

KONCEPCJA IMPLEMENTACJI SYSTEMU KANBAN – STUDIUM PRZYPADKU

Katarzyna SZWEDZKA, Piotr LUBIŃSKI

Streszczenie: System Kanban jest jednym z ważnych narzędzi koncepcji Lean Manufacturing. Po raz pierwszy termin ten został użyty w latach pięćdziesiątych XX wieku przez Taiichiego Ohno. Anderson [1], definiuje Kanban jako zaawansowany system adaptacyjny, który cechuje się wizualizacją procesu, ograniczeniem pracy w toku, pomiarem i zarządzaniem przepływem pracy, określonymi regułami postępowania i wykorzystaniem modeli wprowadzania zmian w procesie jako narzędzia optymalizacji. W niniejszym artykule przedstawiono przykład aplikacji systemu Kanban w przedsiębiorstwie branży meblarskiej.

Słowa kluczowe: Lean manufacturing, Kanban, linia pakowania, etapy wdrożenia

1. Wprowadzenie – system Kanban

Najważniejszym celem Lean Manufacturing jest eliminowanie marnotrawstwa, czyli wszystkiego co podnosi koszty produkcji bez wnoszenia do niej użytecznego wkładu [2]. Eliminacja działań będących marnotrawstwem to olbrzymie potencjalne źródło poprawy wyników przedsiębiorstwa oraz poprawy obsługi klienta. Podstawowymi narzędziami koncepcji LM są między innymi [3, 4, 5, 6, 7, 8]: praktyki 5S - zarządzanie stanowiskiem pracy, Kaizen - ciągle wprowadzanie drobnych udoskonaleń, SMED - metoda skracania czasów przebrojeń, VSM - mapowanie strumienia wartości, TPM - produktywnie utrzymanie maszyn i urządzeń, Kanban. Termin *kanban* pochodzi od japońskiego słowa: kan – widoczny, ban – kartka papieru, co w wolnym tłumaczeniu oznacza *widoczny spis* i po raz pierwszy został użyty w latach pięćdziesiątych XX wieku przez Taiichiego Ohno. System Kanban definiowany jest jako: *system organizacji dostaw części, półfabrykatów, materiałów produkcyjnych w momencie faktycznego zapotrzebowania na te elementy* [9]. Natomiast Anderson [1], definiuje Kanban jako zaawansowany system adaptacyjny, który cechuje się wizualizacją procesu, ograniczeniem pracy w toku, pomiarem i zarządzaniem przepływem pracy, określonymi regułami postępowania i wykorzystaniem modeli wprowadzania zmian w procesie jako narzędzia optymalizacji. Apreutesei & Arvinte [10] zidentyfikowali sześć głównych zasad systemu Kanban (tabela 1). Kanban wykorzystuje narzędzia wizualizacji procesu oraz zasady w celu adaptacji i optymalizacji procesu.

Ograniczanie pracy w toku jest jednym z głównych założeń metody Kanban. Jest ona kontrolowana poprzez wizualizację pracy i określenie maksymalnej liczby zadań dla kolejnych etapów procesu. Jest to podstawowe narzędzie wykorzystywane w celu optymalizacji procesu. Umożliwia ono adaptację procesu w taki sposób, aby czas jego odpowiedzi a więc też czas realizacji zadań był odpowiednio krótki.

Tab. 1. Sześć zasad systemu Kanban [10]

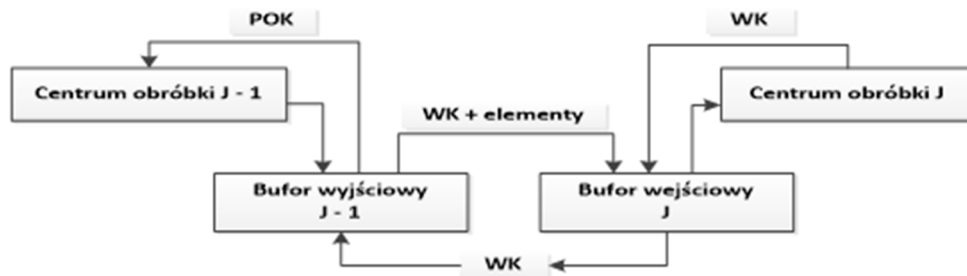
Lp.	Zasada	Funkcja
1	Późniejszy proces zwraca się do wcześniejszego procesu i pobiera ilość elementów zidentyfikowaną w karcie Kanban	Tworzy ciągnienie, zapewnia pobranie lub transport informacji.
2	Poprzedzający proces wytwarza elementy w liczbie i sekwencji zidentyfikowanej w karcie Kanban.	Dostarcza informacji zapobiega nadprodukcji.
3	Żadne elementy nie są produkowane lub transportowane bez kart Kanban.	Zapobiega nadprodukcji i zbędnemu transportowi.
4	Zawsze dołączać kartę Kanban do elementów.	Zapewnia porządek pracy.
5	Wadliwe elementy nie są transportowane do kolejnego etapu procesu.	Zapobiega pobieraniu wadliwych elementów: identyfikuje wadliwy proces.
6	Redukcja liczby kart Kanban wzmacnia ich czułość.	Redukcja pracy w toku zmniejsza odpad i sprawia, że system jest bardziej czuły.

