

Adam Górny

Politechnika Poznańska, Katedra Ergonomii i Inżynierii Jakości
ul. Strzelecka 11, 60-965 Poznań

Identyfikacja przyczyn zdarzenia wypadkowego. Zastosowanie diagramu Ishikawy do oceny pierwotnych i wtórnych przyczyn zdarzenia wypadkowego

The identification of occupational accident roots.
The use of Ishikawa diagram for assessment of both primary
and secondary roots of accident

Streszczenie

Wypadki przy pracy stanowią istotny problem ekonomiczny. Objęte są obowiązkiem przeprowadzenia analizy ich przyczyn, wnioski z której służą ograniczeniu liczby zdarzeń wypadkowych w przyszłości. Przeprowadzenie analizy przyczyn zdarzenia wypadkowego wymaga zastosowania narzędzia pozwalającego na obiektywną analizę przyczyn pierwotnych i wtórnych. Zastosowanie diagramu Ishikawy oraz wykorzystanie zasady Pareto w prosty sposób pozwala wskazać te przyczyny, które w największym stopniu przyczyniają się do powstania wypadku przy pracy i w wymierny sposób wpływają na wielkość związanych z wypadkiem strat.

Słowa kluczowe: *wypadek przy pracy, analiza zdarzeń, diagram Ishikawy, zasady Pareto, źródła zdarzenia wypadkowego*

Abstract

Occupational accidents are an important economic problem. They need execution of their roots analysis and their. Conclusions contribute to reduction of their number in the future. The duty of accident reasons analysis requires the use of tool which can analyze both primary and secondary roots of accident. The use of Ishikawa diagram with Pareto principles makes it possible to indicate causes which strongly contribute to occurrence of an occupational accident the size losses connected with its.

Keywords: *occupational accidents, incidents analysis, the Ishikawa diagram, Pareto principles, roots of accident*

Wprowadzenie

Zdarzenia wypadkowe związane z pracą stanowią istotny problem ekonomiczny. Generują koszty obniżające efektywność prowadzonej działalności biznesowej, stanowiąc obciążenie dla poszkodowanego, pracodawcy i gospodarki narodowej.

W Polsce co roku zdarza się ponad 100 tysięcy wypadków przy pracy. Ginie w nich około pół tysiąca osób, a znacznie więcej ponosi różnego rodzaju, często poważny uszczerbek na zdrowiu [20-22]. Dzieje się tak pomimo podejmowania różnorodnych działań służących poprawie bezpieczeństwa pracy. Między innymi, obowiązujące regulacje prawne [18, 19] nakazują pracodawcy przeprowadzenie szczegółowej analizy wypadku, z której wnioski oraz podjęte w ich następstwie działania nie powinny dopuścić do ponownego wystąpienia zdarzenia w przyszłości.

Jednakże polskie prawo nie wskazuje obligatoryjnego narzędzia, wymaganego do zastosowania w celu przeprowadzenia identyfikacji i oceny zdarzenia wypadkowego. Możliwość jego wyboru pozostawiono pracodawcy.

Zdaniem autora opracowania, zastosowanie w tym celu diagramu Ishikawy, będącego tradycyjnym narzędziem projakościowym wykorzystywanym do weryfikacji przyczyn zdarzeń, których efekt jest niezgodny z zamierzeniami pozwoli na zidentyfikowanie źródeł zdarzenia wypadkowego. Zastosowanie diagramu Ishikawy oraz uzupełnienie go o analizę przeprowadzaną z wykorzystaniem zasady Pareto pozwala określić te przyczyny, które w największym stopniu przyczyniają się do powstania wypadku przy pracy oraz wpływają na wielkość generowanych, związanych z wypadkiem strat.

1. Wypadki przy pracy

1.1. Charakterystyka wypadku przy pracy

Wypadek przy pracy traktować należy jako szczególne zdarzenie związane z wykonywaną pracą. Zgodnie z wymaganiami prawnymi za wypadek przy pracy uznaje się zdarzenie nagłe, wywołane przyczyną zewnętrzną, powodujące uraz lub śmierć poszkodowanego, które nastąpiło w związku z wykonywaną pracą [19]. Zdarzenie, aby mogło zostać uznane za wypadek przy pracy musi wystąpić (art. 3 [19]):

- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika zwykłych czynności lub poleceń przełożonych,
- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika zwykłych czynności na rzecz pracodawcy, nawet bez polecenia,

- w czasie pozostawiania pracownika do dyspozycji pracodawcy, w drodze między siedzibą pracodawcy a miejscem wykonywania pracy.

W zapisach regulacji prawnych określono również inne zdarzenia, które mogą być traktowane jako wypadek przy pracy. W szczególności są to wypadki w drodze do pracy i w drodze z pracy. W każdym ze wskazanych przypadków wypadek stanowi sekwencję następujących po sobie zdarzeń, skutkujących urazem lub śmiercią [10]. Powstanie urazu lub śmierci poszkodowanego jest warunkiem uznania zdarzenia za wypadek, zaś związek z pracą umożliwia przyjęcie kryterium wypadku przy pracy podczas jego analizowania.

W wyniku zdarzenia wypadkowego zawsze powstaje szkoda lub strata, albo obydwa te następstwa łącznie. Strata opisuje zniszczenia materialne, natomiast szkoda odnosi się do człowieka [1]. Mogą to być szkody fizyczne oraz psychiczne, do szoku powypadkowego włącznie. W praktyce charakter powstających szkód oraz ich przyczyn stanowi podstawowy zakres informacji wykorzystywanych podczas oceny wypadku [14].

Szczególną grupę wypadków stanowią tzw. zdarzenia bezurazowe, tj. zdarzenia, które pomimo wystąpienia przyczyny nie spowodowały negatywnych skutków zdrowotnych. Zatem, zgodnie z definicją nie mogą być traktowane jak wypadki przy pracy. Jednakże w „sprzyjających” warunkach mogą doprowadzić do powstania zdarzenia wypadkowego.

