

Paweł FURDYGIEL¹, Paweł JANICA² Robert DROBINA³

Opiekun naukowy: Robert DROBINA³

OCENA RYZYKA W ASPEKCIE MASZYN I URZĄDZEŃ

Streszczenie: W bezpieczeństwie maszyn i urządzeń, należy przeanalizować ocenę ryzyka i przewidzieć środki ochrony, które byłyby w stanie uchronić operatora i zmniejszyć zagrożenia. Maszyna musi być tak zaprojektowana, żeby przewidzieć i zmniejszyć zagrożenia oraz zapewnić odpowiednie środki ochrony.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo maszyn, ryzyko, zagrożenia

RISK ASSESSMENT FOR MACHINERY AND EQUIPMENT

Summary: In the safety of machinery and equipment, the assessment should be analyzed and possible risk and provide for protection measures, which would be able to protect the operator and reduce the risks. The machine must be to designed. To reduce and predict danger and ensure protection.

Keywords: machine safety, risk, danger

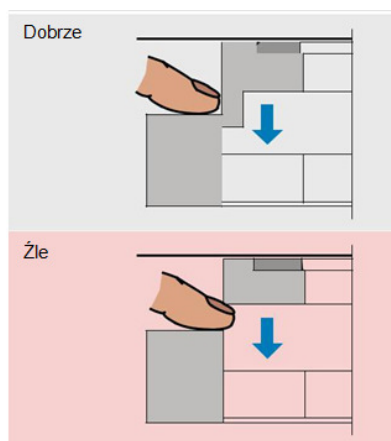
1. Bezpieczeństwo maszyn i urządzeń w świetle technicznych środków ochrony

Bezpieczny projekt jest pierwszym i najważniejszym etapem w procesie zmniejszania ryzyka. Możliwe zagrożenia wyklucza się w tym przypadku już na etapie projektowania i konstrukcji. Aspekty bezpiecznego projektu dotyczą konstrukcji samej maszyny oraz interakcji pomiędzy zagrożonymi osobami i maszyną [1, 2]. Podstawowym zadaniem przy projektowaniu jest niedopuszczanie do powstawania jakichkolwiek zagrożeń. Uzyskuje się to na przykład poprzez: unikanie ostrych krawędzi, kątów i wystających elementów, unikanie miejsc grożących zgnieciem,

¹ mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, specjalność: Inżynieria Produkcji, email: pawel440@o2.pl

² mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, specjalność: Inżynieria Produkcji

³ prof. ATH dr hab. inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, email: rdrobina@ath.bielsko.pl



Rysunek 1. Przykład unikania miejsc grożącego skaleczeniem [1]

otarciem i wciągnięciem, ograniczenie energii kinetycznej (masa i prędkość), przestrzeganie zasad ergonomii.

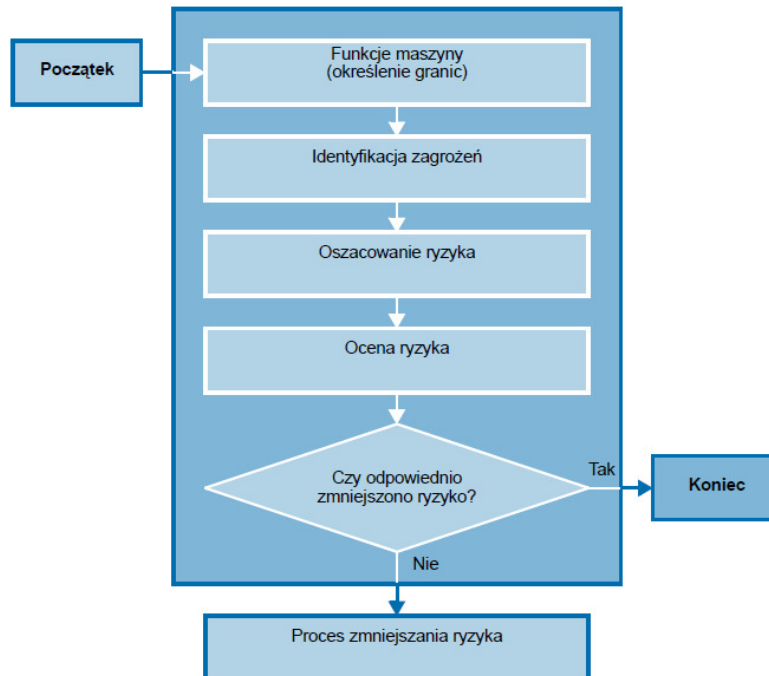
W każdym przypadku należy wybrać, zastosować i dopasować wszystkie elementy składowe w taki sposób, aby w przypadku błędu w maszynie bezpieczeństwo ludzi miało najwyższy priorytet. Należy też uwzględnić unikanie szkód w maszynie i w otoczeniu. Specyfikację wszystkich części składowych maszyny należy określić w taki sposób, aby działały one w obrębie dopuszczalnych wartości granicznych. Zasadniczo budowa powinna być wykonana w najprostszy możliwy sposób. Funkcje związane z bezpieczeństwem należy w miarę możliwości oddzielić od innych w maksymalnym możliwym zakresie. Techniczne środki ochronne przed zagrożeniami mechanicznymi dzielimy na: osłony oraz urządzenia ochronne. Poprawny

