

Zbigniew WIŚNIEWSKI, Sławomir KOLASIŃSKI  
Politechnika Łódzka  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki  
zbigniew.wisniewski@p.lodz.pl

## **REKONFIGURACJA SYSTEMU WYTWÓRCZEGO Z POMOCĄ MAPOWANIA STRUMIENIA WARTOŚCI – STUDIUM PRZYPADKU**

**Streszczenie.** W niniejszym opracowaniu przedstawiono analizę procesu wytwórczego w celu zidentyfikowania źródeł marnotrawstwa. Wynika ona z konieczności usprawnienia procesów produkcyjnych w przedsiębiorstwie produkcyjnym średniej wielkości. W artykule zostanie przedstawione studium przypadku, w którym podjęto próbę skrócenia czasu wytwarzania. Zastosowano podejście Lean Management i metodę mapowania strumienia wartości.

**Słowa kluczowe:** Lean Manufacturing, mapowanie strumienia wartości

## **RECONFIGURATION OF MANUFACTURING PROCESS USING VALUE STREAM MAPPING – A CASE STUDY**

**Abstract.** The article presents an analysis of the manufacturing proces in order to identify wastes This results from the necessity to improve manufacturing processes in a medium-size company. The article includes a case study in which an attempt to reduce the production cycle was made. Lean Management approach and VSM method were used.

**Keywords:** Lean Manufacturing, value stream mapping

## 1. Wstęp

Naturalnym dążeniem przedsiębiorstw jest chęć usprawniania procesów produkcyjnych. Usprawnienia mogą dotyczyć wielu aspektów wytwórczych. Firmy, które pragną konkurować na rynku, zarówno lokalnym, jak i globalnym, muszą w ciągle szukać oszczędności w procesach wytwórczych. Jedną z metod, które dają duże możliwości wykorzystania potencjału usprawnień firmy, jest Lean Manufacturing (LM). Podejście to jest metodą zarządzania, która umożliwia udział wszystkich członków przedsiębiorstwa w ciągłym eliminowaniu marnotrawstwa, poprzez tworzenie w organizacji odpowiedniej kultury pracy. Metoda ta pozwala jednocześnie skrócić czas realizacji, obniżyć koszty, podnieść poziom jakości oraz utrzymać zaangażowanie załogi. Zastosowanie LM powinno prowadzić do stanu, w którym wszystkie zasoby znajdują się we właściwym miejscu i we właściwym czasie.

## 2. Metoda mapowania strumienia wartości

W celu zidentyfikowania przyczyn powstania problemów, jakimi są marnotrawstwo i zbyt długi czas realizacji zamówień, dokonano mapowania strumienia wartości. Zaletą metody mapowania strumienia wartości jest nie tylko możliwość wglądu w procesy przeprowadzane w przedsiębiorstwie, ale również analiza procesu od samego początku, gdzie odbywa się dostawa surowców, aż do etapu końcowego, przez który rozumie się dostawę na rzecz klienta. Wykorzystując tę metodę, monitoruje się cały proces, a nie tylko poszczególne jego elementy. Jako etapy projektowania procesu wytwórczego wyróżnić można<sup>1</sup>:

- określenie oczekiwań odbiorcy ostatecznego efektu procesu; w fazie tej określa się: późniejszą przydatność produktu finalnego, najbardziej użyteczne dla klienta charakterystyki efektu finalnego, czy i w jaki sposób można osiągnąć ten efekt z zastosowaniem alternatywnych rozwiązań i jednocześnie zwiększyć zadowolenie klienta, docelowe grupy klientów, poziom oceny dokonanej przez odbiorców dotychczasowego procesu;
- projektowanie procesu spełniającego oczekiwania klientów; nowo zaprojektowany proces musi w jak największym stopniu zwiększać potencjał przydatności dla odbiorcy;
- określenie materiałów wejściowych do procesu oraz dostawców tych zasileń.

---

<sup>1</sup> Lewandowski J., Skołod B., Plinta D.: Organizacja systemów produkcyjnych. PWE, Warszawa 2014, s. 201.

Głównymi zaletami mapowania strumienia wartości są<sup>2</sup>:

- obrazowanie więcej niż zakresu pojedynczego procesu produkcyjnego – dzięki niemu dostrzegalny jest przepływ;
- uwidacznianie marnotrawstwa, co umożliwia dotarcie do jego źródeł;
- połączenie koncepcji i technik LM, co pozwala na uniknięcie podejmowania przypadkowych decyzji;
- ułatwianie dostrzeżenia związku pomiędzy przepływem materiałów a przepływem informacji;
- ułatwianie szczegółowego opisu sposobu realizacji pracy w przedsiębiorstwie, w celu stworzenia warunków dla przepływu.

