

SZTUCZNA INTELIGENCJA A ZDROWIE PRACOWNIKA – NOWE WYZWANIA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EMPLOYEE'S HEALTH – NEW CHALLENGES

Jolanta Walusiak-Skorupa, Paulina Kaczmarek, Marta Wiszniewska

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Klinika Chorób Zawodowych i Zdrowia Środowiskowego / Clinic of Occupational Diseases and Environmental Health

STRESZCZENIE

Wstęp: Obecność sztucznej inteligencji (*artificial intelligence* – AI) w wielu dziedzinach życia społecznego staje się powszechna. Wykorzystuje się ją m.in. w medycynie, handlu, motoryzacji, obsłudze klienta, rolnictwie i produkcji w warunkach fabrycznych. Roboty pojawiły się w środowisku pracy po raz pierwszy w latach 60. XX w. – od tego czasu inteligentne systemy stały się dużo bardziej zaawansowane. Rozszerzenie funkcjonalności AI w środowisku pracy pogłębia ryzyko zagrożeń dla zdrowia człowieka. Mogą mieć one charakter fizyczny (brak odpowiedniej kontroli nad maszyną, wypadki) lub psychiczny (technostres, automatyzacja prowadząca do wykluczenia zawodowego, zmiany na rynku pracy, pogłębiające się różnice społeczne). **Materiał i metody:** Celem artykułu jest wskazanie, na podstawie wybranej literatury, możliwych zastosowań AI oraz potencjalnych korzyści i zagrożeń dla człowieka w kontekście współczesnego środowiska pracy. **Wyniki:** Głównym obszarem zainteresowań autorek było współczesne środowisko pracy oraz konsekwencje zdrowotne związane z dostępem do inteligentnych technologii wynikające np. ze zwiększonej kontroli pracownika. **Wnioski:** Autorki uważają, że nowa rzeczywistość z powszechnym wykorzystaniem AI wymaga analizy jej wpływu na sytuację psychospołeczną i zdrowotną człowieka. Tym samym konieczne są ramy prawne określające zakres monitoringu i zbierania wrażliwych danych. Med. Pr. 2023;74(3):227–233

Słowa kluczowe: ochrona zdrowia, służba medycyny pracy, sztuczna inteligencja, rewolucja technologiczna, systemy uczące się, zdrowie i bezpieczeństwo pracownika

ABSTRACT

Background: The presence of artificial intelligence (AI) in many areas of social life is becoming widespread. The advantages of AI are being observed in medicine, commerce, automobiles, customer service, agriculture and production in factory settings, among others. Workers first encountered robots in the work environment in the 1960s. Since then, intelligent systems have become much more advanced. The expansion of AI functionality in the work environment exacerbates human health risks. These can be physical (lack of adequate machine control, accidents) or psychological (technostress, fear, automation leading to job exclusion, changes in the labour market, widening social differences). **Material and Methods:** The purpose of this article is to identify, based on selected literature, possible applications of AI and the potential benefits and risks for humans. **Results:** The main area of interest was the contemporary work environment and the health consequences associated with access to smart technologies. A key research area for us was the relationship between AI and increased worker control. **Conclusions:** In the article, the authors emphasize the importance of relevant EU legislation that guarantees respect for the rights of the employed. The authors put forward the thesis that the new reality with the widespread use of AI, requires an analysis of its impact on the human psycho-social and health situation. Thus, a legal framework defining the scope of monitoring and collection of sensitive data is necessary. Med Pr. 2023;74(3):227–33

Key words: health care, occupational health services, artificial intelligence, technological revolution, learning systems, worker's health and safety

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Jolanta Walusiak-Skorupa, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Klinika Chorób Zawodowych i Zdrowia Środowiskowego, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź,
e-mail: jolanta.walusiak-skorupa@imp.lodz.pl
Nadesłano: 28 lipca 2023, zatwierdzono: 4 sierpnia 2023

