

INTELIĞENTNE CYFROWE SYSTEMY MONITOROWANIA BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA W PRACY: RODZAJE, ROLE I CELE

Cyfrowe systemy monitorowania BHP: znaczenie i cel

Systemy i technologie cyfrowe stanowią najszybciej rozwijający się obszar innowacji w historii¹ oraz zmieniają i wpływają na życie ludzi na całym świecie. Na szczególną uwagę zasługuje pojawienie się technologii, takich jak m.in.: sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe; urządzenia nosobne, inteligentne środki ochrony indywidualnej (ŚOI), egzoszkielety, wirtualna i rozszerzona rzeczywistość (VR i AR); powszechna łączność, Internet rzeczy (IoT) i rozwiązania wykorzystujące duże zbiory danych. Te nowe systemy i technologie cyfrowe zmieniają pracę zarówno z perspektywy pracowników, jak i pracodawców. Pojawienie się tych systemów ma wpływ na zarządzanie bezpieczeństwem i zdrowiem pracowników oraz na poprawę stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, a także na charakter, lokalizację i sposób organizacji pracy, co z kolei może kształtować doświadczenia pracowników w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej², a mianowicie cyfrowej³.

Nowe cyfrowe systemy monitorowania BHP stają się stosunkowo tańsze, bardziej niezawodne, mniejsze, konfigurowalne, wzajemnie połączone i bezpieczniejsze. Do ich stosowania skłania nie tylko szybki postęp technologiczny, ale także potrzeba wypełnienia obowiązków w zakresie BHP, w sytuacji gdy zasoby, takie jak personel lub czas są ograniczone, a także w przypadku chęci modernizacji miejsca pracy w celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa pracy i związanego z tym monitorowania.

Na szczęblu UE **nie ma wspólnej i ogólnej definicji** cyfrowych systemów monitorowania BHP. Dostępne definicje nie są ani powszechnie stosowane, ani specyficzne dla monitorowania kwestii bezpieczeństwa pracy. Skoncentrowano się w nich głównie na technologiach stanowiących podstawę nowych systemów monitorowania⁴. Część dotyczy wyłącznie systemów nadzoru, w których wykorzystuje się technologię cyfrową, ale nie wyłącznie do monitorowania BHP⁵. Określenie cyfrowych systemów monitorowania BHP jest ważne, ponieważ może być pierwszym krokiem do zrozumienia tych systemów i ich ograniczeń. W związku z tym stosuje się następującą definicję **cyfrowych systemów monitorowania BHP**, w ramach której skoncentrowano się na ich znaczeniu i celu:

Cyfrowe systemy monitorowania BHP wykorzystują technologię cyfrową do gromadzenia i analizowania danych w celu identyfikacji zagrożeń, oceny ryzyka, zapobiegania szkodom lub ich minimalizowania oraz promowania kwestii dotyczących bezpieczeństwa pracy.

Źródło: Ecorys, 2022

W definicji tej przewidziano zwięzły, ale kompleksowy zakres zastosowań i celów cyfrowych systemów monitorowania BHP, które to zastosowania i cele są ściśle powiązane z pozyskiwaniem użytecznych danych na temat ryzyka w miejscu pracy oraz zdrowia pracowników. W związku z tym **pracodawcy mogą wykorzystywać takie dane, z udziałem pracowników lub przedstawicieli pracowników, do promowania**

¹ Zob. [The Impact of Digital Technologies](#).

² Schwab, K. (2017). „The fourth industrial revolution” [„Czwarta rewolucja przemysłowa”]: „Currency” [„Waluta”].

Min, J., Kim, Y., Lee, S., Jang, T. W., Kim, I., i Song, J. (2019). „The fourth industrial revolution and its impact on occupational health and safety, worker’s compensation and labor conditions” [„Czwarta rewolucja przemysłowa oraz jej wpływ na bezpieczeństwo i higienę pracy, odszkodowania dla pracowników i warunki pracy”], *Safety and Health at Work*, 10(4), s. 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>

³ Schwab, K. (2017). „The fourth industrial revolution” [„Czwarta rewolucja przemysłowa”]: „Currency” [„Waluta”].

⁴ EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, „Technologia monitorująca: dążenie do dobrostanu w XXI wieku?”, 2017. Dokument dostępny pod adresem: https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/369002/VandenBroek17_Workers_monitoring_and_well_being.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁵ Komisja Europejska, Wspólne Centrum Badawcze, i Ball, K. (2021). „Electronic monitoring and surveillance in the workplace: Literature review and policy recommendations” [„Monitorowanie elektroniczne i nadzór elektroniczny w miejscu pracy: Przegląd literatury i zalecenia dotyczące polityki”]. Urząd Publikacji Unii Europejskiej. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1cbf6cdf-1c19-11ec-b4fe-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

BHP za pomocą różnych środków, zgodnie z tzw. hierarchią kontroli. Dlatego cyfrowe systemy monitorowania BHP mogą przyczynić się do **cyklu ciągłego doskonalenia BHP**, jak określono w normie OHSAS 18001 i nowej normie ISO 45001⁶.

Rodzaje cyfrowych systemów monitorowania BHP

Dla celów politycznych, badawczych i praktycznych coraz ważniejsze staje się zrozumienie kluczowych rodzajów nowych, dostępnych cyfrowych systemów monitorowania BHP.. Oczekuje się, że pomoże to wyjaśnić poszczególne koncepcje w odniesieniu do potencjalnego wpływu tych systemów na BHP, a także możliwości, zagrożenia i wyzwania w zakresie bezpieczeństwa pracy, związane z nowymi systemami monitorowania BHP. Chociaż podstawą takiej taksonomii powinno być kilka elementów, powinna ona być również kompleksowa. Musi być także odpowiednia w stosunku do poszczególnych poziomów zapobiegania i mieć zastosowanie w różnych sektorach, w których występują szczególne lub podobne zagrożenia, w odniesieniu do wszystkich lub do szczególnych potrzeb pracowników, w tym związanych z COVID-19.

Istnieją **dwa główne podejścia w ramach cyfrowych systemów monitorowania BHP**. Pierwszym z nich jest **podejście proaktywne**, które ma na celu zapobieganie szkodom i, w szerszym ujęciu, promowanie zdrowia. Drugim jest **podejście reaktywne**, w ramach którego nacisk kładzie się na reagowanie na wypadki i sytuacje awaryjne. W związku z tym taksonomia (niewyłącznych) rodzajów systemów monitorowania BHP dzieli się na te dwa podejścia do bezpieczeństwa i zdrowia:

- **Systemy proaktywne** mają zastosowanie, zanim dojdzie do wypadku⁷. Mają one na celu głównie zapobieganie pierwotne, za pośrednictwem narzędzi i wsparcia stosowanych w miejscu pracy oraz wczesne rozpoznawanie obecności ryzyka zawodowego i narażenia pracowników na to ryzyko. Pozwalają zapewnić rutynowe kontrole i konserwację, szkolenie pracowników i ich mentoring podczas pracy, a tym samym dostarczanie danych na potrzeby zmian i dostosowań w miejscu pracy.
- **Systemy reaktywne** pomagają zminimalizować konsekwencje szkód po wystąpieniu sytuacji awaryjnej/wypadku i umożliwiają gromadzenie danych dotyczących wypadków do celów powiązanej sprawozdawczości oraz badania tych wypadków. Pozwalają minimalizować skutki wypadków/sytuacji awaryjnych przez sygnalizowanie wypadków, takich jak wycieki lub upadki, oraz lokalizować sytuacje awaryjne i pomagać biorącym w nich udział pracownikom. Pomagają również w zgłaszaniu i badaniu wypadków (w tym incydentów zgłaszanych przez inspektoraty pracy), a tym samym umożliwiają dostarczanie danych na potrzeby działań naprawczych.

Co istotne, oba rodzaje systemów należy traktować jako część całości w kontekście cyklu ciągłego doskonalenia BHP. Zarówno systemy proaktywne, jak i reaktywne mogą prowadzić do poprawy BHP za pomocą środków zapobiegawczych i naprawczych, na podstawie zgromadzonych i analizowanych danych.

W tabeli 1 przedstawiono główne elementy rodzajów proaktywnych i reaktywnych.

⁶ Lo, C. K. Y., Pagell, M., Fan, D., Wiengarten, F., i Yeung, A. C. L. (2014). „OHSAS 18001 certification and operating performance: The role of complexity and coupling” [„Certyfikacja OHSAS 18001 i wydajność operacyjna: Rola złożoności i sprzężenia”], *Journal of Operations Management*, 32(5), s. 268–280. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.04.004> Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., i Vázquez-Ordás, C. J. (2012). „Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: Analysis of perceptions and attitudes of certified firms” [„Zarządzanie ryzykiem zawodowym zgodnie z normą OHSAS 18001: Analiza postrzegania i postaw certyfikowanych przedsiębiorstw”], *Journal of Cleaner Production*, 24, s. 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.008>

⁷ Zob. „[REACTIVE AND PROACTIVE SAFETY PROGRAMS](#)” [„REAKTYWNE I PROAKTYWNE PROGRAMY BEZPIECZEŃSTWA”].

Tabela 1: Rodzaje nowych systemów monitorowania BHP

Kluczowe wymiary	Proaktywne	Reaktywne
Cel/zastosowanie	<p>Identyfikacja zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa oraz zapobieganie im.</p> <p>Zapewnianie rutynowych kontroli i rutynowej konserwacji.</p> <p>Wsparcie w miejscu pracy i informacje zwrotne.</p> <p>Dostarczanie danych na potrzeby działań naprawczych mających na celu poprawę BHP.</p>	<p>Minimalizowanie skutków wypadków/sytuacji awaryjnych.</p> <p>Sprawozdawczość dotycząca wypadków.</p> <p>Badanie wypadków.</p> <p>Dostarczanie danych na potrzeby działań naprawczych mających na celu poprawę BHP.</p>
	Środki poprawy BHP.	
Technologie	<p>ICT (na przykład łączność, laptopy, smartfony); kamery (w tym termowizyjne, na podczerwień itp.); urządzenia nasobne, inteligentne ŚOI, egzoskielety monitorujące i inne czujniki; WSN; RFID; IoT; VR, AR; roboty współpracujące; drony; mikrofony lub inne urządzenia do pomiaru natężenia dźwięku.</p>	
	Wykorzystujące/Niewykorzystujące AI.	
Zagrożenia	Fizyczne, mechaniczne, ergonomiczne, psychospołeczne, organizacyjne, biologiczne, chemiczne, radiacyjne.	
Rodzaje zadań	<p>Związane z przedmiotami.</p> <p>Związane z osobami.</p> <p>Związane z informacjami.</p>	<p>Pomieszczenia (miejsce i środowisko pracy).</p> <p>Zakłady (maszyny i pojazdy).</p> <p>Ludzie (metody pracy, stosunki i zachowanie).</p> <p>Procedury (podział zadań, równowaga między wymaganiami i kontrolą oraz struktura godzin pracy).</p>
Gromadzenie danych i skutki związane z ochroną danych	<p>Osobowe (indywidualne i zagregowane), środowiskowe, specyficzne dla wyposażenia.</p>	
	W czasie rzeczywistym/nie w czasie rzeczywistym.	
	Statyczne/dynamiczne.	
	Wrażliwe (dane osobowe) a niewrażliwe (dane dotyczące wyposażenia).	
Szczególne potrzeby zaspokajane za pomocą systemów monitorowania BHP	<p>Pracownicy o szczególnych potrzebach (starzenie się siły roboczej, różnorodność wśród pracowników i włączenie społeczne, pracownik odosobniony, pracownik niedoświadczony).</p>	
	COVID-19 i przewlekły COVID-19.	
	Telepraca.	

Źródło: Ecorys, 2022

Podczas gdy niektóre systemy monitorowania BHP mogą kwalifikować się do jednego rodzaju, **istnieją również takie, które pełnią obie funkcje – proaktywną i reaktywną**. Do tej drugiej grupy należą systemy,

które rejestrują wypadki, a tym samym wspomagają sprawozdawczość dotyczącą wypadków i ich badanie, i które wykorzystuje się także do szkolenia pracowników w zakresie bezpiecznych zachowań.

Patrząc na tabelę 1, można zrozumieć, w jaki sposób **cyfrowe systemy monitorowania BHP mogą być wykorzystywane w różnych sektorach, branżach i rodzajach miejsc pracy**. Systemy te są w stanie gromadzić dane dotyczące różnych rodzajów zagrożeń, takich jak fizyczne, mechaniczne, ergonomiczne, psychospołeczne, organizacyjne, biologiczne, chemiczne i radiacyjne. Monitorowane zagrożenia mają związek z tzw. 4P od angielskich słów „Plant, Premises, People and Procedures”, czyli „zakład, pomieszczenia, ludzie i procedury”⁸. Zagrożenia te odnoszą się do zadań związanych z przedmiotami (na przykład ryzyko ergonomiczne i podnoszenie przedmiotów w rolnictwie), osobami (w tym ryzyko ergonomiczne i podnoszenie pacjentów w opiece zdrowotnej i społecznej) oraz zadań związanych z informacjami (mianowicie ryzyko ergonomiczne w przypadku zadań biurowych i na stanowiskach kierowniczych).

Gromadzone dane dają pełny obraz sytuacji. Wspomniane systemy pozwalają gromadzić **dane poszczególnych pracowników związane z BHP**, uwzględniając zdrowie psychiczne i fizyczne oraz dobrostan, zmęczenie i stres, narażenie na ryzyko (na przykład poziomy promieniowania w przypadku pracowników służby zdrowia), a także wysyłać sygnały ostrzegawcze do pracowników, gdy istnieje ryzyko przekroczenia progów bezpieczeństwa lub gdy zostaną one przekroczone. Przedmiotowe systemy umożliwiają również gromadzenie danych na **zagregowanym poziomie siły roboczej**, które to dane mogą zawierać informacje na temat narażenia na ryzyko lub wyniki dotyczące zmęczenia oraz przyczynić się do poprawy poziomu bezpieczeństwa pracy za pomocą środków strukturalnych (np. sieci bezpieczeństwa, systemu zmianowego). Systemy te pozwalają mierzyć warunki **środowiskowe** w miejscu pracy (takie jak np. pył, hałas, wysoka temperatura, promieniowanie UV), a także monitorować, czy wyposażenie (w tym narzędzia robocze, ochrony głowy, słuchu i nóg) są (prawidłowo) noszone, czy działają prawidłowo lub czy były poddawane regularnym kontrolom bezpieczeństwa.

Dokładność gromadzonych danych poprawiła się, ze względu na wyrafinowanie i niezawodność czujników, a także dlatego, że dane coraz częściej gromadzi się w czasie rzeczywistym, zarówno w sposób statyczny, jak i dynamiczny. Jest to często ciągły strumień, który daje więcej niż tylko obraz stanu bezpieczeństwa także w miejscu pracy. W niektórych przypadkach mogą być gromadzone **wrażliwe dane osobowe**, co może budzić obawy związane z prywatnością danych, ich własnością i bezpieczeństwem. Można to jednak złagodzić przez przyjęcie odpowiednich zabezpieczeń oraz zaangażowanie pracowników i przedstawicieli pracowników w projektowanie oraz wdrażanie systemów, a także w określanie ich celów i zadań.

Cyfrowe systemy monitorowania BHP, jak pokazano w tabeli 1, mogą pomóc w zaspokojeniu potrzeb **określonych grup pracowników**, takich jak np. osoby pracujące w niebezpiecznych warunkach lub w odosobnieniu; pracownicy, młodzi lub niedoświadczeni; mogą także sprzyjać włączeniu społecznemu i różnorodności w miejscach pracy w UE (starzejąca się siła robocza, pracownicy migrujący, pracownicy z niepełnosprawnościami, pracownicy neuroróżnorodni itp.) Powyższe systemy można również dostosować do nowych potrzeb, w tym tych, które pojawiły się z powodu pandemii **COVID-19**, takich jak np. częsta kontrola temperatury ciała, podwyższone środki higieny, utrzymywanie bezpiecznych odległości, noszenie masek i ustalanie kontaktów zakaźnych. Cyfrowe systemy monitorowania BHP mogą także być przydatne w radzeniu sobie z wynikającym z powyższego rozpowszechnieniem pracy zdalnej, dzięki przeprowadzaniu na odległość kontroli dostosowania domowych stanowisk roboczych do potrzeb pracownika lub w celu nadzorowania, czy pracownik zachowuje prawidłową pozycję ciała.

Rola technologii cyfrowych

Nowe systemy monitorowania BHP obejmują wykorzystywanie **wielu technologii cyfrowych**, uwzględniając: technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT); kamery; urządzenia nasobne, inteligentne środki ochrony indywidualnej (ŚOI) oraz egzoszkielety; rzeczywistość wirtualną (VR) i rzeczywistość rozszerzoną (AR); systemy bezzałogowych statków powietrznych (UAS) lub drony; identyfikację radiową (RFID) oraz sieci bezprzewodowych czujników (WSN). Systemów tych **często używa się w połączeniu** ze względu na **Internet rzeczy (IoT)**, ich wzajemne powiązania oraz wymianę danych przez Internet. Z kolei Internet rzeczy zapewnia **duże zbiory danych**, które można wykorzystać do poprawy bezpieczeństwa pracy.

Technologie informacyjno-komunikacyjne obejmują urządzenia mobilne, komputery osobiste, oprogramowanie itp. Wspomniane technologie pozwalają zapewnić instrukcje dotyczące e-uczenia się i odnośne platformy, a także przyjazne dla użytkownika interaktywne narzędzia online do oceny ryzyka

⁸ Zakład (maszyny i pojazdy); pomieszczenia (miejsce i środowisko pracy); ludzie (metody pracy, relacje i zachowanie); oraz procedury (podział zadań, równowaga między wymaganiami i kontrolą oraz struktura godzin pracy).

zawoowego, , takie jak **OIRA** wykorzystywana w wielu państwach UE⁹. Technologie te umożliwiają użytkownikom wykonywanie zdjęć i nagrań wideo do celów sprawozdawczych oraz, w szerszym ujęciu, ułatwiają wymianę danych za pośrednictwem różnych technologii i platform.

Kamery używane do monitorowania działań, środowiska i zachowań pracowników mogą obejmować podstawowe systemy służące wyłącznie do rejestrowania sygnałów, które mogą być przechowywane do przyszłych celów szkoleniowych lub do badania wypadków i dotyczącej ich sprawozdawczości. Wspomniane kamery mogą również obejmować inteligentne systemy wraz z algorytmami, które interpretują dane¹⁰.

Urządzenia nasobne to urządzenia elektroniczne z czujnikami, które zwykle nosi się na różnych częściach ciała, w tym na nadgarstku, opuszkach palców, uszach, nogach oraz na skórze. Na potrzeby tych urządzeń korzysta się z aplikacji zainstalowanych na urządzeniach, takich jak smartfony podłączone do chmury¹¹. Urządzenia nasobne mogą pomóc w monitorowaniu różnych parametrów związanych ze zdrowiem, takich jak np. liczba kroków, uderzenia serca, EKG, rytm snu, masa ciała, temperatura ciała, a nawet emocje. Z drugiej strony **inteligentne środki ochrony indywidualnej** stanowią połączenie tradycyjnej odzieży ochronnej z inteligentnymi elementami, takimi jak inteligentne okulary, obuwie i odzież ochronna. Czujniki umieszcza się w miejscach, które pozwalają zapewnić najlepszą ochronę lub powodują zwiększenie wydajności i niezawodności tych czujników¹². **Egzoszkielety**, podobnie jak urządzenia nasobne i inteligentne środki ochrony indywidualnej również są wyposażone w czujniki, ale egzoszkielety zaprojektowano w celu zwiększenia lub wsparcia siły fizycznej i odporności pracowników¹³.

VR i AR to generowane komputerowo scenariusze, które odpowiednio symulują rzeczywiste doświadczenia oraz łączą takie doświadczenia z treściami generowanymi komputerowo¹⁴. AR wspomaga interakcję pracowników ze środowiskiem, na przykład przez wykorzystanie inteligentnych okularów AR¹⁵.

Systemy bezzałogowych statków powietrznych (**SBSP**) lub drony są w stanie wykrywać wycieki, pobierać próbki i mogą być wykorzystywane do zdalnych inspekcji wirtualnych w połączeniu z AR. Mogą być również wykorzystywane do prowadzenia operacji poszukiwawczo-ratowniczych nad ziemią i pod ziemią, a także w obszarach morskich i przybrzeżnych, po zamontowaniu z kamerami termowizyjnymi¹⁶.

RFID to technologia czujników oparta na sygnałach elektromagnetycznych. Sygnały radiowe emitowane przez antenę aktywują identyfikator, umożliwiając odczyt i zapis danych¹⁷. RFID może być połączona z inteligentnymi ŚOI mającymi na celu m.in. ostrzeganie przed ryzykiem kolizji, strefami zagrożenia w przypadku wózka widłowego oraz sygnalizowanie, czy w pasie narzędzi brakuje narzędzia.

WSN to bezprzewodowa sieć czujników, która umożliwi lokalizację pracowników noszących identyfikatory i ocenę ruchów tych pracowników. WSN można również wykorzystać do zdalnego monitorowania miejsca pracy

⁹ OSHWiki, „OIRA and other online risk assessment tools in national OSH strategies and legislation” [„OIRA i inne internetowe narzędzia oceny ryzyka w krajowych strategiach i przepisach dotyczących BHP”], 2021. Dokument dostępny pod adresem: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/oira-and-other-online-risk-assessment-tools-national-osh-strategies-and-legislation>

¹⁰ Cocca, P., Marciano, F., i Alberti, M. (2016). „Video surveillance systems to enhance occupational safety: A case study” [„Systemy monitoringu wizyjnego zwiększające bezpieczeństwo w miejscu pracy: studium przypadku”], *Safety Science*, 84, s. 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.005>

¹¹ Khakurel, J., Melkas, H., i Porras, J. (2018). „Tapping into the wearable device revolution in the work environment: A systematic review” [„Wykorzystanie rewolucji w zakresie urządzeń nasobnych w środowisku pracy: przegląd systematyczny”], *Information Technology & People*, 31(3), s. 791–818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

¹² EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, „Inteligentne środki ochrony indywidualnej – inteligentna ochrona w przyszłości”, 2020. Dokument dostępny pod adresem: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future>

¹³ EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, „Egzoszkielety pracownicze: urządzenia noszone na ciele zapobiegające związanym z pracą zaburzeniom układu mięśniowo-szkieletowego w miejscach pracy przyszłości”, 2020. Dokument dostępny pod adresem: <https://osha.europa.eu/en/publications/occupational-exoskeletons-wearable-robotic-devices-and-preventing-work-related>

¹⁴ Eurofound (2021). „Cyfryzacja w miejscu pracy”. Urząd Publikacji Unii Europejskiej.

<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2021/digitisation-in-the-workplace>

¹⁵ Pierdicca, R., Priest, M., Monteriù, A., Frontoni, E., Ciarapica, F., Bevilacqua, M., i Mazzuto G. (2020). „Augmented reality smart glasses in the workplace: Safety and security in the Fourth Industrial Revolution era” [„Inteligentne okulary ukazujące rzeczywistość rozszerzoną w miejscu pracy: bezpieczeństwo i ochrona w dobie czwartej rewolucji przemysłowej”], [w:] L. De Paolis i P. Bourdot (red.), *Augmented reality, virtual reality, and computer graphics* [Rzeczywistość rozszerzona, rzeczywistość wirtualna i grafika komputerowa], *AVR 2020, Lecture Notes in Computer Science*, t. 12243, s. 231–247. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58468-9_18

¹⁶ Burke, C., McWhirter, P. R., Veitch-Michaelis, J., McAre, O., Pointon, H. A., Wich, S., i Longmore, S. (2019). „Requirements and limitations of thermal drones for effective search and rescue in marine and coastal areas” [„Wymagania i ograniczenia związane z dronami termowizyjnymi do celów skutecznego poszukiwania i ratownictwa na obszarach morskich i przybrzeżnych”], *Drones*, 3(4), art. 78. <https://doi.org/10.3390/drones3040078>

¹⁷ Domdouzis, K., Kumar, B., i Anumba, C. (2007). „Radio-frequency identification (RFID) applications: A brief introduction” [„Aplikacje identyfikacji radiowej (RFID): krótkie wprowadzenie”], *Advanced Engineering Informatics*, 21(4), s. 350–355. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2006.09.001>

pod kątem zagrożeń związanych z bliskością, prędkością i potencjalnymi kolizjami. WSN można łączyć z innymi technologiami, takimi jak SBSP lub drony¹⁸.

Z kolei **sztuczna inteligencja** przewyższa wszystkie inne technologie ze względu na zdolność predykcyjną oraz zdolność do osiągania złożonych celów. W rezultacie sztuczna inteligencja nie tylko umożliwia zapobieganie szkodom, ale także pozwala przewidywać wypadki i sytuacje awaryjne. Jest powiązana z dużymi zbiorami danych, ponieważ wymaga ogromnych ilości informacji do nauki, natomiast tak duże zbiory trudno jest analizować bez wsparcia sztucznej inteligencji. Ważne jest zapewnienie przejrzystości w odniesieniu do sposobu funkcjonowania sztucznej inteligencji i przestrzegania zasady kontroli przez człowieka, zgodnie z którą wszelkie ostateczne decyzje podejmują ludzie, a nie algorytmy.

Wnioski

Cyfrowe systemy monitorowania BHP wykorzystują technologię cyfrową, często w połączeniu z innymi technologiami, w celu dostarczania danych, które mogą pomóc w zapobieganiu szkodom lub w ich minimalizowaniu oraz promowaniu bezpieczeństwa i zdrowia w pracy. Wprowadzenie tych systemów stwarza znaczące możliwości wspierania procesów BHP i umożliwia pracodawcom i pracownikom oszczędzanie zasobów, w tym czasu i pieniędzy oraz zmniejszenie stresu.

Systemy te pozwalają zapewnić kompleksowe i dokładne dane, których zgromadzenie nie byłoby możliwe za pomocą tradycyjnych systemów monitorowania obszaru BHP. Dane te umożliwiają określenie i ocenę zagrożeń, które w przeciwnym razie mogłyby zostać przeoczone. Jest to szczególnie ważne, biorąc pod uwagę fakt, że wyniki badania ESENER wykazały, że jednym z kluczowych powodów, dla których nie przeprowadza się oceny ryzyka zawodowego w miejscu pracy, jest brak istotnych, rozpoznanych problemów lub już znanych zagrożeń¹⁹.

Znaczenie monitorowania BHP zarówno dla pracodawców, jak i pracowników uwypukla jednak potrzebę jasnej i konkretnej definicji nowych systemów monitorowania BHP. W ramach tej definicji należy zapewnić równowagę między kompleksowością a specyficznością, i jednocześnie próbować uniknąć zbyt szybkiej dezaktualizacji. Jest to szczególnie ważne w świetle szybkiego rozwoju technologii cyfrowych i systemów monitorowania BHP.

Mimo to należy zadbać o to, by pracownicy uczestniczyli w określaniu celów dotyczących systemów monitorowania BHP oraz by te systemy były dostosowane do każdego miejsca pracy – by były one raczej dopasowywane niż przenoszone z innych miejsc. Kluczowe jest również szkolenie oraz informowanie kadry kierowniczej i pracowników o prawidłowym korzystaniu z tych systemów.

Ponadto cyfrowe systemy monitorowania BHP, zarówno proaktywne, jak i reaktywne, mają na celu zwiększenie kontroli pracowników nad kwestiami dotyczącymi zdrowia i pracy. Systemy te pomagają wzmocnić pozycję pracowników i zredukować szkody, w tym te wynikające ze stresu, oraz mogą stanowić dobry stabilizator, będąc odpowiedzią na potrzeby różnych grup pracowników. Z systemami wiąże się jednak również zagrożenia i wyzwania w zakresie zdrowia fizycznego i psychicznego oraz bezpieczeństwa, co szerzej omówiono w raporcie. Dlatego też ramy prawne i polityczne regulujące te obszary powinny **nadążać** za szybkim rozwojem narzędzi cyfrowych i konsekwencjami ich stosowania w miejscu pracy, aby umożliwić lepszą ocenę **wpływu cyfryzacji na prawa pracowników, warunki pracy i jej bezpieczeństwo**.

Autorzy: Mario Battaglini, Dareen Toro, Monica Andriescu (Ecorys).

Zarządzanie projektem: Annick Starren, Ioannis Anyfantis - Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA).

Niniejszy informator tematyczny przygotowano na zlecenie Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (EU-OSHA). Za jego treść, w tym za wszelkie wyrażone w nim opinie lub wnioski odpowiadają wyłącznie autorzy, a streszczenie niekoniecznie odzwierciedla poglądy EU-OSHA.

¹⁸ Popescu, D., Stoican, F., Stamatescu, G., Ichim, L., i Dragana, C. (2020). „Advanced UAV–WSN system for intelligent monitoring in precision agriculture” [„Zaawansowany system UAV-WSN do inteligentnego monitorowania w rolnictwie precyzyjnym”], *Sensors*, 20(3), art. 817. <https://doi.org/10.3390/s20030817>

¹⁹ EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, „Działania w zakresie opieki zdrowotnej i pomocy społecznej – wyniki europejskiego badania przedsiębiorstw na temat nowych i pojawiających się zagrożeń (ESENER)”, 2022. Dokument dostępny pod adresem: <https://osha.europa.eu/en/publications/human-health-and-social-work-activities-evidence-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener>

EU-OSHA ani żadna inna osoba działająca w imieniu Agencji nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne wykorzystanie informacji zawartych w tej publikacji.

© Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, 2024

Kopiowanie dozwolone pod warunkiem podania źródła.

Wykorzystywanie lub kopiowanie zdjęć, które nie są objęte prawami autorskimi EU-OSHA, wymaga uzyskania pozwolenia od właściciela praw autorskich.