



NIEZAWODNOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO WEWNĘTRZNEGO SYSTEMU TRANSPORTOWEGO NA LINII PRODUKCYJNEJ

Katarzyna Topolska

Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu

Streszczenie: Artykuł omawia zagadnienia niezawodności i bezpieczeństwa w przepływie materiałów na linii produkcyjnej. W większości przedsiębiorstw produkcyjnych wybór strategii logistycznej oraz podejmowane rozwiązania w dużej mierze zależą od organizacji przepływu materiałów. W artykule zostały wymienione czynniki mające wpływ na przepływ materiałów. Zrównoważone sterowanie przepływami możliwe jest dzięki integracji obszaru zaopatrzenia i produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Integracja wewnętrzna działów ma na celu stworzenie powiązań wewnątrz organizacji polegających na optymalizowaniu przepływów w przedsiębiorstwie. Optymalizacja przepływów pozytywnie wpływa na: tworzenie sprawniejszych procesów, synchronizację przepływów materiałów, skrócenie czasów i kosztów przebiegu procesów. Przedstawione aspekty wewnętrznego transportu obrazują problemy, z jakimi mierzą się przedsiębiorstwa produkcyjne.

Słowa kluczowe: niezawodność, logistyka, proces produkcji

DOI: 10.17512/znpcz.2016.4.2.21

Wprowadzenie

Amerykański inżynier F.W. Taylor jako pierwszy od strony naukowej zmierzył się z problemem procesów produkcji. Zaproponował naukowe zastosowanie metod i technik pomocnych przy rozwiązywaniu problemów przygotowania i realizacji produkcji.

Zagadnienia dotyczyły:

- przygotowania i samego procesu produkcyjnego,
- eliminacji zbędnych czynności w procesie produkcyjnym,
- ustalenia norm pracy.

Dalsze zainteresowania sferą nauką produkcją przyczyniło się do stworzenia podwalin organizacji produkcji. Zaslugę opracowanych metod przypisuje się:

- L. i F. Gilbrethom – metody pomiaru czasu pracy,
- H.L. Ganttowi – metody planowania i kontroli przebiegu produkcji,
- H. Emersonowi – sformułowanie dwunastu zasad wydajności.

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX w. organizacja produkcji przybrała nazwę „zarządzanie produkcją”. „Obecnie zarządzanie produkcją definiuje się jako wiedzę i działalność praktyczną związaną z planowaniem, bieżącym sterowaniem i kontrolą ilości wyrobów gotowych, robót w toku i surowców” (Fertsch, Cyplik, Hadaś 2010, s. 15). Koncepcja logistycznego zarządzania produkcją ma na celu dobre

zarządzanie przedsiębiorstwem szczególnie w zakresie logistyki produkcji przy wykorzystaniu dostępnych w przedsiębiorstwie metod i instrumentów.

Logistyka produkcji jest ogniwem łączącym logistykę zaopatrzenia z logistyką dystrybucji poprzez wytwarzanie gotowych wyrobów lub półwyrobów. Obejmuje „wszystkie procesy, które są związane z zaopatrzeniem procesu wytwarzania w stosowne towary... i z przekazaniem półwyrobów oraz wyrobów gotowych do magazynu zbytu” (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011, s. 31). Logistyka produkcji to podsystem całej logistyki, gdzie produkcja wyznacza główną działalność systemu produkcyjnego. Zajmuje się przemianą „przedmiotów pracy w wyrób, dokonaną za pomocą środków pracy, z udziałem ludzkiej siły roboczej” (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011, s. 33).

Odpowiednio zorganizowana logistyka produkcji zapewnia:

- pełną dostępność surowców i materiałów potrzebnych do realizacji zlecenia,
- ciągłość i rytmiczność produkcji,
- odpowiednie zapasy produkcji w toku i wyrobów gotowych,
- dążenie do skracania cykli produkcyjnych,
- stosowanie automatycznej identyfikacji,
- minimalizację braków.

Przedsiębiorstwo jest w stanie uzyskać wysokie wyniki dzięki wdrożeniu odpowiednich metod i narzędzi oraz procesów informacyjnych i systemów informatycznych towarzyszących przepływowi wyrobów. „Wraz z podejmowaniem decyzji dotyczących wytwarzania kształtowane są rozwiązania w zakresie przepływów dóbr i informacji odpowiednio do powstających potrzeb i uwarunkowań” (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011, s. 36).

Na drodze rozwoju spotyka się dość często problemy utrudniające wprowadzenie rozwiązań. W wielu przypadkach wdrażanie pomysłów uzależnione jest od:

- typu organizacji produkcji,
- rozmieszczenia urzędzeń biorących udział w procesie,
- cech, jakie posiada dany wyrób, czyli konstrukcji, struktury, trudności i rodzaju technologii przetworzenia,
- zasad i organizacji zaopatrzenia produkcji w materiały i surowce.

Zależności w przepływie strumienia materiałów i zapasów

W większości przedsiębiorstw produkcyjnych wybór strategii logistycznej oraz podejmowane rozwiązania w dużej mierze zależą od organizacji przepływu materiałów.

Zostaną wymienione czynniki mające wpływ na przepływ materiałów.

Typ produkcji to jeden z ważniejszych czynników, który określa stopień specjalizacji i stabilność związaną z procesem produkcyjnym. Wyróżniamy produkcję:

- jednostkową,
- małoseryjną,
- średnioseryjną,
- wielkoseryjną,
- masową.

