

# Analiza problemów jakościowych podczas produkcji opakowań zbiorczych z tektury

## Analysis of quality problems in the production of bulk packages from cardboard

Krzysztof Knop<sup>1</sup>, Dominika Pietraga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Production Engineering and Safety, Faculty of Management, Technical University of Czestochowa, Armii Krajowej 19B, 42-200 Czestochowa, Poland, kknop@poczta.fm

<sup>2</sup> student of Management and Production Engineering on Faculty of Management, member of the scientific club "Quality Promoter", Technical University of Czestochowa, Poland, domi24@poczta.onet.eu

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki analizy problemów jakościowych podczas produkcji opakowań zbiorczych z tektury - pudeł klapowych produkowanych w jednym z przedsiębiorstw zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego. Przedstawiono badane przedsiębiorstwo, wykorzystywane maszyny i urządzenia w procesach produkcji opakowań zbiorczych z tektury oraz proces wytwórcy pudeł klapowych, zaprezentowano ujęcie technologiczne mikroorganizacyjne tego procesu. Dokonano analizy problemów jakościowych - niezgodności pudeł klapowych w okresie jednego miesiąca. Wykorzystano diagram Pareto-Lorenza w celu identyfikacji niezgodności krytycznych badanego wyrobu. Zastosowano metodę FMEA do kwantyfikacji niezgodności ze względu na ryzyko wystąpienia, znaczenie dla klienta, możliwość wykrycia oraz ryzyko całkowite. Zaproponowano działania korygujące mające na celu zmniejszenie częstości występowania niezgodności krytycznych oraz ryzyka tych niezgodności. Koniecznym zadaniem w tej kwestii jest poprawa skuteczności kontroli wizualnej, w szczególności kontroli wstępnej jakości tektury.

**Abstract:** In the article was presented results of quality problems analysis during production of bulk packages from cardboard in one of companies located in Silesian province. It was presented analysed company, machines and devices used in production process of bulk packages from cardboard and manufacturing process of flap boxes, also in the technological, microorganizational approach. The analysis of quality problems – products nonconformities of the flap boxes in a period of one month was done. Diagram Pareto-Lorenz was used for identification the critical nonconformities of analysed product. It was also applied Process FMEA method (PFMEA) for quantification of nonconformities in a range of occurrence risk, significance to customer and detection possibility and risk priority number. Corrective actions aimed at reducing critical nonconformities and the risk of nonconformities were proposed. A necessary task in this regard is to improve the effectiveness of visual inspection, in particular a prior inspection of quality of cardboards.

**Słowa kluczowe:** opakowania zbiorcze, analiza niezgodności, diagram Pareto-Lorenza, metoda FMEA, doskonalenie

**Key words:** bulk packages, analysis of nonconformities, Pareto-Lorenz diagram, FMEA method, improvement

### 1. Wstęp. Prezentacja celu i podmiotu badań

Celem badań jest identyfikacja, analiza oraz ograniczenie liczby i ryzyka problemów jakościowych występujących podczas produkcji pudeł klapowych poprzez wprowadzenie odpowiednich działań korygujących. W badaniach wykorzystano diagram Pareto-Lorenza oraz metodę PFMEA (FMEA procesu). Diagram Pareto-Lorenza wykorzystano dla identyfikacji niezgodności krytycznych wyrobu w badanym okresie, ze względu na częstość ich występowania, z kolei metodę PFMEA w celu kwantyfikacji niezgodności badanego wyrobu: ryzyka ich znaczenia, występowania, wykrycia oraz ryzyka całkowitego.

Podmiotem badań jest jeden z małych przedsiębiorstw zajmujących się produkcją opakowań zbiorczych z tektury, zlokalizowana na terenie woj. śląskiego. Przedsiębiorstwo to produkuje pudełka klapowe, fasonowe (wykrojnikowe) i wieczkowe. Specjalizuje się w produkcji małoseryjnej, wykonywanej przez kilkuosobową załogę. Przeważa produkcja nietypowych opakowań pod indywidualne zamówienia, między innymi producentów mebli i rowerów.