### 3. Środowisko i analiza problemu

#### 3.1. Przedsiębiorstwo produkcyjne

Przedsiębiorstwo, w którym przeprowadzono analizy, zajmuje się produkcją wyrobów metalowych. Podstawowymi procesami technologicznymi są: spawanie, lutowanie w piecu tunelowym, lakierowanie proszkowe z przygotowaniem powierzchni, montaż elektryczny.

W firmie funkcjonują trzy magazyny, które podzielono według przeznaczenia: magazyn wyrobów gotowych, magazyn materiałów produkcyjnych oraz magazyn surowców wykorzystywanych w procesach produkcyjnych.

Magazyn wyrobów gotowych jest konstrukcją wysokiego składowania. Surowce stosowane w produkcji przechowywane są w odrębnym magazynie, który usytuowany jest w bliskim sąsiedztwie z maszynami przygotowania produkcji, tj. piłami taśmowymi, przecinarką laserową, giętarkami. Do transportu surowców używana jest suwnica, którą umieszcza się w magazynie i która swoim zasięgiem obejmuje całą powierzchnię magazynu. Za pomocą suwnicy surowce przekazywane są na stanowiska maszyn przygotowania produkcji. Wszystkie materiały składa się w trzecim magazynie, który znajduje się na terenie magazynu wyrobów gotowych na wydzielonym i oznaczonym terenie. Transport w obszarach produkcji dokonywany jest za pomocą ręcznych wózków, którymi przemieszczane są pojemniki z materiałami oraz półproduktami. Za pomocą tych wózków odbywa się również transport wyrobów poddawanych kolejnym etapom obróbki, według procesów technologicznych.

Planowanie produkcji w analizowanym przedsiębiorstwie opiera się głównie na zamówieniach klientów. Jednakże, w przypadku dysponowania mocami produkcyjnymi, plan

---

<sup>2</sup> Rother M., Shook J.: Naucz się widzieć. Eliminacja marnotrawstwa poprzez mapowanie strumienia wartości. The Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław 2009, s. 4.

zakłada również produkcję „na magazyn”. Asortyment ten jest starannie dobierany i dotyczy głównie wyrobów mocno rotujących. Ustalono również, że w firmie nie wdrożono do tej pory narzędzi LM, które wspierałyby proces planowania i przepływu wyrobów.

### 3.2. Mapowanie strumienia wartości – analiza

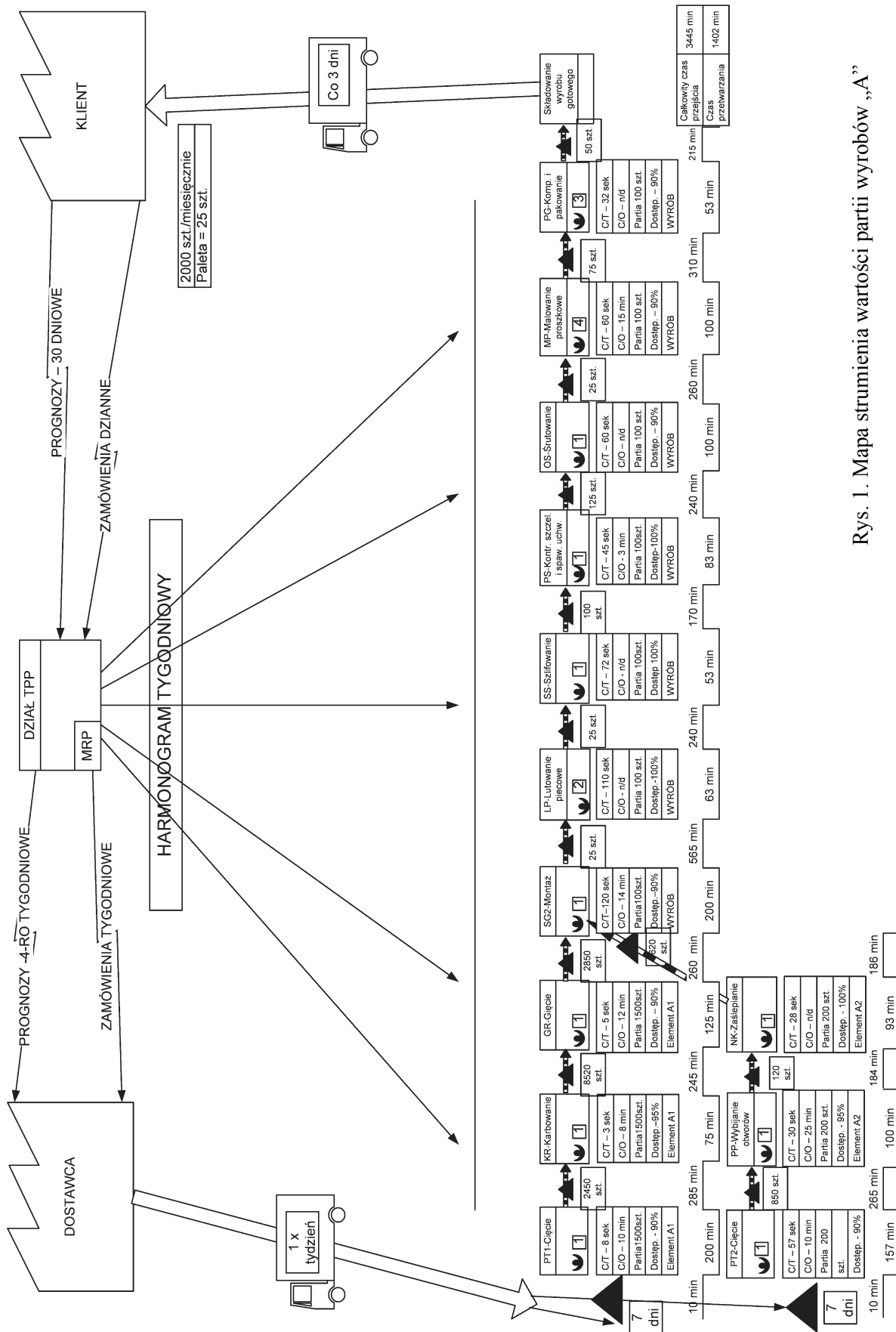
W celu uchwycenia marnotrawstwa występującego w procesie produkcyjnym przeprowadzono mapowanie strumienia wartości. Mapa nie została stworzona z udziałem wszystkich występujących detali produkowanych w badanym przedsiębiorstwie. Ograniczono się w tym przypadku do jednego produktu, w jednym rozmiarze oraz w jednym kolorze – wybrano wyrób, który występuje w grupie najbardziej rotującej. Dodatkowo istotnym czynnikiem jest fakt, że ów wyrób jest sprzedawany w systemie codziennych wysyłek do centralnego magazynu klienta. Tworząc mapę strumienia wartości, otrzymuje się informację, które obszary mapowanego procesu należy usprawnić i w których obszarach należy wyeliminować marnotrawstwo.

