

4

STRUKTURA NIEZGODNOŚCI I WAŻNOŚĆ RODZAJÓW KONTROLI WIZUALNEJ PODCZAS PRODUKCJI OPAKOWAŃ SZKLANYCH

4.1 WSTĘP

Przemysł szklarski na ziemiach polskich posiada głębokie korzenie sięgające XV oraz XVI wieku. Rozkwit tego przemysłu przypada na lata 1960-1980. Był on w danym okresie regularnie unowocześniany, powstawały nowe huty, wiele już istniejących zostało poddanych modernizacji poprzez wprowadzenie nowych technologii oraz maszyn, stale wzrastała wielkość produkcji i podnoszono poziom nowoczesności [12, 13].

Przemysł opakowań szklanych, dzięki inwestycjom oraz ciągle prowadzonej modernizacji znajduje się w Polsce na poziomie światowym pod względem technologii i nowoczesności. Oferuje on opakowania najwyższej jakości: trwałe, lekkie, najbardziej odpowiednie dla konsumentów i produktów pod względem zdrowotnym oraz „najbardziej przyjazne dla środowiska” [11, 13].

Przemysł szklarski na terenie Polski to około sto przedsiębiorstw wytapiających rocznie ok. 2,6 Mg szkła. Pod względem produkcji, spośród czterech produkowanych typów szkła, przeważają opakowania szklane (głównie słoje i butelki wytworzone z bezbarwnego szkła). W Polsce produkuje się opakowania przeznaczone dla przemysłu spożywczego jak i opakowania farmaceutyczne, kosmetyczne, czy też naczynia na znicze [9, 13].

Produkcja opakowań szklanych w kilku ostatnich latach skierowana była na produkcję butelek o zmniejszonej masie czy większego uatrakcyjnienia wzorów i kształtów opakowań. Obecnie wiele opakowań posiada bardziej skomplikowaną postać lub atrakcyjniejszą barwę, czy też ozdobiona dodatkowo jest tworzywami sztucznymi.

4.2 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDSIĘBIORSTWA ORAZ JEGO ASORTYMENTU

Przedsiębiorstwem poddanym analizie jest Huta Szkła zlokalizowana w województwie śląskim. Huta ta zajmuje się produkcją opakowań szklanych przeznaczonych dla branży galanterii stołowej, gastronomicznej, kosmetycznej oraz przemysłu spirytusowego. Ponadto przedsiębiorstwo to wytwarza szklane wyroby (butelki) luksusowe oraz dekoracyjne. Około 70% produkowanych wyrobów eksportowane jest do Niemiec, Austrii, Stanów Zjednoczonych oraz na Bliski Wschód.

W 2004 roku zakład otrzymał certyfikowany System Zarządzania Jakością na

adekwatność z normą ISO grupy 9001. Ponadto produkcja przeznaczona na rynek wyrobów spożywczych odbywa się zgodnie z zasadami systemu HACCP [13].

Huta specjalizuje się w produkcji szkła bezbarwnego (na rzecz galanterii stołowej, branży kosmetycznej oraz spirytusowej), w której wykorzystywane są wysokiej jakości surowce mineralne.

Do wyrobów wytwarzanych przez hutę zalicza się:

- szkło prestiżowe (butelki o nieregularnych, wyszukanych kształtach, które projektowane oraz produkowane są na potrzeby przemysłu spirytusowego),
- szkło dekoracyjne (stanowi ozdobę pomieszczeń, po wypełnieniu różnego rodzaju elementami dekoracyjnymi, ma różne kształty i rozmiary, przez co nabiera niepowtarzalnego charakteru),
- karafki (60 rodzajów o różnych pojemnościach, w zestawie ze stoperami zakończonymi nasadką, która wykonana jest z tworzywa sztucznego oraz naturalnym lub syntetycznym korkiem),
- kufle (60 rodzajów o różnych wielkościach, pojemnościach, kształtach oraz ukształtowaniach powierzchni),
- dzbanki (24 rodzaje o różnych pojemnościach, przeznaczone do przechowywania lub przenoszenia płynów),
- wazony (22 rodzaje, zróżnicowane między sobą pod względem wielkości, charakteryzują się one podłużnym, wysokim kształtem).

