

14

MAPA PROCESU JAKO INNOWACYJNE NARZĘDZIE OPTYMALIZACJI JAKOŚCIOWEJ PROCESU PRODUKCJI

14.1 WSTĘP

Obecnie przedsiębiorstwa funkcjonują w dynamicznym otoczeniu co powoduje, że każda działalność powinna opierać się na wysokiej jakości oferowanych produktów. Powszechna globalizacja oraz szybki rozwój technologiczny sprawiają, że firma która nie doskonali aspektów swojej działalności oraz procesów, które w niej zachodzą, traci dystans do konkurencji i staje się tym samym mało atrakcyjna dla klienta. Proces doskonalenia pomaga firmie umiejętnie dostosowywać się do warunków otoczenia i pozwala w efektywniejszy sposób korzystać z szans jakie to otoczenie stwarza. Jest także narzędziem, które poprawia efektywność funkcjonowania firmy. Doskonalenie procesów produkcyjnych to zadanie wymagające systematycznego, planowego i bazującego na faktach podejścia do zagadnienia [1].

Proces produkcji można zdefiniować jako całokształt celowo podejmowanych działań w efekcie których w przedmiocie pracy poddanym ich oddziaływaniu stopniowo zachodzą pożądane zmiany [2]. Poprzez kumulację tych działań wytwarzany produkt nabiera sukcesywnie określonych cech jakościowych przybliżając go tym samym do produktu zgodnego z dokumentacją techniczną.

Przebieg procesu produkcji można zobrazować za pomocą mapy procesu polegającą na graficznym przedstawieniu funkcjonowania procesu lub zespołu procesów/operacji i ich wzajemnych powiązań. Mapowanie jest jednym z narzędzi, które wspomaga doskonalenie procesu, dlatego też w zarządzaniu jakością ma istotne znaczenie. Pozwala przeanalizować w sposób szczegółowy zachodzące procesy w organizacji i na tej podstawie przeprowadzać analizę za pomocą wybranych narzędzi lub metod zarządzania jakością, krytycznych punktów występujących w procesie produkcji [3, 4, 5, 6, 7, 8]. W artykule zostało zaprezentowane doskonalenie procesu produkcyjnego przemieszczającego wibracyjnego wspomaganego mapowaniem procesu. Przeprowadzona analiza pozwoliła na zaproponowanie korekt i zmian w przebiegu procesu produkcji co przyczyniło się do podniesienia efektywności wytwarzania analizowanego produktu.

Zastosowane metody badawcze w artykule to: analiza dokumentacji technicznej przedsiębiorstwa, analiza reklamacji klienta wewnętrznego i zewnętrznego, mapowanie procesów.

14.2 MAPA PROCESU ANALIZOWANEGO PRODUKTU

Analizowanym w artykule produktem jest przesiewacz wibracyjny. Jest to urządzenie przeznaczone do klasyfikacji materiałów ziarnistych w procesach suchych lub mokrych oraz odwadniania, odmulania i splukiwania. Ich zasada działania polega na wprowadzeniu rzeszota przesiewacza w drgania, dzięki zastosowanemu napędowi, przez co materiał, który trafia na sita jest przesiewany na odpowiednie frakcje. Urządzenie to produkowane jest przez producenta maszyn i urządzeń dla przemysłu wydobywczego podziemnego i odkrywkowego, zlokalizowanego na Śląsku.