1.2. Źródła i przyczyny wypadków przy pracy

Pracownik (osoba zatrudniona) podczas wykonywania pracy narażony jest na oddziaływanie czynników powodujących powstanie zagrożeń i uciążliwości charakterystycznych dla zajmowanego stanowiska pracy. Z uwagi na sposób oddziaływania na zatrudnionych, czynniki te mogą być traktowane jako czynniki [7, 15]:

- niebezpieczne, których oddziaływanie prowadzi lub może prowadzić do urazu,
- szkodliwe, których oddziaływanie prowadzi lub może prowadzić do schorzenia,
- uciążliwe, powodujące złe samopoczucie lub nadmierne zmęczenie.

Niezależnie od ich charakteru czynniki te, zazwyczaj stanowią pierwotną przyczynę wypadków przy pracy [1, 14].

Zdarzenie wypadkowe najczęściej jest efektem łącznego oddziaływania czynników technicznych i organizacyjnych oraz błędu człowieka. Synergia oddziaływania czynników zagrożeń w istotny sposób wpływa na możliwość zaistnienia określonej sytuacji wypadkowej. Jednakże pamiętać należy, że powstanie wypadku determinowane jest uprzednim wystąpieniem bezpośredniego zagrożenia wypadkowego. Zaś bezpośrednie zagrożenie wypadkowe zawsze powodowane jest okolicznościami i przyczynami pośrednimi. Stąd też skuteczność zapobiegania wypadkom uzależniona jest od usunięcia okoliczności i przyczyn zagrożeń wypadkowych, również pośrednich oraz

zagrożeń prowadzących do powstania zdarzeń potencjalnie wypadkowych [14]. O skuteczności zapobiegania zdarzeniom wypadkowym decyduje możliwość niedopuszczenia do rozwoju sekwencji niekorzystnych zdarzeń.

Przyjąć można, że każdy wypadek jest wynikiem działania określonej przyczyny lub zespołów przyczyn. Stanowią je wszelkie braki i nieprawidłowości. Podczas przeprowadzania analizy zdarzeń wypadkowych wskazać należy czynniki (wydarzenia) [14]:

- bezpośrednio powodujące urazy wypadkowe, będące bezpośrednią przyczyną wypadków,
- pośrednio wpływające na powstawanie urazów wypadkowych, będące pośrednią przyczyną wypadków.

Analiza przyczyn i następstw zdarzeń wypadkowych wymaga dokładnego ich scharakteryzowania pozwalającego na uzyskaniu obiektywnego obrazu istniejącego stanu, w tym identyfikacji źródła zdarzenia [10]. Do podstawowych przyczyn wypadków przy pracy zaliczyć można [20-22]:

- niewłaściwe zachowania pracownika, w tym zaskoczenie niespodziewanym zdarzeniem, niedostateczną koncentrację uwagi na wykonywanej czynności, lekceważenie zagrożeń, często będące wynikiem nieznanomości przepisów i zasad bezpiecznego wykonywania pracy, samowolne zachowania się pracownika oraz niewłaściwe posługiwanie się czynnikiem materialnym, stan psychiczny niezapewniający bezpiecznego wykonywania pracy oraz nieużywanie przez pracownika wymaganego i przypisanego do stanowiska sprzętu ochronnego,
- organizację stanowiska pracy, w tym brak nadzoru nad pracownikami, tolerowanie przez nadzór odstępstw od zasad pozwalających na bezpieczne wykonywanie pracy, brak lub stosowanie nieprecyzyjnych instrukcji bezpieczeństwa, dopuszczenie do wykonywania pracy osób bez właściwego przeszkolenia, brak wyposażenia pracowników w środki ochrony indywidualnej lub niewłaściwy dobór tych środków, niewłaściwa koordynacja wykonywania prac, niedostateczne przygotowanie zawodowe i brak wymaganych uprawnień kwalifikacyjnych, dopuszczenie do pracy pracowników z przeciwwskazaniami lekarskimi lub bez badań lekarskich,
- czynniki techniczne, w tym brak lub niewłaściwy dobór oraz zły stan techniczny urządzeń ochronnych (np. osłon zabezpieczających przed dostępem do stref niebezpiecznych), niewłaściwa stateczność czynnika materialnego (np. brak mocowania maszyny do podłoża, niewłaściwe położenie środka ciężkości), stosowanie niewłaściwych środków ochrony zbiorowej, niewłaściwy dobór lub zły stan techniczny układów sterowania i urządzeń sygnalizujących powstanie zagrożenia, niewystarczająca wytrzymałość czynnika materialnego,
- sposób użycia wyposażenia technicznego stosowanego w środowisku pracy.

Na podstawie analizy danych literaturowych [3, 10, 14] uznać można, że poziom zagrożeń wypadkowych jest wprost proporcjonalny do stopnia aktywności czynnika bezpośredniego zagrożenia wypadkowego.

1.3. Obowiązki pracodawcy wynikające z wystąpienia zdarzenia wypadkowego

Obowiązujące regulacje prawne nakładają na pracodawcę szereg obowiązków związanych z wystąpieniem wypadku przy pracy. Wśród nich istotną rolę przypisywana jest konieczności przeprowadzenia analizy zdarzenia wypadkowego.

Obowiązkiem pracodawcy jest powołanie zespołu powypadkowego zobowiązanego do przeprowadzenia czynności pozwalających na ustalenie okoliczności i przyczyn wypadku przy pracy [16, 18]. Wśród podejmowanych działań ważną rolę pełnią oględziny miejsca zdarzenia, mające na celu zebranie wszelkich dowodów mogących wskazać przyczyny jego wystąpienia. W ich trakcie zbadać należy stan techniczny maszyn i urządzeń, stan techniczny urządzeń ochronnych oraz warunki wykonywania pracy, mogące wpływać na powstanie wypadku.

