

mgr Magdalena MORZE

Politechnika Poznańska
Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny
e-mail: magdalena.morze@doctorate.put.poznan.pl
ORCID 0000-0002-6647-583X

DOI: 10.15290/oes.2023.01.111.09

**ZAUFIANIE – ISTOTNY CZYNNIK
W *HUMAN-ROBOT COLLABORATION*¹**

Streszczenie

Cel – Celem artykułu jest identyfikacja czynników wpływających na jakość współpracy pomiędzy ludźmi a robotami (*human-robot collaboration* – HRC) w miejscu pracy. Szczegółowo opisano wpływ zaufania. Jak podaje Polski Instytut Ekonomiczny, w latach 1993–2018 liczba robotów przemysłowych na świecie zwiększyła się z 557 tysięcy do 2,4 miliona. Implementowane roboty przestają być tylko narzędziami w ludzkich rękach. Dzięki autonomiczności zyskują status kolegów z zespołu.

Metoda badań – Artykuł powstał na podstawie syntetycznego przeglądu literatury, wykonanego w celu identyfikacji czynników wpływających na współpracę ludzi i robotów.

Wnioski – Ujawniono, że badania prowadzone w obszarze HRI udowadniają, iż zaufanie ludzi do robotów jest jedną z najważniejszych determinant prawidłowej kooperacji. Ponadto wskazano istotność takich obszarów, jak: niezawodność, przewidywalność robotów, osobowość ludzi czy wygląd robotów. Wymienione obszary mają bezpośredni wpływ na kształtowanie się poziomu zaufania w zespołach tworzonych przez ludzi i roboty.

Oryginalność/wartość/implikacje/rekomendacje – Publikacja ukazuje istotność obszaru *human robot collaboration* (HRC) jako elementu wdrażania robotów we współczesnych przedsiębiorstwach. Artykuł uszczegóławia, które elementy w kształtowaniu HRC odgrywają najistotniejszą rolę. Temat HRC jest słabo rozpowszechniony w Polsce, a jak wskazuje przywołana literatura, prawidłowa współpraca ludzi i robotów jest istotnym elementem wpływającym na powodzenie robotyzacji. Poznanie zasad działania HRC jest jednym z wyzwań stojących przed współczesnymi organizacjami.

Słowa kluczowe: *human-robot collaboration*, HRC, współpraca ludzi i robotów, *human-robot interaction*, HRI, roboty, zaufanie.

¹ Artykuł otrzymano 10.10.2022, zaakceptowano 4.01.2023.

TRUST – AN IMPORTANT FACTOR IN HUMAN–ROBOT COLLABORATION**Summary**

Purpose – The purpose of this article is to present factors affecting the quality of human–robot collaboration (HRI) in the workplace. The impact of trust is described in detail. According to the Polish Economic Institute, between 1993 and 2018, the number of industrial robots in the world increased from 557,000 to 2.4 million. Implemented robots, cease to be just tools in human hands. Thanks to their autonomy, they are becoming known as teammates.

Research method – The article is based on a literature review conducted to identify factors, particularly trust, that affect human–robot collaboration.

Results – It has been revealed that research conducted in the HRI area proves that human trust in robots, is one of the most important determinants of proper cooperation. Above that, the relevance of areas such as reliability, predictability of robots, the personality of people, or appearance of robots was pointed out. The mentioned areas have a direct impact on the formation and level of trust in human–robot teams.

Originality/value/implications/recommendations – The publication highlights the relevance of the area of human–robot collaboration (HRC), as part of the implementation of robots in modern enterprises. The article details which elements in the formation of HRC play the most important role. The topic of HRC is vaguely known in Poland, and as the referenced literature indicates, the correct cooperation of humans and robots is an important element affecting the success of robotization. Learning how HRC works is one of the challenges facing today's organizations.

Keywords: human–robot collaboration, HRC, cooperation between humans and robots, human–robot interaction, HRI, robots, trust.

JEL classification: K10, M31

1. Wstęp

Raport Międzynarodowej Federacji Robotyki World Robotics 2021 podaje, że w 2020 r. liczba instalacji robotów przemysłowych w skali całego globu była o 0,5% wyższa niż rok wcześniej i osiągnęła poziom 384 tys. sztuk. Jest to trzeci najwyższy wynik w historii (lepsze były w 2017 i 2018). Robotyzacja staje się procesem coraz powszechniejszym, stanowiącym jeden z kluczowych elementów Przemysłu 4.0. Według raportu „Czy pandemia przyspieszyła robotyzację?”, przygotowanego przez Polski Instytut Ekonomiczny, w Polsce najbardziej zrobotyzo-

wane branże to: produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (117,8 robota na 10 tys. pracowników), branża motoryzacyjna (165,5 robota na 10 tys. pracowników) oraz przemysł farmaceutyczny (111 robotów na 10 tys. pracowników). Podczas trwania pandemii tempo robotyzacji w Polsce wyhamowało, jednak autorzy raportu są zdania, że w dalszej perspektywie czasowej proces ten ponownie nabierze przyspieszenia. Polska nadal odbiega od poziomu robotyzacji prezentowanego na świecie. Międzynarodowe koncerny, takie jak Amazon i Google, intensywnie inwestują w robotyzację. W 2012 roku firma Amazon twierdziła, że wdrożyła 30 000 robotów w 13 centrach realizacji zamówień. W 2019 roku Amazon podał, że uruchomił już ponad 100 000 robotów w ponad 25 centrach realizacji w całych Stanach Zjednoczonych [Lambrechts i in., 2021, s. 24]. W latach 1993–2018 liczba robotów przemysłowych na świecie zwiększyła się z 557 tys. do 2,4 mln. Najbardziej dynamiczny wzrost przypadł na lata 2014–2018, rok do roku liczba robotów wzrosła o ponad 10% [Polski Instytut Ekonomiczny, 2021, s. 21]. Nie ma odwrotu od robotyzacji. Idea pracy z maszynami nie jest wynalazkiem czwartej, lecz drugiej, a nawet pierwszej rewolucji przemysłowej. Aktualnie zmianie ulega paradygmat współpracy ludzi z maszynami. Przystają one występować w roli wyłącznie narzędzi w ludzkich rękach, a zaczynają odgrywać rolę współpracowników. Celem robotyzacji w kontekście fabryki jest ułatwienie wykonania zadań. Weiss podaje definicję robota, wskazując, iż jest to narzędzie, którego konfiguracja czujników, siłowników i zintegrowanego systemu sterowania zapewnia znaczny poziom elastycznego, niezależnego i autonomicznego działania. Centralnym elementem jest to, że robot ma do pewnego stopnia fizyczną instalację, co sprawia, że robot i człowiek muszą koordynować swoje działania tu i teraz [Weiss i in., 2021, s. 2].

