

Bartosz Truskiewicz

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Efektywna organizacja pracy linii produkcyjnych w koncepcji *Lean Management*

Streszczenie. Artykuł przedstawia teoretyczne i praktyczne metody, pozwalające na poprawę efektywności i produktywności przedsiębiorstwa na podstawie założeń koncepcji *Lean Management* (LM). Opisano podstawowe założenia tej koncepcji oraz proces modelowania i organizowania pracy linii produkcyjnych zgodnie z założeniami koncepcji *Lean*; przytoczono również wzory obliczeniowe oraz przykłady rozwiązań, pozwalające przybliżyć czytelnikowi aspekty bezpośredniego wdrażania systemu do organizacji pracy hali produkcyjnej – w nawiązaniu do ustalonego czasu taktu procesu.

Słowa kluczowe: czas cyklu, czas taktu, *Just-in-time*, *Lean Management*

Wprowadzenie

Rozwój systemów logistycznych, Internetu i komunikacji bezprzewodowej spowodował, że gospodarkę globalną „opanowała” sieć ścisłych powiązań. Do niedawna kluczowym czynnikiem decydującym o sukcesie danej organizacji były koszty jej działalności. Dziś jednak, w sposób bardzo prosty i szybki, można przenieść produkcję do krajów, gdzie koszty pracy będą zdecydowanie niższe. Z tej możliwości korzystają już niemal wszystkie koncerny i korporacje międzynarodowe, a coraz częściej również firmy średniej i małej wielkości. Sytuacja ta powoduje, że cena produktu w coraz mniejszym stopniu pozwala na wygenerowanie przewagi konkurencyjnej. Można zaobserwować także, że wśród samych

konsumentów, zmieniają się czynniki determinujące decyzje zakupowe. Oprócz racjonalnej ceny klienci oczekują innowacyjności, wysokiej jakości produktu, odpowiedniego *designu* czy też serwisu posprzedażowego, a producenci z nisko kosztowych krajów dalekowschodnich nie zawsze są w stanie sprostać tym wymaganiom.

Jest to zatem szansa dla firm operujących na rynkach, gdzie koszty produkcji są wysokie, jednak oferowana jakość oraz marka danego produktu są zdecydowanie wyższe. Do takich krajów należy zaliczyć głównie Stany Zjednoczone, Japonię czy też większość krajów Unii Europejskiej. W państwach tych obniżenie kosztów pracy jest bardzo trudne, a wręcz niemożliwe ze względu na obowiązujący system społeczno-prawny. Obecnie przedsiębiorstwa gospodarek rozwiniętych dystansują jeszcze tańszą konkurencję dzięki przewadze technologicznej. Z pewnością jednak będzie się ona radykalnie zmniejszać z biegiem czasu. Może o tym świadczyć fakt, że firmy chińskie czy indyjskie przestają satysfakcjonować się tylko prostą produkcją i kopiowaniem rozwiązań, a inwestują z sukcesami w nowe dziedziny wiedzy, jak informatyka, telekomunikacja czy motoryzacja. W związku z tym producenci, którzy w długiej perspektywie chcą skutecznie z nimi konkurować, muszą stale poszukiwać nowych metod wspierających i usprawniających procesy zarządcze.

Jedną z takich metod, pozwalającą na zbudowanie długotrwałej przewagi konkurencyjnej, jest *Lean Management*. Celem tej koncepcji jest wygenerowanie poprawy efektywności kosztowej przedsiębiorstwa, przy zachowaniu najwyższych standardów jakościowych. Cel ten nie jest jednak osiąganym w sposób „drastyczny”, np. przez redukcję zatrudnienia. Wręcz przeciwnie, działalność skupia się na jak najlepszym wykorzystaniu umiejętności i wiedzy zatrudnionych osób, dąży się do stałej i kompleksowej poprawy efektywności pracy we wszystkich aspektach działalności firmy.

Dlatego koncepcja ta powinna być rozpatrywana dwuaspektowo, jako:

– działalność usprawniająca efektywność przedsiębiorstwa, wyrażana poprzez stosunek osiągniętych wyników do poniesionych nakładów (aspekt kosztowo-techniczny),

– działalność usprawniająca mentalność postępu, wyrażana poprzez wspieranie innowacyjności i kreatywności pracowników potrzebnej do budowania marki i pozycji rynkowej przedsiębiorstwa¹.

Można zatem postawić tezę, że istotą *Lean Management* jest poprawa efektywności przedsiębiorstwa, nie tylko poprzez redukcję wszelkiego rodzaju strat i marnotrawstwa, ale również poprzez wspieranie wszelkich działań stymulujących jego rozwój.