4.3 PREZENTACJA PRZEDMIOTU BADAŃ

Opakowania szklane, czyli wyroby produkowane ze szkła, przeznaczone są do przechowywania oraz transportowania różnego rodzaju produktów (np. płynnych, sypkich itp.) m.in. dla branży spożywczej, spirytusowej, chemicznej, kosmetycznej czy farmaceutycznej. Szkło przeznaczone na opakowania jest szkłem krzemowo-sodowo-wapniowym, bezbarwnym lub odznaczającym się odpowiednim zabarwieniem. Szkło to zawiera dodatkowo trójtlenek glinu, trójtlenek żelaza, ewentualnie tlenek magnezu [7].

Podstawowymi składnikami służącymi do sporządzenia zestawu szklarskiego są piasek (źródło krzemionki), soda (topniki), wapień. Piasek jest najważniejszym surowcem, ponieważ stanowi on około 75% składu szkła (zawartość tlenku krzemu to 71-73%). Im więcej znajduje się w masie szklanej dwutlenku krzemu, tym chemiczna odporność szkła jest większa. Soda posiada wpływ na temperaturę topnienia krzemionki (obniża jej poziom). Wapień pełni rolę stabilizatora oraz jest odpowiedzialny za zapobieganie rozpuszczaniu się szkła w wodzie. Przez to właśnie działanie szkło posiada zwiększoną wytrzymałość, połysk oraz uodpornienie na oddziaływanie czynników atmosferycznych. Ponadto do zestawu szklarskiego dodane są również środki klarujące (przeciwdziałają pojawianiu się pęcherzyków gazowych). Należą do nich np. siarczan sodu czy związek chloru [7, 13].

Do najważniejszych cech opakowań szklanych zalicza się [6]:

- odporność na działanie czynników atmosferycznych,
- odporność na oddziaływanie kwasów i zasad,
- odporność na działanie wysokiej temperatury,

- niepalność,
- niska przewodność elektryczna i cieplna,
- wysoka barierowość (wykluczenie możliwości przenikania jego składników do pakowanych produktów)
- ekologiczność.

Opakowania szklane bardzo dobrze nadają się do przechowywania oraz transportowania produktów znajdujących się w ich wnętrzu. Są one odporne na działanie sił zewnętrznych, ich forma nadaje ponadto bardziej estetyczny, luksusowy wygląd. Szkło wytwarzane wyłącznie z naturalnych surowców, jest neutralnym i naturalnym materiałem. Jest to również materiał bezpieczny wykorzystywany do przechowywania napojów czy odżywek dla dzieci, spełniając tym samym restrykcyjne przepisy. Choć szklane opakowania są nieco cięższe od pozostałych grup opakowań, ich waga dziś jest dużo lżejsza. Od ostatnich trzydziestu lat udało się „odchudzić” je o kilkadziesiąt procent [13].

4.4 HIERARCHIZACJA NIEZGODNOŚCI OPAKOWAŃ SZKLANYCH PRZY UŻYCIU DIAGRAMU PARETO-LORENZA

Diagram Pareto-Lorenza to tradycyjne narzędzie zarządzania jakością, które pozwala na hierarchizację czynników powodujących dany problem. Opiera się na prawidłowości, że zazwyczaj 20-30% przyczyn decyduje o około 70-80% skutków. Narzędzie to zakłada, że ogół przyczyn danego zjawiska nie występuje z identyczną częstotliwością, czy też nie posiadają takiego samego znaczenia. Pozwala to w rezultacie określić, które trudności z tych zarejestrowanych, należy w pierwszej kolejności usunąć, aby móc uzyskać oczekiwane efekty, umożliwiając jednocześnie określenie kierunku poprawy jakości [8], w tym jakości procesów czy też wybranych cech materialnych wyrobów i usług. Diagram Pareto-Lorenza może być stosowany do wszelkich zależności i zjawisk, które przedstawić można liczbowo i „uzależnić procentowo” [4].