Lambrechts zauważa, że robotyzacja stawia przed współczesnymi organizacjami nowe wyzwania. Pierwszym jest konieczność wdrażania zmian organizacyjnych. W tym kontekście niezbędne jest opracowywanie planów wdrożenia, by ludzie mogli skutecznie pracować z robotami. Po drugie, konieczna jest świadomość zachowań i postaw ludzkich, a konkretnie oporu przed zmianami. Roboty mogą wspierać człowieka w wielu zadaniach, ale wymaga to zaufania i współpracy ze strony ludzkich operatorów. Istniejąca literatura dotycząca wdrożeń robotów koncentruje się głównie na kwestiach technicznych i czynnikach sukcesu (np. związanych z interakcją człowieka i robota), a brakuje obecnie szczegółowego spojrzenia na rolę czynników ludzkich [Lambrechts, 2021, s. 24].

W gospodarkach nastawionych na wdrażanie nowoczesnych technologii opartych na sztucznej inteligencji (AI) istotne jest dostrzeżenie, że automatyzacja czy robotyzacja nie kończą się na wprowadzeniu inteligentnych maszyn do firmy.

Ze względu na technologie związane z Przemysłem 4.0 zwiększa się widoczność interakcji i współpracy między ludźmi a AI (zwykle widocznej w postaci robotów) [Arslan i in., 2021, s. 79]. Lambrechts zauważa, iż jednym z najważniejszych i najtrudniejszych celów jest akceptacja i gotowość ludzi do angażowania się w działania w zespołach *human–robot collaboration* (HRC). Charakter, motywacja i proaktywność to kluczowe czynniki w przywództwie podczas wdrażania robotów. Liderzy zespołów mogą ostatecznie wspomóc lub zahamować ten proces. Czy nowego typu zespoły będą satysfakcjonującym miejscem pracy dla ludzi, zależy będzie w dużej mierze od kompetencji osób zarządzających [Lambrechts i in., 2021, s. 30].

Rodzi się zatem pytanie, jakie czynniki determinują współpracę ludzi i robotów? Które obszary są kluczowe, gdy ludzie współpracują z robotami?

Celem artykułu, po dokonaniu syntetycznego przeglądu literatury, jest wskazanie znaczenia obszaru HRC jako istotnego elementu procesu robotyzacji. W tekście szczególnie mocno wskazano wpływ, jaki na HRC ma poziom zaufania prezentowany przez ludzi względem robotów. Kwestia budowania ufności, pomiędzy ludźmi, a coraz bardziej autonomicznymi i inteligentnymi maszynami, okazuje się być podwaliną, bez której trudno stworzyć efektywną współpracę między człowiekiem a robotem. W dalszych częściach tekstu wskazano także czynniki, które wpływają na budowanie zaufania, takie jak niezawodność, wydajność czy wygląd robotów.

2. Od współistnienia do współpracy pomiędzy ludźmi i robotami

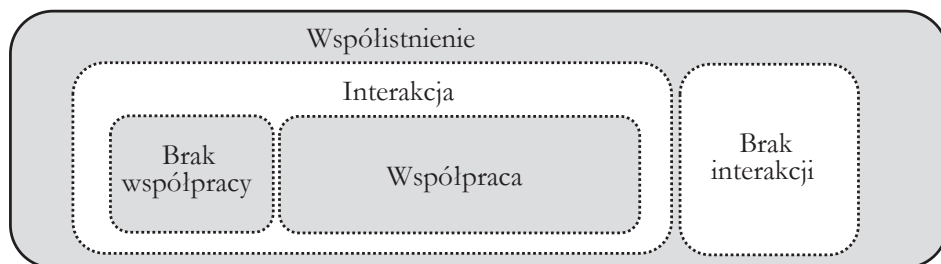
Interakcja między człowiekiem i robotem jest dziedziną nauki poświęconą zrozumieniu, projektowaniu i ocenie systemów robotycznych przeznaczonych do użytku przez ludzi lub z ludźmi. By zbadać interakcję człowiek–robot, badacze definiują problemy ich kontaktów w kategoriach: autonomii, wymiany informacji, zespołów, kształtowania zadania, uczenia się, szkolenia oraz klasyfikują rodzaje interakcji jako zdalne lub bliskie – bycia w kolokacji [Tunc, 2020, s. 30]. Obszar badań dotyczący *human–robot interaction* (interakcja ludzi i robotów) lub *collaboration* (współpraca ludzi i robotów) coraz wyraźniej zyskuje na znaczeniu. Im intensywniej rozwija się kooperacja ludzi i coraz inteligentniejszych maszyn, tym ważniejsze jest rozumienie wpływu tego zjawiska na organizację, a także prawidłowe rozumienie pojęć. W literaturze zwraca się uwagę na fakt, że pojęcia *interaction* i *collaboration* używane w kontekście kontaktu z maszynami powinny być prawidłowo interpretowane. Fundamentalne staje się pojmowanie różnic pomiędzy interakcją a współpracą, zatem odróżnianie *human–robot interaction* (HRI) od

