

dr inż. GRZEGORZ GRALEWICZ

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut BadawczyKontakt: grgra@ciop.lodz.pl

Zarządzanie bezpieczeństwem w inteligentnym środowisku pracy (2)



Fot. Sergey Nivens/Bigstockphoto

W artykule przedstawiono nowe podejście do inteligentnego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymaga ono wykorzystania nowych technologii i rozwiązań opracowanych na potrzeby obszaru związanego z bezpieczeństwem pracy. Wymieniono funkcje bezpieczeństwa z uwzględnieniem ich potencjalnej roli w hierarchii środków prewencyjnych w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy.

Słowa kluczowe: inteligentne środowisko pracy, dynamiczne zarządzanie ryzykiem, personalizacja oceny ryzyka

Risk management in the intelligent work environment (2)

The article proposes a new concept of risk management in the so-called intelligent work environment in field of the occupational health and safety using the new technologies and solutions developed for the needs of safety-related area of work. Specified the functions of security taking into account their potential role in the hierarchy of preventive measures in the area of occupational health and safety.

Keywords: smart working environment, dynamic risk management, risk evaluation personalisation

Jest to drugi z serii artykułów, dotyczących koncepcji inteligentnego środowiska pracy, poświęcony aktywnemu zarządzaniu bezpieczeństwem. Przegląd literatury został przeprowadzony w części 1. („Bezpieczeństwo Pracy” nr 7/2015), w której przedstawiono kierunki wykorzystania nowych technologii i rozwiązań w przemyśle.

Wstęp

Zmiany na rynkach, zarówno lokalnych, jak i globalnych, powodowane krótkimi cyklami życia wyrobów, nowymi technologiami, innowacjami oraz wzrostem zindywidualizowanych wymagań klienta w zakresie funkcji produktu, podnoszą poziom konkurencyjności przedsiębiorstw. Taki stan rzeczy zmusza producentów do poszukiwania zaawansowanych technologii i rozwiązań – gwarantujących skrócenie czasu

produkcji – i niekonwencjonalnych możliwości obniżenia kosztów, przy jednoczesnej poprawie jakości wyrobów. Obecne sposoby zarządzania procesami produkcyjnymi nie są już wystarczająco elastyczne, by sprostać wymaganiom współczesnego, silnie konkurencyjnego rynku. Indywidualne zamówienia kontrahentów powodują konieczność przeobrażenia środków produkcji z myślą o różnorodnych partiach produktów.

W tym kontekście ważne jest przede wszystkim umożliwienie płynnej pracy maszyn i urządzeń, bez zbędnych przestojów, które generują wysokie i nieuzasadnione koszty. Wymaga to innowacyjnego podejścia w dziedzinie sprawnej i efektywnej komunikacji z systemami sterowania oraz zarządzania, by optymalnie wykorzystywać posiadane zasoby, jak również zapewniać możliwość pełnej analizy etapów procesu produkcji.

Takie podejście wymusza na producentach synchronizację przepływu materiałów pomiędzy poszczególnymi kooperantami. Sprzyja również tworzeniu klastrów przemysłowych, kooperantów powiązanych siecią pionowych i poziomych zależności, konkurujących i współ-

pracujących ze sobą. Obecność w klastrze przynosi z kolei szereg korzyści i pozwala wzmocnić przewagę konkurencyjną.

Wprowadzanie do produkcji nowych, dopasowanych do potrzeb klienta wyrobów, to w zdecydowanej większości proces wymagający także zmian w stosowanej technologii, a przede wszystkim wiążący się z wdrażaniem nowoczesnych, wysoko wydajnych, zautomatyzowanych, skomputeryzowanych, a przy tym charakteryzujących się elastycznością maszyn i urządzeń. Wymienionym zjawiskom towarzyszą przemiany w środowisku pracy, takie jak:

- modyfikację procesów pracy z powodu wprowadzenia niestandardowych produkcji (bezpośrednie podejście projektowe do produkcji)

- wieloczynnikowe ryzyko spowodowane złożonością nowych technologii i procesów pracy

- awarie maszyn, ze względu na zwiększony stopień wielofunkcyjności procesu produkcyjnego

- elastyczne godziny i elastyczne procesy pracy

- praca mobilna
- przeciążenie pracowników informacjami
- brak rozwiązań gwarantujących ochronę prywatności i ochronę danych osobowych.

