



Ludzie i roboty

Praca z robotami jako (współ)praca zespołowa (*human robot collaboration*)

Magdalena MORZE*
Paweł NOWAK**

ABSTRACT

People and robots. Working with robots as human–robot collaboration: The article discusses the issue of cooperation between humans and robots, understood as collaborative teamwork. The text presents problems related to the area of human robot interaction and collaboration, describing the key factors influencing the development of these forms of coexistence between humans and machines, such as: trust between humans and machines or the issue of mutual understanding of thoughts and motivations (mental models). The text engages in a discussion of what gives us grounds to consider machines as team members, what are human expectations in such cooperation, in what areas robots continue to fail as co-workers, and whether certainly the teamwork model is the best one for the area of human robot collaboration.

KEYWORDS

human–robot interaction; human–robot collaboration

* Doktorantka na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, starsza specjalistka w Sieci Badawczej Łukasiewicz — Poznańskim Instytucie Technologicznym. E-mail: magdalena.morze@pit.lukasiewicz.gov.pl.

** Doktorant w Szkole Doktorskiej Nauk Humanistycznych, Teologicznych i Artystycznych na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, starszy specjalista w Sieci Badawczej Łukasiewicz — Poznańskim Instytucie Technologicznym. E-mail: p.nowak@doktorant.umk.pl.

WSTĘP

Komunikacja i współpraca to nieodłączne elementy życia ludzkiego. Ludzie wyewoluowali po to, by wchodzić w relacje, tworzyć więzi społeczne i współpracować, aby razem osiągać różne cele. Podczas gdy komunikacja jest konieczna i niezbędna (dłużej utrzymująca się izolacja społeczna może prowadzić do poważnych problemów psychicznych i fizycznych), współpraca wydaje się czymś dodanym i nieobowiązkowym — nie każdy musi brać udział w tworzeniu instytucji społecznych. Tak jednak nie jest. Według Michaela Tomasella, amerykańskiego psychologa rozwojowego, współpraca jest ważna i wyjątkowa, co więcej, to ona ostatecznie doprowadziła do wyłonienia się pewnych form myślenia i postaw (na przykład altruizmu) i to ona przyczyniła się do powstania symbolicznej formy komunikacji, jaką jest język (Tomasello, 2009). Przedstawiciele filozofii, socjologii i psychologii społecznej odkryli wiele interesujących mechanizmów życia społecznego i wypracowali wiele pożytecznych zasad komunikacji i współpracy. Współcześnie, w dobie szybkiego rozwoju sztucznej inteligencji (SI), stoimy jednak przed nowymi wyzwaniami.

Kwestia współpracy z robotami należy dzisiaj już nie do dziedziny *science fiction*, ale do szerokiego spektrum rzeczywistych i codziennych problemów. Kontakty z robotami to nie zawsze spotkania z ich fizyczną postacią, ale — częściej — z niewidoczną formą (na przykład za pośrednictwem oprogramowania). Roboty przemysłowe zaangażowane są do pracy w wielu różnych gałęziach przemysłu. Według raportu *Czy pandemia przyspieszy robotyzację* w Polsce aktualnie najbardziej zrobotyzowaną branżą jest produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (177,8 robota na 10 tys. pracowników), kolejna jest branża motoryzacyjna, w której przypada 165,5 robota na 10 tys. pracowników. Nasz kraj nadal odbiega jednak poziomem robotyzacji od czołówki światowej czy europejskiej. Dla przykładu w Niemczech w 2020 roku zainstalowano ponad 22 tys. robotów, co w tym okresie stanowiło 32,9% rynku europejskiego. W latach 1993–2018 liczba robotów przemysłowych na świecie zwiększyła się z 557 tys. do 2,4 mln (*Raport*, 2021: 15). Wniosek jest jeden: nie ma odwrotu od robotyzacji.

W czasie pierwszej rewolucji przemysłowej wprowadzenie maszyn współpracujących z ludźmi było swego rodzaju wstrząsem. Dziś wszechobecność urządzeń nikogo już nie dziwi. Jednak współcześnie stawiają nas one przed innym wyzwaniem. Rozwój technologii, w tym SI, powoduje, że istnieją obszary, w których maszyny powoli przewyższają możliwości ludzi. Nasza praca zaczyna zależeć na przykład od wyników działania robotów, gdy ich wkład w wykonywanie zadań jest unikalny. Zmianie ulega zatem rola maszyn. Przestają być tylko narzędziami w ludzkich rękach. Nasuwa się więc pytanie o ich status. Jeżeli to już nie narzędzia, to co?

Artykuł podejmuje dyskusję na temat roli robotów w miejscu pracy, a konkretnie w zespołach, które ludzie próbują tworzyć z robotami. W pierwszej

części tekstu wyjaśniono, z jakimi robotami współcześnie możemy mieć do czynienia i jak definiowana jest ich rola w pracy zespołowej. Dalej omówiono definicje *human robot interaction* i *collaboration* jako obszarów, które zajmują się badaniem zjawisk występujących podczas wspólnego działania ludzi i robotów. Następnie przedstawiono czynniki takie jak: zaufanie, modele mentalne, przejrzystość, niezawodność itd., które mają wpływ na kształtowanie się i jakość pracy ludzi z maszynami. Ostatnia część tekstu to dyskusja nad tym, czy faktycznie traktowanie robotów jako równoważnych i równouprawnionych partnerów oraz tworzenie narracji pracy zespołowej między ludźmi i robotami to właściwa droga interpretacji.

