

RYZYKO OBSŁUGI PRAS

Współczesna koncepcja kreowania bezpiecznego środowiska pracy polega na racjonalizacji ryzyka zawodowego, które pozostaje w zasadzie jedynym parametrem umożliwiającym kwantyfikowanie poziomu bezpieczeństwa. Jest przeto kluczem i nieodzownym narzędziem efektywnego zarządzania bezpieczeństwem pracy i dlatego warto, jak sądzę, przytoczyć kilka podstawowych pojęć związanych z ryzykiem.

Ryzyko zawodowe jest definiowane jako możliwość ponoszenia strat w procesie pracy, czyli jest prawdopodobieństwem zaistnienia zdarzenia zagrażającego, powodującego określone szkody. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiego zdarzenia jest związane z jednoczesnym wystąpieniem dysfunkcji struktury stanowiska pracy i ekspozycji na nią ludzi lub obiektów. W odniesieniu do pras, najistotniejsze – zdecydowanie dominujące i decydujące o poziomie bezpieczeństwa – jest **ryzyko wypadkowe** (urazowe) stwarzane przez zagrożenia mechaniczne w strefie narzędziowej. Wynika to ze specyfiki pracy na prasach.

Ryzyko zdrowotne związane z oddziaływaniem zagrożeń środowiskowych (hałas, zapylenie, oświetlenie itd.) jest dobrze rozpoznane i nie wynika ze szczególnego charakteru stanowisk pracy przy prasach. Ryzyko, jakie towarzyszy ludziom w różnych fazach użytkowania maszyn, mimo zastosowania środków bezpieczeństwa, jest tzw. **ryzykiem resztkowym**. Zarządzanie bezpieczeństwem pracy polega w istocie na świadomym podejmowaniu albo odrzucaniu tegoż właśnie ryzyka. Ryzyko resztkowe, rzecz jasna, powinno pozostawać na poziomie zredukowanym do świadomie akceptowanego i uzasadnionego minimum, którego wartość graniczną wyznacza **ryzyko tolerowalne**, tj. ryzyko, które zostało zaakceptowane w danych

W numerze 10/98 „Bezpieczeństwa Pracy” przedstawiono przyczyny szczególnie wysokiego poziomu ryzyka wypadkowego, występującego przy ręcznym obsłudze maszyn do obróbki metali, powodowanego charakterystycznymi zagrożeniami towarzyszącymi ich użytkowaniu. Pełne rozpoznanie zagrożeń jest warunkiem koniecznym do przeprowadzenia poprawnej oceny ryzyka, czemu właśnie jest poświęcony niniejszy artykuł.

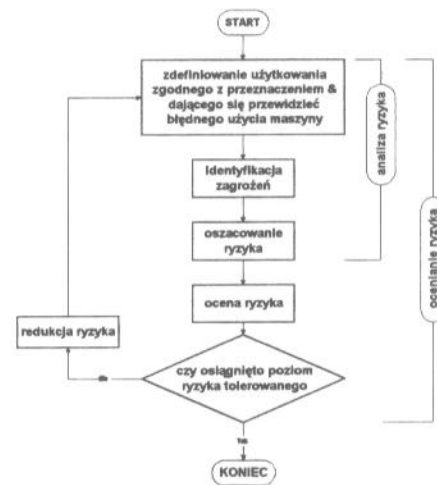
okolicznościach opartych na bieżących wartościach społecznych (aktualny stan wiedzy i techniki, koszty, organizacja bezpiecznych procesów pracy, wykształcenie, umiejętności, kultura, świadomość personelu i in.). Ryzyko tolerowalne to niezwykle ważne pojęcie, wyznacza bowiem poziom minimum, poniżej którego zejść nie można, lecz jednocześnie trudne do zastosowania, bo niejednoznaczne. Jest ono podstawą współczesnej strategii kształtowania *bezpieczeństwa*, które obecnie jest definiowane jako *uwolnienie od nietolerowalnego ryzyka*, a nie wyidealizowany stan absolutnego bezpieczeństwa z ryzykiem zredukowanym do zera.

Ocenianie ryzyka obsługi pras

Ryzyko tolerowalne można osiągnąć przez zastosowanie iteracyjnego^{*)} procesu oceniania ryzyka i – w razie potrzeby – jego redukcji (rys. 1). Ocenianie ryzyka składa się z analizy i oceny ryzyka. Analiza ryzyka to zebranie, rozpoznanie oraz przetworzenie dostępnych informacji koniecznych do dokonania identyfikacji zagrożeń oraz do oszacowania ryzyka. Natomiast ocena ryzyka wieńczy proces oceniania, w którym na podstawie analizy oraz także uwzględnienia rozmaitych czynników, jak np. socjalnych, ekonomicznych, środowiskowych itd., zostaje wydane orzeczenie

^{*)} iteracja — powtarzanie się

o akceptacji lub nie wcześniej oszacowanego ryzyka. Niniejsza publikacja głównie dotyczy metod szacowania i oceny ryzyka obsługi pras. Pełnego rozpoznania zagrożeń dokonano w numerze 10/98 BP. Natomiast metody redukcji ryzyka zostaną przedstawione w jednym z kolejnych numerów czasopisma.