Biorąc te zjawiska pod uwagę, należy nadmienić, że środki bezpieczeństwa ograniczające elastyczność procesów produkcji bądź uniemożliwiające pełne wykorzystanie ich potencjału są, rzecz jasna, bezcelowe. Zamykanie maszyn w strefach bezpieczeństwa nie jest właściwym rozwiązaniem problemu. Przeciążanie pracowników informacjami przy jednoczesnym niestosowaniu procedur zapewniających ochronę danych osobowych prowadzi do braku akceptacji społecznej.

Ponadto zastosowanie zaawansowanych technologii ICT w dziedzinie bezpieczeństwa pracy napotyka na ograniczenia prawne odnośnie do możliwości oceny funkcjonalności, które wprowadzają one do inteligentnego środowiska pracy. Stosowane obecnie statyczne podejście do zarządzania ryzykiem staje się niewystarczające przy zachodzących dynamicznie przemianach w środowisku pracy.

Celem artykułu jest przedstawienie nowej koncepcji zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy, która polega na ciągłym, bezpośrednim monitorowaniu zagrożenia oraz jednoczesnym zarządzaniu bhp przy wykorzystaniu nowych technologii tworzonych na potrzeby tego obszaru. Wymaga to zmian w podejściu do zarządzania ryzykiem zawodowym w kontekście wykorzystania tradycyjnej hierarchii środków prewencji.

Tabela 1. Porównanie obecnego podejścia do zarządzania bhp z proponowanym

Table 1. Current and proposed approach towards the OSH management comparison

Podejście obecne	Propozycja
Ocena ryzyka globalna (w odniesieniu do grupy stanowisk, grupy pracowników)	Personalizacja oceny ryzyka w odniesieniu do indywidualnego profilu pracownika
Ocena ryzyka wykonywana przy zmianach na stanowiskach pracy (zmiana technologii)	Dynamiczna ocena ryzyka uwzględniająca zmianę poziomu działania czynników środowiska pracy
Dobór środków prewencji przy zmianach na stanowiskach pracy (zmiana technologii)	Dynamiczne zarządzanie ryzykiem za pomocą automatycznego wyboru poziomu ochrony, dostosowanego do zmieniającego się otoczenia
Brak kontroli i informacji o utracie parametrów ochronnych środków ochrony indywidualnej	Monitorowanie, w czasie rzeczywistym, parametrów ochrony i ich automatyczna adaptacja do zmieniającego się otoczenia
Szkolenia skierowane do wyselekcjonowanej grupy pracowników	Szkolenia dostosowane do indywidualnego profilu pracownika oraz działań w systemie zarządzania ryzykiem

Techniczne aspekty zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy

System zarządzania bhp stanowi zbiór zasad i powiązanych ze sobą komponentów ogólnego systemu zarządzania przedsiębiorstwem, zapewniających osiągnięcie celów organizacji w zakresie poprawy warunków bhp pracowników oraz otoczenia. W Polsce warunki prawidłowego funkcjonowania systemu zarządzania bhp zostały określone w PN-N-18001:2004 [1], a odpowiednikiem polskiej normy jest OHSAS 18001:1999 [2].

Zalecenia wymienionych norm stanowią zestaw elementów systemu zarządzania, którego realizacja powinna ułatwić właściwe prowadzenie każdego typu działalności w aspekcie bhp. Są to zalecenia, przydatne do praktycznego działania w sferze bhp, spełnienia przepisów prawnych w tym zakresie oraz aktywnego tworzenia właściwych warunków dla pracowników.

Głównym komponentem w opisywanym systemie jest zarządzanie ryzykiem. Ogólne podejście, określone w PN-ISO 31000:2012 [3], dostarcza wiedzy na temat zasad zarządzania jakimkolwiek rodzajem ryzyka w sposób systematyczny, przejrzysty i wiarygodny w obrębie dowolnego zakresu i kontekstu, czyli środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, w których przedsiębiorstwo dąży do osiągnięcia swoich celów.

Z uwagi na zmieniające się technologie oraz sposób podejścia do wytwarzania produktów (np. wprowadzanie nowych technologii w odpowiedzi na potrzebę dostosowywania ich do potrzeb klienta) pojawiają się nowe – nie w pełni do tej pory zidentyfikowane – rodzaje zagrożeń. To powoduje konieczność opracowania nowego podejścia do metod odnoszących się do sposobów zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie. Taki stan rzeczy

zmusza przedsiębiorstwa do poszukiwania zaawansowanych technologii i rozwiązań, gwarantujących poprawę warunków bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników oraz otoczenia.

