netflix przetrwał pęknięcie bańki internetowej (*dot-com bubble*), stopniowo rozszerzał swoje usługi, by ostatecznie przerosnąć Blockbustera. Istotnym elementem usługi świadczonej przez Netflix jest wciąż udoskonalany algorytm sugerowania treści, który sprawia, że Netflix jest czołową platformą streamingową (Meyer, 2020). Niewykluczone jednak, że Netflix sam ulegnie innowacji zakłócającej lub przegra, rywalizując na czerwonym oceanie z globalnymi markami, takimi jak Amazon Prime, SkyShowTime, albo mniejszymi lokalnymi konkurentami.

Historia Netflixa pokazuje jeszcze jedną ważną rzecz na temat innowacji zakłócających. Firma ta zbudowała swoją pozycję, nie tyle wykorzystując jedną przełomową technologię, ile łącząc proste, niekoniecznie nowe rozwiązania, by zaoferować nową jakość nowym klientom – zachowała się jak lis Berlina, czyli generalista. Innym przykładem zakłócającej innowacji jest smartfon – to nie była nowa technologia, ale połączenie kilku standardowych, dostępnych w tamtym czasie rozwiązań. Częstokroć gdy mowa o postępie technologicznym, skupiamy się na innowacjach radykalnych (przełomowych), nie doceniając innowacji inkrementalnych (usprawniających). Postęp kojarzy nam się często ze spektakularnymi przedsięwzięciami, takimi jak: jak wynalezienie prasy drukarskiej, projekt Apollo czy elektryfikacja Zachodu itd. Na pierwszy plan często wysuwamy postacie, którym przypisujemy wynalezienie konkretnych rozwiązań. W praktyce jednak co chwila dokonujemy uproszczeń, przypisując wybranym osobom większą sprawczość niż ta, którą rzeczywiście miały. Zakładamy też na ogół, że dana innowacja przetoczyła się szybciej przez społeczeństwo, niż miało to faktycznie miejsce. Za wynalazkami stoi często dużo więcej osób, niż pokazują to upraszczające sprawozdania historyczne. Innowacja zwykle nie rozprzestrzenia się w społeczeństwie

zgodnie z modelem dyfuzji innowacji, ale wymaga wsparcia wielu rzeczników, szeregu transformacji samej technologii i samego społeczeństwa (Afeltowicz i Pietrowicz, 2013).

Nasz zachwyt nad technologiami, które wieszczą radykalną zmianę, dobrze oddaje cykl życiowy technologii Gartnera (*Gartner Hype Cycle*). Według tego modelu społeczny odbiór technologii przechodzi przez różne fazy (Gartner, *bdw*). Pojawiają się informacje o nowej, potencjalnie przełomowej technologii, napływają pierwsze doniesienia o rzekomych sukcesach. Nie tylko specjalistyczne media poświęcają uwagę danej technologii. Oczekiwania względem technologii zostają zawyżone. Dość szybko dochodzi do załamania oczekiwań, rozczarowania technologią i gwałtownego spadku zainteresowania nią. Prace jednak trwają, pojawiają się rozwiązania pilotażowe i pierwsze produkty adresowane do nisz rynkowych. Technologia nie odzyskuje już pierwotnego zainteresowania mediów i inwestorów, ale stopniowo wspina się na wyżynę produktywności. Może minąć sporo czasu od momentu szczytowego zainteresowania daną technologią do jej upowszechnienia. Nie przyniesie ona zapowiadanych przełomów, ale będzie w użyciu, przy czym wielu odbiorców może nawet nie będzie zdawało sobie sprawy z faktu, że bezwiednie korzysta z tamtej rzekomo przełomowej innowacji. Kluczem do konstruowania nowych rynków często nie są przełomowe wynalazki z zakresu STEM, ale połączenie niekoniecznie przełomowych technologicznych rozwiązań z pomysłami projektanckimi.