dobór technicznego środka ochronnego powinien być dokonany na podstawie oceny ryzyka w odniesieniu do konkretnej maszyny. Przy doborze należy uwzględnić kryterium umiejscowienia i konieczność dostępu do strefy niebezpiecznej. Z zagrożeniami mechanicznymi (ruchomymi elementami) mamy do czynienia w dwóch obszarach: w strefie przekazania napędu i strefie pracy narzędzia (tzw. Strefie roboczej).

2. Bezpieczeństwo maszyn i urządzeń – ocena ryzyka

W procesie planowania i konstruowania maszyny należy przeanalizować możliwe ryzyko i w razie potrzeby przewidzieć środki ochrony operatora przed istniejącymi zagrożeniami. Pomocą dla producenta maszyn przy wypełnianiu tego zadania są normy, które definiują i opisują proces oceny ryzyka. Ocena ryzyka jest efektem kroków logicznych, umożliwiających systematyczną analizę i ocenę ryzyka. Maszyna musi być zaprojektowana i wykonana przy uwzględnieniu wyników oceny ryzyka. Jeśli to konieczne, ocena ryzyka pociąga za sobą zmniejszenie ryzyka poprzez zastosowanie odpowiednich środków ochronnych.

Zastosowanie środków ochronnych nie może spowodować powstania nowego ryzyka. Powtórzenie całej procedury, tj. oceny i zmniejszenia ryzyka, może być konieczne w celu maksymalnego możliwego wyeliminowania zagrożeń i dostatecznego zmniejszenia rozpoznanego lub nowego ryzyka. W wielu normach typu C podana jest ocena ryzyka w odniesieniu do maszyn i procesów. Jeśli nie ma możliwości zastosowania norm typu C lub są one niewystarczające, można wykorzystać przepisy podane w normach typu A i B.



Rysunek 2. Proces oceny ryzyka [2]

3. Określenie funkcji maszyny

Pierwszym etapem procesu oceny ryzyka jest określenie funkcji maszyny przykładem mogą być informacje takie jak:

- specyfikacja maszyny (co jest produkowane, maksymalna wydajność produkcji),
- granice przestrzenne i przewidywane miejsce zastosowania,
- planowany okres użytkowania (trwałość użytkowa),
- planowane funkcje i tryby pracy,
- spodziewane nieprawidłowe działania i awarie,
- odruchowe działanie ludzi w przypadku nieprawidłowego działania,
- produkty mające związek z maszyną,
- nieprawidłowe zachowanie z powodu braku koncentracji,
- użytkowanie zgodne z przeznaczeniem, a także niezamierzone działania operatora lub możliwe do przewidzenia.

4. Identyfikacja wybranych zagrożeń przy obsłudze maszyn

Kolejnym etapem procesu oceny ryzyka jest identyfikacja zagrożeń, jest to systematyczna możliwych do przewidzenia zagrożeń, niebezpiecznych sytuacji lub zdarzeń.

Producent urządzeń powinien uwzględnić zagrożenia, przykładem mogą być:

Zagrożenia mechaniczne

Do zagrożeń mechanicznych możemy zaliczyć: przecięcie, odcięcie, wciągnięcie, pochwylenie, zmiżdżenie, ukłucie, uderzenie.