Koncepcja zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy

Zaproponowana przez autora koncepcja zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy zakłada wykorzystanie nowych technologii i rozwiązań, które umożliwią: reakcję w czasie rzeczywistym na zmiany czynników środowiska pracy oraz personalizację oceny ryzyka w odniesieniu do indywidualnego profilu pracownika, uwzględniającego jego stan psychofizyczny, czynniki zagrożenia w środowisku pracy oraz jego położenie względem parku maszynowego. Koncepcja ta zakłada wieloparametrową i wielokryterialną optymalizację procesów decyzyjnych prowadzącą do dynamicznej oceny ryzyka i dynamicznego nim zarządzania w inteligentnym środowisku pracy. Podejście to umożliwia również przeprowadzenie symulacji i optymalizacji, które znacznie skracają czas aplikacji na stanowisku pracy i mogą dać znaczne korzyści finansowe.

W tabeli 1. przedstawiono porównanie obecnego podejścia do zarządzania bhp z podejściem proponowanym.

Hierarchia środków zarządzania ryzykiem zawodowym – nowe podejście

Elementem zarządzania bhp są działania, które powinny przebiegać zgodnie z hierarchią środków kontroli podejmowanych w celu zmniejszenia poziomu ryzyka. Pierwszy rodzaj tych działań to czynności, których efektem ma być uniknięcie lub wyeliminowane zagrożenia. Kolejny to zminimalizowanie zagrożeń dzięki zastosowaniu środków technicznych,

Tabela 2. Hierarchia środków zarządzania ryzykiem zawodowym – nowe podejście
 Tabela 2. OSH management tools gradation – a new approach

Uniknąć zagrożeń, wyeliminować zagrożenia	Przy wykorzystaniu rozwiązań posiadających następujące funkcje: <ul style="list-style-type: none"> wirtualne projektowanie i planowanie testowanie modeli 3D – modelowanie, optymalizacja i wizualizacja
Zmniejszyć, zminimalizować zagrożenia	Przez zastosowanie środków technicznych posiadających następujące funkcje: <ul style="list-style-type: none"> monitorowanie czynników środowiska pracy i aktywności pracowników monitorowanie parametrów parku maszynowego i adaptacja do zmieniających się warunków monitorowanie parametrów technologii
	Przez środki organizacyjne posiadające funkcje: <ul style="list-style-type: none"> ostrzeżenia i wspomagania informacyjnego pracowników
	Ostatecznie środki ochrony indywidualnej posiadające funkcje: <ul style="list-style-type: none"> monitorowanie czynników środowiska pracy i aktywności pracowników monitorowanie zdrowia pracowników
Poprawić zachowania pracowników	Przez szkolenia dostosowane do indywidualnego profilu pracownika na każdym z poziomów hierarchii

następnie środków organizacyjnych i, ostatecznie, środków ochrony indywidualnej. Istotne są również działania zmierzające do poprawy zachowań pracowników (kultura pracy, wzajemna obserwacja itp.), a także dobre praktyki, wsparcie kadry kierowniczej i zaangażowanie pracowników do partycypacji w przeprowadzaniu analizy ryzyka w odniesieniu do swoich stanowisk pracy. Na wszystkich poziomach hierarchii konieczne jest również prowadzenie szkoleń [4,5].

W zakresie technicznych aspektów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy większość prac koncentruje się na poprawie bezpieczeństwa maszyn i wprowadzeniu bezpieczniejszych niż dotąd procesów wytwarzania, przetwórstwa, a także na udoskonalaniu konstrukcji stosowanych środków ochrony indywidualnej. Producenci maszyn, w celu wyeliminowania lub ograniczenia ryzyka sięgają zarówno po zabezpieczenia pasywne, jak i aktywne. Znane są również inne tzw. aktywne środki techniczne służące do minimalizacji lub eliminacji czynników zagrożenia. Prawidłowe działanie tych urządzeń wymaga ich prawidłowego rozmieszczenia, tak aby uniemożliwić kontakt pracownika z czynnikiem zagrożenia.

Jednak analiza danych statystycznych dotyczących wypadków związanych z użytkowaniem i obsługą maszyn wskazuje, że największą część wypadków powodują sami operatorzy (pracownicy), na skutek popełnianych błędów, wynikających z ich niedoskonałości psychologicznej, braku umiejętności, nieprzestrzegania przepisów bezpieczeństwa itp. Środki organizacyjne mogą być ignorowane przez pracownika, mogą też być dla niego nieczytelne lub niezrozumiałe. Konieczne jest ich prawidłowe rozmieszczenie, tak, aby były widoczne/słyszalne w miejscu pracy.