Na rys. 1. przedstawiono przebieg procesu produkcyjnego wybranego wyrobu „A” w liczbie 100 szt. Sterowanie procesem produkcyjnym realizowane jest z poziomu działu Technicznego Przygotowania Produkcji (TPP). W tym celu stosowany jest system MRP, za pomocą którego tworzy się tygodniowy harmonogram realizacji zleceń produkcyjnych. Wykorzystując informacje dostarczone przez MRP, realizowane jest również planowanie zakupów w okresie tygodniowym. Jednak nie jest to jedyny sposób zamawiania materiałów i surowców. Zakupy realizowane są również na podstawie otrzymanych informacji z przeprowadzanych prognoz 4-tygodniowych.

Głównym systemem sterowania produkcją, który wykorzystuje się w firmie, jest system „pchania”. Polega on na produkowaniu detali na poszczególnych stanowiskach i ich przekazywaniu dalej, aż do przekazania go do magazynu wyrobów gotowych. Oparty jest on głównie na wpływających zleceniach klienta i prognozach w 4-tygodniowym okresie. Taki mieszany sposób powoduje wzrost zapasów wyrobów gotowych w magazynie. Zapasy te wielokrotnie „leżakują” na półkach powyżej 1 miesiąca, co jest marnotrawstwem. W przedstawionych rozważaniach nie będzie przeprowadzana analiza poziomów liczby wyrobów gotowych w magazynie. Głównym obszarem dociekań jest ograniczenie powstawania nadmiarów na etapie planowania oraz produkcji. W tym obszarze badano przyczyny powstawania marnotrawstwa.

Pominięto przeprowadzenie analiz na etapie magazynowania materiałów i surowców, ponieważ po wprowadzeniu zmian w obszarze produkcji dotyczących gospodarki materiałowej zostaną wymuszone odpowiednie działania w sposobie realizacji zakupów. Zwrócono jedynie uwagę na przepływ materiałów w obszarze produkcji.

# Rekonfiguracja systemu wytwórczego...



Rys. 1. Mapa strumienia wartości partii wyrobów „A”

Całkowity czas przejścia wyrobu przez proces produkcyjny, od momentu pobrania surowca, poprzez pierwszą operację, aż do momentu przekazania go do magazynu wyrobów gotowych, wynosi 3445 min., natomiast czas przetwarzania wynosi 1402 min. Czasy te określono na podstawie faktycznego przepływu partii produkcyjnej przez wszystkie stanowiska uczestniczące w procesie. Jak można zauważyć, czas przetworzenia jest 2,5-krotnie krótszy od całkowitego czasu przejścia. Wynika to stąd, że praktycznie we wszystkich przypadkach kolejne elementy są przekazywane na następne stanowisko dopiero po wykonaniu całej partii. Przyczynia się to do wydłużenia czasu realizacji zlecenia. Elementem, który determinuje ten stan, jest stosowany system produkcji „push”.