WSTĘP

Transformacja cyfrowa, tzw. przemysł 4.0, wprowadzane do użytku nowe aplikacje i rozwój sztucznej inteligencji (*artificial intelligence* – AI) stanowią nowe wyzwanie dla obszaru odpowiedzialnego za zdrowie i bezpieczeństwo pracownika. Uczenie maszynowe zmienia środowisko pracy [1] i redefiniuje rolę człowieka w procesach produkcyjnych. Osiągnięcia badawcze w dziedzinie sztucznej inteligencji cechuje coraz większy poziom zaawansowania. Pierwsze spotkanie pracownika z systemami robotycznymi miało miejsce w latach 60. XX w. [2] – dziś są one powszechnym elementem środowiska pracy. Po wdrożeniu robotyzacji samouczącej się wprowadzono maszyny współpracujące z człowiekiem [3]. Nowoczesnym robotom nadaje się nie tylko wizualnie cechy ludzkie, ale też – dzięki specjalnym oprogramowaniom – zaprogramowuje podobne zachowania i emocje, po to, by zwiększyć zaufanie pracowników do AI. Humanoidy są już używane m.in. w gastronomii i handlu. Badacze stawiają tezę, że przydatność robotów w środowisku pracy przekłada się na ogólnospołeczną akceptację AI. Wyzwaniem jest stworzenie robotów integrujących się z pracownikami i stanowiącymi część zespołu [4].

Systemy programowane do konkretnych działań mają na celu zwiększenie bezpieczeństwa pracy, zredukowanie liczby wypadków oraz wspomaganie pracowników. Skuteczność w tej dziedzinie wymaga niezawodnej i kontrolowanej sztucznej inteligencji. Kluczowe jest więc zrozumienie możliwych zastosowań AI we współczesnym świecie: należy zidentyfikować zalety i wady wprowadzonych rozwiązań technologicznych i ich możliwe negatywne skutki społeczne. Zagadnieniem badawczym jest kontrola człowieka nad procesem samouczenia się maszyn oraz uczeniem głębokim (*deep learning*) [1].

Zdrowie i bezpieczeństwo pracownika bada się w odniesieniu do zmian na rynku pracy. Sztuczna inteligencja w środowisku pracowniczym, wymagając specjalistycznych kompetencji, działa z jednej strony aktywizująco, ale z drugiej – może grozić substytucjonalnością i wykluczeniem pewnych grup zawodowych, np. wykonujących proste, powtarzalne prace. Nowoczesny rynek pracy wymaga posiadania wiedzy cyfrowej, pracy w różnych lokalizacjach, gotowości do przekwalifikowania się. Powstają nowe formy pracy (praca zdalna, wirtualne miejsca pracy) i elastyczne linie produkcyjne [5].

Coraz bardziej powszechna staje się gospodarka oparta na modelu (*gig economy*). Obowiązujące stosunki pracy zastępowane są przez takie, które wiążą się z większą

niezależnością pracownika. Proces wspomagają aplikacje i decydująca funkcja zlecenia, a nie pracodawcy [6].

W artykule odniesiono się do znaczenia i przydatności sztucznej inteligencji w środowisku pracy. Przedstawiono kluczowe zastosowania sztucznej inteligencji w priorytetowych dziedzinach życia społecznego. Zostały wskazane jej ograniczenia i potencjalne ryzyko dla pracowników. Publikacja jest omówieniem zagrożeń dla zdrowia oraz wykorzystania AI w profilaktyce zdrowotnej.

ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W ŚRODOWISKU PRACY

Współczesne środowisko pracy wykorzystuje sztuczną inteligencję w wielu dziedzinach. Tempo jej rozwoju stymulują nowe zagrożenia dla zdrowia fizycznego (zmieniające się nawyki żywieniowe, nieznane wirusy, styl życia), czwarta rewolucja przemysłowa (wynalazki techniczne, tempo życia, świat jako globalna wioska), pandemia (zagrożenia dla zdrowia psychicznego, nowe formy pracy) i konflikty zbrojne (drony jako broń, automatyzacja logistyczna) [7]. Standardy gospodarcze, rolne i ekologiczne wymagają wdrożenia zaawansowanej automatyzacji produkcji żywności (np. *workhorse robotics*) [8].

W medycynie zabiegowej, np. w neurochirurgii, roboty poprawiają jakość pracy specjalistów przez precyzyjne ruchy chirurgiczne ograniczające ryzyko uszkodzenia tkanek. Operacje laparoskopowe pozwalają lekarzom na pracę bez konieczności głębokiej interwencji chirurgicznej. Odpowiednie powiększenie obrazu i jednoczesne operowanie z użyciem wbudowanego rezonansu i tomografu komputerowego zapewniają dokładność wszystkich czynności. Prawidłowo kontrolowana sztuczna inteligencja gwarantuje stabilność i eliminuje błędy spowodowane czynnikiem ludzkim z zabiegu chirurgicznego. W środowisku szpitalnym roboty umożliwiają symulację i trening prawdziwych operacji. Podnosi to kwalifikacje młodej kadry lekarskiej i daje możliwość szybkiej aktywizacji zabiegowej [8]. Sztuczna inteligencja znajduje także zastosowanie w dziedzinie protetyki i wspomaganie niepełnosprawności (egzoszkielet, precyzyjne tworzenie protez) [8,9].

