

Tomasz MAŁYSA, Szymon PAWLAK
Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii
tomasz.malysa@polsl.pl, szymon.pawlak@polsl.pl

DOBÓR ROZWIĄZAŃ PROFILAKTYCZNYCH JAKO ELEMENT POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA PRACY PRZY UŻYTKOWANIU MASZYN

Streszczenie. W artykule zostały omówione uregulowania prawne dotyczące wymagań bezpieczeństwa dla maszyn eksploatowanych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Dla wybranych zagrożeń związanych z użytkowaniem tokarki przedstawiono proces zarządzania ryzykiem. Uwzględniał on działania przewidziane w ramach iteracyjnego procesu zmniejszania ryzyka oraz specyfikę profilu technologicznego przedsiębiorstwa. Celem opracowania było przedstawienie wpływu wdrożonych rozwiązań profilaktycznych na kształtowanie bezpieczeństwa związanego z użytkowaniem maszyny.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo pracy, użytkowanie maszyn, zarządzanie ryzykiem

SELECTION OF PREVENTIVE SOLUTIONS AS AN ELEMENT OF IMPROVING SAFETY OF WORK WITH USAGE OF MACHINES

Abstract. In the article legal regulations on safety requirements for machines operated in manufacturing companies was discussed. For selected hazards associated with the usage of lathe machine, the risk management process was described. This process included activities predicted in the iterative risk reduction process and the specific nature of the company technological profile. The aim of the study was to present the influence of implemented preventive solutions on shaping the safety related to the usage of the machine.

Keywords: safety at workplace, usage of machinery, risk management

1. Wprowadzenie

Ograniczanie ryzyka związanego z użytkowaniem maszyn wynika z obowiązujących przepisów unijnych i krajowych. Producenci maszyn i ich użytkownicy (pracodawcy) zgodnie z uregulowaniami prawnymi powinni podejmować działania ukierunkowane na poprawę bezpieczeństwa pracy, co przyczynia się do ograniczania liczby wypadków. Sektor maszynowy stanowi jeden z głównych filarów gospodarki Unii Europejskiej, dlatego też koszty związane z wypadkami przy pracy zmniejsza się między innymi przez bezpieczne projektowanie, właściwe instalowanie i konserwację maszyn.

Koncepcja bezpieczeństwa przy projektowaniu i użytkowaniu maszyn jest oparta na dwóch filarach dotyczących odpowiednio maszyn tzw. nowych (wymagania zasadnicze) i tzw. starych (wymagania minimalne). W ramach zasadniczych wymagań to producent ogranicza ryzyko związane z ich użytkowaniem, podczas projektowania stosując tzw. triadę bezpieczeństwa – metodę trzech kroków. Jednakże nie zawsze wykorzystane przez niego rozwiązania ograniczą ryzyko w sposób wystarczający, dlatego też, zgodnie z założeniami triady bezpieczeństwa, powinien on poinformować użytkowników o pozostałym ryzyku resztkowym, umieszczając na maszynie i w instrukcji stosowne informacje. W procesie ograniczania ryzyka ważna jest również rola pracodawcy, który powinien dobierać środki ochronne, uwzględniając specyficzne warunki pracy, w jakich maszyna jest użytkowana.

W opracowaniu przedstawiono proces zarządzania ryzykiem przez dobór rozwiązań profilaktycznych, w którym uwzględniono założenia przewidziane triadą bezpieczeństwa oraz wynikające z realizowanego procesu technologicznego. Do oceny ryzyka wykorzystano metodę wskaźnikową, pozwalającą na jego jakościowe szacowanie. Opisane w artykule działania wskazują, jak poszczególne rozwiązania profilaktyczne wpływają na ograniczanie ryzyka, a także pozwalają na realizację prac dostosowawczych w ramach minimalnych wymagań bezpieczeństwa.

