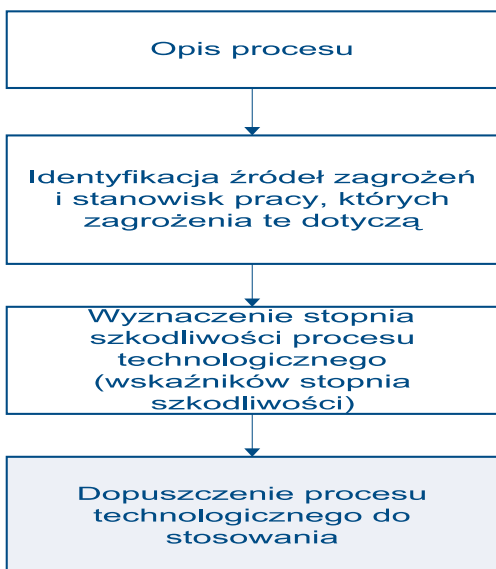


dr inż. ZOFIA PAWŁOWSKA  
dr inż. LESZEK PIETRZAK  
Centralny Instytut Ochrony Pracy

## Ogólne zasady oceny szkodliwości procesów technologicznych

**P**roces technologiczny stanowi zasadniczą część procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa i może obejmować zmianę kształtów, właściwości fizykochemicznych, wyglądu zewnętrznego przetwarzanego materiału lub trwałą zmianę wzajemnego położenia poszczególnych części wchodzących w skład produkowanego wyrobu, czyli montaż podzespołów i wyrobów. Zmiany te mogą być dokonywane poprzez oddziaływanie narzędzi bądź na skutek wpływu energii w jakiegokolwiek postaci – na przykład energii elektrycznej, cieplnej, świetlnej itp. [1]. Stosowanie procesów technologicznych związane jest z zagrożeniami [2], powodującymi np.:

- ryzyko indywidualne, wynikające z wpływu zagrożeń na poszczególnych członków ogółu społeczności związanej z procesem,
- ryzyko zawodowe, związane z wykonywaną pracą,
- ryzyko utraty mienia i strat ekonomicznych,
- ryzyko środowiskowe, wynikające z wpływu na ziemię, powietrze, wodę, faunę i florę oraz dziedzictwo kulturowe.



Rys. 1. Przebieg oceny szkodliwości procesu technologicznego

Szkodliwość procesu technologicznego jest pojęciem odnoszącym się do konsekwencji występujących w tym procesie zagrożeń dla zdrowia i życia pracowników.

Zależy ona w ogólnym przypadku od:

- liczby zagrożeń, których źródłem jest proces,
- poziomu ryzyka zawodowego związanego z tymi zagrożeniami,
- liczby osób ponoszących ryzyko zawodowe związane z tymi zagrożeniami.

Określając stopień szkodliwości procesu technologicznego należy uwzględnić wszystkie przedstawione wcześniej czynniki. Przy analizie procesu szczególną uwagę należy zwrócić na te zagrożenia, z którymi związane jest ryzyko uznane za niedopuszczalne. O dopuszczeniu procesu do stosowania będzie decydowała bowiem możliwość ograniczenia ryzyka niedopuszczalnego do poziomu uznanego za akceptowalny.

### Cele oceny szkodliwości procesu technologicznego

Podstawowym celem oceny szkodliwości procesu technologicznego jest dostarczenie informacji niezbędnych w procesie podejmowania decyzji dotyczących zarządzania bezpieczeństwem. Ocena taka powinna być przeprowadzana zarówno na etapie projektowania procesu, uruchamiania, jak i podczas jego eksploatacji.

Na etapie projektowania ocena szkodliwości powinna w szczególności umożliwiać:

- zidentyfikowanie zagrożeń stwarzanych przez proces i ich źródeł,
- określenie zagrożeń, z którymi jest związane ryzyko zawodowe uznane za niedopuszczalne, mających największy wpływ na szkodliwość procesu,
- porównanie różnych wariantów projektowych procesu i przyjęcie rozwiązania optymalnego zarówno ze względów produkcyjnych, jak i ze względów bezpieczeństwa,
- zapewnienie zgodności z obowiązującymi przepisami prawa,

– zidentyfikowanie potrzebnych środków ochrony i ich zaprojektowanie lub dobranie (z uwzględnieniem obowiązującej hierarchii stosowania tych środków).