CZAS ROBOTÓW

Z jednej strony, entuzjastycznie podchodzimy do rozwoju nowoczesnych technologii, chłonąc kolejne nowości ułatwiające nam codzienne życie czy pracę zawodową. Z drugiej strony, czujemy też lęk i niepokój, czy technologia nie zawładnie naszym światem, a inteligentne maszyny nie odbiorą nam pracy. SI może osiągnąć poziom silnej sztucznej inteligencji (*artificial general intelligence*, AGI) już za kilkadziesiąt lat. Byłaby to inteligencja, która podobnie jak inteligencja ludzka potrafi łączyć informacje z różnych dziedzin, a także wykazuje się elastycznością i zdrowym rozsądkiem. Już dziś przewiduje się, że w następnych dziesięcioleciach SI sprawi, że wiele zawodów stanie się przestarzałych. Będzie ona realizować większość obowiązków wykonywanych dziś w ludzkich profesjach przynajmniej tak samo dobrze jak człowiek — do 2050 roku z 50-procentowym, a do 2070 roku z 90-procentowym prawdopodobieństwem (Schneider, 2021: 20). Z ludzkiego punktu widzenia taka wizja wydaje się niepokojąca. Jednak firmy widzą w automatyzacji i robotyzacji korzyści dotyczące optymalizacji procesów, podniesienia efektywności, wzrostu konkurencyjności itd. W raporcie opracowanym przez The Economist Intelligence Unit *Inteligentne gospodarki: Sztuczna inteligencja zmienia oblicza przemysłu i społeczeństwa* zauważono, że firmy wdrażające nowoczesne technologie mają szczególnie wysokie oczekiwania wobec robotyki. Roboty przemysłowe od lat kojarzyły się z bardzo wysoką ceną i nieodpowiednim rozmiarem. Sprawiało to, że były poza zasięgiem małych i średnich przedsiębiorstw, które miały zbyt niski budżet bądź nie posiadały wystarczająco dużej przestrzeni na hali produkcyjnej. Szansą dla nich stały się coboty — roboty współpracujące. Mogą one bezpiecznie funkcjonować wśród ludzi i zostać zaprogramowane do wykonywania różnych zadań. Dzięki temu pomagają pracownikom, przejmując skomplikowane, powtarzalne, a nawet niebezpieczne obowiązki (Twentyman, 2018).

Spectrum możliwych form współpracy człowieka z maszyną na linii produkcyjnej jest szerokie. Wyróżnić można sześć poziomów kooperacji: pierwszy

z nich to całkowite oddzielenie — w tym układzie operator jest oddzielony od maszyn — przez co maszyny mogą pracować szybko i z dużą siłą, a bezpieczeństwo ludzi nie jest zagrożone. Drugi poziom to przestrzeń współdzielona: człowiek może bezpiecznie zatrzymać maszynę i wejść do przestrzeni, w której ona pracuje. Poziom trzeci to wirtualna separacja, w której przestrzeń współpracy jest częściowo odseparowana, ale tak, by nie utrudniać kontaktu operatora z maszyną. Na poziomie czwartym przestrzeń jest współdzielona, a człowiek współpracuje z robotem w sposób ciągły. Piąty poziom stawia kolejne wymagania — oczekuje się, by człowiek i maszyna pracowali wspólnie w celu zrealizowania czynności zaplanowanych w procesie na przykład nauczania urządzenia wykonywania precyzyjnych ruchów na linii produkcyjnej. Najwyższy poziom kooperacji to współpraca z autonomicznymi robotami, na przykład w magazynach, po których poruszają się autonomiczne wózki przewożące towary. Współpraca odbywa się wówczas w wielu miejscach (Wodecki, 2021).

Pojawienie się cobotów zmieniło rozumienie współdziałania z robotami. Nowe czujniki i rosnąca złożoność SI powodują, że jesteśmy w okresie przejścia z fazy „ludzie pracują obok robotów”, mając niewielką interakcję z nimi, do pracy z robotami jako aktywnymi współpracownikami. Pojawia się zatem pytanie: czym stają się roboty? Wyłącznie narzędziami, tyle że z coraz większymi możliwościami (niekiedy przewyższającymi człowieka, na przykład możliwość analizy ogromnej ilości danych przez systemy oparte na SI, umiejętność penetracji terenu i zbierania danych przez roboty wojskowe, aż po nieosiągalną dla człowieka precyzję spawania przez roboty produkcyjne). Czy ze względu na wyższe poziomy współzależnienia ludzkiej pracy od robotów możemy już mówić o wspólnej pracy lub nawet pracy zespołowej?

Lindsay Larson oraz Leslie DeChurch zidentyfikowały cztery perspektywy roli technologii w zespole. Pierwsza perspektywa uznaje technologię cyfrową jako kontekst zespołu (*digital technology as team context*), druga traktuje technologię cyfrową jako „społecznomaterialne praktyki zespołu” — tutaj materialne aspekty technologii i praktyk społecznych postrzegane są jako wspólne i nieodłączne elementy (*digital technology as sociomaterial team practices*), w kolejnej technologia cyfrowa postrzegana jest jako medium tworzenia zespołu (*digital technology as team creation medium*), a na poziomie czwartym, ostatnim, technologia cyfrowa uznawana jest za kolegę z zespołu (*digital technology as a teammate*) (Larson & DeChurch, 2020). W tych wskazanych perspektywach zaprezentowana została rola (znaczenie i funkcje) technologii z punktu widzenia jej wpływu na pracę zespołową z uwzględnieniem osi czasu. W czwartej, najświeższej perspektywie patrzymy na technologię nie jako na ograniczającą lub rozszerzającą to, co robią ludzie, ale jako na działającą na zasadach równorzędnego partnera. Larson czyni rozróżnienie między technologią a sztucznym agentem/robotem traktowanym jako członek zespołu. Proponuje, by termin „technologia” zarezerwować dla tych urządzeń, oprogramowania itd., które są

skierowane do członków zespołu w celu poprawy efektywności procesów zespołowych. Rekomenduje zatem używanie go, gdy odnosimy się do jej roli jako wspomagającej zespołowe działanie. Robot może być albo technologią, albo agentem, w zależności od jego roli w zespole. Jeśli jedynie uzupełnia człowieka, nie wnosząc żadnego — poza zwiększeniem efektywności człowieka — unikalnego wkładu w kolektywną pracę, wówczas jest technologią. I przeciwnie: jeśli robot pełni odrębną rolę w zespole i wnosi unikalny wkład w jego działanie, jest agentem — członkiem zespołu (Larson & DeChurch, 2020).

