

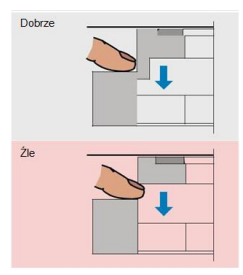
Autor: Paweł Furdygiel, Paweł Janica

Uczelnia: Akademia Techniczno-Humanistyczna
Tytuł plakatu: Bezpieczeństwo maszyn - ocena i ryzyko

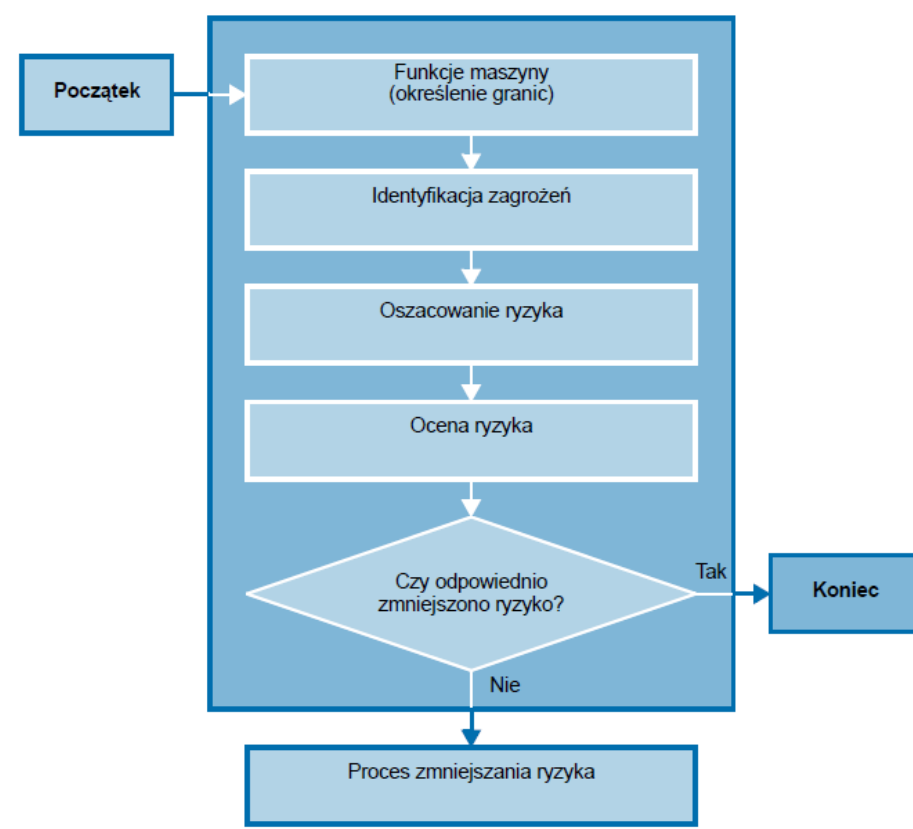


Bezpieczny projekt jest pierwszym i najważniejszym etapem w procesie zmniejszania ryzyka. Możliwe zagrożenia wyklucza się w tym przypadku już na etapie projektowania i konstrukcji. Aspekty bezpiecznego projektu dotyczą konstrukcji samej maszyny oraz interakcji pomiędzy zagrożonymi osobami i maszyną.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

Przykład unikania miejsc grozącego skałeczeniem [1]



Proces oceny ryzyka [2]



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.