Na podstawie badań w hucie szkła, w okresie 6 miesięcy, zidentyfikowano oraz zestawiono najczęściej występujące niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego, powstające podczas procesu wytwarzania. Niezgodności te to [13]:

- N_1 - zabrudzony korpus,
- N_2 - pęknięcia na szyjce,
- N_3 - pęknięte ramię,
- N_4 - cienkie dno,
- N_5 - nierówne dno,
- N_6 - nieprawidłowa średnica otworu,
- N_7 - grube szwy,
- N_8 - zabrudzone dno
- N_9 - odchylenie od osi,
- N_{10} - cienkie ramię.

Wymienione niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego oraz częstość ich występowania w badanym okresie przedstawiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1 Struktura niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego w badanym okresie

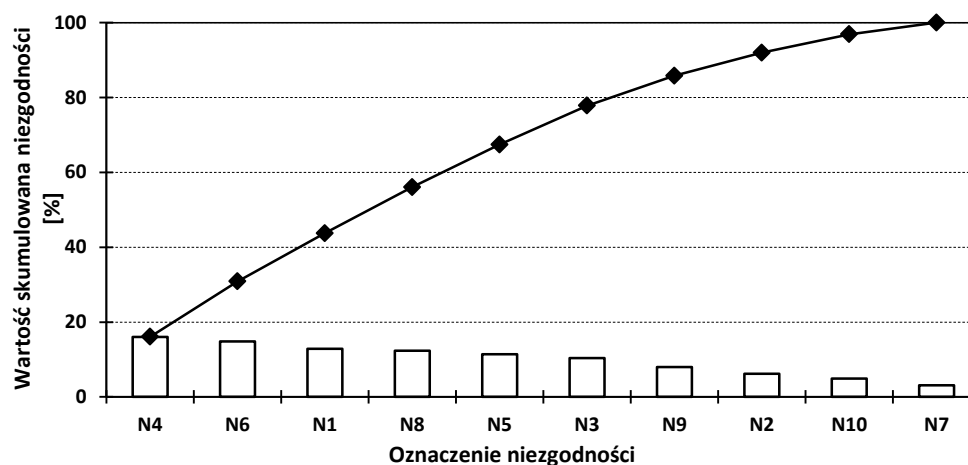
Oznaczenie niezgodności	Nazwa niezgodności	Częstotliwość występowania niezgodności [szt.]
N ₁	zabrudzony korpus	435
N ₂	pęknięcia na szyjce	208
N ₃	pęknięte ramię	351
N ₄	cienkie dno	542
N ₅	nierówne dno	384
N ₆	nieprawidłowa średnica otworu	500
N ₇	grube szwy	105
N ₈	zabrudzone dno	417
N ₉	odchylenie od osi	270
N ₁₀	cienkie ramię	167

Niezgodności występujące w badanym okresie zostały uszeregowane według częstości ich występowania. Procentowy udział oraz skumulowany udział procentowy tych niezgodności przedstawiono w tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Uszeregowanie niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego według częstości ich występowania

Oznaczenie niezgodności	Nazwa niezgodności	Udział procentowy [%]	Udział skumulowany [%]
N ₄	cienkie dno	16,04	16,04
N ₆	nieprawidłowa średnica otworu	14,80	30,84
N ₁	zabrudzony korpus	12,87	43,71
N ₈	zabrudzone dno	12,34	56,05
N ₅	nierówne dno	11,36	67,42
N ₃	pęknięte ramię	10,39	77,80
N ₉	odchylenie od osi	7,99	85,79
N ₂	pęknięcia na szyjce	6,16	91,95
N ₁₀	cienkie ramię	4,94	96,89
N ₇	grube szwy	3,11	100,00

Na podstawie danych stworzono diagram Pareto-Lorenza, który został przedstawiony na rys. 4.1.

