

# Zapobieganie stratom w przemyśle wytwórczym

Strata jest pojęciem, które towarzyszy nam w życiu codziennym. Również działalności każdego przedsiębiorstwa towarzyszą straty, związane z różnymi niepożądanymi zdarzeniami, takimi jak wypadki przy pracy, choroby zawodowe, awarie czy niespełnienie norm jakościowych. Dotykają one całego przedsiębiorstwa, a więc pracowników, materiałów, produktów, maszyn, czy wreszcie kapitału zakładowego. Najczęściej straty stanowią element kosztów, z czym wiąże się wysokość uzyskiwanego dochodu. Minimalizacja strat, a w szczególności zapobieganie im jest zatem strategią efektywnych przedsiębiorstw, w których występuje maksymalny stosunek zysku do ponoszonych kosztów.

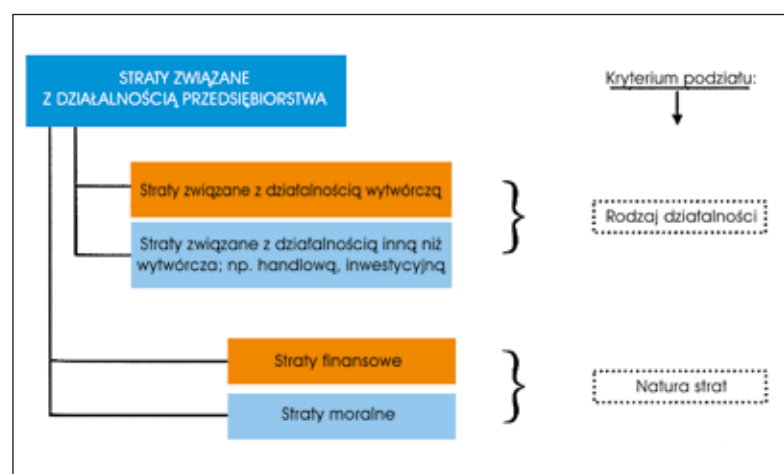
■ Jacek Iwko  
 ■ Laboratorium Tworzyw Sztucznych  
 ■ Politechnika Wrocławska

## Zapobieganie stratom w przemyśle wytwórczym

Stratę można zdefiniować jako nieuzasadnioną (możliwą do uniknięcia) część kosztów działania systemu człowiek – technika – środowisko (M-T-E) w świetle znanych i dostępnych rozwiązań organizacyjno – technicznych, wyrażoną w dowolnych jednostkach finansowych. Definicja ta odnosi powstawanie strat do stosowanych rozwiązań techniczno – organizacyjnych. Im lepsze są te rozwiązania, tym straty są mniejsze. Oczywiście nie-

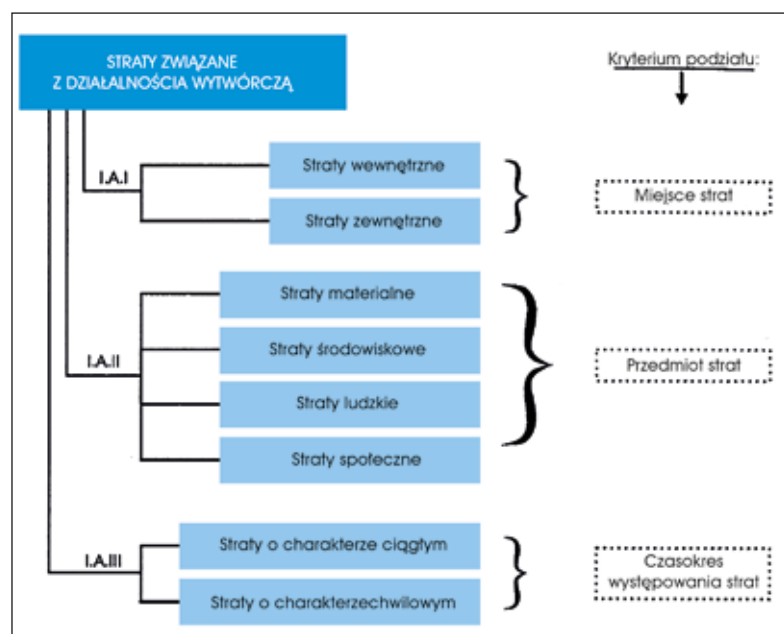
możliwe jest całkowite ich ograniczenie, choć strategia przedsiębiorstwa powinna być ukierunkowana na ich minimalizację. Straty tego rodzaju są zagrożeniem wielopłaszczyznowym, m.in. dla dochodu osiąganego przez firmę, zaufania ze strony klientów, czy dobrego imienia firmy.

