

Anna Mazur
Agnieszka Stachowiak
Alicja Szymczak
Patrycja Witkowska
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Zarządzania, Instytut Logistyki

DOSKONALENIE PROCESU PRODUKCJI Z WYKORZYSTANIEM METODY FTA W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNO-USŁUGOWYM

STRESZCZENIE: Celem artykułu jest zaprezentowanie analizy drzewa błędów FTA. Metoda ta umożliwia określenie przyczyn powstałych zdarzeń oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia i wskazanie zależności przyczynowo-skutkowych. Model ten pozwala na graficzne przedstawienie powiązań między zdarzeniami i wyciągnięcie odpowiednich wniosków. Na przykładzie producenta mebli na zamówienie klienta dokonano oceny ryzyka z pomocą metody FTA. Poprzez odpowiednie wdrożenie i kontrolę skuteczności podjętych działań ukazano nowe perspektywy rozwoju przedsiębiorstwa.

SŁOWA KLUCZOWE: proces produkcji, metoda FTA, przedsiębiorstwo produkcyjno-usługowe

Improving the production process using the FTA method in a production and service enterprise

ABSTRACT: The aim of the article is to present the FTA error tree analysis. This method makes it possible to determine the causes of events and the probability of their occurrence and to indicate cause-and-effect relationships. This model allows you to graphically present connections between events and draw appropriate conclusions. On the example of a furniture manufacturer commissioned by a customer, a risk assessment was carried out using the FTA method. Through appropriate implementation and control of the effectiveness of the actions taken, new perspectives for the development of the company were presented.

KEYWORDS: production process, FTA method, production and service company

Wstęp

Współcześnie, przy szczególnie burzliwym otoczeniu, przedsiębiorstwa muszą zmierzyć się z wieloma zagrożeniami. Podejmowanie decyzji o zmianach w firmie, nowych inwestycjach, udoskonaleniach procesów, wdrożeniach działań mają na celu poprawę wyników organizacji, jednak wiążą się z licznymi wyzwaniem. Przedsiębiorstwa nieustannie stają w obliczu nowych możliwości otwierających nowe drogi do rozwoju biznesu. Ich niezauważenie i niewykorzystanie może stanowić dla przedsiębiorstwa spore zagrożenie, a w konsekwencji wyparcie z rynku przez inne konkurencyjne firmy.

Podejmowane działania, które oferują wiele szans i nowych możliwości, niosą za sobą pewne zagrożenia, z którymi należy się skonfrontować i zminimalizować ich negatywny wpływ na przedsiębiorstwo. Organizacje, dla których ważne jest osiągnięcie wysokiej pozycji, powinny ciągle analizować otoczenie, szukać nowych rozwiązań i wdrażać działania doskonalące.

Identyfikacja ryzyka eliminuje wystąpienie negatywnych skutków oraz umożliwia udoskonalenie procesów stanowiące niezwykle ważny element funkcjonowania organizacji. Jest to działanie ciągłe, wymagające nieustannej analizy powiązań pomiędzy procesami przedsiębiorstwa. Efektem doskonalenia procesów może być optymalizacja kosztów, wzrost wydajności pracy, poprawa skuteczności działania, usprawnienie funkcjonowania przedsiębiorstwa i poprawa zdolności organizacji do przystosowania się do zmiennych warunków otoczenia.

Istota analizy ryzyka i rola doskonalenia w organizacji

Doskonalenie, będące według Hamrola piątą funkcją zarządzania, jest procesem ciągłym i dynamicznym, w którym definiowane są nowe wyzwania i cele, których osiągnięcie prowadzi do ulepszenia procesów przedsiębiorstwa. Jest to podejmowanie takich działań, które pomogą uzyskać specjalne korzyści oraz będą dodatkową wartością zarówno dla klientów organizacji, jak i całego przedsiębiorstwa (Hamrol 2007, s. 120).

Wdrożenie koncepcji doskonalenia do organizacji jest niezwykle ważne z perspektywy tak przedsiębiorstwa, jak i użytkowników, ponieważ umożliwia zwiększenie konkurencyjności na rynku, polepsza relację z klientami, usprawnia komunikację z podwykonawcami i dostawcami oraz zwiększa zaangażowanie pracowników.

