

Technologie cyfrowe w zarządzaniu pracownikami: wpływ na bezpieczeństwo i zdrowie. Badanie porównawcze dwóch przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Belgii i we Włoszech

Streszczenie

Autorzy raportu porównawczego: Annarosa Pesole – MOP; Armanda Cetrulo – Scuola Superiore Sant’Anna | SSSUP, Instytut Ekonomii.

Autorzy studiów przypadków: Dirk Gillis – HIVA KU Leuven (studium przypadku belgijskiego); Armanda Cetrulo – Scuola Superiore Sant’Anna | SSSUP, Instytut Ekonomii (studium przypadku włoskiego).

Zarządzanie projektem: Maurizio Curtarelli i Emmanuelle Brun – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA).

Raport przygotowano na zlecenie Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA). Za jego treść, w tym za wszelkie wyrażone w nim opinie i wnioski, odpowiadają wyłącznie autorzy, i nie należy ich utożsamiać ze stanowiskiem EU-OSHA.

Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy ani żadna osoba działająca w jej imieniu nie ponosi odpowiedzialności za sposób wykorzystania poniższych informacji.

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2024

© Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, 2024

Kopiowanie dozwolone pod warunkiem podania źródła.

W przypadku wykorzystywania lub powielania zdjęć lub innych materiałów, które nie są objęte prawami autorskimi Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, należy uzyskać zgodę bezpośrednio od właścicieli praw autorskich. Jeżeli konkretna treść przedstawia możliwe do zidentyfikowania osoby prywatne lub zawiera utwory osób trzecich, konieczna może być weryfikacja dodatkowych praw.

Tłumaczenie wykonane przez Centrum Tłumaczeń (CdT, Luksemburg), na podstawie oryginału w języku angielskim.

W przedmiotowym badaniu ¹ sprawdzono wpływ technologii cyfrowych i systemów zarządzania pracownikami opartych na sztucznej inteligencji (ang. *artificial intelligence-based worker management*, AIWM) na bezpieczeństwo i higienę pracy (BHP) w drodze analizy porównawczej dwóch przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Belgii i we Włoszech. Celem prac badawczych jest ustalenie, w jaki sposób technologie te wpływają na organizację pracy, dobrostan pracowników i BHP w różnych kontekstach organizacyjnych. Dzięki analizie kontrastujących doświadczeń dużego producenta oryginalnego sprzętu w Belgii i mniejszego dostawcy pierwszego rzędu we Włoszech badanie daje wgląd w to, w jaki sposób podejścia zarządcze kształtują wpływ AIWM na warunki pracy i BHP.

Integracja systemów AIWM, które obejmują technologie algorytmiczne do przydzielania zadań, monitorowania wyników i wspomagania podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym, staje się coraz bardziej rozpowszechniona w sektorach przemysłowych charakteryzujących się złożonymi procesami produkcyjnymi. Choć systemy te są często przyjmowane w celu zwiększenia produktywności i usprawnienia operacji, to stwarzają one również istotne wyzwania związane z autonomią pracowników, jakością pracy, BHP i zagrożeniami psychospołecznymi. W ustaleniach badania podkreślono, że konsekwencje przyjęcia AIWM w dużym stopniu zależą od poziomu zaangażowania pracowników i zastosowanych strategii zarządzania. Włoskie przedsiębiorstwo przyjmuje podejście partycypacyjne, angażując pracowników w procesy decyzyjne, i zgłasza lepsze wyniki w zakresie BHP i ogólnego dobrostanu w porównaniu z przedsiębiorstwem belgijskim, które stosuje hierarchiczny, odgórny model zarządzania. Należy jednak zauważyć, że różnice w wielkości przedsiębiorstw i ich pozycji w globalnym łańcuchu wartości mogą mieć istotny wpływ na wybór przyjętego modelu zarządzania.

W przypadku włoskim aktywne zaangażowanie pracowników w przyjmowanie i rozwój technologii doprowadziło do stworzenia środowiska opartego na współpracy, które wspiera przejrzystość i współodpowiedzialność. To podejście sprzyjające włączeniu ogranicza potencjalne negatywne konsekwencje związane z AIWM, takie jak zwiększony nadzór i zmniejszona autonomia, oraz pomaga w budowaniu poczucia zaufania i upodmiotowienia wśród pracowników. W rezultacie pracownicy włoskiego przedsiębiorstwa doświadczają niższego poziomu stresu, większego zadowolenia z pracy i mniejszego narażenia na zagrożenia dla BHP, również w obliczu zwiększonej intensyfikacji pracy. Poleganie przez belgijskie przedsiębiorstwo na sztywnym, hierarchicznym podejściu doprowadziło natomiast do zwiększonej intensyfikacji pracy, większego stresu psychospołecznego i zmniejszonej autonomii. Brak partycypacji pracowników w procesie wdrażania technologii pogłębił te zagrożenia, przyczyniając się do większego prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnych skutków dla zdrowia i dobrostanu, w tym wypalenia zawodowego i lęku.

Należy również zauważyć, że w przypadku włoskim odnotowuje się prawie zerową rotację pracowników i stabilną siłę roboczą, podczas gdy belgijski przypadek wykazuje znacząco wysoki poziom rotacji, przy czym duża część pracowników jest zatrudniona na podstawie umów o pracę na czas określony. Stabilność w przypadku włoskim sprzyja lepszemu zatrzymywaniu wiedzy, co korzystnie wpływa na produktywność i efektywność operacyjną, a także poprawia zadowolenie z pracy oraz wzmacnia kulturę przedsiębiorstwa i zaangażowanie pracowników. Wysoka rotacja pracowników w przypadku belgijskim i duży odsetek umów o pracę na czas określony prawdopodobnie prowadzą natomiast do większej niestabilności i mniejszej lojalności wobec przedsiębiorstwa. Może to prowadzić do wyższych wydatków na rekrutację i szkolenia, mniejszego zatrzymywania wiedzy oraz wyzwań w zakresie utrzymania spójnej kultury organizacyjnej, co potencjalnie utrudnia długoterminowy rozwój i osiąganie wyników, a także zachowanie zdrowego miejsca pracy.

