

Rola robotyki we wspieraniu edukacji osób z niepełnosprawnościami

The Role of Robotics in Supporting the Education of People with Disabilities

Key words: social robots, special education, students with disabilities, educational robotics, human–robot interaction, educational innovations.

Abstract: The article examines the role of social robots in the education of individuals with disabilities, focusing on their didactic, therapeutic, and motivational potential as well as practical and ethical limitations. The introductory section outlines the definition and characteristics of social robots, emphasizing their ability to engage in interactions resembling human communication. The article discusses applications of social robots in supporting children and adults with autism spectrum disorder, intellectual disabilities, and motor or communication impairments. Particular attention is given to humanoid robots such as Kaspar, NAO, and Milo, which play a central role in the development of social and communication skills. The paper highlights benefits such as individualized learning, patience and repeatability, increased motivation, and reduced social anxiety. At the same time, it addresses significant challenges, including high costs, teacher training requirements, the risk of over-attachment to technology, and ethical dilemmas concerning the potential dehumanization of education. Future research directions are discussed, with emphasis on personalization of interactions, long-term effectiveness, integration with other educational technologies, and the development of ethical standards. The conclusions underline that social robots should complement, rather than replace, teachers and therapists, and that their effective implementation requires both technological innovation and pedagogical reflection.

Słowa kluczowe: roboty społeczne, edukacja specjalna, uczniowie z niepełnosprawnościami, robotyka edukacyjna, interakcja człowiek–robot, innowacje w edukacji.

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie roli robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami, ze szczególnym uwzględnieniem ich potencjału dydaktycznego, terapeutycznego oraz ograniczeń praktycznych i etycznych. W pierwszej części omówiono definicję i charakterystykę robotów społecznych, które wyróżniają się zdolnością do prowadzenia interakcji przypominających relacje międzyludzkie. Następnie zaprezentowano przykłady zastosowań robotów w pracy z dziećmi i dorosłymi z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, niepełnosprawnością intelektualną oraz zaburzeniami ruchowymi i komunikacyjnymi. Szczególną uwagę poświęcono humanoidalnym robotom Kaspar, NAO i Milo, które odgrywają kluczową rolę w treningu kompetencji społecznych i komunikacyjnych. W dalszej części wskazano korzyści wynikające z wykorzystania robotów społecznych, takie jak indywidualizacja procesu edukacyjnego, powtarzalność i cierpliwość, zwiększenie motywacji i redukcja lęku społecznego. Podjęto również refleksję nad wyzwaniami związanymi z kosztami, kompetencjami nauczycieli,

ryzykiem nadmiernego przywiązania do technologii oraz dylematami etycznymi dotyczącymi dehumanizacji edukacji. Artykuł zakończono omówieniem przyszłych kierunków badań, w tym konieczności personalizacji interakcji, oceny długofalowej skuteczności, integracji robotów z innymi technologiami edukacyjnymi oraz wypracowania standardów etycznych.

Wprowadzenie

Współczesna edukacja osób z niepełnosprawnościami staje wobec wyzwań związanych z koniecznością indywidualizacji procesu nauczania oraz poszukiwania nowych metod wspierających rozwój kompetencji poznawczych, społecznych i komunikacyjnych. Tradycyjne podejścia dydaktyczne, choć wciąż kluczowe, nie zawsze w pełni odpowiadają na potrzeby uczniów o zróżnicowanych profilach funkcjonowania. W tym kontekście coraz większe zainteresowanie budzą nowoczesne technologie, a w szczególności roboty społeczne, które w ostatnich dwóch dekadach znalazły zastosowanie nie tylko w badaniach naukowych, ale również w praktyce edukacyjnej i terapeutycznej (Belpaeme i in., 2018; Scassellati i in., 2012).

Roboty społeczne to urządzenia zaprojektowane w taki sposób, aby wchodziły w interakcje z ludźmi przy użyciu werbalnych i niewerbalnych form komunikacji, często imitując zachowania społeczne człowieka. Ich unikalną cechą jest zdolność do przewidywalnych, spójnych i powtarzalnych reakcji, co czyni je szczególnie wartościowymi w pracy z osobami, które mogą doświadczać trudności w kontaktach interpersonalnych, jak np. osoby z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (ASD) czy niepełnosprawnością intelektualną.

