

## ANALIZA I PROPOZYCJA USPRAWNIEŃ PROCESU WYTWARZANIA FELG

Karolina CZERWIŃSKA - Andrzej PACANA - Lucia BEDNAROVA

## ANALYSIS AND PROPOSAL TO IMPROVE THE PROCESS OF MAKING RIMS



Sustainability - Environment - Safety '2018

### ABSTRAKT

*W artykule przedstawiono szereg badań pozwalających ocenić stan rzeczywisty procesu produkcyjnego obowiązujący w wybranym przedsiębiorstwie w branży motoryzacyjnej. Do analizy wykorzystano tradycyjne narzędzia Lean: wykres Pareto – Lorenza, diagram Ishikawy - diagram przyczynowo i skutkowy, nowe narzędzia - diagram macierzowy i „5xDlaczego” oraz jedną z metod zarządzania jakością (burza mózgów). Następnie wskazano błędy związane z procesem produkcyjnym występujące podczas produkcji felg aluminiowych. Dodatkowo w artykule zaproponowane możliwe do zostały zastosowania działania doskonalące.*

**SŁOWA KLUCZOWE:** burza mózgów, diagram macierzowy, wykres Pareto-Lorenza, diagram Ishikawy, metoda 5xDlaczego, zarządzanie.

### ABSTRACT

*The article presents a series of tests to assess the actual state of the production process in force in a selected company in the automotive industry. Traditional Lean tools were used for the analysis: Pareto - Lorenza diagram, Ishikawa diagram - cause and effect diagram, new tools - matrix matrix and "5x Why" and one of the quality management methods (brainstorming). Next, errors related to the production process occurring during the production of aluminum rims were indicated. Additionally, in the proposed article, improvement actions are possible to apply.*

**Key words:** brainstorming, matrix diagram, Pareto-Lorenz chart, Ishikawa diagram, 5x method, managemnt

### Wprowadzenie

Efektywne doskonalenie wymaga zastosowania licznych narzędzi i metod zarządzania jakością. Ich użycie ma na celu ograniczenie marnotrawstwa, poprawę konkurencyjności, jak i usprawnienie realizowanych w przedsiębiorstwie procesów [10, ss. 524-534].

Istotnym podejściem do identyfikacji jakości, ważnym głównie w przypadku inżynierskiego rozważania jakości wyrobów przemysłowych, jest podział na trzy składowe: jakość projektu, wykonania oraz jakość eksploatacyjną. Wszystkie trzy komponenty powinny być jednocześnie spełnione, by można było mówić o wysokiej jakości wyrobu [3, ss. 161-170; 7, ss. 45-46; 11, ss. 10-11]. Na etapie realizowania wyrobu (proces produkcyjny), znaczenie zapewnienia jakości ulega sukcesywnemu ograniczeniu a znaczenia nabiera sterowanie jakością – w tym kontrola oraz korygowanie jakości. Na tym etapie jakość projektowa przekształcana jest w jakość wykonania w procesach wytwarzania. Celem tych działań jest uzyskanie jak największego stopnia zgodności między jakością projektową a jakością wytwarzania [2, ss. 115-118]. W związku z tym, w

przedsiębiorstwach dąży się do efektywnych działań prowadzących do nieustannego doskonalenia funkcjonowania poszczególnych działów i poprawy kultury organizacji. W tym celu, obecnie w przedsiębiorstwach wdrażane są tradycyjne narzędzia Lean m.in.: wykres Pareto – Lorenza, diagram Ishikawy - diagram przyczynowo i skutkowy, nowe narzędzia np. diagramy macierzowe, 5xDlaczego oraz metody zarządzania jakością (burza mózgów) [9, ss. 7-9].

Celem pracy jest wykonanie analizy oraz przedstawienie propozycji usprawnień procesu produkcji felgi aluminiowej do pojazdu marki BMW eliminujących najistotniejsze niezgodności obecne podczas procesu produkcyjnego z wykorzystaniem instrumentów zarządzania jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

### **Uproszczony proces technologiczny felgi aluminiowej**

W procesie produkcyjnym felg aluminiowych można wyróżnić procesy główne i pomocnicze. Do głównych procesów należy: topienie, odlewanie, obróbka cieplną, obróbka mechaniczna, wykańczająca oraz lakiernia. Natomiast do procesów pomocniczych zaliczyć można: logistykę firmy, RTG, kontrola kół po lakierni, zarządzanie surowcem, przygotowanie kokili, pomiary szczelności. W dalszej części artykułu przedstawiono krótką charakterystykę procesu technologicznego felgi aluminiowej [8].