Następnym czynnikiem wpływającym na przepływ materiałów jest organizacja przepływów produkcyjnych. To „sposób powiązania stanowisk roboczych operacjami technologicznymi w procesie produkcyjnym określonych wyrobów” (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011, s. 36).

Rozróżniamy formę produkcji:

- nierytmiczną (niepotokową, niepowtarzalną),
- rytmiczną (potokową, powtarzalną).

Jednym z czynników, od którego w znacznym stopniu zależy przepływ materiałów, jest wyrób, jaki powstaje w procesie produkcji.

Innym ważnym czynnikiem, od którego zależy płynny przepływ materiałów, jest lokalizacja i układ urządzeń na hali produkcyjnej. Wyróżniamy następujące typy rozmieszczeń:

- technologiczne,
- przedmiotowe (linia produkcyjna),
- mieszane,
- stałe.

Ostatnim czynnikiem, który ma wpływ na organizację przepływu, są zasady zaopatrzenia materiałowego. Polegają na dostarczaniu materiałów na podstawie zapotrzebowania lub opartego na zapasie minimalnym. Zapasy wejściowe powstają w wyniku zaopatrzenia przedsiębiorstwa w materiały i surowce potrzebne do produkcji oraz zapasy u dostawców. Zapasy wewnętrzne „powstają w trakcie procesu produkcyjnego i obejmują materiały, które zostały już wydane do produkcji i nie są jeszcze przetworzone, produkcję w toku i wytworzone produkty, które pozostają jeszcze »na stanie« działu produkcji” (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011, s. 53). Zapasy wyjściowe to wyroby gotowe oraz zapasy w hurtowniach.

W praktyce przepływ materiałów i polityka tworzenia zapasów zależą od wyboru metody zarządzania zapasami „to znaczy podejściem ciągnionym (*pull approach*) – metoda pull – i podejściem pchanym (*push approach*) – metoda push” (Frąckowiak 2013, s. 70), które zostaną omówione szerzej w następnym punkcie.

Sterowanie przepływami i procesami produkcyjnymi

Zrównoważone sterowanie przepływami możliwe jest dzięki integracji obszaru zaopatrzenia i produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Integracja wewnętrzna działów ma na celu stworzenie powiązań wewnątrz organizacji polegających na optymalizowaniu przepływów w przedsiębiorstwie. Optymalizacja przepływów pozytywnie wpływa na:

- tworzenie sprawniejszych procesów,
- synchronizację przepływów materiałów,
- skrócenie czasów i kosztów przebiegu procesów.

W literaturze przedmiotu z pojęciem sterowania przepływami można spotkać się wielokrotnie. Definiowane jest jako działanie wykonywane w określonym przedziale czasowym, podczas którego zachodzą procesy planowania, ewidencjonowania, kontrolowania i korygowania.

Proces sterowania zależy od koncepcji zarządzania, systemu wytwórczego oraz od wykorzystania technologii informatycznych wspomagających firmy. Zadania, które stoją przed sprawnym sterowaniem przepływem materiałów, zależą od obrotów i zaangażowania kapitału przedsiębiorstwa. Ponadto skrócenie cykli produkcyjnych i sprawna gospodarka zapasami pozwala skrócić czas realizacji zleceń i tym samym spełnić oczekiwania klienta.

Sterowanie zaopatrzeniem hali produkcyjnej w komponenty może odbywać się dwoma sposobami:

- zarządzanie metodą „pchania” (*push*),
- zarządzanie metodą „ssania” (*pull*).

W metodzie *push* sterowanie przepływem materiałów wg zasady „tłoczenia”, czyli „przepływ materiałów w sferze produkcji, odbywa się wyłącznie na podstawie prognoz przyszłego zaopatrzenia” (Fertsch, Hadaś, Cyplik 2010, s. 55). W metodzie tej przepływ informacji odbywa się w sposób scentralizowany. Materiały dostarczane są na produkcję z wyprzedzeniem, powodując tworzenie się zapasów. Produkcja typu *push* produkuje przy odgórnie ustalonej wielkości partii oraz przy założeniach stabilnej i prognozowalnej podaży. Popyt na dany wyrób nie jest znany i utrzymuje się z prognoz. System „pchania” opiera się na planowaniu czynnym, „w którym dostawca wytwarza lub wysyła materiał zgodnie z wcześniej ustalonym harmonogramem, bez względu na to, czy jest on w tym momencie potrzebny” (Harrison, Hoek 2010, s. 249).

Model *pull* to sterowanie przepływem materiałów zgodnie z zasadą ssania produkcji, gdzie „proces produkcyjny realizowany jest od ostatniej fazy »w górę« strumienia materiałowego, wg zasady »ssania« od poprzedniej komórki produkcyjnej” (Matuszek 2012, s. 59). Produkcja powinna zamawiać tylko tyle materiałów, ile jest w stanie użyć do produkcji. Ważny przy tym sposobie jest przepływ informacji między działami, gdzie „wielkości zamówień powinny dokładnie odpowiadać zapotrzebowaniu” (Fertsch, Cyplik, Hadaś 2010, s. 26). Produkcja typu *pull* inicjowana jest popytem, stabilną i prognozowaną podażą surowca. System „ssący” przepływu materiałów charakteryzuje się planowaniem biernym, czyli „sterowania przepływem materiałów, w którym odbiorca sygnalizuje dostawcy, że potrzebuje więcej materiału; materiał wysyła się wyłącznie w odpowiedzi na taki sygnał” (Harrison, Hoek 2010, s. 249).