### 2. Park maszynowy przedsiębiorstwa

Badane przedsiębiorstwo jest w posiadaniu następujących maszyn i urządzeń, które są wykorzystywane w procesie produkcji opakowań zbiorczych z tektury:

- **Drukarka fleksograficzna** – w technologii druku stosuje się farbę fleksograficzną, rozcieńczalną w wodzie, która szybko schnie i nie rozmazuje się po zaschnięciu. Druk powstaje za pomocą odbicia - fotopolimer odciska wzór na formatce tak jak pieczętka na kartce.
- **Bigownica** – to maszyna, która służy do wygniatania bigów (zagnieceń) w formatce. Bigi – to zagniecenia gdzie pudełko ma się zagniatć/załamywać.
- **Wycinarka szczelinowa** – składa się z zespołu regulowanych dowolnie noży, które wycinają szczeliny oddzielające klapy.
- **Maszyna kombinowana SB (SBR)** – składa się z następujących głównych podzespołów: korpusu, zespołu bigów, wykrojnika, noży szczelinujących. Maszyna służy do produkcji pudełek klapowych z tektury falistej. Produkcja pudełka

przebiega w trzech fazach: - operacja wzdłużnego bigowania, - operacja poprzecznego bigowania i szczelinowania, - operacja wycinania otworów.

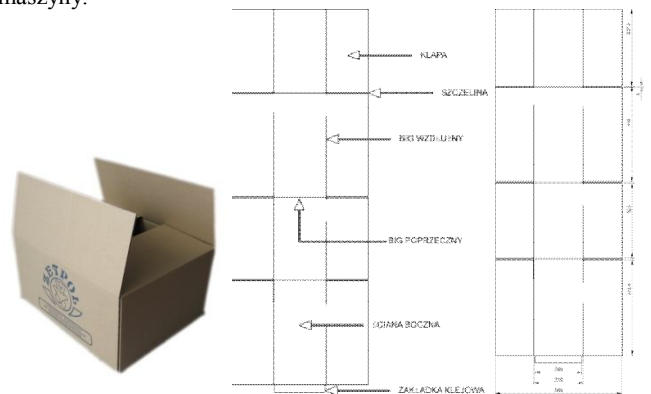
- **Sloter z drukarką fleksograficzną dwukolorową** – jest specjalizacyjną, wydajną maszyną do produkcji pudeł klapowych. Zaletą tej maszyny jest fakt, iż nie wymaga stosowania wykrojników. Posiada własny zestaw noży, które można ustawiać dowolnie, w zależności od potrzeb. Sloter wykonuje nacięcia, wycina klapę do sklejania kartonu i wykonuje bigi podłużne.
- **Wycinarka walcowa** – jest to maszyna na wykrojniki płaskie. Na maszynie tej można wycinać zarówno pudła fasonowe, jak i pudła klapowe. Zasada działania maszyny jest następująca: po nałożeniu formatki na wykrojniki, rozpoczyna się cykl roboczy, w którym wykrojniki przejeżdżają pomiędzy wałami roboczymi maszyny.
- **Wycinarka rotacyjna** – to maszyna do produkcji kartonów, przede wszystkim fasonowych. Narzędziem wycinającym są wykrojniki rotacyjne. Praca przy maszynie polega na nakładaniu tektury na automatyczny podajnik i odbiorze palety wyciętych kartonów za maszyną.
- **Zszywarka pneumatyczna** – to maszyna przeznaczona do łączenia za pomocą zszywek metalowych, zakładki stanowiących elementy łączące ściany pudełka.
- **Wózki transportowe** – wózek paletowy, ręczny, wózek widłowy, zmechanizowany – przeznaczone do przemieszczania materiałów z magazynu na halę produkcyjną a następnie wyrobów gotowych do magazynu lub bezpośrednio do transportu do klienta.
- **Półautomat pakujący** – to maszyna, która sprawdza się tam, gdzie występuje potrzeba zapakowania szybko, dużej ilości paczek. Półautomat ten naciąga, zgrzewa a następnie ucina taśmę.
- **Napinacz ręczny do taśmy poliesterowej** – urządzenie do łączenia taśm poliesterowych i propylenowych za pomocą przelotowych zapinek stalowych lub plastikowych. Przeznaczony do stabilizowania ładunków zbiorczych.
- **Prasa do belowania surowców wtórnych** – to hydrauliczna prasa do prasowania odpadów, np. makulatury, tworzyw sztucznych, w tym PET, do postaci bali wiązanych taśmami poliesterowymi. Wiązanie bali odbywa się ręcznie, a wyrzucanie produktu w sposób hydrauliczno-mechaniczny. Waga bali wynosi około 400kg. Maszyna używana jest do belowania odpadów, przed przekazaniem ich do powtórnego przerobu.
- **Sklejarka półautomatyczna** – służy do sklejanie kartonów klapowych.