Połączenie tego typu można roboczo nazwać radykalną interdyscyplinarnością. Nie jest to interdyscyplinarność dotycząca nauk pokrewnych (np. pedagogiki, psychologii) lub nauk, które na pewnym etapie historii zostały już ze sobą praktycznie powiązane. Chodzi tu też nie tylko o wiązanie ze sobą względnie oddalonych od siebie obszarów wiedzy naukowej (np. informatyki i sztuki), ale łączenie badań naukowych z praktyką pro-

jektowania i sprzedaży rozwiązań, w tym rozwiązywania praktycznych problemów. Hasło nowej interdyscyplinarności pojawiało się w analizach kompetencji przyszłości prowadzonych przez Obserwatorium Kompetencji Przyszłości przy Platformie Przemysłu Przyszłości – Fundacji Skarbu Państwa. W opracowaniu dotyczącym przeglądu polskich dokumentów strategicznych (m.in. Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju i Strategii Rozwoju Kapitału Ludzkiego 2030) wskazano pojawiające się tam istotne dla przemysłu kompetencje (Socha i Wojdyła, 2021).

Dolina Krzemowa kojarzy się nam często z przemysłami wysokich technologii. Pierwotnie Dolina Krzemowa była centrum przemysłu mikroprocesorowego (Miler, 2023), które powstało w celu komercjalizacji i wyskalowania rynku związanego z rozwojem nowej, radykalnej technologii. Dziś firmy kojarzone z Doliną Krzemową najczęściej nie budują swoich modeli biznesowych wokół produktów bazujących na pojedynczym przełomie. Kluczowe dla przedsiębiorstw innowacyjnych kojarzonych z Doliną Krzemową jest oferowanie użytkownikom i użytkowniczkom nowych wartości w ramach często zaskakujących modeli biznesowych. Nowość takiej wartości często polega na tym, że ludzie nie zgłaszają na nią zapotrzebowania. Przed przedstawieniem danego produktu czy usługi nawet nie uświadamiają sobie, że chcieliby z tego korzystać. Istotne dla budowania tych zaskakujących produktów jest szeroko rozumiane projektowanie. Nie chodzi o wzornictwo przemysłowe, ale o projektowanie produktów, usług i doświadczeń. Umożliwiające to metodologie były rozwijane m.in. w ośrodkach w Dolinie Krzemowej. W Palo Alto Research Center, ośrodku badawczym korporacji Xerox, powstało nie tylko wiele prototypów technologii fundamentalnych dla naszej codzienności, takich jak: graficzny interfejs użytkownika (GUI), desktop, Wi-Fi, tablet, myszka czy edytor tekstu WYSIWYG, ale także same metody projektowania. Ośrodek ten wykorzystywał kompetencje osób związanych z nauka-

mi społecznymi, w tym z antropologią kulturową, by projektować produkty przyjazne nie tylko dla inżynierów i fascynatów technologii, ale łatwe w obsłudze (*user friendly*) i wzbudzające zainteresowanie szerokich kręgów odbiorców i odbiorczyń. Na Uniwersytecie Stanforda rozwijała się współpraca między osobami zajmującymi się naukami społecznymi, zarządzaniem i inżynierią. Jej celem było tworzenie usług i modeli biznesowych. Kierowano się założeniem, że nie wystarczy wynaleźć i wyprodukować dany gadżet, lecz trzeba go wytransferować z laboratorium – spopularyzować, wykreować zapotrzebowanie na niego, snuć narracje marketingowe, popracować nad tożsamością marki itd. Aby odnieść sukces, trzeba z jednej strony pokazać, jaką wartość będzie miał dany produkt dla konkretnej grupy ludzi (segmentu rynku), zakomunikować tę wartość, a z drugiej strony ustalić, jak przedsiębiorstwo będzie zarabiało, oferując tę wartość. Warto podkreślić różnicę między podejściem projektanckim a marketingiem. Oba służą zwiększeniu obrotów, ale odmiennie realizują ten cel. Marketing – w pewnym uproszczeniu – w skrajnych wypadkach przyjmuje postać kreowania potrzeb. Najlepszym przykładem jest „sprzedanie” przez producentów płatków śniadaniowych popularnego dziś przekonania, że śniadanie jest najważniejszą posiłkiem dnia. Natomiast projektanci i projektantki mają odkrywać i adresować pewne problemy, bez względu na to, czy są one uświadamiane, czy nie. Przykładem tego jest sukces platformy dystrybucji cyfrowej gier Steam: twórcy założyli, że ludzie decydują się na piractwo nie ze względu na cenę gier, ale niską dostępność. I Steam ograniczył piractwo nie poprzez narracje, przekonywanie czy reklamowanie, ale tworząc tak wygodny model dystrybucji dopasowany do praktyk istniejącej już bazy użytkowników i użytkowniczek gier, że trudno było z niego nie korzystać. Podobnie jest z pobieraniem muzyki i filmów z serwisów typu Torrent, które nadal funkcjonują, ale przy dostępności niedrogich aplikacji w rodzaju Amazon Prime czy darmowych jak YouTube tracą na popularności.

