ARCHIWUM WIEDZY INŻYNIERSKIEJ ISSN 2544-2449
ARCHIVES OF ENGINEERING KNOWLEDGE
www.qpij.pl

Wykorzystanie narzędzi i metod doskonalenia jakości do analizy i rozwiązania problemu związanego z bezpieczeństwem pracy

The use of quality improvement tools and methods to analyze and solve the problem related to work safety

Mateusz Dolniak[1], Krzysztof Knop[2]

[1] student, członek koła naukowego "Promotor jakości", Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: matuesz.dol95@gmail.com
[2] dr inż., Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: krzysztof.knop@wz.pcz.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia przykład wykorzystania wybranych narzędzi i metod doskonalenia jakości w celu analizy i rozwiązania problemu związanego z bezpieczeństwem pracy w zakładzie z branży piwowarskiej. Szczegółowej analizie poddano problem - przygniecenie kończyny górnej, który okazał się być krytyczny ze względu na częstość występowania po analizie z wykorzystaniem diagramu Pareto-Lorenza. Wykorzystano diagram Ishikawy w celu analizy przyczyn tego problemu oraz pogrupowania tych przyczyn do kategorii 5M+E. Z użyciem metody 5 x dlaczego wskazano na przyczynę źródłową tego problemu tj. pośpiech i nieuwagę pracowników. Zaproponowano wykorzystanie rozwiązań Poka-Yoke z metody ostrzegania - zastosowanie czujnika dźwiękowego w celu zabezpieczenie przed krytycznym zdarzeniem wypadkowym. Artykuł udowadnia, że zastosowanie narzędzi i metod jakościowych do obszaru bhp może przyczynić się do ograniczenia działania czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych na pracowników, a tym samym poprawy poziomu ich bezpieczeństwa pracy.

Abstract: The article presents an example of the use of selected tools and methods of quality improvement in order to analyze and solve the problem related to work safety in a brewing industry plant. The problem was analyzed in detail - crushing the upper limb, which turned out to be critical due to the frequency of occurrence after the analysis using the Pareto-Lorenz diagram. The Ishikawa diagram was used to analyze the causes of this problem and group them into the 5M + E category. By using the 5 x method the root cause of this problem was identified - haste and inattention of employees. It was proposed to use Poka-Yoke solutions from the warning method - the use of a sound sensor in order to protect against a critical accident event. The article proves that the use of quality tools and methods in the area of occupational health and safety may contribute to limiting the impact of hazardous, harmful and burdensome factors on employees, and thus to improve their level of work safety.

Słowa kluczowe: bhp, narzędzia i metody doskonalenia jakości, analiza przyczyn źródłowych, doskonalenie

Key words: OHS, quality improvement tools and methods, root causes analysis, improvement

1. Wstęp

Każdej pracy zawodowej towarzyszy ryzyko związane z możliwością wystąpienia sytuacji zagrażających bezpieczeństwu, zdrowiu i życiu pracowników. Sytuacje te są powodowane przez czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe. Obowiązkiem każdego pracodawcy jest zapewnienie pracownikom bezpiecznych i higienicznych warunków pracy, przeprowadzanie okresowej kontroli poziomu bhp, a także doskonalenie poziomu bhp w przedsiębiorstwie [1-10]. Pracodawcy mają do dyspozycji wiele kierunków, sposobów, modelów doskonalenia organizacji [8, 11], a także metod i narzędzi doskonalenia jakości [13-20]. Ich umiejętne wykorzystanie pozwala badać ryzyko związane z wystąpieniem czynników niebezpiecznych i szkodliwych obniżających poziom bhp w przedsiębiorstwie, a także opracowywać i wdrażać działania usprawniające, dzięki którym możliwe jest podnoszenie poziomu bhp.

Celem artykułu jest przedstawienie przykładu wykorzystania narzędzi i metod doskonalenia jakości do analizy i rozwiązania krytycznego problemu związanego z bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie z branży piwowarskiej.

2. Metodyka badawcza

Podmiotem badań było jedno z największych w regionie śląskim przedsiębiorstw branży piwowarskiej. Przedsiębiorstwo zostało założone w 1994 roku w niewielkiej wsi w województwie śląskim, w powiecie częstochowskim. Przedmiotem badań jest analiza możliwości wykorzystania wybranych narzędzi

i metod doskonalenia jakości do rozwiązania problemów związanego z bezpieczeństwem pracy. Artykuł to studium przypadku z wykorzystania narzędzi i metod doskonalenia jakości do obszaru problemów związanych w bhp w badanym przedsiębiorstwie. Metody i narzędzia doskonalenia jakości są na tyle uniwersalne, że można je stosować do analizy i rozwiązywania różnych problemów jakościowych [4], ale nie tylko, w celu walki z kryzysem gospodarczym i poprawy efektywności funkcjonowania firmy [13].