Na etapie stosowania procesu technologicznego ocena jego szkodliwości może być dokonywana na przykład w celu uzyskania informacji potrzebnych do:

- sprawdzenia zgodności z przyjętymi wymaganiami i przepisami,
- podejmowania decyzji dotyczących użytkowania procesu,
- ograniczania ryzyka na stanowiskach pracy związanych z obsługiwaniem procesu,
- oceny wpływu wprowadzanych zmian na szkodliwość procesu.

### Ocena szkodliwości procesu technologicznego

Na ocenę szkodliwości procesu technologicznego składa się: analiza szkodliwości procesu technologicznego oraz dopuszczenie procesu technologicznego do stosowania.

Analiza szkodliwości procesu technologicznego obejmuje: opis analizowanego procesu, identyfikację źródeł zagrożeń i stanowisk pracy, na których te zagrożenia występują, jak też określenie stopnia szkodliwości procesu technologicznego poprzez wyznaczenie wskaźników stopnia szkodliwości.

Na etapie dopuszczenia procesu technologicznego podejmowane są decyzje dotyczące możliwości i sposobów jego stosowania. Zasada jest, że stosowanie procesu jest dopuszczalne wówczas, gdy z żadnym ze zidentyfikowanych zagrożeń nie jest związane ryzyko zawodowe uznane jako niedopuszczalne lub gdy określono takie warunki użytkowania procesu, które umożliwiają ograniczenie tego ryzyka do poziomu dopuszczalnego. Na rysunku 1 przedstawiono ogólny przebieg oceny szkodliwości procesu technologicznego.

Podjmując decyzje o zmniejszeniu szkodliwości procesu technologicznego należy ustalić: sposoby, miejsca, środki

ochrony oraz priorytety podejmowanych w tym zakresie działań.

W przypadku, gdy zmniejszenie szkodliwości procesu technologicznego jest sprawą trudną lub bardzo kosztowną, należy zastanowić się nad możliwością zastąpienia technologii inną o mniejszym stopniu szkodliwości lub dokonać zmian w istniejącym procesie.

**Opis procesu technologicznego**

Do podstawowych informacji wykorzystywanych przy ocenie szkodliwości procesu technologicznego (rys. 2) należą: lokalizacja procesu technologicznego i jego powiązań z innymi procesami, stosowane materiały, surowce, półwyroby wraz z ich charakterystyką, stosowane maszyny i urządzenia technologiczne oraz inne wyposażenie techniczne wraz z charakterystyką techniczną i odpowiednimi schematami i rysunkami, stosowane czynniki energetyczne i ich parametry wraz z lokalizacją i sposobem doprowadzenia do procesu, operacje występujące w procesie, operacje powiązane z procesem (nie ujęte w dokumentacji technologicznej), a także wykaz czynników szkodliwych i niebezpiecznych występujących w procesie.

Określenie zakresu wykonywanych operacji i ich scharakteryzowanie pozwala uniknąć różnic interpretacyjnych co do zakresu oceny. Jest to szczególnie istotne ze względu na możliwość traktowania – w przypadku procesów złożonych z wielu operacji – wyodrębnionych operacji jako oddzielnych procesów technologicznych.

Jeżeli mamy do czynienia z procesami już stosowanymi na etapie opisywania procesu należy również zgromadzić informacje dotyczące: ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy związanych z obsługiwaniem procesu, jak też zaistniałych w czasie stosowania procesu awarii, wypadków i chorób, których przyczyny mogły być związane z jego obsługiwaniem.

Źródłem tych informacji jest dokumentacja ocen ryzyka oraz związana z nią do-

kumentacja źródłowa (w tym dokumentacja procesu, maszyn i urządzeń, badań środowiska pracy itp.), a także istniejąca dokumentacja dotycząca awarii i wypadków przy pracy.

**Identyfikacja źródeł zagrożeń i stanowisk pracy, na których one występują**

Do identyfikacji stwarzanych przez proces zagrożeń i ich źródeł można wykorzystywać metody o różnym stopniu sformalizowania [2]. Do takich metod należą: *Analiza rodzajów uszkodzeń i ich skutków (FMEA)*, *Badanie Zagrożeń i Gotowości Operacyjnej (HAZOP)*, *Analiza Drzewa Błędów (FTA)* czy też *Analiza Drzewa Zdarzeń (ETA)*. Zasady doboru tych metod oraz sposób postępowania przy ich stosowaniu opisano szerzej w „Bezpieczeństwa Pracy” nr 3/98 i 11/98 [5,6]. Najprostszym rozwiązaniem, które można zastosować przede wszystkim na etapie eksploatacji procesu, jest zestawienie zagrożeń już znanych, zidentyfikowanych na podstawie wcześniejszych doświadczeń i/lub wiedzy eksperckiej. Zagrożenia można zidentyfikować np. na podstawie ocen ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy związanych z obsługiwaniem procesu.

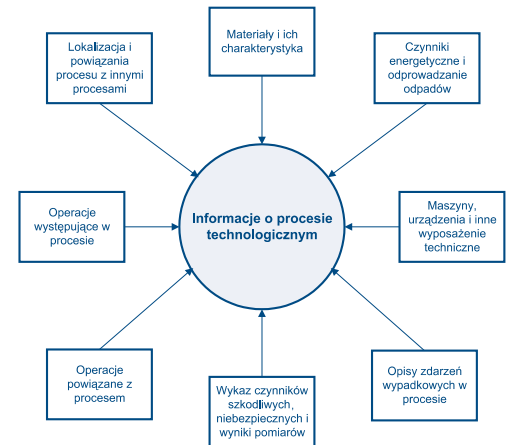
W przeprowadzaniu oceny szkodliwości procesu ważne jest również ustalenie liczby osób ponoszących ryzyko związane z każdym ze zidentyfikowanych zagrożeń i poziomu tego ryzyka. Pamiętać należy, że to samo źródło zagrożenia może powodować powstawanie ryzyka o różnym poziomie na różnych stanowiskach pracy.

**Określenie stopnia szkodliwości procesu technologicznego**

Podstawą określenia stopnia szkodliwości procesu technologicznego jest ryzyko zawodowe ponoszone przez osoby zatrudnione przy obsłudze procesu. Zgodnie z polską normą PN-N-18002 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną*

*pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego* [3] ryzyko to można oszacować przyjmując skalę trójstopniową (ryzyko małe, ryzyko średnie lub ryzyko duże).

Do ustalenia stopnia szkodliwości procesu technologicznego na podstawie wyników oszacowania ryzyka na stanowiskach pracy związanych z jego obsługiwaniem można zaproponować wskaźnik szkodliwości *W* wyznaczany ze wzoru:



Rys. 2. Informacje o procesie technologicznym

$$W = \sum_{i=1}^N (300D + 10S + M)L_i$$

gdzie:

*D* – liczba zagrożeń na *i*-tym stanowisku pracy, z którymi związane jest ryzyko duże

*S* – liczba zagrożeń na *i*-tym stanowisku pracy, z którymi związane jest ryzyko średnie

*M* – liczba zagrożeń na *i*-tym stanowisku pracy, z którymi związane jest ryzyko małe

*L<sub>i</sub>* – liczba osób na *i*-tym stanowisku pracy, podlegających oddziaływaniu tych zagrożeń

*N* – liczba stanowisk pracy związanych z obsługiwaniem procesu.

Bardzo istotne z punktu widzenia oceny szkodliwości procesu technologiczne-

go są te zagrożenia, które stwarzają ryzyko oszacowane jako duże i uznawane za niedopuszczalne. Wagę tego ryzyka uwzględniono przez odpowiedni dobór współczynników przy obliczaniu wskaźnika szkodliwości. Wskaźnik szkodliwości procesu  $W$  może być wykorzystywany przy porównaniu różnych procesów pod względem ich szkodliwości. Ocenę stopnia szkodliwości procesu technologicznego od wartości wskaźnika szkodliwości przedstawiono w tab. 1.

Tablica 1

OKREŚLENIE STOPNIA SZKODLIWOŚCI PROCESU TECHNOLOGICZNEGO W ZALEŻNOŚCI OD WSKAŹNIKA SZKODLIWOŚCI PROCESU

Wskaźnik szkodliwości	Określenie stopnia szkodliwości
$W \geq 1500$	bardzo duży
$1500 > W \geq 300$	duży
$300 > W \geq 100$	średni
$100 > W \geq 10$	mały
$10 > W$	bardzo mały

Tablica 2

TABLICA ROZKŁADU RYZYKA DLA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Nazwa procesu	Wskaźnik ryzyka małego	Wskaźnik ryzyka średniego	Wskaźnik ryzyka dużego	Wskaźnik szkodliwości procesu
Proces technologiczny $i$	$\sum ML_i$	$\sum SL_i$	$\sum DL_i$	$W = \sum(300D + 10S + M) L_i$

Korzystając z wartości składników wskaźnika szkodliwości procesu  $W$  można sporządzić tablicę rozkładu ryzyka. Ma to istotne znaczenie dla procesów, których stopień szkodliwości określono jako duży, wtedy podstawą do podejmowania decy-

zji o użytkowaniu procesu powinien być, obok wskaźnika szkodliwości, rozkład ryzyka. Rozkład ryzyka dla procesu technologicznego zawierający informacje o liczbie stwarzanych zagrożeń, z którymi związany jest określony poziom ryzyka przedstawiono w tab. 2.

**Dopuszczenie procesu technologicznego do użytkowania**

Każdy proces technologiczny, dla którego stopień szkodliwości określono jako bardzo mały, mały lub średni może być dopuszczony do użytkowania. Dla procesów o dużym lub bardzo dużym stopniu szkodliwości decyzję można podjąć po przeanalizowaniu tablicy rozkładu ryzyka. Dla procesów, dla których wskaźnik ryzyka dużego jest różny od zera należy poddać analizie zagrożenia stwarzające ryzyko duże i ustalić środki konieczne do zmniejszenia ryzyka do poziomu dopuszczalnego.

Dla procesu projektowanego należy wyeliminować zagrożenia, z którymi jest związane ryzyko niedopuszczalne. Jeżeli nie uda się wyeliminować zagrożeń, konieczne jest ustalenie środków, które będą stosowane w celu ograniczenia ryzyka.

Przy ustalaniu propozycji środków ochrony należy rozważyć kolejno:

- możliwość zastosowania środków technicznych, a w przypadku ich zastosowania ustalić ich parametry,
- propozycje organizacyjnych środków ograniczenia ryzyka i możliwości ich wprowadzenia,
- konieczność zastosowania środków ochrony indywidualnej.

Gdy ograniczenie ryzyka związanego z obsługiwaniem procesu do poziomu dopuszczalnego jest niemożliwe, proces nie może być dopuszczony do stosowania.

**Dokumentowanie oceny szkodliwości procesu technologicznego**

Przebieg oceny szkodliwości procesu technologicznego powinien być udokumentowany. Dokumenty dotyczące oceny szkodliwości procesu technologicznego można podzielić na: dokumenty zawierające informacje wykorzystywane przy ocenie szkodliwości procesu, dokumenty robocze zespołów dokonujących oceny szkodliwości, dokumenty zawierające zestawienie wyników oceny procesu technologicznego.

Na etapie projektowania podstawą oceny szkodliwości procesu jest dokumentacja projektowa. W przypadku procesów już stosowanych podstawowe informacje potrzebne do oceny szkodliwości procesu zawierają dokumenty z oceny ryzyka zawodowego, takie jak np. Karta bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na stanowisku pracy, której wypełnienie i wykorzystanie ułatwia program komputerowy do identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka zawodowego STER.

PIŚMIENNICTWO

[1] Wielka Internetowa Encyklopedia Multimedialna, wersja 2.03  
 [2] prPN-IEC 300-3-9: Zarządzanie niezawodnością. Przewodnik zastosowań. Analiza ryzyka w systemach technicznych  
 [3] PN-N-18002 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego  
 [4] Kodeks pracy. Oprac. J. Iwulski, W. Sanetra, Wydawnictwo „Librata”, Warszawa 1996  
 [5] Pietrzak L.: Przegląd wybranych metod analizy ryzyka. Bezpieczeństwo Pracy nr 3/98  
 [6] Pietrzak L.: Dobór metod analizy ryzyka. Bezpieczeństwo Pracy nr 11/98