### 3. Charakterystyka przedmiotu badań – pudło klapowe zbiorcze

Przedmiotem badań jest pudło klapowe zbiorcze z nadrukiem fleksograficznym przeznaczone na obuwie dziecięce o wymiarach (dł. x szer. x wys.) 420 x 330 x 210 mm. Wykonane jest z tektury trzywarstwowej z falą typu B, z formatki o rozmiarach 1520 x 540 mm. Wymaga klejenia taśmą pakową klap dolnych i górnych pudełka. Pudełko jest transportowane w paczkach po kilkanaście sztuk w formie płaskiej. Jest składane przed samym procesem pakowania obuwia (zapakowane w opakowania jednostkowe lub woreczki). Złożenie takiego pudełka zajmuje ok. 20-30 sekund i wymaga użycia taśmy pakowej i ostrza. Widok gotowego wyrobu, jego elementów składowych oraz wymiarów przedstawia rys. 1.

### 4. Opis i prezentacja procesu wytwórczego pudeł klapowych na maszynie kombinowanej

Tekturę do produkcji pudeł klapowych dostarczają bezpośrednio producenci na paletach, zabezpieczonych taśmami poliesterowymi. Arkusze tektury przedsiębiorstwo zamawia w różnych rozmiarach, w zależności od wielkości i rodzaju opakowań, które mają być produkowane. Arkusz tektury, z którego jest wycinany wzór pudła nazywa się „formatką”. Formatki pakowane są na paletach po 500 szt. Palety z formatkami składowane są w magazynie. Za pomocą wózka widłowego paleta z odpowiednim rodzajem formatki trafia na halę produkcyjną, gdzie podjeżdża pod odpowiednią maszynę. W zależności od rodzaju produkowanego pudełka i wielkości partii produkowanej używa się odpowiedniej maszyny.



Rys. 1. Pudło klapowe – gotowy wyrób, jego elementy składowe i wymiary

Do produkcji pudełek klapowych w badanym przedsiębiorstwie używa się maszyny kombinowanej SB, która jest połączeniem 2 maszyn: bigownicy i szczelinówki. Do obsługi tej maszyny potrzebnych jest 2 operatorów. Na samym początku maszyna jest programowana i ustawiana przez jednego z operatorów. Ustawiana jest szerokość bigów (bigi to zagniecenia, gdzie pudełko ma się składać, wzdłużne, poprzeczne), odstępy i głębokość szczelin. Pierwszy operator podaje formatkę na podajnik urządzenia a drugi odkłada już pudełko na paletę. W tym samym czasie kontrolując wizualnie odstęp między szczelinami i składając co kilka sztuk czy pudełko dobrze się składa i wszystkie elementy pasują do siebie. W razie stwierdzenia nieprawidłowości maszyna zostaje zatrzymana i wykonuje się korektę w ustawieniach lub sprawdza się czy maszyna się nie rozregulowała. W przypadku zamówienia na dużą ilość opakowań klapowych do ich produkcji uruchamiany jest sloter z drukarką fleksograficzną i sklejarka. Schemat procesu wytwórczego w ujęciu technologicznym [1] pudła klapowego zbiorczego na obuwie z nadrukiem fleksograficznym przedstawia tabela 1.