Rola robotów, w tym napędzanych przez SI, zmienia się z narzędzi używanych przez ludzi na „kolegów z drużyny”. Zmiana ta powoduje, że ludzie i maszyny coraz częściej przyjmują bardziej złożone i oparte na współpracy role w sektorze zarówno produkcyjnym, jak i usługowym. Współpraca jest widoczna w takich kontekstach jak: wojsko, budownictwo, rolnictwo, medycyna/opieka społeczna, usługi analityczne i produkcja (Arslan *et al.*, 2021).

Interakcja człowiek–maszyna w miejscu pracy prawdopodobnie przyniesie wiele pytań i wyzwań zarówno dla menadżerów, pracowników, jak i całych organizacji. Często jednak badania w obszarze *human robot interaction* (HRI) są napędzane przez inżynierski sposób myślenia, który bada współzależności w odniesieniu do funkcjonalnych wyników, między innymi czasu reakcji lub szybkości wykonania zadania, a nie psychologicznych czynników zachowań (Tuomi, Tussyadiah, & Hanna, 2021). W badaniach dotyczących interakcji człowiek–robot naukowcy definiują problemy dotyczące zagadnień takich jak: autonomia, wymiana informacji między ludźmi a robotami, zespołowość, kształtowanie zadań, uczenie się, szkolenia. Klasyfikuje się rodzaje interakcji jako: zdalne lub bliskie — bycia w kolokacji (Tunc, 2020). Im intensywniej rozwija się kooperacja ludzi i coraz inteligentniejszych maszyn, tym ważniejsze jest rozumienie wpływu tego zjawiska na środowisko pracy. Chociaż HRI ma wiele aspektów badawczych, ważne jest, aby nie przeoczyć relacji pomiędzy ludźmi i robotami, obserwowanych z różnych punktów widzenia (Burke *et al.*, 2004).

HUMAN ROBOT INTERACTION I COLLABORATION

Terminy „interakcja” i „współpraca” pomiędzy ludźmi i robotami są szeroko stosowane przez wielu badaczy. *Human robot interaction* i *human robot collaboration* (HRC) to często ze sobą mylone, a nawet postrzegane jako określające ten sam typ „relacji” pojęcia dotyczące współpracy człowieka z robotem. Alfonso Castro, Filipe Silva i Victor Santos uszczegóławiają zatem:

Wprowadzono nową perspektywę interpretacyjną, w której pojęcie interakcji (*interaction*) odgrywa bardziej ogólną rolę, obejmującą w jej ramach współpracę. Przedstawiając interakcję jako działanie na kogoś innego, termin ten odnosi się do każdego

rodzaju działania, które angażuje innego człowieka lub robota. Współpraca (*collaboration*) natomiast oznacza pracę z kimś, zmierzającą do osiągnięcia wspólnego celu. Biorąc pod uwagę te dwa rozważania, należy zrozumieć współpracę jako szczególny przypadek interakcji (Castro, Silva, & Santos, 2021: 6)¹.

Autorzy wspominają także o definicji fizycznej współpracy człowieka z robotem (*physical human-robot collaboration*, pHRC), kiedy to ludzie, roboty i środowisko stykają się ze sobą i tworzą „ściśle sprzężony, dynamiczny system w celu wykonania zadania” (Castro, Silva, & Santos, 2021: 5). Zatem *interaction* to sytuacja, w której człowiek-operator i robot znajdują się w tym samym środowisku, ale nie dochodzi do wspólnego działania; taka interakcja nie musi pociągać za sobą wspólnego celu. Natomiast HRC wymaga 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. Tak rozumiejąc współdziałanie ludzi i robotów, zmierzamy do myślenia, iż HRC należy pojmować jako złożony układ socjotechniczny, w którym sprawczość nie może zostać przypisana wyłącznie ludziom. Jest ona rozdzielona pomiędzy nich i czynniki nieludzkie, takie jak maszyny, roboty, czujniki, programy i podobne urządzenia (Weiss, Wortmeier, & Kubicek, 2021).

Astrid Weiss podkreśla, że konieczne jest rozpatrywanie HRC na trzech poziomach: indywidualnym — czyli adaptacyjności ludzkiej i indywidualnego zaufania do technologii, zespołowym — czyli wpływu współpracowników i 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.

Założenia trzeciej strategii offsetowej USA są przykładem, który może obrazować, jak daleko posunięta ma być współpraca ludzi i robotów: wdrożone zostaną, na wielką skalę, zautomatyzowane i autonomiczne systemy w celu efektywnej współpracy żołnierzy z maszynami. Coraz inteligentniejsze maszyny będą wykonywać coraz więcej zadań, kluczowa zatem staje się umiejętność ściślej współpracy żołnierzy z nimi (Kamieński, 2022). Strategię oparto na kilku głównych elementach: *autonomus deel learning machines and systems*, *human machine collaboration*, *assisted human operations* oraz *advanced human machine teaming* — zaawansowanej koordynacji oraz współpracy zespołów ludzi i maszyn. Autor zauważa, że:

słabością tej strategii jest żołnierz, który musi stać się bardziej kompatybilny z systemami opartymi na sztucznej inteligencji. Intensywny rozwój technologii militarnej coraz bardziej pozostawia człowieka w tyle. Obciążony naturalnym bagażem ludzkich słabości i ograniczonych możliwości, nie nadąza on za jej algorytmiczną prędkością (Kamieński, 2022: 16).

¹ Cytaty z prac obcojęzycznych, jeśli nie zaznaczono inaczej, w przekładzie autorów.

Rozważania, czy faktycznie to człowiek jest w tej parze słabszym ogniwem, podjęte zostaną w dalszej części tekstu. Teraz, przyjmując powyżej przedstawione wyjaśnienia i założenie, że roboty i ludzie podczas *human robot collaboration* tworzą swoisty rodzaj zespołu, warto spojrzeć na czynniki, które mają wpływ na ich wspólne działania.