Działania skracające czas produkcji to istotny czynnik mający wpływ na wydajność procesu produkcji. „Czas jako podstawowe kryterium zarządzania procesami ma tę przewagę nad kosztami i jakością, że jest pojęciem jednoznacznym i powszechnie zrozumiałym” (Harrison, Hoek 2010, s. 205). Czas w przedsiębiorstwie produkcyjnym można przyjąć za miarę sprawności. Jest ona mierzona w celu określenia efektu zmian dokonanych w procesie. Dzięki zastosowaniu czasu jako miernika możliwe jest jasne przedstawienie określonych zagadnień typu analizy przebiegu czynności i wykrycia miejsc, w których dochodzi do marnotrawstwa. Działania, które wspomagają skracanie czasu produkcji, to:

- kontrola przerobu i przebiegu procesu (optymalizacja),
- skrócenie przepływów i minimalizacja partii, uproszczenie produktu i przepływów,
- komunikacja i rozwój pracy zespołowej (integracja),
- zastosowanie systemów komputerowych.

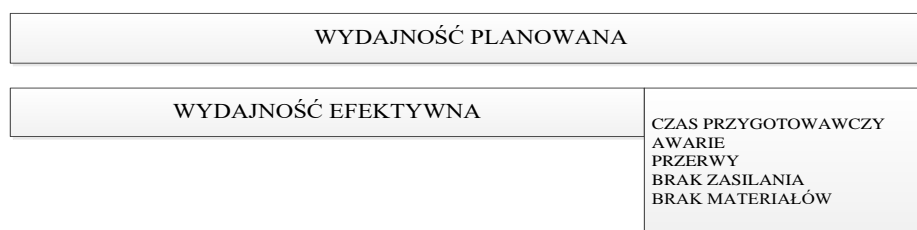
„Przyjęcie strategii opartej na przewadze czasu wiąże się z koniecznością systematycznego podejścia do kwestii poprawiania osiągnięć przedsiębiorstwa we wszystkich trzech wymiarach: kosztów, jakości i czasu” (Harrison, Hoek 2010, s. 225). Aby skutecznie wdrożyć strategię koncentrującą się na szybkości działania, należy postępować według kolejności wymienionej poniżej. Sposób na przeprowadzenie zmian znalazł zastosowanie w części badawczej pracy. Kolejność zmian zorientowanych na przyspieszenie:

- zasadność zmian,
- analiza procesów,
- wykrycie miejsc strat czasu,
- rozpoznanie marnotrawstwa,
- wprowadzenie zmian,
- ocena końcowa efektów zmian.

Natomiast „zdolność (moc) produkcyjna (wydajność) oznacza maksymalną ilość produktu, jaka może zostać wytworzona w określonym czasie” (Waters 2001, s. 271). Wszystkie operacje podczas procesu produkcyjnego posiadają swego rodzaju ograniczenia związane z wydajnością. Wyróżniamy:

- wydajność planowaną – proces wykonywany w warunkach idealnych bez żadnych zakłóceń przy maksymalnej ilości produkowanego wyrobu;
- wydajność efektywną – produkcja możliwie maksymalna w warunkach realnych, normalnych.

Zależność między wydajnościami przedstawiono na *Rysunku 1*.



Rysunek 1. Zależność między wydajnościami

Źródło: Opracowanie na podstawie (Matuszek, Kołosowski, Krokosz-Krynke 2011)

Wydajność procesu produkcji zawiera się w czasie i stanowi problem, gdy zostanie zakłócony cykl produkcyjny związany z krótkookresowymi kłopotami lub zmianami. Dotyczą przerw, awarii, czyli niepotrzebnego czasu, który nie dodaje produktowi wartości dodanej. Zgodnie z filozofią LM, dokładnie przedstawioną w drugim rozdziale pracy, przedsiębiorstwa ciągle się uczą i doskonalą. Pracownicy lepiej pracują, bardziej efektywnie wykonują czynności na stanowiskach pracy, dzięki powtarzalności operacji. Wzrastająca efektywność wyraża się redukcją czasu niezbędnego do wykonania określonej operacji, przedstawiana jest za pomocą krzywej uczenia się. „Kształt krzywej uczenia się determinowany jest czasem potrzebnym do wykonania operacji, który spada w określonym stosunku za każdym razem, gdy liczba powtórzeń podwaja się. Najczęściej stosunek ten wynosi około 10%” (Waters 2001, s. 292).

Metody analityczne optymalizujące błędy w procesie produkcji

Twórcą zasady Pareto był Wilfredo Pareto, włoski ekonomista i socjolog, który żył w latach 1848-1923. Analiza Pareto „jest wykorzystywana do identyfikacji przyczyn zakłóceń, jakie występują w czasie sterowania procesem” (Detyna 2011, s. 144). Zasada ta mówi o tym, że nawet niewielka ilość przyczyn może spowodować dużą ilość zakłóceń procesu. Natomiast pozostała liczba przyczyn może mieć nieznaczny udział powodujący zakłócenia. Inna nazwa tej zasady spotykana w literaturze przedmiotu to zasada 80/20, którą można stosować na każdym etapie zarządzania jakością. Np. „około 80% wad jest wynikiem 20% przyczyn” (Detyna 2011, s. 155). Analizę przeprowadza się poprzez wypisanie błędów i przyczyn w danym obszarze. W prosty sposób można zauważyć obszary wymagające poprawy. „Jeśli kilka głównych przyczyn błędów zostanie usuniętych, będzie to miało znaczny wpływ na jakość” (Detyna 2011, s. 214). Analizę Pareto nazywa się Pareto/ABC, ponieważ podczas analizy dzieli się wszystkie problemy na 3 grupy:

- A – najważniejsze,
- B – dość ważne,
- C – mało znaczące.