2. Wymagania bezpieczeństwa dla maszyn – uregulowania prawne

Wymagania bezpieczeństwa dla maszyn zostały określone w dyrektywach nowego podejścia 2009/104/WE¹ i 2006/42/WE², dotyczących odpowiednio wymagań minimalnych co do bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy oraz zasadniczych dla maszyn. Zgodnie z wymaganiami unijnych przepisów prawnych

¹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/104/WE z dnia 16 września 2009 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy.

² Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn.

dyrektywy muszą zostać przeniesione i skutecznie wdrożone do prawodawstwa kraju członkowskiego. W Polsce dyrektywy³ wdrożono rozporządzeniami ministra gospodarki⁴, ale wymagania bezpieczeństwa dla maszyn określono również w: Kodeksie pracy⁵, rozporządzeniu w sprawie ogólnych przepisów bhp⁶ (wymagania minimalne i zasadnicze) czy też rozporządzeniu dotyczącym określonych maszyn, tj. obrabiarek do drewna⁷.

Wymagania minimalne dotyczą szeroko rozumianego sprzętu roboczego, tj. maszyn, narzędzi pracy, instalacji technologicznych, i kierowane są do pracodawców, dlatego też sprzęt ten powinien spełniać wymagania bezpieczeństwa⁸ przez cały okres jego użytkowania. W ramach wymagań opisanych w rozporządzeniu⁹ ustawodawca określił obszary, na które podczas prac dostosowawczych należy zwrócić szczególną uwagę, a dotyczą one¹⁰:

- elementów sterowniczych maszyny,
- układu sterowania maszyną,
- uruchamiania, zatrzymywania maszyny (normalnego i awaryjnego),
- ochrony przed zagrożeniami powodowanymi wyrzutem przedmiotów, emisją gazów, oparów, pyłu lub płynu,
- ochrony przed elementami będącymi w ruchu,
- oświetlania miejsc, stanowisk pracy i konserwacji,
- urządzeń ostrzegawczych,
- użytkowania maszyny zgodnego z jej przeznaczeniem,
- konserwacji maszyn,
- odłączania od źródeł energii,
- bezpiecznego dostępu do różnych miejsc w związku z jej użytkowaniem,
- ochrony przed pożarem, wybuchem, porażeniem prądem elektrycznym.

³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/104/WE z dnia 16 września 2009 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy; Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn.

⁴ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745); Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz.U. 2011.124.701).

⁵ Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2014.1502).

⁶ Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bhp (Dz.U. 2003. 169.1650).

⁷ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze obrabiarek do drewna (Dz.U. 2000.36.409).

⁸ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745); Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2014.1502); Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bhp (Dz.U. 2003. 169.1650).

⁹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745).

¹⁰ Ibidem.

W obszarach tych może występować potencjalne ryzyko uszczerbku na zdrowiu pracownika, dlatego przeprowadzając prace dostosowawcze, należy zwracać szczególną uwagę, czy podjęte działania przyczyniły się do ograniczenia prawdopodobieństwa wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą.

Wymagania zasadnicze są kierowane do podmiotów wprowadzających maszyny na jednolity rynek unijny, tj. producentów, importerów i dystrybutorów. Dotyczą one: maszyn, wyposażenia wymiennego, elementów bezpieczeństwa, osprzętu do podnoszenia, łańcuchów, lin i pasów, odłączalnych urządzeń do mechanicznego przenoszenia napędu, maszyn nieukończonych¹¹. Opisane przez ustawodawcę wymagania zasadnicze mają gwarantować użytkownikom wyższy poziom bezpieczeństwa niż wymagania minimalne, stąd każdy producent został zobowiązany do ograniczania ryzyka związanego z ich eksploatacją. W związku z powyższym podmiot wprowadzający maszyny powinien określić, które z wymagań zasadniczych mają zastosowanie do jego produktu¹², i podjąć działania ukierunkowane na zapewnienie bezpieczeństwa pracy.