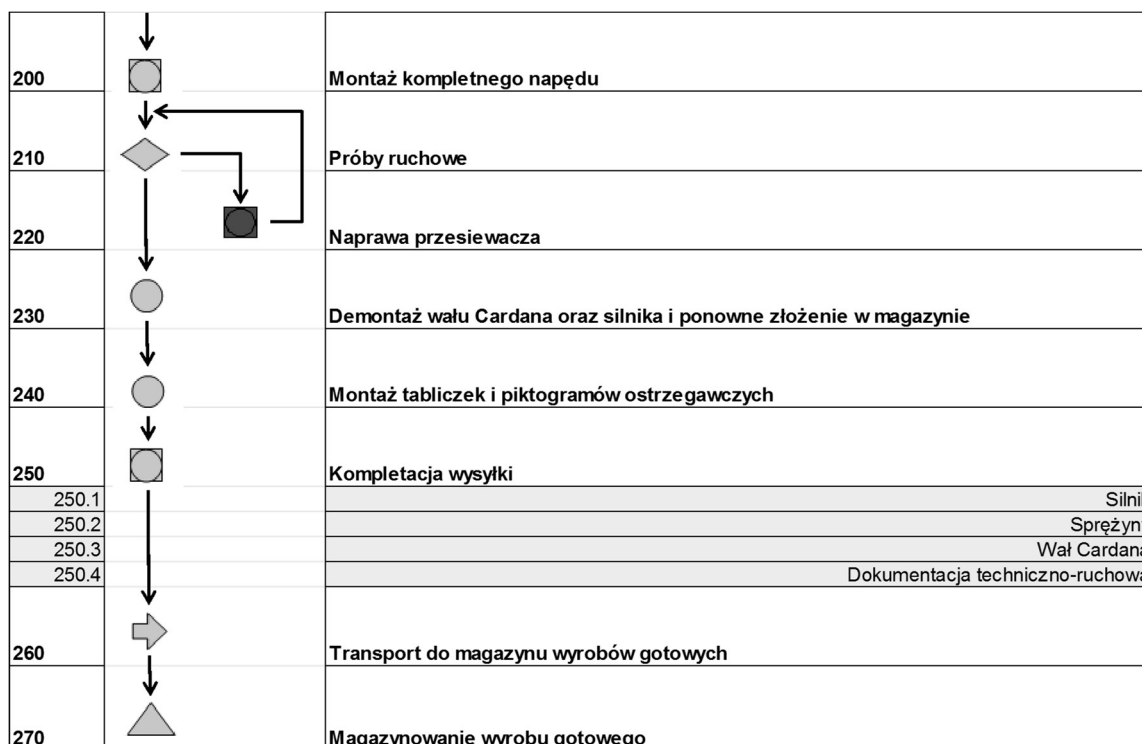
Produkcja przesiewacza wibracyjnego jest złożonym procesem, składającym się z szeregu różnego rodzaju operacji technologicznych, transportowych, kontrolnych oraz magazynowych. Zabiegi te wykonywane są na podstawie opracowanej wcześniej dokumentacji projektowej, przygotowanej przez konstruktorów i technologów [9]. W oparciu o tą dokumentację, dział zaopatrzenia zlicza i kompletuje materiały hutnicze oraz zamawia elementy handlowe niezbędne do wyprodukowania wyrobu. Kiedy wszystkie potrzebne materiały trafią na magazyn, rozpoczyna się właściwy proces produkcji przesiewacza wibracyjnego.

Na potrzeby artykułu opracowano mapę procesu produkcji przesiewacza wibracyjnego, zawierającą zabiegi i operacje niezbędne do jego wyprodukowania – tabela 14.1. Pominięto część operacji związanych z transportem międzyoperacyjnym, czy składowaniem materiałów i półproduktów w przerwach pomiędzy operacjami. Nie uwzględniono także procesów wynikających z technologii stosowanych materiałów takich jak farby i lakiery, związanych z ich schnięciem oraz utwardzeniem. Spowodowane jest to zwróceniem uwagi autorów artykułu tylko na operacje technologiczne, które w bezpośredni sposób wpływają na jakość końcową produktu.

Po przeanalizowaniu procesu oraz opracowaniu mapy stwierdzono, że większa część istotnych operacji podlega kontroli. Tylko kilka z zabiegów, związanych głównie z piaskowaniem oraz malowaniem konstrukcji rzeszota odbywa się z jej pominięciem. Po złożeniu przesiewacza oraz po montażu wszystkich niezbędnych elementów napędu, wykonywany jest rozruch próbny, na podstawie którego można stwierdzić czy maszyna osiąga odpowiednie trajektorie, czy pracuje równomiernie i nie występują niepożądane dla niej drgania. W przypadku, kiedy nie ma zastrzeżeń do jej działania, można przystąpić do kolejnych operacji związanych z demontażem części napędu, dla celów ekspedycji oraz oznaczeniem przesiewacza odpowiednimi tabliczkami.