Ciągła analiza, ocena procesu i kontrolowanie realizacji wyznaczonych celów są głównymi funkcjami doskonalenia procesu. Działaniami podejmowanymi w celu doskonalenia procesów są audyty, przeglądy reklamacji klientów, informacji zwrotnych, działania korygujące oraz informacje o potrzebach, wymaganiach i oczekiwaniach klientów (Opolski 2002, s. 119).

Z analizą procesu wiąże się ocena komunikacji w procesie, spełnienie wymagań określonych przez organizację, zadowolenie klientów, ilość wykorzystanych zasobów, koszt wykonania procesu, ocena nakładów finansowych i czasowych, wydajność, efektywność oraz umiejętność przystosowania się do zmiennych warunków otoczenia (Kowalczyk 2009, s. 14).

Ryzyko jest zjawiskiem powszechnym pojawiającym się w wielu różnych sytuacjach i przyjmuje różny wymiar, zależny od kontekstu, w którym występuje. Ze względu na powszechność występowania ryzyka i jego różnorodność, nie ma jednej wspólnej definicji, która identyfikowałaby wszystkie płaszczyzny jego istnienia (Kokot-Stępień 2015, s. 533-544).

Pojęcie ryzyka w ujęciu negatywnym rozumieć możemy jako zagrożenie wpływające bezpośrednio na cele przedsiębiorstwa. Wiązać się może z poniesieniem strat i kosztów, niezrealizowaniem planów organizacji oraz niesprzyjającymi konsekwencjami zdarzeń. W koncepcji neutralnej ryzyko definiowane jest jednocześnie jako zagrożenie jak oraz

możliwość osiągnięcia sukcesu. W sytuacji tej jesteśmy niepewni wyniku, którego efekt zależy od wielu czynników i może okazać się lepszy niż zakładany (Jajuga 2018, s. 13).

Analiza ryzyka zwiększa więc efektywność systemu zarządzania jakością. Pomaga również na rozwój przedsiębiorstwa, ocenę skuteczności podejmowanych działań, ograniczenie negatywnego wpływu skutków zagrożeń i doskonalenie procesów. Aby prawidłowo określić ryzyko i szanse, przedsiębiorstwo powinno wykorzystać takie informacje jak: identyfikacja czynników wewnętrznych i zewnętrznych, strategię przedsiębiorstwa, wykonywane procesy oraz przedmiot systemu zarządzania jakością. Identyfikacja ryzyka będzie w głównej mierze zależała od rodzaju prowadzonej działalności, wielkości organizacji, zakresu produkcji lub usług, struktury organizacyjnej oraz branży, w jakiej działa przedsiębiorstwo (Wysokińska-Senkus, Górna 2018).

Koncepcje doskonalenia związane z analizą ryzyka i szans umożliwiają identyfikację, kontrolę, sterowanie w oparciu o system zarządzania ryzykiem. Koncepcja ta usprawnia funkcjonowanie organizacji, eliminuje zagrożenie oraz maksymalizuje wykorzystanie szans.

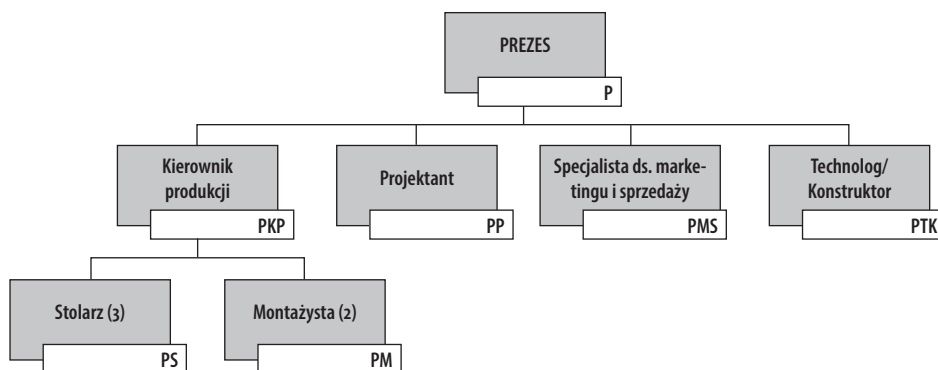
Informacje ogólne o badanym przedsiębiorstwie