3. Ograniczanie ryzyka maszynowego

Przez pojęcie ryzyka rozumie się kombinację częstości lub prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zdarzenia wywołującego zagrożenie i konsekwencji związanych z tym zdarzeniem¹³. Natomiast ryzyko, które jest związane z użytkowaniem maszyn, występuje wówczas, kiedy wewnątrz lub wokół maszyny występują strefy niebezpieczne, rozumiane jako strefy potencjalnego źródła szkody¹⁴. Analizując zagadnienie poświęcone ryzyku związanemu z projektowanymi użytkowymi maszynami, należy zwrócić uwagę na rodzaje ograniczanego ryzyka oraz podmioty odpowiedzialne za jego redukcję. Wyróżnia się następujące rodzaje ryzyka:

- pierwotne – określane przez projektanta maszyny przy uwzględnieniu ograniczeń i przewidzianego zastosowania maszyny,
- resztkowe po zastosowaniu środków przewidzianych przez producenta,
- resztkowe po zastosowaniu środków przewidzianych przez pracodawcę (pracodawca uwzględnia profil technologiczny przedsiębiorstwa),

¹¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz.U. 2011.124.701).

¹² Małysa T., Nowacki K., Lis T.: Przegląd bezpieczeństwa użytkowania maszyn w przedsiębiorstwach przemysłowych. „Hutnik – Wiadomości Hutnicze”, nr 82(6), 2015, s. 410.

¹³ PN-N 18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

¹⁴ Nowak L.: Sprzęt roboczy – minimalne wymagania. Państwowa Inspekcja Pracy – Główny Inspektorat Pracy, Warszawa 2008, s. 20.

- finalne – stanowiące kombinację środków profilaktycznych przewidzianych przez producenta i pracodawcę, nazywane także ryzykiem końcowym.

Dyrektywa maszynowa¹⁵ nakłada na producentów obowiązek przeprowadzenia oceny ryzyka w celu określenia wymagań co do ochrony zdrowia i życia, które mają zastosowanie do maszyny. Zatem maszyna musi być zaprojektowana i wykonana z uwzględnieniem wyników oceny ryzyka. Ustawodawca unijny wskazuje na konieczność stosowania iteracyjnego procesu oceny i zmniejszania ryzyka, który obejmuje: rozwiązania konstrukcyjne bezpieczne same w sobie (eliminacja zagrożenia u jego źródła), wykorzystywanie technicznych lub uzupełniających środków ochronnych oraz informacje dla użytkownika, umieszczane na maszynie i w instrukcji jej obsługi. Zastosowane rozwiązania profilaktyczne producenta nie zawsze gwarantują oczekiwany poziom bezpieczeństwa, więc w procesie zmniejszania ryzyka została uwzględniona rola użytkownika maszyny. W związku z powyższym pracodawca powinien podjąć działania¹⁶:

- zapewniające właściwą organizację pracy – określić procedury bezpiecznej pracy, nadzorować proces pracy,
- uwzględniające konieczność zastosowania dodatkowych rozwiązań ochronnych oraz środków ochrony indywidualnej,
- związane z organizacją szkoleń (wstępne, okresowe) z bezpieczeństwa pracy przy użytkowaniu maszyn oraz z informowaniem pracowników o ryzyku zawodowym w ramach wykonywanej pracy.

Bezpieczne warunki pracy przy użytkowaniu maszyn są możliwe do uzyskania tylko przy jednoczesnym uwzględnieniu środków profilaktycznych przewidzianych przez producentów maszyn i pracodawców (użytkowników maszyn). Jednoczesne zastosowanie przewidzianych rozwiązań pozwala na zapewnienie bezpiecznych warunków pracy, a przede wszystkim może prowadzić do ograniczenia liczby wypadków.

4. Wpływ rozwiązań profilaktycznych na bezpieczeństwo pracy

W procesie ograniczania ryzyka związanego z użytkowaniem maszyn eksploatowanych w przedsiębiorstwach produkcyjnych ważnym elementem staje się metodyczne podejście do tego procesu. Należy więc do niego podejść wieloetapowo, tzn.¹⁷:

¹⁵ Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn.