human-robot collaboration (HRC). Interakcja to „oddziaływanie na kogoś innego”, co w kontekście pracy oznacza angażowanie kogoś innego: człowieka lub robota. Natomiast współpraca oznacza „pracę z kimś” zmierzającą do osiągnięcia wspólnego celu. Zatem współpracę w kontekście ludzi i maszyn należy rozumieć jako szczególny przypadek interakcji [Castro i in., 2021, s. 6]. W literaturze pojawia się także termin *cooperation* rozumiany jako kooperacja. Opisywana jest ona jako sekwencja działań ukierunkowanych na wspólny cel, podczas gdy współpraca to sekwencja wspólnych działań w kierunku wspólnego celu [Kolbeinsson i in., 2019, s. 453].

Castro zauważa, że współlistnienie to sytuacja, gdy człowiek-operator i robot znajdują się w tym samym środowisku, ale nie wchodzą ze sobą w interakcje. HRI, czyli interakcja między człowiekiem a robotem, nie musi pociągać za sobą wspólnego celu. Natomiast HRC wymaga istnienia wspólnego celu, do którego dążą zarówno robot, jak i człowiek pracujący razem z nim, czyli na poziomie współpracy człowiek i robot pracują razem nad tym samym zadaniem.

RYSUNEK 1

Relacje między koncepcjami dotyczącymi współpracy człowieka z robotem



Źródło: [Castro, Silva, Santos, 2021].

Human-robot collaboration w Przemysle 4.0 należy pojmować jako złożony układ socjotechniczny, w którym sprawczość nie może być przypisana wyłącznie ludziom. Jest ona rozdzielona między ludzi i czynniki nieludzkie, takie jak maszyny, roboty, czujniki, programy i podobne urządzenia [Weiss i in., 2021, s. 3]. Weiss i pozostałe autorki artykułu wskazującego kierunki przyszłych badań nad współpracą człowieka i robota, podkreślają, że konieczne jest rozpatrywanie HRC na trzech poziomach: indywidualnym – czyli adaptacyjności ludzkiej i indywidualnego zaufania do technologii, zespołu – czyli wpływu współpracowników, komunikacji w zespole na postawy wobec technologii oraz organizacyjnym – pamiętając, że implementacja robotów zależy od sposobu ich wdrożenia w fabrykach i zintegrowania z procesami organizacyjnymi.

3. Współpraca z robotami jako praca zespołowa

Zespół tworzy specyficzna grupa pracowników generująca pozytywną synergię i wykonująca pracę kolektywną, która wymaga wspólnych wysiłków, a poziom efektywności pracy zespołu przewyższa sumę wkładu pracy jego członków [Myjak, 2017, s. 2]. Praca zespołowa występuje wówczas, gdy wykonanie zbiorów czynności i operacji powierza się określonej grupie osób. Między osobami pracującymi zespołowo tworzą się bezpośrednie związki produkcyjne, a zatem każdy z członków grupy współprzyczynia się do realizacji celu [Jagoda, 2011, s. 87]. Nasilenie robotyzacji, wzmocnienie możliwości maszyn, uzależnienie pracy ludzi od działań robotów zmusza nas do przemyślenia sposobu postrzegania maszyn i ich roli w zespołach. By dostrzec tę zmianę znaczenia i roli współczesnych robotów w funkcjonowaniu organizacji, warto rozważyć kwestię, kiedy robot pozostaje wyłącznie technologią, a od kiedy staje się członkiem zespołu pracowniczego. Część badaczy wprowadza rozróżnienie między technologią a sztucznym agentem/robotem traktowanym jako członek zespołu. Proponują, by termin „technologia” zarezerwować dla tych urządzeń, oprogramowania itd., które są skierowane do członków zespołu w celu poprawy procesów zespołowych. Zatem rekomendują używanie tego terminu, gdy odnosimy go do roli wspomagania działania zespołu. Robot może być albo technologią, albo agentem, w zależności od jego roli w zespole. Jeśli robot jedynie uzupełnia człowieka, nie wnosząc żadnego unikalnego wkładu do zespołu, poza zwiększeniem efektywności człowieka – wówczas jest technologią. Z drugiej strony, jeśli robot pełni odrębną funkcję w zespole i wnosi unikalny wkład w jego działanie, to jest agentem – członkiem zespołu [Larson i in., 2020, s. 3]. Larson pisze o czterech perspektywach czasowych i rolach, jakie wówczas technologia odgrywa w przywództwie: perspektywa I – lata 1990–2000, perspektywa II – lata 2000–2010, perspektywa III – lata 2010–2020 i perspektywa IV, która zaczęła się w 2020. W tych okresach rola technologii przedstawiona jest z punktu widzenia jej wpływu na pracę zespołową. W czwartej, najświeższej perspektywie, patrzymy na technologię nie jako ograniczającą lub rozszerzającą to, co robią ludzie, ale działającą jako równorzędny członek zespołu [Larson i in., 2020, s. 4].

Rola robotów, w tym tych napędzanych przez sztuczną inteligencję, zmienia się z narzędzi używanych przez ludzi na kolegów z drużyny. Zmiana ta spowodowała, że ludzie i roboty coraz częściej przyjmują bardziej złożone i współpracujące role, zarówno w sektorze produkcyjnym, jak i usługowym. Współpraca jest widoczna w takich kontekstach, jak: wojsko, budownictwo, rolnictwo, medycyna/opieka społeczna, usługi analityczne i produkcja [Arslan i in., 2021, s. 79].