Obserwacji poddano również zjawisko powstawania zapasów pomiędzy stanowiskami. W wielu przypadkach wynika ono z różnic w wydajności stanowisk produkcyjnych.

Analizę przepływu elementów wyrobu podzielono na trzy składowe. Pierwszą składową są półwyroby „A1”, które przechodzą przez stanowiska przygotowania produkcji aż do momentu montażu w wyrób surowy. Drugim elementem składowym jest „A2”, który również wytwarzany jest w strefie stanowisk przygotowania produkcji i przekazywany do montażu. Na stanowisku SG1 dokonywany jest montaż wyrobu, z użyciem wcześniej opisanych półproduktów. Od tego stanowiska obserwuje się już tylko przepływ wyrobu w postaci surowej. Produkt jest dalej przekształcany na kolejnych stanowiskach, poprzez między innymi lutowanie, śrutowanie oraz lakierowanie proszkowe, aż do pakowania i przekazania jako wyrób gotowy do magazynu.

Cały przepływ wyrobu poddano analizie pod względem trzech głównych procesów, do których należą: przetwarzanie, składowanie oraz transport.

Składowanie półwyrobów i wyrobów ma miejsce 21 razy. Głównie umiejscowione jest w obrębie stanowisk, w postaci pól odkładczych przed przetworzeniem i po przetworzeniu. Łączny czas przebywania na polach odkładczych elementów wynosi powyżej 25 h, a suma elementów półwyrobów i wyrobów przetwarzanych wynosi 14 970 szt.

Proces transportu dzieli się na dwa rodzaje. Pierwszym jest fizyczne przemieszczanie wykonanych przedmiotów między stanowiskami, które odbywa się przeważnie za pomocą wózków po zakończeniu serii produkcyjnej. Z kolei drugim rodzajem transportu jest transporter łańcuchowy, który przemieszcza zawieszony wyrób ze stałą prędkością. Transportery te wykorzystywane są na dwóch stanowiskach: śrutowania i lakierowania proszkowego. Czas całego transportu określony jest długością linii, podyktowaną wymogami technologicznymi. Łączna odległość, jaką półwyroby i wyrób musi pokonać, wynosi ok. 350 m. Odbywa się to w czasie niespełna 7 h, a liczba miejsc występowania procesu transportu wynosi 13. Ostatnim procesem jest przetwarzanie. Proces ten odbywa się na 12 stanowiskach i pochłania powyżej 20 h z całkowitego czasu przepływu, który w przypadku badanego wyrobu liczy 52,84 h.

Podobną analizę przeprowadzono dla drugiego wyrobu tego samego typu. Odpowiednio: składowanie w całym przepływie występuje 23 razy, a czas przebywania detali na polach odkładczych wynosi powyżej 29 h. Podobnie jak w przypadku wyrobu „A” występuje znaczna nadprodukcja na poszczególnych stanowiskach, w łącznej liczbie prawie 14 000 sztuk. Czynności transportowe odbywają się 14 razy, a droga, jaką przy przepływach należy pokonać, wynosi powyżej 400 m. Czas, jaki jest potrzebny, aby wszystkie składowe wyroby przeszły cały etap produkcji, wynosi 7,26 h. Ostatnim procesem zbadanym w przepływie tego wyrobu jest przetwarzanie, czyli czynności związane bezpośrednio z dodawaniem wartości wyrobowi. Analiza wykazała, że wyrób poddany jest przetwarzaniu ok. 23 h, z wykorzystaniem 13 stanowisk uczestniczących w tym właśnie procesie.

### 3.3. Ocena

Z przeprowadzonej analizy procesu z wykorzystaniem mapowania strumienia wartości wynika, że w przedsiębiorstwie głównymi problemami są: nadprodukcja, zapasy oraz transport. Podczas całego procesu produkcyjnego detale są przetwarzane, w zależności od typu, na 12 lub 13 stanowiskach, gdzie do wyrobu jest dodawana wartość. Czas przetwarzania stanowi ok. 30% całego czasu, jaki jest potrzebny do realizacji partii produkcyjnej. Pozostały czas jest zużywany na procesy transportowe oraz składowania.

Czas składowania, jaki został stwierdzony podczas badania, jest zdecydowanie zbyt długi. Taki stan rzeczy wiąże się głównie z faktem, że elementy partii oczekują przy stanowisku, aż do zakończenia całego zlecenia. Jak zauważono, pracownik realizuje zlecenia w zbyt dużych partiach, w efekcie czego czas zbędnego oczekiwania znacznie się wydłuża. Kolejne stanowisko otrzymuje detale dopiero po zakończeniu partii, więc zdarza się, że występują czasowe postoje stanowisk z powodu braku dostarczania detali na czas. Takie zjawisko powoduje wydłużenie całkowitego czasu realizacji, a z punktu widzenia koncepcji LM jest marnotrawstwem, gdyż nie dodaje wartości do wyrobu.