W niniejszej pracy wskazano 3 obszary w wyspospecjalistycznej medycynie, w których AI będzie wykorzystywana. Dla klinicystów współpraca z AI oznacza możliwość szybkiej, trafnej interpretacji wyników badań. Z kolei dla działania systemów ochrony zdrowia to szansa na poprawę procesów pracy, tzw. *workflow*, i ograniczenie błędów medycznych. Korzyścią dla pacjentów będzie

natomiast dostępność do wyników ich badań w celu wdrożenia indywidualnych działań w ramach promocji zdrowia. Aktualnie identyfikowane ograniczenia w wykorzystywaniu AI w wymienionych obszarach obejmują: uprzedzenia, prywatność i bezpieczeństwo analizowanych danych, brak przejrzystości w kierunkach dalszego rozwoju. Prognozuje się, że z czasem nastąpi poprawa trafności i produktywności w procesie pracy wspieranej przez AI, ale trudno przewidzieć, w jaki sposób udział AI będzie poprawiać relację pacjent–lekarz lub wpłynie na pogorszenie tych kontaktów [10].

Laboratoryjne prace badawcze wykorzystują AI w procesie odkrywania i rozwoju środków leczniczych oraz w badaniach toksykologicznych. Znajduje ona także zastosowania w kryminalistyce [11].

Automatyzacja gospodarstw rolnych wynika ze zwiększonego zapotrzebowania na żywność oraz poszanowania zasad ekologii. Maszyny wykorzystywane są w celu odciążenia człowieka od pracy fizycznej i eliminowania zagrożeń wypadkami. Stosowane są głównie w procesach precyzyjnego siania, odchwaszczania i nawożenia gruntów. Rolnictwo nie jest jednak w pełni zautomatyzowane – wymaga stałego nadzoru nad maszynami (np. monitorowanie i napełnianie baku) oraz kontrolowania środowiska i warunków atmosferycznych [7].

W produkcji fabrycznej roboty stosowane są powszechnie. Maszyny pracują synchronicznie, podnoszą towary, przenoszą, pakują i oznaczają produkty [9]. Zastępują człowieka w czynnościach powtarzalnych, rutynowych, tzw. działaniach monotypowych i/lub obciążonych ryzykiem wypadku.

Inne środowiska pracy wykorzystujące AI to:

- obsługa klienta,
- dostawy żywności [2],
- astronomia (roboty NASA),
- gastronomia (serwowanie napojów, obsługa kelnerska),
- logistyka,
- branża motoryzacyjna, np. pierwsze fabryki marki Fiat [9], inteligentne samochody, transport i drony dostawcze [6].

ZAGROŻENIA DLA ZDROWIA

Nowe zastosowania AI w środowisku pracy w przyszłości niosą ze sobą ważne kwestie w kontekście bezpieczeństwa i higieny pracy. Wskazuje się automatyzację procesów pracy i zarządzanie interakcją-współpracą człowieka i maszyny. Przewidywanie możliwych skutków wdrożenia AI w środowisku pracy daje jednak możliwość zarządzania

i ograniczania ryzyka z tym związanego w przyszłości, także w obszarze zdrowia pracowników [12].

Wpływ AI na zdrowie pracowników nie został dotychczas wszechstronnie zbadany. Dostępne dane wskazują, że przekształcenia w przemyśle polegające na włączeniu w proces pracy AI mają łagodzić problemy ze zdrowiem psychicznym, a nawet poprawiać ten obszar zdrowia pracowników. Wykazano, że istnieje zależność między intensywnością pracy i wynagrodzeniem a rozpoczętą transformacją przemysłową włączającą AI w proces pracy a zdrowiem psychicznym pracowników. Gospodarki podlegające transformacji, w których występuje niedobór siły roboczej, mogą czerpać obustronne korzyści z promocji przemysłowej AI, z jednej strony wypełniając lukę dotyczącą dostępnych pracowników, z drugiej wspierając zdrowie psychiczne zatrudnionych [13].

