

Doskonalenie jakości w obszarze logistyki produkcji – wykorzystanie wybranych metod zarządzania jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Justyna Tymińska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: justyna.tyminska1996@wp.pl

Alicja E. Gudanowska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: a.gudanowska@pb.edu.pl

Streszczenie

Celem artykułu jest prezentacja możliwości wykorzystania wybranych metod zarządzania jakością w doskonaleniu obszaru logistyki produkcji. W artykule zaprezentowano wnioski płynące z przeglądu literatury w zakresie znaczenia logistyki w procesie produkcji oraz jej doskonalenia z perspektywy zarządzania jakością. Następnie opisano proces doskonalenia logistyki produkcji w przedsiębiorstwie produkującym siłowniki hydrauliczne rozpoczynając od analizy przebiegu procesu produkcji, poprzez prezentację opracowanej propozycji doskonalenia, a kończąc na jej ocenie. W celu analizy procesu oraz podczas oceny propozycji wykorzystano diagram spaghetti. Zaprezentowane case study oraz jego analiza, poprzedzone rozważaniami teoretycznymi mogą stanowić inspirację dla innych przedsiębiorstw do wdrożenia opisanych narzędzi. Przedstawiony w artykule studyum przypadku ukazuje jak bez zaangażowania środków finansowych można dążyć do znaczącej poprawy jakości w obszarze logistyki produkcji.

Słowa kluczowe

logistyka produkcji, zarządzanie jakością, doskonalenie procesu, case study

Wstęp

Ciągłe zmiany warunków społecznych, ekonomicznych oraz rozwój technologii wymuszają na przedsiębiorstwach produkcyjnych ciągłe poszukiwanie i wdrażanie narzędzi doskonalenia w obszarach ich działania [Urban i in., 2020, s. 1-20]. Równocześnie skupienie uwagi na logistyce działań podejmowanych w procesie produkcyjnym może w znacznym stopniu przyczynić się do poprawy wydajności przedsiębiorstwa. W związku z tym ważne jest prawidłowe zrozumienie procesu produkcji oraz właściwa kontrola przepływu materiałów, zasobów sprzętowych, pracy ludzkiej i dostępności informacji, składających się na logistykę produkcji.

Miejsce i rola logistyki produkcji dynamicznie zmieniają się. W latach sześćdziesiątych XX wieku panowało przekonanie, że sprowadza się ona do dostarczania dóbr w wymaganej jakości i ilości we właściwe miejsce i we właściwym czasie. Wcześniej miejsce rozumiano jako granice sfery produkcji, w których wytwarzany był produkt, natomiast właściwy czas oznaczał moment przed wystąpieniem zapotrzebowania [Fertsch, 2003, s. 15]. Logistyka produkcji rozumiana jest obecnie jako wszystkie czynności związane z zaopatrzeniem i przemieszczaniem surowców, materiałów, półproduktów i zakupionych części. W zakresie jej działań wymienić można także transport gotowych wyrobów do magazynu zbytu, a jej głównym celem jest efektywne i ekonomiczne przemieszczanie tych dóbr pomiędzy kolejnymi etapami przetwarzania. Odgrywa ona bardzo ważną rolę w integracji i ciągłości działań produkcyjnych, a dodatkowo stanowi istotny element planowania i organizacji procesów [governica.com, 09.09.2019].

Obecnie w literaturze można znaleźć wiele metod, narzędzi i technik doskonalących działania przedsiębiorstwa, tak w obszarze samego wytwarzania, jak i logistyki produkcji. Dziedziną, która dostarcza wielu użytecznych rozwiązań, umożliwiających doskonalenie procesów produkcyjnych jest zarządzanie jakością. Rozwiązania te mogą wspomagać analizę procesu produkcji i podejmowanych w jego obrębie działań logistycznych bądź odpowiednio wykorzystane dostarczać inspiracji do tworzenia nowych rozwiązań w ramach prowadzonego procesu wytwórczego. Bez względu na cel, jaki pozwalają osiągnąć powinny być one właściwie dobrane do uwarunkowań pracy danego przedsiębiorstwa. Celem artykułu jest przedstawienie wdrożenia wybranych metod zarządzania jakością w doskonaleniu logistyki produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym, wykorzystanych na etapie analizy procesu produkcji. Artykuł stanowi zatem prezentację case study pochodzącego z praktyki gospodarczej. Prezentację poprzedzono przeglądem literatury w zakresie znaczenia i doskonalenia logistyki w procesie produkcji.

1. Znaczenie logistyki w procesie produkcyjnym

Procesy technologiczne, stanowiące podstawową składową procesu produkcji obejmują zmiany fizyczne i chemiczne wytwarzanych wyrobów. Czynności z nimi związane odbywają się na wybranych do tego stanowiskach roboczych, wyposażonych w odpowiednie nośniki informacji oraz urządzenia technologiczne [Pająk, 2006, s. 104]. Aby umożliwić przebieg takich procesów potrzebne są działania wspomagające, z reguły niewidoczne dla klientów z zewnątrz. Dotyczyć one mogą świadczeń w zakresie usług nadzorowania maszyn, administracyjnych czy księgowych, a ich zadaniem jest wspieranie produkcji na każdym jej etapie [Hamrol, 1998, s. 191]. Właściwie przeprowadzone zarządzanie procesami pomocniczymi pozwala zapewnić ciągłość oraz rytmiczność produkcji, przy zachowaniu wysokiej jakości wyrobów gotowych, a w dalszej perspektywie wspomóc minimalizację stanów magazynowych, wpłynąć na poprawę terminowości czy skrócenie czasu produkcji [Ciesielski, 2006, s. 115]. Warto zauważyć, że organizacja w kontekście procesu produkcyjnego obejmuje wiedzę w zakresie struktury produkcyjnej i przestrzennej. Organizacja przestrzenna polega na prawidłowym rozmieszczeniu i uporządkowaniu ludzkich i rzeczowych czynników produkcji [Pasternak, 2005, s. 135]. Z kolei struktura produkcyjna to „zestaw komórek produkcyjnych w ujęciu technologicznym, przedmiotowym lub technologii grupowej o określonej wielkości wynikającej z zadań produkcyjnych i o określonych powiązaniach kooperacyjnych” [Durlik, 1995, s.108].

W złożonym zarządzaniu przedsiębiorstwem dużym utrudnieniem jest ilość przepływu dóbr materialnych oraz informacji, które łączą się i wypełniają. W konsekwencji prowadzi to do występowania licznych zakłóceń w produkcji [Sarjusz-Wolski, 1998, s. 17]. Zadaniem logistyki jest planowanie, organizowanie i kontrola przepływu informacji, surowców, materiałów pomocniczych, części oraz elementów kooperacyjnych w trakcie trwania całego procesu produkcji, zaczynając od składów zaopatrzeniowych, a kończąc na magazynach wyrobów gotowych i zbytu. Do jej podstawowych czynności zalicza się organizację przepływów materiałów oraz wyrobów gotowych z linii produkcyjnej do magazynu; minimalizację cykli wytwarzania; minimalizację zapasu robót w toku oraz zapewnienie wymaganej elastyczności procesu produkcji [Krzyżaniak, 2011, s. 45; Fertsch, 2003, s. 74]. Koncentrując się na organizacji przepływów materiałowych rozwiązania logistyczne produkcji powinny uwzględniać typ organizacji produkcji, organizację przepływów produkcyjnych i cechy wyrobu (konstrukcja, struktura, złożoność, stopień przetworzenia, technologia wytworzenia), lokalizację i rozkład poszczególnych urządzeń biorących

udział w procesie wytwarzania oraz zasady zaopatrzenia w materiały i surowce [Topolski i in., 2015, s. 766].

Typ produkcji jest jednym z głównych czynników, który określa stopień specjalizacji poszczególnych stanowisk roboczych oraz nakreśla ich poziom stabilności związany z wykonaniem określonych części oraz operacji procesu produkcyjnego. Ze względu na charakter organizacji procesu produkcyjnego typy organizacji podzielono na produkcję jednostkową, małoseryjną, średnioseryjną, wielkoseryjną i masową [Topolski, 2016, s. 1141]. Niemniej ważnym czynnikiem mającym wpływ na przepływ materiałów jest „sposób powiązania stanowisk roboczych operacjami technologicznymi w procesie produkcyjnym określonych wyrobów” [Matuszek, 2011, s. 36]. Jak wynika z przeglądu literatury forma organizacji produkcji określana jest przez dwa kryteria. Pierwszym z nich jest stałość kierunków przepływu przedmiotów pracy, zaś drugim równomierność przebiegu między stanowiskami pracy [Gronowicz, 2014, s. 34]. Zatem organizując przepływ produkcyjny rozróżniono rytmiczną i nierytmiczną formę produkcji [Topolska, 2016, s. 261]. Nierytmiczna forma organizacji produkcji, zwana inaczej niepotokową charakteryzuje się zmiennym kierunkiem przebiegu przedmiotów pracy między stanowiskami. Dodatkowo wszystkie mogą współpracować ze sobą, dlatego też kolejność operacji technologicznych może być zmienna, co przyczynia się do braku ścisłości i systematyczności powiązań między stanowiskami wykonującymi kolejne operacje. Cechą szczególną formy nierytmicznej jest problematyczna organizacja oraz długi okres oczekiwania na nadchodzące operacje. Przeciwnieństwem formy niepotokowej jest produkcja rytmiczna, w której stanowiska robocze rozmieszczone są zgodnie z przebiegiem procesu technologicznego. Skutkuje to równomiernym wykorzystaniem maszyn i urządzeń oraz równym podziałem nakładów pracy ludzkiej w czasie. Takie rozmieszczenie wpływa na ciągłość i oszczędność czasu, a co najważniejsze w takim wypadku proces produkcji powinien przebiegać bez dodatkowych przerw i zbędnych zakłóceń [Gronowicz, 2014, s. 34].

Lokalizacja i układ urządzeń na hali produkcyjnej ma duże znaczenie w kwestiach usprawnienia organizacji przepływu materiałów. Rozmieszczenie poszczególnych urządzeń może mieć charakter technologiczny, przedmiotowy (linia produkcyjna), wynikający z równoważenia linii produkcyjnej, mieszany (hybrydowy) lub specjalistyczny i stały [Waters, 2001, s. 236-257]. Rozmieszczenie technologiczne grupuje wszystkie podobne typy obiektów. Elementy wyposażenia takie jak wiertarki, tokarki czy szlifierki zajmują różne pomieszczenia. Jest to typowy rozkład dla produkcji jednostkowej, w której produkty podążają różnymi drogami. Głównym problemem w planowaniu rozmieszczenia technologicznego jest zminimalizowanie liczby ruchów między stanowiskami. Z kolei rozmieszczenie przedmiotowe

wyróżnia się serią stanowisk, w których każdy wykonuje odpowiednią liczbę operacji w ustalonej kolejności. Całe wyposażenie przeznaczone do wytworzenia produktu gromadzone jest na jednej powierzchni. Przykładem takiego rozmieszczenia są linie produkcyjne [Waters, 2001, s. 262-263]. Celem usprawnienia produkcji wiele zakładów wykorzystujących linie produkcyjne stosuje technikę równoważenia linii, polegającą na przydzieleniu określonych funkcji stanowiskom pracy połączonym szeregowo. Przyczynia się to do płynnego przepływu materiałów oraz prawidłowego wykorzystania oprzyrządowania, a finalnie wyeliminowania tak zwanych wąskich gardeł, minimalizacji liczby stanowisk roboczych i skrócenia czasu bezczynności. Perfekcyjnie zrównoważona linia charakteryzuje się jednakową ilością pracy wykonanej na poszczególnych stanowiskach [Waters, 2001, s. 250]. Kolejnym wymienionym rozmieszczeniem jest mieszane lub hybrydowe. Jego wykorzystanie jest zalecane, gdy przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją wyrobów wymagających połączenia obróbki warsztatowej z linią produkcyjną. Przykładem takiego rozplanowania może być komórka wytwórcza, w której dominuje obszar rozmieszczenia przedmiotowego otoczony rozmieszczeniem technologicznym [Waters, 2001, s. 254].

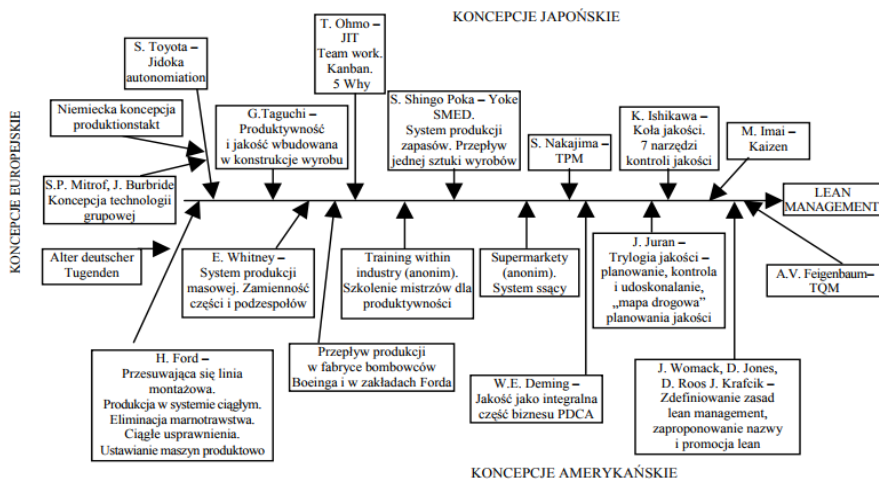
Logistyka produkcji nie zajmuje się technologią procesów produkcyjnych, lecz pilnuje procesów związanych z organizacją sprawnego dostarczania i przemieszczania komponentów w systemie wytwarzania, a także informacji, które towarzyszą temu procesowi [Cybulska, 2014, s. 32]. Jej główną funkcją jest utrzymanie ciągłości oraz intensywności produkcji względem określonych wymagań technologicznych i przepływów materiałowych w wyznaczonej ilości i czasie, do właściwego miejsca. Nie ulega wątpliwości, że najistotniejszym jej celem operacyjnym jest ograniczenie zapasów produkcji w toku do minimum, co prowadzi do minimalizacji kosztów zamrożonego kapitału oraz zmniejszenia kosztów utrzymania zapasów [Baran, 2008, s. 147-148].

2. Doskonalenie logistyki produkcji przy wykorzystaniu elementów zarządzania jakością

Obecnie każda działalność podejmowana w przedsiębiorstwach dąży do pozytywnych wyników ekonomicznych i biznesowych. Z tej perspektywy cały proces produkcji powinien być opłacalny, realizowany z maksymalizacją efektów [Romanowski i Nadolny, 2018, s. 33]. Aby tego dokonać wiele przedsiębiorstw szuka rozwiązań wśród szerokiego zakresu dostępnych koncepcji, zasad, metod, narzędzi i technik zarządzania jakością. Sama dziedzina zarządzania jakością ewoluowała wraz z upływem lat. Rozumieć ją można jako ciąg działań obejmujących planowanie

jakości, ukierunkowane na określenie celów związanych z jej kształtowaniem; sterowanie jakością, podejmowane przy wykorzystaniu różnych technik, metod i narzędzi; zapewnienie jakości, mające na celu budowę zaufania, tak aby wymagania jakościowe zostały spełnione oraz doskonalenie jakości, podczas którego dąży się do zwiększenia zdolności organizacji do spełnienia oczekiwań dotyczących jakości [Gudanowska, 2010, s. 168-169]. Ewolucja zarządzania jakością i wielość sposobów jej doskonalenia w procesach powoduje, że często poszczególne koncepcje przeplatają się ze sobą, a dane metody, techniki i narzędzia mogą być często wykorzystane zarówno jako odrębne rozwiązania lub też ujęte w przemyślaną procedurę doskonalenia [Gudanowska i Olszewska, 2014, s. 169-180].

Jedną z najbardziej znanych koncepcji zarządzania sferą produkcji jest koncepcja *Lean Management*. Przyglądając się rodowodowi koncepcji (rys. 1) można zauważyć wspomniane przeplatanie się poszczególnych sposobów doskonalenia.



Rys. 1. Rodowód koncepcji *lean management*

Źródło: [Faron, 2011, s. 71].

Słowo *lean* z angielskiego oznacza smukłość. W literaturze zarządzania jakością tłumaczy się ten termin jako wyszczuplenie. Odnosząc się do systemów produkcyjnych i zarządczych za pomocą metod i narzędzi, jakie oferuje koncepcja *lean* możliwe jest odchudzenie tych systemów pod względem zasobów materiałowych, reguł postępowania, a także dzięki odpowiednim wykorzystaniu przestrzeni hali produkcyjnej [Wolniak, 2013, s. 524]. System zarządzania produkcją dąży do całkowitej minimalizacji zużywanych zasobów, kierując się zasadą: mniej ludzkiego wysiłku,

mniej czasu, mniej miejsca, mniej urządzeń, przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich oczekiwań klientów [Brokowski, 2009, s. 98]. Przedsiębiorstwa, które wdrażają *lean*, starają się poprawić wydajność i skuteczność podnosząc jakość i wartość produktu z perspektywy klienta. Zwiększają efektywność minimalizując zmienność wewnętrzną i zewnętrzną oraz ograniczając wszelkie formy marnotrawstwa. Chociaż zaleca się wprowadzanie *lean* w całej działalności, wiele przedsiębiorstw ogranicza jego wdrażanie wyłącznie do hali produkcyjnej [Marodin, i in., 2018, s. 301-302].

Wdrożenie koncepcji *lean* w przedsiębiorstwie często rozpoczyna się od wprowadzenia systemu organizacji pracy zwanego inaczej 5S. Jest to narzędzie, które przyczynia się do poprawy działalności, eliminując marnotrawstwo, co w konsekwencji prowadzi do poprawy obsługi klientów zgodnie z ich potrzebami. Prawidłowo wdrożony system pracy oparty na 5S daje szansę na uzyskanie przewagi konkurencyjnej w zakresie produkcji i szybkich dostaw [Kleszcz, 2017, s. 48], wpływając tym samym na poprawę logistyki produkcji. Metoda polega na utrzymaniu czystości i porządku na stanowiskach pracy, a jej nazwa pochodzi od pierwszych liter japońskich wyrazów określających poszczególne działania: *seiri* (selekcja) – pozbycie się zbędnych przedmiotów na stanowisku pracy; *seiton* (systematyka) – właściwe poukładanie i oznaczenie narzędzi według określonych kryteriów; *seiso* (sprzątnie) – posprzątanie stanowisk pracy; *seiketsu* (standaryzacja) – zastosowanie wcześniejszych zasad oraz wprowadzenie standardów oraz *shitsuke* (samodyscyplina) – stała kontrola i utrzymanie dyscypliny w zakresie pozostałych wymienionych zasad [Czubasiewicz, 2007, s. 83-84].

Metoda 5S często łączona jest również z inną z koncepcji doskonalenia jakości – produktywnym utrzymaniem ruchu (*Total Productive Maintenance* – TPM) [Wiśniewski, 2010, s. 38]. Głównym celem wdrożenia tego podejścia jest osiągnięcie poziomu trzech zer: zero awarii, zero braków, zero wypadków przy pracy. Organizacja opierając się na założeniach koncepcji polega na takiej obsłudze konserwacyjnej maszyn i urządzeń, aby w procesie produkcji nie występowały żadne zakłócenia. Dzięki temu każde z narzędzi będzie w stanie wykonać odpowiednie zadanie [Kisiel, 2017, s. 1410]. Częstym uzupełnieniem TPM jest także technika szybkich przebrojeń, inaczej SMED pozwalająca ograniczyć czas ustawienia i regulacji maszyn, umieszczając w określonych miejscach narzędzia oraz wymienne części niezbędne do przeprowadzenia danej obróbki [Janczewski, 2014, s. 47].

Kolejną koncepcją, której wykorzystanie pozwala na doskonalenie procesów, również logistyki wewnętrznej jest pochodząca z Japonii koncepcja Kaizen. Oznacza ona ciągłe usprawnienie, ulepszenie, doskonalenie, dotyczące zarówno członków kierownictwa jak i pracowników. Nie należy ona już do najnowszych strategii postępowania, jednak jej skuteczność i korzyści, jakie może dać przedsiębiorstwu

powoduje, że wiele przedsiębiorstw chętnie ją stosuje. Jest pewnym sposobem myślenia i zarządzania, a podstawowymi zasadami pozwalającymi na jej realizację jest właściwe utrzymanie stanowiska pracy, eliminacja *muda* (marnotrawstwa) oraz standaryzacja. Zgodnie z zasadami koncepcji pojęcie *gemba* oznacza rzeczywiste miejsce pracy, gdzie występuje problem. Działania wykonywane w *gemba*, które nie dają wartości dodanej są traktowane jako *muda*. Sprawdzając *gembutsu*, czyli rzeczywiste przedmioty oraz materialne obiekty przedsiębiorstwo jest w stanie znaleźć przyczynę powstawania marnotrawstwa [Kryś, 2016, s. 135-139]. Wyróżnia się osiem głównych strat należących do *muda*: nadprodukcja, zapasy, naprawy i braki, zbędny ruch operatora, straty przetwarzania, straty oczekiwania i przestoje, zbędny transport oraz niewykorzystanie kreatywności pracowników [Gala, Wolniak, 2013, s. 8].

Podstawą wdrażania Kaizen jest tworzenie mapy strumieni wartości (*Value Stream Mapping* – VSM). Metoda jej tworzenia często jest również wykorzystywana niezależnie od koncepcji. To graficzne narzędzie, które pomaga zaprojektować prawidłowe funkcjonowanie przepływu materiałów i informacji w procesie produkcyjnym [Jakubowski, 2014, s. 53]. Analizując drogę, jaką pokonuje produkt w czasie procesu wytwarzania, przedsiębiorstwo jest w stanie ustalić miejsca, w którym występują straty [Jóźwiakowski, 2015, s. 38].

Analizując metody doskonalenia logistyki produkcji oraz ich zastosowania w przedsiębiorstwach dokumentowane w literaturze, można zauważyć, że jednym z najczęściej stosowanych narzędzi jest system Kanban. Jego wykorzystanie pozwala organizować i sterować produkcją, a w razie jakichkolwiek zakłóceń, szybko reagować. System ten wymaga ścisłej synchronizacji i harmonogramowania potoków, linii i gniazd produkcyjnych [Ireneusz, 1995, s. 227]. Jego wdrożenie opiera się na wprowadzeniu specjalnych kartach, które towarzyszą konkretnemu materiałowi, w celu jego identyfikacji. Najprostsze karty zawierają takie informacje jak nazwa materiału, numer artykułu, miejsce pobrania i zdania, etap produkcji, rodzaj pojemnika, liczbę sztuk w pojemnikach oraz numer karty w rejestrze systemu [Ciesielski, 2006, s. 35].

Jednym z popularnych narzędzi wykorzystywanych w celu doskonalenia logistyki produkcji w przedsiębiorstwie, istotnym z perspektywy wizualizacji i analizy przepływów materiałów i produktów jest diagram spaghetti wywodzący się z metodologii *lean* [Romanowski i Nadolny, 2018, s. 40]. Sporządzenie takiego diagramu wymaga przygotowania mapy całego zakładu, a następnie ulokowania na niej poszczególnych maszyn i urządzeń biorących udział w procesie produkcyjnym. Następnie za pomocą linii odwzorowuje się drogę, jaką przemierza dany pracownik celem wytworzenia produktu, najlepiej na podstawie bezpośredniej obserwacji.

Dzięki diagramowi możliwe jest zaprezentowanie przepływów wytwarzanego produktu. Często po przeprowadzeniu analizy przedsiębiorstwo uświadamia sobie, w jak dużym stopniu dopuściło do występowania zbędnego ruchu, który jest jednym z rodzajów *mudy* [Bielecki, Staszewska, 2016, s. 404-407], na którą zwraca się szczególnie uwagę w koncepcji Kaizen.

Oprócz wybranych z uwagi na ich popularność i omówionych sposobów usprawnienia procesów realizowanych w przedsiębiorstwie produkcyjnym, rozumianych jako koncepcje, metody, techniki czy narzędzia, dziedzina zarządzania jakością dostarcza również wielu innych rozwiązań, które może wykorzystać przedsiębiorstwo podążając w kierunku stworzenia lepszych warunków pracy.

3. Zastosowanie wybranych narzędzi zarządzania jakością w doskonaleniu logistyki produkcji w wybranym przedsiębiorstwie – case study

3.1. Analiza

Poddane analizie przedsiębiorstwo zajmuje się między innymi wytwarzaniem siłowników hydraulicznych, na których produkcji skupiono działania doskonalące. Podstawą działalności przedsiębiorstwa jest własna produkcja opierająca się przede wszystkim na obróbce metalu. Produkcja siłownika hydraulicznego to złożony proces składający się z kilku etapów a cykl produkcji wymaga objęcia licznymi procesami technologicznymi odbywających się na wielu stanowiskach roboczych. Dokonując analizy działalności produkcyjnej przedsiębiorstwa opracowano karty przebiegu procesu produkcyjnego, które przy pomocy ogólnie przyjętych symboli zapewniają jednoznaczny zapis przebiegu procesu (zgodnie z porządkiem przyjętym w kartach, w części dotyczącej projektowanego schematu przebiegu, symbole oznaczają: magazynowanie stałe, przemieszczanie się pracownika, operację technologiczną, montaż, magazynowanie tymczasowe) [Czerwińska i in., 2017, s. 50; Midor i Klimasara, 2016, s. 153]. Ze względu na rodzaj prowadzonej działalności i specyfikę działania siłownika hydraulicznego w przedsiębiorstwie wyróżniono cztery karty przebiegu procesu produkcyjnego (tulei, tłoczyska, pokrywy przedniej oraz samego siłownika), w których uwzględniono również czas trwania poszczególnych czynności oraz urządzenia wykorzystywane w następujących po sobie cyklach pracy. Na rys. 2 przedstawiono jedną z opracowanych kart – kartę przebiegu procesu produkcyjnego tłoczyska. Ponadto dokonano wizualizacji przepływu materiałów w procesie produkcyjnym, który ma wyraźnie ustaloną kolejność powiązanych ze sobą stanowisk (rys. 3).

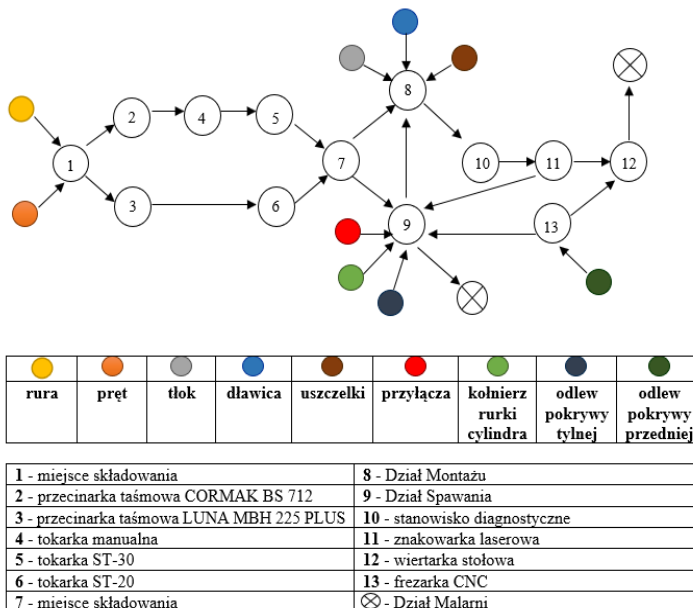
ZAKŁAD PRODUKCYJNY	KARTA PRZEBIEGU PROCESU PRODUKCYJNEGO						
NAZWA WYROBU	TŁOCZYSKO						
Nazwa operacji procesu produkcyjnego	Charakterystyka urządzeń	Czas [s]	Projektowany schemat przebiegu				
			▽	→	○	⊗	◡
Pobranie materiału z magazynu		120	●				
Transport międzyoperacyjny		70		●			
Cięcie pręta pod wymiar	Przecinarka taśmowa LUNA MBH 255 PLUS	120			●		
Transport międzyoperacyjny		120		●			
Obróbka skrawaniem tłoczyska	Tokarka ST-20	50				●	
Transport międzyoperacyjny		5		●			
Magazynowanie międzyoperacyjne		X					●
Pobranie półproduktu z magazynu		20	●				
Transport międzyoperacyjny		70		●			
Pobranie materiału z magazynu		400	●				
Transport międzyoperacyjny		200		●			
Dopasowanie tłoka i dławicy do tłoczyska oraz zabezpieczenie jego końców		300					●
Uzbrojenie i założenie uszczelniaczy		300					●

Rys. 2. Przykładowa z opracowanych kart przebiegu procesu produkcyjnego

Źródło: opracowanie własne.

W rozpatrywanym procesie produkcyjnym zróżnicowanie produktu oraz ilość jego wytwarzania są zmienne w zależności od okoliczności i rodzaju zamówień. Z tego względu przedsiębiorstwo zmuszone jest organizować zamiennie produkcję jednostkową oraz seryjną. Taki charakter działalności wymaga zarówno technologicznej, jak i przedmiotowej organizacji produkcji. Większość operacji technologicznych w procesie produkcyjnym przedsiębiorstwa odbywa się przez wykorzystanie maszyn i urządzeń znajdujących się na hali produkcyjnej. Każda maszyna obsługiwana jest przez co najmniej jednego operatora. Z tego względu przedsiębiorstwo musi liczyć się z możliwością wystąpienia przerw związanych z obróbką danej par-

tii, przezbrojeniem maszyny oraz przemieszczaniem się pracowników między działami. Dodatkowo personel na każdym etapie pracy zobowiązany jest kontrolować zmiany zachodzące w elementach poddawanych stałej obróbce.



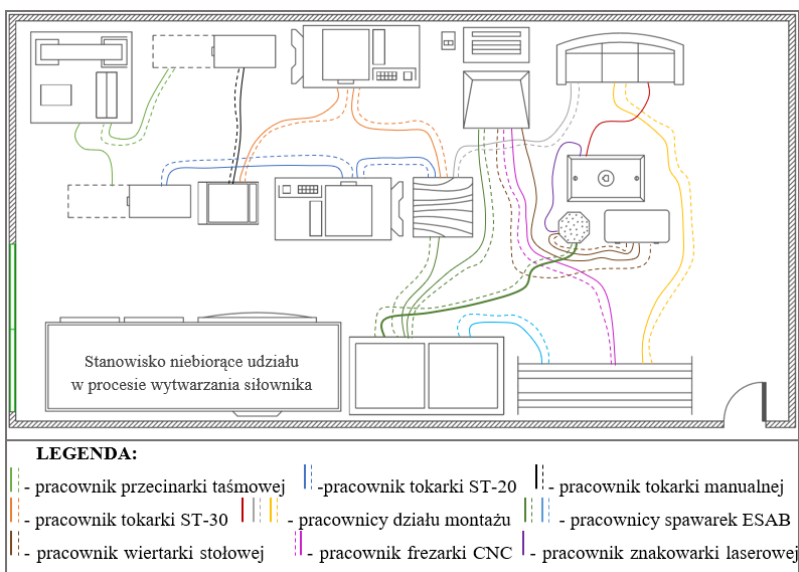
Rys. 3. Przebieg materiałów w procesie produkcyjnym

Źródło: opracowanie własne.

Przepływ materiałów odbywa się zgodnie z systemem szeregowo-równoległym, co pozwala w dużym stopniu wykorzystać stanowiska robocze oraz na ile to możliwe zachować ciągłość produkcji. Niestety wiąże się to ze zwiększoną częstotliwością przemieszczania się materiałów względem stanowisk znajdujących się na hali produkcyjnej. Na podstawie danych dotyczących czasu trwania operacji technologicznych oraz przerw związanych z obróbką zaobserwowano zjawisko nazywane potokiem asynchronicznym (czas wykonywania poszczególnych czynności na stanowiskach pracy jest różny [mfiles.pl, 10.11.2019]).

Każda działalność produkcyjna pod względem logistycznym powinna dążyć do skracania cykli produkcyjnych, a co najważniejsze zachowywać terminowość ich zakończenia, stale utrzymując jakość wytwarzanych produktów i jednocześnie minimalizując występowanie zapasów produkcji w toku [Rudawska, 2016, s. 108].

Podczas obserwacji procesu produkcji w przedsiębiorstwie zauważono, że przyjmując zlecenie na bardzo dużą liczbę jednakowych siłowników, materiały w trakcie procesu produkcyjnego poddawane są tym samym procesom wytwarzania i mimo ciągłości ruchu, pracownicy często nie są w stanie zrealizować zamówienia na czas. Zauważono zbędny ruch wynikający z niewłaściwej ergonomii stanowisk pracy. Aby zilustrować przepływ materiałów między stanowiskami roboczymi biorącymi udział w procesie produkcji siłownika hydraulicznego odwzorowano halę produkcyjną i naniesiono na nią przepływ materiałów w procesie. Wykorzystano jedno z narzędzi zarządzania jakością, wspierające obszar analizy procesu – diagram spaghetti (rys. 4). Linie ciągłe na rys. 4 wskazują drogę, jaką muszą pokonać pracownicy, aby pobrać konkretny półprodukt lub potrzebny materiał celem wytworzenia konkretnego wyrobu. Natomiast linie przerywane oznaczają drogę powrotną pracownika z pobranymi już elementami.



Rys. 4. Diagram spaghetti obrazujący ruchy pracowników w hali produkcyjnej

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu oprogramowania AutoCAD.

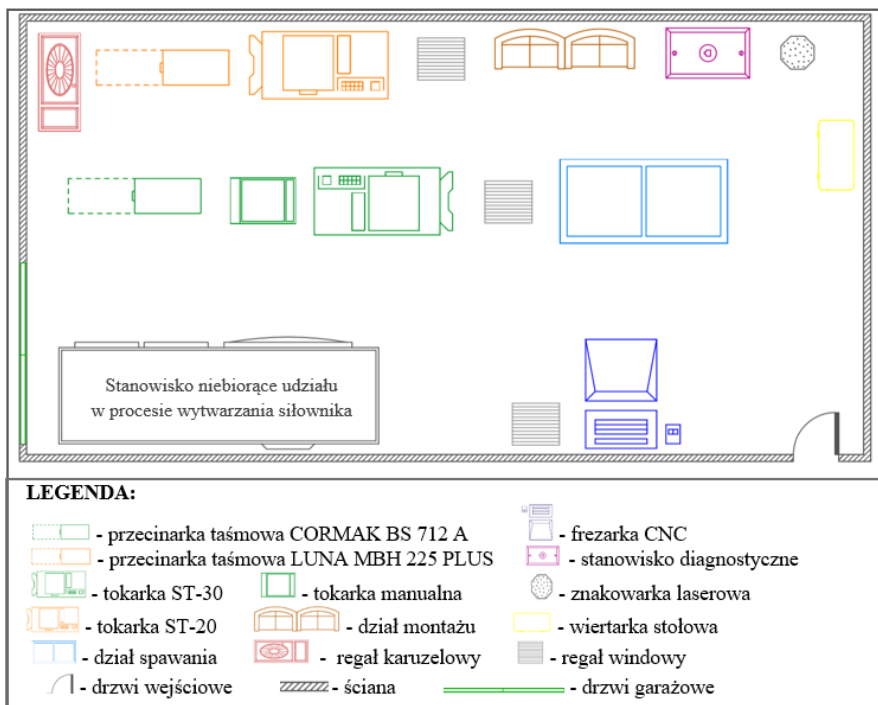
Według koncepcji *Lean Management* jakiegokolwiek przemieszczanie się pracowników po zakładzie produkcyjnym jest stratą [Czyż-Gwiazda, 2015, s. 13]. Brak rytmiczności przebiegu prowadzi do wydłużenia się czasu oczekiwania materiałów na stanowiskach roboczych, co w dłuższej perspektywie czasu oznacza wydłużenie

się cyklu produkcyjnego [Rudawska i Pomarańska, 2015, s. 5531]. Niewłaściwe rozmieszczenie maszyn i urządzeń spowodowało również straty związane z wydłużeniem się czasu przekazywania materiałów, mające związek z odcinkami, jakie muszą pokonać poszczególni pracownicy działów. Poprawa w zakresie organizacji i zagospodarowania hali produkcyjnej, pozwoliłaby zwiększyć efektywność wykorzystania zasobów produkcji i umożliwiłaby wprowadzenie i zastosowanie takich narzędzi jak *Just in Time* czy *5S*.

3.2. Propozycja

Proces wytworzenia siłownika hydraulicznego wymaga od pracowników stałej komunikacji oraz ciągłego przemieszczania się między jednym stanowiskiem a drugim. Prawidłowa organizacja przestrzeni hali produkcyjnej powinna zapewnić jak najprostszy przebieg procesu produkcyjnego. Przedsiębiorstwo planując rozmieszczenie maszyn i urządzeń nie znało zasad *lean*, co przyczyniło się do występowania dużych odległości pomiędzy stanowiskami. W konsekwencji na hali produkcyjnej utrzymywał się problem związany z nadmiernym przemieszczaniem się pracowników. Aby usprawnić przebieg procesu produkcji oraz zminimalizować występujące marnotrawstwo zaproponowano całkowitą reorganizację układu hali produkcyjnej. Na rys. 5 przedstawiono nowy układ stanowisk oraz maszyn i urządzeń.

Wedle przeprowadzonych obserwacji miejscem mającym wpływ na płynność pracy okazał się dział montażu. Dotychczas w dziale tym pracowało trzech pracowników. Jeden z nich dopasowywał tłok i dławice do tłoczyska po czym zabezpieczał jego końce. Z kolei drugi w tym samym czasie uzbrajał i zakładał uszczelniacze. Łączny czas trwania tych czynności wynosił 5 minut. Najdłuższą czynnością był montaż tulei z tłoczyskiem, za który był odpowiedzialny trzeci pracownik. Trwał on dwa razy dłużej, często powodując przestój. Inwestycja w dodatkowe stanowisko montażu byłaby w stanie zmniejszyć długość trwania cyklu produkcyjnego o około 5 minut, eliminując przy tym możliwość powstawania wąskiego gardła. Z uwagi na dostępność przestrzeni pracy wydzielono zatem w dziale montażu dodatkowy obszar określający nowe stanowisko pracy. Biorąc pod uwagę obciążenia organizmu pracownika związanego z ręcznym przenoszeniem i łączeniem poszczególnych elementów siłownika wzięto pod uwagę uwarunkowania ergonomiczne, hałas oraz oświetlenie [Plinta, 2010, s. 253-257].



Rys. 5. Proponowany nowy układ hali produkcyjnej przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu oprogramowania AutoCAD.

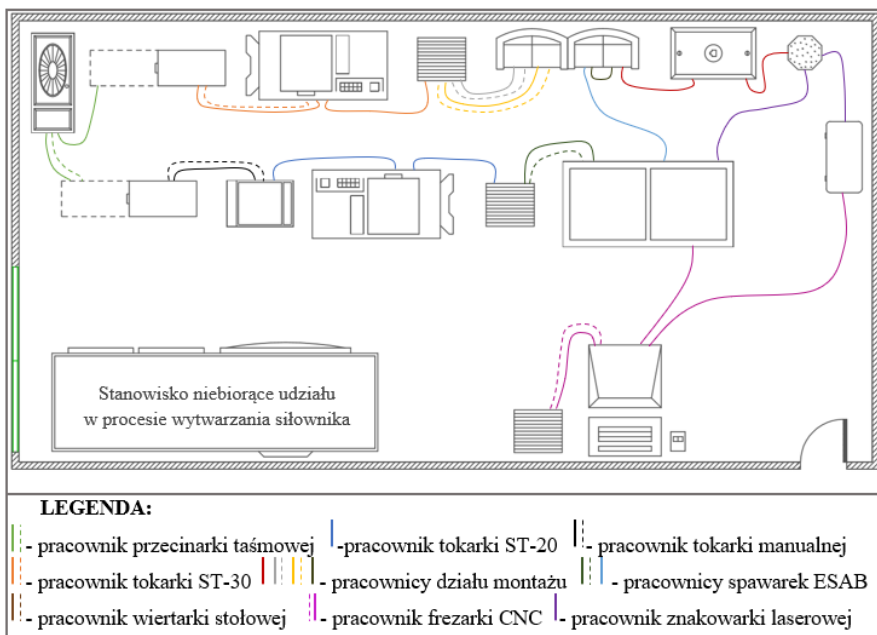
W nowo zorganizowanej hali za zgodą przedsiębiorstwa uwzględniono dodatkowo wykorzystanie regałów automatycznych, dzięki którym pozbyto się całkowicie miejsc składowania materiałów w toku, a dotychczasowe obszary przeznaczone do magazynowania materiałów zostały zastąpione nowszą technologią. Rozmieszczenie zorientowane na wyrób, nazywane systemem przepływowym ma na celu zmniejszenie odległości między zależnymi od siebie stanowiskami prac i uniemożliwia zastosowanie techniki zrównoważenia linii produkcyjnej [Rudawska i Pomańska, 2015, s. 5526]. Z uwagi na kolejność składowych procesu technologicznego tulei, przecinarkę taśmową CORMAK BS 712 A, tokarkę manualną oraz tokarkę ST-30 ustawiono w linii ciągłej. Po zakończonym procesie skrawania i gwintowania, gotowa tuleja kierowana jest do działu spawania. Przed dotarciem do miejsca docelowego obrabiany element umieszczany jest w regale windowym między tokarką ST-30 a działem spawania. Zastosowana w regale automatyzacja oraz wbudowana winda za pomocą, której towary dostarczane są prosto do rąk pracownika mają za zadanie ograniczyć ruch do minimum. Poza tuleją pobierane są w tym samym czasie

i miejscu takie elementy jak przyłącza, kołnierze rurki cylindra oraz odlewy pokrywy tylnej. Aby produkcja mogła przebiegać sprawnie drugi regał windowy z tłokami, dławicami oraz uszczelkami umieszczono obok działu montażu, jako przedłużenie linii produkcyjnej składającej się z regału karuzelowego, przecinarki taśmowej LUNA MBH 225 PLUS i tokarki ST-20. W tej części hali produkcyjnej wytwarzane jest tłoczysko, które następnie kierowane jest do stanowiska diagnostycznego i znakowarki laserowej. Chcąc zmaksymalizować wydajność produkcji zachowując przy tym jego ciągłość przestawiono dwie spawarki firmy ESAB bliżej działu montażu, a na ich miejsce postawiono frezarkę CNC. Aby zminimalizować zbędny ruch związany z wytwarzaniem pokrywy przedniej. Obok frezarki CNC umieszczono regał windowy z odlewami pokrywy przedniej. Przestrzeń oznaczona jako stanowisko niebiorące udziału w procesie wytwarzania siłownika, ze względu na politykę działania przedsiębiorstwa, została nienaruszona.

3.3. Ocena

Biorąc pod uwagę specyfikę działania przedsiębiorstwa całkowite wyeliminowanie czynności niedających wartości dodanej związanej z dostarczaniem do stanowisk roboczych elementów oraz materiałów było niemożliwe. Zgodnie z założeniem koncepcji *lean* zredukowano zbędny ruch poprzez ustawienie stanowisk roboczych blisko siebie w kolejności zgodnej z porządkiem operacji technologicznych. Kierując się zasadą liniowości wyeliminowano przecinające się wcześniej drogi [Słowiński, 2008, s. 91]. W celu oceny zaproponowanej zmiany ponownie wykorzystano diagram spaghetti (rys. 6), na którym przedstawiono ścieżki transportu pracowników biorących udział w procesie wytwarzania siłownika hydraulicznego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotyczącej długości trwania operacji procesu technologicznego podjęto próbę sprawdzenia czy proponowana zmiana skróci czas związany z transportem międzyoperacyjnym. Przeprowadzono zatem symulację, podczas której pracownicy zostali przydzieleni do poszczególnych stanowisk w nowo zaprojektowanej przestrzeni hali produkcyjnej, co pozwoliło ustalić długość trwania operacji transportowych według ustalonej kolejności występujących procesów technologicznych. W tab. 1 zestawiono uzyskane czasy z długością trwania operacji transportowych wcześniej odnotowanych w kartach przebiegu procesu produkcyjnego. Zgodnie z uzyskanymi wynikami symulacji, można było zauważyć, że na każdym etapie wytwarzania elementu łączny czas związany z transportem międzyoperacyjnym został zredukowany.



Rys. 6. Diagram spaghetti obrazujący ruchy pracowników po wprowadzeniu zaproponowanych zmian

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu oprogramowania AutoCAD.

Uwzględniając zasadę równoległości przebiegu procesów cząstkowych skupiono się na koncentracji procesów technologicznych rur i prętów w czasie. Rozmieszczenie maszyn i urządzeń biorących udział w procesie wytwarzania tulei i tłoczyska na kształt linii produkcyjnej zmniejszył łączny czas przemieszczania się pracowników między stanowiskami o ponad połowę. Wcześniej łączny czas transportu rury zajmował pracownikom 5 min 33 s, a prętu 6 min 25 s. Jak wynika z przeprowadzonej symulacji po wprowadzeniu zmian trwać on będzie odpowiednio 1 m 40 s oraz 2 min 8 s. Pozbywając się miejsc składowania przedsiębiorstwo zaoszczędziło w czasie trwania procesu wytwarzania tulei 50 s, a tłoczyska 70 s. Największe zmiany czasowe zaszły w obszarze produkcji pokrywy przedniej. Ustawienie automatycznego regału w pobliżu frezarki CNC zredukuje zbędny ruch związany z pobraniem odlewów o 3 min 28 s.

Przedsiębiorstwo, dzięki wprowadzeniu nowszych technologii, jak regał karuzelowy do przechowywania rur i prętów uzyskałoby większe możliwości składowania przez pozbycie się pustych przestrzeni. Z kolei regały, w których składowane

zostały niejednorodne elementy pozwoliłyby skrócić długość trwania cyklu produkcyjnego. Jest to zasługa szybko działającej windy, która zużywa mało energii i w efektywniejszy sposób wykorzystuje przestrzeń składowania.

Tab. 1. Czas operacji transportowych

	TRANSPORT OPERACYJNY		CZAS [s]	
	z:	do:	Przed zmianą	Po zmianie
TULEIA	miejsce składowania rur i prętów/regał karuzelowy	przecinarka taśmowa CORMAK BS 712 A	90	70
	przecinarka taśmowa CORMAK BS 712 A	tokarka manualna	60	5
	tokarka manualna	tokarka ST-30	68	10
	tokarka ST-30	miejsce składowania	50	5
	miejsce składowania tulei	spawarka ESAB	50	-
	miejsce składowania materiałów/regał windy	spawarka ESAB	15	10
łączy czas			333	100
TŁOCZYSKO	miejsce składowania rur i prętów/regał karuzelowy	przecinarka taśmowa LUNA MBH 255 PLUS	70	80
	przecinarka taśmowa LUNA MBH 255 PLUS	tokarka ST-20	120	30
	tokarka ST-20	miejsce składowania	5	8
	miejsce składowania tłoczyska	dział montażu	70	-
	miejsce składowania materiałów/regał windy	dział montażu	200	10
łączy czas			385	128
POKRYWA PRZEDNIA	miejsce składowania materiałów/regał windy	frezarka CNC	220	12
	frezarka CNC	spawarka ESAB/wiertarka	280/160	140/220
łączy czas			400/500	152/232
MONTAŻ	dział spawania	dział montażu	280	110
	dział montażu	urządzenie diagnostyczne	75	70
	urządzenie diagnostyczne	znakowarka laserowa	30	45
	znakowarka laserowa	spawarka ESAB/wiertarka	120/40	110/50
łączy czas			505/425	335/275

Źródło: opracowanie własne.

Umieszczenie regałów blisko stanowisk, do których trafiają elementy pozwoli zaoszczędzić czas związany z przemieszczaniem się pracowników, a dzięki automatyzacji zminimalizowane zostaną problemy z jego odnalezieniem. W zależności od liczby złożonych zamówień przedsiębiorstwo stosując automatyzację, w optymalny sposób może zapewnić dłuższe lub krótsze magazynowanie. Dodatkowo system dopasowania odległości między półkami daje możliwość gęstszego składowania zamówionych z zewnątrz materiałów jak i tych, które zostały poddane wcześniejszym procesom technologicznym.

Podsumowanie

W dzisiejszych czasach odpowiednio wyposażona hala produkcyjna to podstawa dobrze prosperującej działalności produkcyjnej. Za sposób organizacji produkcji w przedsiębiorstwie oraz sieci przepływów odpowiada logistyka produkcji. Jest ogniwem scalającym podsystemy zaopatrzenia oraz dystrybucji, a jej działania prowadzą do efektywnego transportowania zarówno dostępnych surowców i materiałów, jak i półfabrykatów i wyrobów gotowych.

Dzięki dostępnym koncepcjom, metodom, technikom i narzędziom doskonalenia jakości w procesach produkcji możliwe jest analizowanie obszarów procesów logistycznych wymagających usprawnienia. Co istotne, co wykazano również poprzez *case study* opisane w niniejszej publikacji, narzędzia te cechują się brakiem dodatkowych kosztów oraz łatwością wykorzystania.

Projektując przestrzeń produkcyjną kierowano się technologicznymi powiązaniem występującymi w procesie produkcji. Bazowano na przeprowadzonej analizie procesów i narzuconej przez proces produkcji kolejności operacji wykonywanych na poszczególnych stanowiskach roboczych. Niewłaściwe rozmieszczenie maszyn i urządzeń spowodowały straty związane z wydłużeniem się czasu przekazywania materiałów. Zobrazowanie przepływu materiałów między stanowiskami roboczymi biorącymi udział w procesie produkcji siłownika hydraulicznego za pomocą diagramu spaghetti pozwoliło określić miejsca, w których przepływ był zakłócony. Zaproponowane zmiany nie wymagały dodatkowych inwestycji finansowych, wykorzystano jedynie potencjał i dostępne zasoby, eliminując i ograniczając zakres operacji transportowych. Przedsiębiorstwa produkcyjne wdrażając nawet wybrane z szerokiego wachlarza dostępnych rozwiązań z obszaru zarządzania jakością, eliminują czynności zbędne, kładąc największy nacisk na wartości dodane produktu.

ORCID iD

Alicja E. Gudanowska: <https://orcid.org/0000-0003-3850-7176>

Literatura

1. Baran J. (red). (2008), *Logistyka. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
2. Bielecki M., Staszewska P. (2016), *Redukcja marnotrawstwa ruchu w przedsiębiorstwie produkcyjnym - studium przypadku*, w: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. T. 1*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, s. 401-412.
3. Borkowski S. (2009), *Systemy produkcyjne - Manufacturing systems*, Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemśle „ORMASZ”, Warszawa.
4. Ciesielski M. (2006), *Logistyka w biznesie*, PWE, Warszawa.
5. Ciesielski M. (red.), (2006), *Instrumenty zarządzania logistycznego*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
6. Cybulska D. (red). (2014), *Organizowanie i monitorowanie przepływu zasobów i informacji w procesie produkcji*, Wydawnictwo Szkole i Pedagogiczne sp. z o.o., Warszawa.
7. Czerwińska K., Pacana A., Siwiec D. (2017), *Analiza procesu produkcyjnego drzewi wewnątrzlokalowych ramiakowych stile – studium przypadku*, *Integral Safety of Environs* 10, s. 45-59.
8. Czubasiewicz H. (red.). (2007), *Sukces organizacji. Uwarunkowania wewnętrzne i zewnętrzne*, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot.
9. Czyż-Gwiazda E. (2015), *Koncepcja Lean Management w Zarządzaniu Organizacją*, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 233, s. 11-23.
10. Durlik I. (1995), *Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych*, Placet, Warszawa.
11. Faron A. (2011), *Lean management*, w: M. Hopeja (red.), Z. Krala (red.), *Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 69-84.
12. Fertsch M. (red). (2003), *Logistyka produkcji*, Biblioteka Logistyka, Poznań.
13. Gala B., Wolniak R. (2013), *Problems of implementation 5S practices in an industrial company*, *Management Systems in Production Engineering* 4, s. 8-14.
14. Governica.com – platforma poświęcona zarządzaniu, www.governica.com/Logistyka_produkcji, [09.09.2019].

15. Gronowicz M. (red). (2014), *Ekonomika produkcji*, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn.
16. Gudanowska A. (2010), *Wprowadzenie do zarządzania jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, *Ekonomia i Zarządzanie* 4, s. 161-170.
17. Gudanowska A., Olszewska A. (2014), *Techniki pro jakościowe wykorzystywane w podlaskich przedsiębiorstwach – wyniki badania wybranych jednostek*, *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie* 73, s. 169-180.
18. Hamrol A. (1998), *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
19. Ireneusz D. (1995), *Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych*, Placet, Warszawa 1995.
20. Jakubowskiego J. (red.). (2014), *Inżynieria produkcji*, Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją, Zielona Góra.
21. Janczewski J. (2014), *Lean Management jako metoda optymalizacji procesów logistycznych w magazynie firmy X*, *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie* 2, s. 41-53.
22. Józwiakowski P. (2015), *Lean Management – metoda racjonalnego zarządzania produkcją*, *Zeszyty Naukowe DWSPiT. Studia z Nauk Technicznych* 4, s. 33-46.
23. Kisiel P. (2017), *Koncepcja wdrożenia wybranych metod Lean Production w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 6, s. 1410-1414.
24. Kleszcz D. (2017), *Assessment of application of 5S practices in ceramic industry*, *Production Engineering Archives* 16, s. 47-51.
25. Kryś P. (2016), *Kaizen w przedsiębiorstwie*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach* 109, s. 135-142.
26. Krzyżaniak S. (2011), *Dobre praktyki zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, *Logistyka* 6, s. 45-48.
27. Marodin G., Frank A.G., Tortorella G.L., Netland T. (2018), *Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects*, *International Journal of Production Economics* 203, s. 301-310.
28. Matuszek J. (2011), *Rachunek kosztów dla inżynierów*, PWE, Warszawa.
29. Midor K., Klimasara G. (2016), *Mapa procesu jako innowacyjne narzędzie optymalizacji jakościowej procesu produkcji*, w: Gembalska-Kwiecień A. (red.), *Systemy wspomagania w inżynierii produkcji* 4/16, s. 150-159.
30. Pająk E. (2006), *Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
31. Pasternak K. (2005), *Zarys zarządzania produkcją*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

32. Plinta D. (2010), *Doskonalenie stanowisk pracy z wykorzystaniem narzędzi komputerowych wspomagających modelowanie stanowisk i analizy obciążenia*, *Pomiary Automatyka Robotyka* 2, s. 250-257.
33. Romanowski M., Nadolny K. (2018). *Methods of graphical analysis of production processes*, *Journal of Mechanical and Energy Engineering* 2, s. 33-42.
34. Rudawska A. (2016), *Logistyka procesów produkcji*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
35. Rudawska A., Pomarańska K. (2015), *Wybrane zagadnienia zmian organizacyjnych w procesie produkcji opakowań*, *Logistyka* 4, s. 5526-5532.
36. Sarjusz-Wolski Z. (1998), *Strategia zarządzania zaopatrzeniem praktyka logistyki biznesu*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
37. Słowiński B. (2008), *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
38. Strona internetowa encyklopedii zarządzania: https://mfiles.pl/pl/index.php/Formy_produkcyjnej [10.11.2019].
39. Topolska K. (2016), *Niezawodność i bezpieczeństwo wewnętrznego systemu transportowego na linii produkcyjnej*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie* 24, s. 259-271.
40. Topolski M. (2016), *Model sterowania przepływem materiałów w procesie produkcyjnym*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 6, s. 1141-1144.
41. Topolski M., Topolska K., Kobyłt A. (2015), *Sterowanie przepływem materiałów w procesie produkcyjnym*, *Logistyka* 2, s. 765-772.
42. Urban W., Łukaszewicz K., Krawczyk-Dembicka E. (2020), *Application of Industry 4.0 to the Product Development Process in Project-Type Production*, *Energies* 13/21, s. 1-20.
43. Waters D. (2001), *Zarządzanie operacyjne. Towary i usługi*, PWN, Warszawa 2001.
44. Wiśniewski C. (2010), *Wpływ wdrożenia zasad Lean Manufacturing na efektywność i jakość produkcji*, *Problemy eksploatacji* 2, s. 35-42.
45. Wolniak R. (2013), *Metody i narzędzia lean production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle*, w: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, s. 524-533.

Enhancing quality in the area of production logistics – using selected quality management methods in a production company

Abstract

The aim of the article is to present the possibility of using selected methods of quality management in improving quality in the production logistics area. The article presents conclusions from the literature review on the importance of logistics in the production process and its improvement from the perspective of quality management. Then, the process of improving production logistics in a company producing hydraulic cylinders is described, starting from the analysis of the production process, through the presentation of a proposal for improvement, and ending with its evaluation. A spaghetti diagram was used for process analysis and proposal evaluation. The presented case study and its analysis, preceded by theoretical considerations, can be an inspiration for other companies to implement the described tools. The description presented in the article shows how to improve quality in the area of production logistics significantly without engaging financial resources.

Key words

production logistics, quality management, process improvement, case study