Jak zauważono, w całym przepływie występują stanowiska, gdzie ma miejsce nadprodukcja względem innych stanowisk. Nadprodukcja z kolei powoduje konieczność tworzenia i utrzymywania zbędnych zapasów, co również jest marnotrawstwem. Sytuacja ta wynika z planowania w systemie pchania, opartym głównie na prognozowaniu i przewidywaniu przyszłych zamówień. Obecnie stosowane praktyki, polegające na tworzeniu pól odkładczych przed przetwarzaniem oraz po przetworzeniu w obrębie stanowiska, również przyczyniają się do powstawania zbędnych zapasów.

Trzecim procesem przyczyniającym się do marnotrawstwa jest transport. W badanym procesie realizowany jest odpowiednio 12 lub 13 razy. Łączna długość, jaką musi przebyć półwyrób lub wyrób, szacuje się w przedziale od 350 m do 410 m. Jest to tylko odległość przemieszczania elementów pomiędzy kolejnymi stanowiskami, z wyłączeniem transportu

związanego z przetwarzaniem, np. lutowaniem piecowym, lakierowaniem proszkowym. Należy również zwrócić uwagę na długi czas, jaki jest potrzebny na przemieszczanie, który wynosi ok. 7 h. Tak długi czas transportu wynika z dużych odległości pomiędzy stanowiskami oraz ich złego usytuowania. Wynika to z faktu, że stanowiska nie zawsze rozmieszczone są zgodnie z tokiem produkcji. Śledzenie przepływu procesu transportowego wskazuje na liczne przecinanie się dróg transportowych, co w niektórych przypadkach doprowadza do konfliktu.

### 3.4. Przyczyny

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że głównymi problemami, występującymi w obszarze produkcji, są między innymi:

- długi czas realizacji zamówienia,
- nadprodukcja,
- zapasy,
- transport,
- oczekiwanie.

Zestawienie w tabeli 1 obrazuje znaczną część problemów, z jakimi spotyka się na co dzień analizowany zakład produkcyjny.

Tabela 1

Zestawienie problemów zidentyfikowanych podczas przeprowadzonych badań

Lp.	Wyszczególnienie problemów	Identyfikacja przyczyn powstania problemów
1.	Zbyt długi czas oczekiwania klienta na realizację zamówień	- zbyt duże serie produkcyjne - czas oczekiwania na przetwarzanie - brak ustalonych priorytetów w realizacji zleceń - brak wystarczającego nadzoru nad procesem
2.	Nadprodukcja	- planowanie wg tygodniowego planu produkcji - zastosowanie systemu pchania z wykorzystaniem MRP - produkcja na zapas - niebilansowane stanowiska produkcyjne
3.	Zapasy na produkcji	- duża liczba pól odkładczych - produkcja na zapas - dużo miejsc składowania materiałów - brak metody identyfikującej potrzeby
4.	Zbyt długi transport	- duża odległość między stanowiskami - rozmieszczenie maszyn niezgodne z przebiegiem procesu
5.	Oczekiwanie na przetwarzanie kolejnych stanowisk produkcyjnych	- opóźnienia z dostępnością elementów między stanowiskami - długi czas montażu i kompletacji na stanowiskach montażowych - awarie maszyn i urządzeń
7.	Dokumentacja produkcyjna w postaci kart pracy	- karty pracy ze zleceniami, określające kolejność realizacji w danym dniu - brak ustalonych reguł kolejności wykonywania zleceń
8.	Opóźnienia w realizacji zamówień	- błędne czasy technologiczne przyjęte do planowania - sprzeczne informacje o kolejności wykonywania zleceń



cd. tabeli 1

9.	Brak materiału na czas	- zły przepływ informacji dotyczący tego co i kiedy jest potrzebne - wadliwy materiał
10.	Niska świadomość pracowników dotycząca przebiegu procesu	- częsta rotacja personelu - brak szkoleń - brak motywowania ze strony kadry zarządzającej

Źródło: Opracowanie własne.