WAŻNE CZYNNIKI WE WSPÓŁPRACY LUDZIE–ROBOTY

Biorąc jako wzór współpracę zespołową kreowaną przez ludzi, wiemy, iż zespół tworzy grupa pracowników generująca pozytywną synergię i wykonująca pracę kolektywną, a poziom efektywności pracy zespołu przewyższa sumę wkładu pracy jego członków (Myjak, 2017), oraz że między osobami pracującymi zespołowo występują bezpośrednie związki produkcyjne, a zatem każdy z członków grupy współprzyczynia się do realizacji celu (Jagoda, 2011). Naukowcy z obszaru HRC w wielu zrealizowanych badaniach potwierdzili, iż czynnikiem decydującym o poprawnej współpracy ludzi i robotów jest zaufanie. W układzie 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 *et al.*, 2018).

Ze względu na rozpowszechnienie się systemów robotycznych w kontekście wojskowym uwagę badaczy przykuwa kwestia zaufania żołnierzy do robotów wykorzystywanych na polu walki. Aby zespoły żołnierze–roboty 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. Kristin E. 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 grupie. Każde to szukać punktów styczności, które pozwolą na wydajną współpracę na linii człowiek–maszyna (Oleson *et al.*, 2011). Maszyny przestały być bowiem jedynie narzędziami wojny i stały się współpracownikami żołnierzy. Są ich „hightechowymi kompanami” (Kamieński, 2022). Zapewniają żołnierzom bezpieczeństwo, na przykład usuwając ładunki wybuchowe lub detonując miny lądowe, a w zamian ci wierzą, że są zobowiązani do odwzajemnienia się, urządzając zniszczonym robotom pogrzeby z salutami karabinowymi, witając powracające maszyny jak bohaterów, ryzykując życie, by ratować te, z którymi pracują (Bankins & Formosa, 2019). 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 ich interesy i dobro (Simon, Neuhofer, & Egger, 2020).

Scott Ososky i Oleson podzielili istotne zmienne wpływające na zaufanie w zespole człowiek–robot na trzy grupy: cechy powiązane z człowiekiem,

czynniki dotyczące otoczenia oraz cechy skorelowane z robotem (Ososky *et al.*, 2014; Oleson *et al.*, 2011). Czynniki związane z ludźmi to na przykład: umiejętności poznawcze, wcześniejsze doświadczenia podczas korzystania z systemu robotycznego, ale także czynniki osobowościowe (między innymi pewność siebie człowieka, zaufanie do własnych możliwości) czy ekstrawersja/introwersja.

Ekstrawertycy mają tendencję do bycia bardziej skłonnyymi do interakcji z robotami. Wykazują także wyższy poziom zaufania wobec nich. Osoby ekstrawertyczne częściej rozmawiały z robotami, miały także większe tendencje do antropomorfizowania maszyn (Robert Jr. *et al.*, 2020). Cechy skorelowane z robotem, 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, Neuhofer, & Egger, 2020). Gdy niezawodność robota spada, zaufanie człowieka do niego również się obniża.

Uwagę zwraca również fakt, iż czynnikiem wpływającym na postrzeganie wydajności w zespołach ludzie–roboty jest ludzki stres, który pojawia się w momentach krytycznych. W sytuacjach o niewysokiej stawce niepowodzenia roboty mają niewielki wpływ na życie ludzkie. Gdy ryzyko jest niskie, człowiek może lepiej tolerować błędy i nie musi się martwić, czy robot jest pełnoprawnym członkiem zespołu. Jednak gdy życie ludzi zależy od poprawnego działania robota (na przykład podczas operacji wojskowych czy ratunkowych z wykorzystaniem maszyn), rozważania na temat tego, czy jest on pełnoprawnym członkiem zespołu wysuwają się na pierwszy plan (Groom & Nass, 2007). W sytuacjach wysokiego ryzyka zaufanie nabiera jeszcze większego znaczenia. Roboty są często projektowane, aby zastąpić ludzi w sytuacjach niebezpiecznych. 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 są one w stanie ochronić ich interesy (Groom & Nass, 2007).

Czynniki, które wpływają na poziom zaufania ludzi do robotów, to także wygląd, wydajność i bliskość. Wygląd, a konkretnie antropomorfizm robotów jest krytycznym wymiarem wpływającym na interakcje z ludźmi. Dla człowieka istotne jest, by robot miał kształt zbliżony do ludzkiego ciała (Simon, Neuhofer, & Egger, 2020). Uczestnicy eksperymentów wskazywali na głowę i ramiona robotów jako te elementy w ich budowie, które nie tylko umożliwiałyby im wykonywanie zadań, ale także ułatwiałyby komunikację. Jednocześnie Olga Simon wspomina o zjawisku doliny niesamowitości (*uncanny valley*) opisanym przez Masahira Mori. Kiedy udowodniono, że umiarkowany stopień podobieństwa robota do człowieka wpływa na znaczne poczucie bezpieczeństwa odczuwane przez ludzi. Gdy jednak maszyna jest

zbyt humanoidalna, wywołuje to w człowieku poczucie dziwności, a nawet przerażenie (Mori, 1970).

Bliskość, rozumiana jako fizyczna odległość pomiędzy pracownikami a robotem, także inklinuje do wyższego poziomu zaufania. Ludzie mają tendencję do obdarzania większym zaufaniem robotów, które są „współlokowane” (znajdują się w bliskiej odległości od człowieka, w tej samej lokalizacji). Według Simon jest to powiązane z poczuciem kontroli, które jest silne u ludzi obcujących z robotami i koreluje z przewidywalnością zachowań maszyn oraz posiadaniem wiedzy o ich możliwościach (Simon, Neuhofer, & Egger, 2020).