Dotychczasowe doświadczenia badawcze pokazują, że roboty społeczne mogą pełnić funkcję pośredników w procesie uczenia się – ułatwiać rozwój kompetencji społecznych, wspierać nabywanie umiejętności komunikacyjnych, a także wzmacniać proces rehabilitacji ruchowej i poznawczej. Przykłady takich rozwiązań obejmują m.in. robota Kaspar, wspierającego dzieci z ASD w treningu interakcji społecznych, robota NAO, szeroko stosowanego w edukacji i terapii, czy robota Milo, zaprojektowanego z myślą o wspieraniu dzieci z autyzmem w procesie uczenia się kompetencji emocjonalnych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat wykorzystania robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami, ze szczególnym uwzględnieniem ich potencjału, ograniczeń oraz perspektyw dalszego rozwoju. Artykuł łączy perspektywę entuzjastyczną, podkreślającą innowacyjność i skuteczność robotów w procesach dydaktycznych i terapeutycznych, z krytyczną refleksją wskazującą na bariery wdrożenia, ryzyka etyczne oraz konieczność zachowania równowagi pomiędzy technologią a relacjami międzyludzkimi.

Roboty społeczne – definicja i charakterystyka

Roboty społeczne to autonomiczne lub półautonomiczne systemy, które są zdolne do komunikacji i współdziałania z ludźmi w sposób przypominający interakcje międzyludzkie (Fong i in., 2003). Charakteryzują się one:

- Umiejętnością przetwarzania sygnałów społecznych – takich jak mimika, gesty, ton głosu;
- Wyglądem sprzyjającym relacji interpersonalnej – np. twarz przypominająca ludzką, wzrok, ruchy ciała;
- Możliwością uczenia się na podstawie zachowania użytkownika – adaptują swoje odpowiedzi do poziomu umiejętności ucznia;
- Przyjaznym interfejsem – ułatwiającym obsługę przez dzieci i osoby z ograniczeniami poznawczymi.

Roboty społeczne różnią się od klasycznych robotów edukacyjnych, które służą głównie jako narzędzia programistyczne. W ich przypadku celem jest budowanie więzi społecznej i wsparcie emocjonalne, co ma kluczowe znaczenie w pracy z osobami z niepełnosprawnościami. W porównaniu z wirtualnymi agentami roboty z fizycznym ucieleśnieniem oferują trzy zalety: można je wykorzystywać w programach nauczania lub w grupach wymagających interakcji ze światem fizycznym, użytkownicy wykazują więcej zachowań społecznych, korzystnych dla uczenia się, podczas interakcji z systemem z fizycznym ucieleśnieniem, oraz użytkownicy osiągają większe korzyści z uczenia się, wchodząc w interakcje z systemami z fizycznym ucieleśnieniem w porównaniu z wirtualnymi agentami (Belpaeme i in., 2018).

Zastosowanie robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami

Dzieci i osoby z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (ASD)

Zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD) charakteryzują się trudnościami w komunikacji społecznej, interakcjach interpersonalnych oraz ograniczonymi i powtarzalnymi wzorcami zachowań. Dzieci z ASD często mają trudności z rozpoznawaniem emocji, inicjowaniem i podtrzymywaniem interakcji społecznych, a także wykazują nadwrażliwość sensoryczną. Roboty społeczne, dzięki przewidywalnemu zachowaniu i neutralnej ekspresji emocjonalnej, mogą stanowić bezpieczne środowisko do treningu społecznego (Cabibihan i in., 2013). Jednym z największych wyzwań edukacyjnych w pracy z osobami z ASD jest rozwijanie kompetencji społecznych i komunikacyjnych, które są kluczowe dla integracji w środowisku szkolnym i społecznym.