Pierwszym etapem produkcji felgi aluminiowej do samochodów marki BMW jest topienie. W procesie produkcyjnym stosowane są cztery stopy aluminium:  $AlSi7Mg$ ,  $AlSi9Mg$ ,  $AlSi11Mg$ , oraz  $AlSi7Mg$  (0,15 Mg). Z każdej partii stopu aluminium co 500 ton pobierana jest przez pracowników Kontroli Jakości próbka w celu analizy składu chemicznego. Zwolniony do produkcji materiał (aluminium i wióra) przetapia się w piecach Hindenlang (gazowych, tyglowych) bądź ZPF (gazowych, przechylnych). Stop podgrzewany jest do temperatury 740-760°C i wtedy zostaje przelany do kadzi transportowej. Przed zalaniem metalu do kadzi dodaje się modyfikator stopu (zaprawa aluminium tytan-bor) w celu poprawy warunków krzepnięcia. Wlane do kadzi aluminium transportowane jest na stanowisko rafinacji. Proces ten trwa od 2 do 10 minut i polega na zanurzeniu w ciekłym metalu lancy rafinującej maszyny i ustawieniu parametrów, takich jak: przepływ gazu i czas rafinacji. Do stopu przez lance wprowadzany jest azot, który pomaga usuwać zanieczyszczenia z ciekłego metalu. Po zakończeniu procesu rafinacji, pracownicy oczyszczają lustro metalu alby do maszyny odlewniczej wlane został czysty metal [8].

W analizowanym procesie felgi aluminiowe produkowane są metodą odlewania niskociśnieniowego. W pierwszym etapie procesu odlewania należy napęlić kokile co następuje poprzez wywarcie niskiego ciśnienia powietrza 0,8- 0,9 bar na powierzchnię płynnego metalu w piecu grzewczym. Wnętrze kokili poprzez nacisk powietrza wypełnia się ciekłym metalem na specjalnej płycie umieszczonej nad piecem. Drugi etap procesu polega na schłodzeniu odlewu. Stygnięcie metalu odbywa się pod ciągłym ciśnieniem, a ubytki spowodowane skurczem objętościowym uzupełniany jest metalem z pieca grzewczego za pomocą rury zalewowej. W celu przyspieszenia procesu krzepnięcia rdzenie kokili studzone są powietrzem pod ciśnieniem. Po stwardnieniu odlewu wywierany nacisk zostaje przerwany, a resztki metalu pozostawione w rurze odprowadzone zostają z powrotem do pieca. Etap zostaje zakończony wyjęciem odlewu z formy. Odlew po wyjęciu z kokili osiąga temperaturę 400 °C. Felga zostaje poddana wizualnej kontroli, aby wykluczyć niedolania oraz widocznych wad powierzchniowych. Felgi z widocznymi wadami zostają odłożone do skrzyni z brakami, a felgi bez widocznych skaz stempluje się i chłodzi wodą o temperaturze 40 °C [4].

Po ostatecznym wychłodzeniu felgi zostają transportowane podajnikami rolkowymi gdzie zostają usuwane zlewki z kołnierza felgi. Po takiej obróbce felga może trafić do urządzeń rentgenowskich. Kontrola ma na celu wykrycie wad wewnątrz struktury felgi, np. pęcherze gazowe, pęknięcia, jamy skurczowe. Wyroby, które przeszły poprawnie kontrolę otrzymują znak cechowy kontrolera RTG.

Kolejnym etapem procesu stanowi obróbka cieplna. Linia obróbki cieplnej zbudowana jest z modułów LGO i ALO oddzielony od siebie basenem z wodą. W module LGO w temperaturze 535 °C następuje przesycanie stopów w czasie 6 godzin i 20 minut. Proces przesycania polega na podgrzaniu odlewu do temperatury przekraczającej linii granicznej rozpuszczania stopowych składników. Po tym etapie felgi

poddane są chłodzeniu w wodzie w temperaturze 80°C. Moduł ALO ma na celu wykonanie procesu starzenia felgi, odbywa się to w czasie 6 godzin i temperaturze 155°C. Proces sztucznego starzenia polega na wygrzewaniu odlewów w wysokiej temperaturze, a następnie wolnym schładzaniu. Proces ten ma na celu utrwalenie struktury odlewu oraz właściwości mechanicznych [8].

Po procesie obróbki cieplnej felgi poddawane są obróbce mechanicznej, która realizowana jest na liniach manualnych bądź celach zrobotyzowanych. Na liniach manualnych pierwszą operacją jest toczenie na maszynie IMToraz wiercenie na wiertarko-frezarkach Chiron. Po operacji toczenia pracownik kontroluje czy średnica otworu została wykonana poprawnie. Kolejnym etapem jest wiercenie otworów śrubowych mocujących i otworu dla zaworu powietrznego. Wszystkie felgi są badane pod kątem wyważenia oraz przechodzą przez automatyczną instalację odłuszczającą.