Taki podział ułatwia w znacznym stopniu prawidłowe rozpoznanie i zaklasyfikowanie przyczyn. Bardzo często z diagramem Pareto stosuje się wykres liniowy, tzw. krzywą Lorenza. Diagram taki nosi nazwę Pareto-Lorenza.

Graficznie zasadę można przedstawić za pomocą diagramu Pareto. „Diagram Pareto ma duże znaczenie w zarządzaniu jakością w logistyce, gdyż bardzo często mamy do czynienia z sytuacją, w której ok. 80% niezgodności jest wynikiem ok. 20% przyczyn” (Detyna 2011, s. 155). Diagram składa się ze słupków, których ilość zależy od ilości wymienionych cech. Wysokość każdego słupka to jego procentowy udział z całości wymienionych problemów. Oś X przedstawia kategorie zgłaszanych przyczyn, wad, uporządkowanych od największych wartości do najmniejszych. Oś Y to wartości (ilości) przyczyn oraz udziały procentowe wad.

Znana jest również metoda mapowania, która jest jedną z najprostszych form analizy oraz usprawnienia przepływu materiałów. „Mapa procesu jest to szczegółowy schemat identyfikujący konkretne czynności zachodzące w łańcuchu dostaw, a związane z przepływem” (Szymonik 2011, s. 154). Jej głównym celem jest udoskonalenie procesu oraz eliminacja marnotrawstwa. Końcowy efekt można uzyskać dzięki zastosowaniu pięciu kroków:

- 1 krok – wstępna mapa procesu (szczegółowy opis każdej czynności),
- 2 krok – analiza czynności (analiza poszczególnych czynności),
- 3 krok – identyfikacja strat (zidentyfikowanie miejsc powstawania strat),
- 4 krok – analiza udoskonalenia (możliwości udoskonalenia),
- 5 krok – proponowana mapa procesu (mapa po naniesieniu zmian).

Najważniejszym etapem jest 5 krok, ponieważ opracowanie mapy stanu przyszłego daje możliwość porównania jej ze stanem aktualnym oraz wdrożenia zmian i usprawnień.

Do mapowania strumienia wartości stosuje się metodę graficzną „wykorzystującą zdefiniowany zestaw ikon symbolizujących przepływ materiałów i informacji wzdłuż całego strumienia wartości” (Ciesielski (red.) 2006, s. 112).

Zrozumiałe wykonywanie oraz korzystanie z map wymaga stosowania pewnych zasad. Każde mapowanie procesu zaczyna się od lewej strony w kierunku do prawej. Wszystkie symbole muszą być połączone strzałkami nadającymi kierunek przepływu. Schemat powinien charakteryzować się prostotą, przejrzystością i mieć wyznaczone granice procesu. Szczegółowość mapowania zależy od jego przeznaczenia. Dla ogólnego zrozumienia funkcjonowania procesu tworzy się mniej szczegółową mapę, natomiast bardziej szczegółową mapę można zastosować przy wdrażaniu nowych wyrobów do produkcji. Szczegółowość przydatna będzie w przypadku identyfikacji problemów występujących w procesie, dotyczących: transportu wewnętrznego, przepływu i kompletacji materiałów. Problem zostanie zdiagnozowany i rozwiązany w części badawczej pracy. Metoda mapowania umożliwia identyfikację „zbędnych kroków procesów logistycznych, które nie wnoszą wartości dodanej do produktu końcowego, oraz tych, które wymagają usprawnienia” (Szymonik (red.) 2012, s. 98).

Niezawodność w zarządzaniu przepływem materiałów na linii produkcyjnej

Badania zostały poprzedzone zastosowaniem metody pięciu kroków skupienia.

Identyfikacja ograniczenia – poprawne wskazanie ograniczenia daje początek działaniom, które pomogą poprawić sytuację. Należałoby zadać pytania:

- Gdzie tworzy się najdłuższa kolejka na produkcji?
- Dlaczego operatorzy nie mogą rozpocząć produkcji?

Maszyny przygotowane są do pracy, wsad również, jednak często brakuje jakiegoś materiału. Aby wyprodukować jedną sztukę wyrobu, oprócz surowców potrzeba również od 6 do 9 rodzajów materiałów. Zlecenie produkcyjne nie może być zrealizowane z powodu braku choćby jednego z nich.

Eksploracja ograniczenia – w drugim kroku należy podjąć decyzję o zmianach i poprawić już rozpoznane „wąskie gardło”. Z poprzedniego kroku wynika, że mamy dwa ograniczenia. Są to:

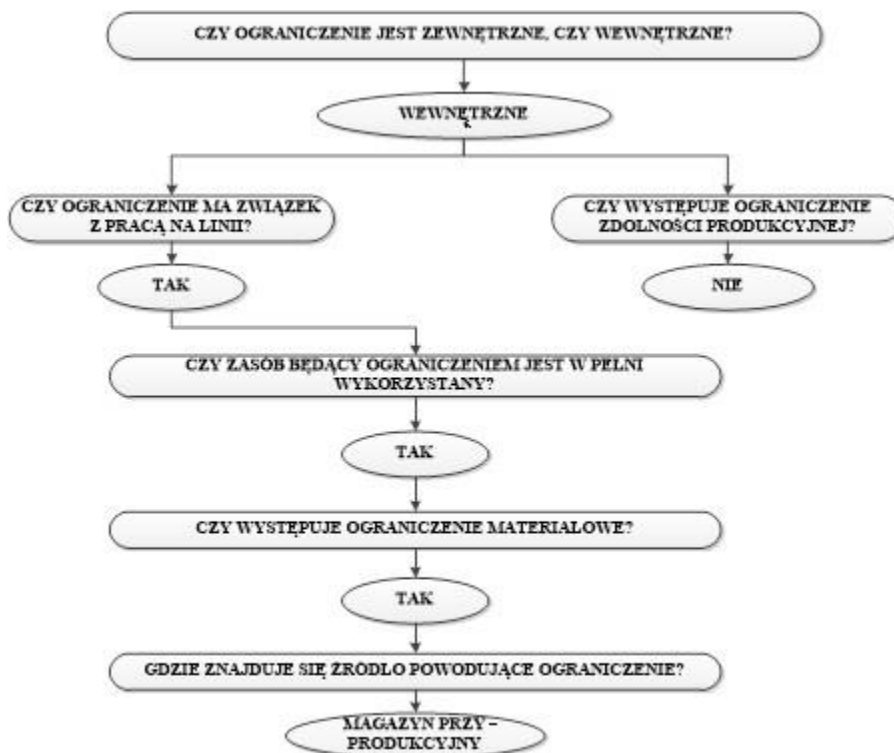
- pracownik magazynu przyprodukcyjnego,
- materiały na magazynie przyprodukcyjnym.

Pytania i odpowiedzi pomocne w identyfikacji ograniczenia przedstawione zostały na *Rysunku 2*.

Odpowiedzi na zadane pytania pozwoliły zidentyfikować ograniczenie. Jest to ograniczenie materiałowe znajdujące się na magazynie przyprodukcyjnym. Na podstawie uzyskanych odpowiedzi można się zorientować, że ograniczenie powoduje pracownik. Należy mieć nadzieję, że rozwiązanie problemu spowoduje skrócenie postojów na liniach.

W analizie problemu nasuwa się wniosek, że pracownicy wzajemnie sobie przeszkadzali i opóźniali w pewnym stopniu wykonywanie obowiązków. W dziale magazynu też ciągle brakowało czasu, aby skończyć zaplanowane czynności. Nie-

jednokrotnie zostawały nieowinięte palety na następną zmianę. Nikt jednak nie szukał przyczyn takiego stanu rzeczy.



Rysunek 2. Identyfikacja ograniczenia

Źródło: Opracowanie własne

Drugim ograniczeniem były materiały na magazynie. Powód ich miejsca składowania przedstawiony był wcześniej przy opisanu starego problemu wynikłego z wprowadzenia do obsługi kolektorów. Z powodu małej powierzchni magazynu przyprodukcyjnego palety jednego materiału zastawiały dostęp do innych, potrzebnych w danym momencie. Eliminacja tych dwóch ograniczeń wiąże się z usprawnieniami organizacyjnymi.

Podporządkowanie ograniczeniom – należało podjąć odpowiednie działania w celu wyeliminowania „wąskiego gardła”. Aby ograniczenie powodowane czynnościami pracownika magazynu mogło zostać podporządkowane, należało wyeliminować pracę magazyniera w tym miejscu, przenosząc owijarkę lub magazyn przyprodukcyjny w inne miejsce. Pozostał problem z nadmierną ilością materiałów. Aby podporządkować się drugiemu ograniczeniu, zostało znalezione inne miejsce na te materiały oraz dostosowano tempo wydawania tych materiałów do potrzeb produkcyjnych.

Wzmocnienie ograniczenia – ten krok nie wymagał nakładów finansowych. Przeprowadzenie zmian organizacyjnych w działach produkcji i magazynu wzmocniło ograniczenie.

Powrót do kroku pierwszego – po likwidacji ograniczenia nie zaprzestano poszukiwać nowych „wąskich gardeł”.

Po zastosowaniu pięciu kroków skupienia i zidentyfikowaniu ograniczenia wśród pracowników produkcji zbierano informacje, zadając jedno pytanie: Z jakiego powodu przedłuża się czas międzyoperacyjny? Odpowiedzi padały różne, pracownicy wymieniali rozmaite przyczyny. Zastosowano kolejność działań po zebraniu uwag:

- podzielono odpowiedzi w grupy,
- stworzono listę najczęściej powtarzających się,
- określono czas 1 miesiąca odnotowywania przyczyn,
- wyliczono procentowy udział danego problemu do całości,
- najważniejsze problemy skierowano do poprawy.

Wyniki wyżej wymienionych działań przedstawiono w *Tabeli 1*. Proste wypisanie błędów jasno określa obszary, które wymagają zmian.