¹⁶ PN-EN ISO 12100:2012 – Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne zasady projektowania. Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.

¹⁷ PN-EN ISO 12100:2012 – Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne zasady projektowania. Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka; Małysa T., Nowacki K., Furman J.: The risk management methodology in the metallurgical enterprise, METAL 2016. 25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials. Conference proceedings. Brno, Czech Republic, 25-27.05.2016, p. 1925-1930.

- określić wszelkie ograniczenia związane z użytkowaniem maszyny (ograniczenia dotyczące użytkownika, przestrzeni, czasu),
- zidentyfikować zagrożenia związane z użytkowaną maszyną,
- określić parametry ryzyka i je oszacować na podstawie przyjętej metody oceny ryzyka (np. metoda wskaźnikowa, matrycowa),
- przeprowadzić proces ewaluacji (osądu, czy w sposób dostateczny ryzyko zostało zmniejszone),
- zastosować iteracyjny proces zmniejszania ryzyka (rozwiązania konstrukcyjne bezpieczne same w sobie, techniczne lub uzupełniające środki ochronne informacje dla użytkownika),
- wdrożyć środki przewidziane przez pracodawcę.

Opisany proces zmniejszania ryzyka z uwzględnieniem metody trzech kroków, przewidziany w dyrektywie maszynowej, jest kierowany do producentów maszyn nowych. Jednakże z uwagi na fakt, że pracodawcy mają problem z prawidłowym wdrażaniem rozwiązań i oceną ryzyka po zastosowaniu środków profilaktycznych, wskazany w normie¹⁸ proces może być przydatny podczas dostosowywania maszyn do minimalnych wymagań bezpieczeństwa w ramach ich użytkowania. Pracodawcy w czasie prac dostosowawczych nie zawsze stosują wszystkie ze wskazanych kroków (metoda trzech kroków), gdyż ich działania mogłyby wpływać na zmiany konstrukcyjne maszyn, co wiązałoby się z koniecznością przeniesienia na nich odpowiedzialności za maszynę. Wówczas pracodawca stawałby się jej producentem, a to działanie skutkowałoby koniecznością przeprowadzenia procedury oceny zgodności, stworzenia stosownej dokumentacji oraz naniesienia oznakowania CE.

W procesie zarządzania ryzykiem przy użytkowaniu maszyn istotna jest identyfikacja zagrożeń, które mogą stanowić przyczynę wypadków przy pracy. Dla wybranej maszyny – tokarki uniwersalnej eksploatowanej w przedsiębiorstwie produkcyjnym – zidentyfikowano przykładowe zagrożenia, dla których przedstawiono proces zarządzania ryzykiem przez dobór rozwiązań profilaktycznych, mających wpływ na poziom ryzyka finalnego.

Dla tokarki o zastosowaniu przemysłowym zidentyfikowano zagrożenia związane z występowaniem wybranych czynników fizycznych i psychofizycznych. Jako metodę pozwalającą na ocenę ryzyka wykorzystano wskaźnikową metodę wstępnej analizy zagrożeń – PHA. Ryzyko w tej metodzie zostało oszacowane jako iloczyn dwóch parametrów, tj. stopnia szkód – skutków (S) oraz prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zdarzenia (P). Po umownym przypisaniu wartości liczbowych parametrom (P, S), zestawionym w tabeli 1, wyznaczana jest wartość ryzyka, określająca jego dopuszczalność (ryzyko akceptowalne lub nieakceptowalne).

¹⁸ PN-EN ISO 12100:2012 – Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne zasady projektowania. Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.