**Rys. 4.1 Diagram Pareto-Lorenza dla analizy niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego**

Z tabeli 4.2 oraz diagramu przedstawionego na rys. 4.1 wynika, że 20% przyczyn powoduje 30,84% skutków. Ponadto można stwierdzić, że za 30,84% wszystkich niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego odpowiadają 2 niezgodności: N₄ (cienkie dno) i N₆ (nieprawidłowa średnica otworu). Pozostałe 8 niezgodności odpowiada za 69,16% skutków.

4.5 ANKIETA BOST JAKO METODA OCENY WAŻNOŚCI RODZAJÓW KONTROLI WIZUALNEJ OPAKOWAŃ SZKLANYCH

Kolejną częścią analizy jest wskazanie najważniejszych rodzajów kontroli wizualnej w hucie szkła, z wykorzystaniem ankiety BOST (zasady zarządzania Toyoty w pytaniach). Nazwa BOST pochodzi od pierwszych dwóch liter nazwiska i imienia autora – prof. n. techn. i n. ekonom. dr hab. inż. Stanisława Borkowskiego, dyrektora Instytutu Inżynierii Produkcji Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej – i jest prawnie chroniona [1, 2, 3]. Ankieta ta przeznaczona jest dla przełożonych oraz personelu, może być z powodzeniem wykorzystywana w przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych, a opiera się na zasadach Systemu Produkcyjnego Toyoty. Pytania zawarte w ankiecie BOST odnoszą się do zasad Toyoty i do dachu domu Toyoty [10]. Ponadto w ankiecie można znaleźć ocenę przełożonych według zasad Toyoty, metrykę respondenta oraz określenie charakteru działalności przedsiębiorstwa lub instytucji.

Ankieta BOST złożona jest z 12 zestawów czynników. W wersji dla pracowników znajduje się zestaw czynników, które opisują elementy dachu domu Toyoty oraz zasady 1, 2, 3, 4, 6, 7 oraz 14. Natomiast wersja dla przełożonych obejmuje zestaw czynników opisujących wszystkie zasady zarządzania Toyoty oraz elementy dachu domu Toyoty. Ankieta posiada skalę rangującą, a respondenci oceniają ważność czynnika w określonej skali.

W analizowanym przedsiębiorstwie – hucie szkła – ankieta BOST została przeprowadzona wśród 31 respondentów, w tym 4 kierowników (przełożonych) oraz 27 pracowników działu kontroli jakości wyrobów gotowych (opakowań szklanych). Dokładniejszej analizie został poddany zestaw czynników E7 związany z zasadą 7 zarządzania Toyoty – „Stosować kontrolę wizualną, aby żaden problem nie pozostał w ukryciu”. Zasada ta obejmuje następujące zagadnienia [3]:

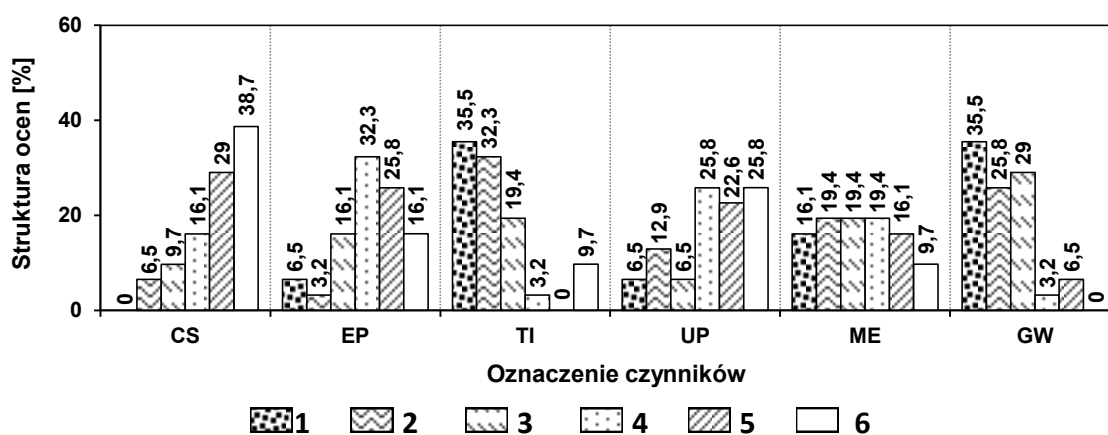
- stosowanie wizualnych, prostych sygnałów, które ułatwiają pracownikom przedsiębiorstwa ciągłą kontrolę, czy dany proces odbywa się standardowo czy odbiega od normy (standardu),
- unikanie posługiwania się ekranami komputerowymi, jeżeli odwracają one uwagę pracownika od miejsca pracy,
- zaprojektowanie prostych systemów kontroli wizualnej w danym miejscu pracy, aby wspomagać przepływ i „ciągnięcie”.