Badania pokazują, że roboty społeczne mogą odgrywać szczególnie ważną rolę w tym obszarze. Scassellati, Admoni i Mataric (2012) podkreślają, że roboty dzięki przewidywalnym zachowaniom, prostym wzorcom ekspresji i braku nadmiaru sygnałów społecznych, mogą stanowić atrakcyjną i mniej stresującą alternatywę dla tradycyjnych interakcji z nauczycielem czy rówieśnikiem.

Przykładami robotów społecznych, które znalazły zastosowanie w pracy z dziećmi z ASD są: Kaspar, NAO i Milo.

Kaspar (*Kinesics and Synchronisation in Personal Assistant Robotics*) to humanoidalny robot opracowany na Uniwersytecie w Hertfordshire w Wielkiej Brytanii. Został zaprojektowany specjalnie z myślą o dzieciach z ASD i innymi trudnościami w komunikacji społecznej. Kaspar ma uproszczoną twarz z ograniczoną ekspresją emocjonalną – jego mimika jest celowo „neutralna”, aby nie przytłaczać dzieci nadmiarem bodźców (Dautenhahn i in., 2009). Kaspar jest wykorzystywany głównie w: treningu kontaktów społecznych (np. nauka dzielenia się zabawkami, utrzymywania dystansu społecznego), rozwijaniu rozpoznawania emocji poprzez ekspresję mimiki oraz wspieraniu zachowań prospołecznych w zabawie. Badania zespołu projektowego wskazują, że dzieci z ASD chętniej nawiązują interakcje z Kasparem niż z rówieśnikami czy dorosłymi, co czyni go efektywnym narzędziem pośredniczącym w rozwijaniu umiejętności społecznych.

NAO to humanoidalny robot stworzony przez francuską firmę Aldebaran Robotics (obecnie SoftBank Robotics). Ma około 58 cm wysokości, 25 stopni swobody ruchu i jest wyposażony w kamery, mikrofony, czujniki dotyku oraz system rozpoznawania mowy. Dzięki temu może wykonywać gesty, tańczyć, prowadzić proste rozmowy i reagować na polecenia. W kontekście edukacji dzieci z ASD NAO jest wykorzystywany do: treningu rozpoznawania i nazywania emocji (robot prezentuje mimikę lub scenki społeczne), nauki podstaw komunikacji (od prostych interakcji słownych po bardziej złożone konwersacje) oraz rozwijania umiejętności poznawczych (liczenia, nauki języków obcych, rozpoznawania kolorów). Badania pokazują, że NAO skutecznie przyciąga uwagę dzieci, wydłuża czas koncentracji i sprzyja stopniowemu przenoszeniu nabytych umiejętności na interakcje z ludźmi (Shamsuddin i in., 2012).

Milo to humanoidalny robot zaprojektowany przez firmę Robokind w USA, przeznaczony specjalnie dla dzieci z ASD. Ma wysokość 60 cm, wyraźnie animowaną twarz oraz realistyczną mowę i gestykulację. Milo jest w pełni zintegrowany z programami edukacyjno-terapeutycznymi, które obejmują m.in. naukę rozpoznawania emocji, regulacji zachowań i rozwoju kompetencji społecznych. Jego kluczowe funkcje to: wyrażanie ponad 20 emocji poprzez mimikę i mowę, możliwość prowadzenia spersonalizowanych lekcji, system monitorowania postępów dziecka i przekazywania raportów terapeutom i nauczycielom. Badania wykazały, że robot jest w stanie wspierać kompetencje społeczne i emocjonalne dzieci z ASD (Teixeira, Lai, 2021).

Przegląd literatury dokonany przez Belpaeme i in. (2018) wskazuje, że skuteczność robotów w pracy z dziećmi z ASD jest szczególnie widoczna w dwóch obszarach:

1. Rozwój komunikacji i interakcji społecznej – dzieci chętniej podejmują inicjatywę wobec robota niż wobec człowieka, a to z kolei może prowadzić do stopniowego przenoszenia nabytych umiejętności na interakcje z rówieśnikami.