### 5. Zastosowanie diagramu Pareto-Lorenza do identyfikacji niezgodności krytycznych pudeł klapowych

Dokonano analizy niezgodności pudełek klapowych w oparciu o dane zebrane podczas produkcji wyrobu z okresu badanego (wybranego) jednego miesiąca. Z karty przebiegu realizacji zamówienia odczytano rodzaje i liczbę ujawnionych niezgodności. Stwierdzono 16 przypadków niezgodności wyrobu w badanym okresie, takich jak: N1 - przekroczona tolerancja wysokości fali formatki, N2 - niezachowana tolerancja wymiarowa półproduktu, N3 - słaba jakość materiału (kołyska tektury), N4 - uszkodzenie mechaniczne półproduktu, N5 - słaba gramatura tektury, N6 - słaba jakość materiału (nie sklejoną falą), N7 - słabe przegniecenie (bigu), N8 - słaba jakość materiału (przesuszona tektura), N9 - niezachowana tolerancja szczelin względem bigów, N10 - słaba jakość

druku, N11 - słabe sklejenie zakładki klejowej, N12 - uszkodzenie mechaniczne produktu, N13 - zabrudzenie półproduktu, N14 - słaba jakość materiału (miejscowy brak fali), N15 - nie sklejenie zakładki klejowej, N16 - zabrudzenie produktu. Wykorzystano diagram Pareto-Lorenza w celu identyfikacji niezgodności krytycznych badanego wyrobu [2, 3] (rys. 2).

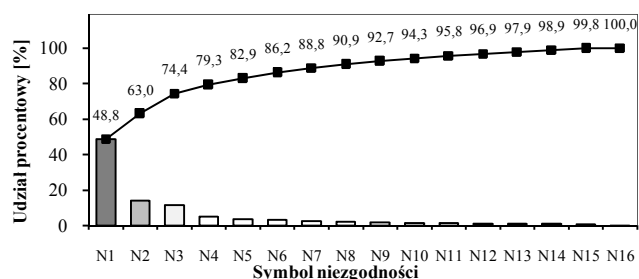
**Tabela 1. Schemat przebiegu procesu wytwórczego pudła klapowego zbiorczego na obuwie z nadrukiem fleksograficznym w ujęciu technologicznym**

Lp.	Odległość [m]	Czas [s]	Symbol	Operacja	Maszyna/narzędzie /miejsce
1	-	-	▼	Magazynowanie półprefabrykatów	Magazyn główny
2	30	300	↗	Transport półprefabrykatów na halę produkcyjną	Wózek paletowy mechaniczna /Hala produkcyjna
3	5	150	→	Transport półprefabrykatów przed sloter z drukarką	Wózek paletowy ręczny/ Hala produkcyjna
4	-	5	◻	Kontrola wizualna formatki przy przekładaniu na podajnik slotera	Hala produkcyjna
5	5	10	⊙	Przejazd formatki przez drukarkę fleksograficzną i wycinarkę szczelin (w sloterze)	Sloter z drukarką fleksograficzną
6	-	5	◻	Kontrola wizualna wyciętego pudełka, poprawności wycięć szczelin i nadruku.	Hala produkcyjna
7	-	-	▽	Składowanie międzyoperacyjne	Hala produkcyjna
8	5	300	↗	Transport pod sklejarkę	Wózek paletowy ręczny/ Hala produkcyjna
9	3	5	⊗	Sklejenie zakładki klejowej	Sklejarka półautomatyczna
10	3	150	→	Kontrola wizualna sklejenia z transportem na półautomat do pakowania paczek pakowania taśmą polipropylenową	Podajnik sklejarki/ półautomat do pakowania taśmą PP/ Hala produkcyjna
11	-	200	○	Pakowanie na palecie / zabezpieczenie	Taśma poliestrowa/Folia stretch/Hala produkcyjna
12	-	60	⊗	Kontrola wizualna zabezpieczenia palety	Hala produkcyjna
13	30	300	↗	Transport do magazynu wyrobów gotowych	Wózek paletowy mechaniczny/Magazyn
14	-	-	▼	Magazynowanie wyrobów gotowych	Magazyn wyrobów gotowych
<b>Σ</b>	<b>81</b>	<b>1485</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