Ostatnio publikowane wyniki badań wskazują, że AI wspiera zdrowie psychiczne pracowników, redukując objawy oceniane na skali depresji wśród pracowników zakładów produkcyjnych. Wpływ na zdrowie psychiczne pracowników jest zależny od ich kompetencji i pokolenia, które reprezentują. Zdrowie psychiczne pracowników niewykwalifikowanych i urodzonych po 1980 r. jest pozytywnie wsparte i gotowe na przyjęcie AI w środowisku pracy [14].

Opublikowane wyniki innego badania wskazują, że mniejsza autonomia i kontrola w pracy wpływają niekorzystnie na satysfakcję, wydajność i zdrowie psychiczne pracowników [15].

Wykazano, że złożoność zadań w pracy i jej autonomia są powiązane, ale powodują różne następstwa/konsekwencje dla pracownika. Skomplikowane, wymagające zadania są zarówno motywatorem, jak i czynnikiem stresogennym w pracy, natomiast wpływ autonomii w pracy na satysfakcję z pracy i dobrostan psychiczny pracownika jest znacznie mniejszy. Jednocześnie Chung-Yan wskazuje, że najbardziej korzystne skutki dla zdrowia psychicznego pracownika są obserwowane w przypadku połączenia wysokiej autonomii pracy ze złożonością powierzonych zadań [16].

Giorgi i wsp. wskazują, że nowe technologie i sposoby wsparcia pracy mogą z jednej strony pozytywnie wpływać na proces pracy i zdrowie psychiczne pracownika, z drugiej tzw. technostres powoduje niepokój, lęk, zmęczenie i zmniejszenie efektywności w pracy [17].

Gautier i wsp. wskazują na możliwość zastosowania AI w ramach wsparcia zdrowia pracownika i kontroli nad chorobą przewlekłą. Wykorzystanie AI do opracowywania zindywidualizowanych zaleceń profilaktycznych

i terapeutycznych, np. dla pacjentów z cukrzycą, może wesprzeć ich w utrzymaniu zdolności do pracy [18].

Natomiast Mollaei i wsp. wskazali możliwość wykorzystania AI w promocji zdrowia i utrzymaniu zdolności do pracy pracowników w sektorze samochodowym. Zastosowanie AI dotyczyło analizy danych z zakresu środowiskowych i zawodowych czynników ryzyka wpływających na schorzenia układu ruchu i wsparcia w decyzji o możliwych interwencjach na stanowisku pracy. Co więcej, zaproponowany algorytm miał przewidywać zagrożenia i ostrzegać o możliwości zaostrezenia się dolegliwości na wczesnym etapie [19].

Wykazano także, że pracownicy są zmuszeni do podnoszenia swoich kwalifikacji i umiejętności, aby dostosować je do nowych wzywań w środowisku pracy wykreowanych przez rewolucję AI [20]. To wskazuje na wysoką świadomość pracowników w perspektywie rozwoju kariery zawodowej związanej z AI i wspieranie nieformalnego kształcenia w miejscu pracy [21]. Pozostaje to w zgodności z wynikami badań Xu i wsp. dotyczących pozytywnej korelacji pomiędzy zrozumieniem i postrzeganiem AI w środowisku pracy a poczuciem dobrostanu (*well-being*) w miejscu pracy [22].

Sztuczna inteligencja

a zdrowie i bezpieczeństwo w pracy

Dane wskazują, że ponad 35% firm stosuje jakąś formę AI, a prawie 85% uważa dalszy rozwój AI za priorytet strategiczny [23], co oznacza, że w najbliższej przyszłości AI będzie stałym elementem środowiska pracy. Jej wprowadzenie wymaga więc adekwatnych działań w systemie opieki profilaktycznej. Jest to konieczne, ponieważ mimo że transformacja cyfrowa w wielu zakresach może wspomagać zarówno pracodawcę, jak i pracowników, ale może także stanowić obciążenie czy nawet zagrożenie. Dlatego na poziomie unijnym, po decyzji Komisji Europejskiej, stworzono definicję zarządzania pracownikiem na podstawie sztucznej inteligencji (*employee management based on artificial intelligence*), czyli systemu zarządzania pracownikiem, który gromadzi dane, często w czasie rzeczywistym, na temat środowiska pracy, pracowników, wykonywanej pracy, narzędzi cyfrowych wykorzystanych do pracy, dane te są następnie analizowane przez modele oparte na AI, służące do podejmowania zautomatyzowanych lub częściowo zautomatyzowanych decyzji oraz dostarczania informacji potrzebnych do procesu decyzyjnego [24].