2. Motywacja i zaangażowanie – roboty przyciągają uwagę dzieci z ASD bardziej niż tradycyjne pomoce edukacyjne. W badaniach często obserwowano, że czas koncentracji dziecka na zadaniu wydłużał się podczas pracy z robotem.

Najbardziej obiecujące są jednak nowe kierunki badań, obejmujące zastosowanie robotów nie tylko w terapii dzieci, lecz także w pracy z młodzieżą i dorosłymi. Ramnauth, Brščić i Scassellati (2025) zaproponowali podejście wykorzystujące robota społecznego do treningu tzw. *small talk* u dorosłych z ASD. Badania wykazały, że roboty mogą być skutecznym narzędziem w rozwijaniu umiejętności prowadzenia krótkich, nieformalnych rozmów – umiejętności szczególnie istotnej w codziennym życiu społecznym i zawodowym. Dzięki temu roboty mogą wspierać nie tylko dzieci w wieku szkolnym, ale także dorosłych w procesie integracji społecznej i aktywizacji zawodowej.

Mimo iż badania wskazują, że dzieci z ASD wykazują większe zainteresowanie robotem niż nauczycielem czy terapeutą i szybciej reagują na jego instrukcje (Kim i in., 2013), roboty społeczne nie powinny być traktowane jako zamiennik terapeuty czy nauczyciela, lecz jako narzędzie wspomagające proces edukacyjno-terapeutyczny, które w połączeniu z tradycyjnymi metodami daje najlepsze efekty.

Osoby z niepełnosprawnością intelektualną

Osoby z niepełnosprawnością intelektualną często zmagają się z trudnościami w zakresie rozwoju poznawczego, umiejętności społecznych i zdolności adaptacyjnych. Tradycyjne metody edukacyjne bywają dla nich niewystarczające, a wsparcie technologiczne może pełnić funkcję uzupełniającą i motywującą.

Jednym z najbardziej znanych przykładów jest QTrobot, opracowany przez LuxAI, który znajduje zastosowanie w edukacji i terapii dzieci z niepełnosprawnościami intelektualnymi oraz autyzmem. Robot ten posiada uproszczoną ekspresję twarzy i zestaw gotowych scenariuszy edukacyjnych, które mogą być dostosowywane do indywidualnych potrzeb ucznia. Badania wskazują, że w trakcie zajęć z udziałem QTrobotu dzieci wykazują większe zaangażowanie oraz dłuższy czas koncentracji uwagi niż w przypadku zajęć tradycyjnych (Costa i in., 2019).

Ponadto roboty społeczne mogą wspierać naukę podstawowych kompetencji życiowych – takich jak higiena osobista, liczenie, rozpoznawanie kolorów czy kształtów – poprzez ćwiczenia powtarzane w formie zabawy. Co istotne, roboty wykazują dużą cierpliwość i powtarzalność, a to pozwala na utrwalanie umiejętności w tempie dostosowanym do możliwości dziecka.

Uczniowie z niepełnosprawnościami ruchowymi i komunikacyjnymi

W przypadku uczniów z niepełnosprawnościami ruchowymi i zaburzeniami komunikacji roboty społeczne pełnią funkcję mediatora oraz asystenta w komunikacji. Dzięki integracji z systemami AAC (Alternative and Augmentative Communication) roboty mogą stać się pomostem umożliwiającym wyrażanie potrzeb i emocji w sposób bardziej naturalny i interaktywny (Robins i in., 2009).

Przykładem może być integracja robotów humanoidalnych z tabletami i komunikatorami głosowymi, która pozwala osobom niemówiącym na interakcję z otoczeniem za pośrednictwem robota. W ten sposób robot staje się nie tylko narzędziem edukacyjnym, ale także partnerem komunikacyjnym, który umożliwia rozwój umiejętności społecznych.

Roboty mogą również wspierać uczniów z mózgowym porażeniem dziecięcym, chorobami nerwowo-mięśniowymi czy afazją. Badania nad robotami takimi jak Paro (robot-foka wykorzystywany w terapii osób z demencją i ograniczeniami komunikacyjnymi) pokazują, że kontakt z robotem redukuje stres, poprawia nastrój i motywuje do podejmowania interakcji (Wada i in., 2005).