Kontrola wizualna stanowi w badanym przedsiębiorstwie bardzo ważny element całego procesu produkcyjnego, jest obecna na wszystkich jego etapach. Ponadto pozwala na szybkie i sprawne wykrycie występujących niezgodności opakowań szklanych i umożliwia opracowanie działań zapobiegawczych i korygujących.

Respondenci w zestawie czynników E7 odpowiadają na pytanie: „jaki czynnik jest najważniejszy w kontroli wizualnej? W okienko wpisz 1, 2, 3, 4, 5, 6 (6 czynnik najważniejszy)” i mają do wyboru czynniki takie jak:

- czystość, porządek (CS),
- przepływ (EP),
- tablice informacyjne (TI),
- uczestnictwo w miejscach produkcyjnych (UP),
- monitorowanie (ME),
- graficzna prezentacja wyników (GW).

Na rysunku 4.2 zaprezentowano strukturę ocen zestawu czynników E7 [5].



Rys. 4.2 Zasada 7. Struktura ocen zestawu czynników E7

Z rys. 4.2 wynika, że pracownicy huty szkła za najważniejszy czynnik w kontroli wizualnej uważają *czystość i porządek* (CS), który uzyskał 67,7% ocen „5” i „6” oraz *uczestnictwo w miejscach produkcyjnych* (UP) – 48,4% ocen to oceny „5” i „6”. Wysoko oceniony został również czynnik *przepływ* (EP). Ankietowani pracownicy przyznali temu czynnikowi 41,9% ocen „5” i „6”. Oceny respondentów podkreślają, że przykładając większą uwagę oraz większy nacisk na te rodzaje kontroli wizualnej, można zapobiec występowaniu niezgodności opakowań szklanych. Z rysunku można stwierdzić również, że respondenci wskazali jako najmniej ważne czynniki kontroli wizualnej *tablice informacyjne* (TI), które uzyskały 67,8% ocen „1” i „2”. *Graficzna prezentacja wyników* (GW) również została uznana za czynnik nieistotny i mało istotny, otrzymując 61,3% ocen „1” i „2”. Dwa te czynniki nie są według respondentów ważne przy wizualnym nadzorowaniu jakości.

Na podstawie rys. 4.2 stworzono szeregi ważności dla poszczególnych ocen:

- dla oceny „1” - (TI; GW) > ME > (EP; UP) > CS,
- dla oceny „2” - TI > GW > ME > UP > CS > EP,
- dla oceny „3” - GW > (TI; ME) > EP > CS > UP,
- dla oceny „4” - EP > UP > ME > CS > (TI; GW),
- dla oceny „5” - CS > EP > UP > ME > GW > TI,
- dla oceny „6” - CS > UP > EP > (TI; ME) > GW.