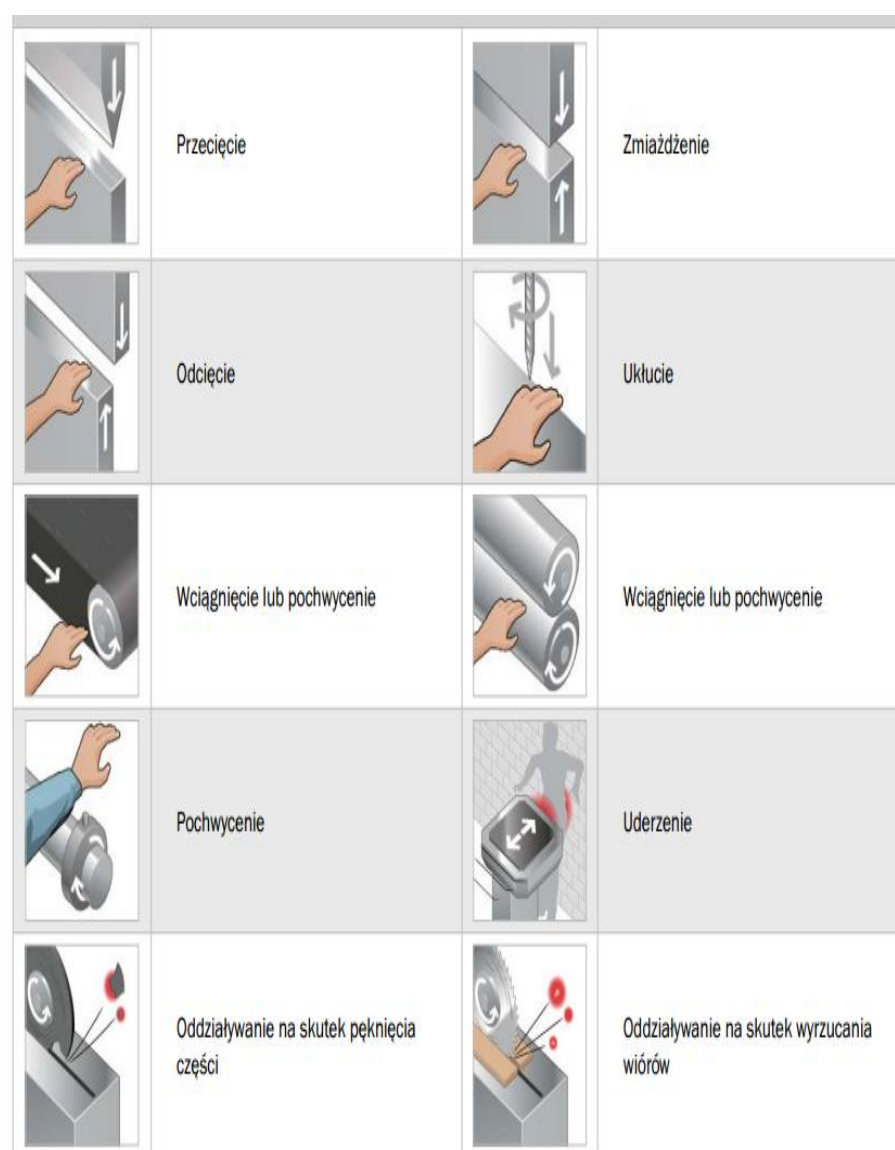
Określenie funkcji maszyny

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

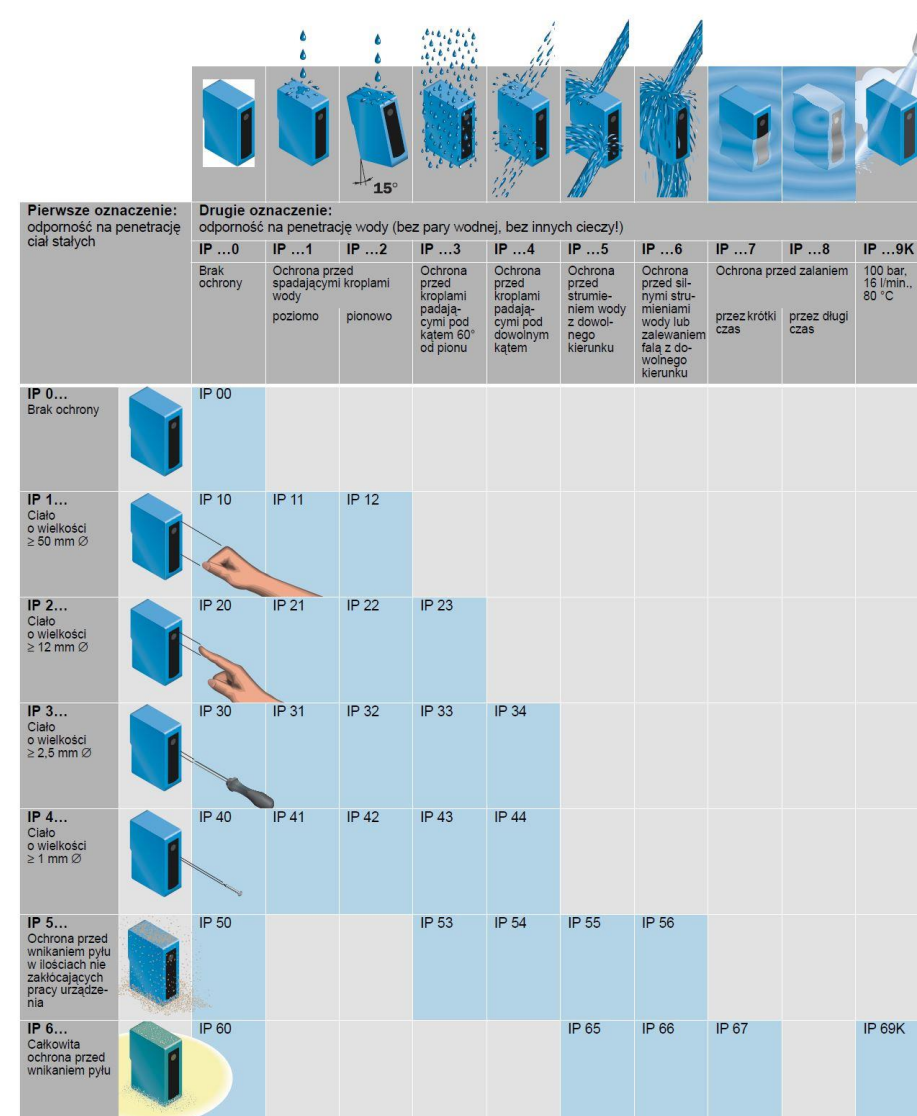
- specyfikacja maszyny (co jest produkowane, maksymalna wydajność produkcji)
- granice przestrzenne i przewidywane miejsce zastosowania
- planowany okres użytkowania (trwałość użytkowa)
- planowane funkcje i tryby pracy
- spodziewane nieprawidłowe działania i awarie
- odruchowe działanie ludzi w przypadku 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.