Tabela 14.1 Mapa procesu produkcji przesiewacza wibracyjnego

Nr	Symbol	Opis
10	▽	Odbiór dostaw
10.1	↓	Materiały hutnicze
10.2	↓	Elementy złączne (Huck-bolty)
10.3	↓	Sita pokładowe wraz z systemem mocowań
10.4	↓	Napęd (generator drgań)
10.5	↓	Wał Cardana
10.6	↓	Silnik
10.7	↓	Sprężyny
10.8	↓	Farba podkładowa, farba nawierzchniowa
10.9	↓	Tabliczka znamionowa
10.10	↓	Piktogramy
20	□	Kontrola jakości dostawy
30	→	Zwrot do dostawcy
40	△	Magazynowanie materiałów hutniczych i elementów handlowych
50	▽	Pobranie z magazynu materiałów hutniczych
60	◻	Wypalenie i cięcie elementów stalowych
70	◻	Gięcie elementów
80	◻	Składanie podzespołów przesiewacza (belki, podparcia, burty, wsypy, wysypy)
90	○	Piaskowanie elementów
100	◻	Obróbka skrawaniem (belki, elementy podparć)
110	▽	Pobranie farby podkładowej z magazynu
120	○	Malowanie farbą podkładową
130	▽	Pobranie elementów złącznych z magazynu
140	◻	Składanie rzeszota przesiewacza
150	▽	Pobranie farby nawierzchniowej
160	◻	Malowanie farbą nawierzchniową
170	▽	Pobranie pokładów sitowych wraz z z systemem mocowania
180	◻	Montaż pokładu sit
190	▽	Pobranie generatora drgań, wału Cardana oraz silnika z magazynu



Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentacji technicznej przedsiębiorstwa i [9].

Po wszystkich tych czynnościach następuje kompletacja wysyłki, do której dołączana jest dokumentacja techniczno-ruchowa i przesiewacz transportowany jest do magazynu wyrobów gotowych, gdzie oczekuje na transport do klienta.

Do opisu poszczególnych elementów mapy procesu zastosowano uniwersalne symbole graficzne, które zaprezentowane są w tabeli 14.2.

Tabela 14.2 Symbole graficzne stosowane do prezentacji mapy procesu

Symbol	Znaczenie
	Odbiór dostawy, pobranie materiału z magazynu
	Kontrola (np. badanie jakości spawów, pomiary)
	Transport (np. wewnętrzny, zewnętrzny)
	Magazynowanie
	Operacja + kontrola
	Operacja (np. cięcie, spawanie, boltowanie)
	Decyzja (np. kontrola, próby)
	Naprawa

14.3 IDENTYFIKACJA REKLAMACJI PRODUKTU

W latach 2014-2015 zaobserwowano w przedsiębiorstwie szereg reklamacji, które stanowiły awarie urządzenia pracującego już u klienta oraz wady, które wykryto na etapie produkowania wyrobu. Zestawienie zidentyfikowanych wad zaprezentowano w tabeli 14.3.

Tabela 14.3 Zestawienie wad wykrytych podczas eksploatacji i na etapie procesu produkcji przesiewacza wibracyjnego

Lp.	Rodzaj wad	Ilość [szt.]
Wykryte podczas eksploatacji		
1	Rdzewienie rzeszota	28
2	Pęknięcie belki napędowej	4
3	Pęknięcie belek wsporczych	3
4	Pęknięcie burt przesiewacza	3
5	Brak oczekiwanej wydajności	2
6	Pęknięcie sprężyn przesiewacza	5
7	Awaria napędu	15
8	Awaria silnika	7
9	Inne	4
Wykryte na etapie procesu produkcji		
10	Źle sprasowane sita pokładowe	14
11	Zła trajektoria drgań przesiewacza	17
12	Złe miejsca wypalonych otworów	4
13	Przebijanie farby podkładowej ponad nawierzchniową	3
14	Źle pocięte materiały hutnicze	4
15	Brak wystarczającej ilości materiałów hutniczych w magazynie	2
16	Źle wygięte materiały hutnicze	2
17	Źle pospawane elementy podparć	7
18	Inne	3