Ostatnią grupą w hierarchii środków prewencji są środki ochrony indywidualnej. Ten środek ostateczny może być błędnie dobrany, źle stosowany i niewłaściwie poddawany procesom konserwacji. Istotny jest również komfort użytkownika – jego brak może doprowadzić do niestosowania przez pracownika

środków ochrony indywidualnej. Występuje poza tym duże prawdopodobieństwo stosowania ochrony, która utraciła parametry ochronne (na skutek braku monitorowania w czasie rzeczywistym parametrów ochronnych). Również niezrozumiałe dla pracowników szkolenia mogą prowadzić do błędnych decyzji co do stosowania środków ochrony indywidualnej [4,5].

Aktywne środki techniczne funkcjonują automatycznie tak, aby odseparować człowieka od czynników zagrożeń; co więcej, działają zanim pracownik znajdzie się w strefie niebezpiecznej. On sam jest natomiast elementem pasywnym takiego systemu zarządzania ryzykiem.

Monitorowanie aktywności pracowników przez wykrywanie ich obecności w strefach niebezpiecznych jest pierwszym krokiem do wprowadzenia ich jako elementu aktywnego w systemie zarządzania ryzykiem. Kolejny krok to spersonalizowane, dynamiczne zarządzanie ryzykiem, wspierane przez zaawansowane technologie i rozwiązania. W tabeli 2. przedstawiono działania podejmowane na kolejnych poziomach hierarchii środków zarządzania ryzykiem z przypisaniem funkcji bezpieczeństwa realizowanych w inteligentnym środowisku pracy.

Na każdym z poziomów hierarchii powinna być podejmowana dynamiczna ocena ryzyka, uwzględniająca rzeczywiste czynniki zagrożenia w środowisku pracy, a następnie jej personalizacja w odniesieniu do indywidualnego profilu pracownika. Prowadzi to do dynamicznego zarządzania ryzykiem dzięki automatycznemu wyborowi poziomu hierarchii, dostosowanemu do zmieniającego się otoczenia.

Podsumowanie

Przedstawione podejście do zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy zakłada wykorzystanie nowych technologii i rozwiązań, które powinny realizować następujące funkcje bezpieczeństwa: monitorowanie czynników środowiska pracy i zdrowia pracowników, monitorowanie parametrów parku maszynowego

i technologii, monitorowanie parametrów środków ochrony indywidualnej, ostrzeżenie i wspomaganie informacyjne pracowników, wspomaganie decyzji, modelowanie wirtualne 3D. Realizacja wymienionych funkcji bezpieczeństwa powinna przebiegać zgodnie z hierarchią środków zarządzania ryzykiem. Takie podejście do sposobów zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie tworzy nową koncepcję obejmującą dwa główne aspekty: reakcję w czasie rzeczywistym na zmiany czynników środowiska pracy oraz personalizację oceny ryzyka dla indywidualnego profilu pracownika uwzględniającego jego stan psychofizyczny, rzeczywiste czynniki środowiska pracy oraz lokalizację względem parku maszynowego.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury (w części 1. artykułu) można wnioskować, że obecnie tylko część potencjalnych zastosowań technologii ICT (*Information and Communication Technologies*) jest wykorzystywana w środowisku pracy, a objęte tymi aplikacjami rozwiązania są słabo skomunikowane i nie tworzą całościowego podejścia do zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy. Zaproponowana koncepcja zarządzania inteligentnym środowiskiem pracy podaje ogólne możliwości wielopłaszczyznowych działań z uwzględnieniem hierarchii środków zarządzania ryzykiem. Zastosowanie ICT pozwala realizować kluczowe dla procesów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy funkcje, takie jak identyfikacja zagrożeń i ograniczanie związanego z nimi ryzyka zawodowego.

Autor prowadzi dalsze prace, zmierzające do opracowania architektury systemu monitorowania i zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy z uwzględnieniem zaawansowanych technologii i rozwiązań stosowanych w dziedzinie inteligentnego środowiska pracy.

BIBLIOGRAFIA

[1] PN-N-18001:2004 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wymagania
 [2] OHSAS 18001:1999 Occupational health and safety management systems. Specification
 [3] PN-ISO 31000:2012 Zarządzanie ryzykiem – Zasady i wytyczne
 [4] Kuhl K., Brück C. *Hierarchy of prevention and control measures*. http://oshwiki.eu/wiki/Hierarchy_of_prevention_and_control_measures/, 16.10.2014 r.
 [5] Nix D. *Understanding the Hierarchy of Controls*. 28 February 2011. <http://machinerysafety101.com/2011/02/28/understanding-the-hierarchy-of-controls/>, 16.10.2014 r.

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014–2016 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.