Kluczowe znaczenie systemów AI w kompleksowej opiece profilaktycznej nad pracownikami wiąże się z:

- wsparciem stosowania się do obowiązującego prawa i standardów dzięki zwiększonej możliwości śledzenia

zmian, przygotowywania odpowiednich dokumentów i procedur;

- ułatwieniem i przyspieszeniem procesów decyzyjnych poprzez sugerowanie odpowiednich procedur, np. w sytuacjach nagłych, automatyczne wypełnianie formularzy itp.
- identyfikacją i minimalizacją ryzyka – większe możliwości analityczne, wytypowanie procesów o największym ryzyku, zaproponowanie efektywnych metod prewencji, modelowanie ryzyka. Na podstawie przeanalizowanych danych AI może zaproponować efektywny program prewencji, który będzie automatycznie aktualizowany, gdy zmieni się sytuacja w firmie (np. nowe narażenia, inna struktura pracowników, wypadki), przepisy prawne itp. Na przykład w skomplikowanych zbiorach danych, jakimi są przedsiębiorstwo lub jego elementy, wykorzystywane są narzędzia do modelowania i wizualizacji oraz metody automatyzacji przetwarzania danych, w tym z wykorzystaniem tzw. cyfrowego bliźniaka (*digital twin* – DT) [25];
- stałym szkoleniem pracowników dostosowanym do wykonywanych obowiązków, potrzeb edukacyjnych, niezależnie od tempa zmiany osób zatrudnionych, z możliwością wskazania osób wymagających dodatkowych szkoleń. Wirtualna rzeczywistość umożliwia przeprowadzenie symulacji, ćwiczeń określonych manewrów w sposób interaktywny.

Korzyści i zagrożenia związane z pracą z systemami AI są złożone i wymagają uwzględnienia w projektowanych działaniach. Ich zestawienie przedstawiono w tabeli 1.

Sztuczna inteligencja stanowi ogromną szansę dla zwiększenia efektywności opieki profilaktycznej, jednak jej pojawienie się w środowisku pracy oznacza konieczność zmian i poszerzenia zakresu działania profesjonalistów służby medycyny pracy. Wiele z tych działań powinno być realizowanych we współpracy z pracodawcą. Najważniejsze rekomendacje wykorzystania systemów opartych na AI w środowisku pracy w sposób zorientowany na zdrowie i bezpieczeństwo pracownika obejmują [24,26]:

- wprowadzanie zmian strukturalnych równoległe do automatyzacji (zbadanie potencjalnego ryzyka korzystania z AI w danym środowisku pracy, analiza umiejętności pracowników, ocena nastawienia pracowników do wprowadzanych technologii, przygotowanie strategii dotyczącej potrzebnych kwalifikacji i zaplanowanie niezbędnych szkoleń);
- wprowadzanie zmian organizacyjnych wspierających pracowników wykorzystujących AI w środowisku pracy po starannym oszacowaniu ryzyka zawodowego i przygotowaniu odpowiednich procedur;

Tabela 1. Korzyści oraz wyzwania i zagrożenia związane z pracą z systemami sztucznej inteligencji [24,26]
Table 1. Advantages and challenges or risks related to work with artificial intelligence systems [24,26]