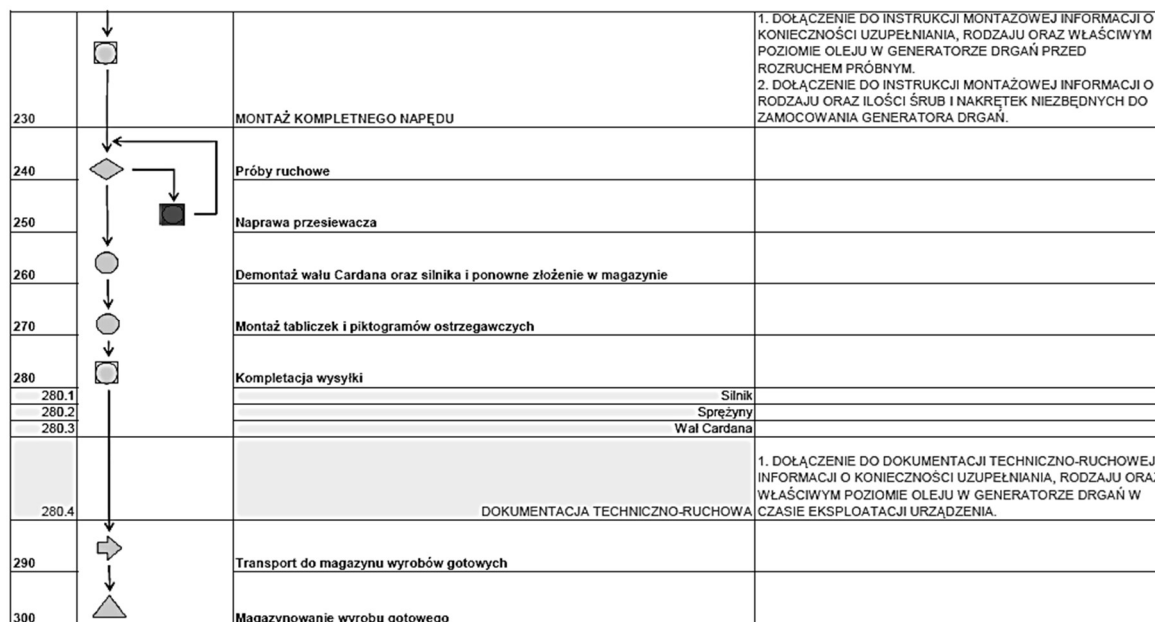
Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentacji firmy [9].

Wady produktu, które zostały ujawnione podczas eksploatacji urządzenia, są najbardziej kosztowne, ponieważ wiążą się często m.in. z koniecznością wysłania serwisu w miejsce, gdzie maszyna jest eksploatowana. Natomiast wady, które zostały zauważone oraz zanotowane przez pracowników hali produkcyjnej wykonujących poszczególne operacje technologiczne, a także kontrolerów jakości odpowiadających za prawidłowy przebieg procesu, powodują niską efektywność procesu. Konieczna jest eliminacja tych wad, dlatego też zidentyfikowane problemy stanowiły podstawę do szczegółowej analizy przyczyn ich występowania i na tej podstawie wprowadzenia zmian w procesie produkcyjnym, a tym samym w mapie procesów produkcji przesiewacza wibracyjnego. W tym przypadku zastosowano do identyfikacji przyczyn występujących problemów narzędzia takie jak Pareto i Ishikawa. Z analizy tej wynika, że najważniejsze wady, które zaobserwowano podczas procesu produkcji są to: „zła trajektoria drgań przesiewacza” oraz „źle spasowane sita pokładowe”. Natomiast dla wad wykrytych podczas eksploatacji maszyny są to: „rdzewienie rzeszota” oraz „awaria napędu”. Ze względu na ograniczony charakter artykułu nie zostanie zaprezentowana przeprowadzona analiza z użyciem tych narzędzi. Więcej na ten temat można znaleźć w [9, 10].