W literaturze spotkać można także odmienne opinie badaczy, którzy przedstawiają argumenty wskazujące na to, iż w chwili obecnej nie można traktować robotów jako członków zespołu. Robot musi zostać zaprogramowany tak, aby rozumiał zadanie, członków zespołu oraz otaczające środowisko. Jeśli robot nie zostanie zaprogramowany w ten sposób, nie będzie rozumiał wiedzy współdzielonej w zespole [Demir i in., 2020, s. 6]. Groom w tekście *Can robots be a teammates?* wskazuje, że żadna grupa ludzi i robotów nie spełnia aktualnie wymagań stawianych zespołowi. Według autorki zespół został przyjęty jako idealny model interakcji człowiek–robot, ale badania takich drużyn dostarczają więcej dowodów na ogromne wyzwanie, jakim jest stworzenie prawdziwych zespołów, niż dowodów na udaną realizację [Groom, Nass, 2007, s. 489]. Groom prezentuje sceptyczną postawę wobec robotów jako członków zespołu. Podkreśla, że zamiast uparcie utrzymywać zespołowy model interakcji człowiek–robot i próbować uczynić roboty porównywalnymi z ludzkimi kolegami z pracy, badacze powinni opracować strukturę organizacyjną, która wykorzystuje zarówno szczególne zdolności ludzi, jak i specjalne zdolności robota. Próbując uczynić z robotów ludzi, można bowiem przeoczyć to, co czyni roboty wyjątkowymi [Groom, Nass, 2007, s. 490].

Mimo sceptycznych głosów, w przeważającej części dostępnej literatury dominuje przekonanie, iż na naszych oczach tworzy się nowy typ zespołów. Związek ludzie i robotów z fazy wykorzystywania maszyn tylko jako narzędzi przeraździ się w fazę współpracy opartej na interakcjach. Na podstawie realizowanych badań ujawniono, że kluczowym czynnikiem, który ma decydujące znaczenie w HRC, jest zaufanie ludzi do maszyn. W kolejnej części artykułu omówione zostaną istotne czynniki, które wpływają na budowanie zaufania w zespołach ludzie–roboty.

4. Zaufanie – istotny czynnik determinujący *human-robot collaboration*

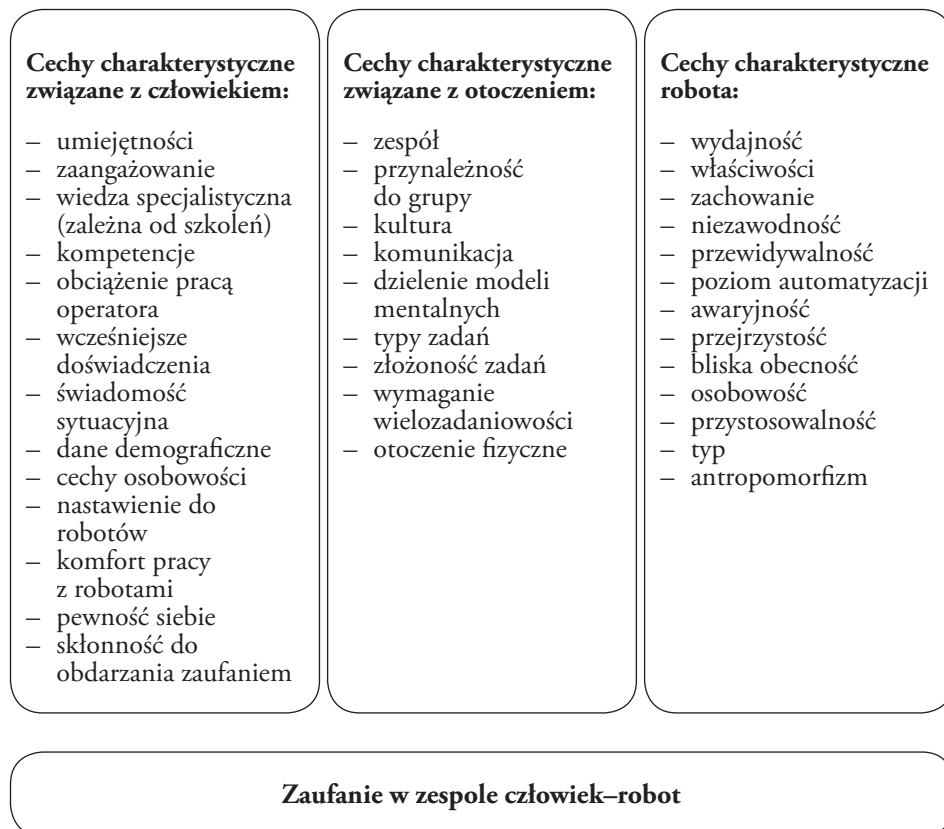
W literaturze poruszane jest zagadnienie wpływu zaufania ludzi do robotów i jego oddziaływania na poziom poprawnego wykonania zadań w zespołach. Zaufanie jest wiarą w to, że koledzy z zespołu będą chronić wzajemnie swoje interesy. Ustanawia ono także oczekiwania dotyczące zachowań, które ułatwiają wspólne działanie [Mayer i in. 1995, s. 714]. W konstelacji człowiek–robot zaufanie obejmuje gotowość osoby do polegania na robocie w zakresie wykonywania jego obowiązków. Zaufanie w HRC jest wielowymiarowe i wpływa na nie wiele czynników [Baker i in., 2018, s. 36]. Ze względu na rozpowszechnienie się syste-