Takie nastawienie na odkrywanie problemów i ich rozwiązywanie – często w trybie sprintów, iteracji i inkrementalnych poprawek – jest istotą podejścia *design thinking*, które właśnie na Uniwersytecie Stanforda zostało skodyfikowane (Afeltowicz i Rudnicki, 2023).

Zarówno strategia błękitnych oceanów, innowacje zakłócające, jak i myślenie projektanckie są wyraźnie nastawione na przyszłość i specyficznie ku niej „wychylone”. Mamy na myśli nie tylko brak przywiązania do tego, co stanowi *status quo* czy próbę przewidzenia i wyprzedzenia trendów, ale o eksperymentowanie z różnymi wersjami scenariuszy przyszłości. Czasami polega to na wykorzystaniu w myśleniu strategicznym metod typu *futures thinking*. Niekiedy chodzi o podejście *time-machine research*, które stosowano w Xerox PARC (Vallance, 2022). Polega ono na tym, że zespół projektancki pracuje na co dzień z prototypami własnych rozwiązań, by łatwiej dostrzegać błędy, ograniczenia, ale również potencjał tych technologii. Wprawdzie zarząd Xeroxa nie był skłonny rozwijać tych technologii, jednak osoby goszczące w PARC dostrzegły wartość pomysłu polegającego na interakcji z komputerem poprzez przesuwanie obiektów na pulpicie za pomocą myszki. Mowa oczywiście o Billu Gatesie i Stevie Jobsie, którzy wykorzystali te pomysły, tworząc własne produkty.

Negatywne skutki odrzucania pomysłowych prototypów widać na przykładzie firmy Kodak. Jeden z pierwszych prototypów aparatu cyfrowego został stworzony przez pracownika firmy Kodak, lecz zarząd podjął decyzję, by nie rozwijać tego projektu i utrzymać dominującą pozycję w segmencie aparatów analogowych, zamiast wykorzystać kapitał do zajęcia lepszej pozycji w przyszłościowym segmencie. Kodak stracił dominującą pozycję rynkową i ostatecznie zbankrutował, ponieważ w toku cyfryzacji fotografii firma odrzuciła możliwość wykorzystania swojego wynalazku. Nie myśląc o strategiach i alternatywnych scenariuszach przyszłości, skupiono się na konserwowaniu *status quo*.