	Przecięcie		Zmiżdżenie
	Odcięcie		Ukłucie
	Wciągnięcie lub pochwylenie		Wciągnięcie lub pochwylenie
	Pochwylenie		Uderzenie
	Oddziaływanie na skutek pęknięcia części		Oddziaływanie na skutek wyrzucania wiórów

Rysunek 3. Przykładowe zagrożenia mechaniczne [2]

Zagrożenia termiczne

Do zagrożeń termicznych możemy zaliczyć: Oparzenie, spalenie, odwodnienie, dyskomfort.

Zagrożenia powodowane hałasem

Do zagrożeń powodowanym hałasem można zaliczyć: utrata równowagi, utrata świadomości, stres, zmęczenie, szum w uszach.

Zagrożenia powodowane drganiami mechanicznymi

Do zagrożeń powodowanymi drganiami mechanicznymi można zaliczyć: dyskomfort, schorzenia lędźwi, schorzenia neurologiczne, urazy kręgosłupa.

Zagrożenia powodowane promieniowaniem

Do zagrożeń powodowanym promieniowaniem można zaliczyć: oparzenia, uszkodzenia wzroku i skóry, mutacje genetyczne, ból głowy, bezsenność.

Zagrożenia powodowane materiałami lub substancjami:

Do zagrożeń powodowanymi materiałami lub substancjami można zaliczyć: trudności w oddychaniu, choroby (nowotwory), zatrucia, infekcje, wybuch, pożar, ogień.

Zagrożenia powodowane nieprzestrzeganiem zasad ergonomii

Do zagrożeń powodowanych nieprzestrzeganiem zasad ergonomii należy zaliczyć: dyskomfort, zmęczenie, stres, zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego.

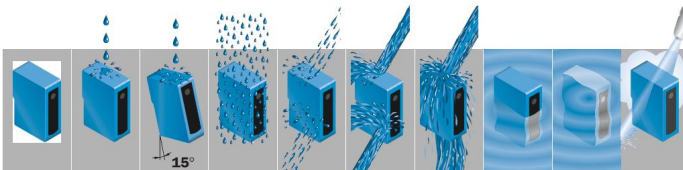
Zagrożenia wynikające ze środowiska, w którym maszyna jest użytkowana

Do zagrożeń wynikających ze środowiska, w którym maszyna jest użytkowana, należy zaliczyć: oparzenia, poślizgnięcie, upadek, duszenie się.

Zagrożenia opracowane na podstawie normy EN ISO 12100:2010. [2]

Zagrożenia elektryczne oraz stopnie zabezpieczenia

Do zagrożeń elektrycznych możemy zaliczyć: porażenie, poparzenie, wstrząs, szok.



	Drugie oznaczenie: odporność na penetrację wody (bez pary wodnej, bez innych cieczy!)									
	IP ...0	IP ...1	IP ...2	IP ...3	IP ...4	IP ...5	IP ...6	IP ...7	IP ...8	IP ...9K
Pierwsze oznaczenie: odporność na penetrację ciał stałych	Brak ochrony									
		Ochrona przed spadającymi kroplami wody poziomo	Ochrona przed spadającymi kroplami wody pionowo	Ochrona przed kroplami padającymi pod kątem 60° od pionu	Ochrona przed kroplami padającymi pod dowolnym kątem	Ochrona przed strumieniami wody z dowolnego kierunku	Ochrona przed silnymi strumieniami wody lub zalewaniem falą z dowolnego kierunku	Ochrona przed zalaniem przez krótki czas	Ochrona przed zalaniem przez długi czas	100 bar, 16 l/min., 80 °C
IP 0... Brak ochrony	IP 00									
IP 1... Ciało o wielkości $\geq 50 \text{ mm } \varnothing$	IP 10	IP 11	IP 12							
IP 2... Ciało o wielkości $\geq 12 \text{ mm } \varnothing$	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23						
IP 3... Ciało o wielkości $\geq 2,5 \text{ mm } \varnothing$	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34					
IP 4... Ciało o wielkości $\geq 1 \text{ mm } \varnothing$	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44					
IP 5... Ochrona przed wnikaniem pyłu w ilościach nie zakłócających pracy urządzenia	IP 50			IP 53	IP 54	IP 55	IP 56			
IP 6... Całkowita ochrona przed wnikaniem pyłu	IP 60					IP 65	IP 66	IP 67		IP 69K

