

# Praktyczne wykorzystanie wybranych narzędzi zarządzania jakością w branży hutniczej

## Practical use of selected a quality management tools in the steel industry

Mateusz Grochowski<sup>1</sup>, Marek Krynke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> student, członek koła naukowego "Promotor jakości", Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: mateusz55g5@gmail.com

<sup>2</sup> dr inż., Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: marek.krynke@wz.pcz.pl

**Streszczenie:** Głównym założeniem artykułu jest skontrolowanie jakości prętów okrągłych wykonanych ze stali. W artykule zastosowano narzędzie zarządzania jakością, jakim jest diagram Pareto-Lorenza. W wyniku dokonanych badań przy wykorzystaniu diagramu Pareto-Lorenza określono niezgodności prętów okrągłych. Kolejnym krokiem było wskazanie sposobów ich zapobiegania. Użycie diagramu Pareto-Lorenza umożliwiło zweryfikować częstość pojawiania się niezgodności oraz błędów występujących podczas produkcji prętów okrągłych.

**Abstract:** The main assumption of the article is to check the quality of round bars made of steel. The article uses a quality management tool, Pareto-Lorenzo diagram. As a result of the tests carried out using the Pareto-Lorenz diagram, incompatibilities of round bars were determined. The next step was to identify ways to prevent them. The use of the Pareto-Lorenza diagram made it possible to verify the incidence of inconsistencies and errors occurring during the production of round bars.

**Słowa kluczowe:** jakość, narzędzia jakości, diagram Pareto-Lorenza

**Key words:** quality, quality tool, Pareto-Lorenzo diagram

### 1. Wprowadzenie

W świecie globalizacji firmy powinny poddawać ocenie, jak również, doskonalić systemy produkcyjne lub wykonywane usługi. W dzisiejszych czasach jakość na rynku konkurencyjnym odgrywa dużą rolę.

Dążenie człowieka do uzyskania jak najlepszego produktu spowodowało powstanie narzędzi i metod zarządzania jakością, które mają kontrolować i oddziaływać tak, aby dążyć do doskonałości produktu. Pojęcie jakości nie ogranicza się do produktu czy usługi, jest pojęciem szerszym i może praktycznie dotyczyć wszystkiego (Durlik, 2004).

W ciągu rozwoju zarządzania jakością powstało wiele metod, których zadaniem jest oddziaływanie na jakość przy wykorzystaniu danych zebranych przy pomocy narzędzi jakościowych. Metody zarządzania jakością są bardziej ukierunkowane na analizę zebranych danych, natomiast narzędzia mają charakter podstawowy i służą do zbierania informacji dotyczących danego wyrobu. Ważną rzeczą jest możliwość wglądu w informacje zawarte (Czader, 2014).

Wprowadzenie narzędzi zarządzania jakością umożliwia utrzymać jakość na odpowiednim poziomie. Narzędzia zarządzania jakością umożliwiają wykrywać niezgodności pojawiające się

podczas wykonywania usług bądź procesów wytwórczych (Borowski i wsp., 2014).

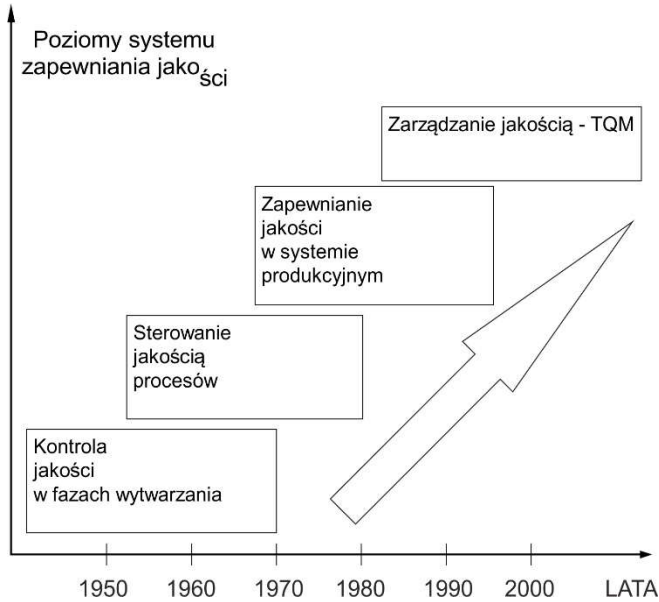
Przeglądając literaturę odnoszącą się do tematyki zarządzania jakością często występuje teza, że używane techniki oraz narzędzia są bardzo ważne w trakcie rozwoju, a także poprawy jakości produkowanych produktów (Biały i Skotnicka-Zasadzień, 2013).