Przedmiotem analizy jest ocena ryzyka oraz zaprezentowanie koncepcji doskonalenia procesu produkcji z wykorzystaniem metody FTA. Metoda zostanie przeprowadzona na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowego Underwood Meble sp. z o.o. Organizacja działa w branży meblarskiej, która jest jedną z najprężniej rozwijających się sektorów gospodarki: zauważalny jest w niej wzrost przychodów, zatrudnienia i nakładów inwestycyjnych. Problematyczny może być jednak rozwój małych firm ze względu na wysokie koszty prowadzenia działalności oraz trudności w znalezieniu odpowiedniej kadry pracowniczej. Duża konkurencja w sektorze zmusza firmy do doskonalenia procesów, ulepszania produktów, redukcji kosztów i stosowania nowoczesnych rozwiązań.

Firma Underwood Meble sp. z o.o. otworzyła działalność w 2017 r. Organizacja zajmuje się kompleksowym wykonaniem mebli na zamówienie klienta. Wyroby firmy Underwood kierowane są do zamożniejszych grup społecznych ceniących sobie wysoki standard, funkcjonalne rozwiązania, niebanalny styl, nowoczesny design i możliwość indywidualizacji zamówienia.

Przedsiębiorstwo działa na terenie Wielkopolski, pojedyncze zamówienia realizuje w innych województwach. W przyszłości organizacja planuje rozwój działalności w innych częściach Polski.

Przedsiębiorstwo Underwood meble jest małą organizacją zatrudniającą 10 osób, w tym: trzech stolarzy, dwóch montażystów, kierownika produkcji, projektanta, specjalistę ds. sprzedaży i marketingu oraz prezesa spółki odpowiedzialnego za obsługę



Rysunek 1. Struktura organizacyjna firmy

Zródło: opracowanie własne.

klienta. Dodatkowo firma zatrudnia podwykonawców na umowę zlecenie. W działalności występuje struktura liniowa. Ze względu na konieczność sprawnego podejmowania decyzji i wykonywania poleceń, ten rodzaj struktury przynosi przedsiębiorstwu najlepsze efekty.

Proces produkcji

Na proces produkcyjny składają się wszystkie czynności i działania podejmowane w celu wykonania wyrobu, do produkcji którego złożone zostało zlecenie przez klienta, a jego wykonanie przynosi przychód dla organizacji i umożliwia rozwój oraz prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

W przedsiębiorstwie występuje produkcja jednostkowa, a każdy wyrób produkowany przez organizację jest inny i niepowtarzalny. Pracownicy na stanowiskach roboczych wykonują dużą liczbę różnych operacji, które nie są uschematyzowane, a ich kolejność i sposób wykonania zmienia się w zależności od potrzeb. Niektóre czynności powtarzają się przy wykonaniu każdego modułu mebla, a niektóre występują tylko w wymagających tego okolicznościach.

Niektóre procesy w przedsiębiorstwie są zmechanizowane, np. cięcie płyt na pile panelowej oraz wiercenie zawiasów na centrum wiertarskim, jednak w procesie produkcji przeważają operacje ręczne. W przypadku procesów zmechanizowanych zadaniem pracowników jest nadzór nad parametrami procesu oraz dostosowywanie ich w zależności od oczekiwanych efektów.

Przebieg procesu technologicznego, który jest główną częścią procesu produkcyjnego, zależy od rodzaju wykonywanego wyrobu, jego konstrukcji oraz materiałów. Kolejność operacji w procesie ma miejsce na różnych stanowiskach roboczych i odbywa się we-

dług wcześniej określonego planu. Głównymi operacjami wykonywanymi w procesie technologicznym są:

- cięcie,
- lakierowanie,
- frezowanie,
- piłowanie,
- szlifowanie,
- klejenie,
- wiercenie,
- okleinowanie,
- montaż.

W celu zobrazowania przebiegu przykładowego procesu w organizacji wykonano schemat procesu produkcji blatu (rys. 2) wytworzonego z płyty mineralno-akrylowej.

Celem procesu jest wykonanie blatu na indywidualne zamówienie klienta. W zakres prac wchodzi takie działania jak: docinanie, wykrawanie, przygotowanie połączeń, usuwanie nadmiaru materiału szlifierką taśmową, klejenie, wykończenie krawędzi frezarką, wykończenie powierzchni – szlifowanie i polerowanie, mocowanie blatu do korpusu, kontrola jakości wykonania wyrobu oraz ewentualne działania korygujące i naprawcze.