Tabela 1. Problemy typowane przez pracowników powodujące przestoje

PRZYCZYNA	Liczba błędów	% błędów w całości	Skumulowane %
Brak materiałów	125	42%	42%
Problemy organizacyjne magazynu	60	20%	62%
Praca magazyniera na wózku	43	15%	77%
Zła organizacja zwrotów	30	10%	87%
Spowolniona praca kolektorów	16	5%	92%
Zmniejszona obsada linii	12	4%	96%
Niezgodności zawartości i opisu	7	3%	99%
Długi czas wczytywania kodów	4	1%	100%

Źródło: Opracowanie własne

Trzy pierwsze przyczyny sprawiają pracownikom produkcji najwięcej problemów. Stanowią sumę 228 zidentyfikowanych błędów. Są to:

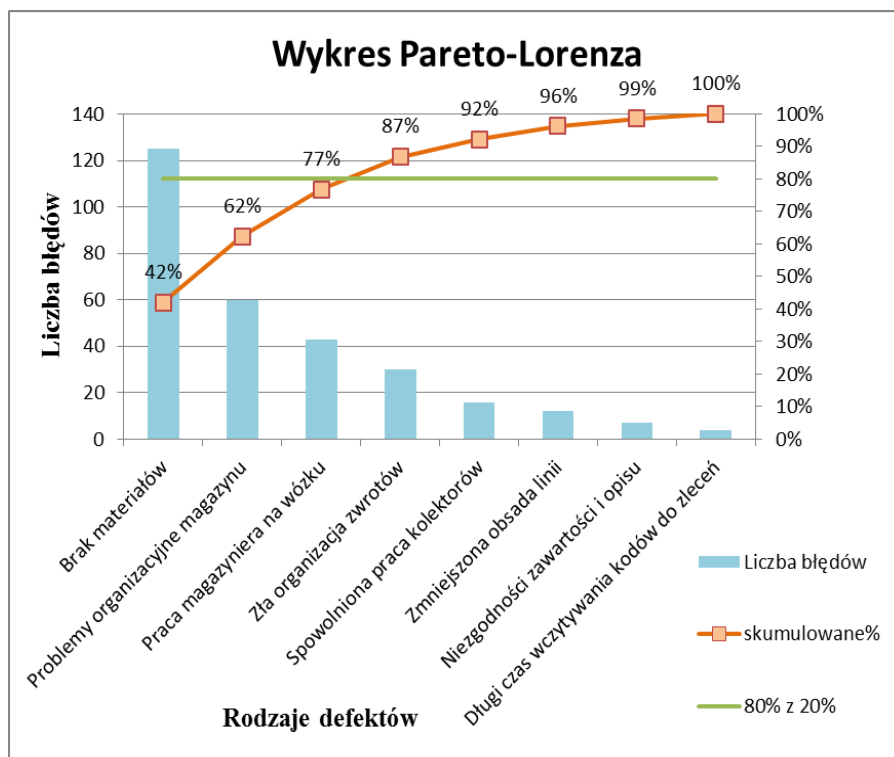
- brak materiałów,
- problemy organizacyjne magazynu,
- praca magazyniera na wózku.

Należą do nich: zła organizacja zwrotów, spowolniona praca kolektorów, zmniejszona obsada linii, niezgodność zawartości i opisu, długi czas wczytywania kodów kreskowych.

Następnym etapem związanym z przedstawieniem przyczyn jest graficzne zobrazowanie problemów przy użyciu wykresu Pareto-Lorenza.

Z diagramu wynika, że trzy pierwsze przyczyny stanowią 77% błędów. Ich usunięcie będzie miało znaczny wpływ na poprawę płynności produkcji. Łatwo zauważyć, że większość problemów jest ze sobą powiązanych. Te najważniejsze stanowią konsekwencję następnych. Kwestia dotycząca braku materiałów pomoże

rozwiązać większość trudności. Również przeprowadzenie zmian organizacyjnych na magazynie przyczyni się do skrócenia czasów postojów.



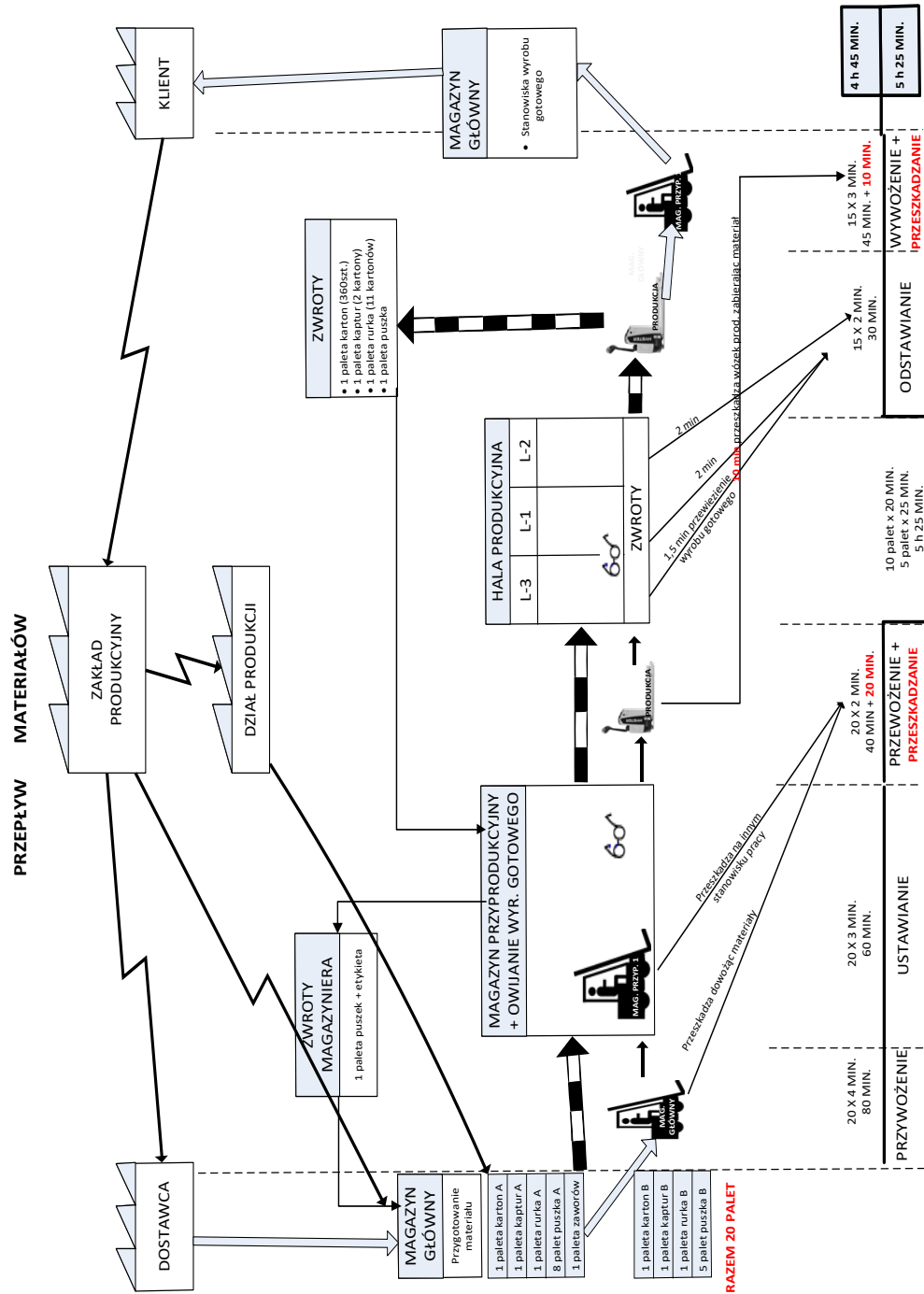
Rysunek 3. Diagram przedstawiający procentowy udział problemów