W systemie Kanban do sterowania ilością i czasem przepływu materiałów użytkowane są dwa rodzaje kart [11]: karta produkcji (POK – Production Order Kanban) i karta zapotrzebowania (WK – Withdrawal Kanban). System pojedynczych kart Kanban zaprezentowano na rysunku 1. System ten operuje kartami, zwanymi kartami zamówień produkcyjnych Kanban. Jeżeli odległość między centrami obróbki jest niewielka, to używa się jest pojedynczego buforu pomiędzy centrami. Bufor ten, pracuje jako wyjściowy dla aktualnego centrum obróbki i jako wejściowy dla kolejnego. W momencie otrzymania zamówienia, przygotowywana karta Kanban zostaje wysyłana do bufora wejściowego, by zassać zleconą część. Następnie karta przekazana jest do bufora wejściowego i automatycznie zostaje przekazana do poprzedzającego centrum obróbki. Centrum to wytwarza liczbę zleconą w karcie Kanban i odsyła do bufora wyjściowego. Ostatecznie część jest przesłana do następnego centrum obróbczego, które wygenerowało kartę. W systemie jednokartowym Kanban, obydwa bufor: wyjściowy aktualnego centrum obróbki i wejściowy kolejnego są jednym i tym samym buforem.



Rys. 1. Jednokartowy system Kanban [12]

Dwukartowy system Kanban, operuje natomiast na dwóch różnych kartach. Jedną z nich jest zamówieniem produkcyjnym Kanban (POK) a kolejną to karta pobrania Kanban. Karta zamówienia produkcyjnego Kanban (POK) instruuje poprzedzające centrum obróbki o wymaganej liczbie. Karta pobrania Kanbana przekazuje informację do kolejnego centrum obróbki wskazując liczbę elementów do pobrania. Schemat dwukartowego systemu Kanban przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Dwukartowy system Kanban [12]

Karty Kanban w praktyce występują w wielu wersjach i odmianach (rys. 3), jednak na każdej z nich powinny być umieszczone następujące informacje [13]: nazwę i rodzaj części, wielkość partii, rodzaj i numer pojemnika, datę i godzinę wystawienia, miejsce wystawienia, miejsce wykonania części, wymagany czas dostawy.

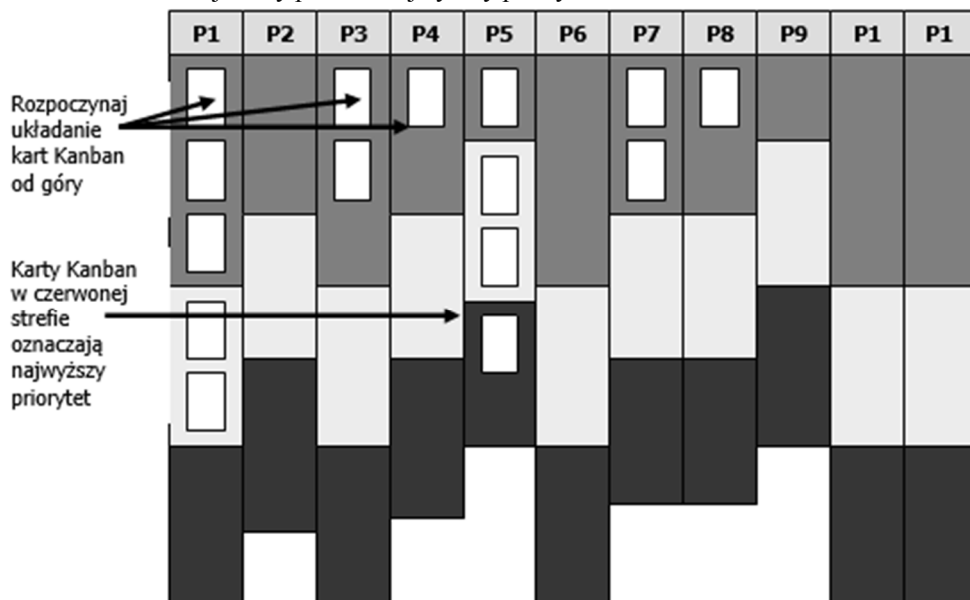
Nazwa Części	Oznaczenie Części	Numer Części	PLV 18 24
Plecy Virserum	PLV 18 24	18X24	
Miejsce Wytworzenia	Typ Pojemnika	Miejsce Użycia	
Kraft W2 410	600 x 400 x 270	Mała Linia W2 200	
Miejsce Składowania	Ilość	Miejsce Składowania	PLV 18 24
Supermarket Plecy	~180	Supermarket Mała Linia	