Czynnik *czystość i porządek* (CS) zajmuje pierwsze miejsce w szeregach ważności dla ocen najwyższych „5” i „6”, ostatnie miejsce w szeregu ważności dla oceny „1” i przedostatnie miejsce w szeregu ważności dla oceny „2”. Kolejny wysoko oceniony czynnik *uczestnictwo w miejscach produkcyjnych* (UP) znajduje się na drugim miejscu w szeregu ważności dla oceny „6” i na trzecim miejscu w szeregu ważności dla oceny „5”, a czynnik *przepływ* (EP) zajmuje drugie miejsce w szeregu ważności dla oceny „5”, a trzecie miejsce w szeregu ważności dla oceny „6”. W przypadku oceny „1” oba te czynniki znajdują się na przedostatnim miejscu w szeregu ważności. Z kolei czynniki ocenione przez ankietowanych jako najmniej ważne czynniki kontroli wizualnej znajdują się na czołowych miejscach w szeregach ważności dla ocen niskich. Czynnik *tablice informacyjne* (TI) zajmuje pierwsze miejsca w szeregach ważności dla ocen „1” i „2”, a ostatnie miejsce w szeregu ważności dla oceny „5” i przedostatnie miejsce w szeregu ważności dla oceny „6”. Natomiast czynnik *graficzna prezentacja wyników* (GW) zajmuje pierwsze miejsce w szeregu ważności dla oceny „1”, drugie miejsce w szeregu ważności dla oceny „2”, a ostatnie miejsce w szeregu ważności dla oceny „6”.

PODSUMOWANIE

Za pomocą diagramu Pareto-Lorenza dokonano hierarchizacji najczęściej występujących niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego. Wykazano, że za 30,84% wszystkich niezgodności butelek ze szkła bezbarwnego odpowiadają 2 niezgodności: cienkie dno i nieprawidłowa średnica otworu. W przypadku cienkiego dna opakowań ważna jest dokładna analiza oraz kontrola parametrów podczas etapu topnienia i formowania, w przeciwnym razie nieprawidłowe ciśnienie formowania, zbyt wysoka lepkość czy złe napięcie powierzchniowe może skutkować niespełnieniem wymagań zawartych w normach. Aby ograniczyć natomiast ilość opakowań o nieodpowiedniej średnicy otworu należy przeprowadzać częstsze kontrole maszyn i urządzeń formujących.

Na podstawie ankiety BOST określono ważność poszczególnych czynników (charakteryzujących siódmą zasadę zarządzania Toyoty) kontroli wizualnej opakowań szklanych. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że czynnik *czystość i porządek* (CS) jest czynnikiem najważniejszym w zakresie kontroli wizualnej opakowań szklanych. Pracownicy czują potrzebę zaprowadzenia oraz utrzymania zarówno porządku jak i określonej dyscypliny w miejscu pracy (na danym stanowisku roboczym). Pomocne może być wprowadzenie na stanowiskach pracy Praktyk 5S, które pomogą utrzymać czyste, bezpieczne stanowisko pracy.

Aby poprawić jakość procesu produkcyjnego opakowań szklanych należy m.in. dbać o prawidłowe sporządzanie proporcji surowców do zestawu szklarskiego, stosować powolne odprężanie, nadzorować temperaturę pieca szklarskiego czy prawidłowo zaprojektowania parametry maszyn (automatów szklarskich). Konieczne stają się również częstsze kontrole pracowników oraz zadbanie o płynny i dokładny przepływ informacji a także o uporządkowane, czyste i bezpieczne stanowisko pracy [13].