Źródło: Opracowanie własne

Uwzględniono w mapowaniu procesu produkcję jednej linii w czasie jednej zmiany. Dwa zlecenia produkcyjne przy płynnej produkcji wykorzystują czas ośmiu godzin.

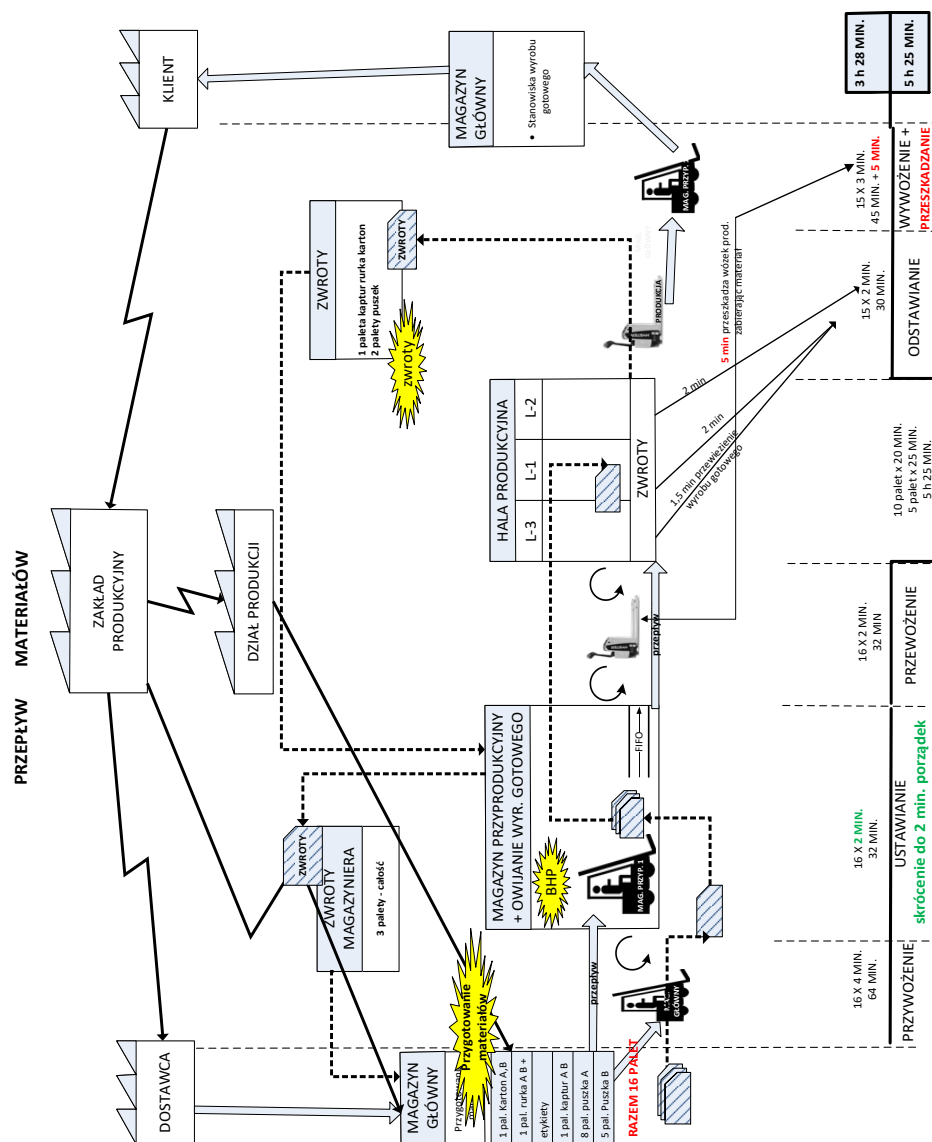
- zlecenie na 6240 szt. – produkcja 10 palet,
- zlecenie na 3600 szt. – produkcja 5 palet.