Nazwa Części	Oznaczenie Części	Numer Części	PAV 13 18
Passe-partout Virserum	PAV 13 18	13X18	
Miejsce Wytworzenia	Typ Pojemnika	Miejsce Użycia	
Gunar W3 300-312	400 x 300 x 270	Mała Linia W2 200	
Miejsce Składowania	Ilość	Miejsce Składowania	PAV 13 18
Supermarket Passe-partout	~350	Supermarket Mała Linia	

Rys. 3. Przykładowe karty Kanban

Jeżeli proces produkcji cechuje się długimi czasami przezbrajania, naturalną opcją jest tablica priorytetów Kanban (rys. 4). Wyświetla ona wszystkie produkty, które zaangażowane są w działanie. Dla każdego z nich liczba kart Kanban zaprezentowana jest na tablicy. Tablica jest zwykle kolorowa, z pasami zielonymi, żółtymi i czerwonymi namalowanymi dla wskazania hierarchii ważności. Kanban wiszący w strefie zielonej cechuje się niskim priorytetem, żółta strefa to wzrost priorytetu. Kanban w czerwonej strefie wskazuje, iż produkt jest pilnie potrzebny. Operator spoglądając na tablicę upoważniony jest do wyprodukowania partii pokrywającej czerwoną strefę. Jeśli jest więcej czasu - pokrywającej czerwoną oraz żółtą, lub jeśli jest jeszcze więcej czasu, strefę czerwoną, żółtą i zieloną. Karta

Kanban z czerwonej strefy posiada najwyższy priorytet.



Rys. 4. Tablica priorytetów Kanban

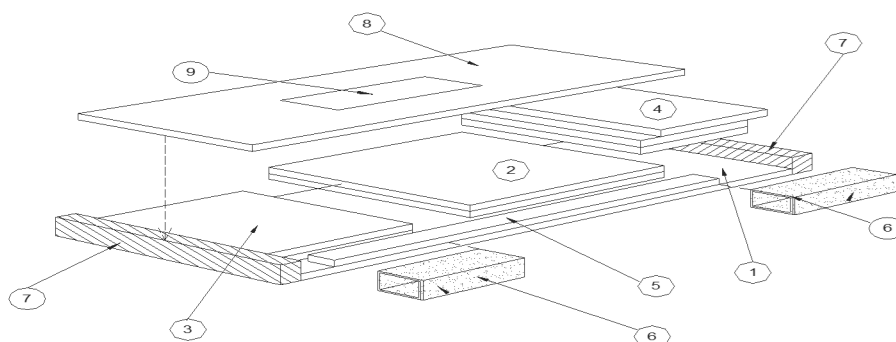
Kanban, ze względu na praktyczny brak narzucanych z góry ograniczeń, charakteryzuje się ogromną liczbą możliwości dostrajania, co wpływa także na skomplikowanie jego efektywnego wykorzystania. Podjęcie decyzji, od czego zacząć i co jest istotne w wielu przypadkach może być trudne i ze względu na możliwy brak szybkich efektów, widocznych zaraz po rozpoczęciu korzystania z Kanban, zaowocować porzuceniem tej koncepcji.

2. Projekt implementacji kart Kanban dla wybranej linii pakowania

2.1. Charakterystyka przedmiotu implementacji kart Kanban

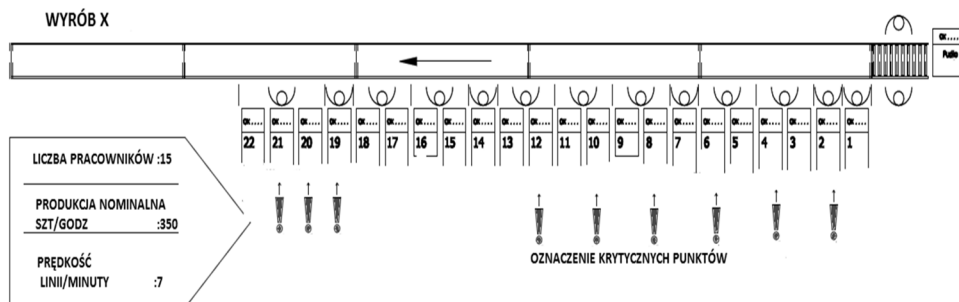
Współczesne meble tzw. płasko-pakowane (do samodzielnego montażu) to produkty zarówno proste jak i skomplikowane produkcyjnie. Mogą zawierać od 1 do kilkudziesięciu elementów, które przed dostarczeniem do klienta należy ułożyć spakować, w sposób który uniemożliwi utratę lub obniżenie jego własności. Przykładowy sposób pakowania pojedynczego wyrobu gotowego przedstawiono na rysunku 5.