Dzięki integracji z sensorami i systemami sterowania alternatywnego (np. sterowanie wzrokiem, joystickiem, gestem) roboty mogą być dostosowywane do indywidualnych możliwości ruchowych ucznia. Otwiera to drogę do jeszcze większej inkluzyjności edukacyjnej i wyrównywania szans.

Korzyści z wykorzystania robotów społecznych w edukacji specjalnej

Wprowadzenie robotów społecznych do praktyki edukacyjnej i terapeutycznej niesie ze sobą wiele potencjalnych korzyści, które sprawiają, że stają się one coraz częściej przedmiotem badań i wdrożeń w edukacji specjalnej. Jednym z najważniejszych atutów robotów jest możliwość indywidualizacji procesu nauczania. Dzięki programowalności i elastycznym interfejsom roboty mogą dostosowywać treści edukacyjne oraz tempo pracy do możliwości konkretnego ucznia. Takie spersonalizowane podejście zwiększa skuteczność nauki i pozwala na systematyczne budowanie umiejętności. Dobrym przykładem jest robot Milo, który monitoruje postępy dziecka i automatycznie dostosowuje poziom trudności kolejnych ćwiczeń, wspierając rozwój kompetencji społecznych u dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (Belpaeme i in., 2018).

Kolejnym istotnym aspektem jest powtarzalność i cierpliwość robotów. W przeciwieństwie do nauczycieli i terapeutów, którzy muszą zarządzać energią i emocjami, roboty mogą nieskończoną ilość razy powtarzać te same polecenia lub zadania bez oznak znużenia. Dla osób z niepełnosprawnościami, które często wymagają intensywnego treningu i wielu powtórzeń, stanowi to istotną przewagę. Badania pokazują, że taka konsekwencja zwiększa poczucie bezpieczeństwa u uczniów i sprzyja utrwalaniu wiedzy (Scassellati i in., 2012).

Roboty społeczne przyczyniają się także do redukcji stresu i lęku społecznego. Dzięki przewidywalnym zachowaniom oraz uproszczonej ekspresji emocjonalnej tworzą one mniej stresujące środowisko interakcji niż kontakty z rówieśnikami czy dorosłymi. Dzieci chętniej podejmują interakcje z robotami, co czyni je skutecznymi narzędziami do treningu kompetencji społecznych i rozwijania umiejętności komunikacyjnych (Cabibihan i in., 2013). Interakcje z robotami często prowadzą do wzrostu motywacji i zaangażowania, ponieważ uczniowie traktują je jako atrakcyjną

i nową formę aktywności edukacyjnej. Badania dowodzą, że czas koncentracji uwagi podczas zajęć z udziałem robotów znacząco się wydłuża, a roboty takie jak NAO czy QTrobot skutecznie przyciągają uwagę dzieci poprzez interaktywne zachowania, takie jak taniec, gesty czy gry edukacyjne (Costa i in., 2019).

Nie mniej ważnym obszarem jest rozwój umiejętności komunikacyjnych i społecznych. Roboty potrafią modelować różne formy interakcji – od prostych rozmów po odgrywanie scenek, co daje uczniom możliwość bezpiecznego treningu zarówno komunikacji werbalnej, jak i niewerbalnej. Co istotne, zdobyte w ten sposób umiejętności mogą być stopniowo przenoszone na kontakty z ludźmi, co stanowi jeden z kluczowych celów terapii i edukacji specjalnej (Kim i in., 2013). Środowisko stworzone przez roboty jest przy tym pozbawione elementu oceny, co daje uczniowi poczucie bezpieczeństwa i pozwala mu eksperymentować z nowymi zachowaniami bez lęku przed krytyką.