W wyniku zastosowania diagramu Pareto-Lorenza określono grupę niezgodności krytycznych pudeł klapowych ze względu na częstość ich występowania. Na 74,4% ze stwierdzonych niezgodności wyrobu składają się trzy niezgodności: N1 - przekroczona tolerancja wysokości fali formatki (48,8%), N2 - niezachowana tolerancja wymiarowa półproduktu (14,2%) i N3 - słaba jakość materiału (kołyska tektury) (11,4%). Wobec czego, w celu poprawy sytuacji należy zająć się w pierwszej kolejności właśnie tymi niezgodnościami. Pozostałe niezgodności pudła klapowego generują jedynie 25,6% ogólnej liczby niezgodności.

Jedną z głównych przyczyn niezgodności pudeł klapowych jest niska jakość materiału (tektura wielowarstwowa) użytego do produkcji opakowań, jego nieodpowiednie właściwości techniczne, niezgodne z specyfikacją zamówienia. Należy zapewnić, aby materiał używany do produkcji był zawsze najwyższej jakości. W tym celu należy skutecznie kontrolować jakość dostarczanych materia-

łów, reklamować niezgodne dostawy, z kolei, gdy to nie przyniesie efektów (wzrostu jakości dostarczanych materiałów) zawsze można rozważyć decyzję o zmianie dostawcy. Również maszyny i pracownicy są odpowiedzialni za powstanie niezgodności pudeł klapowych, co jest związane z nieodpowiednimi umiejętnościami pracowników (operatorów), którzy mogą źle ustawić parametry maszyny, co w konsekwencji może spowodować błąd jakościowy. Należy zwiększać wiedzę i kwalifikacje pracowników. Niezmiernie ważna jest skuteczna kontrola wizualna operatorów. Ważna w tej kwestii jest spostrzegawczość i znajomość niezgodności materiału (półwyrobu) i gotowego wyrobu. Odpowiednia motywacja oraz dodatkowe szkolenia mogą znacznie wpłynąć na jakość wykonywanych przez operatorów czynności kontrolnych. Wszyscy pracownicy (operatorzy, pracownicy działu UR, kontrolerzy DKJ, projektanci, liderzy) powinni solidnie wykonywać swoje obowiązki oraz wspólnie przeciwdziałać występowaniu niezgodności. Bardzo ważne jest przestrzeganie procedur podczas produkcji, zwiększenie kontroli komponentów oraz gotowych wyrobów, oraz stałe nadzorowanie stabilności procesów. Takie postępowanie powinno doprowadzić do ograniczenia liczby niezgodności.



**Rys. 2. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności pudeł klapowych**

## 6. Kwantyfikacja niezgodności pudeł klapowych za pomocą metody PFMEA

Innym sposobem analizy niezgodności występujących w procesie produkcyjnym jest metoda FMEA. Metoda FMEA polega na szczegółowej analizie wybranego wyrobu (DFMEA) lub procesu (PFMEA) i przewidzeniu wszystkich potencjalnych niezgodności, jakie mogą się pojawić, oraz ich przyczyn. Przyczyny te szeregowane są następnie pod względem ich znaczenia dla organizacji oraz w miarę możliwości i potrzeb eliminowane. FMEA wymusza udzielenie odpowiedzi na trzy kluczowe pytania: - jakie niezgodności mogą się pojawić? – z czego one wynikają (jakie są ich przyczyny)? – jakie mogą być skutki tej niezgodności dla klienta? [4, 5].

W celu konsekwentnego i trwałego eliminowania ryzyka niezgodności pudełek klapowych podczas procesu wytwórczego rozpoznano rzeczywiste przyczyny ich powstawania, skutki oraz stosowane metody kontroli podczas produkcji. W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy FMEA procesu produkcji pudła klapowego. Istotnym elementem analizy FMEA jest zaproponowanie skutecznych działań korygujących i zapobiegawczych w odniesieniu do niezgodności krytycznych [6]. Przez niezgodność krytyczną określono tą, dla której wartość liczby priorytetowej ryzyka LPR jest większa lub równa 140. Wartość LPR  $\geq 140$  została podkreślona w tabeli 2, w celu wskazania na niezgodności krytyczne badanego wyrobu.

W wyniku analizy PFMEA zidentyfikowane następujące niezgodności krytyczne, dla których wartość LPR była większa lub równa 140: *nie sklezione warstwy formatki, brak (częściowy) fali*

w formacie, zbyt duża tolerancja wysokości fali, za krótka zakładka klejowa, niezachowana tolerancja szczelin względem zagnieć, słabe sklejenie zakładki klejowej, niesklejona zakładka klejowa. Okazało się, że niezgodności krytyczne to aż 7 niezgodności z 16 (43,75%).

**Tabela 2. Arkusz analizy FMEA procesu produkcji pudełka klapowego**

Wzrost	Operacja	Cel operacji	Rodzaj niezgodności	Skutek niezgodności	Przyczyna niezgodności	Stan obecny				
						Dotychczasowe środki kontrolne	L	P	L	L
Pudełko oktapowe klapowe	Transport	Dostarczenie formatki na halę produkcyjną	Uszkodzenie mechaniczne brzegów formatki	Niesetyczne brzegi pudełek (postrzępane kłapy)	Uszkodzenie mechaniczne lub otarcie palety o jakiś element	2	4	7	7	56
			Zabrudzenie formatki ok	Niesetyczny wygląd pudełka	Niedostateczna czystość na magazynie i hali produkcyjnej	Kontrola wizualna operatora	2	4	7	7
	Kontrola wizualna formatki przy układaniu na podajnik slotera	Wychwylenie niezgodnych formatk z palety/partii	Nie sklejone warstwy formatki	Niedostateczna wytrzymałość pudełka	Niedogoda ze specyfikacją dostawa materiału (trakturna niewłaściwa)	Kontrola wizualna operatora	4	8	8	256
			Brak (częściowy) fal w formacie	Niedostateczna wytrzymałość pudełka	Niedogoda ze specyfikacją dostawa materiału (trakturna niewłaściwa)	Kontrola wizualna operatora	5	9	8	360
			Kołyśka tektury	Podajnik nie chwyta formatki	Niedogoda ze specyfikacją dostawa materiału (trakturna niewłaściwa)	Kontrola wizualna operatora	3	2	8	48
			Przesuwna tektura	Pękająca tektura, zła jakość druku	Niedopowiedzenie magazynowane	Kontrola wizualna operatora	2	6	7	84
			Zbyt duża tolerancja wysokości fali	Zła jakość druku	Niedogoda ze specyfikacją dostawa materiału (trakturna niewłaściwa)	Kontrola wizualna operatora	7	3	8	168
			Zbyt duża tolerancja wymiarowa formatki	Nierówna długość zakładki klejowej, nierówne kłapy	Niedogoda ze specyfikacją dostawa materiału (trakturna niewłaściwa)	Kontrola wizualna operatora	3	3	8	72
	Drukowanie	Zadrukowanie płaszczyzny bocznej pudełka	Rozmazany druk	Niesetyczne napisy, logo, znaki	Złe ustawienie drukarki, za wysoka fala tektury (tolerancja), słaba gramatura tektury	Kontrola wizualna operatora	3	6	7	126
			Druk słabo odbity	Nadruk niepełny	Złe ustawienie drukarki, za wysoka fala tektury (tolerancja)	Kontrola wizualna operatora	3	6	7	126
Wycinanie	Wycięcie szczelin i zakładki klejowej, bigowanie	Za krótka zakładka klejowa	Słabe pudełko	Złe ustawienie slotera, za duża tolerancja wymiarowa formatki	Kontrola wizualna operatora	4	7	7	196	
		Niezachowana tolerancja szczelin względem zagnieć	Nierówność złożenia pudełka do kierunku złożenia	Złe ustawienie slotera, za duża tolerancja wymiarowa formatki	Kontrola wizualna operatora	3	10	7	210	
Klejenie	Złożenie pudełka z sklejaniem zakładki klejowej	Słabe klejenie zakładki klejowej	Słabe pudełko	Złe ustawienie slotera, za duża tolerancja wysokości fali	Kontrola wizualna operatora	4	4	7	112	
		Niesklejona zakładka klejowa	Flakowaty proces klejenia, pudełko nie maładzie do złożenia	Złe ustawienie sklejarki, brak kleju w sklejance	Kontrola wizualna operatora	2	10	7	140	
		Pęknięcia tektury na składanym	Osiabiona wytrzymałość pudełka	Przesuwna tektura	Kontrola wizualna operatora	2	5	7	70	
<b>Wytypowanie</b>						<b>LPR - LPR • LPZ • LPO</b>				
Nie występuje						1	Firma		1	
Bardzo nieznaczne						2-3	Dane		2-5	
Niemałe						4-6	Znaczące		6-8	
Umiaikowane						7-8	Słuszki poważne		9	
Częste						9-10	Słuszki znaczące (decyzyjne)		10	