Ponadto na zlecenia potrzeba różnych asortymentów, które się nie powtarzają. Na mapę zostały naniesione ogólnie przyjęte znaki graficzne, przedstawiające procesy i pokazujące najważniejsze elementy procesu, które mają wpływ na jego zachowanie. Czas trwania procesu na obu mapach jest stały i wynosi 5 h i 28 min, natomiast czas przejścia materiałów przez proces w wyniku wprowadzenia zmian skrócił się o 77 min. Na linii paleta 624 szt. schodzi co 20 min. W tym czasie w wyniku usprawnienia przepływu materiałów przedsiębiorstwo mogło wyprodukować bez dodatkowych kosztów około 2000 szt. gotowego wyrobu. Mapowanie stanu rzeczywistego przedstawiono na *Rysunku 4*. Natomiast *Rysunek 5* obrazuje usprawnienia, jakie można by zaproponować w wyniku przeprowadzonych badań.



Rysunek 4. Mapa przepływu materiałów – stan obecny

Źródło: Opracowanie własne



Rysunek 5. Mapa przepływu materiałów – stan przyszły

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Oczekiwanie na wyniki zmian po zrealizowaniu założeń projektu było ogromne. Pracownicy przedsiębiorstwa starali się wywiązywać ze swoich zadań. Wzajemnie pilnowali się w wykonywanych czynnościach. Ponadto znacznie skróciły się czasy obsługi kolektorów. Zmobilizowali się najstarsi w obsłudze kolektorów, dodatkowo pomocą służyli im referenci. Można podsumować, że powodem opóźnień jest ciągły brak materiałów spowodowany złą dostępnością do nich. Ograniczona dostępność

wynika z małej powierzchni magazynu przyprodukcyjnego i nieładu, jaki na nim występuje. Trudno zachować porządek pomimo przeprowadzanych na nim wdrożeń 5S, ponieważ materiału jest za dużo do potrzeb i nie jest opisany. Ponadto praca innych osób w tym samym miejscu wydłuża czas przestoju.

Literatura

1. Blaik P. (2010), *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, PWE, Warszawa.
2. Ciesielski M. (red.) (2006), *Instrumenty zarządzania logistycznego*, PWE, Warszawa.
3. Czerska M., Szpitter A.A. (red.) (2010), *Koncepcje zarządzania. Podręcznik akademicki*, C.H. Beck, Warszawa.
4. Detyna B. (2011), *Zarządzanie jakością w logistyce. Metody i narzędzia wspomagające. Przykłady, zadania*, PWSZ, Wałbrzych.
5. Fertsch M., Cyplik P., Hadaś Ł. (2010), *Logistyka produkcji. Teoria i praktyka*, ILiM, Poznań.
6. Frąckowiak P. (2013), *System GSI nie tylko dla orłów*, „Logistyka”, nr 3.
7. Gołemska E. (red.) (2010), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
8. Grabowska M., Włodarski M. (2012), *Wykorzystanie systemu Kanban na przykładzie zaopatrzenia linii produkcyjnej w przedsiębiorstwie przemysłowym z branży motoryzacyjnej*, „Logistyka”, nr 6.
9. Harrison A., Hoek van R. (2010), *Zarządzanie logistyką*, PWE, Warszawa.
10. Karwala P., Gorska M. (2012), *Metoda 5 S jako narzędzie poprawy efektywności działania przedsiębiorstwa usługowego*, „Logistyka”, nr 6.
11. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S. (red.) (2009), *Logistyka*, ILiM, Poznań.
12. Liker J.K., Convis G.L. (2012), *Droga Toyoty do Lean Leadership. Osiągnięcie i utrzymanie doskonałości dzięki kształtowaniu przywódców*, MT Biznes, Warszawa.
13. Matuszek J. (2012), *Logistyka produkcji*, PWSZ, Wałbrzych.
14. Matuszek J., Kołosowski M., Krokosz-Krynke Z. (2011), *Rachunek kosztów dla inżynierów*, PWE, Warszawa.
15. Szymonik A. (2011), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Część 2*, Difin, Warszawa.
16. Szymonik A. (red.) (2012), *Logistyka produkcji. Procesy, systemy, organizacja*, Difin, Warszawa.
17. Waters D. (2001), *Zarządzanie operacyjne. Towary i usługi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
18. Witkowski J. (2010), *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWE, Warszawa.
19. Woeppel M. (2009), *Jak wdrożyć teorię ograniczeń w firmie produkcyjnej. Poradnik praktyka*, Mint Books, Warszawa.

RELIABILITY AND SAFETY OF INTERNAL TRANSPORT SYSTEM IN PRODUCTION LINE

Abstract: The article discusses issues of reliability and security in flow of materials on production line. Choice of strategy and logistics solutions in majority of production companies are undertaken largely in dependence on the organization of material flow. In the article there are included such factors, which affect the flow of materials. Balanced control of flows is possible through the integration of supply and production in the manufacturing company. The aim of the internal integration of enterprise's departments is to create links within organization involving optimal flows in the enterprises. Optimization of flows has positive effect on: creating more efficient processes, synchronization of material flows, reducing lead times and cost of processes. Introduced aspects illustrates the problems that are faced by manufacturing companies.

Keywords: reliability, logistics, production process