Rysunek 4. Stopnie ochrony opisują sposób ochrony urządzenia przed ochroną wniknięciem wody (bez pary wodnej) i ciał obcych (pył) [2]

5. Szacowanie ryzyka w odniesieniu do maszyn

Po zidentyfikowaniu zagrożeń należy przeprowadzić szacowanie ryzyka dla każdej niebezpiecznej sytuacji.

Do oszacowania poziomu ryzyka i określania cech urządzeń ochronnych gwarantujących skuteczność nadzorowania zidentyfikowanych zagrożeń, zastosowano metodę WPR (Wskaźnik Poziomu Ryzyka). Wskaźnik WPR, szacowany dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia (czynnik, sytuacja, zdarzenie/skutki), jest kombinacją przewidywanej ciężkości strat (uraz, straty materialne), ekspozycji (czas, częstość narażeń) i skuteczności nadzorowania zagrożeń:

$$WPR = S \times E \times P \quad (1)$$

gdzie: S - urazu określa potencjalne skutki zagrożeń. Wskaźnik jest wypadkową ciężkości i umiejscowienia urazu z jednoczesnym oszacowaniem strat materialnych (tab. 1), E – ekspozycja - czas/częstość narażeń (tab. 2), P - poziom skuteczności nadzorowania zagrożeń (tab. 3), WPR - wskaźnik ryzyka tj. wartość liczbowa (waga), wg której jest dokonywane szacowanie poziomu ryzyka.

Tabela 1. Wskaźnik ciężkości urazu [3]

S- wskaźnik ciężkości urazu	
Wskaźnik ciężkości urazu S	Straty ludzkie/ materialne
10	ekstremalnie nieodwracalny: śmierć; bardzo ciężkie urazy 1 lub kilku osób — utrata wzroku, kończyn, ciężkie i rozległe poparzenia i in. łącznie ze śmiercią — długa i intensywna pomoc szpitalna i rehabilitacja, ciągła opieka medyczna i społeczna — renta inwalidzka, brak możliwości podjęcia działań zawodowych
7	nieodwracalny: ciężkie uszkodzenia ciała powodujące trwałe kalectwo — zmiżdżenia, amputacje, rozległe poparzenia II stopnia, porażenie układu nerwowego i mięśniowo--szkieletowego, utrata wzroku, słuchu, zatrucia i in. — długa i intensywna pomoc szpitalna i rehabilitacja — renta inwalidzka, możliwość podjęcia działań zawodowych w ograniczonym zakresie
5	częściowo nieodwracalny: ciężkie wielokrotne złamania, miejscowe porażenie układu mięśniowo-szkieletowego, amputacje, miejscowe poparzenia II stopnia, uszkodzenie wzroku lub słuchu — absencja powyżej 3 miesięcy
3	odwracalny: np. złamanie kości, nieznaczna amputacja części ciała, miejscowe poparzenia I stopnia, ciężkie stłuczenia, czasowe zatrucia — pomoc szpitalna i ograniczona rehabilitacja — absencja do 3 miesięcy
1	odwracalny: np. skaleczenie, przekłucie, przebicie, lekkie stłuczenie, starcie/otarcie, oparzenie — udzielenie pierwszej pomocy na terenie zakładu pracy bez absencji

Tabela 2. Wskaźnik ekspozycji (częstość występowania) [3]

E-Wskaźnik ekspozycji	
Wskaźnik ekspozycji <i>E</i>	Czas/częstość natężenia na zagrożenie
10	Bardzo częsta do ciągłej (częściej niż 1 raz na godzinę)
6	Częsta-codzienna (częściej niż 1 raz na zmianę lub jednorazowo dłużej niż 15 minut)
5	Dosyć częsta (rzadziej niż 1 raz na zmianę lub jednorazowo krócej niż 15 minut)
3	Sporadyczna (np. średnio raz w tygodniu)
2	Okazjonalna (np. średnio raz w miesiącu)
1	Minimalna (np. średnio raz w roku)