Wybór właściwej strategii zapobiegania stratom wymaga przede wszystkim odpowiedniej ich klasyfikacji. Na rysunku 1 przedstawiono przykład podziału strat związanych z działalnością przedsiębiorstwa, natomiast na rys. 2 zaprezentowano



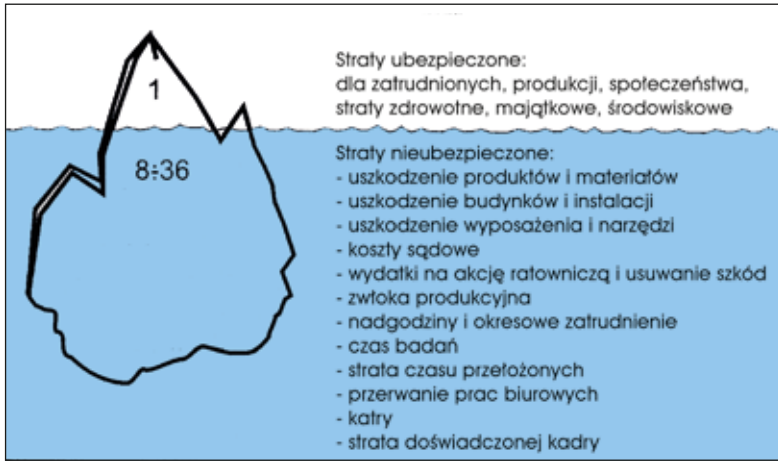
■ Rys. 1. Podstawowy podział strat związanych z działalnością przedsiębiorstwa

Źródło: A. Markowski, *Zapobieganie stratom w przemyśle*, Wydawnictwo PŁ, Łódź 1999



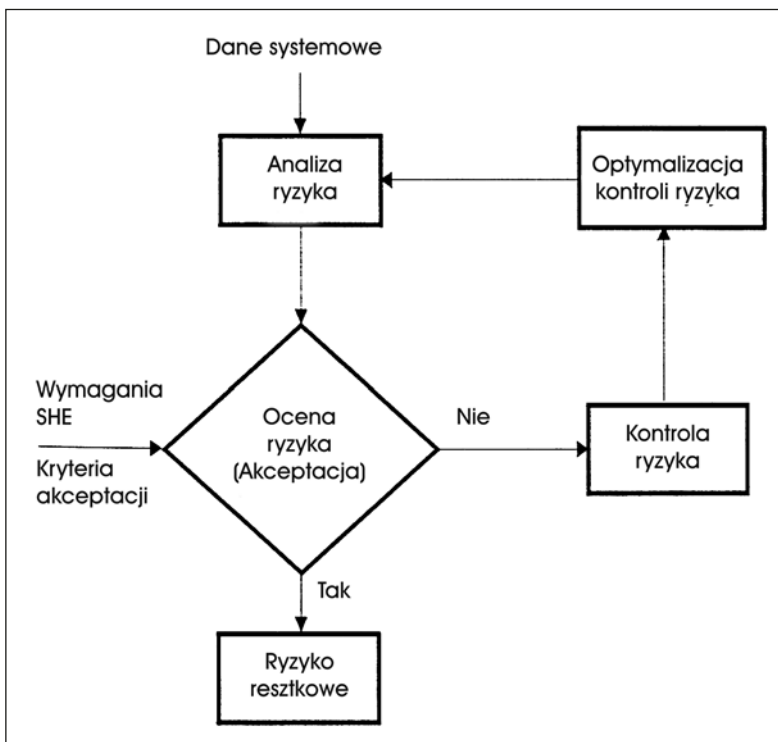
■ Rys. 2. Podział strat związanych z działalnością wytwórczą

Źródło: A. Markowski, *Zapobieganie stratom w przemyśle*, Wydawnictwo PŁ, Łódź 1999



Rys. 3. Relacja pomiędzy stratami ubezpieczonymi a nieubezpieczonymi

Źródło: A. Markowski, *Zapobieganie stratom w przemyśle*, Wydawnictwo PL, Łódź 1999



Rys. 4. Cykl zarządzania ryzykiem (S – bezpieczeństwo, H – zdrowie, E – środowisko)

Źródło: A. Markowski, *Zapobieganie stratom w przemyśle*, Wydawnictwo PL, Łódź 1999

przykład podziału strat związanych z działalnością wytwórczą.