Tabela 1

Skala ocena parametrów ryzyka

Skala ocen	Stopień szkód „S”	Prawdopodobieństwo „P”
1	Znikome urazy, lekkie szkody	Bardzo nieprawdopodobne
2	Lekkie obrażenia, wymierne szkody	Mało prawdopodobne, zdarzające się raz na 10 lat
3	Ciężkie obrażenia, znaczne szkody	Doraźne wydarzenia (raz w roku)
4	Pojedyncze wypadki śmiertelne, ciężkie szkody	Dosyć częste wydarzenia (raz w miesiącu)
5	Zbiorowe wypadki śmiertelne, szkody na bardzo dużą skalę na terenie zakładu pracy	Częste, regularne wydarzenia (raz w tygodniu)
6	Zbiorowe wypadki śmiertelne, szkody na dużą skalę poza terenem zakładu pracy	Duże prawdopodobieństwo wystąpienia wydarzenia
Ryzyko „R”		Dopuszczalność ryzyka
1-3		Ryzyko akceptowalne
4-9		Dopuszczalna akceptacja ryzyka po ocenie ryzyka
10-36		Ryzyko nieakceptowalne, konieczne zmniejszenie ryzyka

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lis T., Nowacki K.: Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w zakładzie przemysłowym. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005, s. 80-81.

Dla zagrożenia związanego z ruchomymi elementami maszyny (wrzeczono tokarki) przeprowadzono ocenę ryzyka przed zastosowaniem i po zastosowaniu rozwiązań profilaktycznych. W pierwszym etapie oszacowano parametry ryzyka, tj. prawdopodobieństwo ($P = 5$) oraz skutki w postaci ran ciętych, szarpanych czy w konsekwencji utraty kończyny ($S = 4$) – tabela 2. Na podstawie parametrów P i S określono ryzyko jako nieakceptowalne, wymagające zmniejszenia ($R = 20$). W celu redukcji ryzyka związanego ze starymi maszynami należy wdrożyć wiele działań związanych z jego ograniczeniem, a tym samym pozwalających na dostosowanie maszyny do minimalnych wymagań bezpieczeństwa w ramach ich użytkowania zgodnych z rozporządzeniem¹⁹. Podczas realizowanych działań (redukcja ryzyka, prace dostosowawcze) można skorzystać z rozwiązań przewidzianych w normach zharmonizowanych, dotyczących między innymi osłon²⁰. Na tym etapie można również wykorzystać ogólną normę zharmonizowaną²¹, poświęconą ograniczaniu ryzyka maszynowego. W procesie zmniejszania ryzyka w przypadku zagrożenia związanego z ruchomymi elementami maszyn wykorzystano 2 kroki z 3. Krok 1. pomięto, gdyż pracodawca nie zastosował rozwiązań konstrukcyjnych bezpiecznych samych w sobie, natomiast w ramach kroku 2. użyto osłony ruchomej (zastosowanie osłony zmniejszyło prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia o 2 względem 5 – maszyna bez osłony), na której umieszczono także piktogram informujący o ryzyku niebezpieczeństwa (prawdopodobieństwo P zostało zmniejszone o 0,5 względem $P = 5$). Zastosowanie triady bezpieczeństwa (krok 2. –

¹⁹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745).

²⁰ PN-EN ISO 14120:2016-03 Bezpieczeństwo maszyn – Osłony – Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych.

²¹ PN-EN ISO 12100:2012 – Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne zasady projektowania. Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.

techniczne środki ochronne i krok 3. – informacja dla użytkownika) pozwoliło na szacunkowe zredukowanie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego z $P = 5$ do $P = 2,5$. Wykorzystanie tych rozwiązań nie gwarantuje jednak oczekiwanego poziomu bezpieczeństwa, gdyż oszacowana wartość ($P = 2,5$, $S = 4$) zgodnie z założeniami metody PHA nadal nie daje akceptowalności ryzyka – $R = 10$ (tabela 1).

Etap drugi w procesie zarządzania ryzykiem przez dobór rozwiązań profilaktycznych stanowiło wdrożenie środków związanych z zapewnieniem właściwej organizacji pracy, do których zaliczono:

- szkolenia pracowników z bezpieczeństwa i higieny pracy przy użytkowaniu maszyn, które szacunkowo wpłynęły na ograniczanie prawdopodobieństwa o 0,4 względem $P = 5$ (wzrost świadomości co do zdarzeń niebezpiecznych),
- zachowanie szczególnej ostrożności przez operatora maszyny; szacunkowo prawdopodobieństwo zaistnienia negatywnego zdarzenia zostało zmniejszone o 0,5 względem $P = 5$,
- przeprowadzanie okresowych przeglądów i stanu technicznego osłony, w tym zastosowanego wyłącznika krańcowego – prawdopodobieństwo zmniejszono o 0,6 względem $P = 5$.