14.4 MAPA PROCESU PO DZIAŁANIACH DOSKONALĄCYCH W ANALIZOWANYM PROCESIE PRODUKCJI

Opracowana mapa procesu, która została zaprezentowana w tabeli 14.1, stanowiła podstawę do wprowadzania doskonalenia procesu produkcyjnego przesiewacza. Wyniki z analizy przeprowadzonych za pomocą narzędzi zarządzania jakością doprowadziły do wprowadzenia zmian w mapie procesów, która stała się podstawą do nowej organizacji procesu produkcyjnego omawianego produktu. Na rysunku 14.1 zaprezentowano nową mapę procesów z uwzględnieniem wszystkich nowych operacji.

Nr	Symbol	Opis	Wprowadzone udoskonalenia
10	▽	Odbiór dostaw	
10.1		Materiały hutnicze	
10.2		Elementy złączne (Huck-bolty)	
10.3		Sita pokładowe wraz z systemem mocowań	
10.4		Napęd (generator drgań)	
10.5		Wał Cardana	
10.6		Silnik	
10.7		Sprężyny	
10.8		Farba podkładowa, farba nawierzchniowa	
10.9		Tabliczka znamionowa	
10.10		Piktogramy	
20	□	KONTROLA JAKOŚCI DOSTAWY	1. SPRAWDZANIE WYMIARÓW DOSTARCZONYCH SIT, ZA POMOCĄ MIARKI ZWIJANEJ. 2. SPRAWDZANIE TERMINÓW WAŻNOŚCI ODBIERANYCH FARB.
30	→	Zwrot do dostawcy	
40	△	Magazynowanie materiałów hutniczych i elementów handlowych	
50	▽	Pobranie z magazynu materiałów hutniczych	
60	□	Wypalenie i cięcie elementów stalowych	
70	□	Gięcie elementów	
80	□	Składanie podzespołów przesiewacza (belki, podparcia, burty, wyspy, wysypy)	
90	○	Piaskowanie elementów	
100	□	WYŻARZANIE ZUPEŁNE BELKI NAPEŁDOWEJ	WPROWADZENIE NOWEJ OPERACJI TECHNOLOGICZNEJ.
110	□	Obróbka skrawaniem (belki, elementy podparć)	
120	▽	Pobranie farby podkładowej z magazynu	
130	○	MAŁOWANIE FARBĄ PODKŁADOWĄ	1. DOŁĄCZENIE DO INSTRUKCJI MONTAŻOWEJ INFORMACJI O GRUBOŚCI ORAZ RODZAJU POWŁOK Z UWZGLĘDNIENIEM SYMBOLU FARB.
140	□	KONTROLA GRUBOŚCI POWŁOKI	WPROWADZENIE NOWEJ OPERACJI KONTROLNEJ, POPRZEC POMIAR GRUBOŚCI POWŁOKI MIERNIKIEM LAKIERU
150	▽	Pobranie elementów złącznych z magazynu	
160	□	Składanie rzeszota przesiewacza	
170	▽	Pobranie farby nawierzchniowej	
180	□	MAŁOWANIE FARBĄ NAWIERZCHNIOWĄ	1. DOŁĄCZENIE DO INSTRUKCJI MONTAŻOWEJ INFORMACJI O GRUBOŚCI ORAZ RODZAJU POWŁOK Z UWZGLĘDNIENIEM SYMBOLU FARB.
190	□	KONTROLA GRUBOŚCI POWŁOKI	WPROWADZENIE NOWEJ OPERACJI KONTROLNEJ, POPRZEC POMIAR GRUBOŚCI POWŁOKI MIERNIKIEM LAKIERU
200	▽	Pobranie pokładów sitowych wraz z z systemem mocowania	
210	□	Montaż pokładu sit	
220	▽	Pobranie generatora drgań, wału Cardana oraz silnika z magazynu	



Rys. 14.1 Mapa procesu produkcji przesiewacza wibracyjnego po wprowadzonych doskonaleniach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9].

W procesie produkcji wprowadzono kilka istotnych zmian. Magazynier, który odbiera dostawy zobligowany został do sprawdzania wymiarów dostarczonych sit. Ponadto, musi także każdorazowo sprawdzać terminy ważności odbieranych farb i półfabrykatów.