mów robotycznych w kontekście wojskowym, uwagę badaczy przykuwa kwestia zaufania żołnierzy do robotów wykorzystywanych na polu walki. Aby zespoły żołnierz–robot odniosły sukces, ludzie muszą być skłonni zaakceptować i używać robota zgodnie z jego przeznaczeniem. Dlatego zauważono, iż wysiłki badawcze powinny koncentrować się na analizie podstawowych czynników związanych z tego typu zespołami mieszanymi. Jednym z elementów HRC, który może wpływać na skuteczność współpracy człowieka z robotem, jest zaufanie [Oleson i in., 2011, s. 177]. Oleson podkreśla, iż żołnierz, by zapewnić sukces w realizacji celów zespołu, musi ufać, że robotyczny kolega z drużyny będzie chronił interesy i dobro każdej osoby w zespole. Każde to szukać punktów styczności, które pozwolą na wydajną współpracę na linii człowiek–maszyna. Maszyny przestały być bowiem jedynie narzędziami wojny i stały się współpracownikami żołnierzy. Są ich hightechowymi kompanami [Kamieński, 2022, s. 18]. Zmiany z reguły zaczynają się od innowacyjności wdrażanej w jednostkach wojskowych. Gdy technologia wychodzi poza mury armii, implementowana jest w biznesie, także w organizacjach komercyjnych. Badacze wzywają do redefinicji tradycyjnych procesów i form współpracy, a w konsekwencji do ponownej oceny środowisk pracy [Simon i in., 2020, s. 3]. Simon podkreśla, że zaufanie zostało uznane za podstawę udanego funkcjonowania robotów w zespołach ludzkich. Ludzie muszą mieć przekonanie, że robot będzie wykonywał polecenie ludzkich członków zespołu i będzie chronił interesy i dobro członków zespołu. Istotne zmienne wpływające na zaufanie w zespole składającym się z ludzi i robotów przedstawia rysunek 2. Na bazie artykułów autorstwa Ososky i Oleson zostały one podzielone na trzy kategorie: cechy skorelowane z człowiekiem, czynniki dotyczące otoczenia oraz cechy powiązane z robotem.

Oleson wyjaśnia, że czynniki związane z ludźmi, takie jak umiejętności poznawcze, wcześniejsze doświadczenia lub wiedza zdobyta podczas korzystania z systemu robotycznego mogą wpływać na zaufanie. Jego poziom uzależniony jest także od zdobywanej wiedzy, np. podczas szkoleń. Ponadto **czynniki osobowościowe** (np. pewność siebie człowieka, zaufanie do własnych możliwości) także determinują ludzki odbiór robota. Ekstrawersja/introwersja była najczęściej badaną cechą ludzkiej osobowości, wpływającą na interakcję z maszynami. Ludzie, którzy są ekstrawertyczni, mają tendencję do bycia bardziej społecznymi i skłonni do interakcji z robotami, wykazują także wyższy poziom zaufania wobec robotów. Osoby ekstrawertyczne częściej rozmawiały z robotami, miały także większe tendencje do antropomorfizowania maszyn [Robert i in., 2020, s. 119].

RYSUNEK 2

Czynnik wpływające na zaufanie



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Ososky i in., 2014; Oleson i in., 2011].

Cechy dotyczące możliwości robota, które determinują poziom zaufania ludzi do maszyn, oparte są na wydajności, niezawodności, liczbie błędów popełnianych przez system robotyczny. **Niezawodność**, obok przewidywalności i bliskości, jest jednym z trzech kluczowych elementów wpływających na zaufanie ludzi do robotów [Simon i in., 2020, s. 10]. Gdy niezawodność robota spada, obniża się również zaufanie człowieka do robota. Groom podnosi także, iż kluczowym czynnikiem wpływającym na postrzeganie wydajności w zespołach złożonych z ludzi i robotów, jest ludzki stres, który pojawia się w momentach krytycznych. W sytuacjach o niskiej stawce niepowodzenia robota mają niewielki wpływ na życie ludzkie. Gdy nie ma

większego ryzyka, jednostki mogą lepiej tolerować błędy i nie muszą się martwić, czy robot jest pełnoprawnym członkiem zespołu. Jednakże, gdy ludzie muszą polegać na robotach w kwestii swojego życia (np. podczas operacji wojskowych czy ratunkowych z wykorzystaniem robotów), rozważania na temat tego, czy robot jest pełnoprawnym członkiem zespołu, wysuwają się na pierwszy plan [Groom, Nass, 2007, s. 490].

Zaufanie należy postrzegać jako dynamiczny proces, który zmienia się i zanika w czasie, niekiedy gwałtownie spadając w efekcie dynamicznych interakcji pomiędzy członkami zespołu [Huang i in., 2020, s. 310]. Zaufanie ustanawia także oczekiwania dotyczące zachowań, które ułatwiają wspólne działanie. W sytuacjach wysokiego ryzyka zaufanie nabiera jeszcze większego znaczenia. Roboty są często projektowane, aby zastąpić ludzi w sytuacjach niebezpiecznych. Właśnie wówczas zaufanie ludzi do maszyn będzie szczególnie ważne. Jak podkreśla Groom, jeśli roboty mają odnieść sukces jako członkowie zespołu, to w sytuacjach zagrożenia ludzie muszą wierzyć, że inni członkowie zespołu są w stanie ochronić ich interesy [Groom, Nass, 2007, s. 491]. Jakże zatem czynniki wpływają na wzrost poziomu zaufania? Duże znaczenie ma odzwierciedlanie zachowań, a więc naśladowanie ruchów ciała, mimiki, gestów. Interakcja staje się wtedy bardziej płynna, intensyfikuje się uczucie lubienia i wrasta poziom zaufania [Fortuna, 2021, s. 102]. Simon podaje trzy istotne czynniki: **wygląd**, **wydajność**, **bliskość** i podkreśla, że wygląd robotów, a konkretnie ich antropomorfizm, jest krytycznym wymiarem wpływającym na interakcje z ludźmi. Dla ludzi odgrywa to istotną rolę, by robot miał kształt zbliżony do ludzkiego ciała [Simon i in., 2020, s. 10]. Uczestnicy eksperymentów przywoływanych przez autorkę wskazywali na głowę i ramiona robotów jako te elementy w ich budowie, które nie tylko umożliwiałyby im wykonywanie zadań, ale także ułatwiałyby komunikację. Jednocześnie Simon wspomina o zjawisku doliny niesamowitości (*uncanny valley*) opisanym przez M. Mori. Udowodniono, że umiarkowany stopień podobieństwa robota do człowieka wpływa na znaczne poczucie bezpieczeństwa. Gdy jednak maszyna staje zbyt człekopodobna, zaczyna wywoływać u ludzi poczucie dziwności, a nawet przerażenie. W trójkącie zaprezentowanym przez Simon, bliskość rozumiana jest jako fizyczna odległość pomiędzy pracownikami a robotem. Ludzie mają tendencje do obdarzania większym zaufaniem robotów, które są współlokowane (znajdują się w bliskiej odległości od człowieka, w tej samej lokalizacji). Może być to powiązane z poczuciem kontroli, które jest silne u ludzi obcujących z robotami.