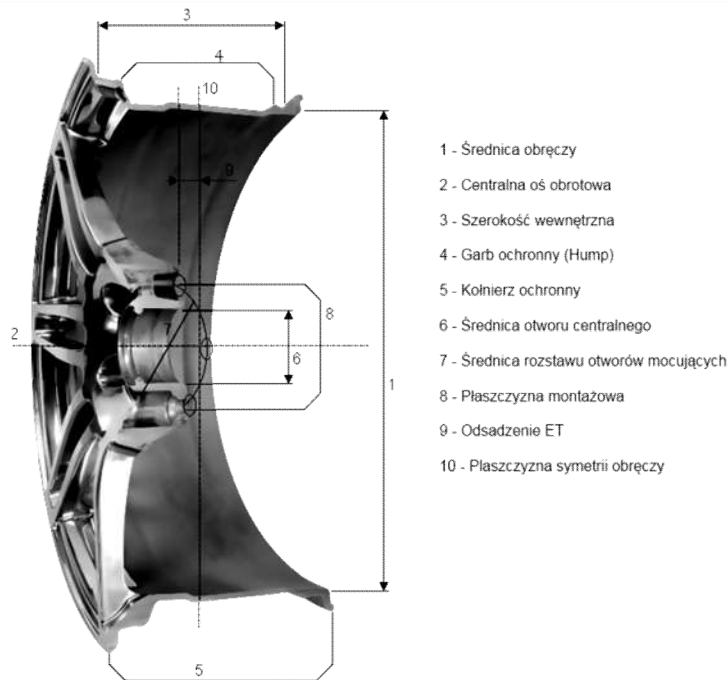
Po procesie obróbki mechanicznej felgi przewożone są na paletach do automatycznej myjki. Następnie transportowane są na rolkach na stanowisko automatycznej kontroli niewyważenia statycznego i wyważenia dynamicznego. Niewyważone felgi po pomiarze transportuje się do tokarki sterowanie numerycznie poprzez manipulator w celu wyeliminowania obu składowych niewyważenia. Kontrola szczelności sprawdzana jest na urządzeniach VDH – Helium oraz przy pomocy powietrza pod ciśnieniem urządzeniem firmy Makra [8].

Obróbka wykańczająca jest kolejnym procesem w produkcji felgi aluminiowej. Felgi po badaniu szczelności trafiają na stanowisko ogratowania ręcznego. Produkty wymagające frezowania, szlifowania oraz wybicia zalewki trafiają na stanowisko obróbki ręcznej. Za pomocą pneumatycznych szlifierek usuwane są wyostrome krawędzie szprych, otworu wentyla oraz poprawiane są małe mechaniczne uszkodzenia na powierzchni licowej felgi. Po zakończeniu obróbki felgi zostają ułożone na paletach następnie odpowiednio oznaczane i przetransportowane na zewnątrz hali [8].

Wszystkie felgi w przedsiębiorstwie poddawane są obróbce w instalacji odłuszczającej. Obróbka dokonywana jest z zastosowaniem nieszkodliwej dla środowiska technologii strefowej bez użycia chromu. Na zautomatyzowanych najnowocześniejszych liniach lakierniczych odbywa się powlekanie felg, gdzie stosowane są tylko bezrozpuszczalnikowe lakiery na bazie wody. Proces lakierowania polega na pokryciu proszkiem następnie dwukrotnym lakierowaniu mokrym lakierem rozpuszczalnikowym. Po ostatecznym procesie lakierowania felgi zostają pakowane na palety w zależności od wymagań klienta. Ostatecznie felgi trafiają do Magazynu Wysokiego Składowania [8].

## **Przedmiot badań**

Felgi aluminiowe to obręcze wykonane ze stopów lekkich, które stanowią podstawowy element koła samochodowego. Zaletą felg aluminiowych jest mała waga, co wiąże się z mniejszym zużywaniem się części zawieszenia samochodu oraz lepszym chłodzeniem zacisków hamulcowych. Parametry, które opisują przydatność montażową do określonego modelu samochodu to: rozmiar felg, rozstaw śrub, osadzenie (ET, offset), nośność oraz średnica otworu centralnego [1]. Budowę felgi przedstawia rysunek 1.



- 1 - Średnica obręczy
- 2 - Centralna oś obrotowa
- 3 - Szerokość wewnętrzną
- 4 - Garb ochronny (Hump)
- 5 - Kołnierz ochronny
- 6 - Średnica otworu centralnego
- 7 - Średnica rozstawu otworów mocujących
- 8 - Płaszczyzna montażowa
- 9 - Odsadzenie ET
- 10 - Płaszczyzna symetrii obręczy

Rysunek 1. Budowa felgi aluminiowej

Źródło:[5]

W skład felgi wchodzi [6]:

- Otwór centralny - określa w feldze wielkość otworu. Jest to parametr podawany w milimetrach.
- Garb ochronny - wygarbienie na krawędzi felgi, które uniemożliwia zsuwanie się opony w trakcie działania sił poziomych podczas pokonywania zakrętów. Chroni przed utratą ciśnienia w oponie.
- Liczba śrub i otwory montażowe – charakteryzują każdy rodzaj felg oraz opisują średnicę okręgu i podawane są w milimetrach.
- Osadzenie – odległość pomiędzy płaszczyzną montażową a środkiem symetrii.
- Rozmiar obręczy – wymiar szerokości i średnicy felgi podany w calach.
- Pierścień redukcyjny- stosowany, gdy otwór centralny jest większy niż dedykowany do określonego modelu samochodu,
- Szerokość felgi – odległość pomiędzy wewnętrznymi krawędziami obręczy,
- Płaszczyzna symetrii – linia, która wytaczają połowę szerokości felgi.

### Analiza jakości produkcji felg aluminiowych

W przedsiębiorstwie zauważono dużą ilość występujących niezgodności w różnych etapach produkcji co prowadzi do obniżenia jakości wyrobu, marnotrawstwa czasu, niezadowolenia klienta oraz ponownego powtórzenia czynności procesu produkcyjnego. Obecne niezgodności mogą być spowodowane: nieuwagą lub niedoświadczeniem pracownika, błędnymi informacjami, uszkodzonym sprzętem i innymi czynnikami. Zastosowanie metody burzy mózgów pozwala wygenerować dużą ilość pomysłów oraz określić potencjalne problemy, jakie powstają podczas procesu produkcyjnego. Doświadczenie członków zespołu, wiedza oraz umiejętności są gwarantem efektywnie przeprowadzonej sesji.

Przeprowadzenie burzy mózgów rozpoczęło się od sprecyzowania tematu, który brzmiał: „Niezdności występujące podczas procesu produkcji felg aluminiowych”. Kierownik do spraw jakości omówił problem oraz przypomniał podstawowe zasady burzy mózgów jak: przedstawianie

pomysłów i ich zapisywanie, słuchanie się nawzajem, brak krytyki, możliwość modyfikacji oraz doskonalenia pomysłów przez członków zespołu. Kolejno cała grupa analizowała występujący problem i przedstawiała swoje pomysły, które były zapisywane na tablicy. Skupiono się na wygenerowaniu dużej ilości wad. Celem burzy mózgów było znalezienie potencjalnych przyczyn istniejących niezgodności powstałych podczas procesu produkcji. Ostatni etap burzy mózgów polegał na zestawieniu i wyborze najlepszych pomysłów, które powodują największe straty. Zgłoszone pomysły były dyskutowane i sklasyfikowane. W wyniku dokonanej oceny otrzymano rozwiązania, które w dalszej kolejności należy poddać odpowiedniej analizie. Schemat przeprowadzonej burzy mózgów wyglądał przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Schemat przeprowadzonej sesji burzy mózgów

Problem: „Niezgodności występujące podczas procesu produkcji felg aluminiowych”		
Redefinicja problemu	Zgłoszone propozycje	Najczęściej występujące niezgodności
Jakie najczęściej występują wady? Dlaczego wady powstają? Z czyjej winy? W jakim procesie produkcyjnym? W jaki sposób wyeliminować powstające wady?	chropowatość powierzchni, przeszlifowania na licu, wióra, seryjna wada kokili, obicia podczas transportu, ogratowania wentyla, złe polerowanie, złe toczenie, złe biakowaniem, ogratowania otworów mocujących, szprych, dekielka, jama skurczona, porowatość bieżna, porowatość w otworach mocujących, zaproszenia na powierzchni, dziura na wyrobie, zadrapania, zacieki na lakierze, proszek w otworach mocujących, zła szczelność brak koła na hakach, ślady po gruncie po lakierowaniu, przyczepność lakieru, szorstka powierzchnia, brud w proszku gruntowym, brud w lakierze bazowym, zły kolor lakieru.	Zła szczelność, Ogratowania wentyla, Wady powierzchni, Brud w proszku, Zadrapania, Zły kolor lakieru, Przeszlifowania na licu, Porowatość, Wióra, Złe toczenie.

Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonej burzy mózgów wytypowano najczęstsze wady występujące w firmie: zła szczelność, ogratowania wentyla, wady powierzchni, brud w proszku, zadrapania, zły kolor lakieru, przeszlifowania, porowatość, wióra oraz złe toczenie. W macierzy (tabela 2) zostały zaprezentowane wszystkie narzędzia oraz metody zarządzania jakością, a także wady najczęstsze występujące podczas procesu produkcyjnego. Jak można zauważyć do większości wad w celu analizy, można zastosować więcej niż jedno narzędzie zarządzania jakością.



Tabela. 2. Maticerz powiązań narzędzi oraz metod zarządzania jakością ze zidentyfikowanymi wadami powstałych podczas procesu produkcyjnego

METODY I NARZĘDZIA W ZARZĄDZANIU JAKOŚCIĄ													
	Wykres Pareto - Lorenza	Wykres korelacji	Karty kontrolne	Diagram pokrewieństwa	Diagram zależności	Diagram drzewa	Diagram tablicowy	Tablicowa analiza danych	Diagram procesu decyzyjnego	Diagram strzałkowy	5xWhy		
Zła szczytność	X	X	X		X						X		
Ogratowania wentyla	X		X										
Wady powierzchni	X	X		X	X		X	X			X		
Bруд w proszku gruntowym	X		X	X	X	X		X	X	X			
Zadrapania	X		X								X		
Przeszlifowania na licu					X	X			X				
Porowatość			X	X	X								
Włóra	X	X		X	X	X				X			
Złe toczenie			X										

Zródło: opracowanie własne

W tabeli 2 przedstawiono metody oraz narzędzia, jakie można zastosować w celu udoskonalenia, a także najważniejsze i najczęstsze wady występujące podczas procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie UNIWHEELS Production Poland. Zastosowanie systemu zarządzania jakością w efektywny i znaczący sposób pozwoli podnieść jakość procesu produkcyjnego oraz wyrobu.

Poprzez analizę danych uzyskanych z przedsiębiorstwa można stwierdzić, iż duży problem stanowią wady powstałe w procesie produkcyjnym w firmie UNIWHEELS. Pojawiające się wady związane są z produkcją oraz z gotowym wyrobem. W procesie produkcji felg aluminiowych pojawiło się wiele niezgodności powodujące konieczność poprawy wyrobu, co wiązało się zwiększonymi kosztami, z opóźnieniami w dostawie do klienta oraz marnotrawca czasu.

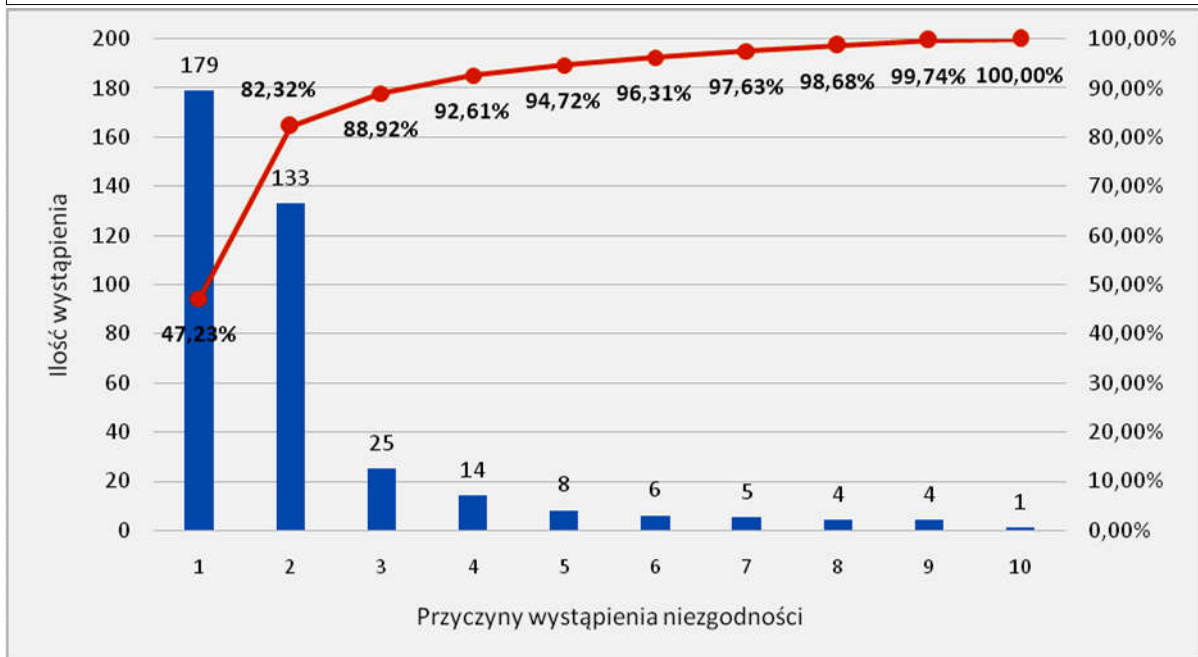
Następnym krokiem analizy procesu było przeprowadzenie analizy produkcji felg aluminiowych dotyczącej jednej serii produkowanych felg do samochodu marki BMW gdzie ilość kół wyniosła 1000, z czego 621 było dobrych. Pozostałe felgi posiadały wady i wymagały poprawki. Za pomocą analizy Petero-Lorenza można skutecznie zapobiec występowaniu w przyszłości występującym wadom. W tabeli 3 przedstawiono najważniejsze i najczęstsze pojawiające się wady (liczba wystąpień uszeregowana malejąco), procentowy udział wad oraz skumulowaną wartość wad.

*Tabela 3. Rodzaj wad występujących przy produkcji felg aluminiowych do samochodu marki LAND ROVER*

	Rodzaj wad	Liczba awarii	Procentowy udział wad [%]	Skumulowana wartość wad [%]
1.	Zła szczelność	179	47,23%	47,23%
1.	Wady powierzchni	133	35,09%	82,32%
3.	Ogratowania wentyla	25	6,60%	88,92%
4.	Brud w proszku	14	3,69%	92,61%
5.	Złe toczenie	8	2,11%	94,72%
6.	Porowatość	6	1,58%	96,31%
7.	Wióra	5	1,32%	97,63%
8.	Zadrapania	4	1,06%	98,68%
9.	Przeszlifowania na licu	4	1,06%	99,74%
10.	Zły kolor lakieru	1	0,26%	100,00%
	<b>RAZEM</b>	<b>379</b>	<b>100%</b>	

*Źródło: opracowanie własne*

Wyniki z tabeli 3 zostały przedstawione w sposób graficzny na wykresie Pareto-Lorenza (rysunek 2). Stosując wykres, możliwe jest wyznaczenie częstości wystąpienia danego problemu.



Rysunek2. Wykres Petero-Lorenza nieprawidłowości występujących podczas produkcji felg aluminiowych dla pojazdów marki BMW

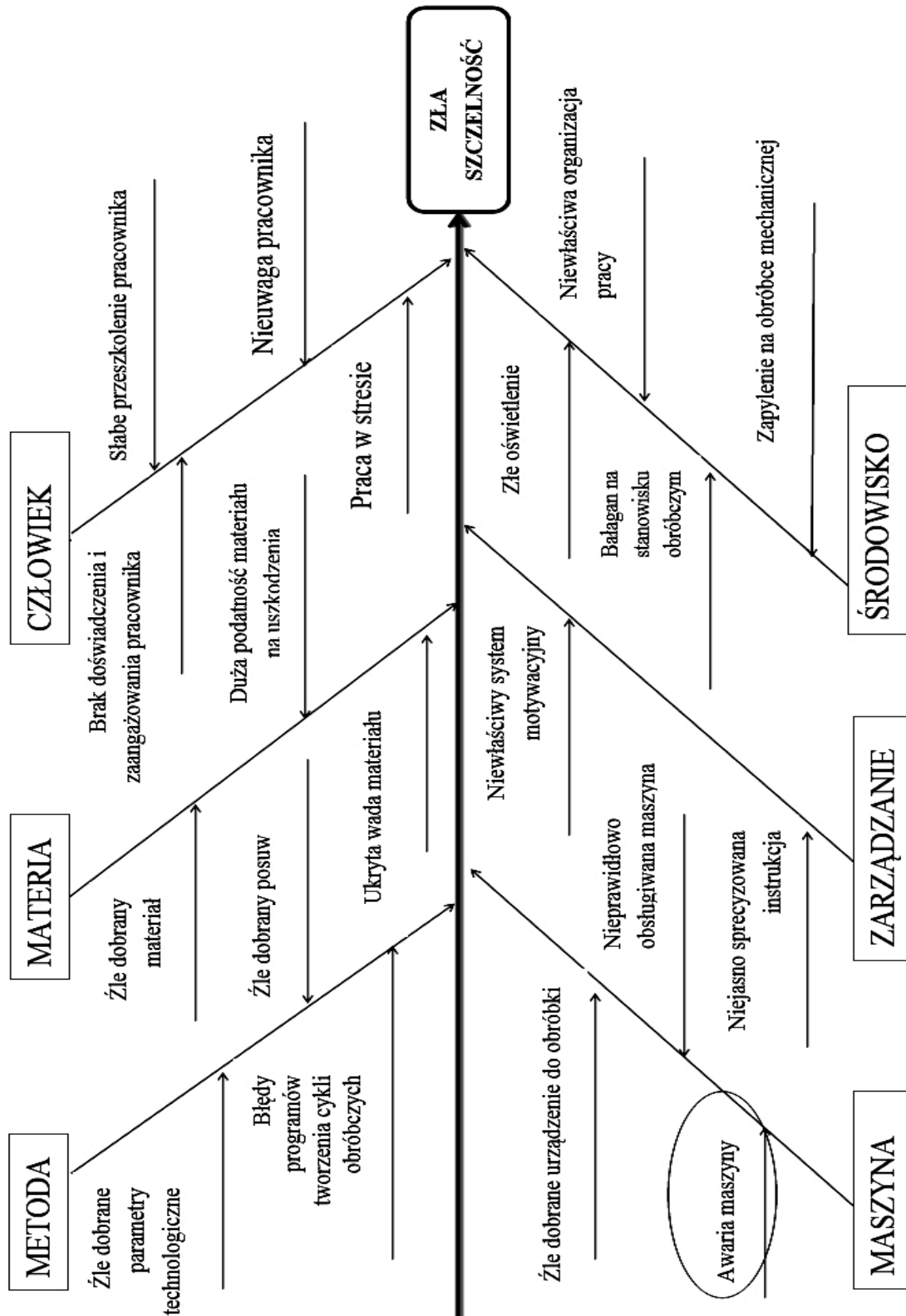
Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonej analizy przy użyciu wykresu Petero-Lorenza zauważyć można, że z pośród 10 wad najczęstszymi wadami występującymi w procesie produkcyjnym danej serii wyrobu (ponad 80%) były zła szczelność oraz wady powierzchniowe.

Aby zidentyfikować potencjalne przyczyny pojawiających się niezgodności złej szczelności oraz wad powierzchniowych w kolejnym kroku należy opracować diagram Ishiky dla dwóch rodzajów wad. Ze względu na ograniczenie objętości artykułu przedstawiony zostanie tylko diagram Ishikawy dla najistotniejszego problemu – „zła szczelność” (rysunek 3).

Diagram Ishikawa został opracowany zgodnie z koncepcją 5M+E stasując kategorie: maszyna (machine), kierownictwo (management), człowiek (man), materiał (material), metoda (method) oraz otoczenie (enviroment).

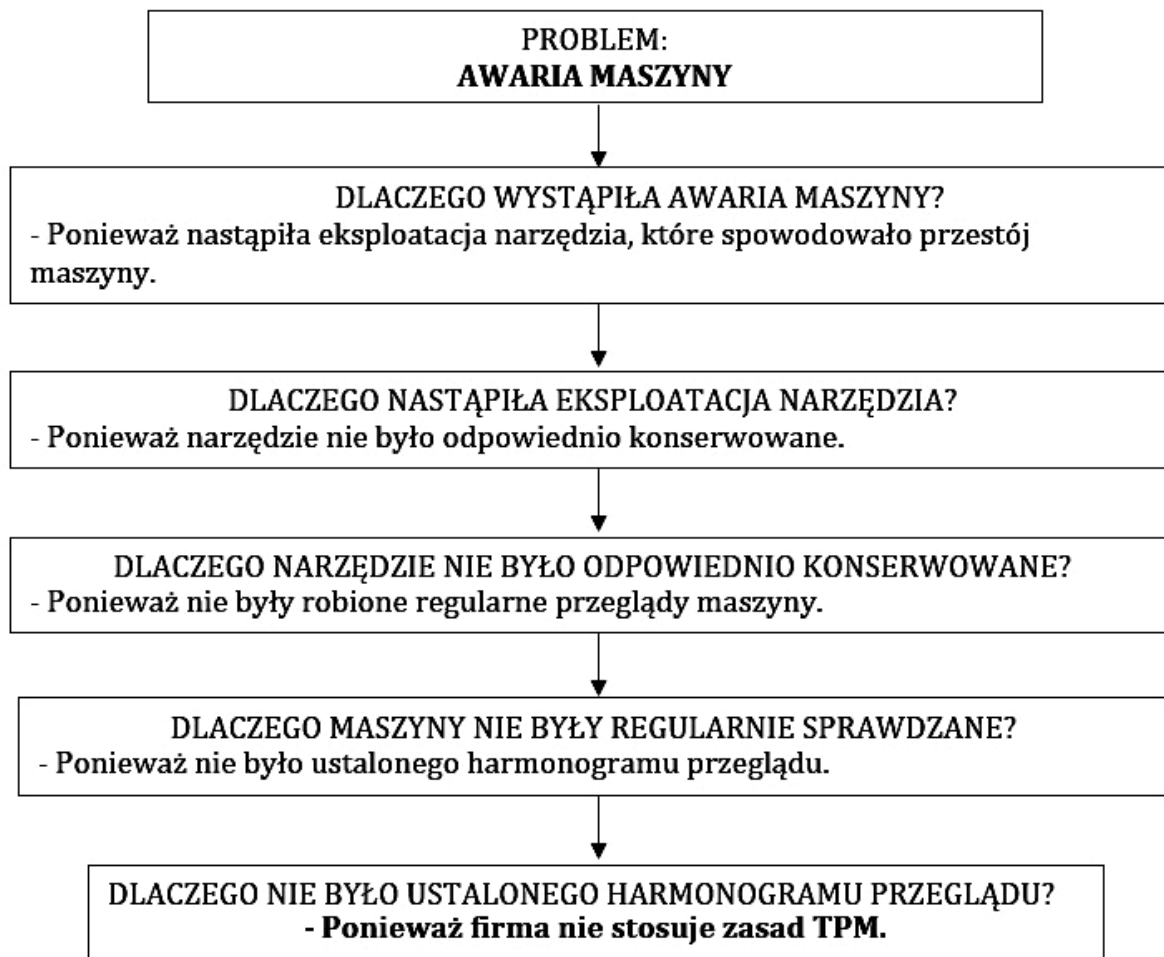




Rysunek 3. Diagram Ishikawy dla problemu wad powierzchniowych wyrobów

Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonej analizy Ishikawy dla problemu złej szczelności potencjalną przyczyną okazała się awaria maszyny. W celu zidentyfikowania źródłowej przyczyny pojawiającej się awarii maszyn, należy przeprowadzić analizę 5xDlaczego (rysunek 4):



**Rysunek 4. Analiza 5xDlaczego dla problemu awarii maszyny**

*Źródło: opracowanie własne*

Opierając się na diagramie Ishikawy dokonano analizy „5xDlaczego”. Analizując wadę szczelności największy problem był związany z maszyną – nie stosowanie się do zasad TPM. Narzędzie „5xDlaczego” pozwoliło na znalezienie źródłowej przyczyny problemu.

### **Propozycje doskonalenia**

Doskonalenie produkcji oraz maksymalizacja zysków w przedsiębiorstwach jest niezbędnym elementem, mający na celu utrzymanie się na konkurencyjnym rynku. W celu eliminacji poszczególnych wad należy podjąć działania zapobiegawcze jak opracowanie harmonogramu przeglądu maszyn technologicznych oraz wprowadzenie TPM i zaprojektowanie karty kontrolnej dla szczelności felg

## Harmonogram przeglądu maszyn technologicznych

W przedsiębiorstwie UNIWHEELS znajduje się wiele maszyn i urządzeń, dzięki którym produkowane są felgi aluminiowe. Jednym z problemów wynikających w firmie jest organizacja związana z czynnościami utrzymania we właściwym stanie technicznym maszyn, zapewniających ciągłości użytkowania oraz otrzymywania dobrych jakości wyrobów. Proces zużywania się narzędzia bądź maszyny jest różny, ponieważ zależy od stopnia wymaganej konserwacji, przeglądów, mająca na celu trwałość oraz sprawność urządzeń. Sprawność techniczna maszyny zależy od czasu pracy maszyny, co wiąże się z różnymi naprawami, wymianą części, a zatem z przestojami linii produkcji. W przedsiębiorstwie nie ma szczegółowo opracowanego harmonogramu dotyczącego przeglądu maszyn. Wyznaczone są jedynie przeglądy planowane maszyn, które wypadają w okresie przestoju całej firmy dwa razy do roku po 2 tyg. (lipiec, grudzień). Jednak nieprzewidziane awarie, które wymagają przeglądów nie są wdrożone w firmie. Opracowanie harmonogramu zostanie wykonane przez technologa i planowany termin wyznaczona na wrzesień bieżącego roku.