### 3.5. Rozwiązanie

Celem projektu jest zmiana sposobu sterowania produkcją, z zastosowaniem metod i narzędzi LM. Do momentu wprowadzania zmian sterowanie odbywało się w systemie *push*, z zastosowaniem harmonogramu produkcji. Planowanie potrzeb materiałowych realizowane było za pomocą systemu MRP. Jednak, jak wykazano, takie planowanie i sterowanie produkcją nie przynosiło pożądanego efektu. Plan produkcji tworzony przez planistę, na podstawie czasów technologicznych, wielokrotnie okazywał się nie do zrealizowania. Przez takie sytuacje tworzyły się opóźnienia oraz powstawał chaos w procesie produkcji, w efekcie czego sterowanie zaczęło odbywać się w sposób ręczny, często bez planowania. Takie sterowanie powodowało znaczną nadprodukcję oraz powstawanie zapasów pomiędzy stanowiskami lub częste oczekiwanie na przetwarzane elementy. Elementami negatywnymi, które zostały potwierdzone w badaniach i analizach, były: długi okres realizacji zleceń, nadprodukcja, zapasy, oczekiwanie na element uczestniczący w przepływie.

Na podstawie zebranych informacji i przeprowadzonych badań oraz analiz zdecydowano się wprowadzić zmianę w procesie planowania i sterowania produkcją poprzez wykorzystanie narzędzia, jakim jest Kanban oraz zmianę systemu z *push* na system mieszany *pull*. Kolejne zamówienia składane przez klienta mogą różnić się wariantem pod względem koloru oraz sposobu pakowania. Dodatkowo wyroby mają duże gabaryty, a czas ich składowania mógłby być długi. Uznano więc, że przechowywanie wyrobów w supermarkecie wyrobów gotowych będzie niezasadne. Zdecydowano więc, że informacje z działu planowania produkcji będą przekazywane na 2 stanowiska montażu, ponieważ tam po raz pierwszy pojawia się duża liczba wariantów o dużych gabarytach. Kolejne stanowiska połączone zostaną w strumień za pomocą kolejek FIFO. Supermarket zostanie usytuowany przed stanowiskami montażu. Do zarządzania planowaniem wykorzysta się system Kanban, jak przedstawiono na rysunku 2.

Kanban przyczyni się w dużej mierze do ograniczenia nadprodukcji oraz zapasów poprzez prawidłowy przepływ informacji i elementów wyrobów. Dzięki temu usprawnieniu produkcja realizuje wyroby we właściwej ilości oraz we właściwym czasie. Kanban jest jednym z głównych narzędzi w koncepcji LM, które ogranicza marnotrawstwo w postaci nadprodukcji.

Ważnym elementem w procesie produkcyjnym, mającym duży wpływ na marnotrawstwo powstające w trakcie przepływów, jest również alokacja stanowisk produkcyjnych, czyli

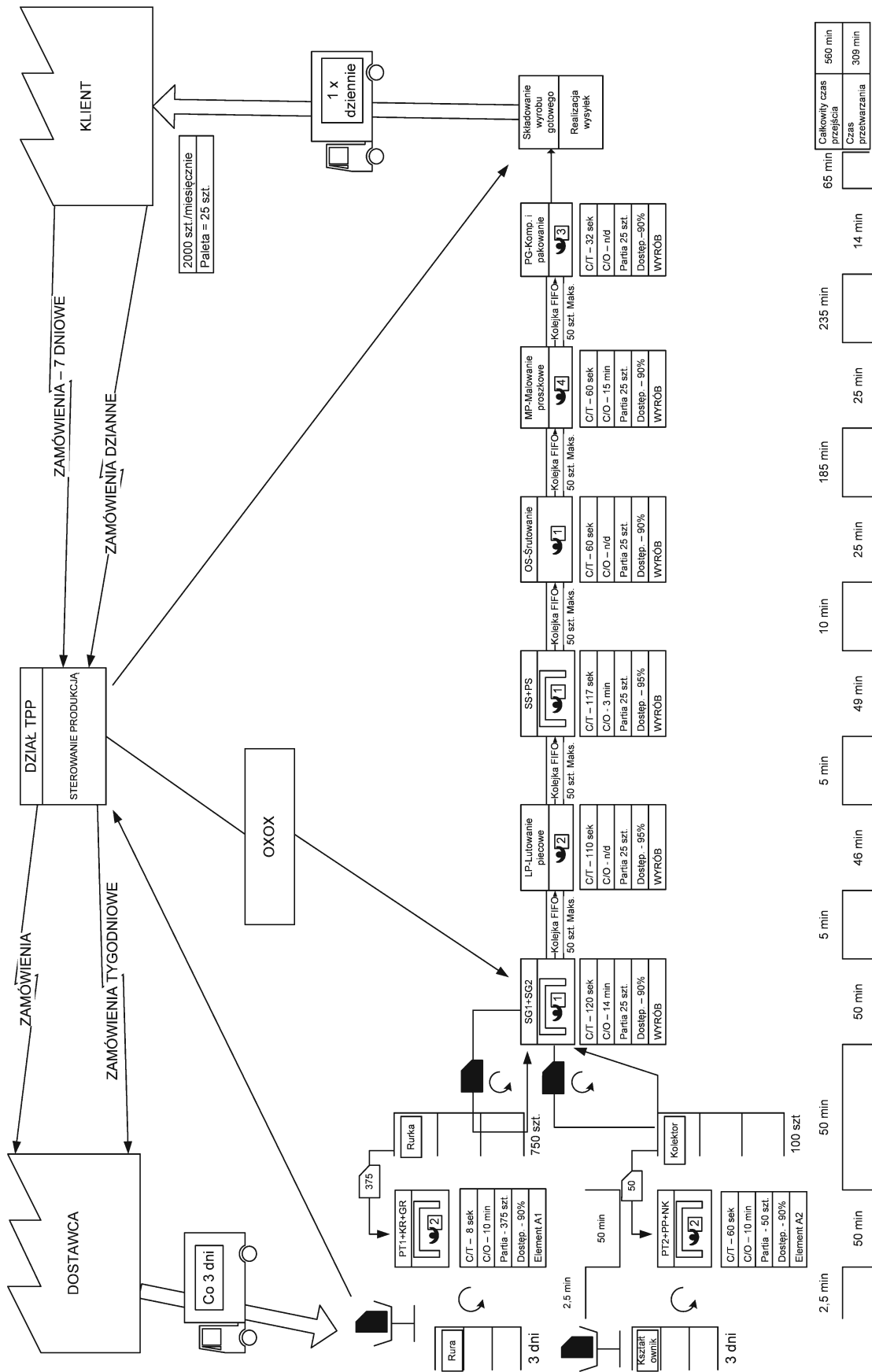
rozmieszczenie ich zgodnie z przebiegiem procesu oraz z minimalizacją odległości między nimi. Ma to duże znaczenie ze względu na procesy transportowe oraz procesy składowania.