Przewidziane w drugim etapie procesu zarządzania ryzykiem rozwiązania profilaktyczne zmniejszyły prawdopodobieństwo zaistnienia wypadku przy pracy o 1,5 względem $P = 5$. Wykorzystane rozwiązania nie gwarantują jednak oczekiwanego poziomu bezpieczeństwa, gdyż ryzyko ($R = 14$) nadal utrzymuje się na poziomie nieakceptowalnym.

W przedstawionym procesie zarządzania ryzykiem przez dobór rozwiązań profilaktycznych wskazano, że zapewnienie pracownikowi bezpiecznych i higienicznych warunków pracy jest możliwe tylko wtedy, gdy zostaną zastosowane łącznie wszystkie przewidziane rozwiązania pozwalające na ograniczenie prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia niebezpiecznego. Łączne wykorzystanie rozwiązań przewidzianych triadą bezpieczeństwa i właściwą organizacją pracy pozwala na ograniczenie prawdopodobieństwa zaistnienia tego zdarzenia z $P = 5$ (oszacowane prawdopodobieństwo przed zastosowaniem rozwiązań profilaktycznych) do $P = 1$ (oszacowane prawdopodobieństwo przy łącznym stosowaniu rozwiązań profilaktycznych przewidzianych triadą bezpieczeństwa i rozwiązaniami profilaktycznymi wdrożonymi przez pracodawcę). Określona wartość ryzyka ($P = 1$, $S = 4$) pozwala stwierdzić, że ryzyko jest na poziomie akceptowalnym ($R = 4$) – tabela 2.

Tabela 2

Wpływ rozwiązań profilaktycznych na bezpieczeństwo pracy w przypadku zagrożenia związanego z ruchomymi elementami maszyny

Zagrożenie			Źródło zagrożenia	Potencjalne skutki		
Ruchome elementy maszyny			Wrzeciono maszyny	Rany cięte, szarpane, utrata kończyny		
Parametry ryzyka/rozwiązania profilaktyczne						
P	S	R	Dobór rozwiązań profilaktycznych	P	S	R
5	4	20	Rozwiązania zgodnie z triadą bezpieczeństwa: Krok 2. – zastosowanie osłony ruchomej Krok 3. – naniesienie na osłonę piktogramu informującego o ryzyku niebezpieczeństwa	<2	4	12
				<0,5		18
			Rozwiązania przewidziane właściwą organizacją pracy: – szkolenia pracowników z bhp przy użytkowaniu maszyn – zachowanie szczególnej ostrożności przez pracownika – zapewnienie okresowych przeglądów stanu technicznego osłon	<0,4		18,4
				<0,5		18
				<0,6		17,6
Łączne zastosowanie rozwiązań profilaktycznych				1	4	4

< – zmniejszenie prawdopodobieństwa o określoną wartość

Źródło: Opracowanie własne.

Dla kombinacji zagrożeń, jakie występują przy obsłudze panelu sterowania maszyny, który był usytuowany w sposób nieergonomiczny, a elementy sterownicze nie pozwalały na zdefiniowanie ich funkcji, przeprowadzono proces ograniczania ryzyka. Wdrażane rozwiązania profilaktyczne miały na celu spełnienie wymagań ustawodawcy oraz ograniczenie uciążliwości związanej z wykonywaną obsługą maszyny. W związku z tym oszacowano ryzyko ($P = 5$, $S = 1$, $R = 5$), a następnie wdrożono rozwiązania pozwalające na zarządzanie ryzykiem przez wprowadzenie rozwiązań profilaktycznych przewidzianych triadą bezpieczeństwa oraz wynikających z organizacji pracy (tabela 3).

