



**Dariusz Rydz, Michał Pałęga, Dorota Wojtyto**

*Politechnika Częstochowska*

*Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów*

*Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa*

*al. Armii Krajowej 19, 42–200 Częstochowa*

*e-mail: rydz@wip.pcz.pl*

## ANALIZA SZKODLIWOŚCI PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono analizę szkodliwości procesu technologicznego przeprowadzoną dla jednej z firm branży metalowej. W tym celu dokonano identyfikacji istniejących w przedsiębiorstwie zagrożeń dla życia i zdrowia pracowników. Omówiono analizowany proces technologiczny, określono rodzaj i stopień istniejących zagrożeń występujących na stanowiskach pracy. Przeprowadzono analizę istniejących zagrożeń dla środowiska naturalnego wynikających z prowadzenia procesu technologicznego. W ramach prowadzonych w pracy rozważań uwidoczniło się zastosowane w przedsiębiorstwie procedury mające na celu zapobieganie i ograniczanie istniejących zagrożeń technicznych występujących w omawianym procesie produkcyjnym.

**Słowa kluczowe:** identyfikacja zagrożeń przemysłowych, proces technologiczny, BHP.

## ANALYSIS OF THE HARMFULNESS OF A TECHNOLOGICAL PROCESS

**Abstract.** The article presents analysis of the harmfulness of the technological process carried out in one of the companies in the metal industry. In the work were identified threats to the life and health of employees existing the company. The analyzed technological process was discussed, identified the type and degree of existing hazards occurring at workplaces. An analysis of the existing threats to the natural environment resulting from the technological process. As part of the work was taken under consideration, the procedures applied in the enterprise aimed preventing and limiting existing technical hazards occurring in the discussed production process.

**Keywords:** identification of industrial hazards, technological process, health and safety.

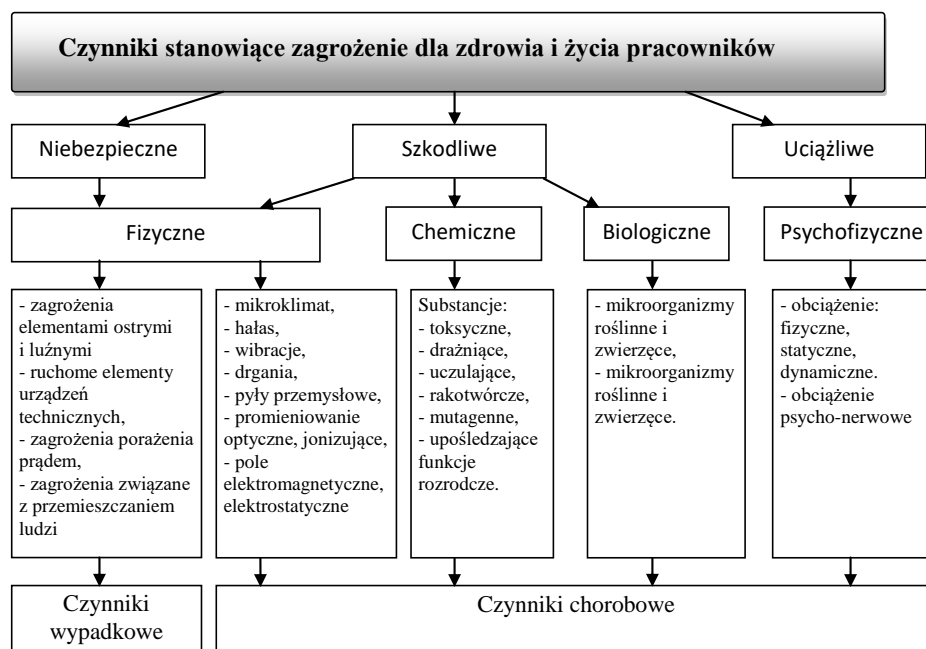
## Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się ciągle dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa i poprawy warunków pracy. Dlatego, wraz z poszukiwaniem coraz to nowszych i bardziej ekonomicznych rozwiązań technologicznych, nie wolno zapominać, że bezpieczeństwo pracowników w czasie wykonywania ich pracy jest najważniejszą wartością [5]. Głównym zadaniem w firmach jest ciągle monitorowanie i analizowanie procesów i obiektów technicznych mających na celu osiągnięcie możliwie największej efektywności pracy oraz ograniczanie negatywnego wpływu na otoczenie (ludzi i środowisko naturalne). Przeprowadzanie oceny zagrożeń związanych z realizacją procesu technologicznego, jak i środowiska pracy, umożliwia podjęcie działań w celu zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków pracy [6].

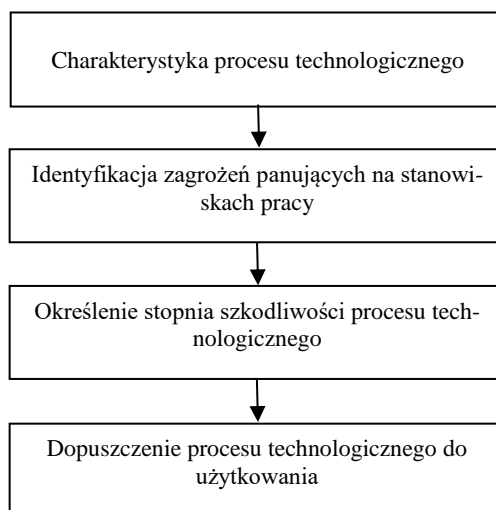
W niniejszej pracy analizie został poddany zakład produkcyjny branży metalowej. Branża hutnicza określana jest jako ciężka i niebezpieczna dla pracowników. Firma badana prowadzi jednak działalność, w której wytwarzane są elementy metalowe poprzez obróbkę skrawaniem bądź też przeróbkę plastyczną. Nie występują podczas prowadzenia procesu technologicznego zagrożenia związane z ciekłym metalem. Jednak, jak każdy proces technologiczny, realizowany jest on w określonych dla siebie warunkach, które można określić jako środowisko pracy. Podczas prowadzenia procesu technologicznego mogą i bardzo często występują różnego rodzaju zagrożenia, które bezpośrednio mogą być niebezpieczne, uciążliwe lub szkodliwe dla ludzkiego życia i zdrowia. Dlatego też bardzo istotne jest ciągle monitorowanie i udoskonalanie procesu technologicznego pod kątem zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Przystępując do oceny szkodliwości procesu produkcyjnego, należy dokonać podziału czynników będących zagrożeniami dla zdrowia i życia pracowników (Rys. 1) [1].

Proces technologiczny jest najważniejszym etapem procesu produkcyjnego. Dlatego bardzo istotne jest prawidłowe dokonanie oceny szkodliwości procesu technologicznego przed podjęciem ostatecznej decyzji o jego dopuszczeniu do praktycznego stosowania. Na Rys. 2 przedstawiono etapy prowadzonej oceny szkodliwości procesu technologicznego [2].

Wyniki przeprowadzonej oceny szkodliwości procesu technologicznego często przyczyniają się do zmniejszenia tego parametru poprzez wprowadzenie w miejsca o dużym zagrożeniu czy to środków ochrony, czy też zastosowanie nowszych rozwiązań technologicznych.



Rys. 1. Podział czynników stanowiących zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka [1]



Rys. 2. Etapy oceny szkodliwości procesu technologicznego [2]

## Charakterystyka procesu technologicznego

W ramach niniejszej pracy analizie poddano bezpieczeństwo procesu technologicznego w firmie branży metalowej. Proces technologiczny związany jest z produkcją elementów metalowych wykonywanych obróbką skrawaniem oraz przeróbki plastycznej, głównie dla przemysłu maszynowego. Proces technologiczny realizowany jest za pomocą następujących maszyn i urządzeń:

- prasy hydraulicznej,
- nożyce gilotynowej,
- maszyny CNC,
- szlifierki,
- innych urządzeń niezbędnych do wykonywania prac związanych z obróbką metali.

Do podstawowych operacji omawianego procesu technologicznego można zaliczyć [3]:

- przygotowanie materiału wsadowego do obróbki skrawaniem,
- dobór parametrów obróbki skrawaniem, uruchamianie, obsługiwane oraz nadzorowanie pracy maszyn tokarskich CNC,
- zamocowanie materiału przeznaczonego do obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie,
- operacje kontroli międzyoperacyjnej oraz ostatecznej gotowego wyrobu,
- kontrola sprawności maszyn i urządzeń,
- prace związane z mocowaniem narzędzi, przyrządów i uchwytów na obrabiarkach,
- wykrywanie i usuwanie drobnych usterek pojawiających się podczas pracy obrabiarek,
- uruchamianie i zatrzymywanie obrabiarek,
- czyszczenie i konserwację maszyn i urządzeń,
- przygotowanie stanowisk pracy zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP i ppoż.

## Analiza materialnego środowiska pracy

W zdecydowanej większości przypadków materialne środowisko pracy jest wytworem nienaturalnym. Stanowi go szereg czynników z którymi człowiek spotyka się podczas wykonywania pracy. Ponieważ praca wykonywana jest w hali produkcyjnej towarzyszy jej oświetlenie naturalne (dienne) i sztuczne. Dokonując analizy stanu zapylenia w badanym przedsiębiorstwie, można stwierdzić, że zastosowane urządzenia odpylające zapewniają utrzymanie normatywnie bezpiecznych warunków pracy podczas realizacji procesu

technologicznego. Również wartości dopuszczalne, jak i poziom ekspozycji na hałas w poddanej analizie firmie nie przekraczają dopuszczalnych przez normy wartości. Do podobnych stwierdzeń dochodzimy, poddając analizie mikroklimat, w jakim pracują pracownicy. Na podstawie ciągłych pomiarów temperatury oraz wilgotności powietrza można zauważyć, że i ten czynnik nie wpływa negatywnie na warunki pracy w analizowanym przedsiębiorstwie.

### **Identyfikacja zagrożeń**

Dokonując analizy procesu technologicznego, można stwierdzić, że zdecydowana większość operacji wykonywana jest na stanowiskach maszyn CNC. Prace prowadzone na prasie hydraulicznej czy też nożycy gilotynowej nie są prowadzone ciągle. Czas ich pracy można oszacować na około 2–3 godzin podczas 8-godzinnego systemu pracy. Zdecydowana większość prac spoczywa na operatorach oraz programistach maszyn CNC. W tabeli 1 przedstawiono identyfikację zagrożeń podczas prowadzenia procesu technologicznego. Do rozważań przyjęto stanowiska pracy bezpośrednio związane z realizacją procesu produkcyjnego. Na podstawie polskiej normy [4] określono w skali trójstopniowej prawdopodobieństwo wystąpienia danego zagrożenia.

Do identyfikacji zagrożeń przyjęto stanowiska na których prowadzone są prace bezpośrednio związane z procesem produkcyjnym. Należy również zaznaczyć, że prace prowadzone czy to na prasie hydraulicznej, czy też nożycy gilotynowej nie są pracami ciągłymi w procesie produkcyjnym. Ich czas pracy można oszacować na około 4–5 godzin w 8-godzinnym cyklu pracy.

### **Ocena szkodliwości i dopuszczenie procesu technologicznego do użytkowania**

Proces technologiczny jest zasadniczym elementem procesu produkcyjnego danego przedsiębiorstwa. Niezmiernie ważnym czynnikiem w zarządzaniu bezpieczeństwem jest ciągła analiza szkodliwości procesu technologicznego. Przeprowadzanie takiej oceny powinno być realizowane zarówno na etapie jego projektowania, jak również podczas jego realizacji. To na podstawie wyników takiej oceny jesteśmy w stanie podjąć decyzję o dopuszczeniu danego procesu technologicznego do praktycznego stosowania. Do przeprowadzenia analizy szkodliwości konkretnego procesu technologicznego niezbędna jest identyfikacja zagrożeń występujących na poszczególnych stanowiskach pracy oraz określenie stopnia szkodliwości procesu technologicznego w zależności od wskaźnika szkodliwości.

Tabela 1. Identyfikacja zagrożeń podczas procesu technologicznego

<b>Zagrożenia procesie technologicznym</b>				
<b>Zagrożenia na stanowisku pracy</b>		<b>Operator CNC</b>	<b>Operator prasy hydraulicznej</b>	<b>Operator nożycy gilotynowej</b>
<b>Zagrożenie</b>		<b>Ryzyko zawodowe</b>		
1	Upadki na tym samym poziomie	Małe	Małe	Małe
2	Upadki z poziomu wyższego na niższy	–	Małe	–
3	Poślizgnięcia	Małe	Małe	Małe
4	Hałas	Małe	Średnie	Średnie
5	Porażenie prądem elektrycznym	Małe	Małe	Małe
6	Substancje chemiczne drażniące	Małe	Małe	Małe
7	Pary, opary oleju	Małe	Małe	Małe
8	Drgania	Małe	Małe	Małe
9	Mikroklimat	Małe	Małe	Małe
10	Przeciążenie kończyn górnych	Małe	Małe	Małe
11	Przeciążenie układu ruchu	Małe	Małe	Małe
12	Stres	Małe	Małe	Małe
13	Gorące powierzchnie	Małe	Małe	Małe
14	Ostre krawędzie narzędzi, wiórów i przedmiotów	Małe	Małe	Średnie
15	Uderzenie przez spadające przedmioty	Małe	Małe	Małe
16	Uderzenie o nieruchome przedmioty	Małe	Średnie	Średnie
17	Pożar	Małe	Małe	Małe

Wartość wskaźnika szkodliwości procesu wyznacza się na podstawie następującej zależności [2]:

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

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,

$L_i$  – liczba osób na i-tym stanowisku pracy podlegających oddziaływaniu tych zagrożeń,

n – liczba stanowisk pracy związanych z obsługiwaniem procesu.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 odnoszących się do zidentyfikowanych zagrożeń oraz na podstawie zależności 1 określono wartość wskaźnika szkodliwości procesu technologicznego:

$$W = 16 * 1 + (10 * 2 + 15) * 1 + (10 * 3 + 13) = 94$$

Obliczona wartość wskaźnika szkodliwości procesu technologicznego pozwala określić stopień jego szkodliwości na podstawie ogólnie przyjętej zależności przedstawionej w tabeli 2.

Tabela 2. Zależność stopnia szkodliwości od wartości wskaźnika szkodliwości procesu [4]

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

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można stwierdzić, że stopień szkodliwości badanego procesu technologicznego jest mały.

Przeprowadzona analiza, jak i dane literaturowe dowodzą że badany proces technologiczny może być dopuszczony do użytkowania bez konieczności opracowywania tablicy rozkładu ryzyka.

## Podsumowanie

W przedstawionej pracy dokonano analizy szkodliwości procesu technologicznego przeprowadzonej dla jednej z firm branży metalowej. Ogólnie warunki pracy związane z procesami obróbki metali w przeświadczeniu wielu ludzi uznawane są za dosyć uciążliwe i trudne. Postęp technologiczny sprawił, że i w procesach wytwarzania wyrobów metalowych warunki pracy uległy znacznej poprawie. Na podstawie przeprowadzonych w pracy rozważań można stwierdzić, że szkodliwość procesu technologicznego związanego z obróbką skrawaniem czy też przeróbką plastyczną metali jest stosunkowo mała, a większość zidentyfikowanych zagrożeń jest na poziomie niskim. Można zatem stwierdzić, że proces technologiczny jest stosunkowo bezpieczny i może on być z powodzeniem dopuszczony do praktycznego stosowania. Przeprowadzanie okresowych ocen szkodliwości procesu technologicznego dostarcza wielu niezbędnych informacji w procesie zarządzania bezpieczeństwem w firmie. Należy podkreślić, że prawidłowe zarządzanie bezpieczeństwem pracy bezpośrednio przekłada się na jej wydajność.

## Literatura

- [1] Hoła B., Modelowanie jakościowe i ilościowe wypadkowości w budownictwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2008.
- [2] Pawłowska Z., Pietrzak L., Ogólne zasady oceny szkodliwości procesów technologicznych, *Bezpieczeństwo pracy* nr 7–8, 2000.
- [3] Bryła R., Ocena ryzyka zawodowego na stanowisku obróbki skrawaniem metali, *Stal - Metale & Nowe Technologie*, 5–6, 2007.
- [4] PN-N-18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
- [5] R Drozd, R Bielski, Zarządzanie ryzykiem zawodowym w procesie produkcyjnym-zagadnienia teoretyczne i przypadek praktyczny, *Quarterly Journal*, nr 1, s. 7–15, 2017.
- [6] Ocena zagrożeń psychospołecznych i warunków pracy w związku z nowymi formami pracy i modelami zatrudnienia. GIP, Warszawa 2009.