¹ A. Kozieradzka, S. Lis, *Programowanie poprawy produktywności*, Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemysle „Orgmasz”, Warszawa 1998, s. 6.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie teoretycznych i praktycznych metod poprawy efektywności i produktywności przedsiębiorstwa w nawiązaniu do założeń koncepcji *Lean Management*. W części pierwszej – teoretycznej opisano podstawowe założenia tej koncepcji. W części drugiej – praktycznej autor skupił się na przedstawieniu prawidłowego procesu modelowania i organizowania pracy linii produkcyjnych w myśl koncepcji *Lean*. W części tej przytoczono wzory obliczeniowe oraz przykłady rozwiązań, pozwalające przybliżyć czytelnikowi aspekty wdrażania tego systemu bezpośrednio do organizacji pracy hali produkcyjnej, z zachowaniem ustalonego czasu taktu procesu.

1. Podstawowe założenia koncepcji *Lean Management*

Lean Management jest koncepcją pochodzącą z japońskich fabryk firmy Toyota i bardzo często przyrównywany jest do systemu produkcyjnego tej firmy, nazywanego *Toyota Production System (TPS)*. Jako jej prekursorów można wskazać prezesa koncernu Eiji Toyoda i głównego inżyniera Taichi Ohno, którzy ujęli sedno systemu w 14 zasadach:

1. Opierać decyzje zarządcze na dalekosiężnej koncepcji – nawet kosztem krótkoterminowych wyników finansowych.
2. Stworzyć ciągły i płynny proces ujawniania problemów.
3. Wykorzystać system „ciągnięcia”, aby uniknąć nadprodukcji.
4. Wyrównać obciążenie pracą.
5. Stworzyć kulturę przerywania procesów w celu rozwiązywania problemów, by od razu uzyskać właściwą jakość.
6. Ustandaryzować proces.
7. Stosować kontrolę wizualną, aby żaden problem nie pozostał w ukryciu.
8. Stosować wyłącznie niezawodną, sprawdzoną technologię służącą pracownikom i procesom.
9. Wychować liderów, którzy rozumieją pracę, żyją ogólną koncepcją firmy i uczą innych.
10. Wykształcić wyjątkowych ludzi i zespoły, realizujące ogólną koncepcję firmy.
11. Szanować sieć partnerów i dostawców, pomagając im w doskonaleniu się.
12. Angażować się osobiście, aby gruntownie zrozumieć sytuację.
13. Podejmować decyzje powoli, w drodze konsensusu i starannie rozważając wszystkie możliwości.
14. Zostać organizacją uczącą się dzięki ciągłej poprawie (*Kaizen*)².

² J.K. Liker, *Droga Toyoty*, MT Biznes, Warszawa 2005, s. 79-85.

Przytoczone założenia nie są czymś zupełnie nowym w naukach o zarządzaniu. Wręcz przeciwnie, *Lean Management* zbiera i systematyzuje znane już metody i narzędzia, niejako je „uszlachetniając”³. Priorytetem w ramach tej koncepcji jest położenie nacisku na eliminację wszelkiego rodzaju marnotrawstwa. Odbywa się to poprzez zdefiniowanie i usunięcie wszystkich czynności nieprzynoszących wartości dodanej, czyli tego, za co klienci nie chcą płacić i co określane jest japońskim terminem *Muda*. Działania te powinny być łączone z procesem ciągłej poprawy *Kaizen* i wspieraniem rozwoju pracowników danej organizacji, będących jej podstawowym i priorytetowym zasobem⁴.

2. Eliminacja wszystkich czynności nieprzynoszących wartości dodanej – *Muda*

W procesach gospodarczych, a przede wszystkim produkcyjnych, rozróżniamy tylko dwa rodzaje działania:

- 1) procesy przynoszące wartość (*Shigoto*),
- 2) procesy nieprzynoszące wartości dodanej (*Muda*).

Procesy przynoszące wartość, w kulturze japońskiej nazywane są terminem *Shigoto*. Słowo to dosłownie oznacza „pracę”⁵. W koncernie Toyota jego znaczenie zostało mocno zawężone, tylko do opisu czynności dodających wartość, powodujących postęp w produkcji lub przyczyniających się do poprawy jakości wytwarzanych części. Przeciwnie znaczenie ma słowo *Muda* i oznacza: „bezużyteczny, stracony”⁶.