Czynnik Factor	Korzyści związane z pracą Advantages related to work	Wyzwania i zagrożenia związane z pracą Challenges and risks related to work
Fizyczny / Physical	<ul style="list-style-type: none"> ■ zmniejszenie obciążenia pracą fizyczną i poprawa zdrowia fizycznego pracowników / physical workload reduction and workers' physical health improvement 	<ul style="list-style-type: none"> ■ intensyfikacja pracy – praca bez mini-przerw, skrócenie czasu potrzebnego na wykonanie niektórych procedur, zmuszanie pracowników do pracy w szybkim tempie / intensification of work – work without mini-breaks, minimise the time for certain procedures, workers forced to work at high speed ■ szacunkowe zagrożenia fizyczne i środowiskowe / residual physical and environmental risks ■ większa liczba powtarzalnych ruchów, nieergonomiczna, niefizjologiczna pozycja z powodu pośpiechu, mniejsza uwaga poświęcana ciału i pozycji pracownika / higher number of repetitive movements, awkward postures due to rushing, less attention paid to employee's body and position
Psychospołeczny / Psychosocial	<ul style="list-style-type: none"> ■ poprawa obciążenia poznawczego (pracą) i zdrowia lub poprawa tych czynników / cognitive (work) load and health improvement ■ integracja w miejscu pracy – miejsca pracy bardziej dostępne dla pracowników o różnych potrzebach / inclusion at the workplace – workplaces more accessible to workers with different needs ■ dobrostan / well-being ■ ograniczenie czasu spędzanego przed ekranem (automatyzacja zadań poznawczych) / screen time reduction (automation of cognitive tasks) ■ interakcje społeczne (w przypadku, gdy systemy wspierają pracowników w zadaniach wykonywanych przez nich wcześniej samodzielnie) / social interaction (in case the systems support workers in tasks done by them earlier alone) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ utrata kontroli nad pracą i autonomii związana z wysokim poziomem stresu, co prowadzi do niższej produktywności, słabych wyników i zwiększonego poziomu absencji chorobowej / loss of job control and autonomy associated with high levels of stress, which lead to lower productivity, poor performance and increased levels of sickness absence ■ dehumanizacja pracowników, zmuszanie ich do zachowywania się jak maszyny – zmniejszenie zdolności poznawczych i intelektualnych, spadek kreatywnego myślenia, utrata autonomii, brak niezależności myślenia / dehumanising workers, force them to behave as machines – decreased cognitive and intellectual capacities, decrease of creative thinking, a loss of autonomy, shortness of independence of thought ■ strach przed technologią, negatywne nastawienie do technologii / fear of the technology, negative attitude towards technology ■ technostres, technolęki i technozmęczenie / technostress, techno-anxiety and techno-fatigue ■ potrzeba wysoko wykwalifikowanego i wyspecjalizowanego personelu do wdrożenia i utrzymania systemów, wykluczenie pracowników niewykwalifikowanych / need for highly skilled and specialised staff to implement and maintain these systems, exclusion of non-skilled workers ■ utrata wsparcia ze strony menedżerów/przełożonych gdy systemy AI zastępują ludzi / loss of support from managers/supervisors in cases where AI systems replace humans
Organizacyjny / Organizational	<ul style="list-style-type: none"> ■ zwiększona różnorodność zadań lub zmniejszenie monotonii w miejscach pracy / increased task variety or reduction of monotony in workplaces ■ podnoszenie kwalifikacji pracowników – podwyższanie kompetencji oraz przekwalifikowanie się / worker qualifications and their improvement – upskilling and reskilling ■ kontrola pracy / job control 	<ul style="list-style-type: none"> ■ dyskryminacja pracownika, ponieważ inwazyjne monitorowanie może wiązać się z gromadzeniem prywatnych i wrażliwych danych / worker discrimination, as intrusive monitoring can involve collecting private and sensitive data ■ automatyzacja – określone umiejętności stają się zbędne, nie są już rozwijane / deskilling – specific skills become redundant, no longer trained ■ nieprzewidywalność / unpredictability ■ konsolidacja zadań / task consolidation ■ zmniejszona kompletność zadań / decreased task completeness

- włączanie pracowników na jak najwcześniejszym etapie wdrażania nowych rozwiązań, wybieranie „kluczowych użytkowników” i „technologicznych ambasadorów”, odnoszenie się do obaw pracowników, np. związanych z utratą pracy;
- monitorowanie krytycznych elementów i zmian technologicznych z uwzględnieniem odczuć pracowników i interakcji człowiek–maszyna;
- wykorzystywanie potencjału wynikającego z zastosowania AI w środowisku pracy, pozwalającego na zmniejszenie obciążenia pracowników i ryzyka zawodowego;
- reakcję na problemy związane z interakcjami społecznymi, tak by wprowadzanie zaawansowanych systemów technologicznych nie zaburzało struktur społecznych w przedsiębiorstwie;
- uczenie się dzięki doświadczeniu, którego generalnie brakuje w przypadku zaawansowanych technologii – tym cenniejsze są więc wszystkie zdarzenia w miejscu pracy związane z AI;
- zwiększanie świadomości pracowników i komunikację wewnętrzną;
- komunikację i wymianę doświadczeń między zakładami pracy.