W pierwszej kolejności w ramach analizy wyników związanych z bhp wykorzystano kartę kontrolną *c* do oceny przewidywalności liczby wypadków przy pracy w badanym przedsiębiorstwie. Karta kontrolna *c* jest kartą stosowaną przy ocenie alternatywnej właściwości. W przypadku tej karty przyjmuje się, że alternatywne właściwości (np. wady jakościowe, wypadki przy pracy) są zdarzeniami rzadkimi i granice kontrolne na tej karcie wyznaczane są na podstawie rozkładu Poissona (rozkład zdarzeń rzadkich) [3]. Kartę kontrolną *c* sporządzono na podstawie ewidencji dotyczących liczby wszystkich wypadków wymagających udzielenia pierwszej pomocy w badanym zakładzie. Analizę przewidywalności liczby wypadków przy pracy w przedsiębiorstwie przeprowadzono w oparciu o dane dotyczące liczby wypadków do których doszło w latach 2015 – 2019. Na podstawie danych z 2015 roku wyznaczono linie kontrolne dla karty *c* – Górna Linię Kontrolną (GKL), Dolną Linię Ostrzegania (DLO) oraz Górną Linię Ostrzegania (GLO).

W kolejnym etapie analizy wykorzystano diagram Pareto-Lorenza do identyfikacji najczęściej występujących wypadków przy pracy w badanych latach 2015 – 2019. Diagram Pareto-Lorenza jest narzędziem nadawania ważności bazującym na danych liczbowych, którego celem jest wskazanie czynników najczęściej występujących (ich uszeregowanie w kolejności malejącej ze względu na częstość wystąpień) i przez to ukierunkowanie działań doskonalących [6]. Diagram Pareto-Lorenza stosowany w obszarze bhp pozwala wskazać główne przyczyny występowania czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych na stanowiskach pracy i określić skutki ich wystąpienia. Podobnie, jak w przypadku analizy wykonywanej dla jakości wyrobów, tak również dla bhp przyjmuje się, że około 20% stwierdzonych przyczyn (czynników) decyduje o około 80% wszystkich skutków [2].

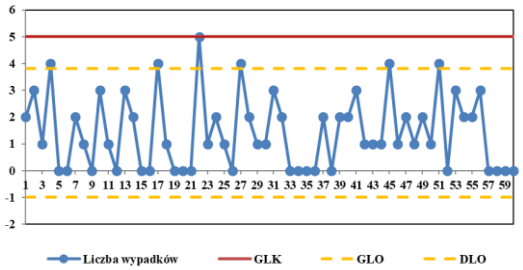
Następnie wykorzystano diagram Ishikawy dla analizy przyczyn krytycznego problemu związanego z wypadkami przy pracy po analizie Pareto-Lorenza. Diagram Ishikawy, zwanych także diagramem przyczynowo-skutkowym jest narzędziem, którego zastosowanie polega na graficznej prezentacji wzajemnych powiązań pomiędzy przyczynami wywołującymi określony skutek, jakim jest konkretny stwierdzony problem [1]. Jego analiza pozwala na rozwiązywanie problemów, w których ma się do czynienia ze złożonością przyczyn. Połączenie tego narzędzia z innymi narzędziami (np. burzą mózgów) pozwala na szersze zbadanie problemu. Dobre zastosowanie diagramu, pozwala skupić się na miejscu powstania problemu [5]. W odniesieniu do obszaru bhp zastosowanie diagramu Ishikawy pozwala wskazać przyczyny wypadków przy pracy, czy wystąpienia czynników niebezpiecznych, uciążliwych i szkodliwych na stanowiskach pracy. Pozwala wyszczególnić powody, które mogłyby doprowadzić do wypadku przy pracy, czy wystąpienia innego konkretnego problemu związanego z bhp.

W celu dogłębnego przenalizowania badanego krytycznego problemu związanego z bhp wykorzystano metodę 5 razy „dlaczego", która jest narzędziem poszukiwania przyczyny źródłowej konkretnego problemu, poprzez najczęściej zadanie 5 pytań „dlaczego" [5]. Zastosowanie analizy 5 razy „dlaczego" w obszarze bhp pozwala wyjaśnić powody wystąpienia czynników niebezpiecznych, szkodliwych, uciążliwych, przyczyny nadmiernej ekspozycji pracowników na działanie tych czynników. Wskazanie przyczyn ich wystąpienia poprzez pięciokrotne zadanie pytania „dlaczego?" pozwala również określić, kiedy doszło do problemu lub z jakich powodów nie został on wcześniej zdiagnozowany.