W badaniu uwzględnia się również podwójną rolę, jaką systemy AIWM mogą odgrywać w zarządzaniu BHP. Z jednej strony technologie te mogą zwiększać bezpieczeństwo przez umożliwienie monitorowania zagrożeń w czasie rzeczywistym, zapewnienie wsparcia ergonomicznego i ułatwienie realizacji programów szkoleń w zakresie bezpieczeństwa. Z drugiej strony stosowanie systemów AIWM bez odpowiedniego sprawowania nadzoru przez człowieka może prowadzić do niekorzystnych skutków,

¹ Pełna wersja raportu jest dostępna na stronie internetowej: <https://osha.europa.eu/en/publications/digital-technologies-worker-management-implications-safety-and-health-comparative-study-two-automotive-companies-belgium-and-italy>

takich jak: dehumanizacja pracowników, spadek wsparcia zarządczego i intensyfikacja rytmów pracy. Doświadczenie belgijskiego przedsiębiorstwa pokazuje, w jaki sposób nadmierne poleganie na zautomatyzowanych systemach koordynacji i monitorowania zadań może osłabić autonomię pracowników i zwiększyć ryzyko fizycznego i psychicznego obciążenia. Podejście włoskiego przedsiębiorstwa, które łączy AIWM z silnymi mechanizmami partycypacji i wsparcia pracowników, pokazuje z kolei, w jaki sposób można wdrożyć te systemy w celu promowania zdrowszego i bezpieczniejszego środowiska pracy.

Ustalenia badania sugerują, że skuteczne włączenie systemów AIWM wymaga zrównoważonego podejścia, w którym priorytetem są zaangażowanie pracowników i przejrzystość. Aby zagwarantować zrównoważone wykorzystanie nowych technologii oraz ochronę BHP i dobrostanu pracowników, przedsiębiorstwa powinny opracować ramy partycypacyjne, które służą aktywnemu angażowaniu pracowników w przyjmowanie, rozwijanie i wdrażanie narzędzi cyfrowych, zapewniając dostosowanie postępu technologicznego do praktycznych potrzeb i spostrzeżeń pracowników. Kultura partycypacyjna nie tylko sprzyja bowiem zadowoleniu z pracy i autonomii, lecz także zmniejsza ryzyko intensyfikacji pracy i stresu związane z AIWM. Co więcej, zorganizowane programy szkoleniowe, rotacja ról zawodowych oraz proaktywne środki dotyczące bezpieczeństwa i zdrowia są niezbędnymi elementami kompleksowej strategii mającej na celu ochronę dobrostanu pracowników przy jednoczesnej optymalizacji procesów produkcyjnych. Skuteczne zarządzanie danymi również ma kluczowe znaczenie, ponieważ pomaga utrzymać zaufanie oraz zapewnia uczciwe i demokratyczne wykorzystanie technologii cyfrowych. Ustanowienie solidnych ram zarządzania danymi, które to ramy chronią prywatność pracowników oraz angażują pracowników i ich przedstawicieli w procesy decyzyjne, ma kluczowe znaczenie dla zapobiegania potencjalnemu niewłaściwemu wykorzystywaniu oraz dla poprawy akceptacji i wykorzystania systemów AIWM przez pracowników. Przejrzystość w wykorzystywaniu i rozwijaniu danych i technologii ma w istocie zasadnicze znaczenie dla zapewnienia pracownikom większej odpowiedzialności za proces pracy i upodmiotowienia ich w zakresie sprawowania kontroli, podejmowania decyzji i przejmowania odpowiedzialności za swoje zadania.

Porównanie ustaleń dwóch studiów przypadku pokazuje, jak ważne jest przyjęcie podejścia do transformacji cyfrowej skoncentrowanego na człowieku. Chociaż narzędzia cyfrowe i systemy AIWM mogą znacznie zwiększyć produktywność i bezpieczeństwo, ich powodzenie zależy od kontekstu organizacyjnego i zakresu włączenia pracowników w ten proces. Przedmiotowe badanie wnosi wkład w debatę na temat wpływu cyfryzacji na tradycyjne środowisko produkcyjne, podkreślając potrzebę strategii godzących efektywność ze zdrowiem i bezpieczeństwem pracowników w celu stworzenia zrównoważonych miejsc pracy oraz zwiększenia demokratycznego udziału pracowników i ich przedstawicieli w rewolucji cyfrowej.

Wpływ AIWM na BHP

W przemyśle motoryzacyjnym coraz częściej stosuje się systemy AIWM w celu zapewnienia bezpieczeństwa w złożonych środowiskach produkcyjnych. Dzięki wykorzystywaniu dużych zbiorów danych zebranych od pracowników i z maszyn systemy te zapewniają wgląd we wzorce produktywności, identyfikują potencjalne zagrożenia i usprawniają zarządzanie przepływem pracy.

Pomimo potencjalnych korzyści dla pracowników i BHP integracja systemów sztucznej inteligencji w miejscu pracy może mieć również negatywny wpływ na bezpieczeństwo oraz zdrowie i dobrostan pracowników.

Aby zapobiec tym zagrożeniom, włoskie przedsiębiorstwo przeprowadziło szeroko zakrojony proces oceny ryzyka we współpracy ze specjalistami ds. BHP i skutecznie zmniejszyło częstość występowania tych zagrożeń do poziomu znacznie poniżej minimalnych progów prawnych dotyczących interwencji. Osiągnięcie to przypisano w dużej mierze wdrożeniu rozwiązań technologicznych i organizacyjnych. Na przykład instalacja zamkniętych stanowisk roboczych wyposażonych w systemy klimatyzacji i oczyszczania znacznie zmniejszyła narażenie pracowników na hałas i zagrożenia biochemiczne. Jeżeli chodzi o ergonomię, wprowadzono szereg interwencji technicznych w celu zminimalizowania

częstotliwości i intensywności ruchów fizycznych, a także znacznie zwiększono automatyzację, która według pracowników mogłaby zostać jeszcze bardziej rozszerzona.