Wraz ze wzrostem liczby elementów wyrobu gotowego rośnie poziom trudności związany z regularnym dostarczaniem poszczególnych składowych paczki na linię pakującą. Sprawy nie ułatwia kwestia, że każda z opisywanych części może mieć różne gabaryty. Może więc składać się małych elementów, takich jak łączyny, których liczba może dochodzić do kilkuset sztuk na palecie, jak i dużych gabarytowo elementów, których na jednej palecie jest tylko kilkanaście. Można więc łatwo wywnioskować, że dostawa np. wieńców górnych (dużych gabarytowo) na linię odbywa się znacznie częściej niż dostawy łączyn. Niezależnie jednak od gabarytów poszczególnych części składowych wyrobu gotowego niedostarczenie na czas którejkolwiek z nich powoduje przestój linii i straty wydajności.



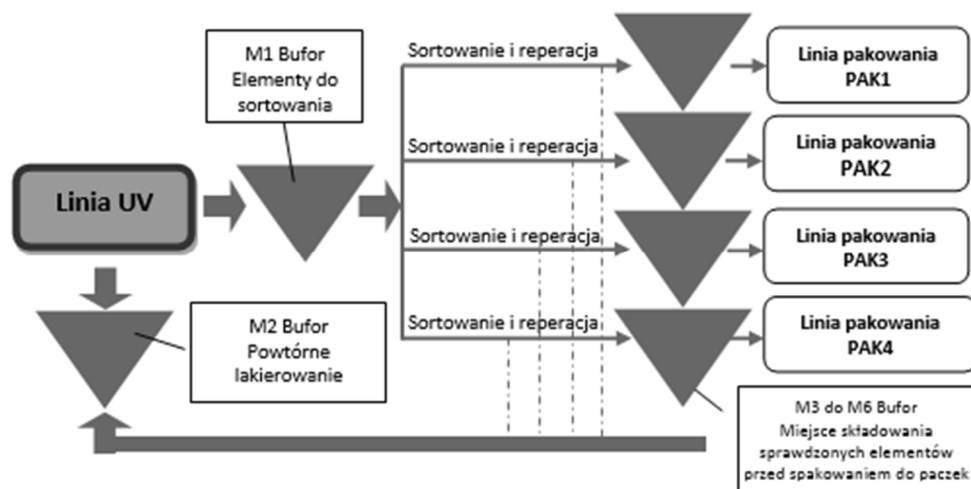
Rys. 5. Sposób ułożenia elementów wyrobu gotowego „X” w paczce

W przedsiębiorstwie będącym przedmiotem niniejszego artykułu linia pakowania wyrobów gotowych to transporter taśmowy o stałej prędkości posuwu, z możliwością jej regulacji w zależności od rodzaju produktu. Wzdłuż linii znajdują się numerowane miejsca paletowe, a na jej końcu znajduje się automatyczne urządzenie do etykietowania, sztaplowania, spinania taśmami, foliowania i przekazywania gotowej palety do magazynu (por. rys. 6).



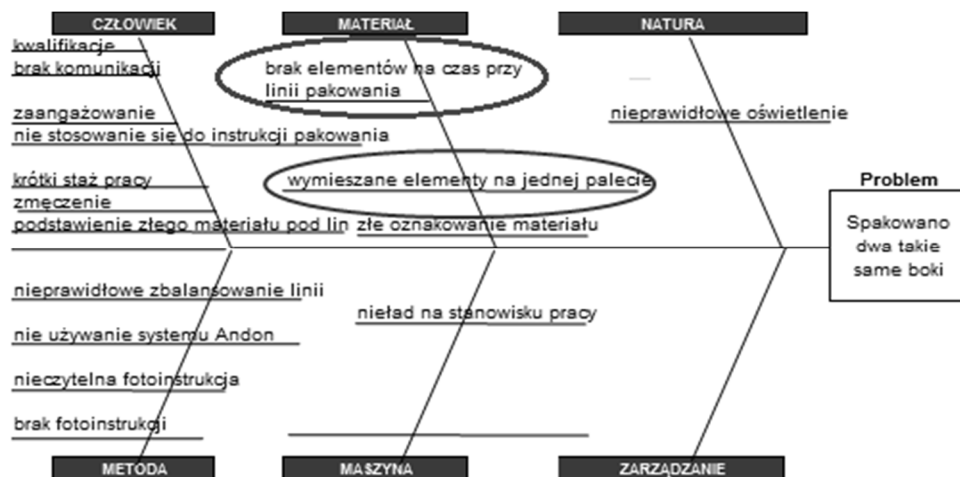
Rys. 6. Linia pakowania wyrobów gotowych