System wykrywania wszystkich rodzajów niezgodności krytycznych (ogólnie wszystkich niezgodności) opiera się na stosowaniu kontroli wizualnej. Należy zwiększyć skuteczność wizualnej oceny jakości wyrobu realizowanej przez operatorów. W tym celu należy przygotować lepsze instrukcje kontrolne, opracować lepsze standardy oceny jakości (dokumentacja, wizualne wzorce wyrobu), przeprowadzić stosowne szkolenia, które zwrócą uwagę operatorom na szczególne przypadki niezgodności, dokonać weryfikacji zdobytej na takich szkoleniach wiedzy (skuteczność szkoleń), dokonywać okresowej oceny skuteczności kontroli wizualnej realizowanej przez operatorów w trakcie procesu, w celu identyfikacji tzw. błędów I i II rodzaju podczas oceny zgodności (błąd I rodzaju – odrzucenie wyrobu dobrego, błąd II rodzaju – przyjęcie wyrobu niezgodnego [7]). W badaniach skuteczności można wykorzystać procedury Attribute MSA (analizy systemów pomiarowych dla cech atrybutowych) [8]. Kontrola wizualna musi być bardziej skuteczna w wychwytywaniu niezgodności materiałowych oraz niezgodności powstających podczas procesu produkcji. Należy do momentu ustabilizowania jakości kontroli wizualnej wykonywanej przez operatorów wprowadzić system kontroli podwójnej (samokontrola z weryfikacją ciągłą kontrolera produkcji). Należy też podejmować działania mające na celu zwiększenie jakości dostaw materiałów. W tym celu należy dokonywać ocen i klasyfikacji dostawców, w celu stworzenia rankingu dostawców współpracujących z firmą oraz wyboru tych najlepszych do współpracy.

**6. Podsumowanie i wnioski**

Podmiotem badań była firma zajmująca się produkcją opakowań zbiorczych z tektury, zlokalizowana na terenie woj. śląskiego. Przedmiotem badań było pudło klapowe zbiorcze z nadrukiem fleksograficznym produkowane na potrzeby producenta obuwia dziecięcego. Przedstawiono park maszynowy badanej firmy oraz

proces wytwórczy pudeł klapowych w ujęciu technologicznym. Dokonano analizy struktury i krytyczności niezgodności wyrobu z wykorzystaniem diagramu Pareto-Lorenza. Zidentyfikowano 3 niezgodności krytyczne wyrobu ze względu na częstość występowania, a były to: przekroczona tolerancja wysokości fali formatki, niezachowana tolerancja wymiarowa półproduktu i słaba jakość materiału (kołyśka tektury). Najwięcej problemów jakościowych zidentyfikowano w obszarze „materiał”, „człowiek” i „maszyna”. Dokonano kwantyfikacji rodzajów niezgodności występujących podczas produkcji w oparciu o analizę znaczenia niezgodności dla klienta, ryzyka występowania oraz możliwości ich skutecznego ujawniania za pomocą metody FMEA procesu. Wskazano na niezgodności krytyczne ze względu na największy poziom ryzyka za pomocą liczby priorytetowej ryzyka LPR (LPR ≥ 140). Było to aż 7 niezgodności z 16: nie sklejone warstwy formatki, brak (częściowy) fali w formacie, zbyt duża tolerancja wysokości fali, za krótka zakładka klejowa, niezachowana tolerancja szczelin względem zagnieć, słabe sklejenie zakładki klejowej, niesklejona zakładka klejowa. Zaproponowano działania ograniczające wartość LPR, które polegały na zwiększeniu skuteczności stosowanej metody detekcji niezgodności w trakcie procesu – kontroli wizualnej (co spowoduje zmniejszenie wartości LPO), poprzez odpowiednie szkolenia z weryfikacją wiedzy, wprowadzenie samokontroli z weryfikacją kontrolera produkcji (kontroli podwójnej), do momentu ustabilizowania jakości kontroli wizualnej operatorów), okresowe audyty skuteczności kontroli operatora. Oprócz zwiększenia skuteczności kontroli wizualnej dostaw materiałów oraz podczas produkcji, należy stale monitorować jakość dostarczanych materiałów od dostawców, mobilizować dostawców do działań na rzecz poprawy jakości produkowanych materiałów. Jakości w efekcie nie da się „wykontrolować”, należy ją poprawiać ciągle, w całym cyklu produkcyjnym, od momentu dostarczenia materiałów po ich wysyłkę na magazyn, dlatego tak ważna jest w tej kwestii jakość „wejść” do procesu - jakość dostaw materiałów.

**Literatura**

- [1] Borkowski S., Ulewicz R., Systemy produkcyjne. Oficyna Wydawnicza Humanitas. Sosnowiec (2008).
- [2] Pająk B., Analiza problemów jakościowych za pomocą diagramu Pareto-Lorenza. Zagadnienia aktualnie poruszane przez młodych naukowców 4. T.2. Kuczera M., Piech K. (red.). Creativetime. Kraków (2015).
- [3] Starzyńska B., Hamrol A., Grabowska M., Poradnik menedżera jakości. Kompendium wiedzy o narzędziach jakości. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań (2010).
- [4] Greber T., Analiza FMEA. Kompendium wiedzy praktycznej. Proqual Management Institute. Dostęp: <http://proqual.pl/2017/01/16/ksiazka-fmea/>
- [5] Jagusiak-Kocik M., Knop K., Wykorzystanie wybranych narzędzi zarządzania jakością i metody FMEA w przedsiębiorstwie produkującym konstrukcje spawane dla maszyn. Techniczne aspekty inżynierii produkcji. Biały W., Mazur M. (red.). Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji. Częstochowa (2016).
- [6] Knop K., Seledak J., Implementation of FMEA Method to Improvement of Quality Food Product. Quality and Processes Improvement. S. Borkowski, P. Czaja (Eds.). Endi Miletić. Sisak (2010).
- [7] Borkowski S., Knop K., Evaluation of Effectiveness of Alternative Control from the Viewpoint of Conformity Assessment Errors in a Signal Detection Method. Vyd.Slovenska pol'nohospodarska univerzita v Nitre. Nitra (2012).
- [8] Diering M., Kujawińska A., MSA - Analiza Systemów Pomiarowych. Przewodnik po procedurach. Poznań (2012).