### 2. Zarządzanie przez jakość

Funkcje zapewniania jakości powinny być realizowane w systemie zapewnienia jakości, który oznacza strukturę organizacyjną, podział odpowiedzialności, procedury, procesy i zasoby umożliwiające osiągnięcie celów tzw. polityki jakości. Zwiększanie się zakresu zadań spełnianych przez system zapewniania jakości na przestrzeni ostatnich pięćdziesięciu lat obrazuje rys. 1 (Hamrol i Mantura, 1999).

Kierowanie się wytycznymi kompleksowego kształtowania jakości TQM związane jest z przyjęciem zasady, że jakość wyrobu tworzona jest w całym cyklu jego trwania (Knop i Pietraga, 2012). Obejmuje on działania od rozpoznania marketingowego i wstępnego projektu wyrobu, poprzez fazy wytwarzania, sprzedaży i użytkowania wyrobu. Główne fazy tego cyklu pokazane są na rys. 2.

Koncepcja zarządzania przez jakość jest kompleksową i specyficzną formą zarządzania w przedsiębiorstwie. Oferuje ona nowy sposób myślenia i podejścia do problemów zarządzania. Jest ona podstawą dla funkcjonowania organizacji w sposób, gdzie jakość jest elementem przewodnim i zarazem łączącym wszystkie sfery działania (Krynke i Ingaldi, 2017).

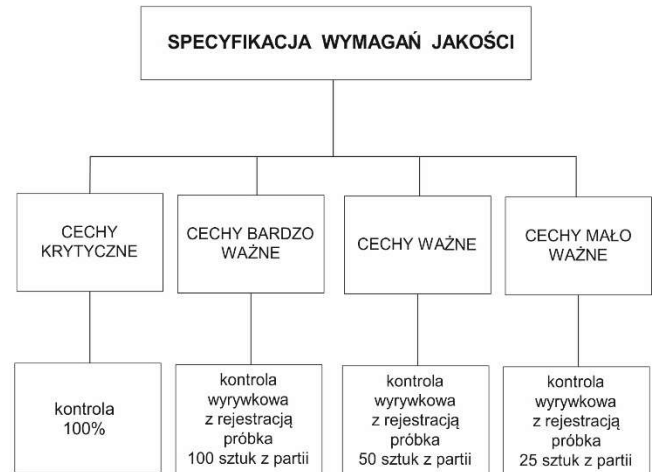


Rys. 1. Ewolucja podejścia do zapewniania jakości

Z koncepcją tą powiązanych jest siedem podstawowych narzędzi pomiaru kontroli jakości, które służą zrozumieniu i wizualizacji statystycznego procesu kontroli w celu dokonania ekonomicznej poprawy oraz uniknięcia powstania wadliwych produktów. Narzędziami tymi są (Borkowski, 2012):

- Diagram przebiegu procesu.
- Karty kontrolne czyli narzędzie wskazujące czy nastąpiło przekroczenie ustalonych parametrów.
- Arkusz kontrolny czyli proste narzędzie graficzne służące do zbierania i porządkowania informacji na temat jakiegoś zjawiska lub problemu.
- Diagram Ishikawy, narzędzie pozwalające na identyfikację przyczyn problemu oraz wskazanie na powiązania między nimi.
- Diagram Pareto-Lorenza, narzędzie pozwalające na uszeregowanie przyczyn pod względem wybranych kryteriów.
- Histogram – narzędzie ukazujące różnice w pewnych mierzalnych jednostkach częstotliwości wystąpień lub jak często pojawia się każda odmienna wartość w zbiorze danych.
- Diagram korelacji – narzędzie ukazujące w sposób graficzny podstawowe cechy zjawiska.

Powiązanie planów kontroli jakości produkcji z podziałem cech według stopnia ich ważności przedstawiono schematycznie na rys. 3 (Hryniewicz, 1996). Jakość poszczególnych wyrobów określa zespół istotnych dla niego cech, które mają różne znaczenie praktyczne dla użytkownika. Konieczność stosowania różnych metod badania do oceny jakości i wartości użytkowej wynika także z podziału cech na mierzalne i niemierzalne, gdyż wśród tych metod znajdują się również takie, które umożliwiają ocenę cech niemierzalnych.



Rys. 1. Związek między podziałem cech wyrobu według stopnia ich ważności a systemem kontroli jakości

Jakość produkcji zależy od stanu przygotowania produkcji, stanu dostaw materiałowych i urządzeń, stopnia motywacji wykonawców, stopnia znajomości środowiska eksploatacji i wykorzystania tych informacji zarówno w przygotowaniu produkcji, jak i w oddziaływaniu na warunki środowiska eksploatacji (Krynke i wsp., 2016).