Jest jeszcze jeden czynnik, na który chcemy zwrócić uwagę. Ważnym elementem narodowych systemów innowacji wciąż pozostają uczelnie wyższe. W Polsce blisko od dekady kładzie się silny nacisk na realizację trzeciej misji uniwersytetu, jaką jest wpływ na gospodarkę i otoczenie społeczne. Uczelnie wyższe, w tym polskie, dysponują wieloma instrumentami wspomagającymi przedsiębiorczość akademicką, począwszy od inkubatorów, przez centra transferu technologii, systemy stypendialne, na parkach naukowo-technologicznych skończywszy. W strategiach uczelni również podkreśla się rolę przedsiębiorstw *spin out* i *spin off*. Tym, czego brakuje, a co sprawia, że temat przedsiębiorczości akademickiej okazuje się bliski problematyce edukacji na średnich i niższych szczeblach, jest przedsiębiorczość akademicka studentów i studentek. Myśląc o przedsiębiorczości akademickiej, mamy często na myśli przedsiębiorczych naukowców i naukowczynie, którzy komercjalizują swoje odkrycia i wynalazki. Tymczasem wiele uczelni, w tym często stawiany za wzór MIT, wspomagają przedsiębiorczość studentów i studentek, tworząc dla nich przestrzeń, udzielając wsparcia w inkubacji pomysłów, oferując lokale w modelu rozszerzonego kampusu dla ich start-upów. Często większe znaczenie ma nie samo naukowe odkrycie, które wykorzystujemy, tworząc innowację, ale to, czy projektowany produkt o wystarczającej funkcjonalności (*minimum viable product*) zaspokoi potrzebę jasno zdefiniowanej grupy. W skrajnej postaci przedsiębiorczość studencka prowadzi do porzucania studiów. W takim ujęciu uniwersytety oferują nie tyle zawód i formalne potwierdzenie wykształcenia, ile kapitał społeczny i kulturowy oraz infrastrukturę dla studenckiej przedsiębiorczości. Uczelnie stają się środowiskiem, w którym idee mogą swobodnie krążyć, a generaliści i generalistki mogą czerpać ze zróżnicowanych źródeł wiedzy, mając dostęp do różnych specjalizacji.

Przed Polską jeszcze długa droga do realizacji idei uniwersytetu przedsiębiorczego, dla którego działalność komercyjna realizowana w związku z pracami badawczymi i projektami osób studiujących stanowi istotne źródło dochodu. Bez względu na to, czy idea ta jest realna lub choćby pożądana w warunkach polskiego szkolnictwa wyższego, taki model stanowi kontrpunkt dla obecnych uniwersytetów. Te bardzo często generują wysokiej klasy specjalistów, którzy zasilają szeregi pracowników krajowych i zagranicznych przedsiębiorstw operujących na czerwonych oceanach, zamiast budować rodzimą przedsiębiorczość innowacyjną.

Pozostaje pytanie, jak wątki na temat statusu wiedzy oraz innowacji wiążą się ze szkolnictwem i edukowaniem. W naszej ocenie obecny system szkolnictwa nie zawiera wielu elementów, które wspierałyby budowanie kompetencji charakterystycznych dla generalistów i niezbędnych do realizacji działań przedsiębiorczych w rozumieniu tego tekstu. Uczymy, jak wspinać się na szczyt taksonomii Blooma, czyli uczymy biegłości w posługiwaniu się zadany zestawem wiedzy i kompetencji. Przedsiębiorczość wymaga metakompetencji i nie daje się wykształcić po prostu przez przekazanie wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat ekonomii. Przedsiębiorczy możemy stać się dzięki rozwiązywaniu problemów, i to raczej tych słabo zdefiniowanych, a nie „łamigłówek”. To wymaga nie tylko szukania rozwiązań, ale także umiejętnego definiowania własnej ignorancji i aktywnego poszukiwania wiedzy pomocnej przy rozwiązaniu aktualnego problemu. Sami najczęściej nie zdobędziemy wszystkich niezbędnych kompetencji, więc musimy pracować zespołowo. W kolejnej części artykułu podsuwamy pomysły, których wykorzystanie można rozważyć przy projektowaniu edukacji z myślą o przedsiębiorczych generalistach i generalistkach.

4. Podsumowanie. Jak przygotować przedsiębiorczych generalistów?

W sektorze oświaty interdyscyplinarność może budzić skojarzenia z tzw. korelacją międzyprzedmiotową (Wójcik-Hetman i Żmijowska-Wnęk, 2015). To ważne zagadnienie i prawdopodobnie powinno być na nie miejsce w polskiej szkole. Eksperci Centrum Edukacji Obywatelskiej wskazują, że dzięki podejściu interdyscyplinarnemu w edukacji uczniowie mają możliwość poznawania zagadnień z różnych perspektyw, co sprzyja głębszemu i bardziej spójnemu rozumieniu pojęć. W efekcie lepiej pojmują różne zjawiska, sprawniej analizują problemy i efektywniej je rozwiązują (Skura i Lisicki, bdw). Sądzymy jednak, że w zarysowanym kontekście niedawnych zmian (cyfryzacja, transformacja energetyczna, destabilizacja bezpieczeństwa itd.) to za mało. Konieczne jest też rozwijanie przedsiębiorczych postaw polegające na stwarzaniu możliwości do próbowania swoich sił w działalności łączącej teorię z praktyką, naukę z biznesem czy inżynierię z wzornictwem. I taki trening może odbywać się na wcześniejszych poziomach edukacji niż dydaktyka akademicka. Sądzymy, że im szybciej to nastąpi, tym lepiej dla innowacyjności gospodarki. Ludzie rozpoczynający studia mogą już mieć wykształcone kompetencje, które pozwolą im poszukiwać sposobności do angażowania się w przedsiębiorczość akademicką.