Choć może się to wydać nieprawdopodobne, zdecydowana większość czynności wykonywanych podczas każdej pracy stanowi *Muda*. Jak pisze Matylda Wiśniewska „czynności i działania, które nie tworzą bezpośrednio wartości dodanej stanowią w najlepszych przedsiębiorstwach ponad 90% wszelkich wykonywanych czynności”⁷. Oznacza to, że właściwie każda działalność ludzka i produkcyjna generuje bardzo dużo strat. Co więcej, bardzo często zupełnie inną percepcję wartości dodanej i marnotrawstwa mają konsumenci i producenci. W książce *Zarządzanie XXI w – wyzwania* Peter Drucker pisze: „to, co jest wartością dla klienta,

³ B. Nogalski, *Lean Management*, w: *Koncepcje zarządzania*, C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 301.

⁴ A. Kosieradzka, S. Lis, op. cit., s. 101.

⁵ Shigoto, *Value Adding Work*, w: *A Glossary of special terms used at production jobsites in Toyota*, Toyota Motor Corporation, Tokyo 1987, s. 22.

⁶ *Słownik japońsko-polski*, wyd. II, Wiedza Powszechna, Warszawa 2000, s. 494.

⁷ M. Wiśniewska, *Osiągnięcie efektywnych procesów i całej organizacji jest możliwe. Czy Kaizen pozwala osiągnąć ten cel?*, „Zarządzanie Jakością” 2005, nr 1, s. 9.

w zasadzie nigdy nie pokrywa się z wartościami w rozumieniu dostawcy⁸. Warto podkreślić, że taki tok myślenia nie jest charakterystyczny wyłącznie dla świata biznesu, ale sprawdza się również w innych dziedzinach, jak opieka zdrowotna czy administracja⁹. Powyższą teorię można zobrazować prostym przykładem. Otóż czynnościami, za które chce zapłacić np. klient piekarni, są tak naprawdę tylko te, które wiążą się z zakupem surowców i upieczeniem chleba. Piekarz musi jednak magazynować surowce i opłacić transport, co generuje dodatkowe koszty. Z punktu widzenia klienta, koszty te są jednak nieistotne i nie godzi się na ich ponoszenie, oczekując od piekarza, że zrobi wszystko, aby je ograniczyć.

Koncepcja *Lean Management* jest niejako „lekarstwem”, dającym przedsiębiorstwom i organizacjom odpowiednie metody do zdefiniowania wszelkich przejawów *Muda*, a także skuteczne narzędzia jej eliminacji. Pracownicy Toyoty, podchodzą do tego tematu w sposób bardzo praktyczny. Twierdzą, że przepływ procesu należy dokładnie zbadać, definiując pojęcie wartości w taki sposób, jakbyśmy sami byli klientami. Do historii tego koncernu weszło już tzw. koło Ohno, nazwane tak na cześć wspomnianego już Taichi Ohno. Działanie to polegało na narysowaniu na posadzce koła, w którym stawał jeden z pracowników obserwujących proces. Stał w nim tak długo, aż zrozumiał dogłębnie jego przebieg, odnalazł wszystkie problemy występujące na danym stanowisku pracy, a przede wszystkim potrafił zdiagnozować czynności nie dodające wartości do tego procesu – *Muda*¹⁰.

W dostępnej literaturze występują różne definicje i opisy poszczególnych kategorii strat. Większość skupia się na wskazaniu potencjalnych przyczyn jej występowania i są one bardzo mocno związane z konkretnymi działaniami technologicznymi, takimi jak transport, wady, poziom zapasów. Opis poszczególnych rodzajów strat zawiera tabela 1.

Tabela 1. Siedem głównych rodzajów strat – *Muda*

<i>Muda</i>	Opis
Nadprodukcja	Wytwarzanie więcej, niż oczekuje klient (zamrożony kapitał, zużyta energia, praca ludzka, powiększone koszty magazynowania, a nawet zbyt duża ilość informacji)
Zapasy	Są na ogół wynikiem nadprodukcji – zapasy to gromadzenie wyrobów gotowych, jak również zapasy międzyoperacyjne oraz zapasy w toku. Ich magazynowanie zajmuje wolną przestrzeń oraz powoduje konieczność ich transportowania
Zbędne ruchy	Konieczność schylania się, obracania, sięgania po części
Zbędny transport	Transport wyrobów w toku (np. na podajnikach), półproduktów, wyrobów gotowych

⁸ P. Drucker, *Zarządzanie XXI wieku – wyzwania*, MT Biznes, Warszawa 2010, s. 39.

⁹ Ibidem, s. 39.

¹⁰ J.K. Liker, op. cit., s. 347.

<i>Muda</i>	Opis
Błędy w procesie produkcyjnym	Złe zaprojektowanie procesu produkcyjnego wymuszające na operatorze konieczność wykonywania dodatkowych czynności (np. długie przejścia między poszczególnymi operacjami)
Braki, naprawa braków	Wytwarzanie braków, błędy, naprawy, tworzenie stanowisk naprawczych
Czas oczekiwania	Oczekiwanie operatora na zakończenie cyklu pracy maszyny, oczekiwanie na mechaników, części itp.

Źródło: opracowanie na podstawie: M. Wiśniewska, *Osiągnięcie efektywnych procesów i całej organizacji jest możliwe. Czy Kaizen pozwala osiągnąć ten cel?*, „Zarządzanie Jakością” 2005, nr 1, s. 9.

Obecnie można spotkać w literaturze również ósmy rodzaj *Muda*, nazywany „stratą ludzkiej kreatywności”. Jest to ewidentne odniesienie do niewykorzystanych możliwości drzemiących w człowieku jako kluczowej osoby odpowiedzialnej za funkcjonowanie koncepcji *Lean*.

3. *Just-in-time* jako element wspierający *Lean Management* w działalności produkcyjnej

Głównym systemem wspierającym działanie koncepcji *Lean Management* i pozwalającym na istotne ograniczenie udziału *Muda* w działaniach produkcyjnych jest *Just-in-time* (J-i-t). Opiera się on na trzech podstawowych założeniach, tj. produkcji tylko tego, co jest potrzebne w czasie, kiedy jest to potrzebne i dokładnej ilości, która jest potrzebna. Głównym celem zastosowania tego systemu jest wyeliminowanie zapasów w ramach każdego z etapów produkcji¹¹, czym J-i-t idealnie wpisuje się w główny nurt koncepcji *Lean*. Wyznacznikami determinującymi produkcję w systemie *Just-in-time* są:

- „ciągniony” system produkcji (tzw. system *pull* lub *kanban*),
- produkcja oparta o przepływ jednej sztuki przez stanowiska operatorskie,
- czas taktu (*takt time*).

Szczególnie ważnym elementem, pozwalającym przedsiębiorstwom zredukować czynności nie przynoszące wartości dodanej, jest oparcie procesu produkcji o takt, czyli dopasowanie jej idealnie do poziomu generowanych zamówień klientów. W związku z tym, że takt wyrażany jest w jednostkach czasu, najczęściej określa się go także jako „czas taktu”.

¹¹ D. Hutchins, *Just In Time*, Gower Publishing, Hampshire 1988, s. 17.

4. Zapotrzebowanie klienta jako główny wyznacznik czasu taktu (*takt time*)

Słowo „takt” pochodzi z języka niemieckiego i oznacza batutę używaną przez dyrygenta¹². Skojarzenie z muzyką, wystukiwaniem rytmu jest także często spotykanym wyznacznikiem czasu taktu. „Tak jak metronom utrzymuje takt muzyki, *takt time* utrzymuje rytm zamówień klienta”¹³. W literaturze przedmiotu możemy znaleźć również inne definicje. Z reguły próbują określić takt poprzez pewnego rodzaju wzór czy funkcję matematyczną. Guru japońskich metod zarządzania, Masaaki Imai, pisze: „czas taktu jest to całkowity czas produkcji, podzielony przez liczbę egzemplarzy wymaganych przez klienta w danym czasie”¹⁴. Podobne definicje można znaleźć w pracach innych autorów, np. „czas taktu, to dostępny czas produkcji części w określonym przedziale czasu, podzielony przez rzeczywistą wartość zapotrzebowania klienta”¹⁵. Często definicje te opisywane są również w postaci następującego algorytmu:

$$\text{czas taktu} = \frac{\text{dostępny czas pracy}}{\text{dziennie zapotrzebowanie klienta}} \text{ [sek./szt.]}$$

Bazując na nim, łatwo zauważyć, że czas taktu wyrażony jest za pomocą jednostki czasu potrzebnej do wyprodukowania jednej sztuki produktu. W zależności od rodzaju procesu może być wyrażony w sekundach, minutach, a nawet godzinach. W skrajnych sytuacjach, np. w przemyśle stoczniowym, takt może być określany nawet w tygodniach czy miesiącach. Bez względu jednak na to, jaka jednostka czasu go wyraża, zawsze musi być determinowany przez jeden, najważniejszy czynnik – zapotrzebowanie klienta. To właśnie klienci poprzez swoje zamówienia generują prędkość, z jaką każda fabryka powinna produkować swoje produkty. Zobrazujmy to przykładem.

Fabryka pracuje w systemie jednozmianowym, ośmiogodzinnym. Dzielne zapotrzebowanie klientów to 480 sztuk produktu, zatem:

– czas pracy = 8 godzin/dzień = 480 min./dzień = 28 800 sek./dzień

– zapotrzebowanie klienta = 480 szt./dzień

Podstawiając dane do powyższego wzoru, otrzymamy:

$$\text{czas taktu} = \frac{480 \text{ min.}}{480 \text{ szt.}} = 1 \text{ min./szt.}$$

¹² M. Imai, *Gemba Kaizen*, MT Biznes, Warszawa 2006, s. 189.

¹³ R. Kremer, T. Fabrizio, *The Lean Primer*, MCS Media, Chelsea 2005, s. 34.

¹⁴ M. Imai, op. cit., s. 189.

¹⁵ J. Liker, D. Meier, *The Toyota Way Fieldbook*, The McGraw-Hill Companies, New York 2006, s. 87.

Możemy stwierdzić, że aby zrealizować zamówienia klienta, fabryka musi pracować w czasie taktu równym 1 min./szt. Taka metoda wyliczania wskaźnika jest jednak systemem czysto teoretycznym, który w bezpośredniej działalności produkcyjnej musi zostać odpowiednio dopasowany do szczególnych warunków panujących w przedsiębiorstwach. Zakłada ona bowiem wykorzystanie 100% efektywności wszystkich maszyn w trakcie regularnych godzin pracy¹⁶. Co zatem zrobić w sytuacjach, kiedy produkcja musi stanąć w trakcie dnia? W takim przypadku, występujący w liczniku „dostępny czas pracy”, musi zostać zredukowany.

5. Wpływ przerw produkcyjnych i planowanych przestojuw na wyznaczanie czasu taktu

W podanym przykładzie fabryka musi co minutę produkować jeden detal. Rozważmy sytuację, kiedy w trakcie dnia występuje 30-minutowa przerwa dla załogi. Praca skróci się więc o ten czas i każdego dnia nie zostanie wykonanych 30 detali. Aby sprostać zamówieniom klientów, należy obniżyć dostępny czas pracy, właśnie o czas trwania przerwy i będzie wynosić 480 min. – 30min. = 450 min. Taką sytuację opisuje następujący wzór.

$$\text{czas taktu [sek./szt.]} = \frac{(\text{dostępny czas pracy} - \text{planowane przestoje})}{\text{dziennie zapotrzebowanie klienta}}$$

Założenie to ma swoje potwierdzenie również w literaturze przedmiotu: „pamiętaj, aby używać tylko dostępnego (płatnego) czasu pracy, jeżeli zmiana liczy 8,5 godz., ale jest w niej 30 minut niepłatnej przerwy, całkowity dostępny czas to 8 godzin”¹⁷. Czy ta definicja spełnia wszystkie wymagania systemu *Lean*? Autorzy wskazują, że tylko niepłatny czas jest tym, który powinien być traktowany jako obniżający dostępność. Jak zatem interpretować płatny czas postojów, np. na działania porządkowe *5S* czy *TPM* (autonomiczne utrzymanie ruchu)? W fabrykach Toyoty płatny czas pracownika poświęcony właśnie na te działania również odlicza się przy kalkulacjach, ponieważ w trakcie trwania tych dodatkowych czynności nie produkujemy gotowych detali.

Wracając do już wskazanej, przykładowej fabryki możemy wyliczyć czas taktu, uwzględniając zakładaną przerwę.

¹⁶ *A Glossary Of Special Terms Used At Production Jobsites In Toyota*, Toyota Motor Corporation, Tokyo 1987, s. 36.

¹⁷ R. Kremer, T. Fabrizio, *The Lean Primer*, MCS Media, Chelsea 2005, s. 34.

$$\begin{aligned} \text{czas taktu} &= \frac{480 \text{ min.} - 30 \text{ min.}}{480 \text{ szt.}} = \frac{28\,800 \text{ sek.} - 1800 \text{ sek.}}{480 \text{ szt.}} = \\ &= \frac{27\,000 \text{ sek.}}{480 \text{ szt.}} = 56,25 \text{ sek./szt.} \end{aligned}$$

Aby sprostać zamówieniom klienta, fabryka musi produkować więc każdą sztukę – nie jak wcześniej zakładano co 60 sek., a dokładnie co 56,25 sek.

Przeprowadzone obliczenia są dość proste i łatwe do zastosowania. Nie ujmują jednak zatrzymań nieplanowanych, takich jak: awarie, absencja, problemy związane z bezpieczeństwem pracy. Zatrzymań tego typu nie można przewidzieć i zaplanować w sposób dokładny, a istotnie wpływają na możliwości produkcyjne. Dlatego w rozwiązaniach praktycznych wszystkie czynniki powinny być wzięte pod uwagę.

6. Wyznaczanie współczynnika dostępności

Opisane przykłady nieplanowanych postojów mają ogromny wpływ na wartość czasu taktu. Aby właściwie reagować na tego typu problemy, stosuje się dodatkowy współczynnik. Jest to tzw. dostępność (*availability*). Określa się go literą „A” i wyraża w procentach. Rolą współczynnika dostępności jest wykazanie rzeczywistej wydajności danej linii czy też całej fabryki, pomniejszonej właśnie o nieplanowane postoje, tj.: awarie, absencje, problemy jakościowe, zdarzenia wypadkowe oraz inne czynniki powodujące jej niezaplanowane zatrzymanie. Wzór obliczeniowy tego współczynnika możemy wyrazić w sposób następujący:

$$\text{wsp. dostępności [w proc.]} = \frac{\text{dostępny czas pracy} - \text{czas nieplanowanych przestojów}}{\text{dostępny czas pracy}} \times 100$$

Im jest on wyższy, tym bardziej wydajna jest dana linia. Wynik osiągnięty w najlepszych fabrykach oscyluje na poziomie 98-99%¹⁸. Z reguły największy wpływ na jego wartość mają awarie, choć może się zdarzyć, że głównym problemem są częste wypadki lub wady jakościowe. Należy również wspomnieć o problemie absencji, szczególnie w sezonach największej zachorowalności. Brak obsady ma wtedy kluczowy wpływ na wydłużenie czasu produkcji, co może być przyczyną niewyprodukowania zamówionej przez klientów liczby produktów lub konieczności zwiększenia kosztów z powodu pracy w nadgodzinach. Docelowy wzór obliczeniowy czasu taktu pozwalający na pełną realizację zamówień klienta

¹⁸ Na podstawie badań własnych autora przeprowadzonych w Toyota Motor Industries Poland.

i ujmujący wszystkie rodzaje zatrzymań planowanych oraz nieplanowanych, powinien mieć następującą postać:

$$\text{czas taktu [sek./szt.]} = \frac{\text{dostępny czas pracy} - \text{planowane przestoje}}{\text{dziennie zapotrzebowanie klienta}} \times \text{wsp. dostępności}$$

W kolejnym przykładzie możemy wyliczyć czas taktu dla linii produkcyjnej, na której 2% czasu pracy stanowią nieplanowane postoje, przez co współczynnik dostępności wynosi 98%. Pozostałe założenia będą takie same jak we wcześniejszych sytuacjach.

$$\begin{aligned} \text{czas taktu} &= \frac{480 \text{ min.} - 30 \text{ min.}}{480 \text{ szt.}} \times 98\% = \frac{28\,800 \text{ sek.} - 1\,800 \text{ sek.}}{480 \text{ szt.}} \times 98\% = \\ &= 55,125 \text{ sek./szt.} \end{aligned}$$

W fabryce, dla której prowadziliśmy przykładowe badania, czas taktu musi wynosić zatem 55,125 sek./szt., przy założeniu 30 min. przerwy dla załogi i 2-procentowego współczynnika efektywności, wyrażającego czas postojów nieplanowanych. Oznacza to, że każda pojedyncza sztuka musi schodzić z taśmy produkcyjnej dokładnie co 55,125 sekundy, tak aby wypełnić zamówienia klienta.

Przy ustalaniu taktu należy postępować bardzo rozważnie i wziąć pod uwagę wszystkie okoliczności, które wpływają na jego wymiar. Zbyt szybkie ustalenie taktu w stosunku do zamówień spowoduje nadprodukcję, zbyt wolne – będzie powodem powstania tzw. wąskiego gardła. Zgodnie z założeniami *Just-in-time* produkcja musi być idealnie dopasowana do zamówień klienta. Wydawać by się mogło, że lepiej produkować szybciej, tak aby w przypadku wystąpienia problemów mieć większy zapas. Jest to jednak myślenie błędne, „należy unikać produkcji zbyt wolnej, jak i zbyt szybkiej. Zbyt wiele firm nie postrzega zbyt szybkiej produkcji w negatywnym świetle. Należy jednak pamiętać, że nie ma nic gorszego, niż produkcja zbyt szybka”¹⁹. Taką zasadę wyznaje również Toyota, gdzie nadprodukcja jest uważana za najgorszy rodzaj *Muda*. Masaaki Imai, w książce pt. *Gemba Kaizen* pisze: „produkowanie w nadmiarze jest najgorsze ze wszystkich *Muda*. Daje ludziom złudne poczucie bezpieczeństwa, pomaga zamaskować wszelkie problemy i przysłania informacje mogące dostarczać wskazówki dla *Kaizen* w hali fabrycznej. Produkowanie w nadmiarze powinno być traktowane jak przestępstwo”²⁰. Jest to zatem ewidentne złamanie podstawowych zasad *Lean Management*.

¹⁹ H. Takeda, *The Synchronized Production System*, Kogan Page Limited, London 2006, s. 108.

²⁰ M. Imai, op. cit., s. 116.

7. Czas taktu a czas cyklu

Wprowadzenie i ustalenie poprawnego czasu taktu do hali produkcyjnej pozwala firmie idealnie zrealizować zamówienie klienta. Nie rozwiązuje jednak problemu odpowiedniego rozłożenia pracy na poszczególnych stanowiskach pracy. Za takie działanie odpowiada inny współczynnik, nazywany czasem cyklu (*cycle time*).

Czas cyklu jest to: „całkowity czas potrzebny operatorowi do wykonania jednego całkowitego cyklu operacji (w tym: przejścia, ustawienia, kontrolę itp.)”²¹. Jest on czynnikiem pochodnym od czasu taktu i w dużej mierze przez niego determinowanym. Podstawową zasadą jest, że jego wartość musi być mniejsza lub równa czasowi taktu, tj. $CT \leq TT$. W innym przypadku nie da się wyprodukować produktu w wymaganym przez klienta czasie, gdyż powstanie „wąskie gardło”.

W przeciwieństwie do ustalania czasu taktu, którego wartość można określić przez obliczenia i rozważania teoretyczne, jedyną skuteczną metodą wyznaczenia czasu cyklu, jest pomiar wykonywania poszczególnych czynności standardowych na linii produkcyjnej przy użyciu stopera.

Aby uzyskać dokładne wyniki pomiarów, należy wykonać kilkanaście powtórzeń tego samego cyklu, badając czas pracy osób z różnym stażem pracy i umiejętnościami. Z praktyki wynika, że około 10 cykli pracy jest minimalną liczbą pomiarów, która zagwarantuje, że wyniki będą wymierne, a wszystkie czynniki zakłócające pracę operatora zostaną wychwycone i usunięte. Czynności niestandardowe, takie jak: wykonanie dodatkowej kontroli, usunięcie przyklejonego wióra z detalu czy starcie plamy oleju z podłogi nie są brane pod uwagę przy tym pomiarze.

Wynikiem końcowym, będącym wyznacznikiem czasu taktu, nie jest, jakby się mogło wydawać, średni czas wykonania czynności na danym stanowisku, ale czas najkrótszego wykonania tych czynności. Wiele osób wykonujących pomiary i określających czas cyklu popełnia błąd, wskazując na czas uśredniony. Należy jednak pamiętać, że czas cyklu powinien być zawsze wynikiem najkrótszego pomiaru. Oczywiście w początkowej fazie pracy linii, zaprojektowanej zgodnie z najniższym założonym czasem, może wystąpić sporo problemów. Część operatorów nie będzie w stanie podołać tak sprawnej pracy. Pozornie sytuacja ta jest niewłaściwa, gdyż może spowodować powstanie „wąskiego gardła”, bo operatorzy nie są w stanie ukończyć czynności w wyznaczonym czasie. Jest to jednak sytuacja jak najbardziej poprawna, wręcz pożądana. Generuje ona wyzwanie dla operatorów i kierownictwa do prowadzenia szkoleń, treningów i działalności *Kaizen*. Podjęcie tych działań powinno pozwolić operatorom na efektywniejsze wykonywanie pracy na stanowisku, tak aby umożliwić im wykonanie pracy w wyznaczonym czasie.

²¹ Productivity Press Development Team, *Standard Work for the Shopfloor*, Productivity Press, New York 2002, s. 37.

Podsumowanie

Lean Management jest koncepcją coraz częściej stosowaną w przedsiębiorstwach na całym świecie. Jej popularność wynika z faktu, że właściwie bez ponoszenia dodatkowych kosztów można osiągnąć wymierne korzyści. Wdrożenie jej zasad do codziennej pracy przedsiębiorstwa pozwala na uzyskanie znaczącej redukcji kosztów działalności dzięki eliminacji wszystkich czynności, które nie przynoszą wartości dodanej, czyli tzw. *Muda*. Inne korzyści generowane dzięki zastosowaniu „szczupłego zarządzania” to:

- możliwość szybkiej reakcji na zmieniające się realia rynkowe, szczególnie wahania poziomu zamówień,
- poprawa jakości, zmniejszenie poziomu wadliwości,
- redukcja kosztów magazynowania i transportu,
- eliminacja marnotrawstwa,
- brak „wąskich gardeł”,
- poprawa standaryzacji pracy i poziomu bezpieczeństwa,
- równomierne rozłożenie pracy pomiędzy pracowników i maszyny,
- podniesienie poziomu wiedzy i umiejętności wśród kadry kierowniczej i operatorów,
- pobudzenie pracowników do działania zgodnie z zasadami filozofii ciągłego doskonalenia – *Kaizen*.

Systemem, który wspiera działanie tej koncepcji bezpośrednio w działaniach logistyczno-produkcyjnych jest *Just-in-time*. Bazuje on na trzech podstawowych założeniach, tj. produkcji dokładnie tego, co jest potrzebne, w odpowiednim czasie i ilości. „Sercem” tego systemu jest takt, czyli częstotliwość produkowania każdej pojedynczej sztuki. Musi być on idealnie dopasowany do aktualnego zapotrzebowania klientów, dzięki czemu producenci mogą odpowiednio modelować pracę swoich linii, minimalizując zapasy, transport czy też zbędne ruchy operatorów. Co jednak najważniejsze, unikają nadprodukcji i powstawania „wąskich gardeł”.

Wdrażając koncepcję LM w praktyce, nie można zapominać o priorytetowej roli ludzi. Jej właściwe zastosowanie w zarządzaniu zasobami ludzkimi pozwala na rozwinięcie kreatywności pracowników poprzez zaangażowanie ich do działalności ciągłego doskonalenia, czyli *Kaizen*. Dzięki temu wzrasta poziom motywacji, zaangażowania i lojalności, co przekłada się na budowanie długotrwałej relacji, pozwalającej na skuteczne zbudowanie przewagi konkurencyjnej na rynku.

Pomimo wielu pozytywów, koncepcja ta posiada również wadę. Ślepe dążenie do maksymalnego odchudzenia przedsiębiorstwa, przy pominięciu czynników stymulujących rozwój, może doprowadzić do przesadnego wyszczuplenia organizacji, nazywanego czasem „anoreksją przedsiębiorstwa”. Ważne jest zatem, aby wdrażając koncepcję *Lean*, zawsze zachować rozwagę i umiar w działaniu.

Literatura

- A Glossary of Special Terms Used At Production Jobsites In Toyota*, Toyota Motor Corporation, Toyota City 1987.
- Ćwiklicki M., Obora H., *Metody TQM w zarządzaniu firmą*, Poltext, Warszawa 2009.
- Drucker P., *Zarządzanie XXI wieku – wyzwania*, MT Biznes, Warszawa 2010.
- Hutchins D., *Just in Time*, Gower Publishing, Hampshire 1988.
- Imai M., *Gemba Kaizen*, MT Biznes, Warszawa 2006.
- Kemer R., Fabrizio T., *The Lean Primer*, MCS Media, Chelsea 2005.
- Kozieradzka A., Lis S., *Programowanie poprawy produktywności*, Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemysle „Orgmasz”, Warszawa 1998.
- Koźmiński A., Latusek-Jurczak D., *Rozwój teorii organizacji*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011.
- Liker J.K., *Droga Toyoty*, MT Biznes, Warszawa 2005.
- Liker J., Meier D., *The Toyota Way Fieldbook*, McGraw-Hill Companies, New York 2006.
- Milewscy B. i D., *Just in Time*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 2001.
- Nogalski B., *Lean Management*, w: *Koncepcje zarządzania*, C.H. Beck, Warszawa 2010.
- Podstawy Kompleksowego Zarządzania Jakością TQM*, red. J. Łańcucki, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2006.
- Productivity Press Development Team, *Standard Work for the Shopfloor*, Productivity Press, New York 2002.
- Shigoto, *Value Adding Work*, w: *A Glossary of special terms used at production jobsites in Toyota*, Toyota Motor Corporation, Tokyo 1987.
- Słownik japońsko-polski*, wyd. II, Wiedza Powszechna, Warszawa 2000.
- Standard Work for the Shopfloor*, Productivity Press, New York 2002.
- Takeda H., *The Synchronized Production System*, Kogan Page Limited, London 2006.
- Vatalaro J., *Takt Time Can Configure a Cell*, w: *Improving Flow*, Productivity Press, New York 2006.
- Wiśniewska M., *Osiągnięcie efektywnych procesów i całej organizacji jest możliwe. Czy Kaizen pozwala osiągnąć ten cel?*, „Zarządzanie Jakością” 2005, nr 1.

Effective work organization on production lines according to Lean Management

Summary. The article presents theoretical and practical methods of improving efficiency and productivity of the company, based on the assumptions of the Lean Management concept. The first part – theoretical, explains the basic assumptions of this concept. In the second part – the practical one, the author focuses on describing the modelling of the process and the proper organization of work on production lines, according to the Lean concept. In this section the calculation models and examples of solutions are quoted that bring the reader to aspects of the implementation of the system directly on the production floor by giving cycle time of the process.

Key words: Cycle Time, Tact Time, Just-in-time, Lean Management