

IMPLEMENTACJA METODY FMEA W ELASTYCZNYM PRZEDSIĘBIORSTWIE WYTWÓRCZYM

<https://doi.org/10.33141/po.2016.07.01>

Bogdan Nogalski
Przemysław Niewiadomski

Przeгляд Organizacji, Nr 7 (918), 2016, ss. 4-12

www.przekladorganizacji.pl

©Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

Wprowadzenie

Szybkość oraz głębokość zmian uwarunkowań funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstw wywołały potrzebę podejmowania permanentnych przeobrażeń w sferze procesów i systemów organizacyjnych, technicznych i ekonomicznych, determinujących wzrost efektywności i konkurencyjności przedsiębiorstwa (Jaki, 2014, s. 11; Kaleta, 2016, s. 4; Brzeziński, 2016, s. 20; Czarnecki, 2015, s. 7). Doskonalenie produkcji stanowi zatem wielkie wyzwanie dla przedsiębiorstw i jest poważnym problemem w sytuacji zarządzania wieloma złożonymi procesami¹. Coraz częściej przedsiębiorstwa stają przed dylematami presji globalnej konkurencji, skracania cyklu życia produktów, wyższych oczekiwań konsumentów w zakresie jakości produktów i usług oraz konieczności redukcji kosztów (Ejdys, 2011, s. 17)². Stąd też wdraża się systemy zarządzania jakością, a także aktywnie wykorzystuje całą paletę narzędzi i metod związanych z jej doskonaleniem; najskuteczniejsze są narzędzia oparte na zapobieganiu i prewencji. Przewidywanie błędów oraz możliwość ich unikania są podstawą metod związanych z analizą ryzyka dla procesów i wyrobów oraz podstawą tzw. systemu *mistake/error proofing* – systemu zapobiegania wystąpienia potencjalnych błędów (Borkowski, Siekański, 2005, s. 239).

Powyższe spostrzeżenia zdają się potwierdzać opinię, iż podstawą działań rozwojowych stały się zwiększone wymagania jakościowe w przedsiębiorstwach. W artykule podjęto próbę oceny wykorzystania metod i narzędzi służących utrzymywaniu odpowiedniej jakości wyrobów, a także zmniejszaniu wad i niezgodności już na etapie produkcji; w założeniu takie działanie ma zapobiegać pojawieniu się w trakcie eksploatacji u klienta³.

Osiągnięcie celu głównego wymagało sformułowania i zrealizowania celów cząstkowych, wśród których wymienia się: systematyzację – kluczowych z punktu widzenia badań – założeń i definicji; zdiagnozowanie rodzajów błędów oraz ich skutków, polegające na analitycznym ustaleniu związków przyczynowo-skutkowych powstawania potencjalnych wad produktu oraz uwzględnieniu w analizie czynnika krytyczności (ryzyka)⁴; wyznaczenie działań niezbędnych do doskonalenia procesów i zwiększenia jakości wyrobów⁵ oraz ocenę efektywności zastosowania metody FMEA w badanym przedsiębiorstwie.

W celu poszerzenia wiedzy dotyczącej działalności przedsiębiorstw przemysłowych przedstawiony w części empirycznej niniejszego opracowania przypadek⁶ będzie osadzony w wybranym sektorze⁷, a ściślej mówiąc, rozważana dotyczyły przedsiębiorstwa, w którym zaistniała konieczność wprowadzenia – niezbędnych do doskonalenia jakości procesu wytwórczego – zmian.

W opracowaniu przyjęto, iż funkcjonujące w warunkach nasilającej się zmienności otoczenia współczesne przedsiębiorstwa musi cechować elastyczność⁸ w przystosowywaniu się do zmian, która przejawia się w zdolności do uczenia się i szybkiej adaptacji do nowych warunków, twórczości oraz zdolności do innowacji w zakresie procesów implementacyjnych. W związku z powyższym zasadne jest stwierdzenie, iż ustalenie związków przyczynowo-skutkowych powstawania potencjalnych wad produktu oraz uwzględnienie w analizie czynnika krytyczności, a co za tym idzie – realizacja działań niezbędnych do doskonalenia procesów i zwiększenia jakości wyrobów, w znacznym stopniu implikują wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Niniejsza publikacja powstała w wyniku przemyśleń i poszukiwań jej autorów, a także ich praktycznych działań w trudnych warunkach – jako efekt wprowadzania poszczególnych zmian w przedsiębiorstwach działających w sektorze maszyn rolniczych.

Metoda FMEA w naukach o zarządzaniu

Według autorów niniejszej publikacji, współczesne zarządzanie korzysta z dorobku wielu różnych nauk i praktycznych doświadczeń (Zimniewicz, 2016, s. 4; Suszyński, 2016, s. 26)). Pogląd ten zdaje się potwierdzać T. Oleksyn, zauważając, że zarządzaniem zajmują się zawodowo przedstawiciele różnych profesji, choć interdyscyplinarność zarządzania, o znacznym nasileniu tej cechy, jest zjawiskiem raczej nowym i obserwowanym przede wszystkim w większych organizacjach (Oleksyn, 2013, s. 140). Zarządzaniem zajmują się przedsiębiorcy, zawodowi menedżerowie, inżynierowie, ekonomiści, informatycy, cybernetycy, psycholodzy, socjolodzy, lekarze, matematycy i inni. Niekoniecznie musi to oznaczać imperializm czy ekspansjonizm zarządzania, gdyż nauki o zarządzaniu

są autonomiczne i żadne inne dziedziny i dyscypliny nauk nie roszczą sobie do nich praw, a jedynie korzystają z ich dorobku i odkryć.

Nie wchodząc tutaj – ze względu na ograniczone rozmiary opracowania – w debatę nad interdyscyplinarnością nauk o zarządzaniu, należy zauważyć, że kwalifikowane do nauk ekonomicznych dyscypliny towaroznawstwo oraz nauki o zarządzaniu mogą spotkać się na gruncie wspólnych wartości (Korzeniowski i in., 2016). W kontekście powyższego istotne jest pobudzenie społecznej dyskusji i refleksji nad istotą absorpcji wiedzy z zakresu towaroznawstwa w naukach o zarządzaniu, bowiem nowoczesne problemy wymagają nowoczesnych rozwiązań, nowego podejścia (Kaczmarek, 2011, s. 26; Sudoł, 2016, s. 4).

Bazując na powyższym założeniu, w celu określenia i dokonania oceny potencjalnych uszkodzeń i wad wyrobu lub niezgodności w procesie jego implementacji, a następnie ustalenia przyczyn takiego stanu rzeczy, w artykule – przygotowywanym w ramach dyscypliny nauki o zarządzaniu – wykorzystano – charakterystyczną także dla dyscypliny towaroznawstwo – metodę FMEA⁹.

FMEA to skrót angielskiej nazwy metody Failure Mode and Effects Analysis (analiza przyczyn i skutków wad). W języku polskim FMEA tłumaczona jest jako: analiza rodzajów i skutków wad, analiza możliwości i efektów powstawania wad lub jako analiza możliwych przyczyn i skutków wad (Ginn i in., 1998, s. 7–20). Metoda ta stosowana była już w latach pięćdziesiątych w Stanach Zjednoczonych oraz w Japonii dla zapewnienia niezawodności wyrobów wysokiego ryzyka, głównie w lotnictwie, astronautyce i w wojsku. W latach siedemdziesiątych rozpowszechniła się w Europie, a stosowana była głównie w przemyśle elektronicznym oraz w przemyśle związanym z budową maszyn. Od lat osiemdziesiątych z powodzeniem wykorzystywana jest w przemyśle motoryzacyjnym (Łańcucki, 1995, s. 64).

FMEA to jedna z metod, które wykorzystują organizacje w celu zapobiegania i niwelowania skutków wad, jakie mogą wystąpić w procesach konstrukcyjnych oraz w trakcie wytwarzania wyrobu. H. Wyrębek (2012, s. 155) zauważa, że metoda FMEA procesu jest wykorzystywana w celu rozpoznania czynników, które mogą utrudniać spełnianie wymagań zawartych w specyfikacji konstrukcji lub dezorganizować przebieg procesu wytwarzania. Czynniki te mogą być związane z metodami obróbki, parametrami obróbki, środkami pomiarowo-kontrolnymi, maszynami i urządzeniami. FMEA procesu jest stosowana przed uruchomieniem produkcji seryjnej lub w produkcji seryjnej w celu doskonalenia procesów, które są niestabilne lub nie zapewniają uzyskania wymaganej wydajności.

Reasumując, FMEA to jakościowa analiza niezawodności, która pozwala przewidzieć ryzyko pojawienia się wad. Metoda ta umożliwia ocenę ich konsekwencji oraz zidentyfikowanie przyczyn wad, jednocześnie pozwala zapobiegać – dostarczając rozwiązań prewencyjnych lub korygujących. Analiza przyczyn i skutków wad jest metodą o charakterze prewencyjnym, czyli zapobiega przyczynom powstawania wad, które mogą powodować rozmaite skutki.

Metoda FMEA może być stosowana do analizy różnych zjawisk i problemów w przedsiębiorstwie. Różnorodność zastosowań metody wskazuje na jej wysoką skuteczność w ocenie danego problemu. W klasycznym ujęciu zakłada się, iż metoda FMEA ma służyć prawidłowemu zapewnieniu jakości produktów lub procesów poprzez analizę czynników mogących zakłócić ten cel (Knosala, Landwójtowicz, 2014, s. 103), stąd często stosowana jest przy jego projektowaniu i planowaniu procesu wytwórczego.

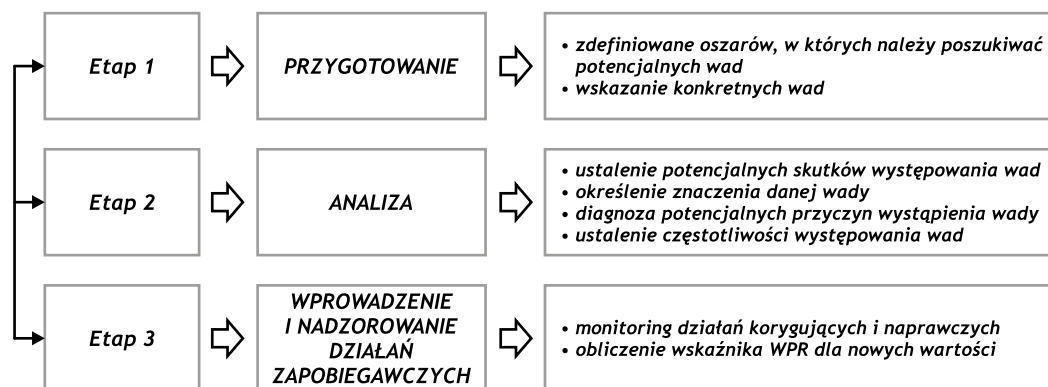
Każde nowe rozwiązanie, przed procesem jego wdrożenia, wymaga przeprowadzenia licznych analiz. Działanie to ma na celu wyeliminowanie ewentualnego niepowodzenia nowego produktu na rynku i jest szczególnie ważne w przypadku implementacji nowych rozwiązań. W omawianym zagadnieniu zastosowanie ma metoda FMEA, która może pomóc menedżerom w podejmowaniu właściwych decyzji co do kierunku ewentualnych zmian. Pewną nowością charakteryzuje się też obszar zastosowania metody, np. jako podłoże do wdrożenia techniki 5S w przedsiębiorstwie, jako narzędzie umożliwiające ocenę ryzyka wdrożenia innowacji czy też analizę bezpieczeństwa informacji (Bowles, 2004, s. 51–56; Wang i in., 2009, s. 1195–1207; Wolniak, Burtan, 2009, s. 70–84).

Koncepcja oceny przy wykorzystaniu metody FMEA

Według R. Knosali i A. Landwójtowicz, etapy metody FMEA można sprowadzić do trzech kroków (Knosala, Landwójtowicz, 2014, s. 105), które zilustrowano na rysunku 1.

W etapie pierwszym następuje szczegółowe określenie celu i przedmiotu analizy oraz zdefiniowanie obszarów, w których należy poszukiwać potencjalnych wad. Następuje tu także wskazanie konkretnych wad. Do sporządzenia zestawienia rozpatrywanych wad można wykorzystać podejście problemowe, gdzie analizie poddawane są tylko te obszary, w których stwierdzono wystąpienie problemów, oraz systemowe, gdzie wyrób, konstrukcja lub proces rozpatrywane są całościowo. Podejście to jest trudniejsze w realizacji z uwagi na konieczność określenia powiązań pomiędzy poszczególnymi poziomami analizy (podsystemami), jednocześnie jednak pozwala na uogólnienie analizy. W związku z powyższym na wstępnym etapie wykorzystania metody FMEA, w którym określa się rodzaj wad, pomocnym narzędziem proponowanym przez autorów niniejszego opracowania jest burza mózgów. Powinna obejmować wszystkich ekspertów wchodzących w skład zespołu, którego zadaniem jest analiza potencjalnie występujących wad.

Etap drugi określany jest mianem właściwej analizy z uwagi na przypisanie wartości do trzech wskaźników: ZNW (znaczenie danej wady), CZW (częstotliwość występowania), WYW (Wykrywalność wady). Na tym etapie ważne jest wyznaczenie relacji: przyczyna – wada – problem – skutek. Po ustaleniu rodzaju wad należy zastanowić się nad potencjalnymi skutkami ich występowania.



Rys. 1. Główne etapy metody FMEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Knosala, Landwójtowicz, 2014, s. 105)

W dalszym etapie niezbędną czynnością jest ustalenie znaczenia danej wady (ZNW). Powyższe jest możliwe przy wykorzystaniu skali opracowanej w przedziale od 1 do 10; przy czym dla wady nieistotnej przyporządkowuje się 1, natomiast dla wady o najwyższym znaczeniu 10. Dalej należy określić potencjalne przyczyny wystąpienia wad oraz ustalić częstotliwość ich występowania (CZW), stosując również skalę od 1 do 10. Następnie stosując skalę od 1 do 10, trzeba ustalić, jak często dana wada jest wykrywana w procesie produkcyjnym (WYW). Na podstawie wcześniejszych wartości wyznaczany jest współczynnik poziomu ryzyka wystąpienia błędu $WPR = ZNW \times CZW \times WYW$. Zakłada się, że współczynnik ten może przyjmować wartości od 1 do 1000. Ustalono także wartość graniczną (100), powyżej której należy wprowadzić działania korygujące. W celu obniżenia ryzyka wystąpienia błędu istotne jest, aby po wdrożeniu działań zapobiegawczych jeszcze raz obliczyć wskaźnik WPR dla nowych wartości CZW, WYW.

Po dokonanych obliczeniach można przystąpić do etapu trzeciego, który wiąże się z wprowadzeniem i nadzorowaniem działań zapobiegawczych. Działania naprawcze odnoszące się do konkretnej wady i jej przyczyny. Ich wdrożenie może spowodować zmniejszenie wartości wskaźnika WPR, co będzie oczywiście korzystne z uwagi na ocenę ryzyka. Należy mieć jednak na względzie fakt, iż ich przeprowadzenie może mieć również swoje odzwierciedlenie w pojawieniu się innych wad, dlatego też należy ciągle monitorować zalecenia korygujące i naprawcze, jakie zostały wyznaczone w ramach przeprowadzenia FMEA. W celu obniżenia ryzyka wystąpienia błędu istotne jest, aby po wdrożeniu działań zapobiegawczych jeszcze raz obliczyć wskaźnik WPR dla nowych wartości CZW, WYW.

Analiza wyrobu przy wykorzystaniu metody FMEA - badania własne

Przedmiot i podmiot badań

Badania, o których mowa w tej części pracy, prowadzono w przedsiębiorstwie wytwórczym MS¹⁰ działającym w sektorze związanym z mechanizacją rolnictwa. Główną formą działalności badanego przedsiębiorstwa

jest produkcja części zamiennych i podzespołów przeznaczonych do maszyn rolniczych – głównie kombajnów zbożowych marki Bizon.

W tym miejscu warto nadmienić, że mimo iż przedsiębiorstwo nie posiada wdrożonego systemu zarządzania jakością zgodnego z normą ISO (który z pewnością pozwoliłby uregulować zasady, na których opiera się struktura organizacyjna przedsiębiorstwa, sprecyzować obszar obowiązków i uprawnień poszczególnych działów, czy też zapewnić wymagany poziom jakościowy oferowanych towarów), to dzięki dobrze opracowanej strategii działania przedsiębiorstwo zaspokaja wszystkie wymagania tak krajowych, jak też zagranicznych partnerów, i jest postrzegane jako wiarygodny dostawca. Na uwagę zasługuje fakt, że w całym procesie współpracy partnerzy przedsiębiorstwa pozostają włączeni w system jej organizacji zgodnie z zasadą „odwróconej piramidy”. To oni uczestniczą w procesie projektowania produktów i są w interakcji z wytwórcą w trakcie poszukiwania informacji, zakupu i użytkowania produktów oraz doświadczeń.

Zarząd wychodzi z założenia, że sukces rynkowy przedsiębiorstwa zależy od poziomu zaufania klientów i konsumentów do firmy i jej produktów. Zaufanie stanowi dziś istotny czynnik budowy konkurencyjności, a jego fundamentem jest najwyższa jakość i bezpieczeństwo produktów. Pomimo że wytwarzane przez przedsiębiorstwo podzespoły posiadają unijny znak bezpieczeństwa „CE” – w wyniku realizowanych badań i wskazanych nieprawidłowości – stwierdzono konieczność wdrożenia systemu zarządzania jakością w zakresie „produkcja i sprzedaż wyrobów obrabianych metodami plastycznymi i spawania”. Będzie on zgodny z międzynarodowymi normami ISO 9001:2015 (System Zarządzania Jakością)¹¹. Przewiduje on zaangażowanie wszystkich pracowników w trosce o najwyższą jakość i bezpieczeństwo produktów. Uzyskany certyfikat potwierdzający zgodność działania z ISO 9001 ma być – w założeniu zarządu przedsiębiorstwa – także narzędziem promocji przy dalszym rozwoju przedsiębiorstwa, szczególnie ukierunkowanym na rynki zagraniczne oraz takich odbiorców jak przedsiębiorstwa duże oraz organizacje samorządowe.

Kreatywność, kwalifikacja, podejście do biznesu, a także stosowane technologie i nowoczesne narzędzia

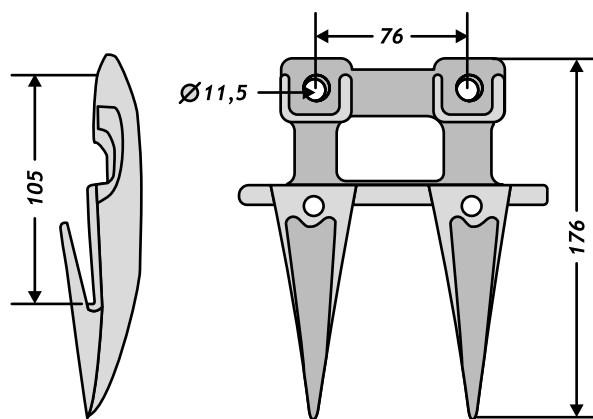
odwołujące się do najnowszych zdobyczy nauki pozwalają wytwórcy na realizację celu, jakim jest sprostanie oczekiwaniom oraz zadowolenie odbiorców i użytkowników implementowanych wyrobów, zwłaszcza że zachodzą zmiany strukturalne w rolnictwie zmierzają przede wszystkim do zwiększenia powierzchni gospodarstw rolnych przy jednoczesnym zmniejszaniu ich liczebności, powodując zapotrzebowanie na bardziej wydajne, a tym samym mniej zawodne maszyny rolnicze. W kontekście powyższego, według autorów niniejszej pracy, zachodzi weryfikacja dotychczasowych kierunków produkcji, polegająca na lepszym dostosowaniu wyrobów do wymogów rynku i obowiązujących zasad ekonomicznych. Decyzja o kierunku działalności wytwórczej powinna być zatem podejmowana na podstawie dobrego rozpoznania warunków świadczących o możliwościach produkcji i zbytu uzyskanych produktów oraz na podstawie wnikliwej kalkulacji ekonomicznej.

Określenie wad wyrobu i główne przyczyny ich powstania

Przedstawiona analiza FMEA przeprowadzona na potrzeby niniejszej pracy dotyczyć będzie przyczyn i skutków wad w wyrobie, jakim jest palec podwójny ze stalką przeznaczony do kombajnu zbożowego marki Bizon (rys. 2).

W ocenie autorów niniejszych badań zidentyfikowanie wad pozwoli na zmniejszanie kosztów produkcji i umożliwi udoskonalenie procesu wytwórczego, co w znacznym stopniu wpłynie na poprawę wizerunku firmy w oczach klientów.

Jako że zasadniczą częścią procesu FMEA jest określenie potencjalnych wad, na podstawie obserwacji uczestniczącej oraz w wyniku badań dokumentacyjnych (karty kontroli



Rys. 2. Palec podwójny 5050/02-005 - wyrób poddany ocenie
Źródło: www.materiały.wewnętrzne.firmy.Granit.Parts

produkcji, dokumenty RW i PW) ustalono rodzaje i ilość wad występujących na 10 000 sztuk badanego wyrobu¹². Wyniki analizy zobrazowano w tabeli 1 oraz na rysunku 3.

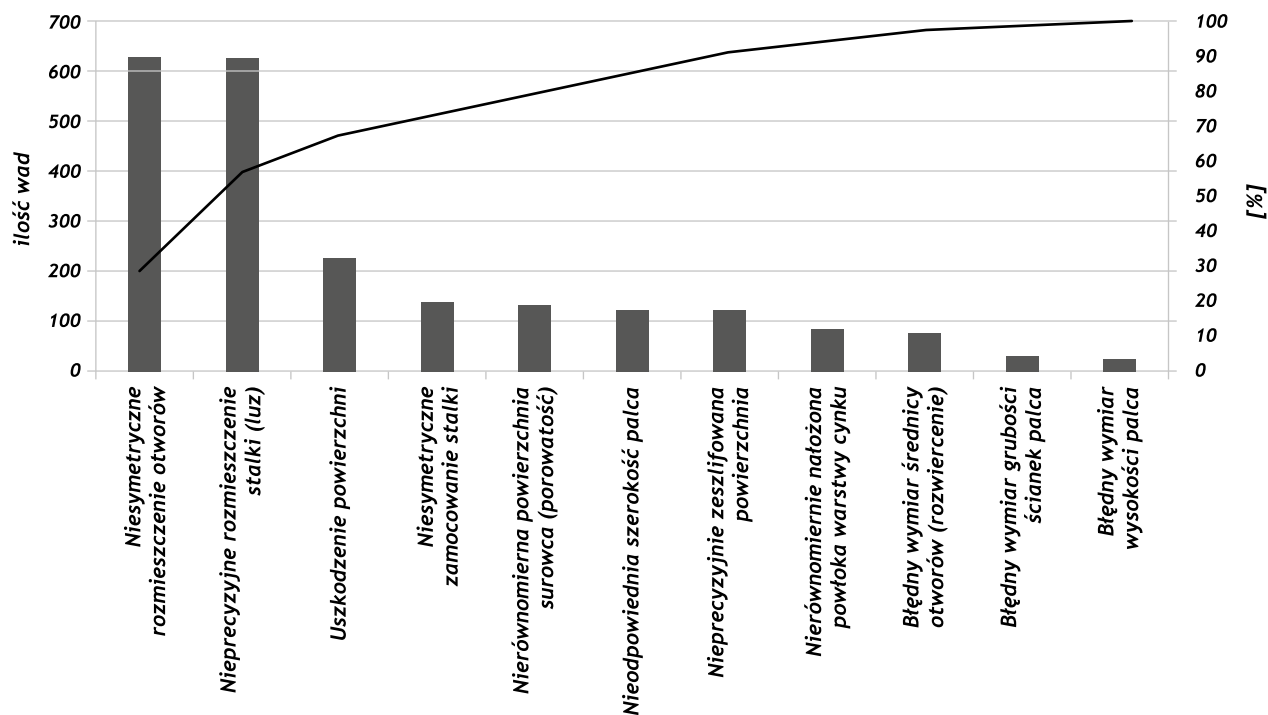
Na podstawie określonych i odpowiednio ułożonych niezgodności z tabeli 1 wykonano diagram Pareto-Lorenza, co przedstawia rysunek 3.

Z przeprowadzonej analizy widać, że największy procentowy udział (ponad 28%) mają dwie wady, tj. „niesymetryczne rozmieszczenie otworów” oraz „nieprecyzyjne zamocowanie stalki”. W związku z powyższym w pierwszej kolejności należy wyeliminować wskazane wady, ponieważ stanowią one aż ponad połowę wszystkich stwierdzonych wad. Oczywiście istotne jest także eliminowanie pozostałych – występujących w mniejszej liczbie – wad wyrobu, które w znacznym stopniu wpłyną na podnoszenie rentowności, a tym samym konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Tab. 1. Przyczyny niedoskonałości wyrobu (rodzaje i ilość wad w skali produkcji 10 000 sztuk wyrobu)

| Lp. | Opis wykrytej wady | Ilość (szt.) | Udział procentowy (%) | Wartość skumulowana (%) |
|--------|--|--------------|-----------------------|-------------------------|
| [W-1] | Niesymetryczne rozmieszczenie otworów | 633 | 28,63 | 28,63 |
| [W-2] | Nieprecyzyjne zamocowanie stalki (luz) | 628 | 28,40 | 57,03 |
| [W-3] | Uszkodzenia powierzchni | 225 | 10,18 | 67,21 |
| [W-4] | Niesymetrycznie zamocowane stalki | 139 | 6,29 | 73,50 |
| [W-5] | Nierównomierna powierzchnia surowca (porowatość) | 132 | 5,97 | 79,47 |
| [W-6] | Nieodpowiednia szerokość palca | 122 | 5,52 | 84,99 |
| [W-7] | Nieprecyzyjnie zeszlifowana powierzchnia | 121 | 5,47 | 90,46 |
| [W-8] | Nierównomiernie nałożona powłoka warstwy cynku | 85 | 3,84 | 94,30 |
| [W-9] | Błędny wymiar średnicy otworów (rozwiercenie) | 74 | 3,35 | 97,65 |
| [W-10] | Błędny wymiar grubości ścianek palca | 29 | 1,31 | 98,96 |
| [W-11] | Błędny wymiar wysokości palca | 23 | 1,04 | 100,00 |
| | Całkowita ilość wad | 2211 | | |

Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Diagram Pareto-Lorenza
Źródło: opracowanie własne

Działania korygujące i ocena ryzyka przyczyny wystąpienia wady

W następnym etapie metody FMEA w wyniku burzy mózgów zidentyfikowano ewentualne przyczyny występowania wymienionych wad w wyrobie. Dokonano tego za pomocą ekspertów biorących udział w badaniu¹³. W wyniku prowadzonych rozmów uzyskano listę potencjalnych przyczyn mogących implikować powstałe niedoskonałości¹⁴. Powyższe przedstawiono w tabeli 2.

W tabeli 2 przedstawiono czynniki wpływające na powstawanie najważniejszych z punktu widzenia przedsię-

biorstwa wad wyrobu. W ramach czynników wymieniono pięć grup: materiał, maszyny, środki i przedmioty pracy, technologia, zarządzanie oraz człowiek/operator. Mówiąc o kadrze inżynierskiej (wykonawczej), autorzy szczególną uwagę zwracają na wiedzę implikującą kształtowanie i analizę jakości wyrobów w oparciu o badanie oczekiwań klientów zewnętrznych i wewnętrznych oraz na wyrażaniu tych oczekiwań poprzez zdefiniowanie parametrów jakościowych i technologicznych.

A.K. Koźmiński, D. Jemielniak i D. Latusek-Jurczak (2014, s. 99) sugerując, że organizacja, która oddziałuje na otoczenie i podlega jego oddziaływaniu, może funkcjonować

Tab. 2. Przyczyny powstawania wad produktu na etapie procesu produkcyjnego

| Materiał | Maszyny, środki i przedmioty pracy | Operator - człowiek |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Materiał o niskiej jakości Wada fabryczna materiału Źle dobrany surowiec (żeliwo) Brak kontroli surowca na wejściu Niestabilność dostaw materiałów | <ul style="list-style-type: none"> Awaryjność maszyn i urządzeń – zły stan techniczny maszyn Niestabilność dostaw energii Niedokładnie ustawione parametry Brak czynności modernizacyjnych i konserwujących Zbyt wyeksploatowane przyrządy | <ul style="list-style-type: none"> Brak odpowiedzialności Niedopasowanie kompetencyjne (braki w wiedzy, umiejętnościach, doświadczeniu) Brak odpowiednich warunków pracy Nieostrożność Pośpiech Brak informacji Niedostateczny nadzór Brak staranności Nieutożsamianie się z firmą Brak motywacji Zbyt niska liczba szkoleń Nieuwaga Przepracowanie Brak rysunku technicznego, karty produktu itp. Rutyna |
| Technologia | Zarządzanie | |
| <ul style="list-style-type: none"> Niedostosowana zdolność technologii do wymogów Duża powtarzalność operacji Nieodpowiednie procedury działania Niewłaściwy transport i załadunek Nieczytelne instrukcje wykonawcze Brak formalizacji Brak rozwiązań usprawniających pracę | <ul style="list-style-type: none"> Brak implementacji narzędzi zarządzania produkcją (np. Lean) Zły podział pracy Brak systemu motywacyjnego Brak kultury technicznej wśród załogi Brak komunikacji z operatorami Narzucanie tempa pracy, pośpiech Złe planowanie | |

Źródło: opracowanie własne

dzięki zasobom, które posiada lub/i kontroluje. Powszechnie wiadomo, że zasoby są „niewyczerpalne”. Właśnie stąd bierze się potrzeba dokonania pewnego rodzaju ich „uporządkowania”, w ramach określonej dziedziny, poprzez selekcję i klasyfikację.

Sprawność funkcjonowania organizacji zależy nie tylko od właściwego doboru i funkcjonowania zasobów, ale także od właściwych relacji między składnikami zasobów oraz umiejętności właściwego posługiwania się nimi.

Przedsiębiorstwa coraz częściej podejmują działalność mającą na celu wzrost wykorzystania zasobów, którymi dysponują, jednak nie stosują wymiernych narzędzi oceny i pomiaru uzyskiwanych efektów. Sprawne zarządzanie elastycznym przedsiębiorstwem wymaga tymczasem dysponowania narzędziami analitycznymi, które można wykorzystać w praktyce. W obecnym stanie wiedzy nie istnieją usystematyzowane mierniki do oceny poziomu stopnia wykorzystania zasobów, niemniej jednak dzięki metodzie FMEA można ciągle doskonalić produkt/proces poprzez poddawanie go kolejnym analizom i na podstawie uzyskanych wyników wprowadzać nowe poprawki i rozwiązania, skutecznie eliminujące źródła wad oraz dostarczające nowych pomysłów ulepszających właściwości wyrobu, o czym w dalszej części niniejszej pracy.

Ocenę ryzyka dla wymienionych przyczyn – według metody FMEA (tab. 3) – dokonano za pomocą przyjętych kryteriów, a mianowicie: ZNW (znaczenie danej wady), CZW (częstotliwość występowania), WYW (Wykrywalność wady).

W wyniku przeprowadzonej analizy ustalono wskaźnik WPR dla poszczególnych wad. W niniejszym opracowaniu przyjęto, że współczynnik ten może przyjmować wartości od 1 do 1000. Ustalono także wartość graniczną (100), powyżej której należy podjąć działania korygujące. W analizowanym przypadku taka wartość wystąpiła w przypadku pięciu współczynników; w przypadku dwóch („niesymetryczne rozmieszczenie otworów” oraz „nieprecyzyjne zamocowanie stalki”) granica ta została znacznie przekroczona.

W kontekście zaistniałej sytuacji zdecydowano się wdrożyć działania zapobiegawcze, które w założeniu miały znacznie obniżyć poziom analizowanego współczynnika. Działania te miały na celu usprawnianie organizacji produkcji palca. Jakkolwiek trudno – z powodu rygorów wydawniczych i stopnia ich skomplikowania – je opisać, tak łatwo można je podzielić na poszczególne rodzaje tudzież przypisać do konkretnych schematów działania. Wiele ogólnie przyjętych działań odnosi się bowiem do czynności doskonalących, charakterystycznych dla metody lean manufacturing (tab. 4). Oczywiście jest, że konieczne jest usunięcie problemu, ale nie mniej ważne jest zapobieganie kolejnym jego wystąpieniom, czyli zlikwidowanie przyczyny. Działania korygujące to więc nic innego jak „uczenie się na błędach” i wyciąganie z nich wniosków. Wyniki analizy powstałych niezgodności, implementacja strategii naprawczo-zapobiegawczych i późniejszej weryfikacji całego procesu wpływają na skuteczność tych działań i to, czy udało się wytwórcy zlikwidować przyczynę konkretnego problemu.

W oparciu o profesjonalną analizę i diagnozę przygotowuje się racjonalne, możliwe do wdrożenia rozwiązania, które poprawiają efektywność i umożliwiają uzyskanie trwałej przewagi konkurencyjnej na rynku. Obejmują one wiele powiązanych procesów i działań, powodujących zmianę zakresu działania przedsiębiorstwa, organizacji wewnętrznej produkcji i systemu zarządzania, a często także struktury organizacyjnej, rekomendacje naprawcze – program zmian i usprawnień przedsiębiorstwa, szczegółowy program naprawczy i harmonogram jego wdrożenia, a także plan finansowy i budżet kosztów wdrożenia programu doskonalenia. Powyższe zauważa R. Borowiecki, postulując racjonalizację wykorzystania posiadanych kapitałów, kreowania nowych zasobów potencjału wytwórczego wraz z wprowadzeniem innowacji, unowocześnianiem struktury, metod i technik zarządzania, co w odczuciu autora sprzyjać będzie zwiększeniu efektywności produkcji i uzyskaniu przez przedsiębiorstwo przewagi konkurencyjnej (Borowiecki, 2010, s. 28).

Tab. 3. Analiza przyczyn i skutków wad - przed korektą

| ZNW | CZW | WYW | Nazwa wady | Ilość wad | WPR |
|-----|-----|-----|--|-----------|------------|
| 10 | 9 | 7 | Niesymetryczne rozmieszczenie otworów | 633 | 630 |
| 8 | 9 | 6 | Nieprecyzyjne zamocowanie stalki (luz) | 628 | 432 |
| 7 | 7 | 4 | Uszkodzenia powierzchni | 225 | 196 |
| 2 | 7 | 5 | Niesymetrycznie zamocowane stalki | 139 | 70 |
| 2 | 7 | 4 | Nierównomierna powierzchnia surowca | 132 | 56 |
| 2 | 6 | 7 | Nieodpowiednia szerokość palca | 122 | 84 |
| 2 | 6 | 2 | Nieprecyzyjnie zeszlifowana powierzchnia | 121 | 24 |
| 2 | 6 | 6 | Nierównomiernie nałożona powłoka warstwy cynku | 85 | 72 |
| 4 | 6 | 8 | Błędny wymiar średnicy otworów (rozwiercenie) | 74 | 192 |
| 2 | 6 | 8 | Błędny wymiar grubości ścianek palca | 29 | 96 |
| 4 | 5 | 8 | Błędny wymiar wysokości palca | 23 | 160 |

Źródło: opracowanie własne

W celu obniżenia ryzyka wystąpienia błędu istotne jest, aby po wdrożeniu działań zapobiegawczych jeszcze raz obliczyć wskaźnik WPR dla nowych wartości ZNW, CZW, WYW. Powyższe zobrazowano w tabeli 5.

Wyniki powyższych analiz posłużyły do wykonania analizy FMEA, która wykazała, że do wad osiągających najwyższy poziom wskaźnika priorytetowego ryzyka (WPR) zalicza się: „niesymetryczne rozmieszczenie otworów (WPR = 630), „nieprecyzyjne zamocowanie stalki (luz) (WPR = 432), „uszkodzenia powierzchni” (WPR = 196), „błędny wymiar średnicy otworów (rozwiercenie)” (WPR = 192) oraz „błędny wymiar wysokości palca” (WPR = 160). W wyniku podjętych działań zapobiegawczych i doskonalących powyższe wskaźniki udało się znacznie zredukować. Analiza produkcji kolejnej partii palca (10 000 sztuk) wykazała, że w przypadku pierwszej niezgodności wskaźnik WPR udało się zredukować do 20, natomiast w przypadku drugiej do 32, w przypadku trzeciej do 84. W przypadku kolejnych wad wskaźniki ograniczono kolejno do 16 oraz 32.

Przedstawiona strategia korygująca powstawanie wad produktu, polegająca na wieloaspektowym pomiarze wybranych kryteriów, umożliwiła określenie, które aspekty funkcjonowania na etapie procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa są prawidłowe, a które wymagają poprawy. Odpowiednio szybka reakcja pozwoliła na zastosowanie środków zaradczych w postaci przedstawionych rozwiązań.

Walka z błędami wiąże się niekiedy z koniecznością przeprowadzenia głębokich zmian, których, niestety, nikt nie lubi. Z tego powodu w proces ten musimy zaangażować jak najwięcej osób i uzyskać poparcie jak największej

liczby pracowników. Stąd też konieczna jest właściwa komunikacja i uczciwe przedstawienie sytuacji. Ważne jest, aby wyzwolić w pracownikach wolę walki o pozycję konkurencyjną firmy i gotowość do rezygnacji z postaw roszczeniowych oraz uzyskać ich zgodę na wdrożenie programów związanych z ograniczeniami, które niekiedy będą ich bezpośrednio dotykały. Nie należy jednak zapominać, jak ważne jest samodoskonalenie, wprowadzanie sprawnej kultury organizacyjnej i odpowiednie zaangażowanie zarówno kierownictwa, jak i samych pracowników do aktywnego poszukiwania możliwości doskonalenia (przykładem tego jest Kaizen).

Autorzy uważają, że w zależności od ilości oraz rodzaju wad i błędów potrzebny jest interdyscyplinarny typ osobowości menedżera. Menedżer zarządzający w fazie wdrażania czynności zapobiegawczych powinien być przywódcą posiadającym wysokie umiejętności komunikacyjne, inicjującym zmiany, i jednocześnie dobrym strategiem defensywnym, podejmującym szybko decyzje oraz działającym w sposób zdecydowany, a nawet trochę autokratyczny. Często cechy osobowości, które u menedżera zarządzającego w fazie doskonałości przedsiębiorstwa są cechami negatywnymi, w przypadku menedżera działającego w procesie doskonalenia mogą okazać się jego mocną stroną.

Podsumowanie

Autorzy mają pełną świadomość, że prezentowane zagadnienia nie wyczerpują złożoności omawianej

Tab. 4. Rodzaj zaimplementowanych czynności doskonalących

| | |
|--|---|
| RODZAJ ZAIMPLEMENTOWANYCH CZYNNOŚCI DOSKONALĄCYCH | <ul style="list-style-type: none"> • opracowywanie dokumentacji technicznej produkcji palca, • rozbięcie procesu produkcji na poszczególne operacje, • określenie standardów utrzymania (ustalenie parametrów pracy maszyn, częstotliwości zmian tych parametrów itp.), • określenie poziomu jakości wyrobu, • opracowywanie na bazie rysunków kart montażu, • dokonywanie certyfikacji dokumentacji, np. operacji, doboru narzędzi, • sprawdzenie fizycznej wykonalności operacji, • określenie standardów operacji w formie dokumentacji dla pracowników (klasyczny opis operacji), • odbiór detali – tzw. autocertyfikacja, • opis problemów występujących przy badaniu, • opracowanie zmian w technologii produkcji – zmiana sposobu produkcji; innowacje w zakresie oprzyrządowania |
|--|---|

Źródło: opracowanie własne

Tab. 5. Analiza przyczyn i skutków wad – po korekcie

| ZNW | CZW | WYW | Nazwa wady | Ilość wad | WPR |
|-----|-----|-----|---|-----------|-----|
| 10 | 1 | 2 | Niesymetryczne rozmieszczenie otworów | 0 | 20 |
| 8 | 2 | 2 | Nieprecyzyjne zamocowanie stalki (luz) | 3 | 32 |
| 7 | 6 | 2 | Uszkodzenia powierzchni | 125 | 84 |
| 4 | 2 | 2 | Błędny wymiar średnicy otworów (rozwiercenie) | 3 | 16 |
| 4 | 4 | 2 | Błędny wymiar wysokości palca | 15 | 32 |

Źródło: opracowanie własne

tematyki, nie jest bowiem możliwe zaprezentowanie wielości spotykanych podejść i potencjalnych rozważań dotyczących produktu. Skromna objętość rozdziału wymusiła selekcję, hierarchizację oraz systematyzację zagadnień produktowo-sprzedażowych, co miało na celu uwydatnić walory praktyczne opracowania. Zagadnienia przedstawione w tekście należy traktować jako kontekstowe, wpływające na szersze i lepsze zrozumienie tematyki dotyczącej wiedzy o produkcie jako atrybutu menedżera sprzedaży.

Reasumując, należy podkreślić, że tworzony system pomiaru powinien być rozwiązaniem relatywnie nieskomplikowanym, czytelnym dla wszystkich uczestników – od szeregowych pracowników po kadrę zarządzającą. Idealnym rozwiązaniem jest możliwość wykonywania pomiarów wskaźnika WPR przy wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego, dzięki czemu możliwe jest wykonywanie dodatkowych analiz czy przedstawienia pozyskanych danych w formie diagramów. Prostota takiego systemu sprzyja ponadto przekonaniu pracowników do idei pomiaru wskaźnika, które jest ważnym czynnikiem determinującym wolę ich włączenia się w działania zapobiegawcze i monitorujące. Zbyt duża złożoność pomiaru angażowałaby dodatkowe zasoby potrzebne do obsługi jego funkcjonowania i utrzymania. Całość idei skłania się zatem ku temu, aby system składał się tylko z minimum niezbędnych składników, które na bieżąco mogą być porównywane z założeniami bazowymi. Ponadto w przypadku znaczących odstępstw od wskaźnika granicznego (100), funkcjonujący system mógłby spełniać rolę narzędzia, za pomocą którego pozyskane informacje pozwolą na podjęcie natychmiastowych działań naprawczych ze strony kadry menedżerskiej. Jest zatem niezbędne, by już w trakcie implementacji metody można było wpłynąć na poprawę funkcjonowania poszczególnych obszarów, co w perspektywie wpłynie będzie na konkurencyjność całej organizacji.

prof. dr hab. dr hc. Bogdan Nogalski
Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku
Instytut Zarządzania i Finansów
 e-mail: bogdan.nogalski@ug.edu.pl

dr inż. Przemysław Niewiadomski
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Zarządzania
ZPCZ FORTSCHRITT
 e-mail: niewiadomski@zpcz.pl

Przypisy

1) W niniejszej publikacji przyjęto, że konstrukcja systemu zarządzania jest pochodną trzech składowych: 1) celów i wartości, 2) regulacji i struktur, 3) metod i praktyk zarządzania oraz relacji zawiązujących się pomiędzy nimi, warunkujących sposób zarządzania organizacją.

- 2) Nauki o zarządzaniu proponują pewne wzory myślenia i postrzegania, szczególnie dla kadry menedżerskiej tak, aby potrafiła ona sobie poradzić z ciągłymi zmianami w nowych systemach zarządzania (Czakon, 2011; Brzeziński, 2016; Ciesielski, 2014).
- 3) Reguła dziesięciu stanowi, iż każdych 100 złotych, których klient zażąda od wytwórcy z tytułu rekompensaty za szkody spowodowane przez wady wyrobu: a) odpowiednio wydane 10 złotych umożliwiłoby wykrycie tej wady na terenie przedsiębiorstwa, b) jedynie 1 złoty kosztowałaby analiza FMEA, która usunęłaby źródło tej wady i wielu innych reklamacji.
- 4) Ocenę ryzyka dla każdej przyczyny autorzy przeprowadzą, według metody FMEA, za pomocą trzech kryteriów: 1) znaczenia skutków wady, 2) prawdopodobieństwa wystąpienia wady, 3) wykrywalności wady.
- 5) W tym celu planuje się przeprowadzić ocenę ekspercką.
- 6) Studium przypadku, choć nie stwarza podstaw do generalizacji, to jednak pozwala udzielić odpowiedzi na pytanie, czy dążenie do ciągłego doskonalenia produktu każdorazowo jest właściwym kierunkiem wyznaczanym przez wytwórcę, czy wzrost jakości produktu jest zawsze wprost proporcjonalny do zysku uzyskiwanego z jego implementacji. Powyższe zdaje się potwierdzać W. Czakon, zauważając, że studia przypadku stosuje się w naukach o zarządzaniu po to, aby głębiej rozpoznać badane zjawiska, nie zgłaszając przy tym ambicji do reprezentatywności (Czakon, 2012, s. 210).
- 7) Opracowanie nawiązuje do przedsiębiorstwa wytwarzającego części zamienne przeznaczone do maszyn rolniczych; to właśnie sektor budowy maszyn rolniczych stanowi obiekt zainteresowań i realizowanych dotychczas licznych badań autorów.
- 8) Oznacza zdolność adaptacji do zmieniających się warunków z wykorzystaniem istniejących zasobów (w krótkim okresie). W długim okresie elastyczność mierzy zdolność do wprowadzania nowych produktów, nowych zasobów i metod produkcyjnych oraz ich zintegrowania z istniejącymi systemami produkcyjnymi (Olhager, 1993, s. 67–78).
- 9) Jako że nauki towaroznawcze zwracają szczególną uwagę na kształtowanie i analizę jakości wyrobów, w oparciu o badanie oczekiwań klientów zewnętrznych i wewnętrznych oraz na wyrażaniu tych oczekiwań poprzez zdefiniowanie parametrów jakościowych i technologicznych, zasadne jest poszukiwanie wspólnych płaszczyzn nauk o zarządzaniu z wymienioną dyscypliną. Ponadto towaroznawstwo, podobnie jak nauki o zarządzaniu, swoim obszarem zainteresowań obejmuje cały „cykl życia produktu” – od sfery projektowej poprzez sferę wykonania produktu, dystrybucję, handel, użytkowanie, aż do optymalnej i korzystnej gospodarczo utylizacji i likwidacji zużytych produktów, co dodatkowo potwierdza słuszność podjętej przez autorów klasyfikacji. Szerzej: (Korzeniowski i in., 2016).
- 10) Ze względu na brak zgody nie podano pełnej nazwy przedsiębiorstwa.
- 11) Jedną z kluczowych zmian w aktualizacji ISO 9001:2015 jest systemowe podejście do ryzyka, a nie traktowanie go jako pojedynczego elementu Systemu Zarządzania Jakością. W poprzednich edycjach ISO 9001 punkt dotyczący działań zapobiegawczych był oddzielony od całości. Teraz ryzyko jest uwzględnione w standardzie. Przyjmując podejście oparte na ocenie ryzyka, organizacja świadomie i aktywnie zapobiega lub ogranicza działania niepożądane, promując ciągłe doskonalenie. Powyższy fakt świadczy o trafnym doborze podjętej tematyki.



- 12) Badanie prowadzono w siedzibie badanego przedsiębiorstwa w II połowie stycznia 2016 roku.
- 13) Ekspertami z ramienia przedsiębiorstwa byli: główny technolog, kierownik produkcji, właściciel przedsiębiorstwa, operator maszyn skrawających oraz szlifierz.
- 14) Identyfikację źródeł powstawania problemów oraz określenie łańcucha przyczyn występowania niezgodności umożliwia diagram Ishikawy.

Bibliografia

- [1] Borkowski S., Siekański K. (2005), *Zastosowanie metody FMEA w doskonaleniu jakości wyrobów odlewanych*, „Archiwum Odlewnictwa”, Rocznik 5, Nr 15, s. 39–44.
- [2] Borowiecki R. (2010), *Permanentna restrukturyzacja jako czynnik rozwoju i sukcesu przedsiębiorstwa w dobie globalizacji rynku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Nr 836, s. 27–44.
- [3] Bowles J.B. (2004), *An Assessment of PRN Prioritization in a Failure Modes Effects and Criticality Analysis*, „Journal of the IEST”, 47, pp. 51–56.
- [4] Brzeziński M. (2016), *Integracja nauki i praktyki zarządzania*, „Przegląd Organizacji”, Nr 4, s. 19–23.
- [5] Ciesielski M. (2014), *Paradygmat jako ogólna metoda nauk o zarządzaniu*, „Organizacja i Kierowanie”, Nr 2, s. 87–94.
- [6] Czakon W. (2012), *Sieci w zarządzaniu strategicznym*, Oficyna Wydawnicza Wolters Kluwer business, Warszawa.
- [7] Czakon W. (2011) (red.), *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, Oficyna Wydawnicza Wolters Kluwer business, Warszawa.
- [8] Czarnecki L. (2015), *Model DNA firmy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- [9] Ejdyś J. (2011), *Model doskonalenia znormalizowanych systemów zarządzania oparty na wiedzy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
- [10] Ginn D.M., Jones D.V., Rahnejat H., Zairi M. (1998), *The „QFD/FMEA Interface”*, „European Journal of Innovation Management”, Vol. 1, No. 1, pp. 7–20.
- [11] Jaki A. (2014), *Mechanizmy rozwoju paradygmatów zarządzania*, „Przegląd Organizacji”, Nr 2, s. 8–13.
- [12] Kaczmarek B. (2011), *Wyzwania współczesnego zarządzania we współczesnej gospodarce*, [w:] B. Nogalski, Z. Dworzecki (red.), *Przełomy w zarządzaniu. Kontekst strategiczny*, TNOiK „Dom Organizatora”, Toruń, s. 17–28.
- [13] Kaleta A. (2016), *Między tradycją a nowoczesną analizą strategiczną*, „Przegląd Organizacji”, Nr 3, s. 4–9.
- [14] Knosala R., Landwójtowicz A. (2014), *Zastosowanie metody FMEA w ocenie ryzyka wdrożenia innowacji*, [w:] R. Knosala (red.), *Innowacyjność procesów i produktów*, Tom I, Część 1, s. 103–111.
- [15] Korzeniowski A., Chochół A., Foltynowicz Z. (2016), *Zakres dyscypliny „Towaroznawstwo” w ramach dziedziny wiedzy „Nauki ekonomiczne”*, http://old.ue.poznan.pl/att/DZIEK_TOW/zakres_dyscypliny.pdf, data dostępu: 14.01.2016 r.
- [16] Koźmiński A.K., Jemielniak D., Latusek-Jurczak D. (2014), *Zasady zarządzania*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa.
- [17] Łańcucki J. (red.), (1997), *Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, TNOiK, Bydgoszcz.
- [18] Oleksyn T. (red.), (2013), *Filozofia a zarządzanie*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- [19] Olhager J. (1993), *Manufacturing Flexibility and Profitability*, „International Journal of Production Economics”, Vol. 30–31, pp. 67–78.
- [20] Sudoł S. (2016), *Zarządzanie jako dyscyplina naukowa*, „Przegląd Organizacji”, Nr 4, s. 4–11.
- [21] Suszyński C. (2016), *Nauka i praktyka zarządzania – cztery perspektywy budowania tożsamości i użyteczności społecznej*, „Przegląd Organizacji”, Nr 4, s. 24–29.
- [22] Wang Y.-M., Chin K.-S., Ka Kwai Poon G., Yang J.-B. (2009), *Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean*, „Expert Systems with Applications”, 36, pp. 1195–1207.
- [23] Wolniak R., Burtan D. (2009), *Wykorzystanie Metody FMEA do analizy bezpieczeństwa informacji*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, Nr 1, s. 70–84.
- [24] Wyrębek H. (2012), *Znaczenie metody FMEA w zarządzaniu jakością w przedsiębiorstwach*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Nr 92, Seria: Administracja i Zarządzanie, s. 151–165.
- [25] Zimmiewicz K. (2016), *W poszukiwaniu metodologicznego modelu dla nauk o zarządzaniu*, „Przegląd Organizacji”, Nr 2, s. 4–7.

FMEA Method Implementation in a Flexible Manufacturing Plant

Summary

The causes and manifestations of these negative phenomena in the economic sciences are complex and difficult to decipher. Thus, an attempt at their projection is not easy. However, the authors of this paper decided to confront one of the management dysfunctions. Therefore, the main objective of this paper is an attempt to apply methods and tools for maintaining the appropriate quality of products as well as reducing defects and non-compliance at the production stage, and not at the stage of using at the customer's place. The achievement of the main objective required a formulation and fulfillment of the following partial objectives, which include: the systematisation of – essential in the context of research – assumptions and definitions; the analysis of error types and their effects which involves the analytical determining of cause and effect relations of the product potential defects and also taking them into consideration in the criticality (risk) factor analysis; the determination of the activities necessary to improve processes and increase the quality of products and the evaluation related to the efficiency of the FMEA method application in the examined company.

Keywords

FMEA method, product analysis, product defects, criticality factor