Z rysunków tych widać, iż dla określenia rodzajów strat związanych z działalnością przedsiębiorstwa wykorzystać można różne kryteria podziału:

- rodzaj działalności,
- natura strat,
- miejsce strat,
- przedmiot strat,
- czasookres występowania strat.

Można oczywiście stosować również inne kryteria, np. skalę potencjalnych strat. I tak, można rozróżnić straty małe (dot. danego urządzenia), średnie (dot. zakładu) oraz duże (tzw. katastroficzne, obejmujące swoim zasięgiem oprócz zakładu również środowisko naturalne).

Najistotniejszy dla firmy jednak wydaje się być podział strat finansowych ze względu na ponoszoną odpowiedzialność finansową. Zdarzenia losowe, a więc wypadki przy

pracy, awarie lub katastrofy podlegają działalności ubezpieczeniowej i asekuracyjnej, zatem poniesiona strata może być skompensowana przez instytucję ubezpieczeniową. Jednak w praktyce nigdy nie następuje całkowite pokrycie szkody.

Na podstawie przeprowadzonych badań przez angielską inspekcję pracy stwierdzić można, iż udział tzw. kosztów ubezpieczonych do nieubezpieczonych (przedstawiony schematycznie na rys. 3) waha się w granicach 1:8 do 1:36, w zależności od rodzaju branży przemysłowej. Świadczy to o tym, jak wielkie straty są ponoszone przez przedsiębiorstwa i społeczeństwo, jak również o tym, że są one nieodwracalne.

Wielkość strat związanych z wypadkami przy pracy, chorobami zawodowymi oraz awariami zależy od jakości stosowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem i ochroną środowiska. Dane wyraźnie wskazują na istotne obniżenie m.in. wskaźników wypadkowości w tych firmach, w których wdrożono systemy zarządzania BHP, w szczególności te, które integrują zagadnienia bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

## Model zapobiegania i kontroli strat

Zapobieganie i kontrola strat w obszarach bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska polega na minimalizacji występowania ryzyka w danym przedsiębiorstwie. Cel ten jest realizowany przede wszystkim poprzez zarządzanie ryzykiem we wszystkich obszarach, w których występuje narażenie na ryzyko, a więc w obszarze:

- bezpieczeństwa i higieny pracy,
- bezpieczeństwa procesowego,
- bezpieczeństwa ekologicznego.

Zarządzanie ryzykiem jest zatem procesem wielostopniowym, funkcjonującym w tzw. cyklu zarządzania ryzykiem, przedstawionym na rys. 4. Analiza ryzyka wskazuje na możliwości powstawania strat,

ocena ryzyka dokonuje szacowania możliwości akceptacji występującego ryzyka, natomiast kontrola służy do wprowadzania dodatkowych systemów bezpieczeństwa dla uzyskania akceptowalnego poziomu ryzyka.