Tabela 3. Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia [3]

P- prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia wypadkowego (poziom skuteczności nadzorowania zagrożeń)		
Wskaźnik prawdopodobieństwa <i>P</i>	Możliwość zaistnienia zdarzenia	Poziom skuteczności
10	Bardzo prawdopodobne	Bardzo niski ze względu na brak urządzeń ochronnych .Brak możliwości uniknięcia lub ograniczenia szkód
5	Prawdopodobne	Bardzo niski ze względu na brak urządzeń ochronnych .Możliwość uniknięcia lub ograniczenia szkód
3,5	Mało prawdopodobne ale możliwe	Niski ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, źle dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczającą KAT / PL sterowania
3	Mało prawdopodobne ale możliwe	Niski ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, źle dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczającą KAT / PL sterowania; Nadzorowanie skuteczniejsze niż dla A=3,5
2,5	Mało prawdopodobne ale możliwe	Średni ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, źle dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczającą KAT / PL sterowania
1	Bardzo mało prawdopodobne , ale możliwe	Wysoki ze względu na zastosowanie skutecznych urządzeń ochronnych i odpowiedniej KAT/PL. Brak nadzorowania dostępu do strefy osób 3-ch.Brak piktogramów ostrzegawczych i procedur bezpiecznej pracy

0,7	Możliwe tylko sporadycznie	Wysoki ze względu na zastosowanie skutecznych urządzeń ochronnych i odpowiedniej KAT/PL. Brak nadzorowania dostępu do strefy osób trzecich. Są piktogramy ostrzegawcze i procedury bezpiecznej pracy; Jest odpowiedni nadzór nad personelem, organizacja stanowiska roboczego i zadań.
0,5	Możliwe tylko sporadycznie	Wysoki ze względu na zastosowanie skutecznych urządzeń ochronnych i odpowiedniej KAT/PL nadzorowany dostęp osób trzecich
0,1	Możliwe tylko teoretycznie	Bardzo wysoki ze względu na bezpieczne prędkości liniowe v (mm/s) — wynikające z konstrukcji elementów niebezpiecznych pozwalające na niedopuszczenie do zdarzeń zagrażających (wynikające z normalnej pracy maszyny)
0,05	Możliwe tylko teoretycznie	Najwyższy ze względu na konstrukcję wewnątrznie bezpieczną (praktyczne potwierdzenie braku zagrożenia) zapewnioną przez niski (nie urazowy) poziom oddziaływań siłowych i energetycznych

Kryteria akceptowalności poziomu ryzyka przedstawione zostały w Tab. 4.

Tabela 4. Poziomy akceptowalności ryzyka [3]

Poziom ryzyka	Wskaźnik poziomu ryzyka [WPR]	Ocena poziomu ryzyka	Akceptowalność ryzyka	Zalecane działania
1	$WPR \leq 20$	Bardzo niskie	Akceptowalne	Działania doraźne nie są potrzebne. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia
2	$20 < WPR \leq 70$	Niskie	Akceptowalne	Zwiększona czujność przy codziennych i okresowych kontrolach stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia. (Zaleca się rozważenie możliwości redukcji ryzyka do poziomu bardzo niskiego)