Wreszcie, roboty społeczne mogą wspierać nauczycieli i terapeutów, pełniąc funkcję asystentów w prowadzeniu powtarzalnych ćwiczeń, monitorowaniu postępów uczniów czy dostarczaniu dodatkowych danych do oceny skuteczności działań dydaktycznych. W ten sposób odciążają pedagogów, którzy mogą skoncentrować się na bardziej złożonych i wymagających aspektach pracy z dzieckiem. Wszystkie te czynniki sprawiają, że roboty społeczne nie zastępują nauczycieli, ale stanowią cenne wsparcie w procesie edukacji specjalnej, umożliwiając tworzenie bardziej elastycznego, motywującego i bezpiecznego środowiska uczenia się. Fridin i Belokopytov (2014) badali postawy nauczycieli wobec robotów społecznych w edukacji wczesnoszkolnej i przedszkolnej, ich wyniki sugerują, że pedagodzy dostrzegają potencjał takich technologii jako narzędzi wspierających proces dydaktyczny. Może to stanowić podstawę do ich szerszego zastosowania także w edukacji uczniów ze specjalnymi potrzebami.

Wyzwania i ograniczenia stosowania robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami

Pomimo rosnącego zainteresowania i udokumentowanych korzyści wykorzystanie robotów społecznych w edukacji specjalnej wiąże się także z licznymi wyzwaniami i ograniczeniami, które należy uwzględniać zarówno w badaniach, jak i w praktyce dydaktycznej.

Jednym z kluczowych problemów są wysokie koszty zakupu i utrzymania robotów. Urządzenia takie jak NAO czy Milo to zaawansowane technologicznie konstrukcje, których cena znacznie przewyższa budżet wielu szkół czy placówek specjalnych. Ponadto wymagają one regularnych aktualizacji, konserwacji oraz specjalistycznej obsługi, co generuje dodatkowe wydatki i utrudnia ich szerokie wdrożenie.

Kolejnym ograniczeniem jest kwestia kompetencji kadry pedagogicznej i terapeutycznej. Wprowadzenie robotów społecznych do zajęć wymaga odpowiedniego przygotowania nauczycieli, którzy muszą nie tylko znać obsługę techniczną urzą-

dzenia, ale również rozumieć, jak integrować je z celami dydaktycznymi i terapeutycznymi. Brak takich umiejętności może prowadzić do sytuacji, w której robot staje się jedynie gadżetem, zamiast realnie wspierać proces edukacji (Belpaeme i in., 2018).

Istotnym wyzwaniem jest także ryzyko nadmiernego przywiązania uczniów do robotów. Dzieci, zwłaszcza z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, mogą preferować interakcje z przewidywalnym i niewymagającym partnerem w postaci robota, zamiast rozwijać kontakty z ludźmi. Badania sugerują, że choć roboty mogą pełnić funkcję narzędzi pośredniczących w nauce umiejętności społecznych, istnieje zagrożenie, że w przypadku braku odpowiedniego nadzoru interakcje te staną się celem samym w sobie, a nie etapem przejściowym prowadzącym do zwiększenia kompetencji społecznych w relacjach międzyludzkich (Scassellati i in., 2012).

Nie bez znaczenia pozostają także kwestie etyczne i społeczne. Część badaczy zwraca uwagę na ryzyko dehumanizacji edukacji, jeśli roboty zaczną pełnić zbyt dużą funkcję w procesie dydaktycznym. Sharkey i Sharkey (2010) przestrzegają, że powierzenie opieki i edukacji robotom może ograniczyć rozwój empatii i jakości relacji międzyludzkich. W podobnym tonie Sharkey (2016) podkreśla, że choć roboty mogą wspierać nauczycieli, nie powinny ich zastępować, gdyż grozi toubożeniem edukacji o elementy emocjonalne i społeczne. Turkle (2011) z kolei wskazuje, że zastępowanie kontaktu z człowiekiem interakcją z maszyną prowadzi do osłabienia zdolności do empatycznego kontaktu i wzrostu społecznej izolacji.

Warto również zauważyć, że skuteczność robotów społecznych nie jest jednolita i może różnić się w zależności od rodzaju i stopnia niepełnosprawności, wieku uczestników oraz kontekstu edukacyjnego. Wyniki badań są często ograniczone do niewielkich prób i krótkoterminowych interwencji, co utrudnia formułowanie uogólnień i wyciąganie jednoznacznych wniosków (Cabibihan i in., 2013).