PODSUMOWANIE

Cyfryzacja życia, w tym zmiany związane z przemysłem 4.0, mimo wielu zalet i możliwości, jakie wnoszą, stanowią jednocześnie duże wyzwanie dla systemu wspierającego zdrowie i bezpieczeństwo pracowników. Głównym celem tego procesu musi być uniknięcie sytuacji, w której pracownicy są nadmiernie kontrolowani przez technologię i pozostawieni z dużymi wymaganiami wobec nich oraz niewielkimi możliwościami oddziaływania na otoczenie [26]. Sztuczna inteligencja powinna stanowić narzędzie wsparcia dla pracowników, pomagając im zbierać i przetwarzać informacje oraz asystując w procesie decyzyjnym [27].

Ze względu na zagrożenia dla zdrowia psychicznego i fizycznego konieczne jest poszerzenie prawodawstwa Unii Europejskiej i krajowego o wytyczne dotyczące systemów AI w środowisku pracy. Pracodawcy powinni zdefiniować w regulaminach wewnętrznych procedury komunikacji pracowników z AI oraz zapewnić im szkolenia w tym zakresie [26]. Konieczne jest uwzględnienie zagrożeń związanych z tym obszarem w sprawowanej opiece profilaktycznej nad pracownikiem, zarówno podczas monitorowania jego zdrowia, jak i przy projektowaniu dostosowanych do jego potrzeb działań profilaktycznych. Systemy związane ze sztuczną inteligencją

powinny również zostać wykorzystane w sposób pośredni w działaniu jednostek służby medycyny pracy, gromadzeniu i analizie danych, projektowaniu i implementacji programów prozdrowotnych oraz oceny skutków tych działań.

Wkład autorów

Koncepcja badań: Jolanta Walusiak-Skorupa, Marta Wiszniewska

Metodyka badań: Jolanta Walusiak-Skorupa, Marta Wiszniewska

Zbieranie materiału: Jolanta Walusiak-Skorupa, Marta Wiszniewska, Paulina Kaczmarek

Interpretacja wyników: Jolanta Walusiak-Skorupa, Marta Wiszniewska, Paulina Kaczmarek

Piśmiennictwo: Jolanta Walusiak-Skorupa, Marta Wiszniewska, Paulina Kaczmarek

PIŚMIENNICTWO

1. Steimers A, Schneider M. Sources of Risk of AI Systems. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(6):3641. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063641>.
2. Jarota M. Artificial intelligence and robotisation in the EU – should we change OHS law? *J. Occup. Med. Toxicol.* 2021;16(18). <https://doi.org/10.1186/s12995-021-00301-7>.
3. EU-OSHA [Internet]; Digitalisation and occupational safety and health (OSH); 2019 [cited 2023 July 22]. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>.
4. Dietsch J. People Meeting Robots in the Workplace [Industrial Activities], *IEEE Robot. Autom. Mag.* 2010;17(2):15-16. <https://doi.org/10.1109/MRA.2010.936950>.
5. Forum gospodarcze TIME [Internet]. Sztuczna Inteligencja. Przełomowa innowacja cyfrowa. Klucz do specjalizacji przemysłowej [cited 2023 July 22]. Available from: <https://docplayer.pl/52935477-Przełomowa-innowacja-cyfrowa-klucz-do-specjalizacji-przemyslowej-istota-rozwoju-cyfrowego-infrastruktury-i-przemyslu.html>.
6. Wisskirchen G, Thibault Biacabe B, Bormann U, Muntz A, Niehaus G, Soler GJ, et al. Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace. *IBA Global Employment Institute* 2017;11(5) 49-67. Available from: https://scholar.google.pl/scholar?cluster=14192078250861341062&hl=pl&as_sdt=0,5&as_vis=1.
7. Gonzalez-de-Santos P, Fernández R, Sepúlveda D, Navas E, Emmi L, Armada M. Field Robots for Intelligent Farms – Inhering Features from Industry. *Agronomy* 2020; 10(11):1638. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111638>.