W ostatnim etapie analizy wykorzystano metodę Poka-Yoke, w celu zabezpieczenia procesu przez krytycznym problemem związanym z bhp. Poka-Yoke to rozwiązania o różnym stopniu złożoności technicznej, których celem jest uniknięcie wystąpienia danego problemu (raz na zawsze) spowodowanego przez błędy i pomyłki ludzkie [9]. Błędy i pomyłki ludzie prowadzą często do wystąpienia wypadków przy pracy. Zabezpieczenie procesu przez błędem, gdzie do takiego wypadku możne dojść, poprzez rozwiązania Poka-Yoke może przynieść spodziewany skutek – eliminację wypadków przy pracy ze względu na określone przyczyny. Możliwości wdrażania rozwiązań Poka-Yoke do obszarów bhp są bardzo szerokie. Za wdrażaniem takich rozwiązań przemawia względnie niski koszt oraz prostota i skuteczność rozwiązań [12].

3. Wyniki badań i ich omówienie

Miesięczne dane dotyczące liczby wypadków w latach 2015 – 2019 naniesiono na kartę kontrolną *c*. Uzyskano 60 punktów pomiarowych (12 miesięcy x 5 lat). Opracowaną kartę kontrolną *c* przedstawia rys. 1.



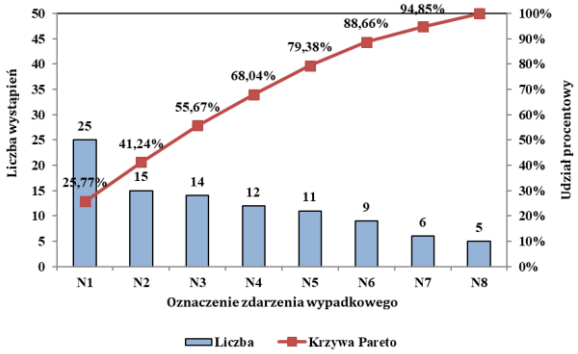
Rys. 1. Karta kontrolna c liczby pierwszych pomocy w przedsiębiorstwie w latach 2015 – 2019

Uzyskane wyniki pozwalają zauważyć istotne wahania. Tylko jeden raz (w październiku 2016 r.) liczba wypadków w przedsiębiorstwie przekroczyła Górną Linię Kontrolną. Górna Linia Ostrzegania została przekroczona pięć razy w ciągu 60 analizowanych miesięcy. Od połowy ostatniego analizowanego roku zauważyć można tendencję spadkową liczby wypadków w badanym przedsiębiorstwie. W żadnym miesiącu lat 2015 – 2019 nie została jednak przekroczona Dolna Linia Ostrzegania. Wyniki przeprowadzonej analizy pozwalają przypuszczać, że w kolejnych latach liczba wypadków na stanowiskach produkcyjnych w przedsiębiorstwie będzie się zmniejszać.

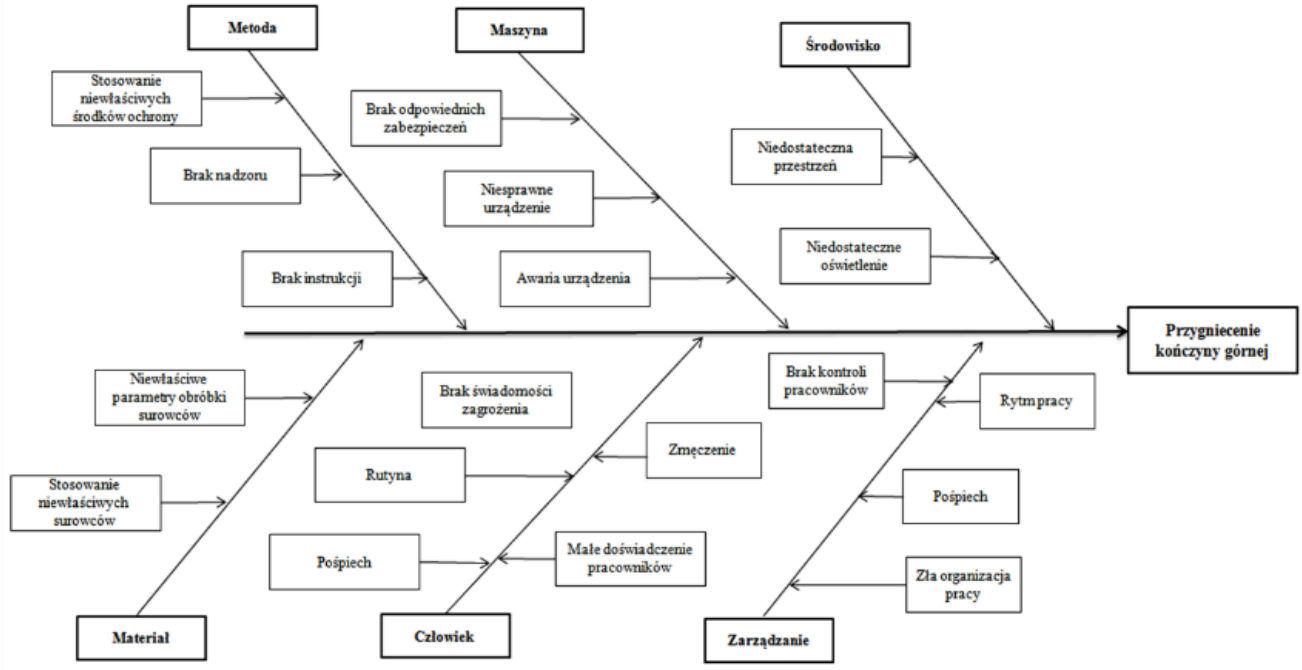
W latach 2015 – 2019 w przedsiębiorstwie doszło łącznie do 97 wypadków, z który 86 nie wymagała specjalistycznej pomocy lekarskiej. Zdarzeniami wypadkowymi, do których doszło w przedsiębiorstwie w latach 2015 – 2019 były: przygniecenia kończyny górnej (N1), skaleczenia (N2), urazy głowy (N3), upadek na tym samym poziomie (N4), naderwanie ścięgien (N5), zwichnięcia (N6), złamania kończyn (N7) oraz potłuczenia (N8). W celu identyfikacji krytycznego problemu związanego z bhp w badanym przedsiębiorstwie przeprowadzono analizę Pareto-Lorenza, w ramach której uszeregowano zdarzenia wypadkowe od najczęściej do najrzadziej występujących, a także

określono udział oraz skumulowany udział poszczególnych zdarzeń wypadkowych w ogólnej liczbie wszystkich wypadków, jakie na przestrzeni pięciu analizowanych lat miały miejsce w przedsiębiorstwie. Wyniki przeprowadzonej analizy zaprezentowano na rysunku 2.

Przeprowadzona analiza pozwala zauważyć, że około 30% problemów w obszarze bhp w przedsiębiorstwie wynika z występowania czterech rodzajów zdarzeń wypadkowych, a mianowicie: przygniecenia kończyny górnej, skaleczeń, urazów głowy oraz upadków na tym samym poziomie. Te cztery rodzaje zdarzeń wypadkowych stanowiły łącznie 68,04% wszystkich wypadków, do których doszło wśród pracowników produkcyjnych przedsiębiorstwa na przestrzeni pięciu ostatnich lat. Wobec tego niezbędne jest ograniczenie tych zdarzeń, a w szczególności najczęściej występującego wśród pracowników zdarzenia wypadkowego – przygniecenia kończyny górnej. Wymaga to jednak wskazania przyczyny źródłowej powstawania tego zdarzenia. W tym celu posłużono się analizą Ishikawy, którą przeprowadzono w trzech etapach. Pierwszym było wskazanie czynników, których wystąpienie mogło doprowadzić do wystąpienia tego rodzaju zdarzeń wypadkowych, drugim było określenie kategorii stwierdzonych przyczyn, tj.: metoda, maszyna, środowisko, materiał, człowiek, zarządzanie, trzecim - przypisano poszczególne przyczyny do odpowiednich kategorii. Pozwoliło to opracować diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy (rys. 3).

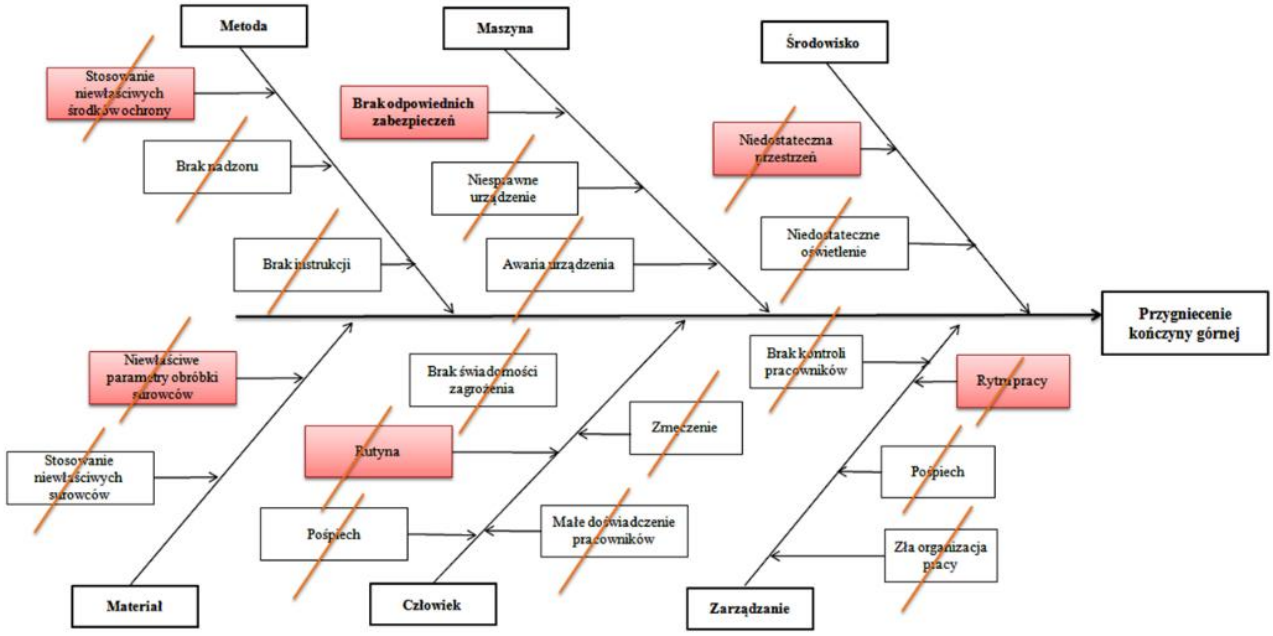


Rys. 2. Diagram Pareto-Lorenza dla problemu związanego z bhp w badanym przedsiębiorstwie



Rys. 3. Diagram Ishikawy dla zdarzenia wypadkowego – przygniecenia kończyny górnej

Szczegółowa analiza przyczyn zdarzenia wypadkowego – przygniecenia kończyny górnej pozwoliła wskazać w każdej grupie przyczyn prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnej przyczyny. Analiza wykazała, że spośród przyczyn powodowanych przez człowieka do wypadku najczęściej dochodziło na skutek rutyny pracowników. W grupie metod pracy największe prawdopodobieństwo wystąpienia analizowanego zdarzenia wypadkowego mogło wynikać z niestosowania wymaganych środków ochrony. W grupie maszyn powodem wypadku mogło być przede wszystkim brak należytych zabezpieczeń, w grupie stosowanego materiału – niewłaściwe parametry obróbki. Spośród powodów wskazanych w kategorii zarządzanie największe prawdopodobieństwo wystąpienia omawianego zdarzenia wypadkowego istniało z powodu rytmu pracy, a w grupie środowiska pracy – z powodu niedostatecznej przestrzeni środowiska pracy. Szczegółowa analiza przyczyn zdarzenia wypadkowego – przygniecenia kończyny górnej wskazuje, że główną przyczyną powodującą to zdarzenie był brak odpowiednich zabezpieczeń maszyny wykorzystywanej w realizacji procesu wytwórczego. Na rysunku 4 przedstawiono wynik analizy.

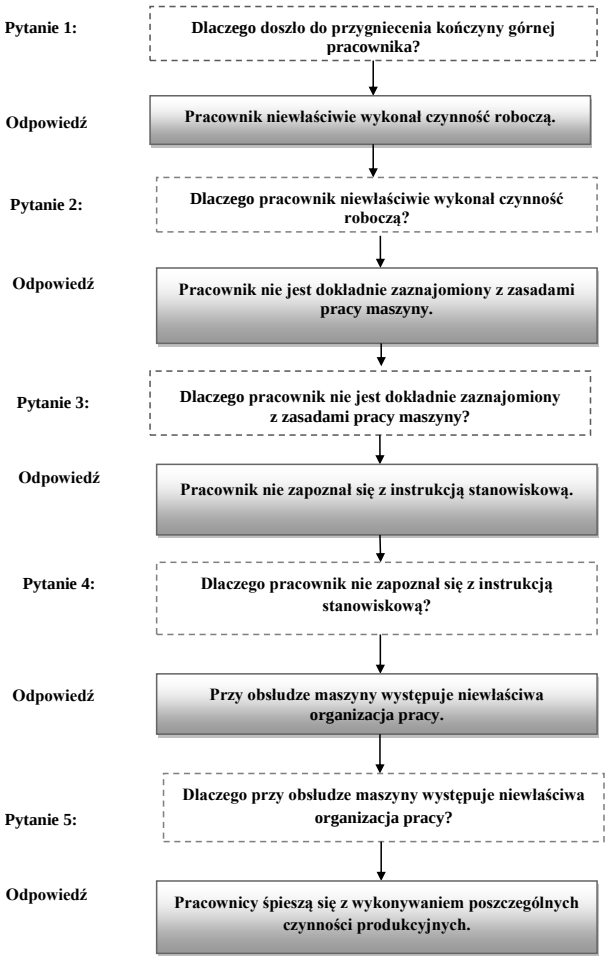


Rys. 4. Diagram Ishikawy dla zdarzenia wypadkowego – przygniecenia kończyny górnej ze wskazaniem głównej przyczyny wystąpienia tego zdarzenia wypadkowego

Przeprowadzone analizy wykazały, że zdarzeniami wypadkowymi do których najczęściej dochodzi w przedsiębiorstwie są przygniecenia kończyny górnej. Wypadki te są powodowane w trakcie realizacji czynności wytwórczych i bezpośrednio wiążą się z obsługą maszyn i urządzeń wykorzystywanych poszczególnych faz procesu wytwórczego. W celu ograniczenia występowania tego rodzaju zdarzeń wypadkowych niezbędne jest wskazanie ich przyczyny źródłowej. Jest to możliwe w drodze zastosowania analizy 5 razy „dlaczego". Analizę tę zaprezentowano na rysunku 5.

Poprzez pięciokrotne zadanie pytania „dlaczego?" wskazano główny powód występowania najczęściej stwierdzanego zdarzenia wypadkowego. Analiza wykazała, że przyczyną źródłową przygniecenia kończyny górnej jest pośpiech pracowników, a więc również ich nieuwaga. Z danych udostępnionych przez przedsiębiorstwo wynika, że do wypadków związanych z przygnieceniem kończyn górnych dochodzi najczęściej na etapie wytwarzania brzeczki chmielowej. Etap ten polega na mieleniu, a następnie zacieraniu, w wyniku czego otrzymywany jest słód. Proces ten jest realizowany we wzrastającej temperaturze, która również wpływa na pracowników – powoduje ich ogólne osłabienie, a przez to poczucie większego zmęczenia i ogólne osłabienie organizmu.

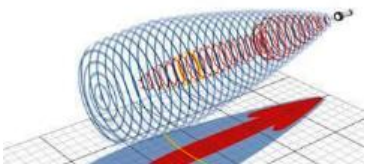
W takich warunkach nie trudno o wystąpienie zagrożenia wypadkowego. W związku z tym niezbędne jest wdrożenie w zakładzie X usprawnień, które pozwolą na ograniczenie występowania stwierdzonej przyczyny źródłowej, a także zabezpieczenie prawidłowości realizacji procesu wytwórczego. Wykorzystano możliwości jakie daje metoda Poka Yoke. Przykładowe rozwiązanie z zakresu Poka-Yoke możliwe do wdrożenia w badanym zakładzie dla eliminacji problemu bhp związanego ze zdarzeniem wypadkowym – przygnieceniem kończyny górnej przedstawia tabela 1.



Rys. 5. Analiza 5 Why dla przyczyny źródłowej zdarzenia wypadkowego - przygniecenia kończyny górnej

Tabela 1. Rozwiązanie Poka-Yoke z zakresu bhp możliwe do wdrożenia w badanym zakładzie

Zabezpieczenie przed zdarzeniem wypadkowym - zgniecenie kończyny górnej pracownika
Przed udoskonaleniem: Młyn słodowy wykorzystywany do wytwarzania brzeczki chmielowej składa się z leja samowyładowawczego z wlotem ślizgowym oraz przenośnika taśmowego. Ziarno wylotem leja jest przenoszone na przenośnik. W momencie, gdy wszystko ziarno przejdzie przez lej, jego ujście musi zostać zamknięte. Pracownik odpowiedzialny za obsługę pracy leja jest zobowiązany m.in. do tego, aby każdorazowo kontrolować, czy ujście to zostało zamknięte.
Opis sytuacji problemowej: Podczas mielenia słodu na etapie wytwarzania brzeczki chmielowej zdarzały się przypadki, kiedy pracownik nadzorujący pracę leja samowyładowawczego podczas kontroli, czy wszystkie ziarno zostało wyładowane na przenośnik ręcznie zamykał wylot leja. W skutek nieprawidłowo wykonanej czynności zamknięcia wylotu leja dochodziło do zdarzenia wypadkowego – zgniecenia kończyny górnej pracownika.

Jak może przedsiębiorstwo zapobiegać takim błędom?
Po udoskonaleniu: Zastosowanie czujnika dźwiękowego eliminuje konieczność samodzielnego sprawdzania przez pracownika zamknięcia komory leja samowyładowawczego.
Opis sytuacji: Lej samowyładowawczy został wyposażony w czujnik obecności ziarna. Po opróżnieniu komory, z której ziarno przechodzi przez lej na przenośnik taśmowy czujnik poprzez wydawany dźwięk w czasie 90 sek. informuje o pełnym opróżnieniu komory i zamknięciu wylotu leja.
Dzięki wdrożonemu udoskonaleniu pracownik nie musi samodzielnie sprawdzać zamknięcia wylotu leja. Dzięki temu udoskonaleniu przy obsłudze leja nie dochodzi do zdarzenia wypadkowego przygniecenia kończyny górnej.
Zastosowana metoda Poka-Yoke: metoda kontaktu
Zastosowany rodzaj czujnika: czujnik dźwiękowy pozwalający na wykrywanie obiektów w leju i ujściu wylotowym leja samowyładowawczego.
 Czujnik dźwiękowy  Sposób działania czujnika

W przedsiębiorstwie mogą zostać wykorzystane urządzenia Poka-Yoke:

- ułatwiające bezpieczną realizację procesu,
- ostrzegawcze,
- wykorzystywane w ramach metody koniecznego kroku.

Spośród wielu możliwych do zastosowania urządzeń ułatwiających bezpieczną realizację procesu, urządzeń ostrzegawczych i urządzeń wykorzystywanych w ramach metody koniecznego kroku zakład powinien zainstalować urządzenia z przynajmniej dwóch grup (np. ostrzegawcze i koniecznego kroku).

W zakładzie mogą zostać zastosowane rozwiązania umożliwiające zatrzymanie maszyny (procesu) w przypadku wystąpienia zdarzenia wypadkowego. Rozwiązania takie to wbudowane w pracę maszyny systemy wyposażone w funkcje kontrolne. Dzięki niej system zatrzymuje maszynę w chwili, gdy stwierdza, że dochodzi do nieprawidłowości w jej pracy. Jednak, choć wdrożenie takiego systemu może wpłynąć na poprawę bhp i ograniczenie zdarzeń wypadkowych, to jednak z drugiej strony zatrzymywanie procesu może negatywnie wpłynąć na wydajność zakładu. Stad też przedsiębiorstwo powinno rozważyć wdrożenie urządzeń, które pozwolą zwiększyć poziom bhp, ale nie wpłyną negatywnie na realizację procesu wytwórczego.

Proponuje się wdrożenie metod ostrzegawczych polegających na ostrzeganiu operatora maszyny o tym, że doszło do sytuacji potencjalnie wypadkowej. W tym celu zastosowane mogą zostać sygnały dźwiękowe (alarm dźwiękowy) lub świetlne. Inną propozycją może być zastosowanie metody kontaktu, która zakłada, że w chwili wykrycia jakiejkolwiek nieprawidłowości (wystąpienia pierwszych symptomów zdarzenia potencjalnie wypadkowego) jest ona natychmiast wykrywana. Wymaga to jednak zastosowania odpowiednich czujników. Mogą to być np. zaprojektowane na potrzeby realizacji procesów wytwórczych w przedsiębiorstwie odpowiednie oprzyrządowania, takie jak np. czujniki zbliżeniowe, fotokomórki, detektory ciepła, itp. Zastosowanie tych rozwiązań może w znacznej mierze wpłynąć na poprawę poziomu bhp w analizowanym przedsiębiorstwie, a w szczególności na ograniczenie najczęściej występujących zdarzeń wypadkowych

4. Podsumowanie

Celem artykułu było pokazanie możliwości wykorzystania narzędzi i metod doskonalenia jakości do analizy i rozwiązania problemów związanych z bezpieczeństwem pracy. Artykuł to case-study pokazujący możliwość wykorzystania wybranych narzędzi jakości, tj. karty kontrolne, diagram Pareto-Lorenza, diagram Ishikawy, 5WHY oraz metod – metoda Poka-Yoke do analizy problemów związanych z bezpieczeństwem pracy w badanym zakładzie specjalizującym się w produkcji wyrobów alkoholowych.

Zapewnianie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy wymaga prowadzenia analiz występowania czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych powodujących zdarzenia wypadkowe, obniżających poziom bhp w zakładzie pracy. Analizy takie nie tylko pozwalają wskazać czynniki fizyczne, chemiczne, biologiczne i psychofizyczne powodujące ryzyko zawodowe, ale też dokonywać oceny tego ryzyka i wdrażać rozwiązania pozwalające na jego ograniczenie. Na każdym pracodawcy spoczywa obowiązek zapewnienia pracownikom odpowiednich, tj. bezpiecznych i higienicznych warunków pracy. Wymaga to jednak realizacji wielu działań w różnych obszarach. Jednym z nich jest doskonalenie poziomu jakości w obszarze bhp. Działające na rynku przedsiębiorstwa mają do dyspozycji wiele metod, technik i narzędzi, które mogą

wykorzystywać, aby analizować problemy związane z bhp i je rozwiązywać a przez to podnosić poziom bhp.

W artykule wykazano, że w toku procesu produkcyjnego w badanym przedsiębiorstwie dochodzi do różnego rodzaju zdarzeń wypadkowych. Ich przyczyny są zróżnicowane, od pospiechu i nieuwagi pracowników, po niewłaściwe zabezpieczenie maszyn i urządzeń. Wypadki, do jakich dochodzi w przedsiębiorstwie to głównie przygniecenia kończyn, uraz głowy, skaleczenia, stłuczenia, złamania. Powodują one czasową absencję pracowników. Aby ograniczyć poziom wypadkowości, a tym samym zwiększyć bezpieczeństwo pracowników przeprowadzono analizy przewidywalności liczby wypadków przy pracy, dokonano identyfikacji problemu krytycznego związanego z bezpieczeństwem i higieną pracy, analizy przyczyn tego problemu wraz z analizą przyczyny źródłowej oraz zaproponowano rozwiązanie krytycznego problemu poprzez wykorzystanie rozwiązań w zakresie metody Poka-Yoke.

Artykuł dowodzi, że wykorzystywanie odpowiednio dobranych metod i narzędzi jakościowych do zagadnień związanych z bhp pozwala analizować przyczyny zdarzeń wypadkowych na stanowiskach pracy i wdrażać działania usprawniające pozwalające na ograniczenie, a nawet eliminację tych zdarzeń. Odpowiednio wykorzystywane metody i narzędzia jakościowe w obszarze bhp przyczyniają się do poprawy poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy przedsiębiorstwa, a przez to wpływają też na poprawę funkcjonowania przedsiębiorstwa w niemal każdym obszarze prowadzonej działalności. Podsumowując, zastosowanie metod i narzędzi jakościowych do obszaru bhp może przyczynić się do ograniczenia działania czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych na pracowników, a tym samym poprawy poziomu ich bezpieczeństwa i higieny pracy.

Literatura

[1] Cierpiał D., Knop K., *Wykorzystanie diagramu Pareto-Lorenza oraz diagramu Ishikawy do analizy niezgodności powstających w procesie produkcji cięgna hamulca ręcznego*, Archiwum Wiedzy Inżynierskiej, T. 3, Nr 2, 2018, s. 3-6.

[2] Ulewicz R., Klimecka-Tatar D., Mazur M., Niciejewska M., *Wybrane aspekty zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji, Częstochowa 2015.

[3] Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.

[4] Ingaldi M., *Analysis of the Quality Problems During Production Process of the Stud Frame of the Stretching Station*, Production Engineering Archives, Vol. 2, No 1, pp. 2-5.

[5] Kardas E., *Wykorzystanie narzędzi jakości do oceny jakościowej wybranego produktu*. Zarządzanie Przedsiębiorstwem, 2017, nr 1, s. 10-15.

[6] Łuczak M., Małys M., Jedlińska M., *Współczesne koncepcje i trendy w branży motoryzacyjnej*. Wydawnictwo Advertiva, Poznań 2016.

[7] Woźny A., Saja P., Dobosz M., Kucęba R., *Occupational health and safety management with the use of brainstorming method*. Production Engineering Archives, 2017, 17/17, 18-23.

[8] Martyniak Z., *Nowe metody organizacji i zarządzania*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków 2012.

[9] Mazur A., Gołaś H., *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.

[10] Pawłowska Z., Pietrzak L., *Wypadki przy pracy. Badanie i prewencja*. Wydawnictwo Głównego Inspektoratu Pracy, Warszawa 2008.

[11] Skrzypek A., *Jakościowe aspekty doskonalenia zarządzania organizacją*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humnistycznego w Siedlcach, 2014, nr 100, s. 131-146.

[12] Trojanowska J., Kolińska K., Koliński A., *Stosowanie narzędzi Lean w przedsiębiorstwach produkcyjnych jako skuteczny sposób walki z kryzysem gospodarczym*. Problemy Zarządzania, 2011, nr 1 (31), s. 34-52.

[13] Wolniak R., *Metody i narzędzia zarządzania jakością: teoria i praktyka*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Katowice 2011.

[14] Gódź A., Drychała E., Kruk K., *Zasada Pareto. Diagram Pareto-Lorenza*. Gospodarka i Finanse, 2013, nr 3, s. 75-84.

[15] Pacana A., Czerwińska K., *Improving the quality level in the automotive industry*. Production Engineering Archives, 2020, 26/4, 162–166.

Staniszewska E., Klimecka-Tatar D., Obrecht M., *Eco-design processes in the automotive industry*. Production Engineering Archives, 2020, 26/4, 131–137.

[16] Kowalik K., *Diagram Pareto-Lorenza w teorii i praktyce zarządzania jakością*. Archiwum Wiedzy Inżynierskiej, 2018, nr 1.

[17] Jagusiak-Kocik, M. *PDCA cycle as apart of continous improvement in a production company – case study*. Production Engineering Archives, 2017, 14, 19-22.

[18] Klimecka-Tatar D. *Safety management in quality management approach - the context of safe working conditions in micro-, small and medium-sized and large enterprises*: Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges. Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference, Seville, Spain 2020.

[19] Grabara J., Cehlar M., Dabylova M., *Human factor as an important element of success in the implementation of new management solutions*. Polish Journal of Management Studies, 2019, 20(2), 225-235.

[20] Niciejewska M., Klimecka-Tatar D. *Health problems among employees in small enterprises as a result of improper OHS management*. MATEC Web of Conferences, 2018, 183, 1012.