Kontrola spełnia wyłącznie wycinkową, na ogół statyczną i bierną funkcję w sterowaniu jakością. Stąd też zadania służb kontroli jakości przedsiębiorstw przestają być związane tylko z nadzorem produkcji. Należą do nich również: organizacja splotu i przetwarzania informacji niezbędnych do sterowania jakością, tworzenie form motywacji wykonawców procesu itp.

## 2. Metodyka badań

Diagram Pareto-Lorenza (metoda ABC) przygotowany przez włoskiego socjologa Vilfredo Pareto, który dostrzegł, że „stosunkowo niewiele przyczyn pociąga za sobą katastrofalnie wiele niepowodzeń”. Włoski ekonomista Vilfredo Pareto odkrył, że największej problemów wynika z kilku przyczyn, a dokładnie 80% włoskich zasobów znajduje się w rękach 20% rodzin. Analogiczne wykresy do pokazania nierównomiernego podziału bogactw w społeczeństwie używał Max O. Lorenz, który w 1905r. wydał opracowanie pod tytułem „Methods of Measuring the Concentration of Health” (Borkowski, 2004).

E Kindlarski wystąpił z propozycją, żeby wspólnie na jednym wykresie przedstawić dwie krzywe: wykres Pareto i wykres Lorenza. Diagram Pareto-Lorenza w dziedzinie zarządzania jakością został upowszechniony w 1951r. przez Josepha M. Jurana, który interesował się analizą nieproporcjonalnego rozkładu strat jakości. Regułę tę można przenieść na zakres jakości, gdzie 80% kosztów jakościowych z racji braków lub napraw pochodzi z 20% prawdopodobnych przyczyn.

Często diagram Pareto-Lorenza nazywany jest metodą 20/80, oznacza to, że 20% przyczyn generuje 80% skutków. Wartości tej nie powinno traktować się sztywno, dosłownie, gdyż wartości te zazwyczaj przyjmują wartości w tych granicach, a nie same te wartości. Diagram umożliwia identyfikację czynników przyczyn i zdarzeń, mających wpływ na dane wielkości, które opisują charakterystykę produktu albo wynik procesu. Jest prostym sposobem zapisu wad, które najczęściej występują.

Metoda ta ma zastosowanie w wielu aspektach życia codziennego, a można ją zinterpretować, że niewielka ilość sytuacji odpowiada za większość występujących zdarzeń (Mazur i Gołaś, 2010).

Procedura budowy diagramu wygląda następująco(Karaś, 2009):

- 1) Zgromadzić dane o badanym zjawisku, posiadającym związek z konkretnym problemem.
- 2) Uporządkować przyczyny od najbardziej do najmniej istotnych.
- 3) Jednocześnie stwierdzić jaki udział procentowy w stosunku do całej puli przyczyn mają określone grupy wartości.
- 4) Zaznaczyć na osi pionowej Y wartości (ilości) przyczyn, a także udziały procentowe.
- 5) Zaznaczyć na osi poziomej X przyczyny od największej wartości do najmniejszej zmierzając od lewej do prawej.
- 6) Dla każdej przyczyny narysować wykresy słupkowe (wykres Pareto).
- 7) Zaznaczyć ośrodki danych wartości (tzw. skumulowane wartości) w formie współrzędnych danego punktu oraz połączyć je linią ( tzw. Krzywa Lorenza).

Pozwala zauważyć występowanie większości typów zdarzeń zaobserwowanych w małym zaledwie fragmencie możliwych występujących okoliczności (Dahlgard i wsp., 2001).

Korzyści metody Pareto – ABC to: dostarczanie konkretnych i szczegółowych danych, jednakowych miar efektywności, ujawnienie rzeczywistych źródeł zysku oraz usunięcie nośników zbędnych kosztów, a także badanie możliwości usprawnienia organizacji (Krynke i Mielczarek, 2016).

Sporządzenie diagramu Pareto–Lorenza powinno zawierać:

- wyznaczenie czynników (przyczyn), oddziałujących na wielkości opisujące wynik procesu albo charakterystykę produktu,
- podłączanie danych ilościowych o określonych czynnikach (przyczynach),
- ułożenie malejące czynników (przyczyn) z uwagi na siłę ich oddziaływania na efekt procesu lub charakterystykę wyrobu (ze względu na udział procentowy),
- wskazanie skumulowanych wartości procentowych udziału dla następnych czynników (przyczyn) z racji na siłę ich działania na rezultat procesu lub charakterystykę produktu,
- naniesienie wartości procentowych na wykres.

### 3. Analiza jakości prętów okrągłych z użyciem diagramu Pareto-Lorenza

W artykule dokonano analizy jakości prętów okrągłych. Badania przeprowadzono w przedsiębiorstwie hutniczym. Podczas produkcji stali może wystąpić bardzo wiele niezgodności. Większość z nich da się naprawić, a reszta uznawana jest za odpad.

Wyroby gotowe, w których wykryto niezgodność nienaprawialną, stanowią około 5%. Wiele niezgodności wywołanych jest poprzez dostarczenie na halę produkcyjną kęsisk nieodpowiedniej jakości, posiadających już w swojej strukturze pewną niezgodność. Niezgodności mogą wystąpić podczas magazynowania, transportu międzywydziałowego oraz wydziałowego, nagrzewania, chłodzenia oraz samego walcowania.

Analiza Pareto-Lorenza dokonywana jest w celu zidentyfikowania najważniejszych wad z punktu widzenia ilości ich występowania. Diagram ten to technika pozwalająca na rejestrowanie danych dotyczących problemu i analizowanie ich w sposób umożliwiający wyróżnienie najważniejszych czynników oddziałujących, obszarów i zagadnień. Zasada ta, znana także jako reguła 80/20, pozwoli określić częstotliwość występowania impulsów zaistniałego problemu (Jazon, 2002).

Przy produkcji prętów okrągłych wystąpiło ogółem 11 niezgodności w okresie miesięcznym. Tabela 1 zawiera dane o nie-

zgodnościach prętów okrągłych w trakcie procesu produkcyjnego. Zawiera dane wejściowe do analizy Pareto-Lorenza uszeregowane w porządku malejącym, obliczono również procentowy udział oraz skumulowane udziały procentowe, co pozwoli na zidentyfikowanie niewielkiej liczby wad, które powodują znaczącą ilość wadliwych produktów (tabela 2).

Tabela 1. Niezgodności prętów okrągłych i częstotliwość ich występowania w okresie miesięcznym

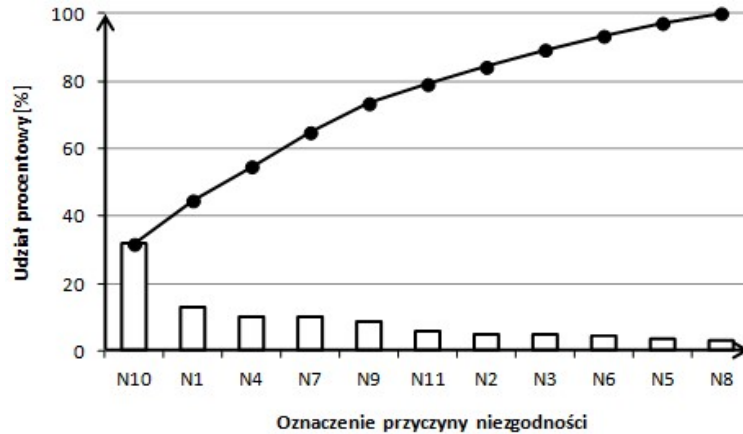
Oznaczenie niezgodności	Przyczyny niezgodności	Częstotliwość wystąpienia
N1	zmarszczki	18
N2	pęknięcia wewnętrzne	7
N3	zbyt duża warstwa odwęglona	7
N4	gruboziarnistość stali	14
N5	owal	5
N6	łuski	6
N7	wtrącenia niemetaliczne	14
N8	niejednorodna struktura na cały przekroju	4
N9	rzadziżna	12
N10	naderwania	44
N11	zawalcowania	8
	<b>Razem</b>	<b>139</b>

Tabela 2. Uszeregowane niezgodności według częstotliwości ich występowania w okresie miesięcznym

Oznaczenie niezgodności	Częstotliwość wystąpienia	Udział procentowy niezgodności [%]	Udział skumulowany niezgodności [%]
N10	44	31,6	31,6
N1	18	12,9	44,5
N4	14	10,1	54,6
N7	14	10,1	64,7
N9	12	8,6	73,3
N11	8	5,7	79,0
N2	7	5,1	84,1
N3	7	5,15	89,2
N6	6	4,3	93,3
N5	5	3,6	97,1
N89	4	2,9	100
	<b>Razem</b>	<b>100</b>	<b>–</b>

Na rysunku 1 zaprezentowano diagram Pareto-Lorenza dla analizy niezgodności występujących w procesie produkcji prętów okrągłych.

Z rysunku 1 wynika, że za 64,7% wad występujących w czasie procesu technologicznego prętów okrągłych odpowiadają 4 rodzaje przyczyn: naderwania N10, zmarszczki N1, gruboziarnistość stali N4 oraz wtrącenia niemetaliczne N7. Pozostałe 7 rodzajów wad powoduje 35,3% stwierdzonych problemów jakościowych.



Rys. 1. Wykres Pareto-Lorenza dla analizy niezgodności występujących w procesie produkcji

## 5. Podsumowanie

W badanym przedsiębiorstwie zastosowano diagram Pareto-Lorenza. Ukazane narzędzie zarządzania jakością pozwoliło na analizę przyczyn występowania niezgodności w produkcji prętów okrągłych w branży hutniczej.

Dzięki użyciu diagramu Pareto-Lorenza przedstawiono częstotliwość wystąpienia niezgodności. Na podstawie narzędzia zauważono, że najpierw trzeba wyeliminować niezgodności z obszaru A, tj. naderwania i zmarszczki. Stanowią one aż 20% wszystkich przyczyn niezgodności oraz generuje 44% wszystkich wad w procesie produkcyjnym. Całkowite wyeliminowanie niezgodności z obszaru A umożliwi redukcję wad o prawie 45%. Potem przedsiębiorstwo powinno likwidować niezgodności z grupy B, a także C. W celu eliminacji niezgodności firma powinna wprowadzić działania zapobiegawcze opierające się na zwiększeniu kontroli wzrokowej, jak również rozpocząć szkolenia dla wszystkich pracowników i modernizację maszyn oraz urządzeń albo zakupić nowe.

Na podstawie danych, zebranych w czasie trwania procesu produkcyjnego prętów okrągłych wyszczególniono 26 podstawowych przyczyn powstawania niezgodności w tym procesie:

- zmarszczki,
- pęknięcia wewnętrzne,
- zbyt duża warstwa odwęglona,
- gruboziarnistość stali,
- owal,
- łuski,
- wtrącenia niemetaliczne,
- niejednorodna struktura na cały przekroju,
- rzadziżna,
- naderwania,
- zawalcowania.

## Literatura

- Biały W. Skotnicka-Zasadzień (2013) Narzędzia zarządzania jakością w ocenie awaryjności górniczych urządzeń technicznych. *Systems Supporting Production Engineering*, 2(4), Innowacyjność, Jakość, Zarządzanie, 9-19.
- Borkowski S. (2004) Mierzenie poziomu jakości. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Marketingu w Sosnowcu, Sosnowiec.
- Borkowski S. (2012) Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji. Częstochowa.
- Borkowski S., Ingaldi M., Jagusiak-Kocik M. (2014) Quality Analysis and Technological Portfolio in Production of the Metal Screws. *METAL 2014: 23rd International Conference On Metallurgy And Materials*, 1716-1722.
- Czader W. (2014) Komputerowo wspomaganą analizą przyczyn i skutków wad. *Mechanik*, 7, 101-108.
- Dahlgaard J.J., Kristesen K., Kanji K. (2001) Podstawy zarządzania jakością. PWN, Warszawa, 2001.
- Durlik I. (2004) Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Cz. 1, Warszawa.
- Hamrol A., Mantura W. (1999) Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Poznań.
- Hryniewicz O. (1996) Nowoczesne metody statystycznego sterowania jakością. Omnitech Press, Warszawa.
- Jazon A. (2002) *Doskonalenie zarządzania jakością*. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz, s. 102.
- Karaś E. (2009) Jakość w procesie logistycznym. Oficyna Wydaw. Politechniki Opolskiej, Opole 2009, s.70.
- Knop K., Pietraga D. (2016) Analiza problemów jakościowych podczas produkcji opakowań zbiorczych z tektur. *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej*, 1(1), 76-79.
- Krynke J., Ingaldi M. (2017) Zarządzanie jakością wyrobów dziecięcych. *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej*, 2(1), 35-38.
- Krynke M., Mielczarek K. (2016) Analysis of causes and effects errors in calculation of rolling slewing bearings capacity. *Production Engineering Archives*, 12(3), 38-41.
- Krynke M., Zasadzień M., Czaja P. (2016) Systemy techniczne – technologia, jakość, eksploatacja. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji, Częstochowa.
- Mazur A., Gołaś H. (2010) Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością. Wydawnictwo Polityki Poznańskiej, Poznań.