

13

ANALIZA PRZYCZYN POWSTAWANIA WAD WYROBÓW SZKLANYCH Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI JAKOŚCIOWYCH NA PRZYKŁADZIE HUTY SZKŁA

13.1 WPROWADZENIE

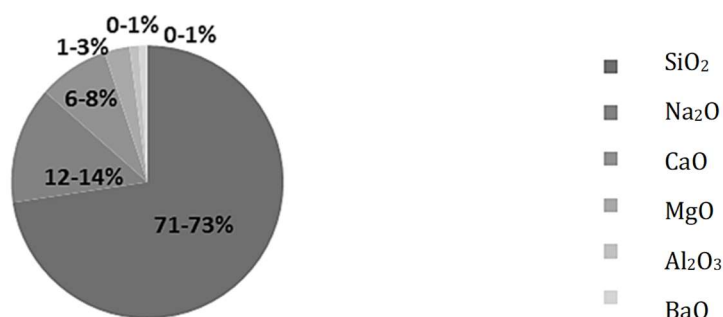
Organizacje dążą do zapewnienia wysokiej jakości wyrobu, biorąc pod uwagę wymagania i oczekiwania przyszłych nabywców. Jednakże jednym z podstawowych zadań przedsiębiorstwa jest nie tylko spełnienie tych oczekiwań, ale także dbałość o to, aby produkowane wyroby przynosiły zyski, a nie straty finansowe. Dbałość o tradycje, a zarazem podążanie za najnowszymi trendami są jednym z kluczowych celów współczesnych producentów opakowań szklanych [4]. Początek przemysłu szklarskiego w Polsce sięga XV i XVI wieku. Największy jego rozkwit przypada na lata 1960-1980 [5]. Okres ten odznaczał się powstawaniem nowych hut szkła, wprowadzaniem nowych technologii i maszyn. Wraz z upływem czasu wzrastała ilość produkowanych wyrobów, ale także i jakość oferowanych usług [7]. Obecnie polskie huty szkła kładą duży nacisk na spełnienie wymagań i oczekiwań klientów. W zdecydowanej większości spełniają wymagania normy ISO 14001 odnośnie systemu zarządzania środowiskowego. Polskie huty produkują około 2700-3000 tys. ton szkła rocznie [6]. Do najczęściej produkowanych wyrobów należą butelki, kieliszki i słoiki na przetwory [4]. Wyroby szklane, takie jak kieliszki wyróżniają się niepowtarzalnymi zdobieniami, oryginalnymi kształtami oraz atrakcyjnymi barwami. Produkowany w Polsce asortyment jest ceniony nie tylko w kraju, ale także i za granicą, bowiem huty szkła dbają o to, aby w jak największy możliwy sposób spełniał on wymagania klienta. Do analizy wadliwości wyrobów szklanych można zastosować różne narzędzia jakościowe [2, 3, 10].

Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących wadliwości kieliszków produkowanych w hucie szkła oraz pokazanie możliwości, jakie dają narzędzia jakościowe w zakresie analizy wadliwości i poszukiwania przyczyn problemów.

13.2 CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Huta szkła, w której dokonano analizy niezgodności kieliszków położona jest w województwie śląskim i spełnia wymagania normy ISO 14001 odnośnie systemu zarządzania środowiskowego. Przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją szkła kryształowego oraz opakowań szklanych przeznaczonych dla branży gastronomicznej. Produkowane wyroby są eksportowane do wielu krajów Europy, Azji, Ameryki Północnej, Ameryki Południowej, a także do Australii. Walemi opisywanej huty szkła jest dbałość o tradycje oraz unikalna produkcja ręczna, które w dużym stopniu wpływa na wysoki popyt oferowanych wyrobów. Do zakresu wyrobów wytwarzanych przez hutę należą: kieliszki, wazony, talerze, owocarki, słoiki, butelki, dzbanki, figurki, szklanki [9]. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w produkcji kieliszków na różne uroczystości m. in. ślub, sylwester.

Szkło jest nieorganicznym materiałem amorficznym, który powstaje ze stopionej mieszaniny tlenków. Pierwszy etap wytwarzania szkła polega na tym, że płynny zestaw szklarski jest schładzany do postaci stanu stałego bez etapu krystalizacji. Surowce wchodzące w skład mieszaniny do produkcji szkła to: surowce podstawowe (dwutlenek krzemu, tlenek sodu, tlenek wapnia, tlenek glinu), środki klarujące (tlenek baru, siarczan sodu) oraz związki barwiące (związki miedzi II, związki żelaza II, związki Ag i U). Na rys. 13.1 został przedstawiany skład procentowy szkła używanego do produkcji wyrobów szklanych.