Do procesu wprowadzono nową operację wyżarzania belki napędowej, jako bardzo istotnego elementu przesiewacza wibracyjnego. Poskutkowało to usunięciem naprężeń wewnętrznych, polepszeniem obrabialności, zmniejszeniem twardości materiału z jednoczesnym poprawieniem ciągliwości oraz żywotności belki.

Wytypowano także rozwiązania doskonalące w procesie lakierowania rzeszota przesiewacza. Po pierwsze, do instrukcji montażowej dołączono informację o rodzaju oraz grubości poszczególnych powłok z uwzględnieniem symbolu używanych farb. Pozwoliło to na pozbycie się problemu związanego z "gryzącymi się" powłokami – poprzez przypadkowy wybór złych farb dedykowanych do odrębnych warstw. Po drugie, po nałożeniu każdej z warstw wprowadzono dodatkową operację kontrolną, która uwzględnia pomiar grubości powłoki miernikiem. Operacje te wydłużą żywotność powłok antykorozyjnych, tym samym znacznie zmniejszając ilość wpływających z tego tytułu reklamacji.

Kolejnym udoskonalonym obszarem jest operacja montażu kompletnego napędu. W tym przypadku do instrukcji montażowej dołączono m. in. informację o konieczności uzupełnienia, rodzaju oraz właściwym poziomie oleju w generatorze drgań przed rozruchem próbnym. Poprzez to usprawnienie montażysta nie zaniecha tak ważnej operacji, pozbywając się tym samym problemów związanych z brakiem ciecży smarującej w maszynie i jej ewentualnym zatarciem. Na etapie montażu napędu dołączono także informację o rodzaju oraz ilości śrub i nakrętek niezbędnych

do zamocowania generatora drgań. Wyeliminuje to problemy związane ze zbyt krótkimi elementami złącznymi, powodującymi brak możliwości dokręcenia odpowiednim momentem, co znacząco wpływało na częste problemy ze złą trajektorią pracy przesiewacza.

Z punktu widzenia osoby eksploatującej maszynę ważnym elementem jest dołączenie do dokumentacji techniczno-ruchowej (podobnie jak do montażowej), informacji o właściwym sposobie użytkowania generatora drgań, pod kątem operacji związanych z wymianami oleju. Właściwe eksploataowanie napędu znacznie wydłuża jego żywotność.

14.5 PODSUMOWANIE

Mapa procesu jest narzędziem zarządzania jakością, które pomaga zobrazować w sposób graficzny przebieg procesu produkcji. Jest to istotne, ponieważ dzięki temu można przeanalizować każdą operację pod względem jakościowym i efektywności procesu. Należy podkreślić, iż mapowanie procesu stanowi pierwszy krok w doskonaleniu, ale bez niego efekty mogłyby być zdecydowanie poniżej oczekiwań. Dlatego też w artykule przedstawiono przykład zastosowania mapy procesów jako elementu wspomagającego eliminację przyczyn reklamacji klientów zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych. Takie rozwiązanie stanowić może działania innowacyjne w przedsiębiorstwach, tym bardziej, że bardzo często przy wykorzystaniu narzędzi zarządzania jakością takich jak Pareto, Ishikawa, pomija się mapowanie procesów.

LITERATURA

- [1] Z. Huber, *Doskonalenie procesów produkcyjnych* [Online]. Dostęp: <http://www.huber.pl/articles/art-1.pdf> [dostęp 3.08.2016].
- [2] B. Liwowski, R. Kozłowski, *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Kraków Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2007.
- [3] M. Zasadzień, *Analiza wadliwości wyrobu z wykorzystaniem narzędzi zarządzania jakością*, Gliwice, Politechnika Śląska, 2011.
- [4] B. Gajdzik and J. Sitko, "An analysis of the causes of complaints about steel sheets in metallurgical product quality management systems", *Metalurgija*, vol. 53(1), 2014, pp. 135-138.
- [5] M.J. Ligarski, "Problem identification method in certified quality management systems", *Quality & Quantity*, vol. 46(1), 2012, pp. 315-321.
- [6] M. Molenda, "Effectiveness of planning internal audits of the quality system", *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, no. 32, z. 1, 2012, pp. 48-54.
- [7] B. Szczeńsiak, M. Zasadzień and Ł. Wapienik, "Zastosowanie analizy Pareto oraz diagramu Ishikawy do analizy przyczyn odrzutów w procesie produkcji silników elektrycznych", *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej (s. Organizacja i Zarządzanie)*, z. 63a, 2012, pp. 125-148.
- [8] E. Kardas, "The assessment of quality of products using selected quality instruments", *Production Engineering Archives*, vol. 10, no. 1, 2016, pp. 5-8.