Ososky wskazuje także na przejrzystość systemu, na jakim opiera się działanie robota, jako na kolejny czynnik wpływający na poziom zaufania między ludźmi a robotami. 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 *et al.*, 2014). Widzenie systemu przez użytkownika należy rozumieć jako przezroczystość systemu dla użytkownika, czego przykładem może być przeglądarka internetowa. Podczas korzystania z niej internauci z założenia mają mieć niemalże wrażenie jej przezroczystości, niewidoczności interfejsu, prowadzącego do poszukiwanych informacji. Z punktu widzenia HRC istotniejszy wydaje się drugi wymiar przejrzystości: „widzenie w”. Kluczowe jest ujawnienie informacji użytkownikowi i uzupełnienie oczekiwanych danych wyjściowych, które ujawniają, jak system działa i/lub co robi (Ososky *et al.*, 2014). Ososky przywołuje przykład współpracy ludzi i robotów w amerykańskiej armii. 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. Przejrzystość 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 maszyną.

Poziom zaufania powiązany jest także na przykład z z charakterystyką zadań, jakie robot i człowiek mają wykonywać wspólnie. Są badacze, którzy twierdzą, iż przy realizacji bardziej wymagających zadań zaufanie spada — więcej miejsca na błędy sprawia, że człowiek jest bardziej skłonny polegać na sobie. Równocześnie środowisko pracy z trudną wielozadaniowością może prowadzić do nadmiernego zaufania do maszyn. Zaufanie do robota niekoniecznie opiera się na tym, co ten robot potrafi, a raczej na tym, jak użytkownik postrzega jego możliwości (Ososky *et al.*, 2014). Wskazuje się na teoretyczny związek pomiędzy wielozadaniowością, wiedzą specjalistyczną i rozwojem zaufania. Osoby z wyższym poziomem wiedzy mają tendencję do ufania swoim własnym zdolnościom, podczas gdy osoby z mniejszym doświadczeniem ufają robotowi (Sanders *et al.*, 2011).

WYMIANA WIEDZY I MODELE MENTALNE

We współczesnych organizacjach najczęstszym nośnikiem wiedzy zbiorowej są zespoły pracownicze. Dzieje się tak dlatego, iż to im powierzana jest realizacja zadań i przedsięwzięć, których wykonanie przynosi nową wiedzę zarówno całej organizacji, jak i pojedynczym pracownikom. Wspólne rozwiązywanie problemów poprawia skuteczność bieżących działań, zwiększa intensywność przepływów informacyjnych oraz pozwala wykorzystać umiejętności pracowników. Przepływ i wymiana informacji w zespołach, w których obecna jest współpraca ludzi i robotów, jest zjawiskiem bardziej skomplikowanym: aby zrozumieć, co robi „niehumaniczny członek zespołu”, ludzie muszą zdobyć informacje o stanie i możliwościach maszyny. Jest to tym ważniejsze, im większy wpływ na podejmowanie decyzji zespołowych ma dzielenie się informacjami przez roboty. Niekiedy argumentuje się, że najlepszym sposobem osiągnięcia wyższego poziomu interakcji pomiędzy ludźmi a maszynami jest naśladowanie zachowań ludzkich. Oczywiście ludzkie zachowanie może być replikowane tylko wtedy, gdy roboty posiadają odpowiednie zdolności z tym związane (Richards, 2017).

Zatem by ludzie efektywnie współpracowali z robotami, muszą znać i rozumieć, jakie są umiejętności i możliwości maszyn oraz jakie mają one ograniczenia. Interesujące jest, jak zapewnić zespołowi człowiek–robot zdolność do naturalnej komunikacji i wspólnego rozwijania wiedzy. Zanim dojdzie do obopólnego poznania, robot musi być zaprogramowany tak, aby „rozumiał” zadanie, członków zespołu ludzkiego i całe środowisko. Jeśli nie zostanie zaprogramowany w ten sposób, nie będzie „rozumiał” wiedzy współdzielonej ani nie będzie w stanie dzielić się swoją.

Istotnym czynnikiem w *human robot collaboration*, poza zaufaniem i udostępnianiem wiedzy, jest uznawanie przez drużynę tego samego modelu mentalnego. Interesujące są dwa aspekty istnienia lub kreowania modeli mentalnych w zespołach HRC: czy maszyny mogą wspólnie z ludźmi wytworzyć zespołowy model mentalny oraz jakie warunki muszą zaistnieć, by mogło się tak stać.

Model mentalny to ramy konceptualne do opisywania, wyjaśniania i przewidywania doświadczeń. Modele umysłowe ludzi są na tyle podobne, że członkowie zespołu mogą dzielić wspólny model mentalny. Umożliwia to zespołowi podejmowanie decyzji bardziej efektywnych niż indywidualne decyzje poszczególnych członków. Model mentalny zespołu ma formę podobną do modelu jednostki. Każdy członek zespołu może na jego podstawie wnioskować o podstawowych motywacjach, percepcji i słabościach kolegów. Zdolność do wnioskowania o modelach mentalnych innych osób pozwala członkom zespołu stworzyć zespołowy model mentalny wraz ze wspólnym zestawem celów, strategii i motywacji. Dzielenie się modelem mentalnym wspomaga podejmowanie decyzji, komunikację i wspólne działanie (Groom & Nass, 2007: 492).

Dzięki istnieniu modeli mentalnych ludzie są w stanie analizować, przetwarzać i wykorzystywać informacje. Modele te nie prezentują jednak rzeczywistości idealnie, informacje są filtrowane i zmieniane przez ludzi, tak by pasowały do danego modelu i zabarwienia emocjonalnego. Roboty, z założenia nie posiadając modeli mentalnych, nie muszą filtrować informacji, mogą być projektowane z możliwością przechowywania i przetwarzania wszystkich danych sensorycznych. Przetwarzanie informacji pozbawionych modeli mentalnych umożliwia maszynom ocenę informacji bez emocji. Victoria Groom zauważa, że w sytuacjach wysokiego ryzyka i o dużym ładunku emocjonalnym zdolność robota do przetwarzania wszystkich informacji bez wpływu nastawienia, nastroju lub emocji może umożliwić dokładniejsze przetwarzanie danych i podejmowanie decyzji (Groom & Nass, 2007: 496).