Projekt zmian objął: alokację stanowisk zgodnie z przebiegiem procesu w celu zmniejszenia marnotrawstwa procesu transportu i procesu składowania, wprowadzenie zmiany w planowaniu i sterowaniu produkcją poprzez wdrożenie metody Kanban wraz z systemem *pull*.

### 3.6. Wdrożenie

Przebieg usprawnienia został podzielony na trzy główne etapy. W pierwszej kolejności dokonano zmian w rozmieszczeniu stanowisk produkcyjnych. Zmiany polegały na pogrupowaniu stanowisk w gniazda oraz na przybliżeniu ich w celu zmniejszenia liczby operacji transportu ręcznego. Oprócz zmiany lokalizacji stanowisk wprowadzono również rozwiązanie z umieszczeniem supermarketu na końcu procesu produkcji półwyrobów. Ulokowanie go właśnie w tym miejscu uznano za najbardziej odpowiednie, ponieważ od tego momentu są montowane wyroby, które występują w różnych wariantach kolorystycznych oraz w różnych opakowaniach. Dzięki wprowadzonym zmianom dotyczącym przemieszczenia stanowisk, grupowania ich w gniazda oraz zmniejszenia partii produkcyjnej, uzyskano znaczną poprawę sytuacji. Bardzo skrócił się czas realizacji zamówień oraz zmniejszył poziom marnotrawstwa w postaci nadprodukcji oraz zapasów.

Miejszem, gdzie udało się w największym stopniu ograniczyć marnotrawstwo, jest proces składowania. Grupowanie stanowisk pozwoliło na zmniejszenie liczby pól odkładczych, a tym samym na zmniejszenie zalegających tam zapasów. Największa ilość zapasów znajdowała się w obrębie przygotowania produkcji. Wynikało to z faktu, że wydajności tych stanowisk były zbyt duże w odniesieniu do kolejnych stanowisk montażowych. Przy zastosowanym obecnie supermarketcie, umieszczonym na końcu przepływu półproduktów, uzyskano 10-krotne zmniejszenie zapasów. Znacznemu zmniejszeniu uległ również czas składowania, z poziomu zbliżającego się do 30 h na poziom nieznacznie przekraczający 7 h. Ponowne rozmieszczenie stanowisk również miało wpływ na skrócenie czasu oraz na długości dróg transportowych. W szczególności dotyczy to rozłożenia stanowisk przygotowania produkcji. Stanowiska te zostały rozmieszczone zgodnie z przebiegiem procesu produkcyjnego i obecnie operatorzy nie muszą wielokrotnie pokonywać znacznych odległości między nimi. Pobrany element jest przetwarzany przez szereg stanowisk, a następnie w ustalonych partiach przekazywany do miejsca składowania (supermarketu). Ustalone partie produkcyjne to odpowiednio: dla „A1” 375 szt. oraz dla „A2” 50 szt. Podział ten wynika z określonej partii produkcyjnej wyrobu gotowego w liczbie 25 szt. Na obecną chwilę postanowiono pozostawić bez zmian proces przetwarzania, który będzie kolejnym krokiem w procesie ciągłego usprawniania.