Elementy wyrobu gotowego wchodzą na linie pakowania z dwóch kierunków. Pierwszy to pobranie lakierowanych na linii UV elementów z buforu M1, następnie kontrola elementów i w przypadku stwierdzenia niezgodności przekazanie do naprawy – bufor M2 (jeśli taka możliwość techniczna jest) lub zatrzymanie konkretnej sztuki przez pracowników odpowiedzialnych za naprawę (rys. 7). Drugim jest dostarczenie gotowych elementów wyprodukowanych przez dostawców zewnętrznych, takich jak: boki, drzwiczki, łączyny, boczki i tyły szuflad.



Rys. 7. Schemat przepływu elementów i rozmieszczenia buforów

W związku z informacją z działu sprzedaży o dużej liczbie reklamacji klientów w przedsiębiorstwie przeprowadzono analizę w odniesieniu do przyczyn, których reklamacje te dotyczyły. Najczęściej powtarzającymi się przyczynami reklamacji klientów były: brak elementu w paczce lub spakowane dwa te same elementy (np. dwa lewe lub dwa prawe boki). Problem poddany został dalszej analizie (diagram Ishikawy i wykres Pareto), w wyniku której stwierdzono, że przyczynami pierwotnymi są: brak elementów na czas na linii pakowania oraz wymieszane elementy na jednej palecie (rys. 8).



Rys. 8. Diagram Ishikawy - przykład

Kolejnym problemem występującym na linii pakowania są przestoje. Głównym zadaniem opiekuna linii jest zapewnienie ciągłości jej pracy linii oraz kontrola krytycznych punktów wymuszających tworzenie bufora przed spakowaniem. Na podstawie zgromadzonych danych z sześciu miesięcy, obliczono udział procentowy czasu awarii zidentyfikowanych i

niezidentyfikowanych w zaplanowanym efektywnym czasie pracy linii pakującej. Czas trwania awarii niezidentyfikowanych (AN), obejmuje awarie transportera lub maszyny oraz awarie robota służącego do układania gotowych produktów na palecie.

$$AN = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{T_E} * 100\% = 0,9\% \quad (1)$$

gdzie: AN – wskaźnik procentowy niezidentyfikowanych przestojów linii pakowania,
 A_i – czas kolejnych niezidentyfikowanych awarii,
 T_E – zaplanowany czas efektywny.

Zaplanowany czas efektywny T_E w przedsiębiorstwie obliczany jest w sposób następujący:

$$T_E = T_T - (T_U + T_I + T_L + T_C) = 403.280s \quad (2)$$

gdzie: T_E – zaplanowany czas efektywny [s],
 T_T – czas teoretyczny (iloczyn liczby dni, zmian na dzień, sekund na zmianę),
 T_U – niezaplanowany czas pracy (unplanned time),
 T_I – brak zleceń (idle time),
 T_L – przerwa śniadaniowa (lunch break),
 T_C – sprząatanie.

Natomiast wskaźnik awarii zidentyfikowanych (AZ), zawiera: brak materiału do spakowania, dostrajanie podczas produkcji, krótkie przerwy spowodowane brakiem dostępności materiału zwane „mikro stopami”.

$$AZ = \frac{\sum_{i=1}^n (AM_i + AP_i + AS_i + AC_i)}{T_E} = 4,9\% \quad (3)$$

gdzie: AZ – wskaźnik procentowy zidentyfikowanych przestojów linii pakowania,
 AM – brak materiału,
 AP – zmiana liczby pracowników,
 AS – mikro przestoje,
 AC – zmiana ustawienia linii w czasie produkcji,
 T_E – zaplanowany czas efektywny.