Czy zatem brak zdolności tworzenia modeli mentalnych przez roboty postrzegać należy jako wadę, czy może jest to wartość dodana w pracy zespołowej, ponieważ maszyny opierają się wyłącznie na analizie danych? Tak postawione pytanie przenosi nas do ostatniej części artykułu, w której, posiadając wiedzę o definicjach *human robot collaboration* i czynnikach na nią wpływających, podjęto dyskusję o celowości nazywania pracy ludzi i robotów współpracą zespołową.

ROBOTY — NIEDOSKONALI WSPÓŁPRACOWNICY

Vitoria Groom i Clifford Nass ze Stanford Univeristy w artykule „Can robots be teamamate” podjęli dyskusję dotyczącą przyjętego założenia, że zespół jest idealnym modelem do opisu interakcji człowiek–robot. Według nich:

Założenie, że zespół jest idealnym modelem dla interakcji człowiek–robot, opiera się na jeszcze bardziej podstawowym założeniu, że najlepszym modelem dla rozwoju robotów jest model ludzki. Kiedy badacze zadają pytanie: „Jak uczynić roboty lepszymi kolegami w ludzkich zespołach?”, tak naprawdę pytają: „Jak uczynić roboty lepszymi ludzkimi kolegami w zespołach?”. Pogląd, że roboty mogą odnieść sukces jako koledzy z zespołu, podczas gdy komputery nie mogą tego zrobić, może wynikać z faktu, że robotom przypisuje się większy potencjał do wykazywania charakterystycznych ludzkich zachowań (Groom & Nass 2007: 491).

Autorzy odnoszą się do kilku czynników uznawanych za istotne w budowaniu zespołowości, zarówno ludzkiej, jak i tej tworzonej z maszynami. Podkreślają znaczenie braku możliwości zbudowania wspólnych z robotami zespołowych modeli mentalnych, trudności w tworzeniu zaufania pomiędzy ludźmi i robotami, braku samoświadomości robotów. Twierdzą, że maszyny nie są obecnie w stanie spełnić wysokich oczekiwań dotyczących ich działania w zespole, bowiem muszą zostać zaprogramowane tak, aby rozumiały zadanie, członków

zespołu oraz otaczające środowisko. Jeśli robot nie zostanie zaprogramowany w ten sposób, nie będzie „rozumiał” wiedzy współdzielonej w zespole (Demir, McNeese, & Cooke, 2020).

Według Groom 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 takiej współpracy (Groom & Nass, 2007). Autorzy prezentują sceptyczną postawę wobec robotów jako członków zespołu. Podkreślają:

Zamiast uparcie utrzymywać zespołowy model interakcji człowiek–robot i próbować uczynić roboty porównywalnymi z ludzkimi kolegami z drużyny, badacze powinni opracować strukturę organizacyjną, która wykorzystuje specjalne zdolności zarówno ludzi, jak i robotów. W walce o uczynienie z robotów ludzi naukowcy nie zidentyfikowali w pełni cech ludzkich, których brakuje robotom, ani cech robotów, których brakuje ludziom. Próbując uczynić roboty ludźmi, badacze przeoczyli to, co czyni roboty wyjątkowymi (Groom & Nass 2007: 489).

Włączanie robotów w rolę partnerów z zespołu wpisuje się w zaobserwowaną już w latach 70. XX wieku tych przez prof. Józefa Bańkę tendencję do „obsesji innowacyjności”, którą definiował on jako przekonanie, że jeśli jakaś innowacja jest możliwa z technicznego punktu widzenia, to jest zarazem odpowiednikiem ludzkiej potrzeby i należy ją zrealizować niezależnie od komplikacji w sferze ludzkiej (Bańka, 1977). Skoro zatem uznano, że roboty będą z nami pracować czy (współ)pracować, *a priori* przyjęto, że sprawdzi się — jedyny, jaki znamy — zespołowy model współpracy. Co w jakimś sensie zapewne może być usprawiedliwieniem dla przyjęcia takiego podejścia. Czy jednak obserwacja rezultatów współpracy ludzie–roboty nie powinna wzbudzić refleksji co do słuszności obranej drogi?

Paweł Fortuna zauważa, że orientacja w badaniu interakcji człowieka i sztucznych systemów powinna skutkować wzrostem wrażliwości twórców i użytkowników na aspekt dobroczynnego efektu włączania danych artefaktów do naszego życia domowego czy środowiska pracy (Fortuna, 2021). Dyskusja o idei zespołowości w kontaktach ludzie–robot, jest elementem debaty toczonej na temat roli technologii w naszym życiu zawodowym i osobistym. W dyskusji naukowej można zauważyć dwa przeciwstawne względem siebie stanowiska. Pierwsze wskazuje na negatywny wpływ technologii na środowisko pracy i poprzez pracę na kondycję człowieka. Jak przekonują Mirosława Marody i Anna Giza-Poleszczuk, każde narzędzie, należące przecież do sfery szeroko rozumianej *techné*, zawiera w sobie zakumulowany przekaz informacyjny. Wynalezienie tłuka pięściowego wymagało inteligencji wynalazcy, ale jego użycie zwrótnie podnosiło inteligencję użytkownika. W ten sposób narzędzie w swoim relacyjnym wymiarze społecznym przyczyniało się do rozwoju ludzkiej umysłowości. Autorki wskazują, że istotną częścią tego procesu było narzędzie z zakodowaną

intencją twórcy i zmaterializowaną ludzką inteligencją wyzwalaną przy każdym jego użyciu (Marody & Giza-Poleszczuk, 2004). Ta obserwacja jednak odnosi się przede wszystkim do techniki, która miała zdecydowanie inną niż współcześnie postać i zadanie — wspierała człowieka w jego działaniach. Dziś, jak wskazano we wcześniejszych częściach tekstu, zaczynamy przechodzić „od narzędzia jako przedłużenia funkcji człowieka do fazy człowieka jako przedłużenia narzędzia” (Krzysztofek, 2015).