Rys. 13.1 Skład procentowy szkła używanego do produkcji wyrobów szklanych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [1, 8]

13.3 WYNIKI BADAŃ – ZIDENTYFIKOWANE NIEZGODNOŚCI KIELISZKÓW I PRZYCZYNY ICH POWSTAWANIA

Na podstawie danych zebranych w hucie szkła w okresie od 1 lipca do 31 sierpnia 2016 roku zidentyfikowano najczęściej występujące niezgodności kieliszków powstające podczas procesu ich wytwarzania. Niezgodności te to:

- K1 – pęknięcie czaszy kieliszka,
- K2 – niejednorodność szkła,
- K3 – zabrudzone dno kieliszka,
- K4 – smugi na powierzchni czaszy kieliszka,
- K5 – rysy na powierzchni czaszy kieliszka,
- K6 – pęcherze w szkłe do średnicy 1 mm,

- K7 – zbyt cienkie dno kieliszka,
- K8 – nierówności na obrzeży czaszy kieliszka,
- K9 – odłamki szkła w opakowaniu szklanym,
- K10 – nieprawidłowa średnica otworu.

W tabeli 13.1 przedstawiono arkusz wadliwości kieliszków oraz częstości ich występowania.

Tabela 13.1 Ocena wadliwości kieliszków

Symbol wady	Nazwa wady	Partia 1	Partia 2	Partia 3	Partia 4	Łączna ilość występujących wad
K1	Pęknięcie czaszy kieliszka	44	27	32	17	120
K2	Niejednorodność szkła	21	17	18	25	81
K3	Zabrudzone dno kieliszka	15	13	16	11	55
K4	Smugi na powierzchni czaszy kieliszka	21	16	23	27	87
K5	Rysy na powierzchni czaszy kieliszka	11	9	3	5	28
K6	Pęcherze w szkłe do średnicy 1 mm	2	1	1	0	4
K7	Zbyt cienko dno kieliszka	15	13	18	14	60
K8	Nierówności na obrzeżu czaszy kieliszka	3	2	2	4	11
K9	Odłamki szkła w opakowaniu szklanym	3	2	1	1	7
K10	Nieprawidłowa średnica otworu	3	7	5	1	16
Suma wadliwych kieliszków						469

Źródło: Opracowanie własne

Z tabeli 13.1 wynika, że najczęściej występującą wadą kieliszka jest pęknięcie jego czaszy, bowiem jest to niezgodność, której występowanie odnotowano 120 razy. Do określenia przyczyn jej powstawania wykorzystano diagram Ishikawy, który został przedstawiony na rys. 13.2.

Z rysunku 13.2 wynika, że występuje wiele przyczyn występowania pęknięcia czaszy kieliszka. Do najważniejszych można zaliczyć: niskiej jakości piasek kwarcowy, pęknięcie taśmy taśmociągu oraz zbyt bliskie rozstawienie stanowisk roboczych. Pierwszym działaniem, które przedsiębiorstwo powinno podjąć jest znalezienie dostawcy, który zapewni odpowiedniej jakości surowce do produkcji.



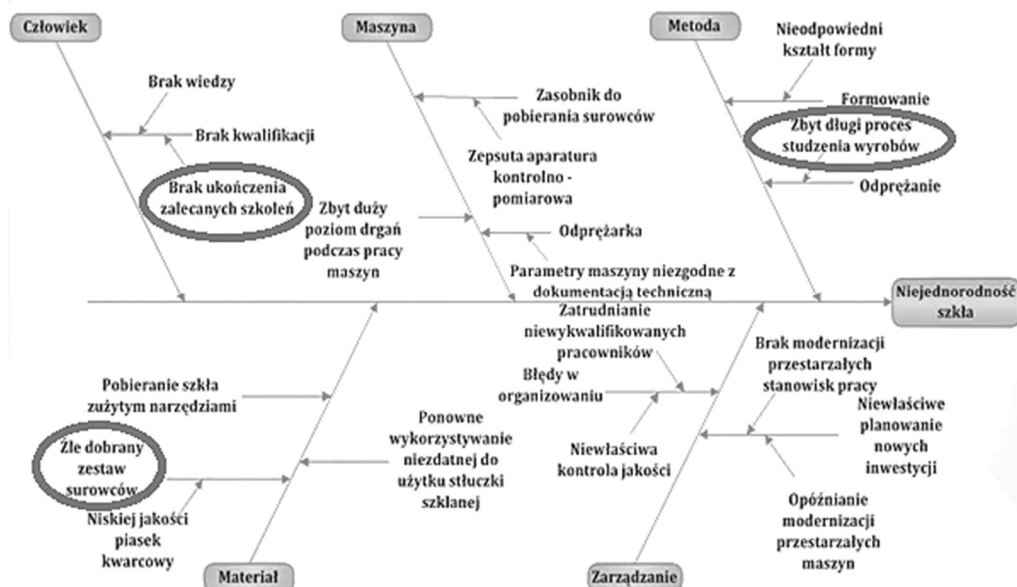
Rys. 13.2 Diagram Ishikawy dla problemu pęknięcie czaszy kieliszka