Rys. 2. Mapa strumienia wartości partii wyrobów „A” po wprowadzeniu zmian

Na podstawie przedstawionych powyżej zmian postanowiono ponownie zmapować proces produkcyjny. Na rys. 2 przedstawiono przepływ produkcji wyrobu „A”. Planowaniem realizacji zleceń zajmuje się dział TPP, który przekazuje informację o konieczności uruchomienia produkcji do pierwszych stanowisk, gdzie wykonywany jest montaż. Na owe stanowiska, w systemie ssącym, przekazywane są elementy do montażu. Dostarczaniem elementów na stanowiska zajmuje się specjalnie w tym celu wyznaczona osoba. Uzupełnianie stanu supermarketu realizowane jest na podstawie Kanbanu produkcji. Wyrób zmontowany przekazywany jest w seriach po 25 szt., według zasady FIFO. Dzięki zastosowaniu systemu ssącego w połączeniu z przepływem FIFO uzyskano dość istotne skrócenie czasu realizacji zleceń poprzez zmniejszenie czasu nie dającego wartości dodanej. W celu porównania z poprzednim mapowaniem procesu czas uzyskany należy pomnożyć 4-krotnie, ponieważ należy porównywać czas realizacji liczby 100 szt. Całkowity czas przejścia (Lead Time L/T) wynosi więc 560 min. dla partii 25 szt. Natomiast dla partii 100 szt. L/T wynosi 2240 min., tj. ok. 37 h. W odniesieniu do czasu przed wdrożeniem zmian, który wynosił powyżej 53h, uzyskano skrócenie całkowitego czasu przejścia o blisko 30%. Dzięki osiągnięciu takiego wyniku spełniono oczekiwania klientów, a tym samym utrzymano stały przepływ zamówień.

#### **4. Podsumowanie**

Głównym celem niniejszego opracowania była analiza i próba usprawnienia procesu produkcyjnego, przez zastosowanie metod i narzędzi Lean Manufacturing, w celu zmniejszenia marnotrawstwa występującego w badanej firmie oraz skrócenia czasu realizacji zamówień klienta.

Zastosowane rozwiązania pozwoliły na zrealizowanie głównego celu pracy, jakim była eliminacja marnotrawstwa. Przyczyniły się one również do skrócenia całego procesu produkcyjnego, przez eliminację czynności niedodającej w znaczny sposób wartości wyrobowi. Zastosowanie narzędzi LM pozwoliło w istotny sposób poprawić efektywność procesów wytwórczych. Wprowadzenie rozwiązań usprawniających nie zawsze wiąże się z sukcesem długotrwałym. Wielokrotnie wdrożone rozwiązania z czasem przestają przynosić zamierzone efekty. Dzieje się tak głównie z powodu niedopełnienia określonych standardów, według których należy postępować przy realizacji nowych działań. Standaryzacja pracy stanowi ważny element w procesie ciągłego doskonalenia. Ponadto dzięki standaryzacji wpływa się na stabilizację procesu i w otwarty sposób przedstawia uwarunkowania, według których powinien przebiegać proces, aby możliwe było zrealizowanie zamierzonych celów. Jest to istotne z tego względu, że na podstawie ustalonych założeń tworzy się proces planowania i realizacji zadań.

Wszelkiego rodzaju zaburzenia w przebiegu pracy mogą przyczynić się do zatrzymań produkcji lub do powstawania nadmiernych zapasów, nadprodukcji czy braków.

W przedstawionym przykładzie udało się niewielkim nakładem pracy w istotny sposób zmodyfikować działanie systemu wytwórczego. Ciekawą stroną zastosowanych rozwiązań jest to, że po ich wdrożeniu problem wymuszania standaryzacji postępowania nie wystąpił. Pracownicy w wyjątkowo sprawny sposób zaadaptowali się do nowych warunków. Określili ten stan jako „bardziej naturalny” niż poprzednio funkcjonujący sposób organizacji cyklu wytwarzania.

### **Bibliografia**

1. Abolhassani A., Layfield K., Gopalakrishnan B.: Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers. “International Journal of Productivity & Performance Management”, Vol. 65, Iss. 7, 2016.
2. Zhou B.: Lean principles, practices and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). “Annals of Operations Research”, Vol. 241, Iss. 1-2, 2016.
3. Silva C., Ferreira L. M., Thürer M., Stevenson M.: Improving the logistics of a constant order-cycle kanban system. “Production Planning & Control”, Vol. 27 Iss. 7-8, 2016.
4. Lewandowski J., Skołud B., Plinta D.: Organizacja systemów produkcyjnych. PWE, Warszawa 2014.
5. Rother M., Shook J.: Naucz się widzieć. Eliminacja marnotrawstwa poprzez mapowanie strumienia wartości. The Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław 2009.