Wątpliwości na temat roli techniki, a konkretnie maszyny w życiu codziennym i zawodowym, nie są nowe. Gdy dyskusja naukowa skupiona była na zagadnieniu taśmy produkcyjnej związanej z tayloryzmem i fordyzmem, George Friedman przedstawiał „problem człowieka w cywilizacji maszynowej” (Friedman, 1960).

Jeremy Rifkin należy do grona naukowców, którzy negatywnie wypowiadają się na temat wzrastającej i przekształcającej struktury społeczne roli technologii w branżach produkcyjnej oraz usługowej. Wskazuje on, że odkrycia technologiczne zapowiadają wzrost produktywności i redukcję zatrudnienia na skalę nieporównywalną z jakąkolwiek dotychczasową rewolucją techniczną w historii świata (Rifkin, 2001). Podobną narrację przedstawia dwóch naukowców z amerykańskiego Instytutu Technologii w Massachusetts, Erik Brynjolfsson i Andrew McAfee. W nawiązaniu do teorii końca pracy wskazują oni, że roboty, maszyny i automaty są na wielu płaszczyznach zdecydowanie lepsze od człowieka — precyzyjne, skoncentrowane, coraz bardziej inteligentne. To wszystko sprawia, że człowiek zaczyna przegrywać z technologią, a podstawowym skutkiem tej sytuacji, która niesie szereg innych reperkusji społecznych, jest wzrost światowego bezrobocia i fakt, że praca staje się przywilejem (Brynjolfsson & McAfee, 2020).

Analizując interakcje ludzi i robotów, warto nawiązać także do kwestii oceny transformacji cyfrowej rynku pracy dokonanej z perspektywy relacyjnej. Zespół naukowców z Hiszpanii i Chile wskazuje, że choć postęp technologiczny zwiększa ryzyko alienacji (na przykład w miejscu pracy), może również odgrywać kluczową rolę w umożliwianiu relacyjności (Rodriguez-Lluesma, García-Ruiz, & Pinto-Garay, 2020). Autorzy wskazują na potrójną morfogenezę, czyli transformację pracy, która dokonuje się w cyfrowym społeczeństwie, zatem także w miejscach, gdzie implementuje się roboty. Są to morfogeneza strukturalna — związana z pojawieniem się nowych form organizacji pracy, morfogeneza kulturowa — dotycząca nowych modeli rozumienia i interpretowania pracy jako ludzkiej aktywności, oraz morfogeneza sprawczości — oznaczająca pojawienie się nowych podmiotowości w pracy. Carlos Rodriguez-Lluesma, Pablo García-Ruiz i Javier Pinto-Garay w swojej refleksji nie uwzględnili niestety zagadnienia interakcji człowiek–robot, która jak wykazano wcześniej, jest nowym, istotnym zagadnieniem stanowiącym element transformacji cyfrowej firm.

Istotne wydaje się, by w czasie realizacji procesów transformacji cyfrowej uwzględniać zagadnienia związane z HRC na równi z kwestiami *stricte* technologicznymi. Największą barierą w tworzeniu i prawidłowym funkcjonowaniu *human robot collaboration* jest problem ludzkiego zaufania — „zaufanie czemuś, co nie jest w stanie zaufać, poczuć winy lub zdradzić, okazuje się trudne” (Groom & Nass, 2007). A przy tym jednak, na co zwraca uwagę Natalia Hatałska,

[n]ależy pamiętać o fakcie, że człowiek angażując się w relację z robotem uruchamia swoje emocje, przywiązuje się do niego. Dzieje się to niezależnie od nas, poza naszą świadomością, tak w drodze ewolucji zostaliśmy zaprogramowani. Jeśli ktoś na nas patrzy, słucha nas, reaguje na nas, to jest to dla nas sygnał, że ten ktoś jest nami zainteresowany i gotowy na budowanie głębszej relacji. Problem polega na tym, że relacja z robotem jest zawsze jednostronna (Hatałska, 2021: 120).

PODSUMOWANIE

Codzienne działania najczęściej opierają się na wypracowanych schematach postępowania. Podobny mechanizm zadziałał także w obszarze implementacji robotów w środowisku pracy. Ponieważ jako ludzie widzimy wartość we współpracy zespołowej, przyjęto założenie, że będzie ona obecna także we współpracy ludzi z robotami. Okazuje się jednak, iż sytuacja jest dużo bardziej skomplikowana. Wiele różnorodnych czynników wpływa na *human robot interaction* oraz na kształtowanie się *human robot collaboration*. Są to czynniki zarówno wynikające z możliwości działania lub ich braku u robotów, jak i przede wszystkim skorelowane z postawami i emocjami ludzi, takie jak: zaufanie, poleganie na działaniu maszyn, rozumienie sposobu ich działania itd.

W gospodarkach nastawionych na wdrażanie nowoczesnych technologii opartych na przykład na sztucznej inteligencji konieczne jest, aby pamiętać, że automatyzacja czy robotyzacja nie kończą się na wprowadzeniu inteligentnych maszyn do organizacji. Stoimy przed nowymi wyzwaniami współpracy ludzi i inteligentnych maszyn. W artykule wskazano na newralgiczne obszary takiej współpracy. Ich identyfikacja, znajomość i rozumienie mogą okazać się kluczowe dla rozwoju zespołów pracowniczych, które mają się opierać 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 nowoczesnych 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 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 ludzie–roboty jakby na wyrost, już niedługo będą eksplorowały naszą codzienną zawodową rzeczywistość. Dziś roboty nie są wymarzonymi współpracownikami, wiele wskazuje jednak na to, że nasza przyszłość nieodzownie powiązana jest ze wspólną pracą z inteligentnymi maszynami. Czy będzie się to odbywać w modelu faktycznej współpracy? Warto, aby zdecydowali o tym ludzie.