W odpowiedzi na zwiększoną produktywność związaną ze stosowaniem systemów AIWM w ostatnich latach przedsiębiorstwo wprowadziło ponadto dodatkowe codzienne przerwy, aby zapewnić operatorom więcej czasu na odpoczynek i socjalizację. Biorąc pod uwagę, że pracownicy zazwyczaj spędzają większość czasu w odizolowanych, zamkniętych gniazdach produkcyjnych, kierownictwo dostrzegło, jak ważne są poprawa interakcji społecznych i wspólne przerwy dla złagodzenia ryzyka izolacji oraz zwiększenia dobrostanu psychicznego, szczególnie w kontekście znaczących zmian organizacyjnych i technologicznych.

Wydaje się natomiast, że belgijskie przedsiębiorstwo ma większe trudności z pogodzeniem produktywności i zagrożeń dla BHP, często przedkładając natychmiastowy przyrost efektywności nad długoterminowe względy BHP.

AIWM a ryzyko związane z nieodpowiednią ergonomią pracy

Oba przedsiębiorstwa wykorzystują technologie cyfrowe i AIWM do zarządzania ryzykiem związanym z nieodpowiednią ergonomią pracy i zwiększania produktywności poprzez włączenie rozwiązań technologicznych do swoich operacji. Pojawiły się jednak istotne różnice zarówno w ich podejściach, jak i w wynikach.

We włoskim przedsiębiorstwie wdrożenie AIWM doprowadziło we wszystkich działach do znacznej poprawy zarządzania ryzykiem związanym z nieodpowiednią ergonomią pracy. Ograniczenie liczby ruchów fizycznych niezbędnych do komunikacji i wykonywania zadań przyczyniło się do zmniejszenia fizycznego obciążenia pracowników. Na przykład operatorzy mogą teraz inicjować prośby o pomoc bezpośrednio ze swoich stanowisk roboczych, co eliminuje potrzebę opuszczania stanowisk i chodzenia po zakładzie, oszczędzając w ten sposób czas i zmniejszając wysiłek fizyczny. Pracownicy zajmujący się konserwacją również odnoszą korzyści z tego systemu, ponieważ dzięki informacjom dostępnym we wnioskach online mogą przybyć na stanowiska robocze w pełni wyposażeni w niezbędne narzędzia, co minimalizuje niepotrzebny wysiłek fizyczny. W logistyce poprawa jest jeszcze bardziej widoczna. Dzięki usprawnionej komunikacji cyfrowej „mleczarz” (ang. *milk runner*), podmiot odpowiedzialny za dostarczanie materiałów, nie musi już wracać do magazynu w przypadku niekompletnych lub nieprawidłowych list. Ponadto uproszczono proces pobierania i walidacji produktów końcowych przy użyciu systemów skanowania kodów kreskowych, które to systemy automatycznie rejestrują i przekazują dane do magazynu. Ta integracja technologiczna zmniejsza potrzebę ręcznych kontroli i związane z nimi obciążenie fizyczne. Co więcej, operacje pakowania są mniej wymagające fizycznie dzięki systemowi wirtualnego magazynu, który dokładnie śledzi skład i lokalizację partii.

W belgijskim przedsiębiorstwie, z uwagi na duże obciążenie pracą, szybkość i powtarzalny charakter zadań w połączeniu z wykorzystaniem linii produkcyjnych i AIWM, wdrażane są rotacje oraz dostosowania obciążenia pracą w celu zarządzania pracą o wysokiej intensywności. Częstotliwość tych rotacji jest ustalana w procesie współpracy z udziałem szefów zespołów, członków zespołów, kadry kierowniczej wyższego szczebla i doradców ds. BHP w ramach procesu balansowania linii produkcyjnej. W przeciwieństwie do włoskiego przedsiębiorstwa belgijskie przedsiębiorstwo korzysta z narzędzi cyfrowych w ramach balansowania linii produkcyjnej, aby precyzyjnie dostosować ustawienia obciążenia pracą, co umożliwia pracę na poziomie 100% zdolności produkcyjnych bądź wyższym lub niższym. Ustalanie obciążenia pracą stanowiska roboczego na poziomie ponad 100% będzie miało oczywiście większy wpływ na pracowników (np. wzrost ryzyka związanego z nieodpowiednią ergonomią pracy) i spowoduje częstszą rotację.

Ponadto z uwagi na oparcie systemu na naukowych zasadach zarządzania takich jak pomiar czasu metody wprowadzone jest pojęcie „wirtualnego przeciętnego operatora”. Ten konstrukt statystyczny nie odzwierciedla dokładnie fizycznych możliwości wszystkich operatorów, co prowadzi do nierównego rozkładu obciążenia pracą i potencjalnego ryzyka związanego z nieodpowiednią ergonomią pracy dla niektórych pracowników, których to czynników przedsiębiorstwo nie monitoruje systematycznie. Z technicznego punktu widzenia dodatkowe względy ergonomiczne mogą również znajdować się

w zbiorach danych identyfikujących osobę, potencjalnie wskazując obowiązkowe wymagania dotyczące środków ochrony indywidualnej. Jest to jednak rzadko wykorzystywane. Zamiast tego kluczową rolę w ocenie warunków ergonomicznych odgrywają szefowie zespołów i doradcy ds. profilaktyki, szczególnie na końcowych etapach procesu balansowania linii produkcyjnej. Te zainteresowane strony są odpowiedzialne za przeprowadzanie dokładnych ocen ergonomicznych aspektów każdego stanowiska roboczego, zapewniając, aby podział zadań nie stwarzał ryzyka dla zdrowia pracowników i był zgodny z przepisami bezpieczeństwa. Określone ryzyka związane z nieodpowiednią ergonomią pracy towarzyszą także konkretnym stanowiskom roboczym, na przykład operatorzy logistyczni w systemie „pick-to-voice” (kompletacja głosowa) mogą odczuwać dyskomfort z powodu długotrwałego używania zestawu słuchawkowego i ciągłej obsługi skanerów ręcznych lub noszonych na palcu.

AIWM a zagrożenia psychospołeczne

Oba przedsiębiorstwa wykorzystują systemy AIWM i technologie algorytmiczne do optymalizacji produktywności i efektywności operacyjnej. Wpływ na warunki pracy różni się jednak znacznie w poszczególnych wymiarach, takich jak autonomia pracowników, intensyfikacja pracy i możliwości rozwoju osobistego, podobnie jak wpływ na zagrożenia psychospołeczne związane z pracą w dwóch zbadanych przypadkach.

Wdrożenie technologii cyfrowych i systemów AIWM w przedsiębiorstwach belgijskim i włoskim w różnym stopniu wpłynęło na autonomię pracowników. Podejście włoskiego przedsiębiorstwa pozwala na większe poczucie autonomii i profesjonalizmu wśród pracowników, czemu sprzyjają dostęp do kompleksowych informacji o procesach i bardziej elastyczna struktura zadań. Pomimo rygorystycznych kontroli jakości, które zarządzają procesem produkcji, faktycznie istnieją dowody na pewną autonomię i uznaniowe zarządzanie codziennymi zadaniami. Na przykład operatorzy zgłaszają poczucie większej autonomii, gdy mogą przeglądać swoje zadania na monitorach bez konieczności konsultowania się z przełożonymi. Ta postrzegana autonomia obejmuje samodzielne sprawdzanie przypisanych gniazd produkcyjnych i związanych z nimi zadań, mimo że decyzje dotyczące przydziału pracy podejmuje kierownik produkcji. W logistyce dostęp w czasie rzeczywistym do aktualnych informacji na temat każdego stanowiska roboczego umożliwia „mleczarzom” lepszą organizację harmonogramów dostaw w oparciu o aktualne priorytety. Podobnie pracownicy zajmujący się konserwacją odnoszą korzyści z otrzymywania szczegółowych wniosków o pomoc i dostępu do danych historycznych dotyczących poprzednich operacji i potencjalnego ryzyka awarii, co zwiększa ich pewność w procesie decyzyjnym. Zarówno kierownicy średniego szczebla, jak i operatorzy zgłaszają zwiększone poczucie „upodmiotowionego profesjonalizmu”, przypisywane walidacji ich umiejętności przez system i standaryzacji procesów, co minimalizuje nieoczekiwane zdarzenia i zwiększa ogólną wiedzę pracowników o procesie produkcyjnym.

Przypadek belgijskiego przedsiębiorstwa różni się pod względem stopnia autonomii pracowników, ponieważ wysoce usprawnione procesy produkcji dają minimalną autonomię operatorom na linii produkcyjnej. Proces balansowania linii produkcyjnej w istocie polega na rozbijaniu zadań na poszczególne ruchy i działania, z których każde jest określone co do milisekundy. Sekwencja tych ruchów jest ściśle dyktowana i dokładnie monitorowana przez system AIWM, co pozostawia niewiele miejsca na odchylenia lub improwizację. W rezultacie praca staje się bardzo powtarzalna, szczególnie w przypadku operatorów produkcji. Nieco inaczej jest z operatorami w dziale logistyki. Na przykład podczas gdy kierowcy ciągników w logistyce otrzymują przydziały zadań z systemu AIWM, zadania te nie mają ściśle wyznaczonej kolejności, co pozwala na pewną autonomię w jej określaniu. Wszystkie zadania muszą jednak zostać wykonane w wyznaczonym terminie, zwłaszcza te oznaczone jako pilne, które nie pozwalają na żadne odchylenie. Jeżeli chodzi o innych pracowników, szefowie zespołów w belgijskim przedsiębiorstwie dysponują większą autonomią ze względu na ich zróżnicowany zestaw obowiązków, chociaż zakres tej autonomii zależy od konkretnego charakteru ich stanowiska roboczego.

Ogólnie rzecz biorąc, brak autonomii pracowników zazwyczaj związany ze stosowaniem systemów AIWM ma znaczące konsekwencje dla BHP. Ograniczona autonomia często wiąże się ze zwiększonym poziomem stresu, mniejszym zadowoleniem z pracy i wyższym ryzykiem wypalenia zawodowego, ponieważ pracownicy mają mniejszą kontrolę nad tempem pracy, harmonogramem i procesami

decyzyjnymi (Marmot, 2015; EU-OSHA, 2022b). Zwiększony poziom stresu i brak kontroli nad własną pracą mogą również zwiększać ryzyko zagrożeń psychospołecznych, które mogą objawiać się jako lęk, depresja lub inne problemy ze zdrowiem psychicznym. Co więcej, gdy pracownicy mają ograniczone możliwości podejmowania decyzji, czują się niezdolni do wpływania na swoje środowisko pracy, co prowadzi do braku zaangażowania i obniżonej motywacji, a to z kolei może zmniejszyć świadomość sytuacyjną i zdolność do odpowiedniego reagowania na niebezpieczne sytuacje, zwiększając tym samym prawdopodobieństwo wypadków i urazów w miejscu pracy.

Ponadto brak autonomii często zbiega się z intensyfikacją pracy, w ramach której systemy AIWM narzucają surowe cele produktywności lub stale monitorują wyniki. Zarówno we włoskim, jak i w belgijskim przedsiębiorstwie wdrożenie narzędzi cyfrowych i systemów AIWM zaowocowało znacznym wzrostem produktywności, a także intensyfikacją pracy, ale z różnymi konsekwencjami.

We włoskim przedsiębiorstwie cyfryzacja i AIWM umożliwiły pracownikom efektywniejsze wykonywanie zadań, co doprowadziło do znacznej oszczędności czasu. Ten wzrost efektywności pozwolił pracownikom zaangażować się w szerszy zakres działań, wzbogacając tym samym ich indywidualne portfele zadań i dając im możliwość przeznaczenia więcej czasu na inne zadania. Natychmiastowa dostępność danych cyfrowych i ulepszone kanały komunikacji rzeczywiście ułatwiły przesunięcie punktu ciężkości ról nadzorczych i technicznych w kierunku działań wspierających innowacyjne możliwości przedsiębiorstwa. Na przykład kierownicy produkcji mogą poświęcać więcej czasu na opracowanie nowych rozwiązań technologicznych, kierownicy działu konserwacji mogą usprawniać szkolenie operatorów, a kierownicy logistyki mogą dostosowywać harmonogramy w odpowiedzi na zmieniające się zapotrzebowanie. Chociaż istnieje potencjalne ryzyko obniżania kwalifikacji wśród operatorów ze względu na dominującą rolę AIWM, ryzyko to jest ograniczane przez ich aktywne zaangażowanie i zaawansowane wykorzystanie tych technologii, co z kolei sprzyja efektowi podnoszenia kwalifikacji.

Natomiast w belgijskim przedsiębiorstwie technologie cyfrowe i AIWM doprowadziły do zwiększenia obciążenia pracą i intensyfikacji pracy, charakteryzującej się natychmiastowym i precyzyjnym przydzielaniem zadań ze ścisłymi ograniczeniami czasowymi, pod kierownictwem systemu AIWM. Operatorzy doświadczają podnoszenia kwalifikacji przede wszystkim w zakresie umiejętności ogólnych, takich jak wydajne działanie pod dużą presją i utrzymywanie standardów jakości. Charakter ich zadań pozostaje jednak ściśle zorganizowany i wysoce powtarzalny, bez przeznaczenia czasu na różne działania. W przypadku szefów zespołów i kadry kierowniczej wyższego szczebla wykorzystanie narzędzi i aplikacji cyfrowych zachęca do rozwijania umiejętności przekrojowych, które mają zastosowanie zarówno w przedsiębiorstwie, jak i poza nim. To zróżnicowanie ról uwypukla rozbieżność w wynikach rozwoju umiejętności między różnymi poziomami zatrudnienia.

W obu przedsiębiorstwach szkolenia, umiejętności i wyniki pracowników są ściśle monitorowane przez przełożonych przy wsparciu systemów AIWM. W belgijskim przedsiębiorstwie na przykład system AIWM sygnalizuje, że dany operator przez dłuższy czas nie pracował na określonym stanowisku, która to sytuacja skłania szefów zespołów do przeniesienia go w celu utrzymania biegłości. To ciągłe monitorowanie gwarantuje, że pracownicy zachowują umiejętności i są w stanie sprostać wymaganiom związanym z pełnionymi rolami.

Innym aspektem istotnym dla dobrostanu pracowników jest stres poznawczy. Ciągłe śledzenie i polecenia wykonania zadań sterowane przez system mogą prowadzić do przeciążenia poznawczego i „technostresu”, powodując lęk, zmęczenie i zaburzenia w podejmowaniu decyzji (Graveling i in., 2020; Samek Lodovici i in., 2021). Stres ten negatywnie wpływa na dobrostan psychiczny oraz zwiększa ryzyko wystąpienia błędów i wypadków. W celu złagodzenia tych skutków systemy AIWM należy projektować w taki sposób, aby wspierały autonomię pracowników i zapewniały konstruktywne informacje zwrotne, pomagając w utrzymaniu zdrowej równowagi między produktywnością a dobrostanem pracowników.

W zależności od sposobu zaprojektowania, wdrożenia i zarządzania AIWM, może ono pomóc zmniejszyć obciążenie poznawcze i poprawić zarządzanie zadaniami, oferując takie korzyści, jak nadzór w czasie rzeczywistym i redukcja błędów, lecz może także wprowadzać czynniki stresowe

i stwarzać potencjalne problemy związane z nadmiernym poleganiem na technologii. We włoskim przedsiębiorstwie sposób, w jaki przyjęto technologie AIWM, przyczynił się do znacznej poprawy dobrostanu psychicznego i poznawczego zarówno kadry kierowniczej, jak i operatorów dzięki poprawie zarządzania zadaniami oraz autonomicznego radzenia sobie z ograniczeniami jakości i sytuacjami nadzwyczajnymi. Kierownicy odnoszą korzyści ze zmniejszonego stresu psychicznego dzięki zdolności systemu do ułatwiania interwencji zapobiegawczych, zaawansowanych ocen ryzyka i natychmiastowego reagowania na nieoczekiwane problemy. Operatorzy doświadczają mniejszego obciążenia pracą dzięki narzędziom AIWM, takim jak powiadomienia statystyczne dotyczące produkcji, listy kontrolne utworzone na potrzeby konserwacji i walidacja partii do celów logistyki. Narzędzia te zmniejszają obciążenie poznawcze poprzez automatyzację przypomnień o zadaniach i minimalizację przerw, które wcześniej przyczyniały się do stresu. Istnieją jednak obawy, że poleganie na AIWM może prowadzić do pogorszenia niezbędnych podstawowych umiejętności, takich jak pamięć i szybka refleksja, które mają kluczowe znaczenie dla dostosowania się do dynamicznych wymagań zawodowych oraz zapewnienia wysokiej wydajności i produktywności.

Belgijskie przedsiębiorstwo przedstawia natomiast inny scenariusz, w którym AIWM i technologie cyfrowe wpływają na stres i obciążenie pracą pracowników w różny sposób. Szefowie zespołów, na które to osoby technologie te mają największy wpływ, doświadczają różnego poziomu stresu w zależności od charakteru ich zadań i wyników pracy zespołu. System AIWM, w tym system Andon, zapewnia aktualizacje statusu w czasie rzeczywistym, które poprawiają efektywność czasową i zapewniają większy nadzór i autonomię, zwłaszcza na mniej krytycznych stanowiskach roboczych. Niektórzy szefowie zespołów są jednak narażeni na wysoki poziom stresu z powodu przeciążenia zadaniami i kwestii zależnych od czasu, szczególnie podczas zarządzania eskalowanymi zgłoszeniami w systemie Andon lub awariami technicznymi. Operatorzy logistyczni korzystający z systemów „pick-to-voice” mogą być narażeni na frustrację i stres, jeżeli system nie rozpoznaje przekazywanych przez nich informacji, co prowadzi do opóźnień w realizacji zadań. Mimo to operatorzy zgłaszają, że mechanizmy monitorowania jakości są korzystne dla wyników pracy. Ponadto podczas gdy systemy „pick-to-voice” (kompletacja głosowa) i „pick-to-light” (kompletacja wspomagana przez system podświetlania) są postrzegane jako pomocne w ograniczaniu błędów, nadmierne poleganie na tych systemach może prowadzić do osłabienia uwagi i potencjalnych błędów. Belgijskie przedsiębiorstwo rozwiązuje ten problem w drodze rotacji stanowisk roboczych i pracowników, aby zmniejszyć stres i utrzymać zaangażowanie.

Wreszcie najbardziej znacząca rozbieżność między podejściami przyjętymi przez te dwa przedsiębiorstwa w odniesieniu do wdrażania technologii jest widoczna w jej wpływie na relacje społeczne i równowagę między życiem zawodowym a prywatnym, co również zależy od różnej wielkości i wewnętrznej struktury obu przedsiębiorstw. Integracja AIWM i narzędzi cyfrowych we włoskim przypadku doprowadziła do poprawy relacji społecznych i równowagi między życiem zawodowym a prywatnym, charakteryzujących się lepszą komunikacją i mniejszą liczbą konfliktów, co obniżyło również poziom stresu, podczas gdy w belgijskim przypadku pracownicy zgłaszają, że na interakcje społeczne mają niewiele czasu lub nie mają go wcale, jak również informują o pewnych trudnościach występujących poza godzinami pracy w radzeniu sobie ze stresem związanym z pracą, szczególnie w przypadku operatora logistycznego „pick-to-voice” i szefów zespołów.

Ponadto w szczególności we włoskim przedsiębiorstwie korzyści związane z wdrażaniem narzędzi cyfrowych i AIWM obejmują wszystkie role i hierarchię. Operatorzy zauważyli zmniejszenie dystansu społecznego i lepszą jakość interakcji werbalnych, ponieważ pilnymi sprawami technicznymi zarządza system. Technologie te postrzegane są jako ułatwiające płynną komunikację między działami i szczeblami hierarchicznymi, sprzyjające poczuciu zaangażowania społecznego i lepszej koordynacji między pracownikami. Poprawa równowagi między życiem zawodowym a prywatnym jest również widoczna szczególnie w przypadku ról kierowniczych. Dostępność szczegółowych i zaktualizowanych danych usprawniła zarządzanie sytuacjami nadzwyczajnymi i nieprzewidywanymi problemami, takimi jak nieplanowane nieobecności pracowników i awarie maszyn, a tym samym zmniejszyła częstotliwość zakłóceń poza godzinami pracy. W przypadku operatorów powiadomienia w systemie i procesy walidacji zapewniają prawidłowe wykonanie wszystkich zadań na zakończenie zmiany, co umożliwia

pracownikom skoncentrowanie się na życiu osobistym bez obaw o niedokończoną pracę i ogranicza występowanie po godzinach pracy stresu związanego z pracą.

Ogólnie rzecz biorąc, oba przedsiębiorstwa wykorzystują cyfryzację i AIWM w celu zwiększenia produktywności i efektywności, ale stosowane są różne strategie. Włoskie przedsiębiorstwo koncentruje się na poszerzaniu i wzbogacaniu ról zawodowych, szczególnie w obszarach nadzorczych i technicznych. Z kolei belgijskie przedsiębiorstwo dąży do utrzymania wysokiej efektywności i jakości w ściśle kontrolowanym i powtarzalnym środowisku pracy. Różnice te wskazują na różnorodne sposoby, w jakie AIWM może kształtować dynamikę w miejscu pracy – potencjalnie zwiększać zaangażowanie pracowników oraz zdrowie i bezpieczeństwo w niektórych kontekstach, a jednocześnie wzmacniać kontrolę i presję w pracy w innych. W związku z tym wpływ AIWM na BHP jest wysoce zależny od kontekstu, co wymaga zniuansowanego podejścia do wdrażania, uwzględniającego specyficzne potrzeby i warunki pracowników oraz otoczenie organizacyjne.

Wdrażanie AIWM w celu zwiększenia autonomii pracowników może w istocie wiązać się z licznymi korzyściami. Zwiększa zadowolenie z pracy, obniża poziom stresu i wspiera zdrowie psychiczne. Co więcej, pracownicy, którzy zachowują kontrolę nad swoimi zadaniami i procesami decyzyjnymi, doświadczają większej motywacji i silniejszego poczucia odpowiedzialności, co skutkuje zdrowszym środowiskiem pracy i mniejszymi zagrożeniami psychospołecznymi. Ponadto autonomia pozwala pracownikom skuteczniej zarządzać tempem pracy i obciążeniem pracą, co zmniejsza ryzyko intensyfikacji pracy i może równoważyć negatywne skutki nadmiernej kontroli wynikającej z wdrożenia AIWM.

Przyjęcie AIWM w celu dalszej centralizacji kontroli i optymalizacji procesów przy ryzyku większej intensyfikacji pracy może natomiast skłonić pracowników do przedkładania szybkości nad własne zdrowie i bezpieczeństwo, co zagraża ich dobrostanowi psychicznemu, a także praktykom ergonomicznym – a tym samym pogarsza zdrowie psychiczne pracowników oraz zwiększa ryzyko wystąpienia zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego i urazów. W rzeczywistości zmniejszona autonomia nie tylko wpływa na dobrostan psychiczny, lecz także ma bezpośrednie konsekwencje dla zdrowia fizycznego, co podkreśla potrzebę bardziej zrównoważonego podejścia do wdrażania systemów AIWM, które sprzyja większemu zaangażowaniu pracowników i większej kontroli pracowników nad ich zadaniami (Roquelaure, 2019; EU-OSHA, 2021b).

Zajęcie się tymi konsekwencjami wymaga przyjęcia projektu skoncentrowanego na człowieku przy wdrażaniu AIWM, zapewniającego, aby systemy były przejrzyste, wspierały upodmiotowienie pracowników i umożliwiały im udział w procesach decyzyjnych, co posłuży ochronie zarówno zdrowia psychicznego, jak i fizycznego (EU-OSHA, 2022a, 2022b).

Wnioski i kluczowe spostrzeżenia

W ostatnim dziesięcioleciu w literaturze empirycznej szeroko badano przyjęcie zarządzania algorytmicznego w kontekście pracy za pośrednictwem platform cyfrowych (Pesole i in., 2018; Brancati i in., 2020; Wood, 2020), podkreślając rolę algorytmów w przekształcaniu organizacji pracy i zmianie rozkładu sił w gospodarce platform oraz potencjalne konsekwencje dla BHP (EU-OSHA, 2021a). Podobnie proces cyfryzacji, coraz częstsze wdrażanie technologii algorytmicznych w miejscach pracy (Rani i in., 2024; Krzywdzinski, Schweiß i Sperling, 2024) oraz nadejście czwartej rewolucji przemysłowej (Cetrulo i Nuvolari, 2019) ponownie wzbudziły zainteresowanie trwającymi transformacjami w bardziej tradycyjnych miejscach pracy takich jak przemysł wytwórczy, chociaż ich wpływ na BHP zbadano w mniejszym stopniu.

Celem przedmiotowego badania, dotyczącego przyjęcia technologii algorytmicznych i AIWM w dwóch przedsiębiorstwach motoryzacyjnych zlokalizowanych w Belgii i we Włoszech, jest przyczynienie się do

lepszego zrozumienia ogólnego wpływu cyfryzacji na warunki pracy poprzez skupienie się na konsekwencjach w zakresie BHP. Opracowując perspektywę porównawczą, w dwóch studiach przypadków zwrócono uwagę zarówno na możliwości, jak i wyzwania w zakresie BHP wynikające z integracji systemów AIWM.

Przyjęcie technologii AIWM przez oba przedsiębiorstwa nastąpiło w szerszym kontekście integracji zaawansowanych systemów cyfrowych i zautomatyzowanych w ramach modelu odchudzonej produkcji, mającego na celu zwiększenie produktywności i minimalizację ilości odpadów. Pojawiły się jednak znaczne rozbieżności w podejściach zarządczych i wynikach, które to rozbieżności można przypisać różnicom w strukturach organizacyjnych tych przedsiębiorstw i strategiach zaangażowania pracowników oraz odmiennemu charakterowi ich zastosowań technologicznych.

Włoskie przedsiębiorstwo pierwszego rzędu wspiera wszechstronność pracowników oraz wewnętrzne projektowanie technologiczne i wewnętrzny rozwój technologiczny dzięki znacznemu zaangażowaniu pracowników we wdrażanie systemów cyfrowych. To partycypacyjne podejście wzbudziło u pracowników poczucie odpowiedzialności i wywołało ich zaangażowanie, co przyczyniło się do niskich wskaźników rotacji i stworzenia środowiska pracy opartego na współpracy. Stopniowe wprowadzanie narzędzi cyfrowych, wspomagane przez szkolenie w miejscu pracy, pozwoliło pracownikom na dostosowanie się i przekazywanie informacji zwrotnych, a tym samym iteracyjne ulepszanie procesów.

Natomiast belgijski producent oryginalnego sprzętu koncentruje się na efektywności poprzez precyzyjną synchronizację zadań i zarządzanie obciążeniem pracą. Dzięki wdrożeniu szczegółowych instrukcji cyfrowych przedsiębiorstwo usprawniło swój proces produkcji w celu osiągnięcia wysokich wskaźników produkcji i utrzymania konkurencyjności. Sprzyjało to jednak raczej wysokiej rotacji i w konsekwencji doprowadziło do powstania znacznego odsetka pracowników tymczasowych, co podkreśla dodatkowe potencjalne wady mniej sprzyjającego włączeniu podejścia do przyjęcia rozwiązań technologicznych.

Studia przypadków uwydatniają również, w jaki sposób technologie cyfrowe i sztuczna inteligencja mogą poprawić BHP dzięki zapobieganiu urazom, przejmowaniu od pracowników rutynowych i powtarzalnych zadań, a także ułatwianiu złożonych operacji przy pomocy przypomnień oraz automatycznych kontroli jakości i bezpieczeństwa.

Również w tym przypadku w obu przedsiębiorstwach zidentyfikowano różne strategie. We włoskim przypadku współpraca z instytucjami badawczymi i krajowymi organizacjami ds. zdrowia i bezpieczeństwa uwydatnia proaktywne podejście do ciągłej poprawy warunków pracy i BHP z wykorzystaniem bardziej zaawansowanych rozwiązań technologicznych, takich jak czujniki i urządzenia ubieralne, opracowanych w ramach przedsiębiorstwa. Kultura partycypacyjna i model odchudzonej organizacji pracy dodatkowo wzmacniają bezpieczne środowisko pracy dzięki integracji pracowników jako osób aktywnie uczestniczących w rozwiązywaniu problemów.

W belgijskim przedsiębiorstwie wykorzystanie systemów cyfrowych do oceny ergonomii i zarządzania obciążeniem pracą wskazuje na ustrukturyzowane i korporacyjne podejście do BHP. Nacisk na zwiększenie produktywności poprzez nasycenie obciążenia pracą i ciągłe monitorowanie sugeruje jednak ukryte napięcie między dążeniem do konkurencyjności a istotną poprawą warunków pracy. Ponadto wysokie wskaźniki rotacji pracowników oraz rotacji zatrudnienia pracowników tymczasowych wskazują na potencjalne niedociągnięcia w skutecznym zapewnieniu dobrostanu pracowników w sposób kompleksowy.

Ze studiów przypadków wyraźnie wynika ponadto, że poziom zaangażowania pracowników w przyjmowanie technologii cyfrowych znacząco oddziałuje na ich wpływ na BHP i ogólne zadowolenie

z pracy. Podejście partycypacyjne stosowane przez włoskie przedsiębiorstwo, polegające na angażowaniu pracowników w procesy decyzyjne i inicjatywy ciągłego doskonalenia, wyraźnie kontrastuje z podejściem odgórnym belgijskiego przedsiębiorstwa, które to podejście ma konsekwencje dla ogólnego dobrostanu pracowników i BHP. Co więcej, ustalenia badania wskazują na znaczenie rozwoju kultury partycypacyjnej dla złagodzenia potencjalnie niekorzystnych skutków zarządzania algorytmicznego, takich jak zwiększony nadzór i ograniczona autonomia.

Podsumowując – zaangażowanie pracowników w rozwój i wdrażanie technologii cyfrowych może zwiększyć ich akceptację przez pracowników oraz zdolność adaptacji pracowników, zadowolenie z pracy, jak również ogólne bezpieczeństwo i zdrowie w miejscu pracy. Takie podejście gwarantuje, że postęp technologiczny jest dostosowany do praktycznych potrzeb pracowników, i sprzyja poczuciu lepszemu zrozumieniu całego procesu produkcji, co zwiększa poziom zaangażowania pracowników. Chociaż technologie cyfrowe mogą zoptymalizować procesy produkcji, kluczowe znaczenie ma zapewnienie równowagi między efektywnością a bezpieczeństwem, zdrowiem i dobrostanem pracowników. Zaangażowanie pracowników w rozwój i wdrażanie technologii cyfrowych pozwala wyeliminować na etapie projektu zagrożenia dla pracowników wynikające z procesów cyfrowych, wspierając w ten sposób „zapobieganie przez projektowanie” i podejście skoncentrowane na człowieku. Odpowiednie zorganizowane programy szkoleniowe, rotacja ról zawodowych oraz proaktywne środki dotyczące bezpieczeństwa i zdrowia są niezbędnymi elementami kompleksowego podejścia do transformacji cyfrowej w miejscu pracy. Skuteczne i przejrzyste zarządzanie danymi pracowników ma kluczowe znaczenie dla utrzymania zaufania oraz zapewnienia uczciwego i demokratycznego wykorzystania narzędzi cyfrowych. Przedsiębiorstwa muszą ustanowić solidne ramy zarządzania danymi w celu ochrony prywatności pracowników i odpowiedzialnego wykorzystywania danych oraz muszą dzielić się odpowiednimi informacjami z przedstawicielami pracowników w celu wspierania wspólnych procesów decyzyjnych. Wdrożenie mechanizmów ciągłego doskonalenia, które obejmują informacje zwrotne od pracowników, może prowadzić do bardziej zrównoważonych wyników pod względem efektywności procesów oraz bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy.

Na zakończenie należy dodać, że udana integracja technologii zarządzania algorytmicznego i systemów AIWM w miejscu pracy wymaga zrównoważonego podejścia, w którym priorytetowo traktuje się zaangażowanie pracowników oraz ich bezpieczeństwo i zdrowie. Dzięki propagowaniu kultury partycypacyjnej i zapewnieniu rzetelnego zarządzania danymi przedsiębiorstwa mogą czerpać korzyści z cyfryzacji, a jednocześnie zapobiegać związanym z nią potencjalnym zagrożeniom.

Kluczowe spostrzeżenia

1. **Partycypacyjne i skoncentrowane na człowieku wdrażanie narzędzi cyfrowych:** zaangażowanie pracowników w rozwój i wdrażanie technologii cyfrowych może zwiększyć i poprawić ich akceptację przez pracowników, zdolność adaptacji pracowników, zadowolenie z pracy, jak również ogólne BHP. Podejście to zapewnia dostosowanie postępu technologicznego do praktycznych potrzeb i spostrzeżeń pracowników.
2. **Zapewnienie równowagi między efektywnością a dobrostanem:** chociaż technologie cyfrowe mogą zoptymalizować procesy produkcji, kluczowe znaczenie ma zapewnienie równowagi między efektywnością a bezpieczeństwem, zdrowiem i dobrostanem pracowników. Partycypacja pracowników, „zapobieganie przez projektowanie”, odpowiednie zorganizowane programy szkoleniowe, rotacja ról zawodowych, przejrzystość informacji oraz proaktywne zarządzanie BHP to niezbędne elementy kompleksowego podejścia do transformacji cyfrowej w miejscu pracy.

3. **Zarządzanie danymi i prywatność:** skuteczne i przejrzyste zarządzanie danymi pracowników ma zasadnicze znaczenie dla utrzymania zaufania oraz zapewnienia uczciwego, partycypacyjnego i demokratycznego dostępu do narzędzi cyfrowych oraz ich wykorzystania. Pracodawcy muszą ustanowić solidne ramy zarządzania danymi w celu ochrony prywatności pracowników i odpowiedzialnego wykorzystywania danych. Ponadto muszą oni dzielić się odpowiednimi informacjami z przedstawicielami pracowników w celu wspierania wspólnych procesów decyzyjnych.
4. **Ciągłe doskonalenie i informacje zwrotne:** wdrożenie mechanizmów ciągłego doskonalenia, które obejmują informacje zwrotne od pracowników, może prowadzić do lepszych wyników pod względem efektywności procesów oraz bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy. Iteracyjne uczenie się i adaptacja są kluczem do udanej integracji cyfrowej.
5. **Całościowa ocena zagrożeń dla BHP związanych z technologiami cyfrowymi:** rosnąca ilość interakcji między pracownikami a technologiami cyfrowymi, wynikająca z rozpowszechniania zaawansowanej robotyki, narzędzi ubieralnych i systemów pomocy cyfrowej, wymaga przeprowadzenia rzetelnej, kompleksowej i dynamicznej oceny ryzyka w odniesieniu do wszystkich zagrożeń – zarówno fizycznych, jak i psychospołecznych, w tym zagrożeń o charakterze organizacyjnym, poznawczym i społecznym – na które narażeni są pracownicy podczas wykonywania pracy.

**Europejska Agencja Bezpieczeństwa
i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA)**

stawia sobie za cel uczynienie Europy bezpieczniejszym, zdrowszym i wydajniejszym miejscem pracy. Agencja bada, opracowuje i rozpowszechnia wiarygodne, zrównoważone i bezstronne informacje na temat bezpieczeństwa i higieny pracy oraz organizuje ogólnoeuropejskie kampanie informacyjne. Agencja została ustanowiona przez Unię Europejską w 1994 r. i ma siedzibę w Bilbao w Hiszpanii; zrzesza przedstawicieli Komisji Europejskiej, rządów państw członkowskich, organizacji pracodawców i pracowników, a także czołowych specjalistów z każdego z państw członkowskich UE i oraz z innych państw.

**Europejska Agencja Bezpieczeństwa
i Zdrowia w Pracy**

Santiago de Compostela 12, 5. piętro

E-mail: information@osha.europa.eu

<http://osha.europa.eu>