- [9] G. Klimasara, „Analiza i doskonalenie procesu produkcyjnego wybranego produktu w przedsiębiorstwie Demetrix Sp. z o.o.”, Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Zabrze, 2016.
- [10] K. Midor, J. Žarnovský, “Innovative use of quality management methods for product improvement”, *Management Systems in Production Engineering*, vol. 4(24), 2016. DOI: 10.12914/MSPE-08-04-2016.

MAPA PROCESU JAKO INNOWACYJNE NARZĘDZIE OPTIMALIZACJI JAKOŚCIOWEJ PROCESU PRODUKCJI

Streszczenie: Mapowanie procesu w zarządzaniu jakością ma istotne znaczenie, ponieważ pozwala przeanalizować w sposób szczegółowy zachodzące procesy w organizacji i na tej podstawie przeprowadzać analizę za pomocą wybranych narzędzi lub metod zarządzania jakością, krytycznych punktów występujących w procesie produkcji. Organizacje stale poszukują nowych, innowacyjnych rozwiązań i metod, których zastosowanie może doprowadzić je do wyższej efektywności działania i podwyższenia jakości produktów. Istotnym działaniem współczesnych firm jest identyfikacja przyczyn braków zarejestrowanych podczas procesu produkcji i analiza reklamacji od klienta zewnętrznego. Pozwala to na obniżenie kosztów produkcji i wzrost wiarygodności w oczach klienta. Aby jednak to osiągnąć należy w pierwszej kolejności przeprowadzić mapowanie procesu. W artykule zostało zaprezentowane doskonalenie procesu produkcyjnego przesiewacza wibracyjnego produkowanego przez przedsiębiorstwo produkujące maszyny i urządzenia dla przemysłu wydobywczego za pomocą mapy procesy. Przeprowadzona analiza pozwoliła na zaproponowanie korekt i zmian w przebiegu procesu produkcji co pozwoliło na podniesienie efektywności wytwarzania analizowanego produktu.

Słowa kluczowe: mapa procesu, procesy produkcyjne, innowacja, doskonalenie, zarządzanie jakością, produkt

PROCESS MAP AS AN INNOVATIVE TOOL OF QUALITY OPTIMISATION OF THE PRODUCTION PROCESS

Abstract: Process mapping is of significant importance in quality management as it allows us to precisely analyse the processes going on in the organisation and, based on it, conduct an analysis of the critical points in the production process using selected quality management tools or methods. Organisations constantly search for new, innovative solutions and methods which can be used to increase their efficiency and product quality. An important measure taken by today's companies is the identification of causes of the defects recorded in the production process, and analysis of returns from external clients. This makes it possible to reduce production costs and increase the company's reliability in the eyes of the client. However, to achieve it, the company first needs to map the process. The article presents improving the production process of a vibrating screen manufactured by a company which produces machinery and equipment for the mining industry, using a process map. The analysis conducted made it possible to propose corrections and changes to the production process, which increased the efficiency of the analysed product.

Key words: process map, production processes, innovation, improvement, quality management, product

dr inż. Katarzyna Midor
Politechnika Śląska,
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: katarzyna.midor@polsl.pl

mgr inż. Grzegorz Klimasara
Demetrix Sp. z o. o. sp. k.
ul. 1 Maja 35, 41-940 Piekary Śląskie
e-mail: g.klimasara@demetrix.eu

Data przesłania artykułu do Redakcji: 08.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 09.2016