W pierwszym etapie ograniczania ryzyka wykorzystano triadę bezpieczeństwa – dwa z trzech kroków. Rozwiązaniem bezpiecznym (krok 1.) było zastosowanie elementów sterowniczych o zróżnicowanej barwie (start – zielona i stop – czerwona), zgodnie z założeniami norm²², oraz ich usytuowanie w zasięgu normalnym sięgania kończynami górnymi. Takie umieszczenie ogranicza wymuszoną pozycję w przypadku uruchomienia czy wyłączenia maszyny. Wdrożenie kroku 1. pozwoliło szacunkowo ograniczyć prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych skutków o 3 względem $P = 5$. Właściwe oznakowanie elementów sterowniczych wyraźnymi napisami w języku polskim, określającymi ich funkcję (start, stop), pozwoliło szacunkowo ograniczyć prawdopodobieństwo o 0,5 względem $P = 5$ – kiedy panel sterowniczy nie spełniał wymagań ustawodawcy określonych w rozporzą-

²² PN-EN 61310 – 1 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 1: Wymagania dotyczące sygnałów wizualnych, akustycznych i dotykowych; PN-EN 61310 – 2 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 2: Wymagania dotyczące oznaczania; PN-EN 61310-3 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 3: Wymagania dotyczące umiejscowienia i działania elementów sterowniczych.

dzeniu²³. Zastosowanie kroków przewidzianych triadą bezpieczeństwa ograniczyło prawdopodobieństwo o 3,5 względem $P = 5$, zatem ryzyko zaistnienia zdarzenia niebezpiecznego zostało w znaczny sposób ograniczone, szacunkowo $R = 1,5$. W celu zapewnienia i utrzymania ryzyka na poziomie akceptowalności wymagane są okresowe przeglądy panelu sterowania, uzależnione od realizowanego procesu produkcyjnego. Okresowe przeglądy panelu sterownia i funkcji elementów sterowniczych wpływają także na wzrost bezpieczeństwa pracy. Jednoczesne zastosowanie wszystkich przewidzianych rozwiązań zapewnia bezpieczne warunki; zgodnie z przyjętą metodą ryzyko zostało ograniczone z $R = 5$ do $R = 1$ – ryzyko akceptowalne. Tak podjęte działania pozwalają na spełnienie wymagań określonych w przepisach prawnych, a także na ograniczanie uciążliwości związanych z wykonywaną pracą. Wpływ rozwiązań profilaktycznych przewidzianych triadą bezpieczeństwa i organizacją pracy dla kombinacji zagrożeń związanych z obciążeniem fizycznym – statycznym, percepcyjnym oraz emocjonalnym – przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Wpływ rozwiązań profilaktycznych na bezpieczeństwo pracy dla kombinacji zagrożeń związanych z obciążeniem fizycznym – statycznym, percepcyjnym i emocjonalnym

Kombinacja zagrożeń			Źródło zagrożenia	Potencjalne skutki		
Obciążenie fizyczne – statyczne, percepcyjne i emocjonalne			Nieprawidłowo usytuowany i oznakowany panel sterowniczy	Bóle kręgosłupa, zmęczenie, nerwica		
Parametry ryzyka/rozwiązania profilaktyczne						
P	S	R	Dobór rozwiązań profilaktycznych	P	S	R
5	1	5	Rozwiązania zgodnie z triadą bezpieczeństwa: Krok 1. – właściwe oznaczenie elementów sterowniczych (start – barwa zielona, stop – barwa czerwona), usytuowanie elementów sterowniczych w zasięgu normalnym sięgania kończynami Krok 3. – opisanie funkcji elementów sterowniczych	<3		2
			Rozwiązania przewidziane właściwą organizacją pracy: – okresowe przeglądy techniczne	<0,5	1	4,5
				<0,5		4,5
Łączne zastosowanie rozwiązań profilaktycznych				1	1	1

< – zmniejszenie prawdopodobieństwa o określoną wartość

Źródło: Opracowanie własne.