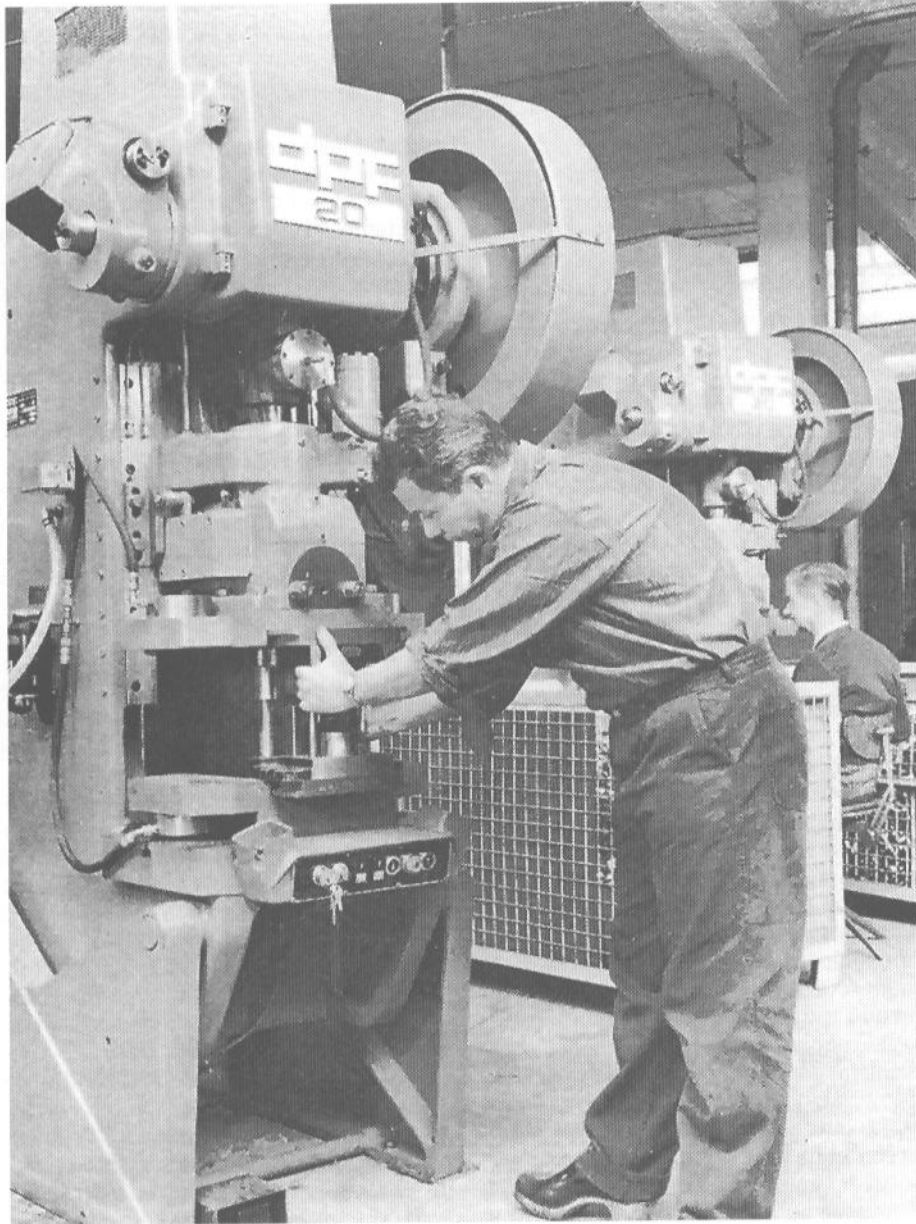


Rys. 1. Iteracyjny proces nadzorowania ryzyka (wg Guide ISO/IEC 51)

Szacowanie ryzyka

Ryzyko wypadkowe jest pojęciem stochastycznym. Zatem oszacowanie ryzyka jest to jego skalkulowanie z pewnym prawdopodobieństwem, na pewnym poziomie ufności. Problem wydaje się z pozoru prosty. Wiedząc, że ryzyko (R) jest funkcją prawdopodobieństwa (P) wystąpienia wydarzenia wypadkowego i ciężkości (S) jego następstw $R = f(P, S)$, a prawdopodobieństwo (P) jest funkcją częstości (O) występowania podobnych zdarzeń, ekspozycji (E), czyli częstotliwości/czasu trwania narażenia oraz ludzkich i technicznych możliwości uniknięcia lub ograniczenia szkody (A) o określonej ciężkości (S)

$$R = f(O; E; A; S)$$



oraz znając wartości tych elementów, wy-dawałoby się, że nie powinno być kłopotu z samym oszacowaniem ryzyka. Problem tkwi w słabym rozpoznaniu wartości elementów składowych. Głównie przyczynia się do tego sam człowiek, który jest obecny w każdym z czterech elementów ryzyka, a którego zachowania najtrudniej poddają się kwantyfikacji i pozostają na najniższym

poziomie ufności. Parametry niezawodności elementów struktury prasy (maszyny) są jednak także zazwyczaj nieznanne. Siłą rzeczy taka sytuacja wymusza bardzo zindywidualizowane podejście do każdej analizy, które wymaga posiłkowania się wiedzą i doświadczeniem, historią wypadków na takich samych i podobnych maszynach, opracowaniami statystycznymi itd. Trzeba od razu powiedzieć, że nie ma standardo-

wych metod szacowania ryzyka. W odnie-sieniu do maszyn, w normach i przewodnikach EN/ISO nie ma nawet sugestii co do zalecanych sposobów szacowania. W do-kumentach tych podkreśla się wręcz, że dobór metody zależy od cech poszczegól-nych stanowisk pracy i dlatego należy do-pracować się własnych, najodpowiedniej-szych sposobów szacowania. Generalnie jednak istnieją dwie metody szacowania: ilościowe i jakościowe.

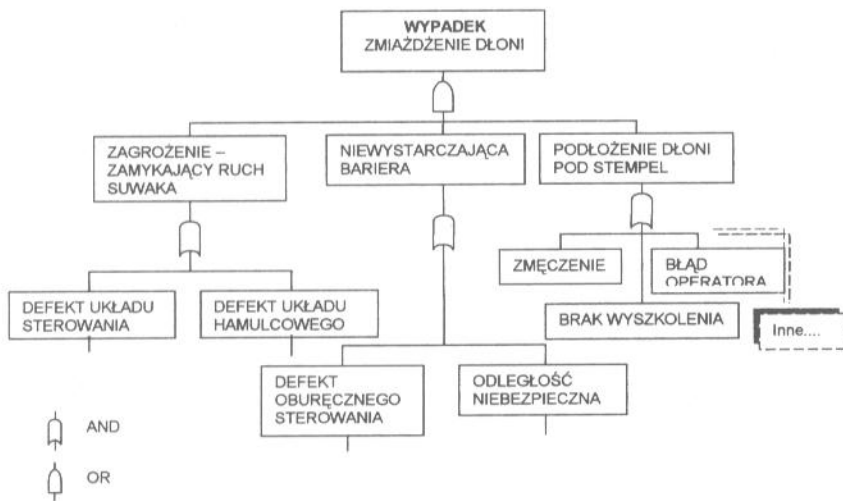
Szacowanie ilościowe

Metody ilościowe wykorzystują teorię niezawodności struktur. W zależności od postawionego problemu, do szacowania ilościowego stosuje się diagramy logiczne, tzw. drzewa błędów i zdarzeń, które polegają na wykorzystaniu dwóch bramek lo-gicznych: koniunkcji (AND) – mówiącej o tym, że zdarzenie nad bramką zachodzi wtedy, gdy jednocześnie zajdą wszystkie zdarzenia pod bramką i alternatywy (OR) – mówiącej z kolei o tym, że zdarzenie nad bramką może zajść, gdy wystąpi co najmniej jedno ze zdarzeń pod bramką. Na rysunku 2 przedstawiono górną część drzewa błędów prasy, za pomocą którego można wyznaczyć prawdopodobieństwo zmiążdżenia dłoni operatora podłożonej pod stempel w trakcie ruchu zamykające-go suwaka.

Budowa diagramu zaczyna się od wierzchołka drzewa, tzn. od wydarzenia szczytowego, czyli doznania urazu. Roz-patrywane zdarzenie wypadkowe jest prognozowane dla prasy mechanicznej ze sprzęgłem ciernym, wyposażonej w urządzenie sterowania oburęcznego, z ręcznym podawaniem materiału i usuwaniem wytłoczki. Do analizy wykorzystano model wypadku polegający na tzw. transferze energii. Aby mogło dojść do wypadku, muszą jednocześnie (bramka logiczna AND) wystąpić trzy elementy:

I. Musi istnieć zagrożenie – w rozpatrywanym przypadku jest nim energia mechaniczna suwaka, zamykającego przestrzeń narzędziową między stemplem a matrycą.

II. Ręka operatora musi wtargnąć do przestrzeni narzędziowej podczas fazy jej zamykania przez suwak (strefa pochwy-cenia).



Rys. 2. Drzewo błędów wydarzenia wypadkowego

III. Muszą zawieść bariery, których zadaniem jest uniemożliwienie dostępu rąk operatora do niebezpiecznej przestrzeni narzędziowej w trakcie zamykającego ruchu suwaka.

Na coraz niższych poziomach rozwijane są rozgałęzienia przyczynowo-skutkowe, aż do zdarzeń elementarnych, na których analiza się kończy. I tak, aby mogło dojść do kontynuowania niebezpiecznego ruchu suwaka (rozwińcie I elementu) w rozpatrywanym przypadku, po przedwczesnym zdjęciu rąk operatora z przycisków oburęcznego sterowania musi nastąpić albo defekt układu sterowania, albo niesprawność hamulca (bramka logiczna OR). Bariera systemowa, jaką jest na analizowanej prasie urządzenie sterowania oburęcznego (rozwińcie II elementu), może ulec uszkodzeniu albo być usytuowana zbyt blisko (bramka logiczna OR) najbliższego miejsca niebezpiecznego, niż by to wynikało z czasów: dobiegu suwaka, tzn. czasu zatrzymywania suwaka oraz czasu zadziałania samego urządzenia sterowania oburęcznego. Rozmaite mogą być przyczyny podłożenia ręki przez operatora

(rozwińcie III elementu poprzez bramkę logiczną OR) — błędy ludzkie, zmęczenie, monotonia, monotypia, brak świadomości itd. Rzecz jasna, pokazane elementy można rozwijać dożądanego poziomu szczegółowości, na którym potrafimy przypisać zdarzeniom elementarnym wartości prawdopodobieństw wystąpienia defektów (zawodności). Zatem znając parametry (nie) zawodności elementów na najniższych rozgałęzieniach związanych z konstrukcją i działaniem prasy łącznie ze sterowaniem, budową i usytuowaniem urządzenia sterowania oburęcznego oraz zachowaniem i organizacją pracy operatora, można wyznaczyć prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zagrażającego, czyli oszacować ryzyko zmiążdżenia dłoni.

Pozytywne drzewa, tzn. drzewa zdarzeń, są budowane w odwrotnym kierunku — od szczegółu do ogółu. Rozwijane są sekwencje prawdopodobnych zdarzeń wywołanych zdarzeniem elementarnym, np. uszkodzeniem cewki zaworu rozdzielającego, sterującego pracą układu sprzęgłowo-hamulcowego prasy. Metody ilościowe, (nie) zawodnościowe, szacowania ryzyka mają coraz większe znaczenie przy

projektowaniu maszyn i procesów, kiedy nie tyle chodzi o uzyskanie bezwzględnych wartości ryzyka, a bardziej o wykrzystanie struktur niezawodnościowych maszyn do minimalizowania ryzyka poprzez modelowanie elementów tych struktur. W tzw. triadzie zapewnienia bezpieczeństwa maszyn powinny być wykorzystywane na samej górze hierarchii, tzn. na etapie ich projektowania.

Szacowanie jakościowe

Podstawowym celem prowadzenia systemowej oceny ryzyka jest optymalny dobór środków bezpieczeństwa zarówno przez producentów, jak i użytkowników pras. Metody ilościowe okazują się tu mało przydatne. Praktyczniejsze są metody jakościowe albo mieszane (np. tzw. kalkulator ryzyka, grafy ryzyka), w których pewnym elementom ryzyka nadaje się wartości, innym — znaczenia i według określonego klucza się je kojarzy. Do oceny ryzyka stwarzanego przez maszyny, a zwłaszcza prasy, warto poznać i stosować grafy ryzyka. Są to metody bardzo proste, przyjazne, z których wyniki szacowania można dość łatwo transponować na dobór urządzeń ochronnych odpowiednich klas. Na rys. 3 przedstawiono graf ryzyka opracowany w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy specjalnie do szacowania ryzyka stwarzanego przez prasy.

Przyjęto następujące kryteria dla poszczególnych elementów ryzyka: **S – ciężkość urazu**

S1 – uraz lekki, po którym poszkodowany odzyskuje kondycję sprzed wypadku;

S2 – uraz ciężki powodujący trwałe kalectwo;

S3 – rozległe, ciężkie urazy wielu osób, śmierć;

O – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zagrażającego

O1 – bardzo niskie prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia wypadkowego, nie częściej niż 1 raz na 20 lat;

O2 – niskie prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia wypadkowego tj. 1 raz na 10-20 lat;

O3 – wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia wypadkowego tj. częściej niż 1 raz na 10 lat.

E – ekspozycja

E1 – ekspozycja rzadka, nie częściej niż 1 raz na zmianę

E2 – ekspozycja częsta, częściej niż 1 raz na zmianę

A – możliwość uniknięcia urazu

A1 – istnieje możliwość techniczna lub ludzka uniknięcia zdarzenia

A2 – nie ma możliwości uniknięcia zdarzenia.

Kryteria te są, rzecz jasna, tylko pewną propozycją wynikającą jednak ze studiów nad podejściem do tego problemu w innych ośrodkach naukowych w Europie oraz z analiz statystycznych wypadków, jakie miały miejsce na tłocznich w Polsce w latach 1994-1997. Do lepszego i jednoznacznego ich zrozumienia konieczny jest komentarz.

Ciężkość urazu, w odniesieniu do maszyn generalnie, mieści się zazwyczaj w dwóch kategoriach: S1 i S2. Corocznie przy obsłudze pras mają jednak miejsce w Polsce wypadki śmiertelne. Ponadto duże prasy, np. karoseryjne, często wymagają wieloosobowej obsługi zarówno podczas normalnego użytkowania, jak też podczas konserwacji i napraw, co stwarza możliwości doznania urazu przez wiele osób. Dlatego graf ryzyka dla pras mieści się także w kategorii S3.

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zagrażającego na prasie z ręczną obsługą, wynosi w Polsce w ciągu roku ok. 1/6 (268 wypadków w latach 1993-95 na 557 prasach — badania CIOP). Wskaźnik ten, według przyjętych kategorii, plasuje prasy na bardzo wysokim poziomie prawdopodobieństwa urazu — O3. Przy tym można skonstruować pewną prawidłowość. Otóż przy średniej częstości występowania wypadku na prasach 1/6 (1 raz na 6 lat) zachodzi relacja wprost pomiędzy tą częstością a trwałością elementów stosowanych w układach sterowania pras. Mianowicie w ciągu roku wykonuje się przeciętnie na prasie 0,5 do 1 mln operacji

(przesterowań suwaka). Zatem w ciągu 6. lat wykonuje się od 3 do 6 mln cykli, co jest zbliżone z trwałością większości deklarowanych przez producentów elementów sterowania.

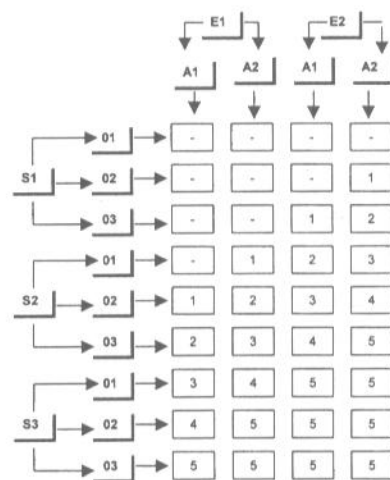
Ekspozycja dwustanowa nie oddaje, być może, bogactwa przypadków praktyki warsztatowej oraz relacji pomiędzy częstotliwością dostępu i czasem przebywania w strefach niebezpiecznych. W odniesieniu do pras taki podział jest uzasadniony tym, że podczas normalnej ręcznej obsługi, ekspozycja operatora jest w istocie ciągła – E2. Ekspozycja (E1) występuje przy obsłudze pras tylko podczas konserwacji i napraw oraz – nie zawsze – podczas wymiany narzędzi.

Możliwość uniknięcia zdarzenia zagrażającego przy dysfunkcji systemu zatrzymywania suwaka podczas normalnej obsługi pras jest właściwie żadna (A2) z uwagi na nagłość tych zdarzeń. Kategoria A1 odnosi się do zagrożeń generowanych podczas np. prac na wysokości w trakcie konserwacji prasy, do możliwości ludzkich i technicznych przy wymianie narzędzia, do zapewnienia odpowiedniej aranżacji otoczenia wokół prasy po to, aby zminimalizować możliwość potknięć, poślizgnięć, upadków itp.

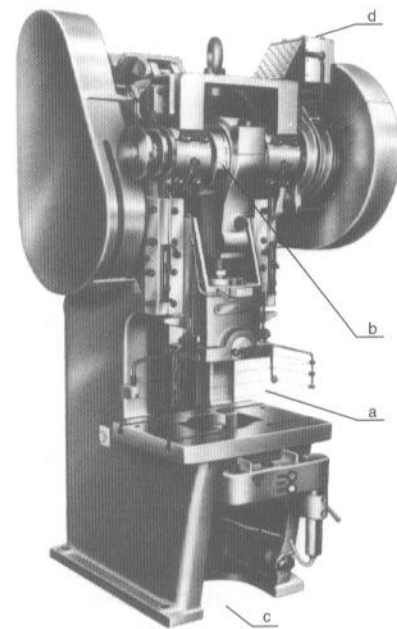
Szacowanie ryzyka w głównych strefach niebezpiecznych prasy

Wędrowka po gałęziach grafu ryzyka (rys. 3) rozpoczyna się od określenia stref niebezpiecznych oraz sytuacji i zdarzeń zagrażających, jakie mogą wystąpić w rozpatrywanych fazach użytkowania prasy. W celu zilustrowania metody grafu zostanie przedstawiona analiza szacowania dla mechanicznej prasy mimośrodowej z jednoosobową, ręczną obsługą. Na rys. 4 przedstawiono główne strefy niebezpieczne takiej prasy, w których muszą wykonywać zadania operatorzy, ustawiacze i konserwatorzy.

Z uprzednio przeprowadzonej identyfikacji zagrożeń wynika, że w przestrzeni narzędziowej prasy następuje silna koncentracja zagrożeń mechanicznych, przez



Rys. 3. Graf szacowania ryzyka przy obsłudze pras



Rys. 4. Prasa mechaniczna: a - strefa narzędziowa, b - strefy oddziaływania elementów napędu i sterowania, c - strefa obsługi prasy, d - strefa prac na wysokości

OSZACOWANIE KLASY RYZYKA (KR) GŁÓWNYCH STREF OBSŁUGI PRASY MIMOŚRODOWEJ

co 95% wypadków ma miejsce właśnie tam (w 85% to urazy rąk). W strefie narzędziowej elementy ryzyka przybierają wartości ekstremalne. Tam w każdym cyklu pojawia się możliwość pochycenia rąk lub innych części ciała w zamykającej się przestrzeni narzędzi, oddziaływania poduszki ciągowej i wyrzutnika, wyrzucania części materiału lub narzędzia, a nawet urazów powodowanych nieodpowiednią dynamiką osłon ruchomych. Dla strefy narzędziowej **a** osobno przeprowadzono analizę dla normalnej, cyklicznej, ręcznej obsługi (**a1**) oraz dla wymiany narzędzi (**a2**). Strefy **b** mają podobny do siebie charakter oddziaływań. Są związane z rutynowymi regulacjami krzywek sterujących, nastawianiem mimośrodów (skoku suwaka), wymianą pasków klinowych napędu, smarowaniem, przeglądami itp. Strefa **c** to stanowisko obsługi operatora i strefa robocza wokół prasy. Szacowanie ryzyka przeprowadzono dla dwóch sytuacji **c1** oznacza przebywanie w miejscu obsługi z racji normalnych czynności obsługowych, tj. podawania materiału, sterowania i odbierania wytłoczki. Natomiast **c2** oznacza poruszanie się wokół prasy z rozmaitych przyczyn, jak pobieranie materiału, magazynowanie wyrobów, czyszczenie stanowiska pracy, dokonywanie czynności kontrolnych. Strefa **d** to przestrzeń robocza na wysokości, gdzie okresowo dokonywane są przeglądy, konserwacje, naprawy i remonty. W tabeli zestawiono wyniki analizy oszacowania ryzyka dla tych stref.

Strefa a

a1 – oszacowanie klasy ryzyka dla cyklicznego podkładania rąk operatora do strefy narzędziowej podczas normalnej obsługi. Ścieżka: S2-O3-E2-A2→KR5. Dla jednoosobowej obsługi prasy mimośrodowej prognozowana ciężkość urazu – wysoka S2, oznacza w praktyce urazy rąk powodujące trwałe kalectwo. Dla pras dużych z wieloosobową obsługą, gdzie do przestrzeni narzędziowej mogą mieć dostęp nie tylko ręce, ale mogą wejść ludzie, można przyjąć nawet kategorię S3. Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia – O3, wynika z analiz wypadkowości (1/6 w skali roku). Ekspozycja prawie ciągła E2, ponieważ operator dokonuje manipu-

Strefa		Czynności obsługi, czynniki niebezpieczne, zdarzenia zagrażające, urazy	S	O	E	A	KR
a	a1	Ręczne podawanie materiału lub odbieranie wytłoczki • ruch narzędzi, suwaka, poduszki ciągowej, wyrzutników, przedmiotów, osłon • pochycenie, uderzenie, wplątanie, kontakt • zmiżdżenie, złamanie, obcięcie, skaleczenie, otarcie	S2	O3	E2	A2	5
	a2	Ustawianie i wymiana narzędzi oraz wyposażenia • ruch narzędzi, suwaka, poduszki ciągowej, wyrzutników, przedmiotów, osłon • pochycenie, uderzenie, wplątanie, kontakt • zmiżdżenie, złamanie, obcięcie, skaleczenie, otarcie	S2	O2	E1	A2	2
b		Okresowe nastawianie lub regulacja, smarowanie i konserwacja • ruch elementów napędu i sterowania • uderzenie, wciągnięcie, kontakt • złamanie, stłuczenie, otarcie, skaleczenie	S1	O3	E1	A1	–
c	c1	Przebywanie na stanowisku obsługi (sterowanie prasą, obsługiwane procesu tłoczenia) • wyrzucane przedmioty, ciecze, powietrze technologiczne, nieprzebranie zasad ergonomii • uderzenie, kontakt, przeciążenie • złamanie, stłuczenie, skaleczenie, poparzenie, wady postawy	S2	O1	E2	A2	3
	c2	Przebywanie na stanowisku obsługi (chodzenie wokół prasy przy pobieraniu materiału, magazynowaniu wyrobów, czyszczenie) • wyrzucane przedmioty, ciecze, powietrze technologiczne, śliskie powierzchnie, wystające części, przejścia, dojsčia • uderzenie, kontakt, potknięcie, poślizgnięcie, upadek na powierzchnię • złamanie, skaleczenie, stłuczenie	S1	O3	E2	A1	1
d		Praca na wysokości podczas bieżącej obsługi produkcji, napraw, remontów • usytuowanie, dojsčia, drabiny, platformy, wystające części • upadek z wysokości, potknięcia, przygniecenia • złamanie, stłuczenie, skaleczenie (śmierć)	S2	O1	E2	A1	2

lacji w przestrzeni narzędziowej zazwyczaj przez większą część trwania cyklu. Możliwość uniknięcia zdarzenia praktycznie żadna – A2, bowiem czas aktywizacji zagrożenia jest za krótki, aby operator mógł stosownie zareagować, zważywszy jeszcze na charakter pracy, monotoniczny i monotypowy. Zatem wszystkie cztery elementy ryzyka podczas normalnego operowania w strefie narzędziowej przybierają wartości ekstremalne, co rzecz jasna czyni najwyższą kategorię ryzyka – KR5.

a2 – oszacowanie klasy ryzyka przy wymianie i nastawianiu narzędzi. Ścieżka: S2-O3-E1-A2→KR2. Zagrożenia i konsekwencje są podobne jak podczas normalnej obsługi – S2. Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia jest podobne jak poprzednio – O3. Ekspozycja jest nieporównywalnie niższa – E1. W małych zakładach, przy bardzo krótkich seriach, wymiana narzędzi może być częstsza niż raz na

zmianę i wtedy ekspozycja powinna przybierać kategorię E2. Możliwość uniknięcia zdarzenia istnieje – A1. Przebieg ścieżki czyni w efekcie kategorię ryzyka KR2. Jednakże, przy przyjęciu ekspozycji E2, kategoria ryzyka kształtuje się bardzo wysoko, bo na poziomie KR4.

Strefa b

Ze względu na podobny charakter zagrożeń, strefy dostępu do elementów napędu i sterowania zredukowano do jednej strefy **b**. Ścieżka: S1-O3-E1-A1→KR-. Ciężkość urazów wynikających z kontaktu z elementami napędu i sterowania należy zakwalifikować jako lekkie S1. Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia wysokie – O3. Dostęp do mechanizmów napędu i sterowania podczas normalnej obsługi jest konieczny rzadko – E1, na pewno nie częściej niż przy wymianie narzędzi, z czym może się wiązać zmiana skoku

i regulacja krzywek na wale. Dostęp do koła zamachowego i przekładni jest zupełnie sporadyczny – przy przeglądach, naprawach i konserwacji. Możliwość uniknięcia zdarzenia istnieje – A1, wystarczy zachować elementarną ostrożność i stosować procedury bezpiecznej pracy. Taki przebieg ścieżki kształtuje ryzyko na najniższym, pozaklasowym poziomie KR-.

Strefa c

c1 – strefa ciągłego przebywania w miejscu obsługi. Ścieżka: S2-O1-E2-A2→KR3. Ciężkość urazu może być bardzo wysoka – S2, ponieważ przy wyrzucie z przestrzeni narzędziowej, np. złamanego stempla, może dojść nawet do wypadku śmiertelnego. Prawdopodobieństwo zaś wyrzutu elementów z przestrzeni narzędziowej niskie – O1. Ekspozycja oczywiście ciągła E2. Możliwość uniknięcia zdarzenia, w najwyższym stopniu przypadkowego, żadna – A2. Taki przebieg czyni wysoką kategorię ryzyka KR3. Należy zauważyć, że tak wysoka kategoria wynika tylko z przebywania w miejscu obsługi (a nie samej obsługi) i ekspozycji tylko na zagrożenia mechaniczne. Operator przebywając na stanowisku obsługi, jest narażony dodatkowo na oddziaływanie czynników środowiskowych, zwłaszcza: hałasu, drgań, zapylenia oraz na bardzo niekorzystne warunki ergonomiczne.

c2 – strefa przebywania na stanowisku obsługi wynikająca z konieczności chodzenia wokół prasy przy pobieraniu materiału, magazynowaniu wyrobów, czyszczenia itp. Ścieżka: S1-O3-E2-A1→KR1. Zagrożenia związane są z potknięciem się, poślizgnięciem i upadkiem. Ciężkość urazu zależy od sytuacji. Bywają upadki bardzo tragiczne w skutkach. Zazwyczaj jednak zdarzenie kończy się potłuczeniem, ewentualnie złamaniem, co można zakwalifikować do urazu lekkiego – S1. Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia bardzo wysokie – O3 (bo ktoś się w życiu nie potknął co najmniej raz na 10 lat). Ekspo-

zycja z natury rzeczy ciągła – E2. Jednak możliwość unikania takich zdarzeń istnieje – A1, ponieważ wystarczy zadbać o stan powierzchni dróg i obuwia, zlikwidować lub osłonić wystające części, naróża, zapewnić odpowiednie dojścia itd. Tak wyznaczony przebieg ścieżki wyznacza kategorię ryzyka KR1.

Rzecz jasna rozważana jest tutaj sytuacja projektowania stanowiska pracy. Przy szacowaniu ryzyka stanowisk istniejących może zaistnieć przypadek, gdzie w wyjątkowo złych warunkach pracy prognozuje się ciężki uraz (np. głowy), stwierdza się marny stan i zupełny brak zabezpieczeń dróg, ogólny bałagan panujący wokół prasy. W takich warunkach ścieżka ryzyka przebiega po gałęziach S2-O3-E2-A1, co czyni najwyższą klasę KR5. Taka analiza znakomicie obrazuje wpływ organizacji stanowiska roboczego i przebiegu procesu prowadzonego na prasie na poziom (nie) bezpieczeństwa.

Strefa d

Praca na wysokości podczas obsługi bieżącej, napraw, remontów. Ścieżka: S2-O1-E2-A1KR2. Specjalnie wyróżniono ten przypadek z uwagi na wysoki poziom ryzyka. Podczas konserwacji, upadki z wysokości, bywały przyczyną śmierci. Wysokość pras mimośrodowych o nacisku powyżej 1000 kN przewyższa 3 m. Zatem prognozowana ciężkość urazu – S2. Prawdopodobieństwo wystąpienia takich zdarzeń jest jednak niskie – O1. Podczas wykonywania tego typu prac – ekspozycja E2. Możliwość uniknięcia zdarzeń istnieje – A1, wystarczy przestrzegać zasad pracy na wysokości. W efekcie oszacowana klasa ryzyka pozostaje na dość wysokim poziomie KR2.

Przedstawiona analiza jest ilustracją metody szacowania ryzyka przy wykorzystaniu grafu i nie może być, rzecz jasna, powielana w praktyce warsztatowej, gdzie trzeba dokonywać analiz bardzo zindywidualizowanych. Przy tym trzeba mieć za-

wsze świadomość tego, jaki jest cel dokonywanej analizy, czy szacujemy ryzyko dla stanowiska już pracującego, wyposażonego w jakieś urządzenia ochronne, czy dopiero projektujemy takie stanowisko i stoimy przed podjęciem decyzji o odpowiednim doborze środków bezpieczeństwa. Aby sprostać tym problemom konieczne jest dokonanie oceny oszacowanego ryzyka. Ocenianie ryzyka daje szansę na zbudowanie stanowiska na świadomie akceptowanym i tolerowanym poziomie ryzyka i temu w istocie służy. Problematyka ta będzie tematem osobnego artykułu.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Antosiak J., Karwowski W., Kędzia B., Kochanowski A., Kowalewski S.: *Prasy mechaniczne – bezpieczeństwo pracy*, CIOP-ZUS 1997
- [2] Antosiak J., Golański T., Nagel W.: *Technologia obróbki plastycznej na zimno*. SIMP 1985
- [3] Bojarski W. W.: *Wprowadzenie do niezawodności działania układów technicznych*. PWN 1967
- [4] Grzesiak K., Kołodziejki J., Netzel Z.: *Badania trwałościowe obiektów technicznych*. WNT 1968
- [5] *Poradnik niezawodności – Podstawy matematyczne*. WEMA 1982
- [6] *National Safety Council – Power press. Safety manual*. Executive Comitee of the Power Press & Forging Section of the Industrial Devison of the National Safety Council 1989
- [7] Andrews J. D., Moss T. R.: *Reliability and risk assessment*. Longman Scientific&Technical 1993
- [8] Booth R.: *Strategies for machinery and safe behaviour overview, and hazard identyfikation and elimination*. Topdech 1993
- [9] Liedtke H., Meinicke R., Volkmar E.: *Unfallverhütung an pressen*. Erich Schimdt Verlag 1993
- [10] EN 692 – *Mechanical presses. Safety*
- [11] prEN 693 – *Hydraulic presses. Safety*
- [12] EN 292 – *Safety of machinery* (cz. 1 i 2)
- [13] EN 1050 – *Safety of machinery. Principles of risk assessment*
- [14] EN 954-1 – *Safety of machinery. Safety – related parts of control system. Part 1: General principles for design*