Źródło: Opracowanie własne

Należy także zwrócić uwagę na sposób magazynowania zakupionych materiałów m. in. na temperaturę ich przechowywania oraz sposób ich zabezpieczenia. Bardzo ważna jest również właściwa organizacja pracy, odpowiednie rozmieszczenie stanowisk roboczych.

Maszyny i urządzenia służące do produkcji powinny być poddawane okresowym przeglądom i konserwacjom, aby zapobiec m. in. pęknięciu taśmy taśmociągu. Ważna jest także zadbanie o właściwe ustawienie parametrów maszyny formującej w czasie procesu produkcyjnego.

Na rys. 13.3 sporządzono diagram rybiej osi dla problemu, którym jest niejednorodność szkła.



Rys. 13.3 Diagram Ishikawy dla problemu – niejednorodność szkła

Źródło: Opracowanie własne

Z rysunku 13.3 wynika, że niejedność szkła kieliszka wynika z niedostatecznej wiedzy zatrudnionych pracowników, a konkretnie z brakiem ukończonych szkoleń. Działaniem, które należy podjąć w celu poprawy jakości produkowanych wyrobów jest zadbanie o to, aby osoby przyjmowane do pracy w hucie szkła posiadały odpowiednie umiejętności a także stale podnosiły swoje kwalifikacje. Tak, jak w przypadku pęknięcie czaszy kieliszka bardzo ważna jest także jakość surowców stosowanych do produkcji kieliszków oraz dbałość o to, aby proces produkcyjny przebiegał zgodnie z przyjętą procedurą. Należy także skrócić proces studzenia wyrobów szklanych.

13.4 ANALIZA WADLIWOŚCI KIELISZKÓW PRZY POMOCY DIAGRAMU PARETO-LORENZA

W celu przyporządkowania niezgodności kieliszków, przedstawionych w tabeli 13.1, do poszczególnych kategorii wykonano analizę ABC. Na jej podstawie obliczono wartości kosztu skumulowanego każdej wady i ilości procentowej skutków wyrażonych liczbowo. Wyniki analizy ABC przedstawiono w tabeli 13.2.

Tabela 13.2 Uzyskane wyniki analizy ABC

Symbol wady	Częstość występowania wad	Koszt jednostkowy	Koszt całkowity	Koszt skumulowany	Grupy
K1	120	45	5400	5400	A
K2	81	35	2835	8235	A
K7	60	45	2700	10935	A
K4	87	25	2175	13110	B
K10	16	45	720	13830	B
K5	28	12	336	14166	C
K3	55	5	275	14441	C
K6	4	30	120	14561	C
K8	11	10	110	14671	C
K9	7	2	14	14685	C

Źródło: Opracowanie własne

W grupie A znajdują się niezgodności, które w największym stopniu wpływają na straty w przedsiębiorstwie i przyczyny ich występowania należy w pierwszej kolejności ograniczyć.