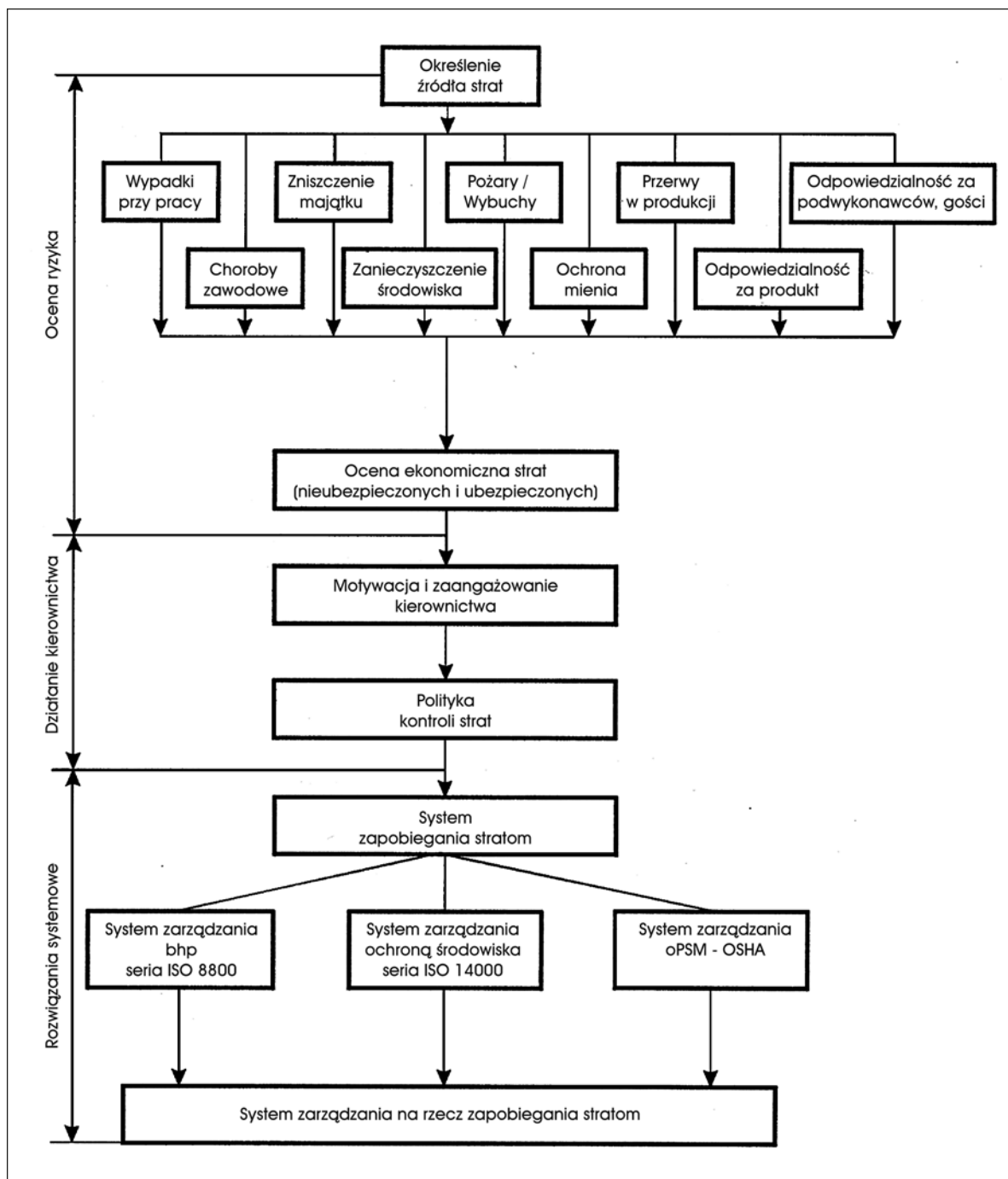
Całościowy model zarządzania dla minimalizacji strat w działalności wytwórczej przedstawiono na rys. 5. Jego podstawą jest przeprowadzenie oceny ryzyka, w której dokonuje się identyfikacji źródeł strat. Mogą to być zarówno zdarzenia wypadkowe, jak również inne, przedstawione na rys. 5. Mogą one oddziaływać indywidualnie lub zbiorowo na wszystkie aktywa przedsiębiorstwa. Szczególną rolę odgrywają tu pożary, gdyż występują przy każdym rodzaju działalności gospodarczej i z tego powodu program kontroli strat powinien w szczególny sposób obejmować to zagadnienie.

Ocena ryzyka powinna dotyczyć w zasadzie wszystkich wymienionych na rys. 5 źródeł strat, a więc nie powinna być zawężona wyłącznie do typowego zakresu BHP obejmującego wypadki przy pracy i choroby zawodowe, lecz winna uwzględniać także straty z tytułu zanieczyszczenia środowiska, ochrony mienia oraz odpowiedzialności za powstanie strat w innych procesach wskutek niewłaściwie wykonanych produktów.