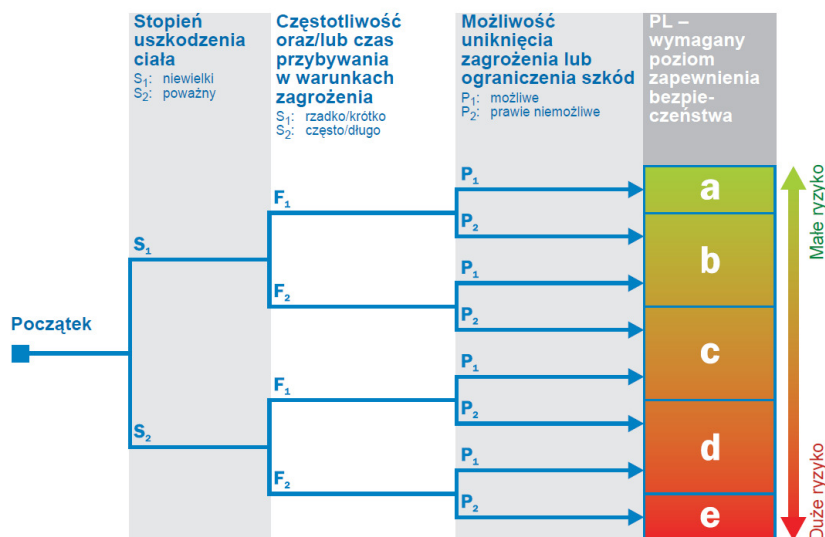
3	$70 < WPR \leq 110$	Średnie	Akceptowalne warunkowo	Zaplanowanie i podjęcie działań korygujących redukujących ryzyko do poziomu 1 lub co najwyżej 2 w określonym czasie — nie dłuższym niż 6 miesięcy. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia.
4	$110 < WPR \leq 180$	Średnie	Akceptowalne warunkowo	Zaplanowanie i podjęcie działań korygujących redukujących ryzyko do poziomu 1 lub co najwyżej 2 w określonym czasie — nie dłuższym niż 3 miesiące. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia. Wymagana wyższa odporność układów sterowania niż dla poziomu 3
5	$180 < WPR \leq 300$	Wysokie	Nieakceptowalne	Podjęcie natychmiastowych działań naprawczych przy realizacji prac bieżących redukujących ryzyko do poziomu akceptowalnego 1 lub co najwyżej 2. Odłożenie prac planowanych do czasu redukcji ryzyka
6	$300 < WPR \leq 500$	Bardzo wysokie	Nieakceptowalne	Natychmiastowe wstrzymanie prac i podjęcie działań naprawczych redukujących ryzyko do poziomu akceptowalnego 1 lub co najwyżej 2
7	$500 < WPR$	Bardzo wysokie	Nieakceptowalne	Natychmiastowe wstrzymanie prac i podjęcie działań naprawczych redukujących ryzyko do poziomu akceptowalnego 1 lub co najwyżej 2. Wymagana wyższa odporność układów sterowania niż dla poziomu nr 6

6. Bezpieczeństwo maszyn i urządzeń – poziom zapewnienia bezpieczeństwa w oparciu o normę EN ISO 13849

Układ sterowania maszyny wraz ze wszelkimi elementami wchodzącymi w jego skład jest odpowiedzialny za wykonywanie zarówno funkcji technologicznych jak też funkcji bezpieczeństwa. Dlatego też elementy systemu sterowania związane z bezpieczeństwem powinny być niezawodne, tj. dobierane z uwzględnieniem możliwych uszkodzeń, defektów oraz ograniczeń, jakie można przewidzieć w planowanych warunkach użytkowania maszyny. Układ sterowania powinien wykluczyć niebezpieczne działanie maszyny i zapewnić zachowanie funkcji bezpieczeństwa przy wszystkich rodzajach pracy.

Z reguły w normach C podany jest wymagany poziom bezpieczeństwa. Wymagany poziom bezpieczeństwa należy określić oddzielnie dla każdej funkcji bezpieczeństwa; obowiązuje on wówczas dla wszystkich zastosowanych urządzeń, takich jak np.: czujnik/urządzenie ochronne, analizujący moduł logiczny, element wykonawczy/elementy wykonawcze.

Jeśli dla odpowiedniej maszyny brak normy C lub w normie C nie istnieją odnośne dane, wymagany poziom bezpieczeństwa można określić w oparciu o normę EN ISO 13849. Poprzez zastosowanie normy zapewnia się odpowiedni stosunek nakładów na realizację do stwierdzonego ryzyka. Ochrona operatora wkładającego lub wyjmującego ręcznie elementy do lub z prasy do metalu wymaga innego potraktowania niż ochrona operatora pracującego przy maszynie, przy której maksymalnym ryzykiem jest zakleszczenie palca. Ponadto, w różnych fazach eksploatacji tej samej maszyny mogą występować różne miejsca zagrożenia o różnym ryzyku. W takim przypadku należy oddzielnie określić funkcje bezpieczeństwa dla każdej fazy eksploatacji i każdego zagrożenia.