Radykalna interdyscyplinarność nie jest edukacyjnym i naukowym panaceum. Przeciwnie, wciąż istnieje silna potrzeba rozwijania specjalizacji. Weźmy za przykład oceanografię (Ocean Literacy, 2022): ocean stanowi największy niepoznany obszar ziemi – do tej pory zbadano mniej niż 5% jego dna. W mikrobiologii szacuje się, że 99% mikroorganizmów w ludzkim ciele jest nieznana nauce (Nauka w Polsce, 2017). Natomiast chcielibyśmy wskazać, że warto stwarzać części uczniów i uczennic możliwość pracy w modelu interdyscyplinarnym, zorientowanym problemo-

wo i praktycznie, nierespektującym granic specjalności. Takie podejście, w przekonaniu autorów, jest ważne dla zwiększania innowacyjności gospodarczej.

Powstaje pytanie, jak podobne kwestie mogą być kształtowane w edukacji formalnej. Można założyć, że przedsiębiorczość będzie kształtowana dzięki nauczaniu w szkołach średnich przedmiotu biznes i zarządzanie. To dobrze, że taki przedmiot jest w szkołach, ale sądzimy, że na lekcjach biznesu i zarządzania uczniowie nie nauczą się tego, co postulujemy w niniejszym tekście. Podstawy przedsiębiorczości w naszym rozumieniu to coś innego niż znajomość elementarnych zasad pisania CV czy wystawiania faktur VAT. Nam chodzi o tworzenie innowacyjnych produktów i usług, które będą miały wysoką wartość dodaną. Z perspektywy tak rozumianej przedsiębiorczości bardziej pomocne byłyby warsztaty z myślenia projektanckiego.

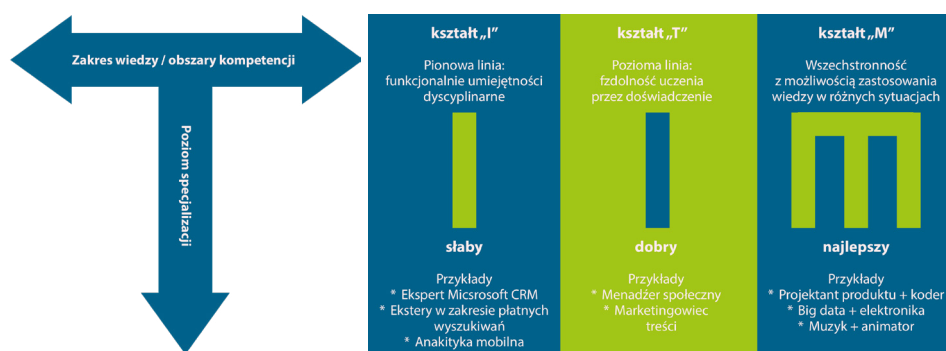
Szkoły i kadra nauczycielska mogą wybranym uczniom i uczennicom w tym procesie towarzyszyć, ale nie w charakterze przekazu wiedzy: działania przedsiębiorcze nie dają się skodyfikować i zamknąć w podręcznikach. Zamiast tego można wskazywać kierunki, dostarczać narzędzia i okazje do samorozwoju bazującego raczej na idei edurozrywki (*edutainment*) niż na pomiarze przekazanej wiedzy. To wymaga zmiany roli nauczycieli i nauczycielek, którzy mają towarzyszyć w procesie eksploracji problemów, a nie przekazywać wiedzę i oceniać (opozycja *sage on the stage/guide on the side*) (King, 1993). Metody takie jak klasa odwrócona (*flipped classroom*)¹ są ściśle powiązane z nauczeniem poprzez skupienie się na problemach i wyzwaniach. Rozwiązując rzeczywiste problemy, zamiast realizować

¹ Odwrócona klasa to metoda nauczania polegająca na zmianie schematu lekcji – uczniowie samodzielnie opanowują temat w domu przed lekcją, a na zajęciach praktycznie ją utrwalają i ćwiczą pod okiem nauczyciela. Odwrócona lekcja nie polega na zamianie ról nauczyciel – uczeń.