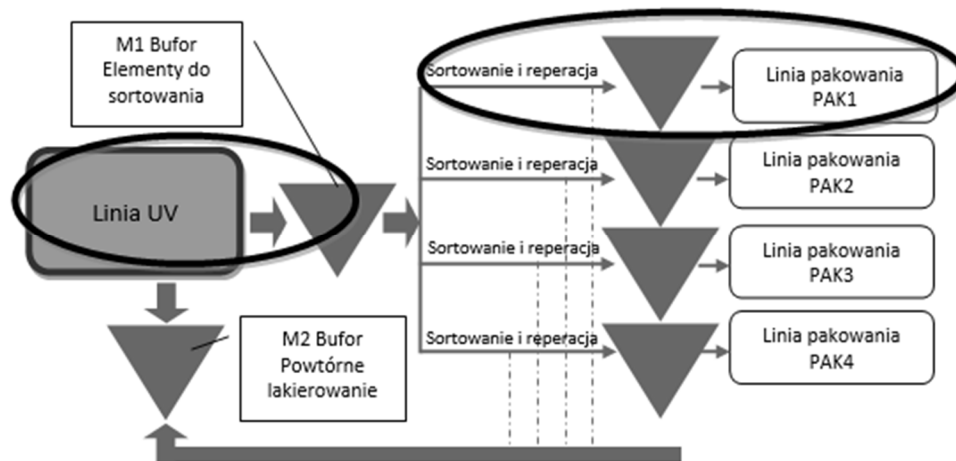
W planowaniu stosuje się efektywny czas przeznaczony na produkcję – jest to czas zredukowany o przestoje zaplanowane, takie jak: przerwy śniadaniowe, przebrojenia i sprząatanie. W analizie nie uwzględniono czasów planowanych konserwacji linii do pakowania, ponieważ z obserwacji danych zgromadzonych w przedsiębiorstwie wynika, że często jedna z czterech linii nie pracuje i służy do zapewnienia buforu dla kolejnej zmiany lub szybkiego przebrojenia z powodu braku produktów w toku.

Analizując wskaźniki, można odnieść wrażenie, że wskaźnik $AZ = 4,9\%$, nie stanowi obszaru do poprawy w przedsiębiorstwie. Natomiast uwzględniając sumę czasów awarii zidentyfikowanych i liczbę potencjalnie pakowanych paczek, gdzie czas taktu dla jednej paczki wynosi 15s (W) oraz przy założeniu średniej wartości produktu: 450PLN można zauważyć wymierne straty jakie ponosi przedsiębiorstwo.

$$\frac{T_E * AZ}{W} * 450 PLN = 592.200 PLN \quad (4)$$

2.2. Określenie obszaru

Proponowane wdrożenie kart Kanban zawężono do małego obszaru, czyli buforu elementów po barwieniu na linii UV, poprzez stoły do kontroli elementów i jednej z czterech linii do pakowania (rys. 9).



Rys. 9. Wyznaczenie obszaru wstępnej implementacji systemu Kanban

Początkowe wdrożenie metody tylko dla jednej linii należy również zawęzić do jednego prostego produktu, który zawiera mniej niż 10 elementów (rys. 5, tab. 2), co zachęci przedsiębiorstwo do kontynuacji i rozszerzenia działań dla wszystkich pakowanych wyrobów a w przyszłości w całym obszarze przedsiębiorstwa.

Tab. 2. Struktura ustawienia linii dla wyrobu X_1

Nr stanowiska	Element wyrobu	Liczba elementów w wyrobie	Liczba elementów na jednej palecie	Teoretyczna liczba dostarczenia palet na zmianę
00	A	1	500	6
01	B	1	41	74
02	C	2	110	55
03	D	2	165	36
04	E	3	220	41
05	F	1	660	5
06	G	2	150	40
07	H	2	1200	5
08	I	1	55	55
09	J	1	1000	3

2.3. Przygotowanie i wdrożenie kart Kanban

Zespół wdrożeniowy pracowników powinien zawierać specjalistów, takich jak: technolog odpowiedzialny za obszar lakierni, kierownik wydziału lakiernia, planista produkcyjny, pracownik utrzymania ruchu, kierownik wydziału pakowni, mistrzowie z wydziałów pakowni i lakierni, brygadziści pakowni. Spośród początkowego zespołu należy wyłonić liderów zespołu (zaleca się mistrzów pakowni i lakierni) oraz osobę, której zadaniem będzie nadzór nad przebiegiem implementacji Kanban a docelowo zostanie liderem całego projektu. Dobrym wyborem będzie wyznaczenie jednego z brygadzystów wydziału pakowania, ponieważ jest to osoba o szerokich umiejętnościach organizatorskich i logistycznych. Dodatkowym atutem takiego wyboru jest utrzymywanie dobrego kontaktu z pracownikami produkcyjnymi, co może dodatkowo zachęcić do większego zaangażowania. Nie zaleca się wyboru mistrza na takie stanowisko ponieważ liczba zleconych zadań będzie ograniczać jego podstawowe obowiązki jakimi są wykonanie planu produkcyjnego oraz nadzór i ewidencja zespołu pracowników. Poszerzenie zakresu odpowiedzialności stanie się czynnikiem demotywującym (większy zakres obowiązków), natomiast ustanowienie nowego stanowiska dla brygadzysty będzie czynnikiem motywującym i twórczym.