Identyfikacja wybranych zagrożeń przy obsłudze maszyn

Zagrożenia mechaniczne



Zagrożenia elektryczne oraz stopnie zabezpieczenia



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

Do oszacowania poziomu ryzyka i określania cech urządzeń ochronnych gwarantujących skuteczną 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 (urazu, straty materialne), ekspozycji (czas, częstość narażeń) i skuteczności nadzorowania zagrożeń:

$$WPR = S \times E \times P,$$

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.

LITERATURA

1. Alfred Neudörfer: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte (Konstruowanie bezpiecznych produktów), Springer-Verlag, Berlin et al., ISBN 978-3-642-33889-2 (5. wydanie 2013)
2. https://sick.data.continum.net/media/dox/8/98/348/Special_information_Przewodnik_Bezpieczne_Maszyny_pl_IM0062398.PDF
3. https://sick.data.continum.net/media/dox/8/98/348/Special_information_Przewodnik_Bezpieczne_Maszyny_pl_IM0062398.PDF
4. Norma PN-EN ISO 12100 *Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszenie ryzyka*
6. https://sick.data.continum.net/media/dox/8/98/348/Special_information_Przewodnik_Bezpieczne_Maszyny_pl_IM0062398.PDF

Wskaźnik ciężkości urazu

Wskaźnik ciężkości urazu S	Straty ludzkie/materialne
10	ekstremalnie nieodwracalny: śmierć; bardzo ciężkie urazy 1 lub kilku osób — uraza wzroku, kości, ciężkie i rozległe poparzenia i in. liczone 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 — zmiąższenia, 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, przekucie, przebite, lekkie stłuczenia, starcie/otarcie, oparzenie — udzielenie pierwszej pomocy na terenie zakładu pracy bez absencji

Wskaźnik ekspozycji (częstość występowania)

Wskaźnik ekspozycji E	Czas/częstość narażenia na zagrożenie
10	Bardzo często (co najmniej 1 raz na godzinę)
6	Częsta-codzienna (częściej niż 1 raz na zmianę lub jednorazowo dłużej niż 15 minut)
5	Dosyć często (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)