Kierunki przyszłych badań i perspektywy rozwoju

Rozwój robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami otwiera szerokie perspektywy badawcze, które mogą przyczynić się do stworzenia jeszcze skuteczniejszych narzędzi dydaktycznych i terapeutycznych. Jednym z najważniejszych kierunków badań jest dalsza personalizacja interakcji. Obecnie stosowane roboty, takie jak NAO, Kaspar czy Milo, oferują pewien zakres dostosowania treści do potrzeb uczniów, jednak przyszłość leży w integracji bardziej zaawansowanych systemów sztucznej inteligencji, zdolnych do dynamicznej analizy emocji, poziomu koncentracji czy indywidualnych preferencji użytkowników. Rozwój technologii rozpoznawania emocji i adaptacyjnych algorytmów uczenia maszynowego może umożliwić robotom tworzenie spersonalizowanych scenariuszy edukacyjnych w czasie rzeczywistym.

Drugim istotnym obszarem badań jest długofalowa skuteczność interwencji. Większość dotychczasowych badań koncentruje się na krótkoterminowych efek-

tach pracy z robotami, które często okazują się pozytywne. Brakuje jednak projektów longitudinalnych, pozwalających ocenić trwałość uzyskanych umiejętności, ich transfer do codziennych sytuacji społecznych oraz wpływ na funkcjonowanie w dorosłym życiu. W przyszłości konieczne jest prowadzenie badań obejmujących większe grupy uczestników, różne rodzaje niepełnosprawności oraz zróżnicowane konteksty edukacyjne.

Kolejnym wyzwaniem i perspektywą jest integracja robotów społecznych z innymi technologiami wspierającymi edukację. Połączenie robotów z systemami wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, a także z platformami e-learningowymi, może stworzyć wielowymiarowe środowisko edukacyjne, dostosowane do różnych potrzeb uczniów. Tego rodzaju rozwiązania mogłyby wspierać zarówno naukę kompetencji akademickich, jak i społecznych, przy jednoczesnym zwiększeniu atrakcyjności zajęć.

Ważnym obszarem przyszłych badań są także kwestie etyczne i społeczne. W miarę upowszechniania robotów w edukacji konieczne staje się wypracowanie standardów dotyczących ich odpowiedzialnego wykorzystania, z uwzględnieniem ochrony prywatności, danych osobowych oraz równowagi pomiędzy kontaktem z technologią a interakcją międzyludzką. Prace badaczy takich jak Sharkey (2016) czy Turkle (2011) wskazują, że bez refleksji etycznej łatwo o ryzyko dehumanizacji procesu edukacyjnego. W przyszłości badania powinny uwzględniać także perspektywę samych uczniów i ich rodzin, aby lepiej rozumieć subiektywne doświadczenia związane z wykorzystaniem robotów w procesie uczenia się.

Nie można również pominąć kwestii dostępności i skalowalności rozwiązań technologicznych. Przyszłe badania powinny koncentrować się na opracowaniu tańszych i bardziej dostępnych modeli robotów, które mogłyby być szerzej stosowane w placówkach edukacyjnych o ograniczonym budżecie. Rozwój open-source'owych platform programistycznych może w tym kontekście odegrać kluczową rolę, umożliwiając nauczycielom i terapeutom tworzenie własnych scenariuszy zajęć dostosowanych do specyficznych potrzeb uczniów.

Podsumowując, przyszłość badań nad robotami społecznymi w edukacji osób z niepełnosprawnościami koncentruje się wokół czterech głównych wyzwań: personalizacji interakcji, oceny długoterminowej skuteczności, integracji z innymi technologiami oraz refleksji etyczno-społecznej. Rozwiązanie tych problemów otworzy drogę do pełniejszego wykorzystania potencjału robotów społecznych i ich trwałego włączenia w system edukacji specjalnej.