Rysunek 5. Graf ryzyka na podstawie normy EN ISO 13849 [4]

Podstawą dla wszystkich norm są następujące parametry do oceny ryzyka: stopień możliwego uszkodzenia ciała/uszczerbku na zdrowiu częstotliwość i/lub czas trwania zagrożenia możliwość uniknięcia zagrożenia. Połączenie parametrów określa wymagany poziom bezpieczeństwa. W przypadku stosowania procedur do określania poziomu bezpieczeństwa, opisanych w wyżej wymienionych normach, maszyna jest rozpatrywana bez urządzeń ochronnych. W tej normie do określania wymaganego poziomu bezpieczeństwa stosuje się także graf ryzyka, do określenia wielkości ryzyka wykorzystuje się te same parametry S, F oraz P. Wynikiem procesu jest: wymagany poziom bezpieczeństwa PLr (required performance level).

Poziom zapewnienia bezpieczeństwa (PL) jest podzielony na pięć dyskretnych poziomów. Zależy on od struktury systemu sterowania, niezawodności zastosowanych elementów, zdolności do rozpoznawania błędów, a także odporności na błędy spowodowane wspólną przyczyną w układach sterowania.

Przy określaniu ciężkości urazów uwzględnia się najczęściej spotykane następstwa wypadków i procesy leczenia. Parametr S1 dotyczy takich następstw jak: stłuczenia i/lub rany cięte bez dalszych komplikacji, natomiast S2 – amputacje lub śmierć.

Przy ustalaniu czasu i/lub częstotliwości narażenia zaleca się wybór parametru F2, gdy człowiek jest często lub ciągle narażony. Dotyczy to sytuacji, gdy za-chodzi konieczność regularnego się gania do strefy niebezpiecznej np. podczas po dawania i/lub odbioru materiału. Parametr F1 wybieramy gdy dostęp do strefy niebezpiecznej jest wymagany od czasu do czasu.

Przy doborze parametru określającego możliwość zapobiegania zagrożeniom (P) istotna jest wiedza na temat zagrożenia i możliwości pod jęcia odpowiednich działań zabezpieczających przed wypadkiem. Duże znaczenie ma możliwość zidentyfikowania zagrożenia (np. na podstawie jego cech fizycznych, a nie tylko za pomocą wskaźników), wyszkolenie i doświadczenie obsługi, szybkość po wstawiania zagrożenia, możliwość przeciwdziałania zagrożeniu (ucieczka, interwencja osób trzecich), doświadczenie związane z przebiegiem procesu. Parametr P1 wybieramy, gdy istnieje możliwość uniknięcia wypadku lub znaczącego ograniczenia jego skutków, natomiast parametr P2, gdy uniknięcie zagrożenia jest prawie nie możliwe. Norma ISO 13849-1, definiuje wymagania dotyczące projektowania i wykonania elementów systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem. Norma ta znajduje zastosowanie w najważniejszych dziedzinach technologicznych takich jak: hydraulika, pneumatyka, mechanika, elektryka, elektronika, elektronika programowalna.

7. Podsumowanie i wnioski

W dzisiejszym „nowoczesnym” świecie, bardzo ważna jest ocena ryzyka przy obsługiwanych maszynach oraz przestrzeganie dyrektyw i przepisów. Umożliwia to ciągły rozwój nowoczesnych technologii, które bardziej dbają o bezpieczeństwo. Bezpieczeństwo jest bardzo ważne, ponieważ człowiek mając poczucie bezpieczeństwa, wykonuje pracę pewniej i sprawniej, bez narażenia siebie na uszczerbku na zdrowiu co dodatkowo ułatwia komfort pracy.

LITERATURA

1. NEUDÖRFER A.: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte (Konstruowanie bezpiecznych produktów), Springer-Verlag, Berlin et al., ISBN 978-3-642-33889-2 (5. wydanie 2013)
2. Serwis internetowy: https://sick.data.continuum.net/media/dox/8/98/348/Special_information_Przewodnik_Bezpieczne_Maszyny_pl_IM0062398.PDF
3. Norma PN-EN ISO 12100, *Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszenie ryzyka.*
4. Norma PN-EN ISO 13849-2:2013-04, *Bezpieczeństwo maszyn - Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 2: Walidacja.*
5. Norma PN-EN ISO 13849-1:2016-02, *Bezpieczeństwo maszyn - Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 1: Ogólne zasady projektowania*