ćwiczenia szkolne, uczniowie nie tylko wspinają się w górę typologii Blooma, ale muszą czerpać wiedzę z innych dziedzin. Skoro uniwersytety niekiedy funkcjonują nie jako szkoły zawodowe, a przestrzenie dla projektów studenckich, dlaczego szkoły podstawowe i średnie miałyby działać inaczej? Jako pewien model przytoczymy projekt pilotażowy *Grajmy w szkole!* (Narodowy Instytut Muzyki i Tańca, bdw). W ramach tego projektu uczniowie nie uczyli się muzyki, studiując historię i teorię muzyki, ale praktykowali muzykę, uczestnicząc w szkolnej orkiestrze. Po lekcjach mogli rozwijać swoje muzyczne zainteresowania pod kierunkiem nauczyciela będącego dyrygentem, liderem zespołu czy jego koordynatorem. Tego typu edukacja nieformalna w instytucji znanej z dostarczania edukacji formalnej jest – według wyników ewaluacji tego projektu – skutecznym narzędziem rozwijającym szeroką gamę kompetencji społecznych, ale też umiejętności praktycznych (w tym przypadku gry na instrumentach muzycznych). Sądzymy, że odpowiednie skalowanie tego narzędzia dałoby ważne rezultaty syntetyzujące podejście specjalistyczne z generalistycznym, co obrazuje model kompetencji w kształcie litery „T” przedstawiony na rysunku 1.

Rysunek 1.

Model kompetencji litery „T”



Źródło: Nikowska i Socha, 2022, s. 45–46.

Model ten został stworzony jako odpowiedź na wyzwania związane z wąskim zakresem umiejętności technicznych, często pozbawionych wsparcia tzw. kompetencji miękkich. Brak tych umiejętności utrudniał efektywną komunikację i współpracę w zespołach. Zgodnie z tym modelem kompetencje można podzielić na dwa kluczowe wymiary: wertykalny (odnoszący się do stopnia specjalizacji) i horyzontalny (określający zakres różnorodnych umiejętności). W tradycyjnej gospodarce pracownicy zazwyczaj posiadali wysoko rozwinięte, lecz wąsko ukierunkowane kompetencje, co sprawiało, że ich profil przypominał bardziej literę „I” niż „T”. Współcześnie rekomenduje się, aby modele kompetencji przyjmowały kształt litery „N” (z dwoma specjalizacjami), litery „M” (z trzema specjalizacjami) bądź nawet kształt „grzebieniowy” (z min. czterema specjalizacjami) (zob. Nikowska i Socha, 2022). W pozornej dychotomii specjalista kontra generalista można zauważyć, że linia pionowa będzie odnosiła się do typowych specjalizacji, a pozioma do generalizacji. Model ten sugeruje, w jaki sposób projektować praktykę edukacyjną, w tym w naukach przyrodniczych (biologicznych i środowiskowych). Pozwólmy osobom wejść głęboko w określoną specjalność, ale zadbajmy również o szerokie kompetencje, nie narzucając przy tym, które „skrzyżowania” są bardziej pożądane. Unikajmy prób uczynienia danej osoby specjalistą we wszystkim.

Proponowana w tekście wizja zakłada położenie większego nacisku na informację zwrotną i tolerancję na błędy, w szczególności nasze własne. Gdy podejmujemy działania przedsiębiorcze i mierzymy się z problemami, nieuchronnie popełnimy błędy. To samo dotyczy innowacji. Wiele podejść, z myśleniem projektanckim na czele, zakłada nie tylko tolerowanie błędów, ale możliwie szybkie ich wychwytywanie w celu rozwijania usługi. Jeśli pracujemy iteracyjnie, to nasze porażki okazują się mniej dotkliwe i stają się okazją do zdobycia nowej wiedzy. Sama nauka wymaga goto-

wości na porażkę – w trakcie realizacji eksperymentów i prowadzenia obserwacji częściej ustalimy, że jakaś zależność nie zachodzi, niż odkryjemy coś nowego. Jeśli młodzi ludzie mają angażować się w przedsiębiorczość innowacyjną, muszą umieć radzić sobie z porażkami, także w wymiarze trudnych emocji, które im towarzyszą. Aby potraktowali porażkę jako pouczającą lekcję, warto nauczyć ich metod udzielania informacji zwrotnej. W założeniach system ocen ma dawać taką informację, ale w praktyce oceny nie pokazują, co można ulepszyć, a nad czym trzeba popracować. Z tego względu warto stosować metody oceniania takie jak *rubrics* (Cornell University, bdw), ponieważ dawanie precyzyjnej, zobiektywizowanej informacji zwrotnej w toku oceniania uczy, że oceny nie są subiektywne, nie są kwestią sympatii i antypatii osoby oceniającej, lecz są wyrazem obiektywnych wyników naszej pracy. Zalecono nam poprawę, gdyż nie zrealizowaliśmy wcześniej określonego celu, a nie dlatego, że komuś nie podoba się nasza praca. Umiejętność wysłuchania krytyki jest istotna, gdyż w przyszłości będziemy musieli przyjmować do wiadomości, że nasz produkt nie radzi sobie na rynku, prototyp nie działa, a inwestorzy nie podzielają naszej entuzjastycznej oceny oferowanej wartości.

Podsumowując, uważamy, że praktyczne podejście do kształtowania umiejętności w szkole jest podstawą do rozwijania w późniejszym wieku przedsiębiorczości akademickiej. W naszym przekonaniu proponowane podejście nie postuluje ani tworzenia nowych laboratoriów do rozwijania wiedzy z przedmiotów STEM, ani sprzedawania lemoniady w sklepikach szkolnych (zob. Harrison, 2018). To, czego w naszej ocenie brakuje, to sensownego połączenia między tymi skądinąd dobrymi szkołami ważnych kompetencji.

Bibliografia

- Abreu, M. i Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 42(2), 408–422.
- Afeltowicz, Ł. i Pietrowicz, K. (2013). *Maszyny społeczne. Wszystko ujdzie, o ile działa*. Warszawa: PWN.
- Afeltowicz, Ł. i Rudnicki, S. (2023). Socjologia wobec design thinking. *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny*, 85(2), 237–251.
- Afeltowicz, Ł. i Wróblewski, M. (2021). *Socjologia epidemii. Wyłaniające się choroby zakaźne w perspektywie nauk społecznych*. Warszawa: PWN.
- Beck, U. (2002). *Spółeczeństwo ryzyka. W drodze do innej nowoczesności*. Tłum. S. Cieśla. Warszawa: Scholar.
- Bennis, W. i Nanus, B. (1985). *Leaders: Strategies for Taking Charge*. New York (NY): Harper & Row.
- Berlin, I. (1993). *Jeź i lis. Esej o pojmowaniu historii u Tołstoja*. Tłum. A. Konarek, H. Krzeczowski, K. Tarnowska. Warszawa: Pavo.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. London: Longmans.
- Cascio, J. (2020). *Facing the age of chaos*. Pobrano z <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>
- Cornell University. (bdw). *Using rubrics*. Pobrano z <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/assessment-evaluation/using-rubrics>
- Fuchs, S. (1993). Three sociological epistemologies. *Sociological Perspectives*, 36(1), 23–44.
- Gartner. (bdw). *Gartner Hype Cycle*. Pobrano z <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
- Harrison, D. (2018). *Why hosting a lemonade stand is the perfect lesson plan*. Pobrano z <https://www.alexslemonade.org/blog/2018/02/why-hosting-lemonade-stand-perfect-lesson-plan>

- King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching*, 41(1), 30–35. Pobrano z <https://faculty.washington.edu/kate1/ewExternalFiles/SageOnTheStage.pdf>
- Kuhn, T. (2012). *Struktura rewolucji naukowych*. Tłum. H. Ostromęcka. Kraków: Aletheia.
- Mansharamani, V. (2012). All hail the generalist. *Harvard Business Review*. Pobrano z <https://hbr.org/2012/06/all-hail-the-generalist>
- Mauborgne, R. i Chan Kim, W. (2005). *Blue Ocean Strategy*. Boston (MA): Harvard Business School Press.
- Meyer, E. (2020). *Gdy regułą jest brak reguł. Netflix i filozofia przemiany*. Tłum. A. Sobolewska. Kraków: Znak Literanova.
- Miler, Ch. (2023). *Wielka wojna o chipy. Jak USA i Chiny walczą o technologiczną dominację nad światem*. Tłum. A. Samson-Banasik i M. Głatki. Warszawa: Prześwity.
- Narodowy Instytut Muzyki i Tańca. (bdw). *Grajmy w szkole!* Pobrano z <https://nimit.pl/dzialalnosc/grajmy-w-szkole/>
- Nauka w Polsce. (2017). *99 proc. mikroorganizmów w ludzkim ciele jest nieznana nauce*. Pobrano z <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C459457%2C-99-proc-mikroorganizmow-w-ludzkim-ciele-jest-nieznana-nauce.html>
- Nikowska, A. i Socha, Z. (2021). *Monitoring źródeł UE w zakresie kompetencji dla przemysłu przyszłości*. Radom: Platforma Przemysłu Przyszłości. Pobrano z https://kometa.edu.pl/uploads/publication/1272/f914_A_2021_FPPP_raport_monitoring_ue.pdf?v2.8
- Ocean Literacy. (2022). *Ocean wciąż pozostaje w dużej mierze niezbadany*. Pobrano z <https://oceanliteracy.pl/zalozenia/7-ocean-wciaz-pozostaje-w-duzej-mierze-niezbadany/>
- OPI. (2022). *Narodowy System Innowacyjności. Szanse i wyzwania*. Warszawa: Ośrodek Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy. Pobrano z <https://radon.nauka.gov.pl/analizy/narodowy-system-innowacyjnosci>
- Sam, C. i Sijde, P. van der (2014). Understanding the concept of the entrepreneurial university from the perspective of higher education models. *Higher Education*, 68(6), 891–908.

- Skura, M. i Lisicki, M. (bdw). *Wprowadzanie do szkół różnych form interdyscyplinarności jest dziś koniecznością*. Pobrano z <https://ceo.org.pl/wprowadzanie-do-szkol-roznych-form-interdyscyplinarnosci-jest-dzis-koniecznoscia/>
- Socha, Z. i Wojdyła, P. (2021). *Monitoring źródeł krajowych w zakresie kompetencji dla przemysłu przyszłości*. Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości. Pobrano z https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/uploads/2022/02/220223_FPPP_raport_graficzny_monitoring_zrodel_krajowych_web.pdf
- Szkoła Zarządzania Zmianą. (bdw). *VUCA jest już do BANI, czyli w poszukiwaniu odpowiedzi*. Pobrano z <https://zmiana.edu.pl/vuca-jest-juz-do-bani-czyli-w-poszukiwaniu-odpowiedzi>
- Tetlock, P. (2005). *Expert Political Judgment: How Good Is It? How Can We Know?* Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Vallance, P. (2022). *A brief guide to futures thinking and foresight. Tips, advice, and guidance to help civil servants embed long-term thinking and external insight into policy making*. London: United Kingdom Government Office for Science. Pobrano z https://assets.publishing.service.gov.uk/media/635931b-18fa8f557d066c1b1/A_Brief_Guide_to_Futures_Thinking_and_Foresight_-_2022.pdf
- Wójcik-Hetman, D. i Żmijowska-Wnęk, E. (2015). *Przewodnik dla nauczycieli nt. korelacji programów przedmiotowych*. Wrocław: Dobre Kadry. Pobrano z <https://koss.ceo.org.pl/sites/koss.ceo.org.pl/files/korelacja-przewodnik.pdf>