Podsumowanie i wniosek

Roboty społeczne stanowią obiecujące narzędzie wspierające edukację osób z niepełnosprawnościami, oferując nowe możliwości w zakresie treningu umiejętności społecznych, komunikacyjnych oraz poznawczych. Badania pokazują, że urządzenia takie jak Kaspar, NAO czy Milo skutecznie zwiększają zaangażowanie i motywację

uczniów, a ich przewidywalne zachowania sprzyjają redukcji lęku oraz stopniowemu przenoszeniu zdobytych kompetencji na interakcje z ludźmi. W połączeniu z tradycyjnymi metodami dydaktycznymi roboty mogą pełnić funkcję cennych asystentów nauczycieli i terapeutów, wspierając proces indywidualizacji nauczania.

Jednocześnie należy podkreślić, że technologia ta wiąże się z istotnymi wyzwaniami. Bariery ekonomiczne, konieczność odpowiedniego przygotowania kadry, a także ryzyko nadmiernego uzależnienia uczniów od interakcji z robotami wymagają dalszych analiz i świadomego wdrażania. Wątpliwości etyczne przypominają, że technologia nie może zastąpić ludzkiej empatii i relacji interpersonalnych, a jej rolą powinno być wspieranie, a nie zastępowanie nauczycieli i terapeutów.

Wnioski z przeglądu literatury wskazują na potrzebę dalszych badań nad długofalową skutecznością interwencji oraz opracowaniem modeli robotów bardziej dostępnych ekonomicznie i łatwiejszych w integracji z praktyką edukacyjną. Niezbędne jest również uwzględnienie perspektywy uczniów, rodziców i nauczycieli w projektowaniu rozwiązań. Dopiero połączenie innowacji technologicznej z refleksją etyczną i pedagogiczną pozwoli w pełni wykorzystać potencjał robotów społecznych w edukacji osób z niepełnosprawnościami.

Bibliografia

1. Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21).
2. Cabibihan, J. J., Javed, H., Ang, M., & Aljunied, S. M. (2013). Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5, s. 593–618.
3. Costa, S., Lehmann, H., Dautenhahn, K., Robins, B., Soares, F. (2019). Using a humanoid robot to elicit body awareness and appropriate physical interaction in children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 7, 265–278.
4. Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, N. A., Blow, M. (2009). KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human–robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6(3–4), s. 369–397.
5. Fong, T., Nourbakhsh, I., Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3–4), s. 143–166.
6. Fridin, M., Belokopytov, M. (2014). Acceptance of socially assistive humanoid robot by pre-school and elementary school teachers. *Computers in Human Behavior*, 33, s. 23–31.
7. Kim, E. S., Berkovits, L. D., Bernier, E. P., Leyzberg, D., Shic, F., Paul, R., Scassellati, B. (2013). Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(5), s. 1038–1049.
8. Ramnauth, R., Bršćić, D., Scassellati, B. (2025). A Robot-Assisted Approach to Small Talk Training for Adults with ASD. *Robotics: Science and Systems (RSS) 2025*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.23508>.
9. Robins, B., Dautenhahn, K., Dickerson, P. (2009). From isolation to communication: A case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot. *Interaction Studies*, 10(3), s. 387–410.
10. Scassellati, B., Admoni, H., Mataric, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 14, s. 275–294.

11. Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., Zahari, N. I. (2012). Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills. *Procedia Engineering*, 41, s. 1533–1538.
12. Sharkey, A., Sharkey, N. (2010). The crying shame of robot nannies: An ethical appraisal. *Interaction Studies*, 11(2), s. 161–190.
13. Sharkey, N. (2016). Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283–297.
14. Teixeira, V., Lai, M. (2021). The use Robotics in the intervention with children with ASD in Macao: An exploratory study with Milo. *Revista Portuguesa de Investigação Educacional*, 21, s. 1–26.
15. Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books.
16. Wada, K., Shibata, T., Saito, T., Tanie, K. (2005). Psychological and social effects of one year robot assisted activity on elderly people at a health service facility for the aged. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, s. 2796–2801.
17. Robokind Milo: <https://www.robokind.com/milo>.
18. LuxAI QTrobot: <https://luxai.com/qtrobot>.

Sławomir KOZIEJ

Instytut Pedagogiki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach