

Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania bezpieczeństwa i higieny pracy: zastosowania i wyzwania

Streszczenie



Streszczenie -

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania bezpieczeństwa i higieny pracy: zastosowania i wyzwania

Autorzy: Monica Andriescu, Mario Battaglini, Kyrillos Spyridopoulos, Lucija Kilic, Niklas Olausson, Andrea Broughton, Dareen Toro (Ecorys).

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

Niniejsze streszczenie 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.

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.

Spis treści

1	Wstęp	4
2	Czynniki stymulujące, bariery i poziom rozpowszechnienia	4
2.1	Przegląd czynników stymulujących i barier utrudniających wdrażanie	4
2.2	Tendencje dotyczące poziomu rozpowszechnienia	5
3	Systematyka inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w całym cyklu BHP	5
3.1	Definicja	5
3.2	Technologie cyfrowe	5
3.3	Systematyka	6
4	Pożądane funkcje i wykorzystanie inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania	6
4.1	Proaktywne monitorowanie BHP	6
4.1.1	Identyfikacja zagrożeń i wczesna ocena ryzyka w celu zapobiegania szkodom	6
4.1.2	Zapewnienie szkoleń w miejscu pracy	8
4.2	Reaktywne monitorowanie BHP	9
4.2.1	Minimalizowanie skutków szkód	9
4.2.2	Badanie i zgłaszanie wypadków	9
5	Zagrożenia i wyzwania związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania	10
5.1	Zagrożenia dla zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa	10
5.2	Zagrożenia psychospołeczne	11
5.3	Odpowiedzialność i systemy monitorowania BHP	11
6	Etapy dotyczące zagrożeń i wyzwań oraz środki mające na celu ich złagodzenie/przewyciężenie	11
6.1	Dojrzałość technologiczna	11
6.2	Projektowanie i wdrażanie	12
7	Wnioski	12

Wykaz rysunków i tabel

Rys. 1: Układ sekcji 4 dotyczącej pożądaných funkcji/wykorzystania inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania	6
Rys. 2: Przegląd zagrożeń dla zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa związanych z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania	10
Rys. 3: Wpływ elektronicznego pomiaru wydajności na zdrowie psychospołeczne	11

1 Wstęp

W niniejszym raporcie podsumowującym projekt określono rodzaje, cele i zastosowania inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP)¹. Oceniono w nim również pożądane funkcje tych systemów oraz wyzwania i zagrożenia z nimi związane, a także przedstawiono zalecenia dotyczące polityki, badań i praktyk podejmowanych w celu podnoszenia poziomu bezpieczeństwa pracowników. Ta publikacja ma charakter podsumowujący i opiera się na obszerniejszym opracowaniu EU-OSHA, w którym wykorzystano 180 źródeł informacji, dane z trzeciego europejskiego badania przedsiębiorstw na temat nowych i pojawiających się zagrożeń (ESENER-3) oraz wywiady internetowe z 29 kluczowymi informatorami².

Badanie ma następującą strukturę:

W **sekcji 2** skoncentrowano się na czynnikach stymulujących wdrażanie inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w miejscu pracy oraz barierach utrudniających wdrażanie.

W **sekcji 3** przedstawiono roboczą definicję inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania i dokonano rozróżnienia między systemami proaktywnymi i reaktywnymi.

W **sekcji 4** omówiono pożądane funkcje inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w miejscu pracy.

W **sekcji 5** omówiono wyzwania i zagrożenia związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania bezpieczeństwa pracy, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń dla zdrowia fizycznego i psychospołecznego. Sekcja ta zawiera również szersze rozważania na temat wpływu tych systemów na miejsca pracy.

W **sekcji 6** zaproponowano kilka odpowiedzi na wyzwania i zagrożenia związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania.

W **sekcji 7** przedstawiono wnioski z badania oraz zalecenia dotyczące polityki, badań i przedsiębiorstw.

2 Czynniki stymulujące, bariery i poziom rozpowszechnienia

2.1 Przegląd czynników stymulujących i barier utrudniających wdrażanie

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą przyczynić się do poprawy stanu bezpieczeństwa pracy. Jednak takie elementy jak 1) technologia, 2) prawodawstwo, standaryzacja i badania oraz 3) czynniki organizacyjne mają wpływ na ich wdrażanie w miejscach pracy.

Impuls technologiczny

Rozwój technologii takich jak sztuczna inteligencja (AI) i Internet rzeczy (IoT) zwiększa możliwości inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania i poprawia ich dostępność dla przedsiębiorstw. Wyzwania takie jak niezawodność, personalizacja, rozmiar, a także koszty rozwoju i standaryzacji pozostają jednak aktualne.

Prawodawstwo, normalizacja i badania

Jeśli chodzi o prawodawstwo, w przepisach UE pewne kwestie pozostają otwarte, ponieważ unijna dyrektywa 89/391/EWG nie odnosi się wyraźnie do nowych wyzwań związanych z technologiami cyfrowymi wykorzystywanymi w inteligentnych cyfrowych systemach monitorowania. Otwarte pozostają również kwestie związane ze standardami certyfikacji, które często bywają skomplikowane i wiążą się z wysokimi kosztami. Jeśli zaś chodzi o badania, uzyskanie solidnych i twardych danych na temat skuteczności inteligentnych systemów cyfrowych stanowi wyzwanie.

¹ Zwanych dalej również „inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania”.

² Pełny wykaz zasobów i kluczowych informatorów wykorzystanych do sporządzenia niniejszego sprawozdania podsumowującego znajduje się w głównym sprawozdaniu z badania.

Czynniki organizacyjne

Czynniki organizacyjne mogą stanowić zarówno czynniki stymulujące, jak i bariery w odniesieniu do wdrażania inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania.

Z jednej strony zapewnienie zgodności z przepisami i obniżenie kosztów ubezpieczenia, a także poprawa dobrostanu starzejącej się siły roboczej mogą być czynnikiem stymulującym wdrażanie inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania. Z drugiej strony obawy dotyczące wykorzystania inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania jako pretekstu do nadzoru nad pracownikami i pomiaru wyników, a także kwestie związane z danymi mogą stanowić barierę. Dodatkową barierą mogą być zasoby finansowe i czasowe, które zdaniem przedsiębiorstw są konieczne do włączenia inteligentnego systemu cyfrowego do ich istniejącego systemu zarządzania BHP.

2.2 Tendencje dotyczące poziomu rozpowszechnienia

Chociaż nie ma na to twardych dowodów, producenci produktów, z którymi przeprowadzono wywiady w ramach tego badania, wskazali na rosnący popyt na inteligentne cyfrowe systemy monitorowania, w szczególności ze strony dużych i często transgranicznych przedsiębiorstw, w sektorach wysokiego ryzyka w obszarze bezpieczeństwa pracy.

3 Systematyka inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w całym cyklu BHP

3.1 Definicja

W niniejszym badaniu definiuje się **inteligentne cyfrowe systemy monitorowania jako systemy wykorzystujące technologię cyfrową do gromadzenia i analizowania danych w celu identyfikacji i oceny ryzyka, zapobiegania szkodom lub ich minimalizowania oraz propagowania bezpieczeństwa i higieny pracy**. Definicja ta ma na celu uwzględnienie zalet i wad istniejących definicji oraz znalezienie równowagi między obszernością a szczegółowością. Więcej informacji na temat uzasadnienia tej definicji można znaleźć w głównym raporcie.

3.2 Technologie cyfrowe

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania wykorzystują konwencjonalne, ale również nowe technologie cyfrowe³. W praktyce technologie te są często wbudowane w ŚOI, urządzenia nasobne i urządzenia, które przekazują dane do platformy opartej na chmurze.

Rodzaje monitorowanych zagrożeń

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania monitorują szeroki zakres zagrożeń w obszarze bezpieczeństwa pracy (zagrożenia chemiczne, ergonomiczne, psychospołeczne, fizyczne, mechaniczne). Zagrożenia te odnoszą się do tzw. 4P: z języka angielskiego *Plant, Premises, People and Procedures*, czyli **zakładu pracy, pomieszczeń, ludzi i procedur**. Mogą się różnić w zależności od sektora, ale także w obrębie przedsiębiorstw z tego samego sektora.

Rodzaje gromadzenia danych

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania **mogą gromadzić w czasie rzeczywistym dane dotyczące środowiska pracy/sprzętu, poszczególnych pracowników lub obu tych elementów**. Przepisy RODO, uprzednie konsultacje ze związkami zawodowymi i niestosowanie identyfikatorów osobowych mogą pomóc w rozwiązaniu problemów związanych z gromadzeniem danych osobowych, chociaż aspekty te wymagają starannego rozważenia.

Potrzeby pracowników

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą często zaspokajać szczególne potrzeby określonych grup pracowników (np. pracowników wykonujących zadania w pojedynkę, pracowników z niepełnosprawnościami, takimi jak np. ubytek słuchu, pracowników starzejących się). W związku z tym

³ Szczegółowy opis i definicje tych technologii można znaleźć w głównym sprawozdaniu.

mogą wspierać wysiłki na rzecz inkluzyjności w miejscu pracy. Jednocześnie są one również odpowiedzią na potrzeby pojawiające się w kontekście COVID-19 i pracy zdalnej.

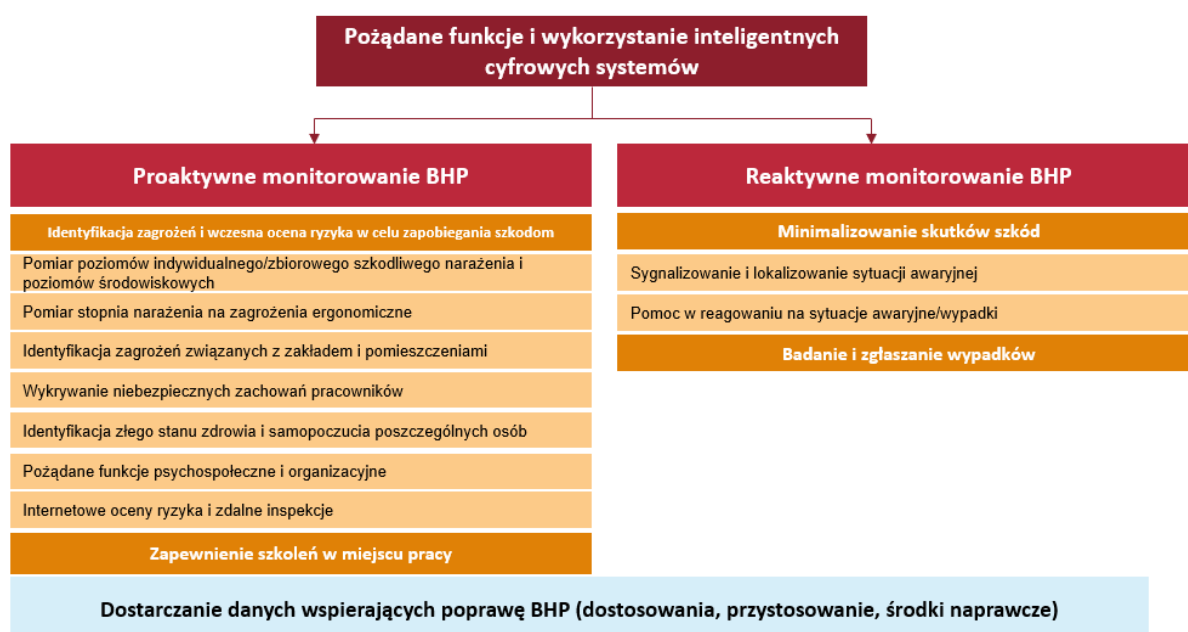
3.3 Systematyka

W niniejszym sprawozdaniu podsumowującym, dotyczącym celów **inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania** dokonuje się rozróżnienia między systemami **proaktywnymi** i **reaktywnymi**. Systematyka ta nie powinna być postrzegana jako jednoznaczna, ponieważ w praktyce inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą łączyć obie te cechy. Więcej informacji na temat uzasadnienia tej systematyki można znaleźć w głównej publikacji z tego badania.

4 Pożądane funkcje i wykorzystanie inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania

W niniejszej sekcji podsumowano pożądane funkcje inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w oparciu o opracowaną systematykę. Na rysunku 1 przedstawiono układ tej sekcji.

Rys. 1: Układ sekcji 4 dotyczącej pożądanych funkcji/wykorzystania inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania



4.1 Proaktywne monitorowanie BHP

Proaktywne monitorowanie BHP ma dwa główne cele: po pierwsze, identyfikację i ocenę ryzyka na wczesnym etapie, aby zapobiec szkodom (sekcja 4.1.1); po drugie, zapewnienie szkoleń pracownikom⁴ (sekcja 4.1.2).

4.1.1 Identyfikacja zagrożeń i wczesna ocena ryzyka w celu zapobiegania szkodom

Pomiar poziomów indywidualnego/zbiorowego szkodliwego narażenia i poziomów środowiskowych

Proaktywne inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą **gromadzić w czasie rzeczywistym dane dotyczące narażenia pracowników na różne czynniki niebezpieczne, np. chemiczne, ergonomiczne, psychospołeczne, fizyczne i mechaniczne.**

⁴ Na przykład poprzez dostarczanie im informacji zwrotnych (np. ostrzeżeń) o potencjalnych zagrożeniach i porad, które mogą być dostosowane do indywidualnych potrzeb pracownika.

Takie systemy mogą na przykład monitorować narażenie na działanie rtęci w przypadku pracowników sektora petrochemicznego i narażenie na promieniowanie UV w przypadku pracowników zatrudnionych przy pracach budowlanych na otwartej przestrzeni lub w sektorze rolnictwa oraz zapobiegać zagrożeniom takim jak np. nowotwór skóry. Ponadto mogą one również mierzyć temperaturę ciała i zapobiegać zagrożeniom związanym z wysoką temperaturą otoczenia (np. podczas gaszenia pożarów).

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą również **wysyłać sygnały ostrzegawcze pracownikom, w przypadku gdy poziomy narażenia** mogą zagrażać ich zdrowiu. Przykłady obejmują systemy ostrzegające pracowników o konieczności skorygowania niebezpiecznych pozycji (np. w obiektach magazynowych), zwrócenia uwagi na poziomy wibracji podczas korzystania z określonego sprzętu (np. w przypadku prac budowlanych na otwartej przestrzeni) itp. W niektórych przypadkach systemy wykorzystujące geofencing mogą również ostrzegać pracowników, aby omijali niebezpieczne obszary i maszyny (np. w górnictwie) lub śledzić źródła zanieczyszczeń.

Jeśli chodzi o monitorowanie środowisk, coraz częściej stosuje się systemy wykorzystujące **bezwodowodowe sieci czujników (WSN)** do zdalnego monitorowania trujących pyłów, chemikaliów, gazów wybuchowych i innych m.in. w górnictwie i budowie tuneli. Systemy **BSP**, takie jak drony, mogą z kolei odbierać próbki i wykrywać wycieki metanu w środowiskach przemysłowych lub sektorach takich jak np. rolnictwo precyzyjne. Technologie takie jak **rzeczywistość rozszerzona** mogą zaś dostarczyć danych na temat ukrytych zagrożeń, takich jakim jest np. azbest.

Pomiar stopnia narażenia na zagrożenia ergonomiczne

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą również mierzyć stopień narażenia na zagrożenia ergonomiczne i zapobiegać zaburzeniom układu mięśniowo-szkieletowego związanym z pracą, takim jak np. urazy spowodowane chronicznymi uszkodzeniami powysiłkowymi.

Na przykład **inteligentne cyfrowe systemy monitorowania wykorzystujące czujniki przyspieszenia** mogą śledzić niebezpieczne lub szkodliwe ruchy i zapobiegać akumulacji obciążenia fizycznego. Systemy te mogą przesyłać dane zagregowane do osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo pracy, aby pomóc im w opracowaniu środków eliminujących lub zmniejszających narażenie na czynniki ryzyka, np. poprzez zmianę układu linii produkcyjnej.

Systemy te potrafią także przekazywać pracownikom bezpośrednio informacje zwrotne, na przykład za pomocą wibracji, danych audio lub wizualnych oraz oferować im szkolenia dostosowane do indywidualnych potrzeb, w oparciu o ich cechy, takie jak wiek, waga, wzrost itp. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na stosowanie egzoszkieleatów wspierających pracowników w radzeniu sobie z zaburzeniami układu mięśniowo-szkieletowego. Na przykład egzoszkieleaty aktywne mogą zmniejszyć obciążenie fizyczne (np. kręgosłupa, mięśni, kości, więzadeł) i zwiększyć możliwości fizyczne pracowników, natomiast egzoszkieleaty pasywne pozwalają na rozłożenie wysiłku fizycznego w celu ochrony określonych części ciała. Na koniec kwestia nie mniej ważna – roboty współpracujące, które są połączone ze sprzętem pracowników, mogą również poprawić monitorowanie zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego pod kątem bezpieczeństwa i zdrowia w pracy.

Identyfikacja zagrożeń związanych z zakładem pracy i jego pomieszczeniami

Szereg inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania jest w stanie zidentyfikować zagrożenia związane z budynkiem i pomieszczeniami, które mogą dotyczyć poślizgnięć, potknięć, upadków, ruchu na terenie zakładu itp. Na przykład systemy RFID i kamery mogą śledzić lokalizację i prędkość pojazdów przemysłowych oraz uruchamiać przyciski zatrzymania awaryjnego w przypadku przekroczenia progów bezpieczeństwa. Systemy takie jak **inteligentna aktywna odzież ochronna** może również mieć funkcję zatrzymywania pił łańcuchowych, gdy znajdują się one zbyt blisko pracownika. Również **BSP i roboty autonomiczne** mogą monitorować i identyfikować zagrożenia związane z budynkiem i pomieszczeniami.

Wykrywanie niebezpiecznych zachowań pracowników

Inną pożądaną funkcją inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania jest śledzenie, a nawet przewidywanie niebezpiecznych zachowań, takich jak np. przekroczenie dopuszczalnej prędkości przez pojazdy przemysłowe lub sprawdzanie zgodności z wymogami bezpieczeństwa. Przykładowo technologie takie jak RFID lub głębokie uczenie maszynowe mogą sprawdzać, czy pracownicy noszą sprzęt ochronny, taki jak np. półmaski i maski chroniące układ oddechowy i ograniczać dostęp pracowników do określonych obszarów. Podobne systemy mogą również sprawdzać, czy konserwacja

takiego sprzętu została przeprowadzona zgodnie z harmonogramem, a tym samym pomóc osobom odpowiedzialnym za BHP w podjęciu decyzji, czy zadanie z użyciem tego sprzętu ma zostać wykonane, czy też nie. W przemyśle morskim systemy te są często połączone z innymi systemami bezpieczeństwa procesowego, mającymi na celu poprawę stanu BHP.

Czasami niebezpieczne zachowanie pracowników jest związane ze zmęczeniem lub stresem. W tym przypadku inteligentne cyfrowe systemy monitorowania, takie jak **urządzenia nasobne**, mogą wykrywać oznaki zmęczenia fizycznego lub psychicznego utrudniające podejmowanie decyzji i przewidywać za pomocą algorytmów uczenia maszynowego, kiedy i gdzie zachodzi większe prawdopodobieństwo wystąpienia wypadków (np. konkretne momenty, w których kierowcy samochodów ciężarowych są bardziej narażeni na wypadki). Na poziomie miejsca pracy te obserwacje są bardzo ważne, ponieważ mogą służyć do generowania zdezagregowanych wyników dotyczących poziomu zmęczenia według zmian i lokalizacji, które można wykorzystać do poprawy w zakresie BHP, za pomocą środków strukturalnych i organizacyjnych.

Identyfikacja złego stanu zdrowia i samopoczucia poszczególnych osób

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania wykorzystujące technologie bezprzewodowe mogą śledzić fizyczne i psychiczne samopoczucie poszczególnych pracowników. Przykłady obejmują aplikacje mobilne monitorujące tętno, ciśnienie krwi, wzorce snu, pracę w systemie zmianowym itp. Te aplikacje i systemy są coraz bardziej przystępne cenowo i mogą również stymulować pozytywne zachowania poprzez grywalizację. W tym kontekście możliwe jest również monitorowanie zachowań poza pracą (np. niedostatecznej ilości snu), które mogą mieć wpływ na pracę (np. wypadek przy pracy). Z rozwiązaniem tym wiążą się jednak pewne problemy, ponieważ prowadzi ono do zatarcia granic między życiem zawodowym a prywatnym.

Pożądane funkcje psychospołeczne i organizacyjne

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mają również nieliczne, ale istotne pożądane funkcje dotyczące psychospołecznego zdrowia pracowników i organizacji pracy.

Na przykład, gdy systemy te są wykorzystywane przez przedsiębiorstwa do wdrażania zmian strukturalnych, takich jak zmiana układu miejsca pracy w celu zapobiegania urazom, poprawa przydziału zadań i zmian, zapewnienie zindywidualizowanych szkoleń itd., mogą pomóc pracownikom radzić sobie z **zagroženiami psychospołecznymi, a także poczuć się bezpieczniej i podnieść produktywność**. Co więcej, ponieważ systemy takie jak BSP, rzeczywistość rozszerzona, WSN i koboty mogą odsunąć pracowników od niebezpiecznych zadań, takich jak np. monitorowanie/wykonywanie prac konserwacyjnych w zakładzie przemysłowym, mogą w rezultacie zmniejszyć stres zawodowy i jego wpływ na zdrowie psychiczne i samopoczucie. Inne przykłady pożądanych funkcji obejmują zapewnienie lepszej równowagi między życiem zawodowym a prywatnym oraz poprawę treści pracy, motywacji do pracy i kontroli nad decyzjami poprzez szkolenia w miejscu pracy.

Internetowe oceny ryzyka i zdalne inspekcje

Inną pożądaną funkcją inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania jest przeprowadzanie cyfrowych ocen ryzyka i inspekcji w sposób szybszy, łatwiejszy, bezpieczniejszy i bardziej zindywidualizowany, nawet zdalnie. Na przykład rzeczywistość wirtualna umożliwia wirtualne spacerowanie w zakładach pracy, podczas gdy np. BSP może odbierać próbki. Z kolei uczenie maszynowe i duże zbiory danych mogą pomóc przedsiębiorstwom w dokonywaniu prognoz w oparciu o wcześniejsze wypadki.

4.1.2 Zapewnienie szkoleń w miejscu pracy

Co istotne, wiele inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania może również zapewnić **pracownikom szkolenia w miejscu pracy**.

Systemy kamer połączone ze **sztuczną inteligencją** mogą pomóc przedsiębiorstwom w analizie wypadków i opracowywaniu bezpiecznych praktyk. Z kolei urządzenia nasobne, **w tym ŚOI**, mogą śledzić niebezpieczne zachowania (np. nieergonomiczne podnoszenie ciężkiego pudła) i zapewniać pracownikom **szkolenia dostosowane do ich potrzeb (np. w oparciu o ich wiek, wagę itp.)** w formie samouczków e-learningowych w aplikacji mobilnej lub w formie ostrzegawczych wibracji lub dźwięków.

4.2 Reaktywne monitorowanie BHP

Reaktywne monitorowanie BHP ma dwa główne cele: po pierwsze, minimalizowanie skutków wypadków/sytuacji awaryjnych⁵ (sekcja 4.2.1); oraz, po drugie, zgłaszanie i badanie wypadków (sekcja 4.2.2). Cele te omówiono szczegółowo w poniższych sekcjach.

4.2.1 Minimalizowanie skutków szkód

Sygnalizowanie i lokalizowanie sytuacji awaryjnych

Sygnalizowanie i lokalizowanie sytuacji awaryjnych może pomóc w szybkim i dokładnym zlokalizowaniu pracowników, którzy mogą znajdować się w poważnym niebezpieczeństwie. Przykłady obejmują inteligentne cyfrowe systemy monitorowania z geotagowaniem, podziemne technologie Bluetooth, 5G i WSN, które mogą zminimalizować czas akcji ratowniczych, na przykład w razie wypadku w górnictwie podziemnym, podczas akcji gaśniczej lub podczas prac budowlanych (np. funkcje „man-down” używane do sygnalizacji sytuacji, kiedy pracownik upada).

W takich i podobnych przypadkach inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą automatycznie sygnalizować sytuacje awaryjne, na przykład za pomocą technologii wykrywania upadków przy użyciu mierników przyspieszenia lub poprzez wysyłanie automatycznych powiadomień alarmowych, nawet jeśli pracownik nie jest w stanie wykonać połączenia alarmowego. Gdy pracownicy są zlokalizowani, operacje ratunkowe mogą trwać krócej. Drony również mają ogromne możliwości w zakresie poszukiwania i ratownictwa w ramach operacji naziemnych lub podziemnych. Na przykład autonomiczne drony wyposażone w funkcje GPS i RFID mogą śledzić zagrożenia w kopalniach podziemnych. Istnieją również drony, które mogą śledzić uszkodzonych w wypadku, a także przewidywać nowe niebezpieczne deflagracje w przemyśle petrochemicznym.

Oprócz minimalizowania skutków zagrożeń w sektorach wysokiego ryzyka w obszarze BHP, takie pożądane funkcje są również dostępne dla sektora opieki zdrowotnej, choć zdecydowanie rzadziej.

Pomoc w reagowaniu na sytuacje awaryjne/wypadki

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą również pomóc w sytuacjach awaryjnych i w razie wypadku. Takie systemy mogą dostarczać informacje (wideo, audio, obrazy, tekst), na przykład za pośrednictwem inteligentnych okularów, aby zapewnić pracownikowi lepszą orientację w trudnych warunkach. Ponadto w przypadku niektórych konkretnych sektorów, takich jak ochrona przeciwpożarowa, mogą one obejmować takie funkcje jak automatyczne/aktywne systemy chłodzenia, które mogą ratować życie lub minimalizować skutki szkód, gdy inne sposoby ograniczenia hipertermii nie są opłacalne.

Oprócz funkcji przedstawionych powyżej inteligentne cyfrowe systemy monitorowania, takie jak **BSP**, mogą również wykrywać wady sprzętu noszonego w sytuacjach awaryjnych, a tym samym minimalizować skutki potencjalnych szkód. W takich przypadkach BSP są również w stanie dostarczyć nowy sprzęt, na przykład aparat oddechowy dla pracowników w sytuacji awaryjnej w sektorze górnictwym.

4.2.2 Badanie i zgłaszanie wypadków

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą również pomóc w badaniu wypadków. Obejmuje to udzielanie informacji o miejscu, w którym doszło do wypadku, o tym, kto był obecny i kim były ofiary, jak również o działaniach lub warunkach, które do niego doprowadziły, a także o tym, co wydarzyło się podczas wypadku, oraz o kolejnych operacjach ratowniczych – co pozwala ustalić łańcuch zdarzeń.

Ten łańcuch zdarzeń może pomóc przedsiębiorstwom w poprawie obszaru BHP w przyszłości, poprzez zarządzanie zagrożeniami, które mogą prowadzić do wypadków, w oparciu o hierarchię środków kontroli, a także poprzez usprawnienie operacji ratowniczych. Ponadto systemy te mogą pomóc przedsiębiorstwom w tworzeniu dokładnych, opartych na danych sprawozdań, do których łatwiej jest uzyskać dostęp niż do sprawozdań w formie papierowej. W tym samym duchu, ponieważ często

⁵Terminy „wypadek” i „sytuacja awaryjna” są stosowane zamiennie.

gromadzą one dane w czasie rzeczywistym, mogą przeciwdziałać ryzyku niedostatecznego zgłaszania wypadków.

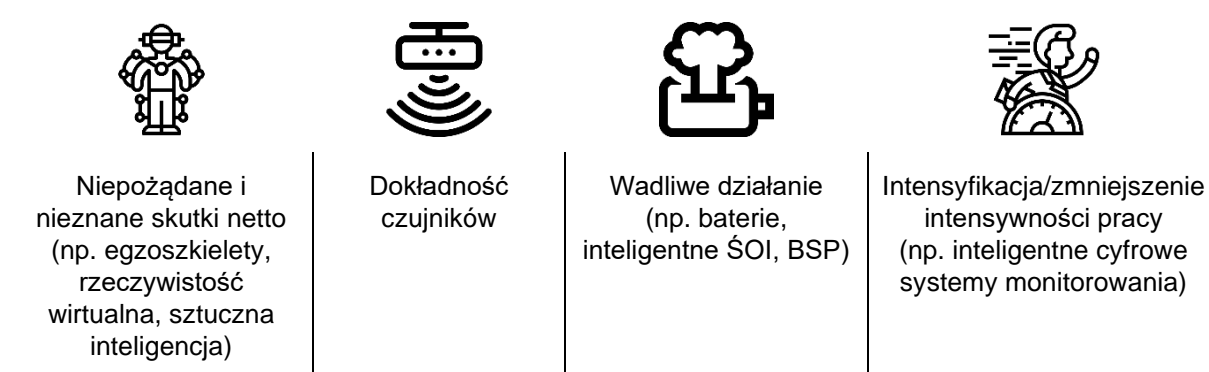
5 Zagrożenia i wyzwania związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania

Inteligentne cyfrowe systemy monitorowania to nie tylko pożądane funkcje, lecz również zagrożenia i wyzwania. W niniejszej sekcji omówiono wyzwania i zagrożenia związane ze zdrowiem fizycznym i bezpieczeństwem, zagrożenia psychospołeczne, ryzyko „rozmycia” odpowiedzialności za stan BHP oraz szkolenia.

5.1 Zagrożenia dla zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa

W niniejszej sekcji przedstawiono zagrożenia dla zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania. Na rysunku 2 przedstawiono podsumowanie tych zagrożeń.

Rys. 2: Przegląd zagrożeń dla zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa związanych z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania⁶



Na wstępie należy zauważyć, że inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą mieć niekorzystny lub nieznany negatywny wpływ na bezpieczeństwo i zdrowie pracowników. Na przykład egzoszkielety, dzięki rozłożeniu wysiłku w organizmie, mogą wywoływać nowe czynniki ryzyka, które mogą prowadzić do zaburzeń w obrębie układu mięśniowo-szkieletowego. Ponadto mogą one się wiązać z innymi zagrożeniami, takimi jak zwiększenie obciążenia układu krążenia i wzrost poziomu stresu lub nadmierna pewność siebie pracowników, co z kolei może prowadzić do wypadków.

Co więcej, inteligentne cyfrowe systemy monitorowania wykorzystujące technologie czujników mogą nie zbierać dokładnych danych w warunkach przemysłowych, ponieważ różnią się one od warunków laboratoryjnych, w których czujniki są testowane i certyfikowane. Może to spowodować ryzyko narażenia pracowników na wyższe poziomy narażenia, niż jest to dopuszczalne lub oparcie systemów decyzyjnych wykorzystujących sztuczną inteligencję na takich nieprawdziwych danych. Ponadto czujniki stosowane w tych systemach często mają swoje ograniczenia. Przykładem ilustrującym ten problem może być sytuacja, w której drony korzystające z kamer termowizyjnych nie są w stanie odróżnić pracowników od otoczenia. Warunki te uwypuklają potrzebę utrzymania przez przedsiębiorstwa swoich kompetencji w zakresie bezpieczeństwa pracy i stosowanie zasady ograniczonego zaufania w stosunku do systemów.

Kolejnym wyzwaniem jest to, że nowe technologie lub ich elementy elektroniczne mogą działać nieprawidłowo. Na przykład **baterie** mogą nie działać w określonych warunkach środowiskowych, a w niektórych przypadkach mogą się one przegrzać lub eksplodować. Podobnie jeżeli woda przedostanie się do **elementów elektrycznych kamizelki opartej na czujnikach**, może spowodować zwarcia i porażenie prądem.

⁶ Ikony (od lewej do prawej) zostały utworzone przez: [surang](#), [Freepik](#), [Freepik](#), [Eucalyp](#) z [Flaticon.com](#).

Na koniec kwestia nie mniej ważna – niewłaściwe korzystanie z inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania może zagrażać zdrowiu pracowników, zarówno wskutek **intensyfikacji pracy**, jak i **zmniejszenia jej intensywności**. Na przykład, w tym drugim przypadku, odsunięcie pracowników od zadań takich jak ręczne przenoszenie ciężarów może zmniejszyć ich ogólną sprawność fizyczną, co może prowadzić do utraty gęstości mięśni/ kości lub elastyczności stawów.

5.2 Zagrożenia psychospołeczne

W niniejszej sekcji omówiono zagrożenia psychospołeczne związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania. Na rysunku 3 przedstawiono te zagrożenia, które odnoszą się głównie do elektronicznego pomiaru wydajności i mogą być wykorzystywane jako wskaźnik w przypadku inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania.

Rys. 3: Wpływ elektronicznego pomiaru wydajności na zdrowie psychospołeczne⁷



Może stanowić naruszenie prywatności, które jest na ogół odczuwane jako czynnik stresogenny



Może prowadzić do wyobcowania w miejscu pracy

Źródło: Opracowanie autorów na podstawie: EU-OSHA – Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, „Monitoring technology: The 21st century’s pursuit of well-being?”, 2017, s. 4. Dostępne pod adresem:

https://osha.europa.eu/sites/default/files/Workers_monitoring_and_well-being.pdf

Oprócz powyższych kwestii pozostają pytania dotyczące prywatności, własności i bezpieczeństwa danych oraz tego, czy monitorowanie jest wykorzystywane jako pretekst do cyfrowego nadzoru, pomiaru wydajności, dyskryminacji w miejscu pracy i zarządzania algorytmicznego. W głównym raporcie z tego badania przedstawiono szczegółowe informacje na temat tego, w jaki sposób kwestie te mogą wpływać na zdrowie psychospołeczne, zwłaszcza w odniesieniu do pracowników o słabszej pozycji na rynku lub znajdujących się w szczególnie niekorzystnej sytuacji.

5.3 Odpowiedzialność i systemy monitorowania BHP

Inne ryzyko związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania polega na tym, że pracodawcy wykorzystują te systemy jako substytut wprowadzenia solidnych ram dla bezpieczeństwa i zdrowia w pracy, opartych na hierarchii środków kontroli lub, w najgorszym przypadku, jako pretekst do ograniczenia zasobów na szkolenie pracowników i do przeniesienia odpowiedzialności ze zbiorowych środków kontroli na indywidualne. Powyższe zmiany mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie pracowników, ponieważ istnieją mocne dowody sugerujące, że inteligentne cyfrowe systemy monitorowania same w sobie nie są rozwiązaniem dla BHP, lecz – niekiedy szczątkową – częścią takiego rozwiązania.

6 Etapy dotyczące zagrożeń i wyzwań oraz środki mające na celu ich złagodzenie/przewycięzenie

6.1 Dojrzałość technologiczna

Jak wykazano wcześniej, istnieje szereg zagrożeń związanych z postępem technologicznym technologii wykorzystywanych w inteligentnych cyfrowych systemach monitorowania. Niektóre z głównych problemów wydają się związane ze standaryzacją, dokładnością czujników i możliwościami przetwarzania, a także interpretacją danych. Problemy te nie występują jednak w przypadku wszystkich technologii i ich zastosowań, niezależnie od sektora i zadania związanego z pracą. We wszystkich

⁷ Ikony zostały stworzone przez [Freepik](https://www.freepik.com) z [Flaticon.com](https://www.flaticon.com)

przypadkach ważne jest jednak przeszkolenie pracowników na temat tego, w jaki sposób mogą oni współdziałać z nowymi technologiami, i zapewnienie im jasnych wskazówek dotyczących celów i ograniczeń, również za pomocą zasobów dostępnych w miejscu pracy.

6.2 Projektowanie i wdrażanie

Jedną z odpowiedzi na potencjalne wyzwania związane z inteligentnymi cyfrowymi systemami monitorowania jest zastosowanie projektowania ukierunkowanego na człowieka. Lepiej jest to zrobić na etapie projektowania, a nie na etapie wdrażania, kiedy to nowy system monitorowania BHP jest gotowy. Inną odpowiedzią jest wybór systemów, które można konfigurować pod kątem konkretnych miejsc pracy i ich potrzeb, zamiast stosowania rozwiązań uniwersalnych. Zaangażowanie rad zakładowych również może być skuteczną odpowiedzią pozwalającą na pozyskanie zaangażowania i zaufania pracowników oraz rozwiązanie krytycznych problemów związanych z wykorzystaniem danych.

7 Wnioski

W niniejszej publikacji podsumowującej przedstawiono roboczą definicję inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania, a następnie oceniono ich zastosowania, pożądane funkcje i wyzwania z nimi związane, przy użyciu systematyki rozróżniającej systemy proaktywne i reaktywne. W dokumencie tym podkreślono, że choć inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą potencjalnie przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa pracy, istnieją pewne aspekty ich stosowania, które wymagają starannego rozważenia.

Aby wykorzystać potencjał inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania, w publikacji zawarto zestaw zaleceń dotyczących polityki, badań i rozwiązań na poziomie miejsca pracy.

Na poziomie polityki przydatne może być:

- rozważenie **wpływu inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania na prawa pracownicze, warunki pracy i BHP**;
- zapewnienie, aby ramy prawne i ramy polityki regulujące te obszary **nadążały za** szybkim rozwojem narzędzi cyfrowych i konsekwencjami stosowania ich w miejscu pracy;
- umiejscowienie inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania w ramach hierarchii środków kontroli oraz określenie ról i obowiązków pracodawców i pracowników;
- ukierunkowanie prawodawstwa, regulacji i kwestii związanych z odpowiedzialnością na **ułatwianie innowacji** bez hamowania postępu technologicznego;
- **zapewnienie odpowiedniej standaryzacji**, która wspiera jakość i bezpieczeństwo produktów oraz tworzenie rynków;
- **zebranie pracodawców, przedstawicieli pracowników i lekarzy medycyny pracy** i zawarcie układów zbiorowych w celu ustalenia, w jaki sposób inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mają być stosowane w miejscu pracy.

Na poziomie badań przydatne może być:

- wypełnienie **luki badawczej w odniesieniu do zagrożeń dotyczących obszaru bezpieczeństwa pracy**, jakie mogą stwarzać inteligentne cyfrowe systemy monitorowania;
- **prowadzenie badań na poziomie miejsca pracy** w celu zrozumienia, co dzieje się w praktyce w różnych przedsiębiorstwach i w różnych sektorach, aby ocenić zakres i sposoby, w jakie inteligentne cyfrowe systemy monitorowania mogą wspierać BHP;
- skupienie się na badaniach, które **dostarczają solidnych danych na temat skuteczności** systemów monitorowania BHP, ze zwróceniem uwagi na szczególne potrzeby i na pracowników;
- **lepsze upowszechnianie wyników badań**, w celu zwiększenia dostępności informacji o inteligentnych systemach cyfrowych dla pracodawców.

Na poziomie miejsca pracy przydatne może być:

- rozważenie, już na **wczesnym etapie projektowania**, jakie mogą być **pozytywne i negatywne skutki** wdrożenia inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania;
- jasne określenie „**ekologii informacji**” (w jaki sposób dane są wykorzystywane, kto ma do nich dostęp i kto jest ich właścicielem) oraz zapewnienie solidnego **bezpieczeństwa danych**;

- zapewnienie, aby przy projektowaniu i wdrażaniu inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania przestrzegano zasady „**kontroli przez człowieka**”;
- zapewnienie **uczestnictwa pracowników i ich przedstawicieli** w opracowywaniu i wdrażaniu systemów;
- zapewnienie pozytywnego wpływu nowych systemów nie tylko w zakresie **zdrowia fizycznego i bezpieczeństwa**, ale także w odniesieniu do **zdrowia psychicznego i dobrego samopoczucia**;
- postrzeganie **inteligentnych cyfrowych systemów monitorowania jako narzędzi służących poprawie i wspieraniu BHP** poprzez przystosowanie miejsca pracy, środki naprawcze, szkolenia pracowników oraz wzmocnioną kulturę zaufania i uczestnictwa – **a nie jako cele same w sobie**.

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
48003 – Bilbao, Hiszpania
E-mail: information@osha.europa.eu

<https://osha.europa.eu>