Do danych wejściowych procesu produkcji blatu zalicza się:

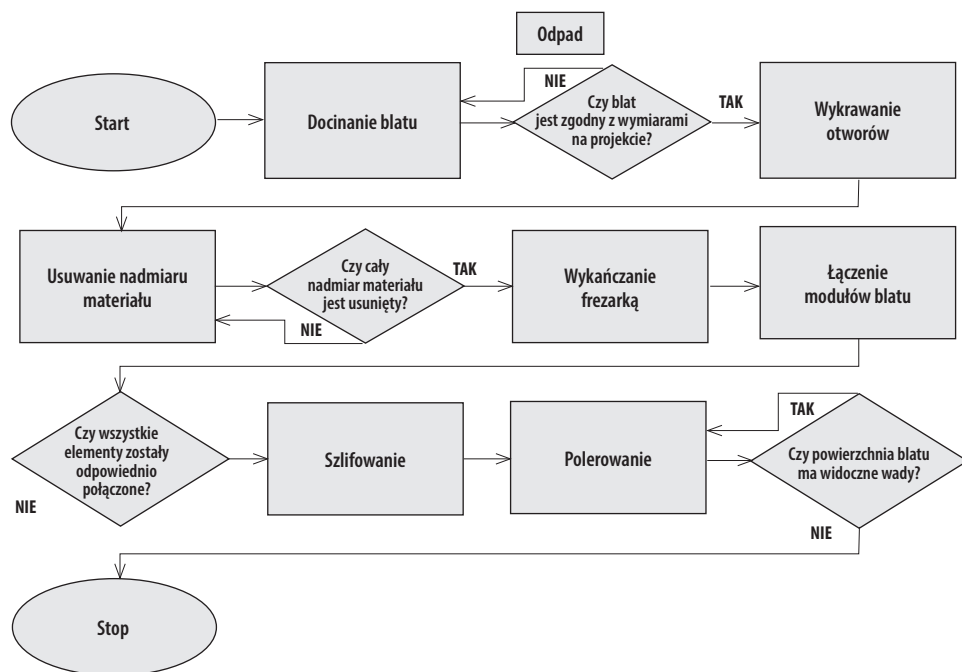
- 1) dokumenty i informacje,
- 2) wymagania klienta dotyczące sposobu wykonania blatu,
- 3) maszyny i narzędzia niezbędne do wykonania procesu,
- 4) wiedza i umiejętności pracowników,
- 5) materiał przeznaczony do obróbki,

Informacje wyjściowe procesu zawierają:

- 1) gotowy wyrób,
- 2) potwierdzenie wykonania zlecenia,
- 3) odpad,
- 4) pomiar czasu realizacji,
- 5) raport z przebiegu procesu produkcyjnego,
- 6) informacja o problemach występujących podczas wykonania zlecenia,
- 7) informacja o ilości zużytych materiałów.

W skład dokumentów na wejściu procesu wchodzi wymagania prawne, wymagania normatywne, umowa zawarta z klientem, dokumentacja technologiczna i konstrukcyjna, specyfikacja materiałowa, dokumentacja projektowa, zlecenie produkcyjne, wymiarowany rysunek blatu.

Wymagania klienta dotyczą rodzaju materiału, z jakiego ma powstać blat, jego kolor, strukturę i grubość. W skład kompetencji pracowniczych wchodzi doświadcze-



Rysunek 2. Schemat procesu produkcji blatu

Źródło: opracowanie własne.

nie w pracy z narzędziami i maszynami stolarskimi oraz odbyte szkolenia w zakresie obróbki materiału kompozytowego.