Źródło: Na podstawie normy PN-EN ISO 12100:2012

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia

Wskaźnik prawdopodobieństwa w P	Możliwość zaistnienia zdarzenia	Poziom skuteczności nadzorowania zagrożeń
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	Mало prawdopodobne, ale możliwe	Niski ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, że dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczają KAT / PL sterowania
3	Mало prawdopodobne, ale możliwe	Niski ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, że dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczają KAT / PL sterowania; Nadzorowanie skuteczniejsze niż dla A=3,5
2,5	Mало prawdopodobne, ale możliwe	Średni ze względu na nieodpowiedni dobór urządzeń do nadzorowania rozpatrywanych sytuacji zagrożenia, że dobrane odległości bezpieczeństwa, nie wystarczają 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 3-trzech. 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 przedłożenie linowe (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 wewnętrznie bezpieczną (praktycznie potwierdzenie braku zagrożenia) zapewnioną przez niski (nie urazowy) poziom oddziaływań silowych i energetycznych

Źródło: Na podstawie normy PN-EN ISO 12100:2012

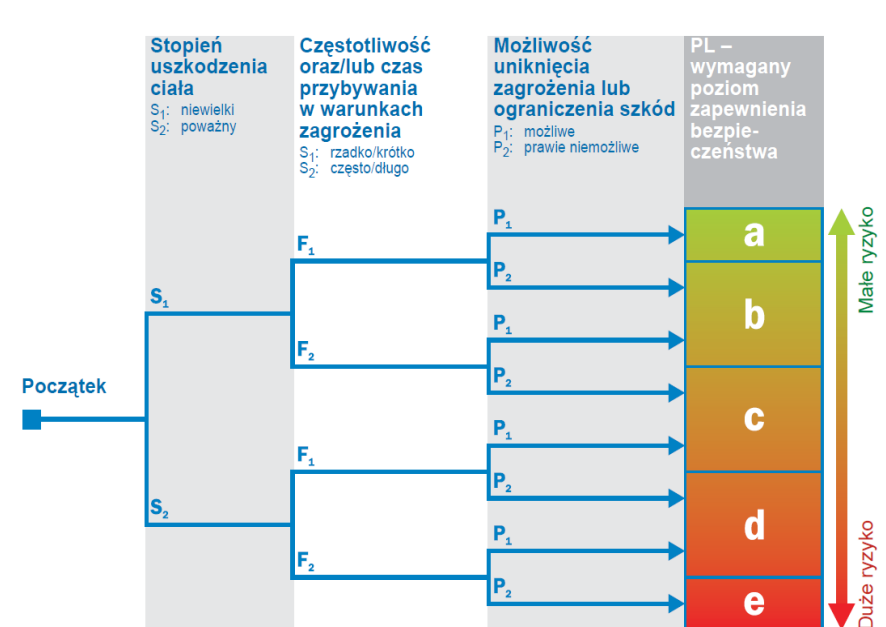
Poziomy akceptowalności ryzyka.

Poziom ryzyka	Wskaźnik poziomu ryzyka [WPR]	Ocena poziomu ryzyka	Akceptowalność ryzyka	Zalecane działania
1	WPR ≤ 20	Bardzo niskie	Akceptowalne	Działania doraźne nie są potrzebne. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia
2	20 < WPR ≤ 70	Niskie	Akceptowalne	Zwiększona czujność i okresowych kontrolach stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia. (Zależy się rozważenie możliwości redukcji ryzyka do poziomu bardzo niskiego)
3	70 < WPR ≤ 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.

Poziom ryzyka	Wskaźnik poziomu ryzyka [WPR]	Ocena poziomu ryzyka	Akceptowalność ryzyka	Zalecane działania
4	110 < WPR ≤ 150	Wysokie	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. Wyłączenie wyrobów odpowiadających poziomowi 4
5	150 < WPR ≤ 200	Wysokie	Nieakceptowalne	Podjęcie natychmiastowych działań korygujących redukujących ryzyko do poziomu 1 lub co najwyżej 2 w określonym czasie — nie dłuższym niż 1 miesiąc. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia. Wyłączenie wyrobów odpowiadających poziomowi 5
6	200 < WPR ≤ 300	Wysokie	Nieakceptowalne	Podjęcie natychmiastowych działań korygujących redukujących ryzyko do poziomu 1 lub co najwyżej 2 w określonym czasie — nie dłuższym niż 1 tydzień. Codzienne i okresowe monitorowanie stanu bezpieczeństwa. Procedury bezpiecznej pracy. Szkolenia. Wyłączenie wyrobów odpowiadających poziomowi 6

Źródło: Na podstawie normy PN-EN ISO 12100:2012

Graf ryzyka na podstawie normy EN ISO 13489 [6]



Podsumowanie i wnioski

W dzisiejszym „nowoczesnym” świecie, bardzo ważną 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.