Celem przeprowadzania analizy zdarzenia wypadkowego jest określenie przyczyn oraz sekwencji zdarzeń, w wyniku których powstaje wypadek. Równie istotne jest określenie okoliczności wypadku. Warunkiem uzyskania obiektywnej wiedzy jest przeprowadzenie systematycznej i wielopłaszczyznowej analizy przyczyn technicznych, psychologicznych i organizacyjnych. Przygotowanie szczegółowego opisu istniejącej sytuacji wpływa na obiektywność wykonanej analizy sytuacji wypadkowej. Ważnym obszarem badań jest ocena psychologiczna atmosfery w pracy. Na powstanie zdarzenia duży wpływ ma trauma pochodząca od wcześniejszych, mających miejsce zdarzeń oraz czas, który upłynął od chwili zdarzenia wypadkowego [10].

W konsekwencji zastosowane działania pozwalają na szczegółowe zidentyfikowanie pierwotnych i wtórnych przyczyn zdarzeń wypadkowych. Dla uzyskania pełnej oceny stanu bezpieczeństwa ważny jest obowiązek identyfikowania tzw. zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Obowiązek rejestrowania i analizowania zdarzeń bezurazowych najczęściej związany jest z zastosowaniem zasad podejścia systemowego do kształtowania bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia zatrudnionych [3, 7]. Jednakże również w warunkach nie stosowania zasad systemowych identyfikowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych może okazać się ważne. Liczba identyfikowanych zdarzeń potencjalnie wypadkowych może być traktowana jako wskaźnik skuteczności podejmowanych działań zapobiegawczych oraz oceny świadomości zatrudnionych [14, 15]. W wielu przypadkach występowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych (a nie wypadków) jest efektem korzystnego zbiegu okoliczności. Zatem nie można ich uznać za zdarzenia nieistotne i nie uwzględniać podczas przeprowadzania oceny przyczyn zdarzeń wypadkowych. Zwrócił na to uwagę H. Hainrich [13]. Późniejsze badania i analizy danych rejestrowanych w przedsiębiorstwach wskazały na podobieństwo przyczyn oraz przebiegu zdarzeń prowadzących do poważnych urazów i zdarzeń powodujących tylko drobne urazy lub nie powodujących urazów, a tylko straty materialne.

2. Metodologiczne podstawy oceny

2.1. Istota diagramu Ishikawy

Uzyskanie uporządkowanych wyników analizy przyczyn wystąpienia zdarzenia wypadkowego wymaga zastosowania narzędzi pozwalających na zbieranie i przetwarzanie dostępnych danych i informacji. Stosowane w tym celu narzędzia są instrumentami nadzorowania (monitorowania) i diagnozowania zachodzących procesów. Bez dysponowania rzetelnymi i pełnymi informacjami opisującymi istniejący stan trudno mówić o podejmowaniu skutecznych działań w zakresie systematycznego doskonalenia tego stanu. Odnosi się to również do zdarzeń wypadkowych.

Zastosowanie diagramu Ishikawy wymaga przeprowadzenia analizy zdarzenia w pięciu głównych (ogólnych) obszarach [6, 9, 23]¹:

- **CZŁOWIEK (SIŁA ROBOCZA)** – czynnik traktowany jako najbardziej złożony i nie przewidywalny. Jego analiza wymaga rozpatrywania umiejętności i kwalifikacji, przyzwyczajęń, doświadczenia zawodowego, poziomu zadowolenia i motywacji,
- **METODA PRACY** – czynnik uznawany za najbardziej płynny i trudny do uchwycenia, obejmujący wszystkie procedury i instrukcje, z pomocą których realizowane jest zadanie. Metoda pracy zazwyczaj obejmuje stosowane w organizacji sposoby działania, ale również przedmiotowe normy prawne nakładające ograniczenia dotyczące sposobu jej realizacji,
- **MASZYNY I WYPOSAŻENIE** – czynnik, w ramach którego ocenie poddawane są eksploatowane maszyny i urządzenia, ich nowoczesność, wydajność, bezpieczeństwo oraz weryfikowane, umożliwiające użytkowanie świadectwa i certyfikaty,
- **MATERIAŁY (REALIZOWANE ZADANIA)** – czynnik, w ramach którego analizie podlega prowadzona usługa i zrealizowane zadania,
- **ZARZĄDZANIE** – czynnik związany z organizacją oraz warunkami pracy w przedsiębiorstwie, w którym wystąpił badany problem. Analizie podlegają np. struktura organizacyjna, kultura organizacji, zmienność pracy.

Zazwyczaj dodatkowym elementem uwzględnianym podczas przeprowadzania analizy jest **ŚRODOWISKO WYKONYWANIA PRACY**. Czynnik ujmuje wpływ i oddziaływanie zewnętrznych i wewnętrznych uwarunkowań, determinujących możliwość realizacji procesu.

Wszystkie wymienione czynniki traktować należy jako czynniki główne, stanowiące grupy przyczyn warunkujących możliwość wystąpienia niepożądanego zdarzenia wypadkowego [6].

¹ Zazwyczaj stosuje się angielskojęzyczne nazwy czynników uwzględnianych podczas analizy wykorzystującej diagram Ishikawy. Czynniki te określane są jako: manpower, methods, machinery, materials, management, environment. Stąd też stosowane oznaczenie metody to: 5M+E. W literaturze znaleźć można również inne możliwości zbudowania diagramu Ishikawy, oparte np. na mniejszej liczbie czynników lub innej ich klasyfikacji.

Czynniki drugorzędne związane są bezpośrednio z czynnikami głównymi, stanowiąc ich rozwinięcie. W zasadzie nie stosuje się ograniczeń, co do ich liczby, lecz ze względu na przejrzystość diagramu korzystniejsze jest ich ograniczenie i w razie potrzeby określenie czynników trzeciorzędnych. W efekcie, powoduje to uporządkowanie występujących zależności.