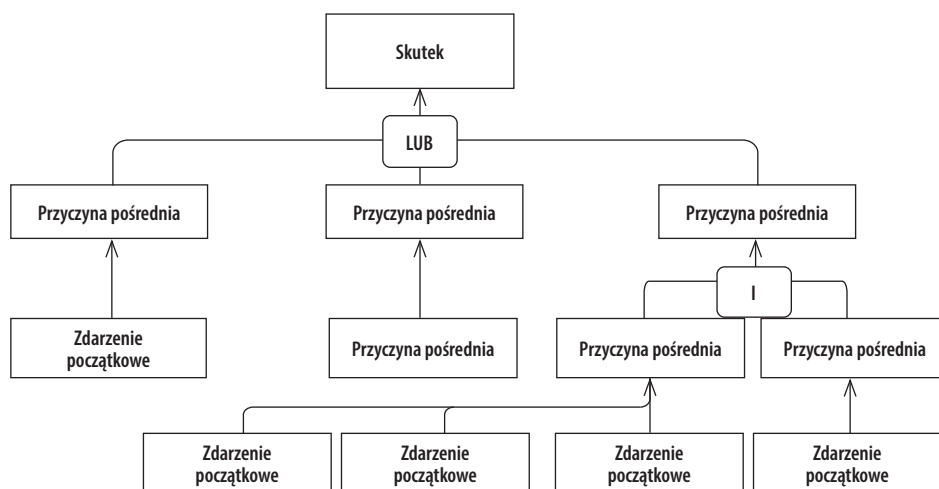
Do wykonania blatu potrzebne będą przybory i narzędzia takie jak: frezarka, frezy, strug elektryczny, szlifierka oscylacyjna, szlifierka taśmowa, papiery ściernie, pistolet do klejenia, klej, narzędzia stolarskie, taśma zabezpieczająca, ściereczki bawełniane, zaciski, prowadnice, okulary ochronne, odkurzacz oraz zatyczki do uszu.

Metoda FTA

Metodą wybraną do przeprowadzenia oceny ryzyka jest analiza drzewa błędów FTA. Metoda ta umożliwia określenie przyczyn powstałych zdarzeń, prawdopodobieństwa ich wystąpienia oraz wskazania zależności przyczynowo-skutkowych. Model ten pozwala na graficzne przedstawienie powiązań między zdarzeniami i wyciągnięcie odpowiednich wniosków. Ważna jest wiedza o przyczynach powstawania błędów oraz zrozumienie, jak działają procesy i cały system organizacji. Możliwość ustalenia hierarchicznej struktury powiązań między zdarzeniami pozwala bardziej szczegółowym metodom, takim jak metoda FMEA, na dokładniejsze przeprowadzenie analizy ryzyka

i szans. Metoda pokazuje krok po kroku, co doprowadziło do rozwoju danych wydarzeń, pozwala przeanalizować systemy organizacji i wyciągnąć wnioski (*Zarządzanie ryzykiem...*, 2015, s. 71-72).

Najważniejsze wydarzenie analizowane jest poprzez identyfikację bezpośrednich przyczyn i szukanie zależności między nimi. Następnie każda z przyczyn analizowana jest krok po kroku w celu dojścia do źródła problemu. Model przyczynowo-skutkowy przedstawiany jest graficznie na schemacie drzewa błędów, gdzie zidentyfikowanym skutkiem jest ryzyko lub szansa (Czernyszewicz 2018, s. 33).



Rysunek 3. Przykładowy schemat FTA

Źródło: opracowanie własne na podstawie Ignac-Nowicka 2017, s. 98-99.

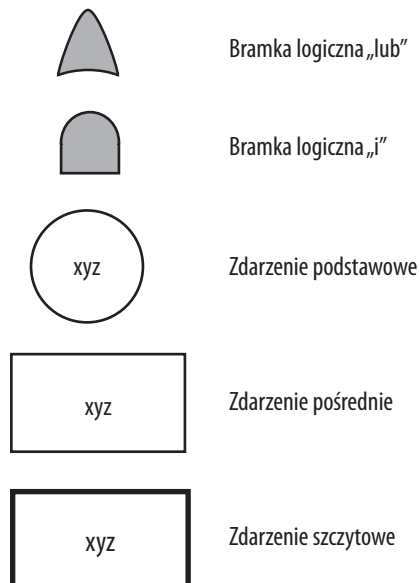
Metoda FTA składa się z następujących działań: określenia najważniejszego zdarzenia, identyfikacji przyczyn, szukania powiązań między przyczynami i skonstruowania drzewa błędów. Poszczególne zdarzenia łączone są ze sobą w zależności od ich powiązań tzw. bramkami logicznymi „i” oraz „lub”. Bramka „i” oznacza, że kolejne zdarzenie nastąpi, gdy wystąpią wszystkie poprzedzające je, natomiast „lub” określa, że następne zdarzenie wystąpi, gdy zaistnieje chociaż jedno z poprzedzających je sytuacji. Zdarzenia na najniższym poziomie odpowiadają za zdarzenie podstawowe i to one powinny być najważniejszym elementem analizy mającej na celu eliminację ryzyka (Ignac-Nowicka 2017, s. 98-99).