8. Howe RD, Matsuoka Y. Robotics for Surgery. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 1999;1:211-240. <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.1.1.211>.
9. International Federation of Robotics [Internet]. Robots history. Timeline. [cited 2023 July 22]. Available from: <https://ifr.org/robot-history>.
10. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat. Med.* 2019;25(1):44-56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>.
11. Bogue R. Robots in the laboratory: a review of applications. *Industrial Robot* 2012;39(2):113-119. <https://doi.org/10.1108/01439911211203382>.
12. Howard J. Artificial intelligence: Implications for the future of work. *Am. J. Ind. Med.* 2019 62(11):917-926. <https://doi.org/10.1002/ajim.23037>.
13. Siyang Y, Kouming L, JiaHui G, Xiaogang H. Transformation to Industrial Artificial Intelligence and Workers' Mental Health: Evidence from China. *Front. Public Health* 2022;10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.881827>.
14. Wei WQ, Li L. The Impact of Artificial Intelligence on the Mental Health of Manufacturing Workers: The Mediating Role of Overtime Work and the Work Environment. *Front. Public Health* 2022;10. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.862407>.
15. De Cuyper N, De Witte H. Autonomy and workload among temporary workers: Their effects on job satisfaction, organizational commitment, life satisfaction, and self-rated performance. *Int. J. Stress Manag.* 2006;13(4):441-459. <https://doi.org/10.1037/1072-5245.13.4.441>.
16. Chung-Yan GA. The nonlinear effects of job complexity and autonomy on job satisfaction, turnover, and psychological well-being. *J. Occup. Health. Psychol.* 2010;15(3):237-51. <https://doi.org/10.1037/a0019823>.
17. Giorgi G, Ariza-Montes A, Mucci N, Leal-Rodríguez AL. The Dark Side and the Light Side of Technology-Related Stress and Stress Related to Workplace Innovations: From Artificial Intelligence to Business Transformations. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(3):1248. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031248>.
18. Gautier T, Ziegler LB, Gerber MS, Campos-Náñez E, Patek SD. Artificial intelligence and diabetes technology: A review. *Metabolism* 2021;124:154872. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154872>.
19. Mollaei N, Fujao C, Silva L, Rodrigues J, Cepeda C, Gamboa H. Human-Centered Explainable Artificial Intelligence: Automotive Occupational Health Protection Profiles in Prevention Musculoskeletal Symptoms. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(15):9552. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159552>.
20. Mao Y, Hu W. The Impact of Artificial Intelligence Applications on Job Quality of Human Resource Practitioners. *Business and Management Journal* 2020;(11):92-108. <https://doi.org/10.19616/j.cnki.bmj.2020.11.006>.
21. Cerasoli CP, Alliger GM, Donsbach JS, Mathieu JE, Tannenbaum SI, Orvis KA. Antecedents and outcomes of informal learning behaviors: A meta-analysis. *J. Bus. Psychol.* 2018;33:203-230.13. <https://doi.org/10.1007/s10869-017-9492-y>.
22. Xu G, Xue M, Zhao J. The Relationship of Artificial Intelligence Opportunity Perception and Employee Workplace Well-Being: A Moderated Mediation Model. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023;20(3):1974. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031974>.
23. ZYRO blog [Internet] 2022 Feb. Sztuczna inteligencja – lista 31 danych statystycznych – [cited 2023 July 20] Available from: <https://zyro.com/pl/blog/dane-statystyczne-ai/>.
24. Reinhold K, Jarvis M, Christenko A, Jankauskaitė V, Paliokaitė A, Riedmann A. Artificial intelligence for worker management: implications for occupational safety and health, European Agency for Safety and Health at Work [Internet]; 2022 [cited: 2023 July 20]. Available from: https://osha.europa.eu/sites/default/files/artificial-intelligence-worker-management_en.pdf.
25. Mazurkiewicz D, Sobiecki P. IT or not to be – jak nie tracić pieniędzy w biznesie. *BrandsIT* [Internet]; 2023 [cited 2023 July 20]. Available from: <https://magazyn.brandsit.pl/it-or-not-to-be-jak-nie-tracic-pieniedzy-w-biznesie/>.
26. Heinold E, Rosen PH, Wischniewski S. Advanced robotics and AI-based systems in the workplace: OSH challenges and opportunities originating from actual implementations. European Agency for Safety and Health at Work [Internet]; 2023 June [cited 2023 July 22]. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-and-ai-based-systems-workplace-osh-challenges-and-opportunities-originating-actual-implementations>.
27. Niehaus S, Hartwig M, Rosen PH, Wischniewski S. (2022) An Occupational Safety and Health Perspective on Human in Control and AI. *Front. Artif. Intell.* 2022;5:868382. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.868382>.