BIBLIOGRAFIA

- Arslan, A., Cooper, C., Khan, Z., Golgeci, I., & Ali, I. (2021). *Artificial intelligence and human workers interaction at team level: a conceptual assessment of the challenges and potential. HRM strategies*. Dostęp: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJM-01-2021-0052/full/html> (3.01.2022).
- Bankins, S. & Formosa, P. (2019). When AI meets PC: exploring the implications of workplace social robots and a human–robot psychological contract. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 29, 215–229.
- Bańka, J. (1977). *Przeciw szokowi przyszłości*. Katowice: Wydawnictwo Śląskie.
- 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*, 8(4), 30–53. DOI: 10.1145/3181671.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2020). *Wyciąg z maszynami. Jak rewolucja cyfrowa napędza innowacje, zwiększa wydajność i w nieodwracalny sposób zmienia rynek pracy?*. (Przeł. M. Sielicki). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- 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*. Dostęp: https://www.researchgate.net/publication/3421558_Final_Report_for_the_DARPANSF (3.01.2022).
- Castro, A., Silva, F., & Santos, V. (2021). Trends of human–robot collaboration in industry contexts: Handover. *Sensors*, 21(12), 1–28. DOI: 10.3390/s21124113.
- Demir, M., McNeese, N.J., & Cooke N.J. (2020). Understanding human–robot teams in light of all-human teams: Aspects of team interaction and shared cognition. *International Journal of Human-Computer Studies*, 140, 2–7. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2020.102436.
- Fortuna, P. (2021). *Optimum. Idea cyberpsychologii pozytywnej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Friedman, G. (1960). *Maszyna i człowiek. Problem człowieka w cywilizacji maszynowej*. (Przeł. I. Jenicz & W. Kotyńska). Warszawa: Książka i Wiedza.
- Groom, V. & Nass, C. (2007). Can robots be teammates? Benchmarks in human–robot teams. *Interaction Studies*, 8(3), 483–500. DOI: 10.1075/is.8.3.10gro.
- Hatalska, N. (2021). *Wiek paradoksów. Czy technologia nas ocali?*. Kraków: Wydawnictwo Znak.
- Jagoda, A. (2011). Rola zespołowych form organizacji pracy w procesie doskonalenia kompetencji pracowniczych. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu*, 24.
- Kamiński, L. (2022). *Mimowolne cyborgi. Mózg i wojna przyszłości*. Sękowa: Wydawnictwo Czarne.
- Krzysztofek, K. (2015). Technologie cyfrowe w dyskursach o przyszłości pracy. *Studia Socjologiczne*, 4(219), 5–31.
- 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*, 31(1), 1–18. DOI: 10.1016/j.leaqua.2019.101377.

- Marody, M. & Giza-Poleszczuk, A. (2004). *Przemiany więzi społecznych. Zarys teorii zmiany społecznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7(4), 33–35.
- Myjak, T. (2017). Uwarunkowania skutecznej i efektywnej współpracy zespołowej (t. 1, s. 222–230). W: R. Knosala (Red.). *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- Oleson, K.E., Billings, D.R., Kocsis, V., Chen, J.Y.C., & Hancock, P.A. (2011). Antecedents of trust in human–robot collaboration. *2011 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA), Miami Beach, FL, USA*, 175–178. DOI: 10.1109/COGSIMA.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. *SPIE Defense + Security, 2014, Baltimore, MD, USA*. DOI: 10.1117/12.2050622.
- Raport. (2021). *Czy pandemia przyspieszyła robotyzację?*. Warszawa: Polski Instytut Ekonomiczny.
- Richards, D. (2017). Escape from the factory of the robot monsters: agents of change. Dostęp: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TPM-10-2015-0052/full/html> (3.01.2022).
- Rifkin, J. (2001). *Koniec pracy. Schyłek siły roboczej na świecie i początek ery postrynkowej*. Wrocław: Wydawnictwo Dolnośląskie.
- 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*, 4(2), 107–212. DOI: 10.1561/29000000018.
- Rodriguez-Lluesma, C., García-Ruiz, P., & Pinto-Garay, J. (2020). The digital transformation of work: A relational view. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*, 30(1), 1–36.
- Sanders, T., Oleson, K.E., Billings, D.R., Chen, J.Y.C., & Hancock, P.A. (2011). Model of human–robot trust: Theoretical model development. *Sage Journals*, 55(1). DOI: 10.1177/1071181311551298.
- Schneider, S. (2021). *Świadome maszyny. Sztuczna inteligencja i projektowanie umysłów*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Simon, O., Neuhofer, B., & Egger, R. (2020). Human–robot interaction: Conceptualising trust in frontline teams through LEGO® Serious Play®. *Tourism Management Perspectives*, 35, 1–19. DOI: 10.1016/j.tmp.2020.100692.
- Tomasello, M. (2009). *Why we cooperate*. Cambridge: The MIT Press.
- Tuomi, A., Tussyadiah, I., & Hanna, P. (2021). Spicing up hospitality service encounters: the case of Pepper™. Dostęp: <https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/journalArticle/Spicing-up-hospitality-service-encounters-the-case-of-Pepper/99542622902346> (3.01.2021).
- Tunc, A.O. (2020). Human–robot interaction in organizations (s. 31–45). W: U. Hacıoğlu (Red.). *Digital business strategies in blockchain ecosystems. Contributions to management science*. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-29739-8_2.
- Twentyman, J. (2018). *Inteligentne gospodarki: Sztuczna inteligencja zmienia oblicza przemysłu i społeczeństwa*. Economist Intelligence Unit Limited. Dostęp: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/PL-PL-CNTNT-Whitepaper-Digital-Transformation-with-AI-Intelligent-Economies.pdf> (3.01.2022).
- 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*, 3, 1–11. DOI: 10.1109/THMS.2021.3092684.
- Wodecki, A. (2021). *Sztuczna inteligencja we współczesnych organizacjach. Jak autonomiczne systemy mogą wpływać na firmy, model biznesowe, rynki?*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.