Implementacja projektu powinna przebiegać według ściśle określonych etapów:

Etap 1 – Identyfikacja danych wejściowych. Na tym etapie konieczne jest określenie i zrozumienie procesu i przepływu materiału. Dane wejściowe to pojedyncze operacje, czas obróbki, wydajność materiałowa, rozmieszczenia buforów.

Etap 2 – Rozpoczęcie pracy od końcowego kroku w procesie oraz wykorzystanie czasu taktu i czasu cyklu każdego kroku do obliczenia optymalnego rozmiaru i liczby wymaganych kart Kanban. Końcowy etap w opisywanym procesie to ułożenie wyrobu gotowego na palecie. Dane wejściowe to częstotliwość z jaką produkty opuszczają linię pakowania, liczba produktów na palecie, dodatkowe materiały takie jak, przekładki stabilizujące oraz wszystko to, co niezbędne jest dla otrzymania jednostki paletowej.

Etap 3 – Identyfikacja i oznaczenie palet z materiałem dla wyrobu X1. Jest to szczegółowe rozplanowanie planu rozmieszczenia materiałów na linii, wraz ze średnią liczbą elementów na palecie oraz liczbą potrzebną dla jednego kompletu wyrobu gotowego. Należy również jasno i czytelnie oznaczyć miejsca paletowe oraz rodzaj przetrzymywanych elementów.

Etap 4 – Przygotowanie kart Kanban. Karty powinny być widoczne, jasne i proste. Należy rozpoczynać od dużej liczby kart Kanban i stopniowo redukować ją, gdy nabierze się zaufania do systemu; Początkowo tworzy się karty Kanban dla każdego miejsca paletowego, co pozwoli na płynną pracę podczas testów i ułatwi zmiany rozstawienia operatorów przy linii pakowania. Po ustabilizowaniu rozmieszczenia pracowników, należy pogrupować stanowiska paletowe jako stanowiska robocze, przypisane odpowiednio do każdej osoby pakującej bezpośrednio na linii.

Etap 5 – Oznaczenie miejsc na podłodze lub miejsc pracy, gdzie wysyłane będą pełne i puste Kanbany. W opisywanym przypadku sprawa jest uproszczona, gdyż linia powinna być oznaczona wyraźnie przed rozpoczęciem prac z metodą Kanban. Nie należy również, pomijać kwestii buforów po stanowiskach sortowania i napraw, gdyż do tej pory praca tego obszaru była wynikiem transportu elementów bezpośrednio z linii lakierniczej.

Etap 6 – Zapewnienie łatwości i bezpieczeństwa przemieszczania kart Kanban.

Ergonomia i łatwość transportu, pobierania i wysyłania kart Kanban jest warunkiem *sine qua non*. Zagubienie kart, nie dotarcie do punktu przeznaczenia stopuje system, utrudnia identyfikację materiału oraz zapotrzebowanie na niego.

Etap 7 – Szkolenie pracowników. Jest to etap, od którego zależy powodzenie procesu

wdrażania systemu. Szkolenie jednorazowe jest niewystarczające. Dokładne zrozumienie przebiegu procesu oraz szkolenia uzupełniające są warunkiem koniecznym [5].

Etap 8 – Wprowadzenie systemu. Etap ten nie może być realizowany jeżeli etapy 1-6 nie zostały ukończone a poziom zrozumienia etapu 7, nie osiągnął stopnia zadowalającego.

Etap 9 – Dokładne monitorowanie postępu i szybka reakcja na braki równowagi. Jak w każdym systemie, założenia początkowe nie muszą być identyczne z procesem końcowym. System to żywy organizm, który musi ewoluować wraz ze zmianami czynników środowiskowych. W opisywanym przypadku najczęstszą przyczyną konieczności wprowadzania zmian będą: zmiana liczby pracowników oraz korekta struktury produktu (wynikająca z adaptacji konstrukcyjnych czy zmian w sposobie pakowania).

2.4. Wnioski

Przedstawiony schemat wdrożenia systemu Kanaban nie należy do najkrótszych. Metoda ta została wykorzystana do wdrożenia w przedsiębiorstwie produkcyjnym i przyniosła sukces podwyższając efektywność linii pakujących. Zaangażowanie w proces kilkudziesięciu osób wymagało podejścia systemowego, a przede wszystkim odpowiedniego czasu na edukację pracowników, bo tylko zrozumienie założeń pozwala na pełną implementację. Właściwe rozłożenie zaplanowanego czasu powinno zakładać minimum 80% czasu na szkolenia podstawowe i uzupełniające.