2.2. Metodologia zastosowania diagramu Ishikawy

Diagram Ishikawy (diagram przyczyn i skutków) uznawany jest za popularne narzędzie służące do analizy przyczyn zdarzeń. Diagram umożliwia graficzne przedstawienie zachodzących relacji pomiędzy źródłami przyczyn i ich skutkami [8, 11, 12]. Metodę Ishikawy wykorzystać można do przeprowadzenia analizy dowolnych zjawisk, w różnych sferach działalności przedsiębiorstwa. Przede wszystkim umożliwia rozwiązywanie problemów, w których występuje łańcuch przyczyn [23]. Zgodnie z założeniami prof. Ishikawy zbieranie informacji stanowiących źródło diagramu powinno być realizowane w grupie, np. z wykorzystaniem metody „burzy mózgów”. Uwzględnienie szerokiej reprezentacji osób uczestniczących w określaniu przyczyn zdarzeń pozwala zapewnić obiektywne, wieloaspektowe spojrzenie na pojawiające się problemy [8, 9].

Zazwyczaj, podczas doskonalenia środowiska oraz warunków wykonywania pracy występują problemy trudne do jednoznacznego zidentyfikowania. Nie wystarczy wiedza dotycząca funkcjonowania określonego procesu. Aby nie dopuścić do ponownego powstania nieprawidłowości konieczne jest określenie charakteru problemu oraz jego przyczyn.

Istotą metody analizy wykorzystującej diagram Ishikawy jest przedstawienie w sposób graficzny, ułatwiający identyfikację, wpływu czynników różnego charakteru na ten sam efekt końcowy. Umożliwia to zidentyfikowanie wzajemnych powiązań czynników wywołujących określony problem. Wykres Ishikawy rozpatrywać można w układzie przedmiotowym [11, 12]. Jest to szczególnie pożądane wówczas, gdy z analizowanym skutkiem związane są układy techniczny lub organizacyjny, dające się rozłożyć na oddzielne zespoły problemów. W takim przypadku na głównej osi poziomej oznacza się skutek. Na osiach skośnych określa się obszary (zagadnienia) problemów, a na osiach poziomych łączących się ze skośnymi zaznaczane są przyczyny oddziałujące bezpośrednio na obszar zagadnienia. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, przyczyny szczegółowe mogą być dalej rozbudowywane w celu wskazania przyczyn uzupełniających.

Metoda ta okazała się bardzo pomocną techniką organizatorską, pozwalającą na uszeregowanie przyczyn niepowodzeń oraz ukazanie ich wzajemnych powiązań. Diagram Ishikawy wykorzystuje wiedzę ekspertów oraz szeregowych pracowników. Zastosowanie diagramu Ishikawy porządkuje wiedzę o specyficznym, ściśle sprecyzowanym problemie i nadaje jej przejrzystą strukturę. Przyjąć można, że istotą diagramu przyczynowo-skutkowego jest zestawienie możliwych przyczyn wywołujących określony skutek oraz analiza zachodzących ewolucji tych przyczyn [23].

Podstawowym warunkiem uzyskania zamierzonego rezultatu jest postępowanie zgodne z przyjętą metodyką, opartą na realizacji kolejno następujących po sobie kroków [6, 23]:

- krok 1: analiza rozważanego zagadnienia, związana z koniecznością dokładnego i jasnego zdefiniowania problemu, pozwalającego ustalić główne kategorie możliwych jego przyczyn oraz zakwalifikować do nich występujące problemy,
- krok 2: tworzenie diagramu, wymagające rozdzielenia przyczyn na podstawowe (główne) i podprzyczyny determinujące wystąpienie przyczyn głównych,
- krok 3: sprawdzenie kompletności schematu, związane z koniecznością rozpoznania i rozpatrzenia przyczyn, które wcześniej zostały pominięte lub nie zostały uwzględnione w trakcie szczegółowej analizy,
- krok 4: analiza diagramu, związana z koniecznością wyboru małej liczby (zazwyczaj 2 do 4) przyczyn mających największy wpływ na końcowy skutek, ich przeanalizowania oraz uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy zidentyfikowana przyczyna rzeczywiście we właściwy sposób odnosi się do badanego problemu. Dla zapewnienia pożądanego efektu analizy niezbędne jest sformułowanie wyniku w postaci wniosków, odnoszących się do możliwości wprowadzenia działań naprawczych.

Podczas budowy wykresu Ishikawy pojawiają się pewne trudności. Związane są z brakiem umiejętności jednoznacznego przyporządkowania posiadanych informacji oraz rozróżnienia przyczyn głównych od drugorzędnych. Powstający w ten sposób wykres staje się mało czytelny, uniemożliwiając przeprowadzenie poprawnej analizy i weryfikacji ważności przyczyn, a następnie podjęcia właściwych działań korygujących i zapobiegawczych. Wiąże się to z trudnością z zakwalifikowaniem poszczególnych przyczyn do właściwych grup. Na ogół te same przyczyny przypisać można do dwóch a nawet więcej grup. Ewentualne pomyłki zazwyczaj nie mają większego znaczenia, mogą jednak utrudnić formułowanie trafnych wniosków.

Najważniejszą cechą metody jest ułatwiająca rozumienie problemu graficzna prezentacja wzajemnych powiązań przyczyn wywołujących określony skutek. W połączeniu z innymi działaniami stanowi skuteczne narzędzie znajdowania możliwych do zastosowania rozwiązań. Doświadczenie wskazuje na celowość zaangażowania w procesie tworzenia diagramu specjalistów z różnych dziedzin, mających związek z rozwiązywanym problemem. Osoby biorące udział w analizie danego zagadnienia cechować powinna duża wiedza specjalistyczna, wola ujawnienia przyczyn wadliwości (nie ukrywanie skutków i rzeczywistych przyczyn błędów) oraz właściwe zrozumienie celu analizy [11, 12, 23].

Analizę przyczyn problemu, względnie nieprawidłowości realizowanego procesu przeprowadzać należy tak długo, aż każdą z przyczyn można z dużym prawdopodobieństwem zaliczyć do kategorii przyczyn dających się usunąć lub do kategorii problemów nierozwiązywalnych.