Ludzkie **poczucie kontroli** nad robotami istotnie wpływa na poziom zaufania i jest skorelowane z **przewidywalnością zachowań** maszyn. Ludzcy pracownicy określają, że poczucie panowania nad sytuacją i posiadania kontroli nad robotem to czynniki warunkujące budowanie zaufania. Istotne jest także posiadanie wiedzy o możliwościach maszyny, co jest powiązane ze wspomnianą przewidywalnością

[Simon i in., 2020, s. 18]. Ososky wskazuje natomiast, że **przejrzystość systemu**, na jakim opiera się działanie robota, często wymienia się w definicjach zaufania jako pożądany, a nawet niezbędny składnik. Koncepcja przejrzystości zastosowana w interakcji człowiek – system może występować w jednej z dwóch funkcjonalnie odmiennych kategorii, opartych na pojęciach: „widzenia przez” i „widzenia w” [Ososky i in., 2014, s. 2]. Widzenie systemu przez użytkownika należy rozumieć jako przezroczystość systemu dla użytkownika. Przykładem może być przeglądarka internetowa. Podczas korzystania z niej użytkownicy mają niemalże mieć wrażenie przezroczystości, niewidoczności interfejsu, bo ważniejsze są strony, których użytkownik poszukuje i to na nich ma się koncentrować. Z punktu widzenia *human-robot collaboration* istotniejszy jest drugi wymiar przejrzystości: „widzenie w”. Ważne jest ujawnienie informacji użytkownikowi i uzupełnienie oczekiwanych danych wyjściowych, które ujawniają, jak system działa i/lub co robi system [Ososky i in., 2014, s. 2]. Ososky, podając przykład współpracy ludzi i robotów w amerykańskiej armii, podkreśla, że w sytuacji, gdy maszyny mają współpracować z żołnierzami przy zbieraniu informacji i podejmowaniu decyzji, a także uzupełniać i rozszerzać ludzkie zdolności, konieczne jest, by użytkownicy (żołnierze) rozumieli, co robi system i jaki jest jego status funkcjonalny. Oznacza to, że przejrzystość w HRC osiągnięta zostanie wówczas, gdy człowiek może rozpoznać i dokładnie zinterpretować informacje pochodzące od robota, a następnie odpowiednio zaufać tym informacjom, aby podjąć właściwe decyzje w celu wykorzystania kooperacji z robotem. Te dane wpływają na utrzymanie zaufania do niezawodności robota i jego zdolności do wspierania zespołu w wykonaniu zadania.

Trzecia grupa czynników wpływających na zaufanie to cechy charakterystyczne dotyczące otoczenia. Związane są np. z charakterystyką zadań, jakie robot i człowiek mają wykonywać wspólnie. Są badacze, którzy twierdzą, iż zaufanie spada podczas realizacji bardziej wymagających zadań, ponieważ, gdy jest więcej miejsca na błędy, człowiek jest bardziej skłonny polegać na sobie. Z drugiej strony, środowisko pracy z trudną wielozadaniowością może prowadzić do nadmiernego zaufania do maszyn. Zaufanie do robota niekoniecznie opiera się na tym, co ten robot potrafi, raczej na tym, jak użytkownik postrzega jego możliwości [Ososky i in., 2014, s. 10]. **Wyobrażenia ludzi na temat robotów** mogą być kształtowane przez wiele elementów zewnętrznych, które mogą prowadzić do bardzo wyolbrzymionych oczekiwań. Wskazuje się na teoretyczny związek pomiędzy wielozadaniowością, wiedzą specjalistyczną i rozwojem zaufania. Osoby z wyższym poziomem wiedzy mają tendencję do ufania swoim zdolnościom, podczas gdy osoby z mniejszym doświadczeniem ufają robotowi [Sanders i in., 2011, s. 1432]. Zaufanie ma bardzo duży wpływ na **decyzje podejmowane przez ludzi** w niepewnych lub ryzykow-