Wdrażane rozwiązania profilaktyczne wpływają na poprawę bezpieczeństwa pracy przy użytkowaniu maszyn, ograniczanie liczby wypadków przy pracy, a tym samym kosztów ponoszonych z tego tytułu (koszty społeczne i ekonomiczne wypadków).

²³ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745).

5. Podsumowanie

Problematyka związana z zapewnieniem bezpieczeństwa przy użytkowaniu maszyn odgrywa znaczącą rolę w funkcjonowaniu każdego przedsiębiorstwa. Zapewnienie operatorom bezpiecznych i higienicznych warunków pracy jest możliwe tylko przez dostosowanie i utrzymywanie maszyn w obrębie wymagań bezpieczeństwa określonych przepisami prawa. W przypadku przedsiębiorstw, w których eksploatowane są maszyny stare, niezbędne jest ich dostosowanie do wymagań minimalnych przez właściwy dobór rozwiązań profilaktycznych ograniczających ryzyko wypadku przy pracy.

Dla przedstawionego zagrożenia związanego z ruchomymi elementami maszyny oraz kombinacji zagrożeń występujących przy niewłaściwym oznakowaniu i usytuowaniu panelu sterowniczego uzyskanie ryzyka na poziomie akceptowalności jest możliwe tylko wówczas, gdy zastosuje się rozwiązania zarówno techniczne, jak i organizacyjne (wynikające ze specyfiki przedsiębiorstwa i jego profilu technologicznego). Realizacja działań ukierunkowanych na spełnienie wymagań ustawodawcy, określonych w przepisach prawnych, jest możliwa dzięki wykorzystaniu rozwiązań technicznych opisanych w normach zharmonizowanych, między innymi dzięki zastosowaniu ogólnej normy dotyczącej ograniczania ryzyka czy też bardziej szczegółowych norm określających rodzaj stosowanych osłon i oznakowania elementów sterowniczych maszyn.

Podstawowym celem podejmowanych działań nie jest jednak uzyskanie ryzyka finalnego na poziomie akceptowalności, lecz jego utrzymywanie na tym poziomie przez cały okres eksploatacji maszyny.

Bibliografia

1. Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/104/WE z dnia 16 września 2009 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy.
3. Lis T., Nowacki K.: Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w zakładzie przemysłowym. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
4. Małyś T., Nowacki K., Furman J.: The risk management methodology in the metallurgical enterprise, METAL 2016. 25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials. Conference proceedings. Brno, Czech Republic, 25-27.05.2016.

5. Małysa T., Nowacki K., Lis T.: Przegląd bezpieczeństwa użytkowania maszyn w przedsiębiorstwach przemysłowych. „Hutnik – Wiadomości Hutnicze”, nr 82(6), 2015.
6. Nowak L.: Sprzęt roboczy – minimalne wymagania. Państwowa Inspekcja Pracy – Główny Inspektorat Pracy, Warszawa 2008.
7. PN-EN 61310 – 1 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 1: Wymagania dotyczące sygnałów wizualnych, akustycznych i dotykowych.
8. PN-EN 61310 – 2 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 2: Wymagania dotyczące oznaczania.
9. PN-EN 61310-3 Bezpieczeństwo maszyn. Wskazywanie, oznaczanie i sterowanie. Część 3: Wymagania dotyczące umiejscowienia i działania elementów sterowniczych.
10. PN-EN ISO 12100:2012 – Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne zasady projektowania. Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.
11. PN-EN ISO 14120:2016-03 Bezpieczeństwo maszyn – Osłony – Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych.
12. PN-N 18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
13. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. 2003.178.1745).
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze obrabiarek do drewna (Dz.U. 2000.36.409).
15. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz.U. 2011.124.701).
16. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bhp (Dz.U. 2003. 169.1650).
17. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2014.1502).