3. Charakterystyka zdarzenia wypadkowego (analiza przykładu)

Wystąpienie zdarzenia wypadkowego wymaga przeprowadzenia złożonego postępowania powypadkowego. Konieczne jest określenie potencjalnych przyczyn zdarzenia oraz jego wpływu na powstanie wypadku. Obszarami wymagającymi przeprowadzenia szczegółowej analizy są: środowisko pracy (otoczenie systemu), wyposażenie, materiał, metody i warunki realizacji zadań zawodowych oraz czynnik ludzki [14].

Wskazane w pkt 1.2 źródła zdarzeń odnieść można do charakterystycznych zdarzeń wypadkowych zidentyfikowanych na poddanym ocenie stanowisku pracy². Wśród szczególnie istotnych źródeł zagrożeń wymienić należy:

- niesprawność stosowanych zabezpieczeń technicznych lub brak zabezpieczeń,
- zły stan techniczny urządzenia oraz brak wymaganych przeglądów i certyfikacji,
- niedostateczne oświetlenie miejsca i przestrzeni pracy,
- niewłaściwe zorganizowanie przestrzeni pracy,
- złą organizację pracy, w tym pośpiech i niewłaściwy rytm pracy,
- nieprzestrzeganie instrukcji obsługi urządzeń oraz brak lub niedostępność instrukcji pracy,
- niedostateczny nadzór oraz złą koordynację wykonywanych prac,
- brak przeszkolenia pracownika oraz brak uprawnień do obsługi urządzenia,
- przekroczenie dopuszczalnych parametrów obróbki,
- stosowanie wadliwych metod i narzędzi pracy,
- niestosowanie środków ochrony osobistej,
- niedyspozycję pracownika,
- brak doświadczenia oraz świadomości zagrożeń.

Każdy wypadek przy pracy związany jest z występowaniem określonej jego przyczyny. Przyczyny wypadków przy pracy to wszelkie braki i nieprawidłowości, które bezpośrednio lub pośrednio prowadzą do powstania wypadku, związane z czynnikami materialnymi (przyczyny techniczne), z organizacją pracy w zakładzie lub organizacją stanowiska pracy (przyczyny organizacyjne) oraz z pracownikiem (przyczyny ludzkie) [6, 14]. Można to traktować jako zagrożenia występujące na stanowisku pracy.

Przykłady zagrożeń występujących na poddanych ocenie stanowisku pracy przedstawiono w tab.1.

² Ocenie poddano pracę tokarza wykonywaną na tokarce uniwersalnej oraz wykonywane przez niego czynności pomocnicze, związane z zachowaniem sprawności technicznej urządzenia. Tokarz posiada wykształcenie zawodowe oraz 23 letni staż pracy. Wypadek stanowiący przedmiot analizy (uszkodzenie oka pracownika) był pierwszym wypadkiem przy pracy w jego pracy zawodowej.

Tabela 1. Zagrożenia występujące na poddanym ocenie stanowisku pracy [źródło: opracowanie własne]
 Table 1. Hazards that may exist for the assessed workplace [own source]

Kategoria czynników zagrożeń	Przykłady zagrożeń
Czynniki techniczne:	<ul style="list-style-type: none"> - niesprawne urządzenie, - brak zabezpieczeń, - brak przeglądów, - wadliwie działające systemy zabezpieczeń, - niewłaściwie dobrane parametry obróbki, - brak (nieodstateczne) oświetlenie, - obróbka niewłaściwych materiałów
Czynniki organizacyjne:	<ul style="list-style-type: none"> - niedostateczna przestrzeń pracy, - nadmierny rytm i tempo pracy, - pośpiech, - zła organizacja pracy, - brak nadzoru i kontroli, - brak kwalifikacji, - brak instrukcji pracy
Czynniki psychospołeczne (ludzkie):	<ul style="list-style-type: none"> - brak doświadczenia, - rutyna w pracy, - brak świadomości zagrożeń

Przeprowadzając weryfikację przyczyn zdarzenia wypadkowego założono, że wypadki są złożonymi zdarzeniami będącymi kombinacją występujących niekorzystnych przyczyn technicznych, organizacyjnych, środowiskowych i ludzkich. Zdarzenia te zazwyczaj poprzedzane są niesprzyjającymi zapewnieniu bezpieczeństwa warunkami środowiska pracy [10]. Kolejność występowania czynników wypadkowych może być różna. Mogą one tworzyć różne sekwencje, ale zawsze ich efektem końcowym jest wypadek.

Momentem rozpoczynającym zdarzenie wypadkowe jest pojawienie się zakłócenia w funkcjonującym układzie. Zakłócenie to zmienia istniejącą sytuację na tzw. sytuację trudną [1, 10]. Dalsze wykonywanie pracy lub przebywanie w tym środowisku wymaga od pracownika posiadania określonej wiedzy niwelującej występujące nieprawidłowości. Jeżeli pracownik dysponuje określoną wiedzą lub doświadczeniem zawodowym lub może uzyskać niezbędne wskazówki dotyczące możliwości wykonywania pracy, pozwalają mu one poradzić sobie z występującymi problemami. Pracownik eliminuje występujące zakłócenia, co powoduje zmianę sytuacji trudnej na normalną.

Inną możliwością jest przystosowanie się pracownika do zagrożenia. Zagrożenie traktowane jest jako „normalny” stan procesu pracy. Postępowanie takie jest elementem rutyny, zazwyczaj niesprzyjającej bezpieczeństwu pracy. Nie usunięcie występujących zakłóceń zwiększa możliwość wystąpienia zagrożenia wypadkowego.

Należy wreszcie zwrócić uwagę na trzecią możliwość, a mianowicie, że pracownik nie poradzi sobie z zakłóceniami. Występuje wówczas przeciążenie pracownika (tzn. że możliwości pracownika są zbyt małe w stosunku do poziomu występujących zakłóceń). Sytuacja jest źle interpretowana. Pracownik podejmuje błędne decyzje i dochodzi do wypadku.

Uznać można, że możliwość wystąpienia zdarzenia wypadkowego uzależniona jest od wielu okoliczności związanych zarówno ze stanowiskiem pracy, stosowanym wyposażeniem, organizacją oraz przygotowaniem zawodowym i mentalnym do wykonywania pracy. Podejmowanie działań służących zwiększeniu poziomu bezpieczeństwa wymaga ingerowania we wszystkie te obszary, co musi być poprzedzone identyfikacją występujących zagrożeń.