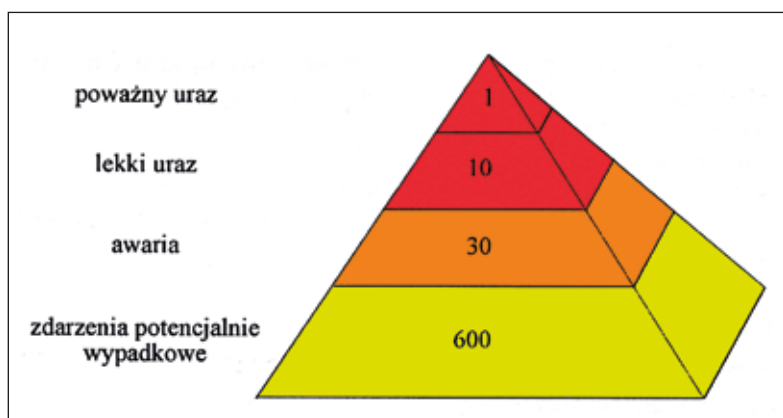
Rezultatem oceny ryzyka jest oszacowanie strat, które mogą potencjalnie powstać w wyniku prowadzenia działalności. Idealnie jest, gdy wielkość strat wyrażona jest w jednostkach pieniężnych. Pozwala to wówczas na przekonanie przełożonych do wprowadzenia dodatkowych środków kontroli strat, na które należy ponieść dodatkowe koszty.

## Zdarzenia potencjalnie wypadkowe

Analiza zdarzeń potencjalnie wypadkowych uchodzi za bar-



Rys. 5. Model zapobiegania i kontroli strat  
 Źródło: A. Markowski, Zapobieganie stratom w przemyśle, Wydawnictwo PŁ, Łódź 1999



Rys. 6. Rozkład wypadków i zdarzeń potencjalnie wypadkowych  
 Źródło: J. Karczewski, System zarządzania bezpieczeństwem pracy, ODDK, Gdańsk 2000

oleju pod dużym ciśnieniem, nie powodując jednak większych szkód, gdyż w pobliżu nie było ludzi,

- podczas prac konserwacyjnych związanych z formą wtryskową, podczas zamykania osłony, w pozycji jej niecałkowitego zamknięcia nastąpiło uruchomienie maszyny,
- podczas pracy wtryskarki w chwili, gdy w leju zasypowym zabrakło materiału, pracownik odsunął lej zasypowy; w trakcie powrotu ślimaka w pozycję tylną w cylindrze nastąpiło wyrzucenie płynnego, nagrzanego do 250°C tworzywa przez otwór w cylindrze, nie powodując szkód, gdyż pracownik znajdował się w tym momencie w znacznej odległości od wtryskarki,
- przy zasypywaniu leja zasypowego granulatem tworzywa z worka z materiałem ważącego 25 kg, pracownik magazynu wszedł na pomost i podczas przesypywania tworzywa wypuścił z rąk worek, który upadł po drugiej stronie maszyny nie raniąc nikogo, gdyż operator stał w tym czasie przy układzie zamykania.

Jest oczywiste, iż analiza przyczyn tych zdarzeń oraz zastosowanie odpowiednich środków profilaktycznych wyeliminuje przyczyny, które mogłyby spowodować podobne zdarzenie z dużo poważniejszymi konsekwencjami. Analizując pod kątem ilościowym występowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych, warto przytoczyć klasyczny już rozkład wypadków i tychże zdarzeń autorstwa F. Birda.

Powyższy rozkład przeprowadzony został na podstawie analizy ponad 750 tysięcy zdarzeń wypadkowych, które miały miejsce w 300 przedsiębiorstwach z 21 branż i zatrudniały łącznie ok. 1 750 tys. pracowników. Opisuje on, jak często mamy do czynienia ze zdarzeniami potencjalnie wypadkowymi. Ponieważ są one źródłem infor-

do istotny element efektywnego systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy. Jest to chyba najbardziej ekonomiczny sposób uczenia się oraz poprawy systemu prewencji w sytuacji, gdy tzw. odrobina szczęścia sprawia, że zdarzenie wypadkowe, które mogło spowodować straty, takowych nie spowodowało. Poniżej przedstawiono przykłady kilku zdarzeń potencjalnie wypadkowych:

- w trakcie pracy wtryskarki pękł wąż hydrauliczny i nastąpił wyciek

macji, dla każdego takiego zdarzenia powinna być przeprowadzona analiza potencjalnych strat, jeśli do podobnego zdarzenia dojdzie w przyszłości.

Największym problemem w rejestracji tego typu zdarzeń jest nieprzychylnie nastawienie pracowników. Zdarzenia potencjalnie wypadkowe mają bowiem najczęściej związek z błędami popełnianymi przez pracowników, a zatem mają oni opory, żeby się do nich przyznać, głównie w obawie przed konsekwencjami. Trudno jest także informować o zdarzeniach takich, widzianych u innych osób, np. w obawie podejrzenia o donosicielstwo. Niezbędna jest tutaj wiedza psychologiczna, która powinna pomóc w przekonaniu pracowników, iż zgłaszanie tego typu zdarzeń przynosi korzyść wszystkim pracownikom zakładu i nie będzie w żaden sposób karane.

Podsumowując, badanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych wymaga podobnych procedur, jak analiza zdarzeń wypadkowych. Istotne tutaj więc będą:

- system rejestracji zdarzeń potencjalnie wypadkowych,
- analiza przyczyn zdarzenia,
- ocena potencjalnych strat,
- dokumentacja zdarzenia potencjalnie wypadkowego,
- działania profilaktyczne oraz ich monitorowanie.

## Ryzyko a straty

Z poprzednich rozdziałów wynika, iż występowanie zagrożeń stwarza możliwość powstawania strat, a więc jest przyczyną ryzyka. Ryzyko jest stanem charakteryzującym się trzema własnościami:

- dotyczy przyszłości,
- charakteryzuje występującą zmianę,
- reprezentuje niepewność.

W takim kontekście, ryzyko jest prawdopodobieństwem wystąpienia strat, które dotyczyć mogą wszystkich aktywów zakładu.

**Tabela 1. Relacja pomiędzy ryzykiem, stratami a środkami kontroli ryzyka**

	RYZYKO	ŚRODKI KONTROLI	STRATY
$R_A \rightarrow$	Resztkowe	Brak środków kontroli ryzyka	Akceptowane
	Tolerowane (ALARP)	Optimalizacja stosowanych środków kontroli ryzyka	Tak niskie jak to jest praktycznie możliwe
$R_{NA} \rightarrow$	Niedopuszczalne	Obowiązek zastosowania środków kontroli ryzyka	Nieakceptowane

Źródło: A. Markowski, Zapobieganie stratom w przemyśle, Wydawnictwo PŁ, Łódź 1999

Dla obliczenia ryzyka niezbędne jest zatem określenie dwóch parametrów:

- prawdopodobieństwa niepożądanego zdarzenia (P), np. wypadku lub awarii,
- wielkości efektów tego zdarzenia w postaci potencjalnych skutków (S).

Ryzyko zatem można zdefiniować jako możliwość powstawania strat, wyrażoną jako prawdopodobieństwo występowania określonego rodzaju skutków w konkretnym czasie. Miarą ryzyka przy ocenie wielkości strat jest iloczyn prawdopodobieństwa i rodzaju skutków:

$$R = P \times S \quad (1)$$

Jeżeli skutki wyrazić w postaci jednostek finansowych, wówczas ryzyko wyrażone będzie w jednostkach finansowych przypadających na jednostkę czasu (wzór 2). Definicja taka może być określona jako natężenie strat:

$$[R] = \left[ \frac{\text{zdarz. wypadk.}}{[\text{jedn. czasu}]} \times \frac{\text{PLN}}{\text{zdarz. wypadk.}} \right] = \left[ \frac{\text{PLN}}{[\text{jedn. czasu}]} \right] \quad (2)$$

Jak wynika z genezy powstawania strat, wartość prawdopodobieństwa strat jest iloczynem poszczególnych prawdopodobieństw warunkowych, mianowicie prawdopodobieństwa wystąpienia niepożądanego zdarzenia, zadziałania systemów bezpieczeństwa oraz tego, że zdarzenie to spowoduje określone straty. Można zatem mówić o zwiększeniu lub zmniejszeniu prawdopodobieństwa strat, np. usunięcie (wyłączenie) osłony dla pracującej wtryskarki będzie istotnie zwiększało poziom ryzyka, nato-

miast np. wprowadzenie zarządzania bezpieczeństwem może istotnie zmniejszyć poziom ryzyka.

Warto również zwrócić uwagę na fakt, iż pomimo prostej formuły matematycznej używanej do ilościowego wyrażania ryzyka, jego obliczanie napotyka w praktyce na duże trudności, związane głównie z wyznaczeniem danych. I choć dotyczy to obu parametrów równania, to jednak szczególnie trudno jest wyznaczyć prawdopodobieństwo występowania zagrożenia przynoszącego odpowiednie skutki. Przy jego obliczaniu korzysta się z technik probabilistycznych wykorzystując takie narzędzia, jak drzewa błędów i drzewa zdarzeń, czy wreszcie tzw. dane ogólne dla poszczególnych rodzajów awarii. W wielu przypadkach stosuje się również ocenę ekspercką, przypisując wartościom prawdopodobieństwa i skutków określone kategorie jakościowo – ilościowe. Prowadzić to jednak może do subiektywnych wyników oceny ryzyka.

Możliwość wystąpienia określonych strat w kategorii prawdopodobieństwa opisuje liczba z zakresu  $\langle 0,1 \rangle$ , przy czym „0” opisuje naturalną niemożność wystąpienia strat, natomiast „1” całkowitą jej pewność. Ponieważ jednak żadne urządzenie nie może być w praktyce rozpatrywane jako całkowicie wolne od ryzyka, oznacza to, że w praktyce zawsze istnieje pewien poziom ryzyka, zwany ryzykiem resztkowym. Oznacza to również, iż straty będą występować zawsze i można je nazwać stratami oczekiwanymi. Jednak ich wielkość zależeć będzie od wielkości poziomu ryzyka resztkowego. Jeśli ryzyko resztkowe uznamy za ryzyko akceptowalne,

wówczas również straty będą akceptowalne.

W dziedzinie ryzyka wyróżnia się jego trzy obszary, tj. obszar ryzyka resztkowego (zawarty pomiędzy poziomem ryzyka resztkowego a ryzyka akceptowalnego  $R_A$ ), obszar ryzyka tolerowanego (w którym słuszną jest zasada ALARP) oraz obszar ryzyka niedopuszczalnego (występujący po przekroczeniu poziomu ryzyka nieakceptowanego  $R_{NA}$ ). W związku z tym wyróżnić można trzy rodzaje strat:

- obszar strat akceptowanych (oczekiwanych),
- obszar strat tak niskich jak to jest praktycznie możliwe (ALARP),
- obszar strat nieakceptowanych.

Wzajemne relacje pomiędzy tymi obszarami przedstawiono w tabeli 1.

Widać zatem, że w praktyce pytanie o wielkość strat jest pytaniem o granice ryzyka, jakie mogą być dopuszczalne przez społeczeństwo. Jest to więc decyzja polityczna, którą podejmują władze państwowe.

Podsumowując można zatem stwierdzić, że jeżeli nie wystąpią jakieś niepożądane zdarzenia (typu odchyłeń, błędów czy niedociągnięć), wówczas mogą powstać jedynie skutek występowania ryzyka resztkowego. Są to więc straty oczekiwane. Ponieważ jednak systemy bezpieczeństwa, wprowadzone do danego systemu technicznego mogą okazać się nieskuteczne lub niewystarczające, np. wskutek błędnej identyfikacji zagrożeń, zatem drugim źródłem strat, szczególnie niepożądanym, są straty powstałe w wyniku zdarzeń nadzwyczajnych, np. wypadków czy

awarii. Zatem, w każdym systemie technicznym mogą wystąpić dwa rodzaje strat:

- straty oczekiwane, związane z ryzykiem resztkowym  $R_R$ ,
- straty nadzwyczajne, związane z ryzykiem akceptowanym  $R_A$ .

Redukcja ryzyka polega na oddziaływaniu na poziom ryzyka resztkowego, który powinien być na poziomie akceptowanym. Poziom ten wyznacza się metodami badań przy zastosowaniu technik eksperckich lub analizy kosztów i zysków. ■

## Literatura:

1. A. Markowski, *Zapobieganie stratom w przemyśle*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999
2. J. Karczewski, *System zarządzania bezpieczeństwem pracy*, ODDK, Gdańsk 2000
3. M. Młyniczak, *Analiza ryzyka w transporcie i przemyśle*, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 1997
4. A. Słomka, *Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy*, OSPiP, Wrocław 2009
5. I. Romanowska-Słomka, A. Słomka, *Ryzyko zawodowe. Procedury, metody, zagrożenia*, OSPiP, Wrocław 2008