LITERATURA

1. Borkowski S. 2012a. *Dokumenty zawierające wymyślony termin (TOYOTARYZM) oraz zawierające nazwę i strukturę opracowanej metody (BOST). Potwierdzenie daty.* Częstochowa: „AAK” KANCELARIA PATENTOWA s.c.
2. Borkowski S. 2012b. *Toyotaryzm. Wyniki badań BOST.* Warszawa: Wydawnictwo Menedżerskie PTM.
3. Borkowski S. 2012c. *Zasady zarządzania Toyoty w pytaniach. Wyniki badań BOST.* Warszawa: Wydawnictwo Menedżerskie PTM.
4. Borkowski S., 2012. *Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka.* Wydawnictwo SMJiP. Częstochowa.
5. Borkowski S., Jagusiak-Kocik M. 2013. *Znaczenie kontroli w procesie produkcyjnym blach grubych. Rozdział 6. [W:] Przydatność metody BOST do oceny funkcjonowania przedsiębiorstw.* Borkowski S. (red.). Wydawnictwo SMJiP. Częstochowa.
6. Borkowski S., Selejdak J., Ulewicz R. 2005. *Materiałoznawstwo dla ekonomistów.* Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa.
7. Ciszewski A., Radomski T., Szummer A. 2003. *Materiałoznawstwo.* Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
8. Gawlik J., Kielbus A., 2008. *Metody i narzędzia w analizie jakości wyrobów.* Wydawnictwo Politechniki Krakowska. Kraków.
9. Henclik A., Kulczycka J. 2011. *Ocena cyklu życia przemysłu szklarskiego w Polsce.* [W:] *Szkło i ceramika.* Nr 6. Warszawa.
10. Liker J.K. 2005. *Droga Toyoty – 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata.* Warszawa: Wydawnictwo MT Biznes.
11. Rząsa W. 2007. *Opakowania szklane. Przegląd najważniejszych zalet i korzyści.* [W:] *Szkło i ceramika.* Nr 5. Warszawa.
12. Ziemia B. 2001. *Przemysł szklarski na progu XXI wieku.* [W:] *Szkło i ceramika.* Nr 4. Warszawa.
13. Wywiół S. 2014. *Analiza niezgodności opakowań szklanych.* Praca dyplomowa inżynierska

*Serdecznie dziękujemy Pani Sandrze Wywiół
za udostępnienie wybranych materiałów z pracy inżynierskiej.*

STRUKTURA NIEZGODNOŚCI I WAŻNOŚĆ RODZAJÓW KONTROLI WIZUALNEJ PODCZAS PRODUKCJI OPAKOWAŃ SZKLANYCH

Streszczenie: W rozdziale krótko omówiono przemysł szklarski w Polsce. Dokonano ogólnej charakterystyki analizowanego przedsiębiorstwa - huty szkła, która zajmuje się produkcją opakowań szklanych. Scharakteryzowano opakowania szklane: ich składniki, zastosowanie, cechy. W części badawczej dokonano hierarchizacji niezgodności występujących podczas produkcji butelek ze szkła bezbarwnego za pomocą Diagramu Pareto-Lorenza. Przedstawiono również analizę części wyników wybranego zestawu czynników ankiety BOST (zasad zarządzania Toyoty w pytaniach). Zestaw ten związany jest z zasadą 7 zarządzania Toyoty i dotyczy najważniejszych czynników w kontroli wizualnej.

Słowa kluczowe: przemysł szklarski, opakowania szklane, niezgodność, diagram Pareto-Lorenza, ankieta BOST, kontrola wizualna

THE STRUCTURE OF NONCONFORMITIES AND THE IMPORTANCE OF VISUAL CONTROL TYPES DURING PRODUCTION PACKAGES GLASS

Abstract: In the chapter the glass industry in Poland was briefly discussed. General characteristics of the analyzed company - glass factory, which manufactures glass packages was made. Glass packages: their components, application, features were characterized. In the research part, the hierarchy of nonconformities, which occur during the production of colorless glass bottles using Pareto-Lorenz diagram was made. Analysis of the part of results of the chosen set of factors of the BOST questionnaire (Toyota management principles in questions) was also described. This set of factors is connected with 7 Toyota's management principle and concerns the most important factors in visual control.

Key words: glass industry, glass packages, nonconformity, Pareto-Lorenz diagram, BOST questionnaire, visual control

prof. n. techn. i n. ekonom. dr hab. inż. Stanisław BORKOWSKI,
dr inż. Manuela INGALDI, mgr inż. Marta JAGUSIAK-KOCIK
Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
e-mail: bork@zim.pcz.pl; manuela@gazeta.pl; m.jagusiak-kocik@o2.pl