nych środowiskach. Na przykład, im mniej osoba ufa robotowi, tym szybciej będzie interweniować, gdy ten będzie dążył do ukończenia zadania [Hancock i in., 2011, s. 518]. Z kolei nadmierne zaufanie do autonomii robotów może prowadzić do niewłaściwego wykorzystania takich systemów, gdy ludzie za bardzo polegają na automatyce i nie interweniują w przypadku krytycznych awarii [Chen i in., 2018, s. 9–2]. Chen podkreśla, że równie szkodliwa co nadmiar zaufania jest sytuacja, w której współpracownicy nie darzą robota zaufaniem. Prowadzi to do niewykorzystania systemów autonomicznych; pracownicy ignorują możliwości systemów, co ma wpływ na wydajność pracy. Wzrost wydajności w pracy z robotem musi odpowiadać całkowitemu zaufaniu do systemu [Setter i in., 2017, s. 1001]. Warto także wspomnieć, że jedno z najtrudniejszych wyzwań menadżerskich w zespołach HRC dotyczy będzie oceny wydajności. A. Arslan zwraca uwagę, że dociekania prowadzone w obszarze gier komputerowych uwypukliły konieczność uwzględnienia w ocenie wydajności zespołów HRC kwestię ludzkich ograniczeń, a zwłaszcza element zmęczenia. Menadżerowie w organizacjach, które zaimplementowały roboty, staną przed wyzwaniem opracowania sprawiedliwego systemu oceny wydajności, by utrzymać motywację pracowników ludzkich i chęć do kontynuowania interakcji i współpracy z robotami wyposażonymi w AI [Arslan i in., 2021, s. 80].

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono istotne czynniki, które wpływają na budowanie zaufania ludzi do robotów, z którymi muszą pracować. Omówiono wpływ takich zmiennych, jak: niezawodność, wydajność, wygląd robotów, odległość od człowieka, przewidywalność czy przejrzystość zasad działania robotów. Wskazano także na istotność ludzkich postaw dotyczących poczucia kontroli nad maszynami, wyobrażeń na temat możliwości robotów, odpowiedzialności za podejmowanie decyzji, a także wpływu ludzkiej osobowości na kształtowanie się postaw wobec robotycznych kolegów z pracy. Celem artykułu jest naświetlenie znaczenia tematu współpracy ludzi i inteligentnych maszyn. Bazując na literaturze, wskazano, jakie są newralgiczne obszary takiej współpracy. Ich identyfikacja, znajomość i rozumienie mogą okazać się kluczowe dla rozwoju zespołów pracowniczych, które opierać się mają na zespołowości ludzi i inteligentnych robotów czy systemów. Choć część badaczy uważa, że zespołowość w kontaktach ludzi i robotów niekoniecznie musi być najlepszym wzorem współpracy, trudno zaprzeczyć, że implementacja coraz bardziej autonomicznych maszyn zmienia oblicza współczesnych organizacji. Roboty, nawet te samodzielnie wykonujące swoje zadania, uzyskują autonomię dzięki czujnikom,

które pozwalają im na wymianę danych z otoczeniem. W pracy zespołowej istotna jest właśnie owa autonomia – niezależność tych maszyn w procesie wykonywania zadań. Nie wymagają one ludzkiego, nieprzerwanego nadzoru, wnoszą unikalną wartość. Zatem badania prowadzone w obszarze *human-robot collaboration*, które dziś wydają się opisywać relacje ludzi i robotów jakby na wyrost, już niedługo będą ekplorowały naszą codzienną zawodową rzeczywistość.

Naukowcy dostrzegają konieczność analizy zachowań ludzi w kontaktach z robotami w miejscu pracy. Roboty zostały zaprojektowane z punkty widzenia robota. Chociaż takie podejście było właściwe przy opracowywaniu istniejących platform sprzętowych i programowych, nie jest ono ukierunkowane na zespół. Musimy zastanowić się, w jaki sposób roboty i ludzie mogą tworzyć synergiczne zespoły [Burke i in., 2004, s. 106]. W gospodarkach nastawionych na wdrażanie nowoczesnych technologii opartych na sztucznej inteligencji konieczne jest, by pamiętać, że automatyzacja czy robotyzacja nie kończy się na wprowadzeniu inteligentnych maszyn do firmy. Zadanie tworzenia zespołów HRC w organizacjach będzie odpowiedzialnością menadżerów, którzy tego typu zespołami będą zarządzać. Lambrechts zauważa, iż jednym z najważniejszych, a zarazem najtrudniejszych do zrealizowania celów jest akceptacja i gotowość ludzi do angażowania się w działania w zespołach HRC [Lambrechts i in., 2021, s. 32]. Analiza literatury dotyczącej HRC pokazuje dwie obrane przez naukowców drogi: jedna z nich koncentruje się na perspektywie inżynierskiej: rozwoju możliwości, funkcjonalności, efektywności robotów. Ale jest także spora grupa badaczy, którzy większą uwagę przykładają do ludzkich reakcji, psychologicznych czynników ludzkich zachowań. Prace badawcze dotyczące HRC powinny koncentrować się także na realizacji badań bezpośrednio w przedsiębiorstwach, w warunkach codziennej pracy ludzi i robotów. Wnioski z takich obserwacji mogą być cenne dla samych firm, w których zespoły ludzie-roboty funkcjonują. Istotne jest, by patrzeć na procesy implementacji nowoczesnych technologii, w tym na robotyzację, z punktu widzenia dbania o dobrostan ludzkiego pracownika. W realizacji tego zadania upatrywać należy wielką odpowiedzialność organizacji i menadżerów.

Literatura

- Arslan A., Cooper C., Khan Z., Golgeci I., Ali Im., 2021, *Artificial intelligence and human workers interaction at team level: a conceptual assessment of the challenges and potential. HRM strategies*, „International Journal of Manpower”, Vol. 43(1), s. 75–88, DOI: 10.1108/IJM-01-2021-0052.

- Baker A.L., Phillips E.K., Ullman D., Keebler J.R., 2018, *Toward an Understanding of Trust Repair in Human-Robot Interaction: Current Research and Future Directions*, „ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems”, Vol. 8(4), s. 30–53, DOI: 10.1145/3181671.
- Burke J.L., Murphy R.R., Rogers E., Lumelsky V.L., Scholtz J., 2004, *Final report for the DARPA/NSF Interdisciplinary Study on Human-Robot Interaction*, „IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics”, Part C, s. 103–111, DOI: 10.1109/TSMCC.2004.826287.
- Castro A., Silva F., Santos V., 2021, *Trends of Human-Robot Collaboration in Industry Contexts: Handover*, „Sensors 2021”, Vol. 21(12), s. 1–28, DOI: 10.3390/s21124113.
- Chen M., Nikolaidis S., Soh H., Hsu D., Srinivasa S., 2018, *Trust aware decision making form human-robot collaboration: model learning and planning*, „ACM Transactions on Human-Robot Interaction”, Vol. 9(2), s. 9–23, DOI: 10.1145/3359616.
- Demir M., Mc Neeseb N.J., Cooke N., 2020, *Understanding human-robot teams in light of all-human teams: Aspects of team interaction and shared cognition*, „International Journal of Human-Computer Studies”, Vol. 140, s. 2–7, DOI: 10.1016/j.ijhcs.2020.102436.
- Fortuna P., 2021, *Optimum. Idea cyberpsychologii pozytywnej*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Groom V., Nass C., 2007, *Can robots be teammates? Benchmarks in human-robot teams*, „Interaction Studies”, Vol. 8(3), s. 483–500, DOI: 10.1075/is.8.3.10gro.
- Hancock P.A., Billings D.R., Schaefer K.E., 2011, *A Meta-Analysis of Factors Affecting Trust in Human-Robot Interaction*, „Human Factors”, Vol. 53(5), s. 517–527, DOI: 10.1177/0018720811417254.
- Huang I., Cooke N.J., Gutzwiller R.S., Berman S., Chiou E.K., Demir M., Zhang W., 2020, *Distributed dynamic team trust in human, artificial intelligence, and robot teaming*, [w:] *Trust in Human-Robot Interaction*, Chang N., Lyons J. (red.), Academic Press, DOI: 10.1016/B978-0-12-819472-0.00013-7.
- Jagoda A., 2011, *Rola zespołowych form organizacji pracy w procesie doskonalenia kompetencji pracowniczych*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu”, nr 24, s. 83–90.
- Kamiński L., 2022, *Mimowolne cyborgi. Mózg i wojna przyszłości*, Wydawnictwo Czarne, Wołowiec.
- Kolbeinsson A., Lagerstedt E., Lindblom J., 2019, *Foundation for a classification of collaboration levels for human-robot cooperation in manufacturing*, „Production & Manufacturing Research”, Vol. 7(1), s. 448–471, DOI: 10.1080/21693277.2019.1645628.
- Lambrechts W., Klaver J.S., Koudijzer L., Semeijn J., 2021, *Human Factors Influencing the Implementation of Cobots in High Volume Distribution Centres*, „Logistics”, Vol. 5(2), s. 1–24, DOI: 10.3390/logistics5020032.
- Larson L., DeChurch L.A., 2020, *Leading teams in the digital age: Four perspectives on technology and what they mean for leading teams*, „The Leadership Quarterly”, Vol. 31(1), s. 1–18, DOI: 10.1016/j.leaqua.2019.101377.

- Mayer R.C., Davis J.H., Schoorman F.D., 1995, *An integrative model of organization trust*, „Academy of Management Review”, Vol. 3(20), s. 709–734, DOI: 10.2307/258792.
- Myjak T., 2017, *Uwarunkowania skutecznej i efektywnej współpracy zespołowej*, Instytut Ekonomiczny, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Nowy Sącz.
- Oleson K.E., Billings D.R., Kocsis V., Chen J.Y.C., Hancock P.A., 2011, *Antecedents of Trust in Human-Robot Collaboration*, Conference „Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)”, s. 175–178, DOI: 10.1109/COG-SIMA.2011.5753439.
- Osofsky S., Sanders T., Jentsch F., Hancock P., Chen J.Y.C., 2014, *Determinants of system transparency and its influence on trust in and reliance on unmanned robotic systems*, „Proceedings of SPIE”, Vol. 9084, DOI: 10.1117/12.2050622.
- PolSKI Instytut Ekonomiczny, 2021, *Czy pandemia przyspieszyła robotyzację?*, Warszawa,
- Robert Jr. L.P., Alahmad R., Esterwood C., Kim S., You S., Zhang Q., 2020, *A Review of Personality in Human-Robot Interactions*, Foundations and Trends in Information Systems, DOI: 10.1561/29000000018.
- Sanders T., Oleson K.E., Billings D.R., Chen J.Y.C., Hancock P.A., *A Model of Human-Robot Trust: Theoretical Model Development*, „Sage Journals”, Vol. 55(1), s. 1432–1436, DOI: 10.1177/1071181311551298.
- Setter T., Gasparri A., Egerstedt M., 2017, *Trust in Multi-Agent Networks: From Self-Centered to Team-Oriented*, tekst opublikowany podczas 2017 „American Control Conference (ACC), 24–26 May 2017”, s. 997–1002, DOI: 10.23919/ACC.2017.7963083.
- Simon O., Neuhofer B., Egger R., 2020, *Human-robot Interaction: Conceptualising trust in frontline teams through LEGO® Serious Play®*, „Tourism Management Perspectives”, Vol. 25(100692), s. 1–19, DOI: 10.1016/j.tmp.2020.100692.
- Tunc A.O., 2020, *Human-Robot Interaction in Organizations*, [w:] *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems*, Hacıoğlu U. (red.), DOI: 10.1007/978-3-030-29739-8_2.
- Weiss A., Wortmeier A.-K., Kubicek B., 2021, *Cobots in Industry 4.0: A Roadmap for Future Practice Studies on Human-Robot Collaboration*, „IEEE Transactions on Human-Machine Systems”, Vol. 3, s. 1–11, DOI: 10.1109/THMS.2021.3092684.