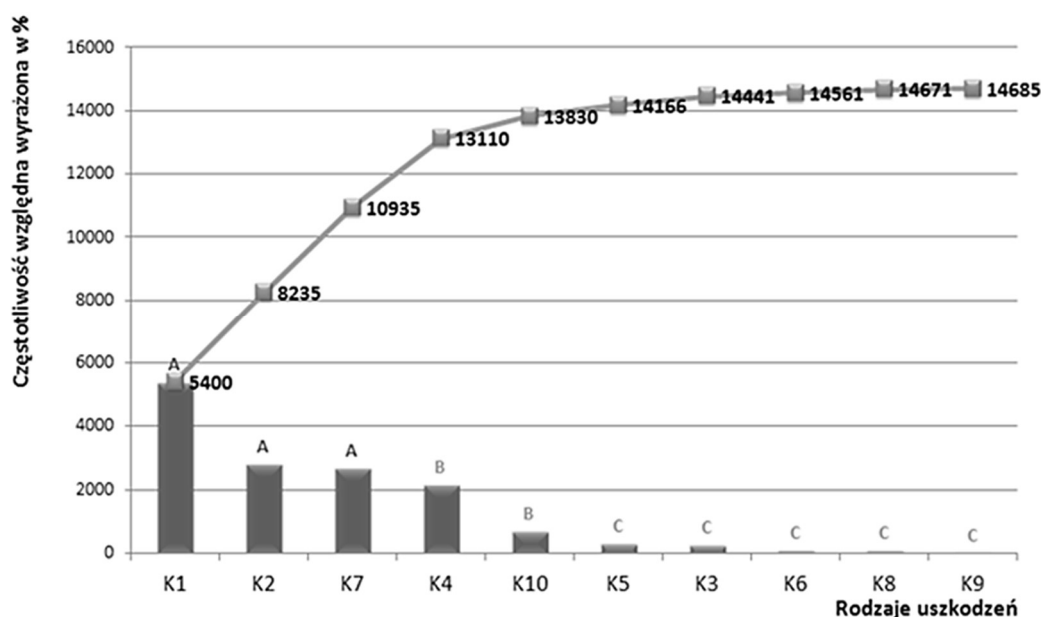
W oparciu o dane zawarte w tablicy 13.2 zauważano, że najpoważniejszymi niezgodnościami kieliszków, należącymi do grupy A są:

- pęknięcie czaszy kieliszka (K1),
- niejednorodność szkła (K2),
- zbyt cienkie dno kieliszka (K7).

Koszt jednostkowy usunięcia wady K1 wynosi 45, a koszt całkowity usunięcia to 5400. W przypadku niezgodności K2 i niezgodności K7 koszty całkowite ich usunięcia są w przybliżeniu o połowę mniejsze. Wady należące do grupy B, czyli smugi na powierzchni kieliszka (K4) i nieprawidłowa średnica otworu (K10) są również istotne dla przedsiębiorstwa, ale nie przynoszą tak dużych strat, jak

w przypadku niezgodności należących do grupy A i działania mające na celu ich ograniczenie mogą być podjęte w późniejszym terminie.

Pozostały niezgodności należące do grupy C występują stosunkowo rzadko i ich występowanie nie wpływa znacząco na sytuację finansową przedsiębiorstwa. Na podstawie analizy ABC został wykonany diagram Pareto-Lorenza, które został przedstawiony na rys. 13.4.



Rys. 13.4 Diagram Pareto-Lorenza dla uszkodzeń kieliszka

Źródło: Opracowanie własne

Zebrane na rys. 13.4 dane, zostały przedstawione w postaci wykresu słupkowego. Zostały uszeregowane w porządku malejącym, a także został naniesiony wykres liniowy wartości skumulowanych. Każdy słupek przedstawia inną wadę kieliszka.

W celu zapewnienia wysokiej jakości kieliszków oraz ograniczenia strat w procesie produkcyjnym huty szkła należy podjąć następujące działania:

- zastosować nowoczesną aparaturę kontrolno-pomiarową,
- ulepszyć funkcjonowanie komórki organizacyjno-remontowej,
- wprowadzić osłony przeciwwibracyjne wokół składowanych kieliszków,
- zatrudniać pracowników posiadających zdolności manualne,
- wprowadzić osobę odpowiedzialną za nadzór procesu dozowania masy szklanej na początku cyklu produkcyjnego,
- kontrolować ilość smaru w maszynach formujących,
- unikać korozji form,
- wydłużyć proces topienia szkła, aby zmniejszyć ryzyko niejednorodności materiału,
- znaleźć dostawców, którzy zapewnią materiały lepszej jakości,
- dbać o porządek i czystość na stanowiskach pracy.

13.5 PODSUMOWANIE

Na podstawie arkusza niezgodności zidentyfikowano najczęściej występujące wady kieliszków w badanym okresie, a następnie przy pomocy diagramu Ishikawy określono kluczowe przyczyny ich występowania. W kolejnych kroku przy pomocy diagramu Pareto-Lorenza dokonano hierarchizacji niezgodności kieliszków, przyporządkowując je odpowiednio do grupy A, B lub C. W wyniku analizy zauważano, że wadami kieliszków, które powodują największe straty w hucie szkła są: pęknięcie czaszy kieliszka, niejednorodność szkła, zbyt cienkie dno kieliszka. W celu ograniczenia pęknięć czaszy kieliszka należy wprowadzić działania polegające na zabezpieczeniu składowanych kieliszków osłonami przeciwwibracyjnymi i znalezieniu dostawców, którzy zapewnią materiały lepszej jakości oraz zatrudnianiu osób, które posiadają wysokie zdolności manualne. W przypadku niejednorodności szkła należy skupić się w szczególności na wydłużeniu procesu topienia, aby zmniejszyć ryzyko pojawienia się tej wady. Ostatnią niezgodnością, której występowanie należy ograniczyć w pierwszej kolejności jest zbyt cienkie dno kieliszka. Niezgodności należące do kategorii B oraz C mogą być usunięte w późniejszym terminie, ale nie należy o nich zapominać.

Zaprezentowany przykład analizy wadliwości wyrobów szklanych na przykładzie kieliszków pokazuje możliwości, jakie dają narzędzia jakościowe. Zastosowanie diagramu Pareto-Lorenza umożliwia hierarchizacji wad oraz obliczenie ich kosztu całkowitego. Dostarcza to przedsiębiorstwu informacji, które wady przynoszą największe straty, i które powinny być wyeliminowane w pierwszej kolejności. Zastosowanie diagramu Ishikawy dostarcza z kolei informacji o przyczynach problemów. Umiejętna analiza uzyskanych informacji powinna prowadzić do określenia głównych przyczyn problemów i umożliwić podjęcie działań naprawczych. Zaprezentowany przykład pokazuje kolejność działań, które powinny zostać podjęte w celu ograniczenia ilości wad i minimalizacji strat finansowych. Zaprezentowane rozwiązania można również z powodzeniem zastosować w innych obszarach działalności produkcyjnej.

LITERATURA

1. A. Bolewski, M. Budkiewicz, *Surowce przemysłu szklarskiego*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1950.
2. J. Gawlik, A. Kiełbus, *Metody i narzędzia w analizie jakości wyrobów*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2008.
3. A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, PWN, Warszawa, 2006.
4. A. Henclik, J. Kulczycka, Ocena cyklu życia przemysłu szklarskiego w Polsce, *Szkło i Ceramika*, nr 6, 2011, s. 39-44.
5. K. Leszczyński, A. Żbikowska, *Opakowania i pakowanie żywności, Wybrane Zagadnienia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2016.
6. W. Matkowska, A. Korzeniowski, Możliwości zwiększenia wytrzymałości opakowań szklanych w procesach produkcji i użytkowania, *Opakowanie* 5/2004, s. 34-35.

7. W. Nowotny, *Technologia szkła, Część II*, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, Katowice, 1971.
8. J. Peszel, R. Hryniewicz, *Materiałoznawstwo szklarskie*, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, 1959.
9. P. Raszewska, *Analiza wad wyrobów oraz istotne ograniczenie ich niezgodności na przykładzie huty szkła*, Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Śląska, 2017.
10. R. Wolniak, B. Skotnicka, *Metody i narzędzia zarządzania jakością – teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 05.2017

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 06.2017

inż. Paulina Raszewska

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska

e-mail: paulinaraszewska@onet.eu

dr hab. inż. Mariusz J. Ligarski

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska

e-mail: Mariusz.Ligarski@polsl.pl

ANALIZA PRZYCZYŃ POWSTAWANIA WAD WYROBÓW SZKLANYCH Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI JAKOŚCIOWYCH NA PRZYKŁADZIE HUTY SZKŁA

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono analizę wadliwości wyrobów szklanych na przykładzie kieliszków. Dane do pracy uzyskano na podstawie badań przeprowadzonych w okresie 2 miesięcy w wybranej hucie szkła. Przedstawiono możliwości wykorzystania narzędzi jakościowych, którymi są diagram Pareto-Lorenza i diagram Ishikawy. Opracowano arkusze wadliwości wyrobów oraz zidentyfikowano kluczowe dla wyrobów wady. Zidentyfikowano przyczyny powstawania wad oraz zaproponowano sposoby ich eliminacji.

Słowa kluczowe: wadliwość, wyroby szklane, diagram Pareto-Lorenza, diagram Ishikawy

ANALYSIS OF THE CAUSES OF GLASS PRODUCTS DEFECTS USING QUALITY TOOLS ON THE EXAMPLE OF GLASSWORKS

Abstract: The paper presents an analysis of the defects of glass products on the example of glass. The data obtained for work on the basis of research conducted in the period of two months in the selected glassworks. The possibilities of using quality tools, which are the Pareto-Lorenz diagram and the Ishikawa diagram, are presented. Defective product sheets have been developed and key defects have been identified. The cause of the defects was identified and proposed ways to eliminate them.

Key words: defectiveness, glass products, Pareto-Lorenz diagram, Ishikawa diagram