Głównymi krokami pozwalającymi na wykonanie analizy ryzyka i szans:

- określenie zdarzenia szczytowego,
- zidentyfikowanie zdarzeń pośrednich,
- skonstruowanie drzewa błędów z wykorzystaniem bramek logicznych („lub”, „i”) pokazujących powiązania między sytuacjami,

- znalezienie podstawowych wydarzeń początkujących wystąpienie zdarzenia szczytowego,
- określenie zdarzeń najistotniejszych, mających największy wpływ na ryzyko,
- ustalenie koncepcji doskonalenia dla najważniejszych zdarzeń początkowych (Orymowska, Sobkowicz 2017).

Poniżej przedstawiono legendę graficznego przedstawienia diagramów drzewa błędów.



Rysunek 4. Legenda diagramów FTA

Źródło: opracowanie własne.

Analiza FTA procesu produkcji

Zidentyfikowanym zdarzeniem nadrzędnym w procesie produkcji jest zniszczenie wyrobu wiążące się ze stratą finansową przedsiębiorstwa. Na podstawie analizy FTA wykryto 8 różnych zdarzeń początkowych inicjujących powstanie błędu:

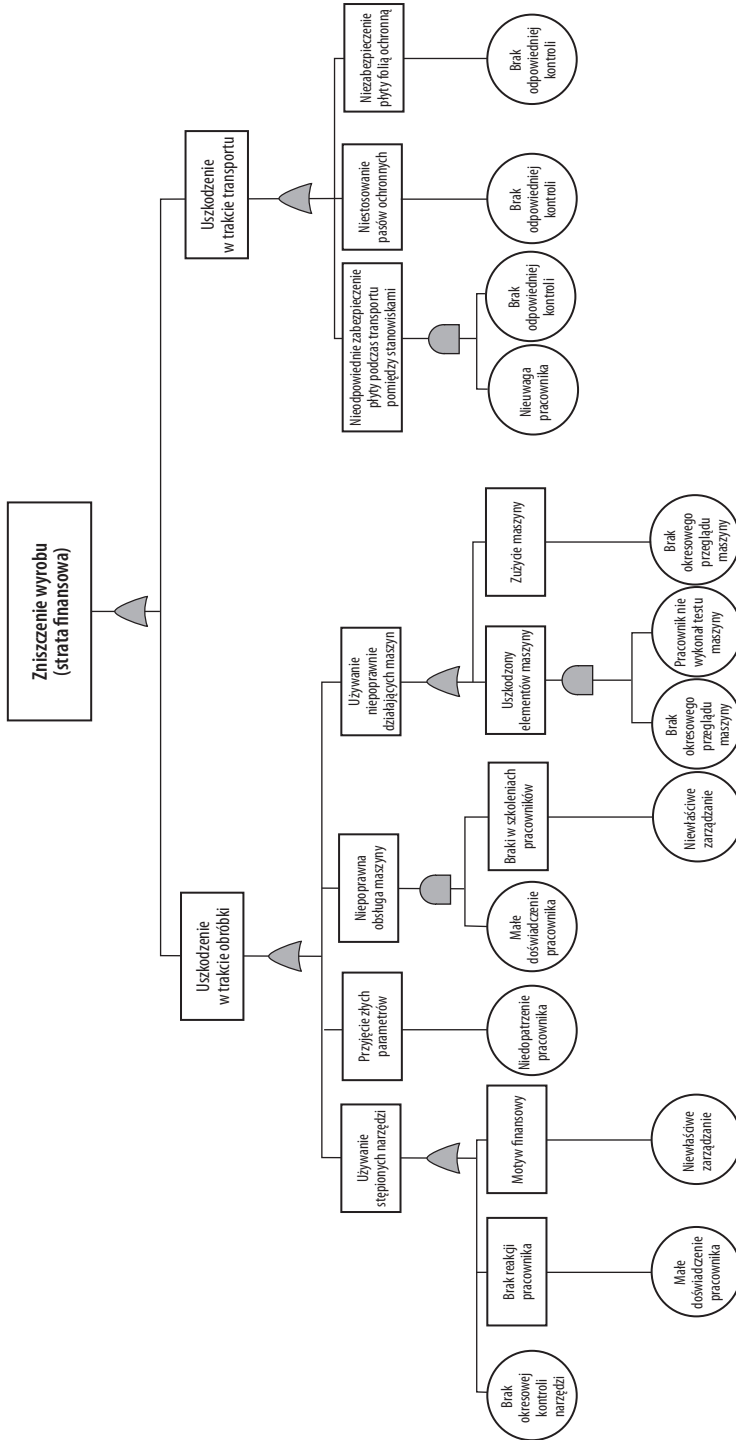
1. brak okresowej kontroli narzędzi (1),
2. brak okresowego przeglądu maszyn (2),
3. brak odpowiedniej kontroli (3),
4. małe doświadczenie pracownika (2),
5. niedopatrzenie pracownika (3),
6. pracownik nie wykonał testu maszyny (1),
7. niewłaściwe zarządzanie (2),
8. niewłaściwe zarządzanie (2).