## Wprowadzenie TPM

TPM jest jednym z narzędzi polegającym na kompleksowym utrzymaniu maszyn wykorzystywanych do eliminacji występujących strat związanych z maszynami technologicznymi. Propozycja wdrożenia TPM spowodowana jest awariami maszyn, narzędziami, powstającym przestojem, zmniejszonej prędkości operacji, występujących wad podczas produkcji. TPM pozwoli na zarządzanie, włączając wszystkich pracowników w przedsiębiorstwie. Poprzez wprowadzenie w firmie TPM pozwoli na uzyskanie wydajności i efektywności maszyn i urządzeń. Należy opracować plan systemu utrzymania maszyn biorąc pod uwagę działania ułatwiające obsługę, działania prewencyjne, modernizacyjne, ukierunkowanie na szybkie i łatwe przeprowadzenie prac na maszynach. Wprowadzenie TPM wymagać będzie współpracy technologów maszyn, operatorów oraz pracowników utrzymania ruchu. Celem wdrożenia TPM w przedsiębiorstwie jest zwiększenie wydajności maszyn, zmniejszenie kosztów na utrzymanie maszyn, uzyskaniu większej niezawodności maszyn, będące łatwe w obsłudze i utrzymaniu oraz zmniejszenie bądź całkowite wyeliminowanie zidentyfikowanych wad. Odpowiedzialni za wprowadzenie TPM będą operatorzy utrzymania ruchu, a czas przewidywany na wprowadzenie jest wyznaczony na sierpień i wrzesień.

## Zaprojektowanie karty kontrolnej dla szczelności felg

W okresie od stycznia do kwietnia 2017 odnotowano bardzo dużo wad dotyczących szczelności felg. W celu poprawienia jakości felgi aluminiowej w miejscu, gdzie znajdują się miejsce pod wentyl należy opracować projekt karty kontrolnej. Karty kontrolne służą do monitorowania procesów. Pozwolą zauważyć istotny problem oraz doprowadzić do wyrobu niezgodnego. W celu zaprojektowania kart będzie należało zebrać liczę powtórzeń pomiarów, przeszkolić operatorów ze stosowania kart.

## Podsumowanie

Dokonanie analizy procesu produkcyjnego felgi aluminiowej do pojazdu marki BMW pozwoliło na identyfikację pojawiających się wad w procesie. Wybór badanych felg spowodowany były dużą ilością niedopuszczeń do sprzedaży oraz licznymi reklamacjami złożonych przez klientów.

W pracy zastosowano tradycyjne narzędzia Lean: wykres Pareto – Lorenza, diagram Ishikawy – diagram przyczynowo i skutkowy, nowe narzędzia – diagram macierzowy i „5xDlaczego” oraz jedną z metod zarządzania jakością (burza mózgów). Zastosowanie odpowiednio dobranych narzędzi i metod umożliwiło przeprowadzenie skrupulatnej analizy problemów produkcyjnych oraz ich rozwiązanie. Dodatkowo w artykule zaproponowane zostały działania doskonalące tj. Wprowadzenie



Harmonogramu przeglądu maszyn technologicznych, wprowadzenie TPM oraz zaprojektowanie karty kontrolnej dla szczelności felg.

## Literatura

- [1] Dokumentacja produkcyjna UNIWHEELS: *Materiały Niepublikowane*, Stalowa Wola 2017
- [2] Dziudziak A., Stoma M., *Doskonalenie procesów i produktów z zastosowaniem koncepcji Lean Manufacturing*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, no. 10, 2012.
- [3] Gudanowska A. E., *Wprowadzenie do zarządzania jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. *Ekonomia i Zarządzanie*, no. 4, 2010.
- [4] <https://www.uniwheels.com> (online: 07.05.2018)
- [5] <https://www.felgido.pl> (online: 07.05.2018)
- [6] <https://www.bopss.pl/oznaczenia-felg,30,256.htm>(online: 07.05.2018)
- [7] Materiały szkoleniowe firmy UNIWHEELS „Proces produkcyjny 2015”
- [8] Sęp J., Perłowski R., Pacana A. *Techniki wspomagania zarządzania jakością*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2016.
- [9] Wolniak R., *Metody i narzędzia Lean Production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle*, [w:]Knosala R., *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2013.
- [10] Wolniak R., Skotnicka-Zasadzień B., *Zarządzanie jakością dla inżynierów*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.

## CONTACT ADDRESS

**Karolina Czerwińska**

**Andrzej Pacana**

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska, Polska

e-mail: [kczerwinska@vp.pl](mailto:kczerwinska@vp.pl)

[app@prz.edu.pl](mailto:app@prz.edu.pl),

**Lucia Bednarova**

Podnikovohospodárska Fakulta so sídlom v Košiciach,

Ekonomická univerzita, Slovenská republika

e-mail: [lucia.bednarova@euke.sk](mailto:lucia.bednarova@euke.sk)

### **RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

### **REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.