4. Identyfikacja przyczyn zdarzenia wypadkowego

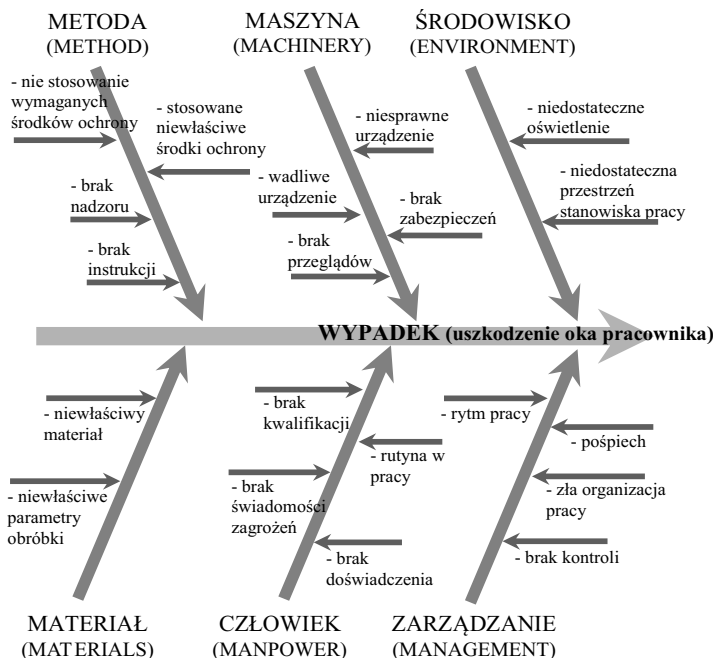
4.1. Zastosowanie diagramu Ishikawy

Szczegółowa analiza występujących nieprawidłowości wymaga zwrócenia uwagi na ich przyczyny (źródła występujących zdarzeń). Wymaga to, podczas rozpatrywania zagrożeń zastosowania metody prospektywnej polegającej na analizie wszystkich elementów składowych procesu pracy lub czynności wykonywanych przez człowieka, a następnie oceny potencjalnej możliwości powstania wypadku [14, 17]. Ocena taka musi zostać połączona z metodą retrospektywną polegającą na odtworzeniu łańcucha przyczyn wypadku. Układ łańcuchowy tworzy zestaw przyczyn wypadku, wśród których wyróżnić można przyczyny bezpośrednio wywołujące obrażenia oraz przyczyny wcześniejsze, nazywane pośrednimi przyczynami wypadków [14].

Na podstawie analizy występujących problemów wskazano potencjalne przyczyny zdarzeń wypadkowych. Zastosowanie diagramu Ishikawy pozwoliło powiązać przyczyny wywołujące określony skutek oraz przypisać je do przyczyn głównych. Pozwoliło to wskazać nowe przyczyny, ale również przypomnieć o przyczynach, które należy sprawdzić, by uzyskać kompleksowy wynik oceny zdarzenia wypadkowego [6]. W efekcie uporządkowano posiadane informacje uzyskując przejrzystość i komunikatywność. Istotą uzyskanych efektów jest szczegółowe wskazanie lokalizacji problemu, pozwalające na eliminację jego przyczyn.

W oparciu o zidentyfikowane, możliwe do wystąpienia przyczyny zdarzenia wypadkowego określono ich charakterystykę odniesioną do kategorii czynników ujmowanych w diagramie Ishikawy. Następnie na podstawie przeprowadzonej analizy uznano je za podprzyczyny zdarzeń mogących doprowadzić do efektu w postaci uszkodzenia oka pracownika.

Powyższy układ zależności przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zastosowanie diagramu Ishikawy do identyfikacji przyczyn wypadku przy pracy [źródło: opracowanie własne]
 Fig. 1. Use of Ishikawa diagram to identify the causes of accidents at work [own source]

Analiza przedstawionego na rys. 1 diagramu pozwala uznać, że czynnikiem najczęściej inicjującym wypadek jest błąd w układzie człowiek-praca, determinowany niekorzystnymi warunkami występującymi na stanowisku pracy. Jednakże warunki pracy nie mogą być traktowane jako wyłączna przyczyna wypadku [23]. Stwarzają one tylko okoliczności sprzyjające bądź niesprzyjające powstaniu wypadku. Do rzeczywistego wystąpienia wypadku niezbędne jest jeszcze wystąpienie zdarzenia lub ciągu zdarzeń, nad którymi pracownik traci kontrolę.

Przyjąć można, że wypadki przy pracy są efektem nie tylko niewłaściwych warunków środowiska pracy, ale przede wszystkim popełnianych błędów organizacyjnych, doprowadzających do ryzykownego postępowania zatrudnionych [23]. Zatem w ramach działań profilaktycznych, podejmowanych w efekcie oceny szczególną uwagę zwrócić należy na rozpoznanie charakteru występujących zagrożeń oraz skuteczności podejmowanych działań, zmniejszających skutki występujących zagrożeń.

4.2. Rola i zastosowanie zasady Pareto

Zidentyfikowanie wszystkich czynników, w różnym stopniu wpływających na analizowany efekt końcowy pozwala na wybór czynnika lub czynników krytycznych. Wymaga jednak znajomości poziomu oddziaływania tych czynników na wynik

końcowy. Przy wyborze czynników krytycznych, najsilniej oddziałujących na wynik rozpatrywanego poziomu zastosować można np. analizę Pareto lub inne metody eksperymentalne [6].

Analiza Pareto opiera się na empirycznie stwierdzonej prawidłowości, że w przyrodzie, technice i innej działalności człowieka zazwyczaj 20-30% przyczyn (czynników) decyduje o około 70-80% skutków [8]. Zidentyfikowanie tych przyczyn pozwala na wyznaczenie kierunków działań, które szczególnie efektywnie mogą przyczynić się do doskonalenia procesów pracy. Uogólniając powyższą zasadę można stwierdzić, że na ogół niewielka liczba przyczyn, osób lub sytuacji odpowiada za większość występujących zdarzeń. Prawidłowość tą zastosować można również w analizie przyczyn zdarzeń wypadkowych.

Diagram Ishikawy pozwala na wyszukanie przyczyn problemów, natomiast metoda Pareto umożliwia dokonanie hierarchizacji ich ważności. Uzyskaną ocenę wykorzystać można w różnych celach, np. do planowania kolejności realizacji działań doskonalących. Wprowadzając działania doskonalące w pierwszej kolejności eliminować należy te przyczyny, które mają największy wpływ na powstanie sytuacji zagrażającej. Gdy w wyniku podjętych działań zapobiegawczych niektóre przyczyny stracą na znaczeniu lub zostaną wyeliminowane należy wykreślić je z diagramu. Zapewnia to ciągłą aktualność schematu obrazującego problem. W sytuacji takiej opracowany diagram wskazuje rzeczywiste, w danym momencie występujące nieprawidłowości. Szczegółowe wyniki oceny prawdopodobieństwa wystąpienia przyczyny wypadku przy pracy zamieszczono w tab. 2³.

³ W oparciu o przeprowadzoną analizę przyczyn zdarzeń wypadkowych wskazano ich procentowy udział. W ocenie procentowego udziału przyczyn w zdarzeniu wypadkowym wykorzystano dokumentację podobnych zdarzeń wypadkowych oraz opinie ekspertów, będących rzeczoznawcami w powyższym przedmiocie.

Tabela 2. Szczegółowa analiza przyczyn poddanego analizie wypadku przy pracy [źródło: opracowanie własne]
 Table 2. A detailed analysis of the causes of accident at work subjected to analysis [own source]

Przyczyna wypadku przy pracy	Prawdopodobieństwo wystąpienia przyczyny [%]
Człowiek (siła robocza): - brak kwalifikacji, - brak świadomości zagrożeń, - brak doświadczenia, - rutyna w pracy	43 74 53 89
Metoda pracy: - nie stosowanie wymaganych środków ochrony, - stosowanie niewłaściwych środków ochrony, - brak nadzoru, - brak kontroli	82 72 63 58
Maszyny i wyposażenie: - wadliwe urządzenie, - niesprawne urządzenie, - brak przeglądów, - brak zabezpieczeń	45 78 32 93
Materiały (realizowane zadania): - niewłaściwy materiał, - niewłaściwe parametry obróbki	24 29
Zarządzanie: - rytm pracy, - pośpiech, - zła organizacja pracy, - brak kontroli	71 70 63 58
Środowisko pracy: - niedostateczne oświetlenie, - niedostateczna przestrzeń stanowiska pracy	71 76

Spośród nich, w oparciu o zasady Pareto, wybrano pięć⁴ najistotniejszych przyczyn, tj. takie, których procentowa szansa wystąpienia była największa. Są to:

- w grupie człowiek (siła robocza): rutyna,
- w grupie maszyny i wyposażenie: brak zabezpieczeń oraz niesprawność urządzenia,
- w grupie środowisko pracy: niedostateczna przestrzeń stanowiska pracy,
- w grupie metoda pracy: nie stosowanie wymaganych środków ochrony.

Wskazane przyczyny są tymi, które wymagają podjęcia działań doskonalących w pierwszej kolejności, równocześnie zapewniając możliwość uzyskania wysokiego poziomu poprawy.

⁴ Pięć wybranych najistotniejszych przyczyn stanowi 25% wszystkich przyczyn. Przyczyny te charakteryzowały się co najmniej 75%, wskazanym przez ekspertów prawdopodobieństwem występowania.

4.3. Cel przeprowadzonego postępowania powypadkowego

Efektom przeprowadzonej analizy jest wskazanie możliwości uzyskania poprawy przyczyniającej się do zmniejszenia zagrożeń wypadkowych. Podejmowane działania wymagają eliminacji zagrożeń u źródła, co jest determinowane zastosowaniem wyposażenia i środków pracy umożliwiających bezpieczne jej wykonywanie lub niedopuszczających do wystąpienia zagrożenia. Nie mniej istotne jest uwzględnienie czynnika ludzkiego w podejmowanych działaniach, wymagając uwzględnienia kryteriów ergonomicznych [2, 4]. Zorganizowanie stanowisk pracy z uwzględnieniem kryteriów ergonomicznych możliwe jest poprzez dostosowanie warunków i procesów pracy do możliwości pracownika, w szczególności poprzez odpowiednie organizowanie stanowisk pracy, dobór urządzeń, wyposażenia oraz narzędzi pracy, a także uwzględnienie, na etapie organizowania, możliwości zmniejszenia jej uciążliwości. Ponadto jako szczególnie istotne traktować należy zwrócenie uwagi na możliwość zmniejszenia oddziaływania czynników, uzyskiwaną poprzez odsunięcie pracowników z obszaru ich występowania, związaną z automatyzacją i robotyzacją pracy oraz optymalne rozmieszczenie stanowisk pracy względem źródeł czynników zagrażających.

Dla zapewnienia wymaganego poziomu ochrony zatrudnionych istotne jest ograniczenie wpływu czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych, poprzez stosowanie ochron zbiorowych i indywidualnych. Przyjąć należy, że stosowanie ochron zbiorowych ma priorytet przed stosowaniem ochron indywidualnych [7].

Wszystkie podejmowane działania, dla zapewnienia ich skuteczności oraz efektywności wymagają zapewnienia właściwego zachowania ludzi. Zachowania człowieka decydują o skuteczności podejmowanych działań. Można to odnieść do skuteczności powiązanej z przekonaniem zainteresowanych o celowości podjętych działań, ich adekwatności do istniejącej sytuacji zagrażającej, możliwości stosowania w określonych warunkach produkcyjnych oraz dostępności pożądaných rozwiązań w istniejących uwarunkowaniach zewnętrznych.

Przyjmując rozwiązania wpływające na zmniejszenie możliwości wystąpienia zdarzeń wypadkowych zwrócić należy uwagę na znaczenie czynnika ludzkiego. Jest to związane z potrzebą wykształcenia u zatrudnionych właściwych zasad postępowania oraz wprowadzeniem rozwiązań zwiększających prawdopodobieństwo prawidłowych zachowań. Uzyskanie wymaganego poziomu zachowań zazwyczaj oparte jest na udziale w szkoleniach, których zakres wykracza poza wymagania minimalne. Tematyką szkoleń są zasady postrzegania wymagań instrukcji stanowiskowych, dokumentacji techniczno-ruchowej i przyjętych procedur pracy. Niezmiernie istotne jest wyrobienie u zatrudnionych postawy zaangażowania i pozytywnej motywacji do pracy, której przejawem jest stosowanie się do wypracowanych na stanowisku zasad pracy oraz występujących ograniczeń.

Podsumowanie

Podstawowym celem przeprowadzanej analizy zdarzenia wypadkowego jest określenie kierunków działań służących zapobieganiu wypadkom oraz wskazanie pracownikom miejsc lub sytuacji roboczych związanych ze znaczącym ryzykiem. Analiza wypadkowości powinna identyfikować aktualną sytuację w zakresie wypadkowości w zakładzie, rodzaje prac, technologii, stanowisk o szczególnym zagrożeniu oraz zakres działań, które zakład zobowiązany jest podjąć w celu usunięcia zagrożeń wypadkowych.

Zastosowanie diagramu Ishikawy pozwala na:

- wszechstronne podejście do analizowanego problemu,
- uzyskanie obiektywnych informacji na temat występujących nieprawidłowości,
- uzyskanie prostego opisu sytuacji,
- wykazanie związku pomiędzy charakterem występujących zagrożeń a ich skutkami,
- eliminację przyczyn potencjalnych zdarzeń wypadkowych.

Za główną korzyść z przeprowadzonej analizy, wykorzystującej diagram Ishikawy należy uznać możliwość sporządzenia obiektywnej diagnozy przyczyn zdarzeń wypadkowych występujących na stanowisku pracy, pozwalającej na wskazanie możliwości zapobiegania ich ponownemu wystąpieniu. Skuteczne zapobieganie wypadkom zależy od usunięcia okoliczności i przyczyn zagrożeń wypadkowych oraz zagrożeń potencjalnie wypadkowych. Szczególną uwagę zwrócić należy na wskazanie najważniejszych przyczyn zagrożenia wypadkowego. Są nimi te przyczyny, których usunięcie w największym stopniu zmniejszy zagrożenie wypadkowe.

Zidentyfikowanie problemu wypadkowego pozwala na podjęcie właściwych działań, dających zatrudnionym możliwość bezpiecznego wykonywania pracy. Wpływając na zmniejszenie kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa [20-22] pozwala wypełnić obowiązki pracodawcy wobec pracowników, związane z zapewnieniem im bezpiecznych i higienicznych warunków wykonywania pracy. Celem podejmowania wskazanych działań jest zapewnienie możliwości produktywnego wykonywania pracy, bez narażenia pracowników na nieuzasadnione ryzyko wypadku lub choroby oraz nadmierne obciążenie fizyczne i psychiczne.

Literatura

- [1] Bryła R.: *Bezpieczeństwo i higiena pracy*, Wydawnictwo Elamed, Katowice 2011.
- [2] Dahlke G., Górný A. (eds.): *The ergonomics and safety in environment of human live*, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznan 2009.
- [3] Dudka G.: *Rejestrowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych*, Bezpieczeństwo Pracy, 2005, 3, s. 12-15.
- [4] Górný A., Dahlke G. (eds.): *The formation of safety in environment and space of man's work*, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznan 2009.

- [5] Górny A.: *Ergonomics in the formation of work condition quality*, Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation, 2012, 41 (supp. 1), pp. 1708-1711.
- [6] Górny A.: *The use of Ishikawa diagram in occupational accidents analysis*, in: Arezes P., Baptista J.S., Barroso M.P., Carreiro P., Cordeiro P., Costa N., Melo R., Miguel A.S., Prestrelo G. (eds.), Occupational Safety and Hygiene (SHO 2013), pp. 162 - 163, Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene, Guimaraes 2013.
- [7] Górny A.: *Zarządzanie ryzykiem zawodowym*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
- [8] Hamrol A., Mantura W.: *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [9] Hamrol A.: *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [10] Hansen A.: *Wypadkowość na co dzień (accidentologie). O systemie gałęzi TOL*, Wydawnictwo Ośrodka Szkolenia PIP, Wrocław 1994.
- [11] Ishikawa K.: *Guide to Quality Control*, Asian Productivity Organization, Tokyo 1976.
- [12] Ishikawa K.: *What is Total Quality Control? The Japanese Way*, Prentice Hall, New Jersey 1985.
- [13] Misztal A., Butlewski M.: *Live improvement at work*, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznan 2012.
- [14] Pietrzak L.: *Analiza wypadków przy pracy dla potrzeb prewencji*, Państwowa Inspekcja Pracy, Główny Inspektorat Pracy, Warszawa 2007.
- [15] Pietrzak L.: *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy i ryzykiem*, Seria: Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy, cz. 14, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001.
- [16] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2009 r. w sprawie ustalania okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy; Dz. U. 2009, Nr 105, poz. 870.
- [17] Szlązak J., Szlązak N.: *Bezpieczeństwo i higiena pracy*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2010.
- [18] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy; tekst jedn.: Dz. U. 1998, Nr 21, poz. 94, ze zm.
- [19] Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych; tekst jedn.: Dz. U. 2009, Nr 167, poz. 1322, ze zm.
- [20] Warunki pracy w 2009. Informacja statystyczna i opracowanie, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2010.
- [21] Warunki pracy w 2010. Informacja statystyczna i opracowanie, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011.
- [22] Warunki pracy w 2011. Informacja statystyczna i opracowanie, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.
- [23] Wolniak R., Skotnicka B.: *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.