Niektóre zdarzenia występowały kilkukrotnie – krotność występowania danego zjawiska oznaczono w nawiasie. Łączna ilość stwierdzonych zdarzeń inicjujących wynosi 14. Do najczęściej występujących błędów (6 razy) zaliczono brak odpowiedniej kontroli procesu i przeglądów maszyn. Drugą najczęściej powtarzającą się grupą zdarzeń jest błąd pracownika (5 razy) wynikający z niewielkiego doświadczenia lub niedopatrzania. Dwie pozostałe niezgodności wynikały z niewłaściwego zarządzania. Wiązało się to z zaniedbaniem szkoleń pracowników i motywem finansowym powodującym brak inwestowania w nowe narzędzia.

Koncepcja doskonalenia procesu produkcji w konsekwencji analizy ryzyka z wykorzystaniem metody FTA

Dzięki analizie drzewa błędów udało się scharakteryzować siedem podstawowych zdarzeń powodujących powstawanie błędu. Do każdego z określonych zdarzeń zaproponowano działania doskonalące mające zredukować negatywny wpływ ryzyka.

1. Brak okresowej kontroli narzędzi – wprowadzenie kontroli narzędzi podatnych na stępienie i zużycie. Kontrola będzie przeprowadzana co miesiąc przez kierownika produkcji. W rezultacie zmniejszy się częstotliwość powstawania uszkodzeń mechanicznych wyrobu w trakcie obróbki, zwiększy się wydajność i zmniejszą się ponoszone koszty.
2. Brak okresowego przeglądu maszyn – przeprowadzanie dokładnego przeglądu maszyn w celu wykrycia wadliwej konstrukcji, uszkodzonego elementu maszyny lub zużycia. Kontrola wykonywana co pół roku przez kierownika produkcji. O skuteczności wprowadzonych działań świadczyć będzie poprawa skuteczności i wydajności pracy wykonywanej przez maszynę.
3. Brak odpowiedniej kontroli – monitorowanie sposobu zabezpieczenia wyrobu przed transportem wewnętrznym i zewnętrznym. Za kontrole odpowiedzialny będzie stolarz. Kontrola przeprowadzana przed każdym transportem. Rezultatem podjętych działań będzie brak uszkodzeń wyrobu w trakcie transportu.
4. Małe doświadczenie pracownika – szkolenie pracowników z zakresu obróbki różnych materiałów, odpowiedniej obsługi maszyn i właściwego zabezpieczenia wyrobów podczas transportu. Skutkiem będzie zmniejszona liczba popełnianych błędów przez pracownika.
5. Niedopatrzanie pracownika – wprowadzenie premii uznaniowej dla pracowników popełniających małą liczbę błędów wynikających z nieuwagi i braku skupienia. Określenie konkretnych warunków otrzymania premii i stosowanie się do wyznaczonych zasad. W rezultacie zwiększy się motywacja i zaangażowanie pracowników.
6. Pracownik nie wykonał testu maszyny – każdorazowa kontrola sprawności działania maszyny.