3. Podsumowanie

Metoda Kanban w tego typu przedsiębiorstwach bardzo często jest odrzucana z powodu ilości czasu jaki należy poświęcić na początku projektu. Z tego też powodu zastępują ją rozwiązania realizowane w systemach MRP. Te z kolei nie są na tyle elastyczne i przyjazne dla użytkownika, żeby mogły zapewnić eliminację drobnych przestojów, zapewnić dobrą komunikację i usprawnić logistykę. Kanban jest rozwiązaniem uniwersalnym i logicznym. Karty Kanban są czytelne, łatwe w obsłudze i jednoznaczne. Głównym problemem podczas implementacji jest podtrzymanie i zrównoważenie systemu. Doświadczenie przedsiębiorstwa wskazuje iż podstawowymi zasadami, których należy przestrzegać są:

- prawidłowo zidentyfikować obszar, w którym zastosowanie systemu jest konieczne;
- jeżeli obszar zawiera równoległe wykonywane operacje realizujące więcej niż jeden cel (produkt), ograniczyć się do jednego z nich;
- oprzeć system odpowiedzialności na nadzorcach niższego szczebla (brygadziści), co będzie czynnikiem motywującym;
- przeprowadzić cykl szkoleń – rekomendowane gry systemowe;
- weryfikować i wprowadzić cykl szkoleń odświeżających;
- zweryfikować efektywność wprowadzonych zmian na podstawie analizy wskaźnika AZ.

Określenie prawidłowego procesu wdrożenia systemu Kanban oraz konsekwentne jego realizowanie zapewnia stabilność przepływu materiału, zmniejsza koszty pracy w toku, a przede wszystkim redukuje efekt nadprodukcji.

Literatura

1. Anderson D.J.: Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Blue Hole Press, 2010.

2. Jasiulewicz-Kaczmarek M.: Role and contribution of maintenance in sustainable manufacturing. 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, 2013 in N. Bakhtadze, K. Chernyshov, A. Dolgui, V. Lototsky, (eds.), Series Title: Manufacturing Modelling, Management, and Control, Vol. 7, Part 1, Publisher: International Federation of Automatic Control, 2013, s. 1146-1151.
3. Domingos B.S.M., Ribeiro R.B., Medeiros de Barros J.G., Antônio Henriques de Araújo Júnior A., Sabbadini F.S.: Process Improvement and Reorganization of Kanban Inventory in an Industry of Machinery and Equipment: A Case Study. *Journal of Mechanical Engineering and Automation* 2014, 4(2), s. 49-54.
4. Jasiulewicz-Kaczmarek M., Drożyner P.: Maintenance Management Initiatives towards Achieving Sustainable Development. In: Golinska P. et al. (eds.): *Information Technologies in Environmental Engineering Environmental Science and Engineering*, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2011, s. 707-721.
5. Kourí I.A., Salmimaa T.J., Vilpola I.H.: The principles and planning process of an electronic kanban system. 19th International Conference on Production Research.
6. Smuśkiewicz P., Starzyńska B.: Doskonalenie organizacji procesu przebrojeń maszyn. *Inżynieria Maszyn*, R. 18, z. 1, 2013, s. 97- 108.
7. Brah S.A., Chong W.K.: Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research* 42(12), 2004, s. 2383–2401.
8. Stuchly V., Jasiulewicz-Kaczmarek M., Maintenance in sustainable manufacturing, *LogForum* 10 (3), 2014, s. 273-284.
9. Gawlik J., Plichta J., Świć A.: *Procesy produkcyjne*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2013, s. 293.
10. Apreutesei M., Arvinte I.R.: Application of kanban system formanaging inventory. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, Vol. 3 (52), 2010, s. 161 – 166.
11. Brzeziński M. (red.): *Organizacja i sterowanie produkcją*. Agencja Wydawnicza Placet Warszawa, 2002, s. 458.
12. Pranati Sahu: *A Simulation Study of Kanban Levels for Assembly Lines and Systems*. Arizona State University, August 2012.
13. Banaszak Z., Kłos S., Mleczo J.: *Zintegrowane systemy zarządzania*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2011, s.82-83.

Dr inż. Piotr LUBIŃSKI

Wydział Finansów i Bankowości w Poznaniu
 Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu
 61-874 Poznań, al. Niepodległości 2
 tel./ fax (61) 655 33 33 / (61) 655 32 27
 e-mail: Piotr.lubinski@wsb.poznan.pl

Mgr Katarzyna SZWEDZKA

Wydział Inżynierii Zarządzania
 Politechnika Poznańska
 60-965 Poznań, Plac Marii Skłodowskiej-Curie 5
 Tel./fax (61) 665 33 74 / (61) 665 33 75
 e-mail: Katarzyna.szwedzka@gmail.com