Rysunek 5. Analiza FTA procesu produkcji
Źródło: opracowanie własne.

7. Niewłaściwe zarządzanie – poprawa sposobu zarządzania zasobami w firmie. Inwestowanie w nowoczesne maszyny i narzędzia, które generować będą zyski. Inwestowanie w szkolenia pracowników umożliwiających poprawę wydajności i skuteczności wykonywanych prac.

Zaproponowane udoskonalenia pomogą w głównej mierze wyeliminować błąd człowieka, który ma największy wpływ na częstotliwość i znaczenie powstających zagrożeń.

Podsumowanie

Najpoważniejszymi błędami były te spowodowane przez czynnik ludzki, które prowadziły do straty finansowej, niezadowolenia lub utraty klienta. Częstymi przyczynami błędów były luki w systemie szkoleń oraz brak doświadczenia pracowników. Niezgodności powodowały również niewystarczające kontrole działań podejmowanych przez uczestników procesów lub ich brak. Powtarzającą się przyczyną wystąpienia błędów jest brak inwestycji w nowe narzędzia, maszyny i oprogramowania.

Efektem analizy jest zaproponowanie koncepcji doskonalenia do założeń, do której należy przeprowadzanie częstych szkoleń mających zwiększyć poziom zaangażowania, wiedzy i kwalifikacji pracowników. Ważny jest również *benchmarking* oraz ciągle uczenie się przedsiębiorstwa. Organizacja powinna być na bieżąco ze wszystkimi nowoczesnymi rozwiązaniami, technikami produkcji mebli, innowacyjnymi materiałami i systemami, powinna mieć wiedzę, z jakich produktów korzysta lider w branży, jak zarządza organizacją oraz w jaki sposób przebiega obsługa klienta.

Niezbędnym działaniem doskonalącym jest przeprowadzanie okresowych kontroli oraz przeglądów maszyn. Wady powinny być niezwłocznie naprawiane, a urządzenia powinny być w pełni sprawne. Ważne jest monitorowanie stopnia zużycia narzędzi i uzupełnianie braków. Zmniejszy to ryzyko zniszczenia płyt, poniesienia straty finansowej i zwiększenia ilości odpadu.

Wdrożenie czynności doskonalących gwarantuje poprawę wyników organizacji, zwiększenie wydajności, szybki rozwój. Ocena ryzyka z pomocą metody FTA, odpowiednie wdrożenie i kontrola skuteczności podjętych działań stwarzają nowe perspektywy rozwoju przedsiębiorstwa i prowadzą do wystąpienia pożądaných zdarzeń.

Bibliografia

- Czernyszewicz E. (2018), *Aspekty, podejścia, narzędzia i techniki stosowane w ocenie ryzyka*, <https://depot.ceon.pl/handle/123456789/16401>, s. 19-42 [dostęp: 1.03.2023].
- Hamrol A. (2007), *Zarządzanie jakością z przykładami*, Warszawa.
- Ignac-Nowicka J. (2017), *Zastosowanie metody FTA do identyfikacji zagrożeń występujących podczas pracy urzędzeń transportu podziemnego*, „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. Górnictwo – Perspektywy i Zagrożenia. Węgiel, tania czysta energia i miejsca pracy”, red. tomu W. Biały, H. Badura, A. Czerwińska-Lubszczyk, vol. 7, Issue 1, s. 209-217.
- Jajuga K. (2018), *Zarządzanie ryzykiem*, PWN, Warszawa.

- Kokot-Stępień P. (2015), *Identyfikacja ryzyka jako kluczowy element zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, nr 855, s. 533-544.
- Kowalczyk J. (2009), *Zarządzanie organizacją turystyczną*, Warszawa.
- Opolski K. (2002), *Doskonalenie jakości w bankach*, Warszawa.
- Orymowska J., Sobkowicz P. (2017), *Hazard Identification Methods*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport”, z. 95, s. 145-168.
- Wysokińska-Senkus A., Górna J. (2018), *Analiza ryzyka i szans w świetle wymagań normy ISO 9001:2015*, Gliwice.
- Zarządzanie ryzykiem – przegląd wybranych metodyk* (2015), red. D. Wróblewski, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów.