



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**  
**WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA**

KATEDRA ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

Praca dyplomowa magisterska

*Analiza możliwości wdrożenia koncepcji Lean Manufacturing  
w przedsiębiorstwie X*  
*Analysis of the possibilities of implementing Lean  
Manufacturing in company X*

Autor:  
Kierunek studiów:  
Opiekun pracy:

*Jarosław Stępnik*  
Zarządzanie i Inżynieria Produkcji  
*dr inż. Małgorzata Maternowska*

Kraków, 2020

# 1. Spis treści

Wstęp .....	3
Cel i zakres pracy.....	4
1. Lean Manufacturing.....	5
1.1 Definicja.....	5
1.2 Historia.....	6
1.3 Toyota Production System.....	6
1.4 5S .....	9
1.5 3M.....	12
1.6 Podstawowe zasady LM .....	14
1.7 Różnice pomiędzy LM a tradycyjnymi metodami zarządzania produkcją.....	17
1.8 Obszary Lean Manufacturing .....	18
2. Narzędzia LM .....	20
2.1 SMED .....	20
2.2 Kaizen .....	26
2.3 VSM.....	28
2.4 TPM .....	30
3. Analiza możliwości wdrożenia narzędzi LM w przedsiębiorstwie produkcyjnym...32	
3.1 Opis przedsiębiorstwa.....	32
3.2 5S .....	33
3.3 SMED .....	37
3.4 Kaizen .....	41
3.5 VSM.....	42
3.6 TPM .....	43
4. Wnioski.....	44
Podsumowanie.....	45
Bibliografia .....	46
Spis rysunków .....	48
Spis tabel.....	49

## **Wstęp**

Nowoczesne zarządzanie przedsiębiorstwem produkcyjnym są przede wszystkim nastawienie na maksymalizację zysków oraz efektywności naszego systemu produkcyjnego. Narzędziem które pomaga nam osiągać jak najlepsze rezultaty jest koncepcja „Lean Manufacturing” czyli w wolnym tłumaczeniu koncepcja „szczupłego wytwarzania”. Polega ona przede wszystkim na minimalizacji wszelkiego rodzaju marnotrawstwa w procesie produkcyjnym jak np. oczekiwanie na komponenty. W implementacji Lean w naszym systemie produkcyjnym pomagają nam rozmaite narzędzia i techniki które mam zamiar przedstawić w niniejszej pracy.

W pierwszym rozdziale zawarto kluczowe pojęcia oraz definicje z zakresu Lean Manufacturing, ma to na celu przybliżenie tej koncepcji. Przedstawiono również historie oraz różnice między Lean a tradycyjnym podejściem do produkcji.

Drugi rozdział to charakterystyka wybranych metod Lean Manufacturing które pomogą przedsiębiorstwu osiągać lepsze wyniki.

Rozdział trzeci to analiza możliwości wdrożenia metod Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie. Zostały podane przykłady oraz propozycje usprawnień w oparciu o wyżej wymienione metody. Przedstawiono również jakich korzyści można się spodziewać dzięki zastosowaniu tych metod.

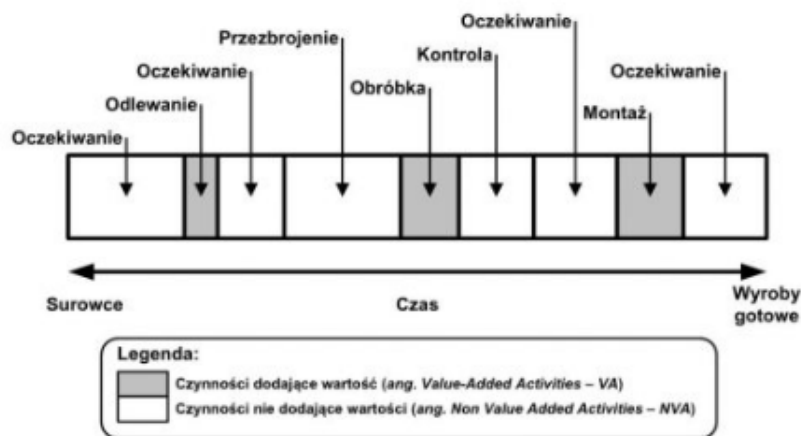
## **Cel i zakres pracy**

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka oraz analiza potencjalnych korzyści wynikających z zastosowania założeń koncepcji Lean Manufacturing. Zostaną przedstawione podstawowe zasady oraz techniki tej koncepcji które mogą być pomocne w poprawie efektywności przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zaprezentowane zostaną również propozycje usprawnień systemów produkcyjnych w oparciu o metody i zasady Lean Manufacturing. Praca ma również na celu zaprezentowanie korzyści jakie otrzymamy stosując odpowiednie narzędzia Lean.

# 1. Lean Manufacturing

## 1.1 Definicja

Lean Manufacturing oznacza w wolnym tłumaczeniu z języka angielskiego „szczupłe wytwarzanie” zatem możemy wywnioskować, że ta ideologia polega przede wszystkim na oszczędnym gospodarowaniu naszymi zasobami. Przede wszystkim ideą tej koncepcji jest dodawanie wartości i eliminacja wszelkiego rodzaju marnotrawstwa w procesie produkcyjnym takiego jak np. przerwy nieplanowane lub oczekiwanie na komponenty produkcyjne.



**Rys. 1.1** Udział czasu dodawania wartości. Źródło: [15]

Na powyższym rysunku możemy zaobserwować jak wiele czynności w czasie całego procesu produkcyjnego nie dodaje wartości do naszego wyrobu finalnego. Stosując techniki Lean takie jak np. 5S lub SMED możemy je jak najbardziej skrócić lub całkowicie wyeliminować. Niektóre z tych czynności możemy wykonywać równolegle lub jeśli nie jest to możliwe to postarać się jak najbardziej ograniczyć czas. Dokładnie będzie to zaprezentowane w następnych rozdziałach przy analizie konkretnych metod. [15]

## 1.2 Historia

Początki istnienia koncepcji Lean Manufacturing sięgają końca XIX kiedy to Eli Whitney skonstruował maszynę do oddzielania bawełnianych nasion od włókien bawełny ale jego najważniejszym pomysłem było zastosowanie linii montażowej do masowej produkcji. Jednym z najważniejszych wydarzeń jeśli chodzi o rozwój koncepcji LM było zaprojektowanie przez Henrego Forda w 1913 roku pierwszej ruchomej linii montażowej. Jego strategia produkcyjna odnosiła się do wszystkich elementów systemu produkcyjnego, to znaczy że odnosiła się do maszyn i urządzeń ale także do ludzi i samego produktu. Koncepcja Forda była pewnego rodzaju przełomem pomimo tego, że system miał jednak kilka niedociągnięć których sam twórca nie chciał korygować. Najważniejszym w elemencie w rozwoju Lean Manufacturing okazał się Toyota Production System czyli system produkcyjny japońskiej firmy Toyota. Samo określenie „Lean Manufacturing” po raz pierwszy zostało użyte w 1990 roku w książce Jamesa Womacka pt. „The Machine That Changed The World”. [2]

## 1.3 Toyota Production System

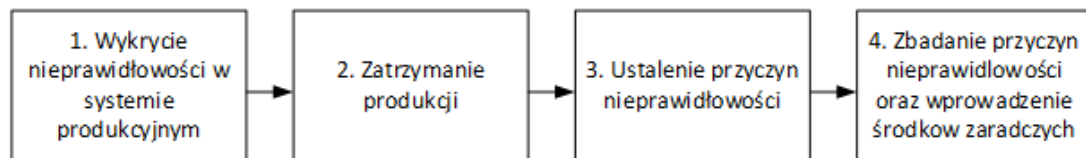
Toyota Production System czyli system produkcyjny japońskiej firmy Toyota okazał się najważniejszym elementem w historii Lean Manufacturing. Założeniem TPS jest wytwarzanie produktów o jak najwyższej jakości przy zachowaniu najniższych możliwych kosztów. Ma to wynikać z minimalizacji procesów związanych z np. nadmiernym magazynowaniem oraz skróceniem czasu oczekiwania do minimum. Podstawa tego systemu jest standaryzacja – odpowiednie zorganizowanie pracownika oraz samego stanowiska pracy które jest możliwe przy skorzystaniu z narzędzia jakim jest metoda 5S. Sama metoda jest na tyle ważnym elementem LM że jej charakterystyki dokonano w osobnym podrozdziale.

Filarami TPSu są zasady **Just in Time** oraz **Jidoka**:

- - **Just in Time** rozumiany jest jako ciągły przepływ materiału. Produkuje się tylko to co jest potrzebne oraz w ilościach na jakie mamy zapotrzebowanie. Wytwarzanie w oparciu o Just in Time ma zapewnić jak najkrótszy czas cyklu produkcyjnego – „Lead Time”.

Korzyści z wdrożenia Just in Time to między innymi:

- udoskonalony przepływ materiałów
  - bardziej efektywne wykorzystanie pracy naszych pracowników
  - minimalizacja zapasów a co za tym idzie przestrzeni przeznaczonej na magazynowanie
  - poprawa jakości wyrobów
  - poprawa produktywności.
- Drugim filarem jest **Jidoka** czyli inteligentna automatyzacja. Oznacza to w procesie produkcyjnym w razie pojawienia się awarii lub nieprawidłowości, pracownik bądź maszyna mają możliwość zatrzymania linii produkcyjnej

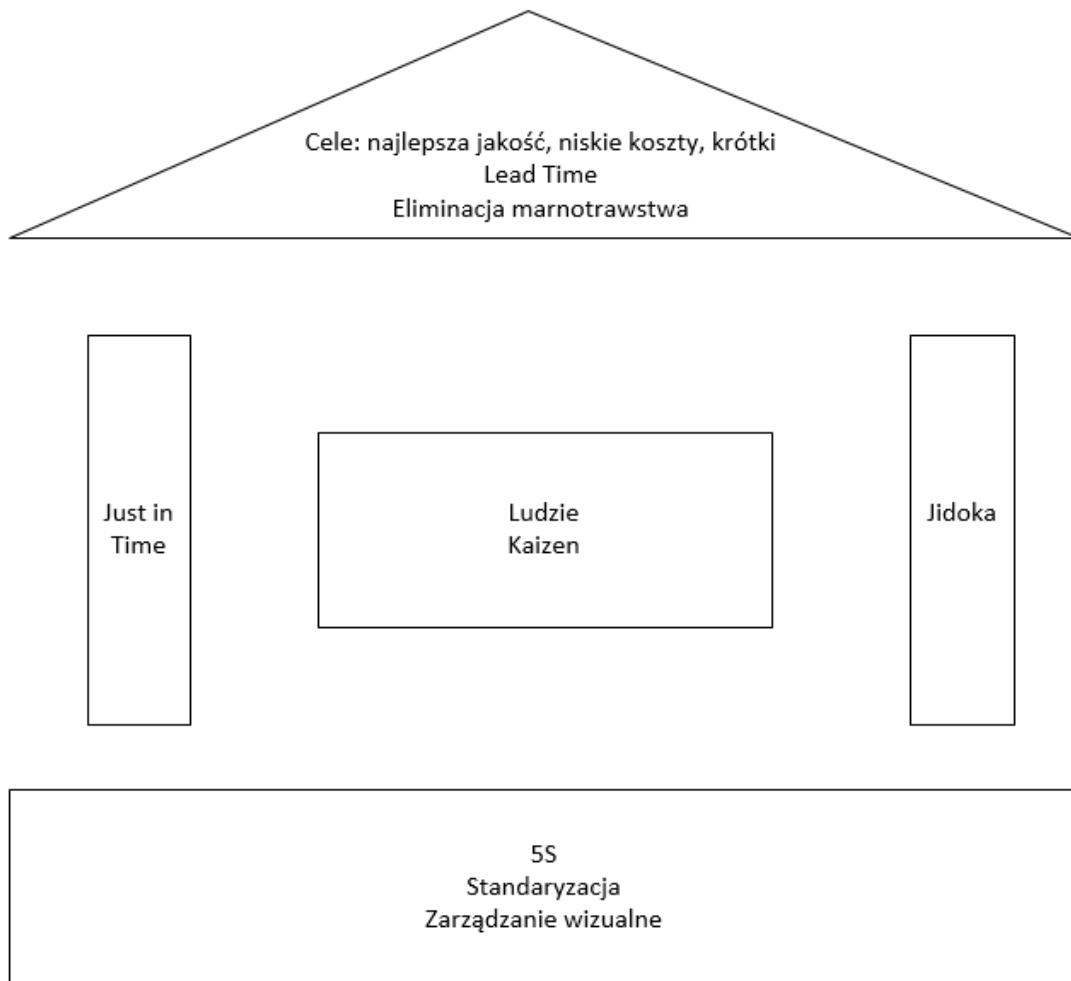


**Rys 1.2** Schemat postępowania w razie wykrycia nieprawidłowości. Opracowanie własne na podstawie [11]

Zadaniem „Domu Toyoty” bo również tak określa się Toyota Production System jest nasz system produkcyjny i to co nam oferuje a więc najlepsza jakość czy relatywnie niskich kosztach wytwarzania i zachowaniu jak najkrótszego Lead Time’u.

Fundamenty tego systemu to rozmaite metody które pozwalają na osiągnięcie jak najlepszych wyników jak np. 5S czy zarządzanie wizualne.

Wnętrze Domu Toyoty stanowią ludzie tworzący dany system produkcyjny oraz ciągle doskonalenie czyli Kaizen.



**Rys 1.3** Schemat systemu produkcyjnego Toyoty. Opracowanie własne na podstawie [11]

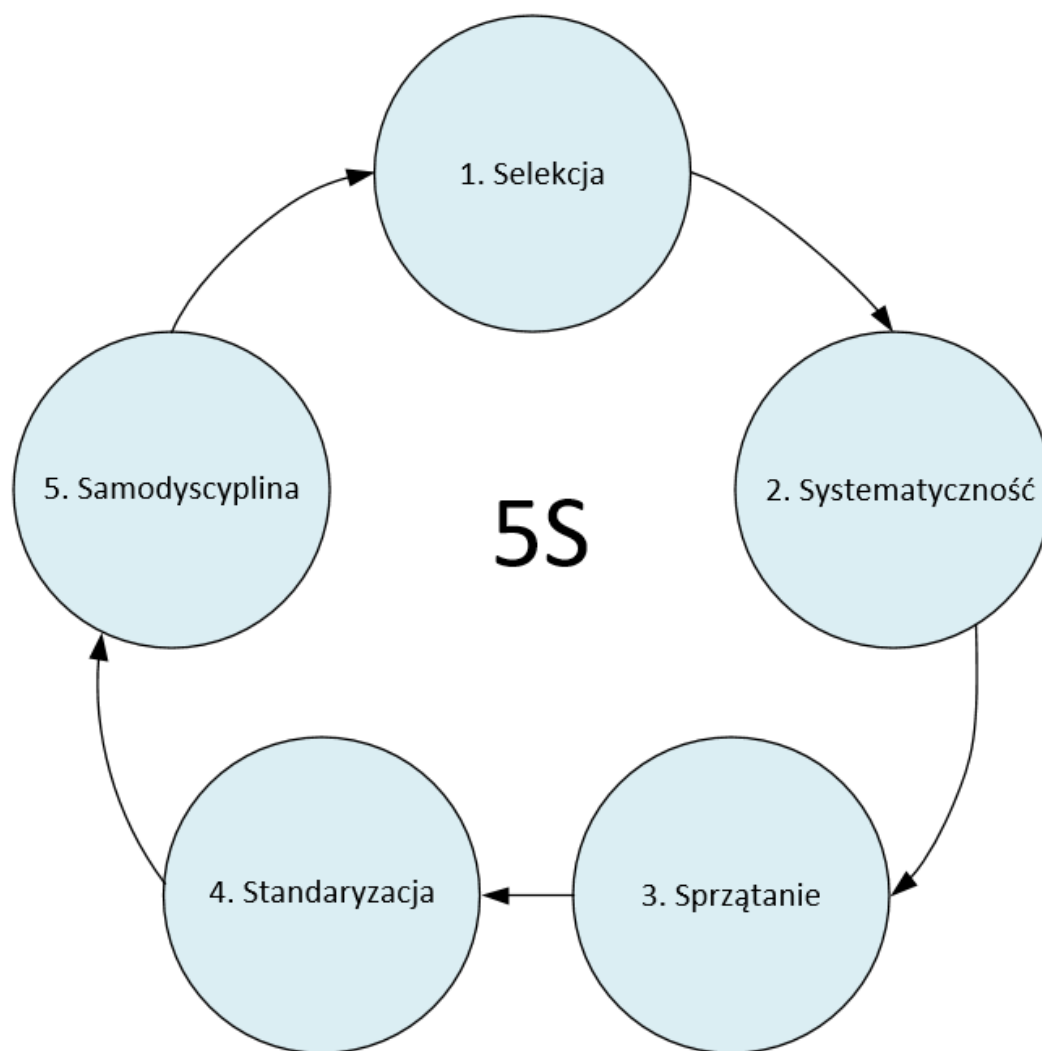
## 1.4 5S

Zasada 5S jest jedną z głównych zasad Lean Manufacturing. Jest również jednym z głównych narzędzi stosowanych do poprawy jakości. Opiera się ona na zmianie zachowania i przyzwyczajzeń pracowników oraz na ich aktywnym uczestnictwie w procesie zmian. Koncepcja ta przede wszystkim pomaga nam dokładnie przeanalizować swoje stanowisko pracy a także znacznie poprawić efektywność wykonywanych działań co znacznie przekłada się na poprawę jakości wykonywanych wyrobów.

Nazwa tej metody wywodzi się od pierwszych liter następujących wyrazów:

- **Seiri** (czyli selekcja) – utrzymywanie swojego stanowiska pracy w jak najlepszym porządku. Należy pozbyć się wszelkich niepotrzebnych materiałów, instrukcji bądź narzędzi oraz pozostawić tylko te niezbędne aby wykonywać nasze obowiązki. Takie sortowanie znacznie wpływa na czas wykonywania operacji ponieważ pracownik nie marnuje czasu na szukanie narzędzi. Poprawione zostaje również bezpieczeństwo oraz komfort wykonywanej pracy.
- **Seiton** (czyli systematyczność) – to przede wszystkim uporządkowanie oraz przeznaczenie odpowiedniego miejsca do przechowywania niezbędnych narzędzi które pozostały na stanowisku po pierwszym kroku tej metody czyli selekcji. Można tego dokonać za pomocą np. tablicy cieni, odpowiednich etykiet lub podpisów. Takie uporządkowanie ma przede wszystkim wpływać na ergonomię pracy oraz oszczędność czasu przy poszukiwaniu narzędzi.
- **Seiso** (czyli sprzątanie) – jak sama nazwa wskazuje w tym etapie metody 5S chodzi przede wszystkim o utrzymywanie porządku na swoim stanowisku pracy. Ten krok jest najczęściej łączony z inspekcją w celu zapobiegania ewentualnym awariom. Takie działanie wpisuje się również w idee innej metody Lean Manufacturing a mianowicie TPM (Total Productive Maintenance).
- **Seiketsu** (czyli standaryzacja) – a więc opracowanie pewnego rodzaju schematów i standardów dla pierwszych trzech kroków tej metody. Można tego dokonać przede wszystkim dzięki zastosowaniu np.: list kontrolnych lub rozmaitych instrukcji które powinny być opracowane w prosty i klarowny sposób.

- **Shitsuke** (czyli samodyscyplina) – jest to ostatni a za razem najtrudniejszy krok metody 5S. Przede wszystkim dlatego, że wymaga bardzo dużo pracy i zaangażowania ze strony wszystkich pracowników. Polega ścisłym przestrzeganiu zasad i reguł z pierwszych czterech etapów w taki sposób aby stały się one dla nas rutyna a wręcz nawykiem. [12]



**Rys 1.4** Schemat 5S. Pracowanie własne na podstawie [12]

5S jest jedna z podstawowych oraz najważniejszych zasad dla efektywnego wdrażania koncepcji Lean Manufacturing. Korzystanie z jej założeń może przynieść wiele korzyści które możemy podzielić na wymierne oraz niewymierne. Korzyści wymierne to między innymi:

- redukcja opóźnień oraz lepsza kontrola przebiegu procesu produkcyjnego
- lepsza jakość wytwarzanych wyrobów
- mniejsza liczba awarii maszyn
- redukcja wypadków przy pracy

Natomiast jeśli chodzi o korzyści niewymierne możemy wyróżnić:

- lepsza organizacja i schludniejsze stanowiska pracy
- większe bezpieczeństwo i dyscyplina pracy
- wzrost udziału i poprawa jakości pracy zespołowej
- lepszy obraz firmy w oczach odwiedzających ją ludzi lub audytorów
- poczucie satysfakcji z uwagi na lepiej zorganizowane miejsca pracy

Aby jednak możliwe było efektywne wdrożenie zasady 5S kierownictwo musi wykonać kilka niezbędnych zadań, są to między innymi:

- organizacja planu szkoleń dla wszystkich pracowników
- utworzenie zespołów wdrożeniowych
- zapewnienie rezerw czasowych
- aktywny udział w audytach
- zapewnienie niezbędnych zasobów
- zaangażowanie we wdrożenie 5S

Wszystkie te działania wynikają również bezpośrednio z samych zasad tej metody. Dopiero pełne zaangażowanie i samodyscyplina są w stanie przynieść pożądane efekty i zapewnić lepsze funkcjonowanie firmy. [12]

## 1.5 3M

Następną z ważnych zasad na których opiera się koncepcja Lean Manufacturing jest zasada 3M. Zasada 3M opisuje główne typy marnotrawstwa w procesie produkcyjnym. Koncepcja LM przede wszystkim skupia się na eliminacji wszelkiego rodzaju marnotrawstwa w procesie produkcyjnym także dzięki zasadzie 3M można w łatwy sposób sklasyfikować jakie działania są w procesie zbędne i należy wyeliminować. Nazwa tej metody pochodzi od pierwszych liter następujących wyrazów: Muda (marnotrawstwo), Mura (nieregularność), Muri (nadmierne obciążenie).

- **Muda** – marnotrawstwo jest to każde działanie które nie wnosi do finalnego produktu wartości dodanej. Zostało zdefiniowane osiem podstawowych typów marnotrawstwa:
  - Nadprodukcja – a więc jak sama nazwa wskazuje jest to produkowanie w ilościach większych niż te które zamawia od nas klient. Przede wszystkim nadprodukcja wpływa na zwiększenie kosztów magazynowania.
  - Błędy jakościowe – wszelkiego rodzaju naprawy mogą być czasochłonne oraz generować dodatkowe koszty.
  - Nadmierny transport – często jest spowodowany nieodpowiednim ustawieniem maszyn.
  - Zbędne ruchy – czyli czas zmarnowany przez pracownika produkcyjnego na np. szukanie narzędzi.
  - Nadmierne lub nieodpowiednie przetwarzanie – często w procesie mogą występować etapy które nie są niezbędne.
  - Nadmierne magazynowanie – nadwyżka surowców bądź też produkcji w toku.
  - Oczekiwanie – straty czasu na oczekiwanie na np. komponenty produkcyjne. Części powinny być dostarczane w odpowiedniej ilości i w odpowiednim dla procesu czasie.
  - Niewykorzystana kreatywność pracowników – początkowo nie było to sklasyfikowane razem z wyżej wymienionymi marnotrawstwami. Należy

wysłuchiwać pomysłów pracowników bo często mogą przynieść na prawdę zadowalające efekty.

- **Mura** – jest to nieregularność w działaniach a więc wykonywanie tych samych czynności w różny sposób co może nawet powodować znaczące zmiany jeśli chodzi o jakość wytwarzanych wyrobów. Aby zapobiegać takiej nieregularności, należy dążyć do standaryzacji w myśl zasady 5S.
- **Muri** – nadmierne obciążenie często może być spowodowane przez nieregularność w działaniach (Mura). Takie obciążenie może powodować większą awaryjność maszyn. Zasada ta odnosi się również do pracowników ponieważ ich przemęczenie może skutkować ich późniejszą nieobecnością w pracy. [16]



**Rys 1.5** Zależność między elementami zasady 3M. Źródło: [16]

## 1.6 Podstawowe zasady LM

Lean Manufacturing to metoda zarządzania produkcją która kreuje określone zasady postępowania. Sprawia, że wszyscy pracownicy są bezpośrednio zaangażowani we wprowadzanie usprawnień. Działania te mają na celu oczywiście w jak największym stopniu spełniać oczekiwania klienta. Poza zasadami 5S i 3M można wyróżnić kilka innych równie istotnych zasad, między innymi:

- **Zasada określenia wartości** – zdefiniowanie wartości której oczekuje od nas klient. Jest możliwe dzięki współpracy producenta oraz klienta. Doprecyzowanie wartości często może oznaczać bardzo dużą zmianę. Kolejnym krokiem jest określenie kosztu produktu. Odnośnikiem do ceny może być np. cena konkurencji. Dzięki eliminacji marnotrawstwa (muda) oferowana cena będzie atrakcyjniejsza niż w przypadku konkurencji. Takie obniżenie ceny może spowodować znaczny wzrost sprzedaży a co za tym idzie poprawić wyniki finansowe przedsiębiorstwa.
- **Zasada identyfikacji strumienia wartości** – Strumień wartości są to wszelkie czynności obejmujące działania produkcyjne – od surowców aż po wyrób gotowy. Identyfikacja strumienia wartości polega na podzieleniu wszystkich czynności na trzy grupy:
  - **Dodające wartość** – są to wszystkie czynności które dodają do produktu wartość w rozumieniu klienta. Czy takie działania które zwiększają jego wartość i klient chce za nie zapłacić.
  - **Niedodające wartość lecz konieczne dla procesu produkcyjnego** – są to czynności których nie jesteśmy w stanie w żaden sposób pominąć pomimo tego, że nie dodają wartości do finalnego produktu. Jest to np. kontrola jakości.
  - **Niedodające wartości** – czyli marnotrawstwo (muda) które należy eliminować.
- **Zasada doskonałości** – oznacza ciągłe dążenie do doskonałości w myśl zasady „Kaizen”. Możemy to osiągnąć dzięki zamianom łańcucha wartości w

taki sposób aby Kaizen odnosił się do wszystkich czynności które są w nim zawarte.

- **Zasada ssania** – inaczej zwana systemem pull a więc takim systemem w którym produkujemy faktycznie tyle ile zamawia nasz klient oraz tylko wtedy kiedy wyroby są potrzebne. Jest to zgodne z jednym z filarów Lean Manufacturing a mianowicie z zasada „Just in Time”. Produkcja powinna odbywać się w małych partiach bądź powinniśmy stosować „one piece flow” czyli przepływ jednego materiału. Dzięki zasadzie ssania znacznie ograniczamy zapasy oraz produkcje w toku co przynosi się na skrócenie cyklu produkcyjnego.
- **Zasada przepływu** – główną myślą tej zasady jest to aby przepływ materiałów i surowców odbywał się bez przestoju. Oczywiście zasada ta odnosi się do całego strumienia wartości oraz mówi tylko o przepływie bez wadliwych produktów. Powinniśmy dokładnie przeanalizować system produkcyjny oraz wyeliminować wszystkie czynniki które zakłócają ciągłość cyklu produkcyjnego.

Powyższe zasady oczywiście powinny stanowić integralną całość. Efektywne wdrożenie ich do systemu ma szansę tylko jeżeli wszystkie te zasady będą stosowane jednocześnie. Wraz z rozwojem koncepcji Lean powstały nowe zasady:

- **Klient** – w myśl tej zasady powinniśmy traktować naszych klientów priorytetowo – jako początek i koniec każdego procesu. Usprawnienia dokonywane w procesie należy wdrażać przede wszystkim z myślą o potrzebach naszych klientów.
- **Prostota** – wszystkie stosowane narzędzia i systemy powinny być w miarę możliwości proste aby użytkownik nie ma problemu z ich opanowaniem.
- **Proces** – w tej zasadzie chodzi głównie o nastawienie przedsiębiorstwa na procesy i ich usprawnianie.
- **Uczestnictwo** – a więc jak największy udział pracownika we wszystkich inicjatywach. Doświadczenie pracowników powinno być brane w pierwszej

kolejności przy rozwiązywaniu problemów ponieważ to oni najlepiej znają proces i maszyny produkcyjne.

- **Wizualizacja** – prezentowanie wyników lub instrukcji w formie graficznej w celu jasnej i klarownej ich interpretacji.
- **Marnotrawstwo** – czyli jak już wspomniano przy zasadzie 3M chodzi o eliminację lub chociaż znaczne ograniczenie wszelkiego rodzaju marnotrawstwa w procesie.
- **Regularność** – jest to związane z 5S i standaryzacja. Regularność w działaniach zmniejsza prawdopodobieństwo błędów a także wpływa na poprawę jakości.
- **Czas** – dążenie do jak największego skrócenia cyklu produkcyjnego. Powinno się zastosować wykonywanie niektórych operacji w sposób równoległy – tam gdzie jest to możliwe.
- **Odchylenia** – odchylenia zdarzają się w każdym procesie lecz należy dążyć do tego aby były jak najmniejsze.
- **Kontrola osobista** – każdy pracownik powinien być zobligowany do ciągłej kontroli przede wszystkim swojego stanowiska pracy oraz w razie wystąpienia nieprawidłowości powinien niezwłocznie zgłosić to do przełożonego.
- **Zapobieganie** - poza kontrolą wymienioną w powyższym punkcie powinniśmy wdrażać również działania prewencyjne w celu zapobiegania awariom. Usunięcie awarii może się wiązać z dużo wyższymi kosztami niż te które poniesiemy na działaniach prewencyjnych.
- **Partnerstwo** – dbanie o odpowiednią atmosferę w firmie poprzez np. wyjazdy i imprezy integracyjne. Zasada ta odnosi się również do naszych partnerów biznesowych. Należy dbać również o dobre relacje z dostawcami naszej firmy. [8]

## 1.7 Różnice pomiędzy LM a tradycyjnymi metodami zarządzania produkcją.

**Tabela 1.1** Różnice pomiędzy LM a tradycyjnymi metodami zarządzania produkcją.

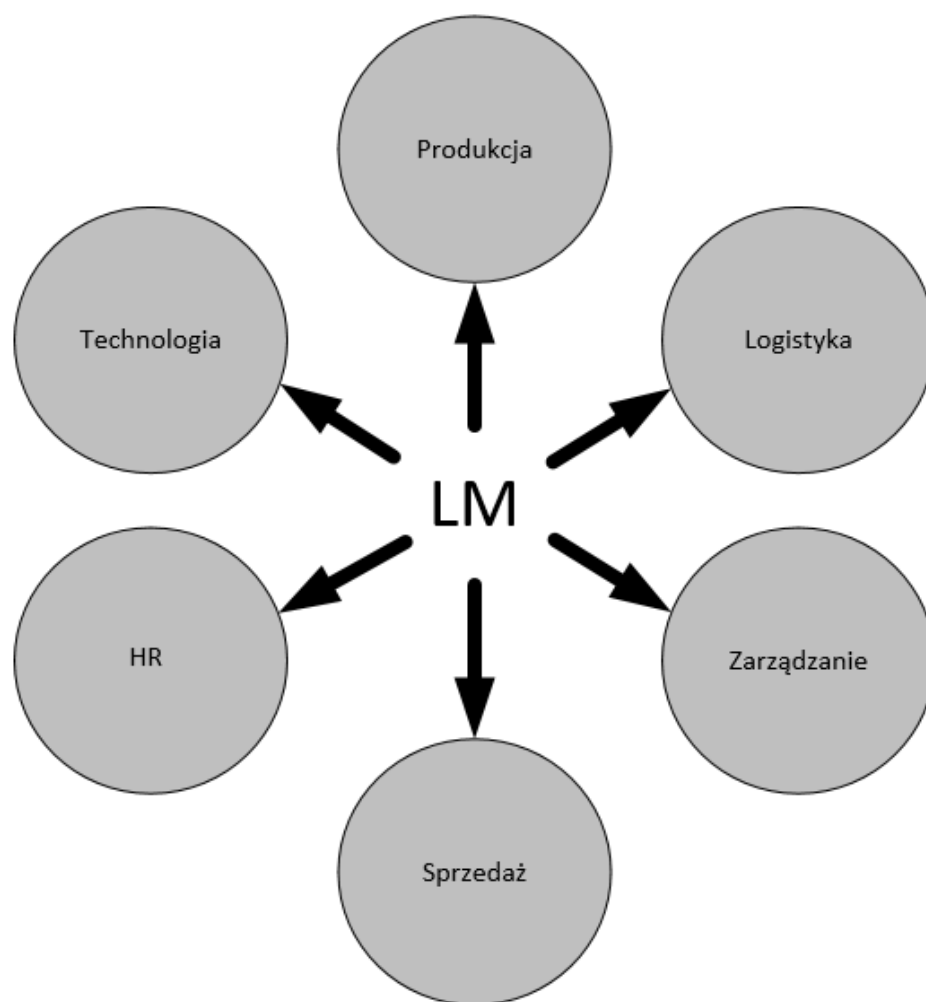
Źródło: [8]

Przedsiębiorstwo zarządzane tradycyjnie	Przedsiębiorstwo zarządzane zgodnie z koncepcją Lean
<b>W dziedzinie produkcji</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zakłady wyspecjalizowane</li> <li>■ Ograniczona integracja procesu produkcyjnego (orientacja na procesy cząstkowe)</li> <li>■ Długi czas przeobrażenia maszyn (zmiany oprzyrządowania)</li> <li>■ Długi czas wykonania (cyklu produkcyjnego) m.in. wskutek dużych serii produkcyjnych</li> <li>■ Złożone i mało przejrzyste procesy technologiczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zakłady o zmiennym procesie</li> <li>■ Wysoka integracja procesu integracyjnego (orientacja na wykonanie produktu)</li> <li>■ Krótki czas przeobrażenia</li> <li>■ Krótki czas cyklu m.in. wskutek małych (nawet jednostkowych) serii produkcyjnych</li> <li>■ Uproszczone i bardzo przejrzyste procesy technologiczne</li> </ul>
<b>W dziedzinie zaopatrzenia i zbytu</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Współpraca z wieloma dostawcami prowadząca się głównie do egzekwowania zawartych umów</li> <li>■ Dostawy materiałowe uzależnione są od dostawców i najczęściej wymagają magazynowania u producenta</li> <li>■ Odbiorcy (handlowcy i klienci) wywierają ograniczony wpływ na procesy wytwarzania i innowacje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Długoterminowa współpraca z ograniczoną liczbą bezpośrednich dostawców</li> <li>■ Zakres i termin dostawy są dokładnie określone przez producenta, a materiały trafiają bezpośrednio na produkcję (zasada Just in Time)</li> <li>■ Odbiorcy są włączani w usprawnienie procesów wytwarzania oraz w procesy innowacyjne</li> </ul>
<b>W dziedzinie organizacji i kierowania</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rozbudowana hierarchia organizacyjna, wysoka formalizacja i centralizacja</li> <li>■ Kierowanie w oparciu o nadzór i kontrolę</li> <li>■ Nadmierny podział pracy, praca indywidualna i wysoka specjalizacja pracowników</li> <li>■ Mały zakres szkolenia i doskonalenia kwalifikacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Płaska struktura organizacyjna, mała formalizacja i centralizacja zarządzania</li> <li>■ Kierowanie wspomagające</li> <li>■ Łączenie pracy, praca zespołowa, „uniwersalizacja” pracowników i rotacja na stanowiskach pracy</li> <li>■ Permanentne szkolenie i podnoszenie kwalifikacji</li> </ul>

## 1.8 Obszary Lean Manufacturing

W niniejszej pracy scharakteryzowane będą głównie zastosowania Lean Manufacturing w produkcji lecz nie jest to jedyny sektor w którym koncepcja ta znajduje swoje zastosowanie a co więcej aby efektywnie wdrażać LM w produkcji powinniśmy również wprowadzać te założenia w innych obszarach. Obszary w których owa koncepcja może znaleźć swoje zastosowanie to:

- **Produkcja** – czyli przede wszystkim dokonywanie usprawnień w oparciu o eliminację marnotrawstwa w procesie produkcyjnym. Przekłada się to na poprawę jakości wytwarzanych wyrobów ale także na zwiększenie wydajności samej produkcji.
- **Logistyka** – chodzi głównie o usprawnienie przepływu surowców w procesie produkcyjnym a także o odpowiednie gospodarowanie zapasami oraz uzupełnianie braków magazynowych w odpowiednim momencie.
- **Zarządzanie** – więc skuteczne zarządzanie oparte na konsekwentnym działaniu zgodnie z zasadami LM. Bardzo ważne jest odpowiednie motywowanie pracowników.
- **Sprzedaż** – chodzi tu głównie o usprawnienie procesów sprzedażowych poprzez poprawę przepływu informacji z naszymi klientami ale także poprawę tego przepływu wewnątrz naszej organizacji.
- **HR** – liczne szkolenia z zakresu LM. Nastawienie na pracę grupową co może pozytywnie wpłynąć na zaangażowanie pracowników.
- **Technologia** – stosowanie najnowszej technologii zapewnia wyższą jakość. Lean Manufacturing stara się wykorzystywać takie technologie w celu zapewnienia jak największej satysfakcji naszym klientom. [17]



**Rys 1.6** Obszary LM. Opracowanie własne na podstawie [17]

## 2. Narzędzia LM

### 2.1 SMED

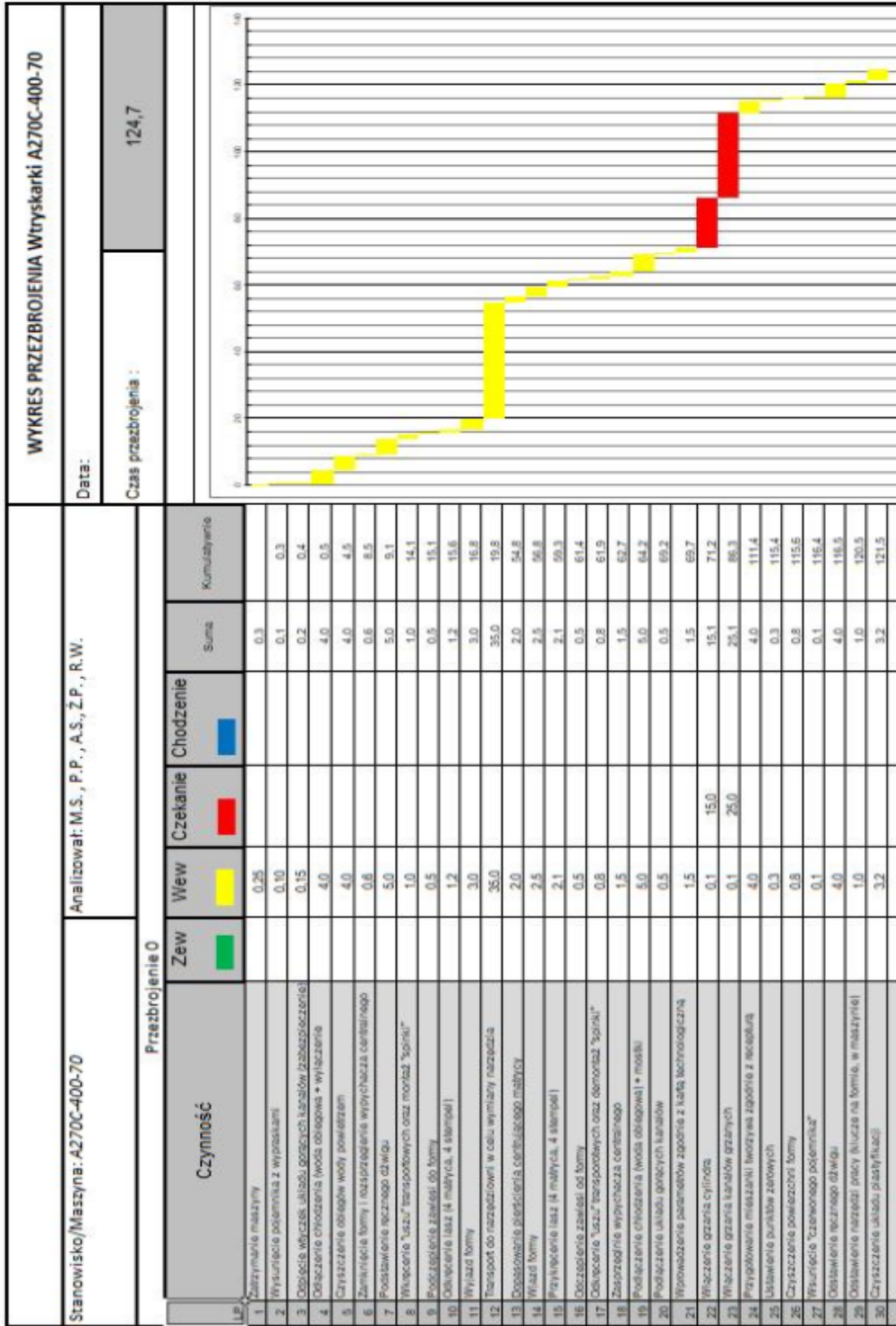
SMED jest metoda pozwalającą na skrócenie czasu przebrojenia. Nazwa metody pochodzi od pierwszych liter wyrazów Single Minute Exchange of Die. Jej celem jest usprawnienie przebrojenia tak aby zostało one wykonane w czasie do maksymalnie dziesięciu minut. Ważne jest aby proces przebrojenia był w jak największym stopniu uproszczony aby potrzebna była możliwie jak najmniejsza liczba narzędzi.

Operacja które wykonujemy przy przebrojeniu można podzielić na:

- **Przebrojenie wewnętrzne** – ogół czynności które musimy wykonać w czasie kiedy maszyna jest wyłączona. Jest to np. wymiana narzędzia w maszynie.
- **Przebrojenie zewnętrzne** – ogół czynności które możemy wykonać przed lub po zatrzymaniu maszyny. Może to być np. przygotowanie potrzebnych do przebrojenia narzędzi.

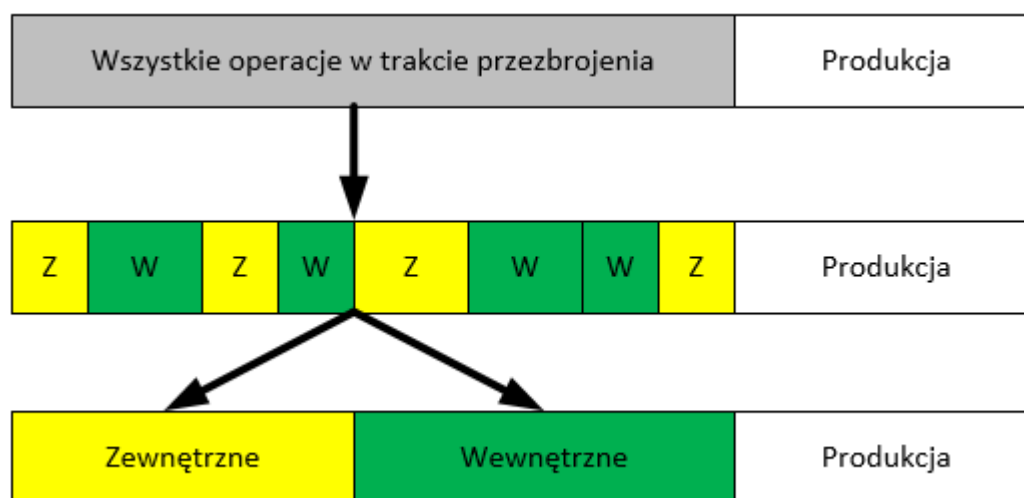
Przebrojenie wewnętrzne powoduje starty czasu ponieważ maszyna wtedy nie może pracować. SMED dąży przede wszystkim do jak największego skrócenia przebrojenia wewnętrznego. Sama metoda opiera się na czterech etapach a mianowicie:

- **ETAP 0** – polega on na dokładnej analizie procesu przebrojenia. W celu takiej analizy można chociażby nagrać cały proces kamera a później dokładnie przeanalizować każdy etap przebrojenia. Etap ten nosi nazwę zerowego ponieważ nie dokonujemy w nim usprawnienia tylko analizujemy cały proces. Zespół który będzie analizować przebrojenie powinien być zespołem interdyscyplinarnym którego trzon będzie stanowił operator maszyny ponieważ to on zna maszynę najlepiej. Przebieg powinien być następnie zapisany na karcie przebiegu przebrojenia. [8]



Rys 2.1 Przykładowa karta przebiegu przebrojenia. Źródło: [5]

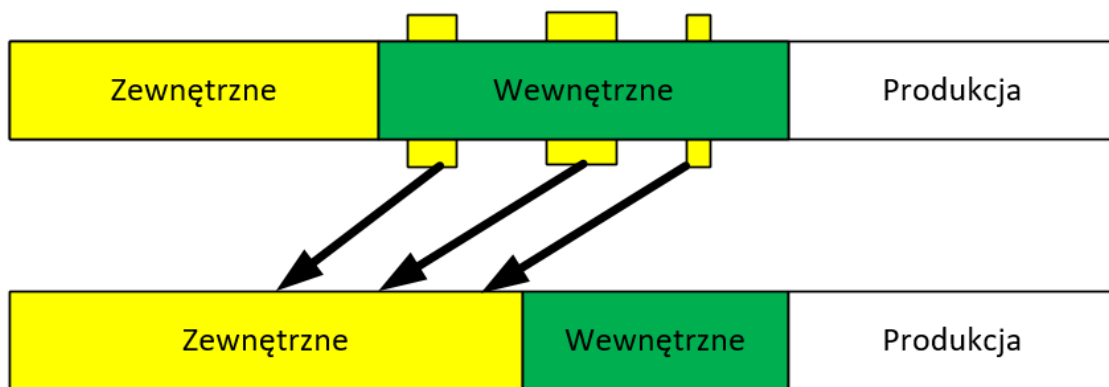
- **ETAP 1** – jest najważniejszym krokiem metody SMED. Polega na sklasyfikowaniu czynności i podzieleniu ich na przebrojenie wewnętrzne i zewnętrzne . Następnie należy wyeliminować czynności które nie są istotne dla przebrojenia a tylko zajmują cenny czas. Do takich czynności należą między innymi:
  - Poszukiwanie narzędzi.
  - Wszelkiego rodzaju zbędne oczekiwanie (np. na decyzje lub logistykę)
  - Zbędne przemieszczanie
  - Poszukiwanie instrukcji.



**Rys 2.2** Rozdział na przebrojenie wewnętrzne i zewnętrzne. Opracowanie własne na podstawie: [8]

Przy tym etapie najważniejszym narzędziem które powinniśmy wdrożyć jest karta kontrolna czyli formularz na którym powinny się znaleźć wszystkie najważniejsze informacje potrzebne do wykonania przebrojenia.

- **ETAP 2** - w tym etapie staramy się przekształcić jak największą liczbę operacji przezbrojenia wewnętrznego w zewnętrzne. Tak aby jak największą liczbę operacji można było wykonać poza czasem w którym maszyna jest zatrzymana. Dzięki takiemu rozwiązaniu zyskujemy czas aby jak najszybciej wznowić produkcję.



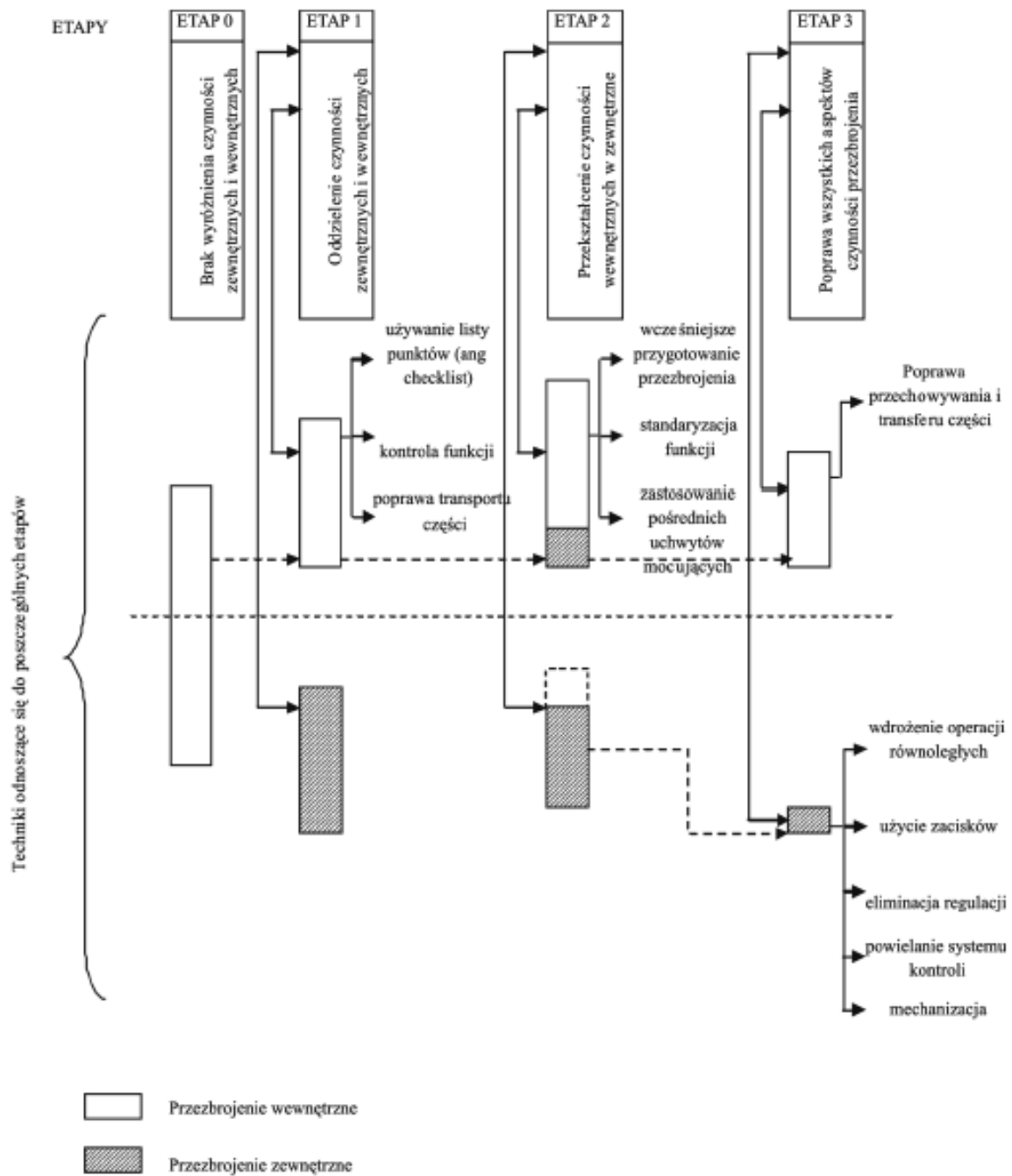
**Rys 2.3** Zamiana przezbrojenia wewnętrznego w zewnętrzne. Opracowanie własne na podstawie: [8]

Do narzędzi które możemy wykorzystać w tym etapie można zaliczyć:

- przyrządy mocujące jak np. tablica cieni
- standaryzacje wykonywanych operacji
- zaawansowane przygotowanie pracy.

Ten etap zazwyczaj przynosi największą redukcję czasu przezbrojenia. W efekcie zatrzymujemy maszynę na możliwie krótki czas przez co maszyna pracuje dłużej i może wyprodukować więcej części.

- **ETAP 3** – jest ostatnim etapem metody SMED. W tym etapie staramy się jak najbardziej skrócić operacje przezbrojenia wewnętrznego które zostały po wcześniejszym kroku. Szacuje się że w tym kroku możemy osiągnąć redukcje na poziomie 10% czasu przezbrojenia więc znacznie niższą niż w przypadku poprzednich dwóch etapów. Również etap ten zazwyczaj wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi a często jest to związane z dużymi nakładami finansowymi. Podstawowe narzędzia stosowanie które możemy wykorzystać w tym kroku to:
  - Odpowiednie magazynowanie – magazynowanie w taki sposób aby operator nie tracił czasu na szukanie potrzebnych rzeczy.
  - Odpowiednie zarządzanie narzędziami – można tu zastosować dodatkowe oznaczenia na narzędziach w celu ich łatwiejszej identyfikacji.
  - Zastosowanie operacji równoległych – często spotykane są długie linie technologiczne i wówczas gdy operator musi wykonać operacje po obu stronach maszyny, traci na to wiele czasu. Zastosowanie operacji równoległych powinno znacznie skrócić ten czas.
  - Mechanizacja – ale tylko w przypadku kiedy już maksymalnie uprościliśmy pozostałe kroki.
  - Zaciski mocujące – stosowanie ich zamiast tradycyjnych połączeń śrubowych. [8]

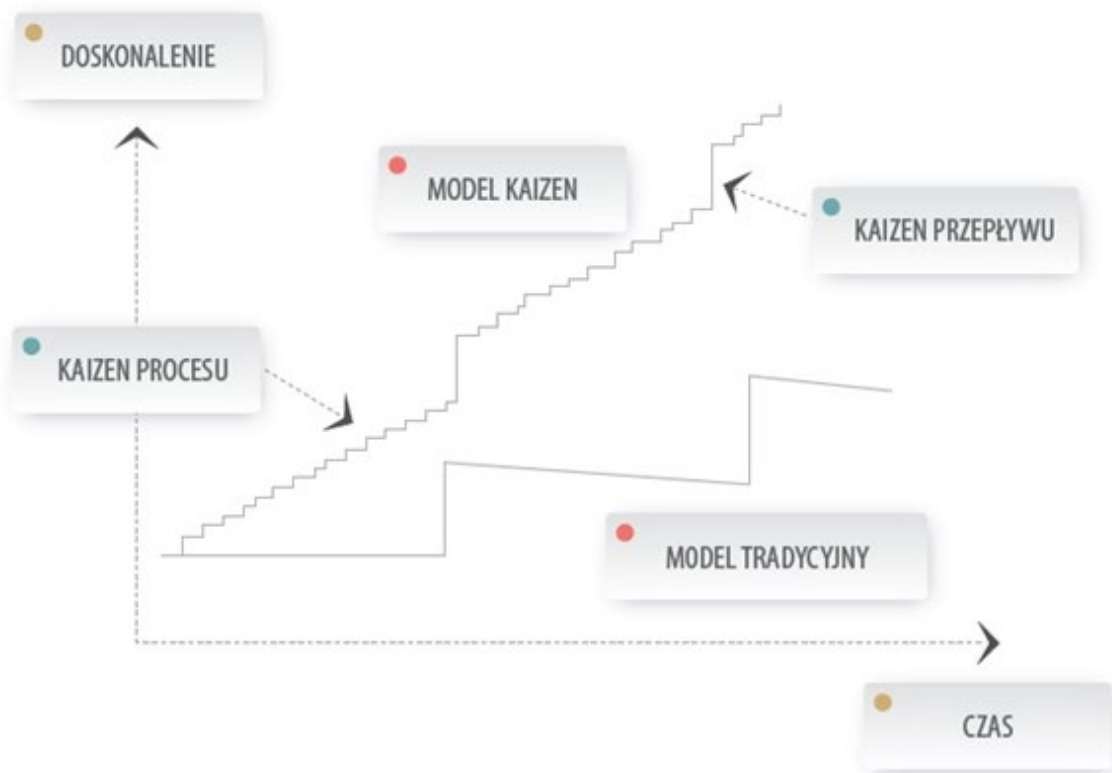


Rys 2.4 Etapy SMED. Źródło: [8]

## 2.2 Kaizen

Kaizen z języka japońskiego oznacza „ciągłe usprawnianie” a odnosi się do wszystkich pracowników danej organizacji. Bez względu na zajmowane stanowisko powinno się wysłuchiwać pomysłów pracowników. Ideologia Kaizen przede wszystkim prowadzi do standaryzacji a co za tym idzie wiąże się z polepszeniem jakości pracy i jak wytwarzanych wyrobów. Możemy wyróżnić dwa rodzaje Kaizen:

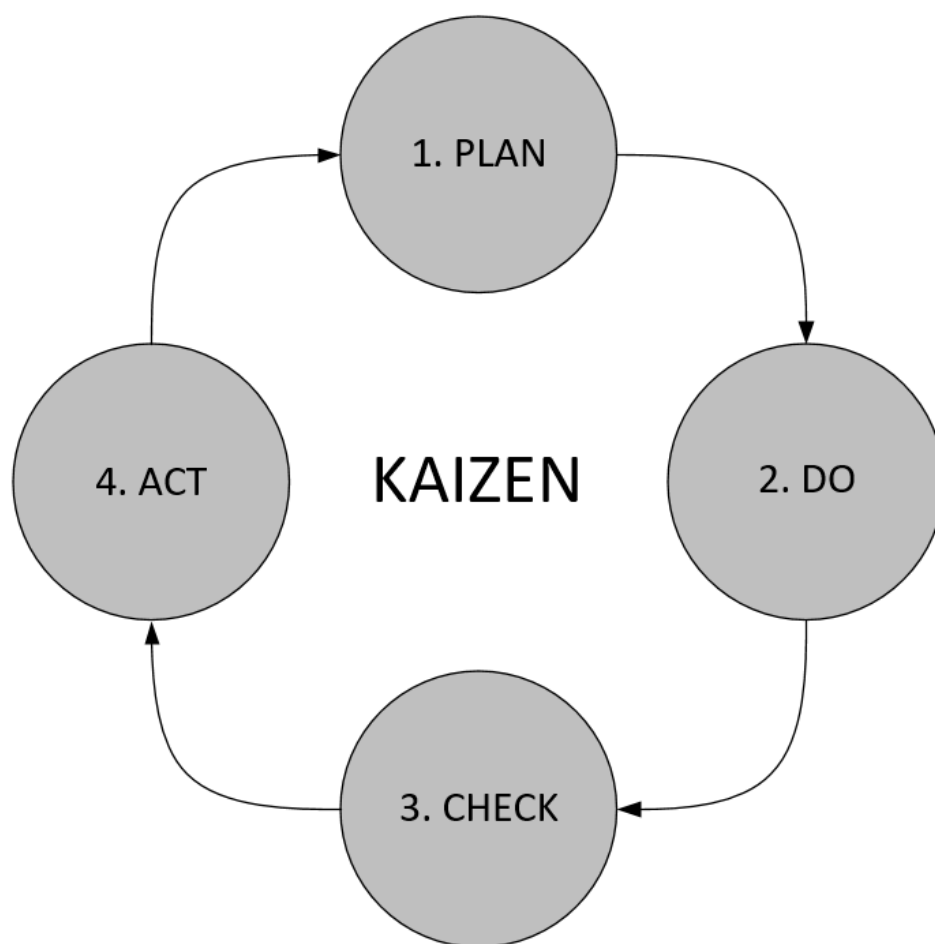
- Kaizen procesu – chodzi głównie o dokonywanie usprawnień w obrębie swojego obszaru pracy. Odpowiedzialni są za to w największym stopniu pracownicy produkcyjni.
- Kaizen przepływu – a więc udoskonalenia jeśli chodzi o przepływ surowców ale również informacji. Często związany jest z większymi zmianami a głównymi inicjatorami powinno być kierownictwo oraz pracownicy wyższego szczebla. [14]



Rys 2.5 Różnice w doskonaleniu Kaizen oraz modelu tradycyjnego. Źródło: [14]

Aby efektywnie wdrażać Kaizen w przedsiębiorstwie możemy wykorzystać między innymi cykl PDCA. Nazwa pochodzi od pierwszych liter angielskich wyrazów Plan, Do, Check, Act.

- Plan z ang. „zaplanuj” – a więc dokładne zaplanowanie usprawnień w oparciu o problem nad którym pracujemy.
- Do z ang. „rób” – w tym kroku przeprowadzamy test na niewielka skale.
- Check z ang. „sprawdź” – a więc analiza wyników. Jeśli wyniki są zadowalające można dokonać ponownego testu na większą skale.
- Act z ang. „działaj” – wdrażamy nowe usprawnienia (gdy przyniosły pozytywne wyniki w poprzednim kroku. Należy dopasować standardy do nowych rozwiązań oraz kontrolować czy wszyscy pracownicy się do nich stosują. [14]
















**Rys 2.6** Cykl PDCA. Opracowanie własne na podstawie [14]

## 2.3 VSM

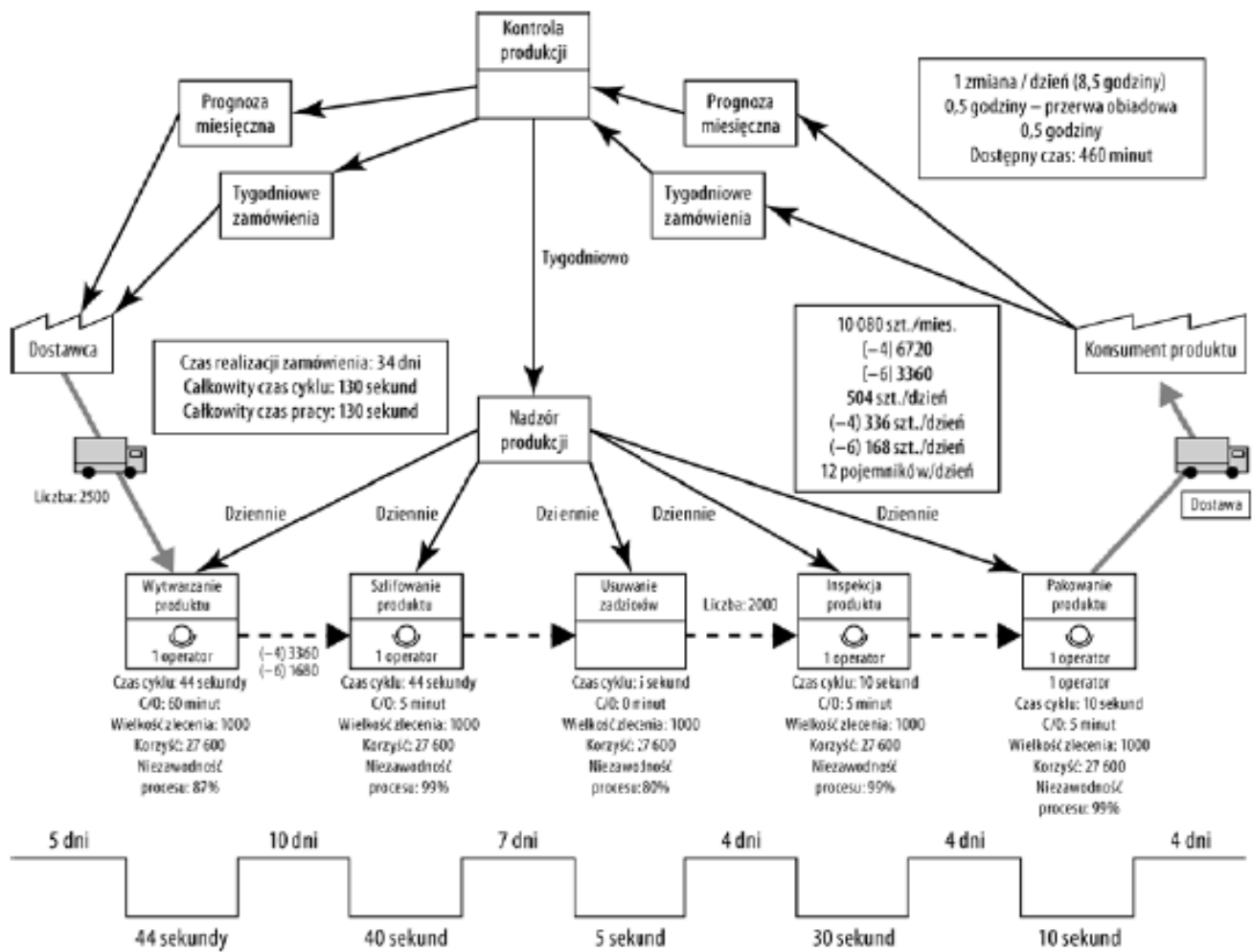
Value Stream Mapping z angielskiego oznacza Mapowanie Strumienia Wartości. Jest to graficzna metoda prezentacji oraz analizy wybranego procesu produkcyjnego. Dzięki VSM jesteśmy w stanie w prosty sposób odwzorować przepływów informacji oraz materiałów w danym systemie produkcyjnym. Wykorzystuje je w tej metodzie następującą symbolikę:

**Tabela 2.1** Symbole stosowane w metodzie VSM. Źródło [12]

Ikona	Nazwa ikony	Opis
	Ikona procesu	Opisuje działanie w strumieniu wartości. Zawiera nazwę i opis procesu, jak również takie dane jak czas procesu, czas uruchomienia procesu i tak dalej.
	Źródło zewnętrzne	Oznacza zarówno klientów, jak i dostawców.
	Ciężarówka	Oznacza dostawę zewnętrzną — do klienta lub od dostawcy.
	Przepływ informacji	Opisuje informacje przekazywane w strumieniu wartości.
	Przepływ informacji drogą elektroniczną	Wskazuje, że informacje są przesyłane drogą elektroniczną.
	Ręczne przekazywanie informacji	Wskazuje, że informacje są przekazywane ręcznie.
	Zapasy	Zapasy magazynowe — surowce, półprodukty lub gotowe produkty.
	Ruch gotowych dóbr	Wskazuje, że skończone produkty są przenoszone w strumieniu wartości. Może to oznaczać dostawcę, który zawozi towar do przedsiębiorstwa, lub przedsiębiorstwo, które dowozi towar do klienta.
	Pchanie materiałów	Oznacza przepychanie produktów przez proces. Pchanie to zazwyczaj plan lub harmonogram produkcji.
	Supermarket	Oznacza wewnątrzprocesowy magazyn w kontrolowanym miejscu, tzw. supermarket.
	Ciągnięcie materiałów	Oznacza przesuwanie produktów poprzez sygnał ciągnięcia ( <i>kanban</i> ).
	Operator	Oznacza, że na tym etapie procesu jest obecny jeden lub pracownik lub kilku.
	<i>Kaizen</i>	Wskazuje na potrzebę i opis działań <i>kaizen</i> w strumieniu wartości.

Za pomocą powyższych symboli wykonujemy mapę strumienia wartości. Mapa strumienia wartości przedstawia nam wszystkie niezbędne informacje o wybranych przez nas procesie. Powinna zawierać następujące elementy:

- **Kroki procesu** – czyli wszystkie działania które występują w procesie produkcyjnym, należy też uwzględnić informacje o czasach wykonywania oraz ilości operacji w cyklu.
  - **Czas cyklu produkcyjnego** – a więc całkowity czas trwania wszystkich operacji.
  - **Czas taktu** – czyli czas w którym gotowy wyrób opuszcza linie produkcyjną.
  - **Magazyn** – powinien być zaznaczony na mapie oraz prezentować aktualne stany magazynowe.
  - **Przepływ informacji** – a więc wszystkie informacje takie jak np. zamówienia oraz harmonogramy.
  - **Wyniki** – wszystkie pomiary czasów oraz wskaźników które obliczyliśmy.
- [10]



Rys 2.7 Przykładowa mapa strumienia wartości. Źródło [10]

Metodę VSM możemy podzielić na trzy etapy. W pierwszym etapie dokonujemy wyboru procesu oraz dokonujemy jego analizy. Następnie przechodzimy do tworzenia pierwszej mapy czyli mapy stanu obecnego. Drugi etap to dogłębna analiza mapy stanu obecnego ze szczególnym naciskiem na operacje niedodające wartości czyli marnotrawstwo. Jeśli jest to możliwe to staramy się wyeliminować takie czynności lub je usprawnić, efektem tego kroku jest mapa stanu przyszłego. Ostatni – trzeci etap polega na zaprezentowaniu nowej mapy kierownictwu oraz wdrażanie usprawnień. [10]

## 2.4 TPM

Total Productive Maintenance (z ang. całkowite produktywne utrzymanie ruchu maszyn) jest metoda mająca na celu utrzymanie maszyn w jak najlepszej sprawności. Załoženiami TPM są wszelkiego rodzaju działania prewencyjne aby nie doprowadzić do zatrzymania lub awarii maszyn. Głównym celem do którego dążymy jest osiągnięcie poziomu trzech zer: zero awarii, zero braków oraz zero wypadków przy pracy. Głównymi filarami TPM są:

- Autonomiczne utrzymanie produkcji
- Doskonalenie Kaizen
- Planowane utrzymanie maszyn
- Utrzymanie dla jakości
- Szkolenia
- Globalne utrzymanie ruchu w biurach
- Bezpieczeństwo, zdrowie i środowisko.

Wdrażanie TPM możemy podzielić na trzy etapy:

1. Pierwszym etapem jest edukacja pracowników z zakresu wiedzy o TPM. Powinno się ją oczywiście rozpocząć od kierownictwa firmy.
2. Drugim etapem jest stworzenie zespołów odpowiedzialnych za wdrażanie TPM i ukierunkowanie ich przede wszystkim na prace zespołową.
3. Trzeci etap to przejście do działań, począwszy od zastosowania się do metody 5S.

Miernikiem TPM jest wskaźnik OEE (Overall Equipment Effectiveness - ogólna efektywność sprzętowa). OEE jest iloczynem 3 czynników: dostępności, wykorzystania i jakości.

$$\text{OEE} = \text{Dostępność} \times \text{Wykorzystanie} \times \text{Jakość} \times 100\%$$

Gdzie:

Dostępność – stosunek czasu zaplanowanego do czasu przeznaczonego na wykonanie zadania/produkcje

Wykorzystanie – stosunek czasu dostępnego do rzeczywistej pracy

Jakość – czyli stosunek wadliwych do dobrych wyrobów. [18]

### **3. Analiza możliwości wdrożenia narzędzi LM w przedsiębiorstwie produkcyjnym.**

#### **3.1 Opis przedsiębiorstwa**

Przedsiębiorstwo produkcyjne w głównej mierze zajmuje się wytwarzaniem elementów z blachy walcowanej. Główne procesy to wykrawanie i wytłaczanie są możliwe dzięki zastosowaniu prasy korbowej. W przedsiębiorstwie dominuje mało i średnio seryjna produkcja co jest związane z częstym przezbrajaniem oraz zmienianiem asortymentu. W firmie panuje raczej tradycyjne i mało nowoczesne podejście do zarządzania produkcją. Analizowane przedsiębiorstwo niestety nie odnosi najlepszych wyników a jeśli chodzi o możliwości produkcyjne ale także kondycja finansowa przedsiębiorstwa nie jest w najlepszej sytuacji. Główne problemy analizowanego przedsiębiorstwa to:

- Przystarzałe procesy i brak nowoczesnych rozwiązań
- Intuicyjne planowanie
- Brak wyliczeń np. jeśli chodzi o zdolność produkcyjną lub czasy cykli produkcyjnych.
- Niewystarczające analizy jakości.
- Niedokonywanie usprawnień.
- Stosunkowo niewielka automatyzacja procesów
- Brak szkoleń.
- Nadmierne magazynowanie.
- Brak standaryzacji funkcji.

Przedsiębiorstwo do tej pory nie korzystało z zasad Lean Manufacturing a sama ta filozofia nie jest powszechnie znana przez pracowników. Panuje z nim typowe klasyczne podejście do produkcji przez co potencjał wytwórczy nie jest w pełni wykorzystywany. W kolejnych działach zawarto propozycje usprawnień w oparciu o narzędzia LM które z pewnością są w stanie rozwiązać większość problemów przedsiębiorstwa.

## 3.2 5S

Aby można było efektywnie wdrażać zasady i narzędzia Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie trzeba rozpocząć od wprowadzenia w życie zasady 5S. Jest to moim zdaniem podstawowe narzędzie dla całej filozofii LM. W poprzednim rozdziale została scharakteryzowana ta metoda więc teraz przejdziemy do tego jak efektywnie wdrożyć 5S w przedsiębiorstwie. Warto wspomnieć, że 5S nie wymaga wielkich nakładów finansowych oraz jest stosunkowo prostą metodą jeśli chodzi o samą jej implementację. Najtrudniejszym jej elementem jest samodyscyplina ponieważ wymaga pełnego zaangażowania wszystkich pracowników. Poniżej przedstawiono propozycje działań do wszystkich etapów, mające na celu efektywne wdrożenie 5S.

### 1. Selekcja:

- Usunięcie ze stanowiska pracy wszystkich zbędnych przedmiotów.
- Zastosowanie tablicy cieni na narzędzia.
- Pozostawienie jedynie niezbędnych instrukcji na stanowisku pracy.

### 2. Systematyka

- Oznaczenie wszystkich narzędzi
- Odkładanie narzędzi zawsze na ich wyznaczone miejsca

### 3. Sprzątanie

- Dokładne wysprzątanie miejsca pracy.
- Utrzymywanie porządku.
- Kontrole czystości.
- Stanowisko pracy powinno również spełniać wszystkie wymagania BHP.

### 4. Standaryzacja

- Zdefiniowanie standardów pracy na poszczególnych stanowiskach
- Stworzenie instrukcji postępowania aby unikać błędów.
- Jasne określenie kompetencji każdego pracownika.
- Dbanie o samopoczucie pracowników.

### 5. Samodyscyplina

- Kontrole przestrzegania poprzednich zasad.
- Motywowanie pracowników

- Przeprowadzanie audytów 5S.



**Rys 3.1** Stan przed i po wprowadzeniu 5S. Źródło: [14]

Audyty powinny stanowić kluczową rolę jeśli chodzi o przestrzeganie zasad Lean Manufacturing. Powinno się w miarę możliwości wykonywać jak najczęściej aby pracownicy przykładali się do przestrzegania porządku na ich stanowiskach pracy. Poniżej prezentuje przykład formularza audytowego 5S. [4]

5S formularz audytowy										
Obszar:		Data/Zmiana:		Numer Maszyny (odpowiedzi tak/nie)						Uwagi
Pytanie:		Audyt przeprowadził:		1	2	3	4	5	6	
1.	Czy stanowisko pracy jest należycie posprzątane?									
2.	Czy narzędzia są poukładane i gotowe do użycia?									
3.	Czy na stanowisku pracy znajdują się tylko niezbędne									
4.	Czy wszystkie narzędzia są poprawnie oznaczone?									
5.	Czy stanowisko spełnia wszystkie wymogi BHP?									
6.	Czy materiały są położone w wyznaczonych miejscach?									
7.	Czy na stanowisku znajdują się detake do produkcji?									
8.	Czy drogi transportowe są przejezdne?									
9.	Czy rury i kable są uporządkowane w taki sposób aby nie sprawiały zagrożenia?									
10.	Czy stoły robocze są czyste i gotowe do rozpoczęcia pracy?									
11.	Czy napoje są zakręcone i położone w odpowiednim miejscu?									

**Rys 3.2** Formularz audytowy 5S. Opracowanie własne.

Przejdę teraz do omówienia korzyści które możemy osiągnąć dzięki wprowadzeniu 5S w naszym przedsiębiorstwie:

- Redukcja Lead Time'u a co za tym idzie krótszy czas realizacji zamówienia który z pewnością zaowocuje większym zadowoleniem naszego klienta.
- Redukcja przestojów maszyn.
- Redukcja czasów przebrojeń.
- Pracownik nie marnuje czasu na poszukiwanie narzędzi.
- Lepsza jakość – poprzez systematykę i standaryzacje znacząco zmniejsza się liczba błędów.
- Lepsze bezpieczeństwo pracy.
- Oszczędności – szczególnie jeśli chodzi o koszty magazynowania.
- Krótszy czas cyklu (Cycle Time).
- Bardziej estetyczne stanowisko pracy.
- Poprawia morale pracowników ponieważ wszyscy są zaangażowani w dokonywanie usprawnień.

Jak można zauważyć narzędzie 5S jest bardzo proste w implementacji oraz nie wymaga dużych nakładów finansowych. Kolejnym ważnym aspektem jest to, że nie wymaga również dużej ilości czasu a zmiany możemy wprowadzić praktycznie z dnia na dzień. Jest również ważnym elementem jeśli chodzi o implementacje innych narzędzi Lean Manufacturing ponieważ stanowi dla nich podstawę i dlatego jeśli chcemy zacząć stosować narzędzia i zasady Lean powinniśmy rozpocząć od wprowadzenia 5S. [4]

### 3.3 SMED

SMED jest narzędziem pozwalającym przede wszystkim na skrócenie czasu wykonywania przebrojenia na maszynie. Narzędzie to jest szczególnie użyteczne jeśli mówimy o produkcji mało i średnio seryjnej ponieważ przebrojenia są jej nieodzownym elementem. Skrócenie czasu wykonywania przebrojenia daje nam większy czas dysponowany maszyny a co za tym idzie zwiększa zdolność produkcyjną całego przedsiębiorstwa. SMED to metoda polegająca na czterech etapach które zostały scharakteryzowane w poprzednim rozdziale. Implementacje metody powinniśmy rozpocząć od stworzenia interdyscyplinarnego zespołu którego trzon będzie stanowił operator maszyny. W głównej mierze usprawnienia będą dokonywane na podstawie jego wiedzy i doświadczenia. Poniżej przedstawiono przykład metody SMED dla przedsiębiorstwa produkcyjnego:

- ETAP 0 – czyli jak wspomniałem wyżej stworzenie zespołu specjalistów oraz opisanie przebiegu przebrojenia na karcie przebiegu przebrojenia.
- ETAP 1 – jest to etap w którym dokonano klasyfikacji czynności na zewnętrzne i wewnętrzne. Wyniki dla pierwszego i drugiego etapu SMED przedstawiono we wspólnej tabeli 3.1. Zamieszone są w niej opisy wykonywanych czynności, czasy rozpoczęcia, długość danej operacji oraz rodzaj przebrojenia. [5]

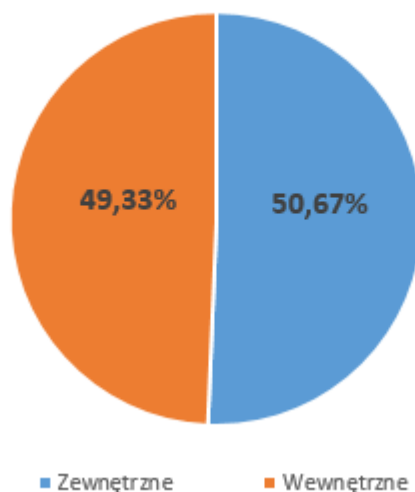
**Tabela 3.1** Metoda SMED – czasy trwania poszczególnych operacji.

Opracowanie własne.

Nr	Czas rozpoczęcia kroku	Operacja	Czas potrzebny na wykonanie operacji	Z/W
1	00:00:00	Zdobycie informacji o produkowanym wyrobie	00:02:15	Z
2	00:02:15	Założenie środków bezpieczeństwa	00:00:05	Z
3	00:02:20	Oczyszczenie starego przyrządu w prasie	00:00:23	Z
4	00:02:43	Odkręcenie mocowania z boku prasy	00:00:18	W
5	00:03:01	Zmiana trybu na szafie rozdzielczej	00:00:07	W
6	00:03:08	Podniesienie prasy z panelu	00:00:34	W
7	00:03:42	Pobranie niezbędnych narzędzi	00:00:13	Z
8	00:03:55	Odkręcenie starej formy	00:01:28	W
9	00:05:23	Oczyszczenie odkręconego elementu oraz miejsca po nim	00:00:19	W
10	00:05:42	Podniesienie prasy z panelu	00:00:33	W
11	00:06:15	Czyszczenie starego przyrządu	00:00:04	Z
12	00:06:19	Wyjęcie starej formy wraz z operatorem wózka	00:01:10	W
13	00:07:29	Odstawienie przyrządów na półkę	00:00:41	Z
14	00:08:10	Otwarcie osłon oraz zamian skoku	00:01:49	W
15	00:09:59	Przygotowywanie formy	00:01:25	Z
16	00:11:24	Włożenie formy	00:00:22	W
17	00:11:46	Pozycjonowanie matrycy	00:01:31	W
18	00:13:17	Przykręcanie matrycy	00:03:47	Z
19	00:17:04	Odniesienie narzędzi	00:01:09	Z
20	00:18:13	Przykręcenie blokad	00:00:30	W
21	00:18:43	Pójście po pomocnika	00:00:17	Z
22	00:19:00	Przygotowywanie stanowiska do produkcji	00:00:23	Z
23	00:19:23	Założenie pierwszej sztuki na prasę	00:01:13	W
24	00:20:36	Regulacja 1 sztuki	00:00:31	W
25	00:21:07	Koniec	00:00:00	

Jak można zauważyć czynności przebrojenia zewnętrznego stanowią bardzo dużą część całego czasu przebrojenia. W kolejnych etapach przede wszystkim powinniśmy się skupić na tym rodzaju przebrojenia. [5]

### Procentowy udział przebrojeń



**Rys 3.3** Procentowy udział przebrojeń. Opracowanie własne.

W tym etapie dzięki scharakteryzowaniu które czynności muszą być dokonywane podczas zatrzymania maszyny a które mogą być wykonane przed lub po zatrzymaniu możemy zaoszczędzić bardzo dużo czasu. Opracowane przeze mnie propozycje usprawnień w tym kroku to:

- Wykonywanie czynności przygotowawczych przed zatrzymaniem maszyny.
- Skorzystanie z pomocy dodatkowej osoby (np. operatora wózka widłowego).
- Czynności oczyszczania starego narzędzia powinny zostać wykonane już po ponownym uruchomieniu maszyny.
- Przygotowanie narzędzi przed przebrojeniem oraz umieszczenie ich na np. tablicy cieni w celu ich łatwiejszego odnalezienia.

Statystycznie ten etap przynosi największe oszczędności czasowe. Ważnym elementem jest tutaj również zastosowanie narzędzia 5S które z pewnością pomoże nam zaoszczędzić cenny czas produkcyjny. W celu jak najlepszego przygotowania się do przebrojenia można przygotować kartę kontrolną która sama w sobie będzie podobna do formularza audytowego 5S a dzięki niej z pewnością nie zapomnimy o ważnych narzędziach i czynnościach które należy przygotować przed rozpoczęciem przebrojenia.

- ETAP 2 – czyli transformacja przebrojeń wewnętrznych w zewnętrzne. Oczywiście jeśli jest taka możliwość. W naszym przykładzie mamy do czynienia np. z czynnością oczyszczania wyjętego narzędzia oraz miejsca po nim. Słusznie zostało to scharakteryzowane ponieważ operator dokonywał tego podczas gry maszyna nie pracowała. Część tej czynności możemy przekształcić w przebrojenie zewnętrzne i oczyścić niepotrzebne narzędzie już po wznowieniu pracy maszyny.
- ETAP 3 – w tym etapie postaramy się skrócić czynności przebrojenia wewnętrznego które pozostały po poprzednim etapie. Propozycje działań które należy podjąć to np.:
  - Eliminacja bądź ograniczenie regulacji – należy ustawić wszystkie narzędzia wcześniej.
  - Stosowanie operacji równoległych.
  - Mechanizacja w przypadku kiedy jest faktycznie opłacalna i może przynieść nam korzyści.

SMED to przede wszystkim narzędzie które pozwala na krócenie czasu przebrojenia ale także niesie ze sobą wiele innych istotnych korzyści takich jak:

- Większa elastyczność produkcji dzięki czemu łatwiej można ją dopasować do faktycznych zamówień składanych przez naszych klientów.
- Dzięki skróceniu czasu przebrojenia wydłuża się nasz dysponowany czas pracy maszyny.
- Krótszy cykl produkcyjny.
- Wzrost produktywności.
- Wyższa kontrola nad procesem co przekłada się na wzrost bezpieczeństwa pracy.
- Lepsza jakość wyrobów. [5]

### 3.4 Kaizen

Kaizen czyli narzędzie polegające na ciągłym doskonaleniu również jest stosunkowo prostym narzędziem jeśli chodzi o sama implementacje ponieważ przeplatają się tu elementy zasady 5S. Jeśli chodzi o analizę możliwości wdrożenia Kaizen to firma produkcyjna powinna przede wszystkim dokonać dogłębnej analizy procesu który chce usprawnić a następnie działać według opisanego już przeze mnie cyklu PDCA. Na początku powinno się dokonać analizy procesu który chcemy poddać usprawnieniu. Korzystając z Kaizen możemy starać się poprawić dosłownie każdy proces ponieważ jest to w głównej mierze metoda drobnych usprawnień. Po analizie i zidentyfikowaniu problemu przechodzimy do propozycji usprawnień i wdramy ją w życie, na razie testujemy czy spełnia nasze oczekiwania a jeśli przyniesie pozytywne skutki wprowadzamy ją w życie na dobre. Korzyści wynikające z Kaizen są bardzo podobne do tych które uzyskujemy po zastosowaniu 5S ponieważ Kaizen również prowadzi do standaryzacji. Są to przede wszystkim:

- Wyższa jakość wykonywanych wyrobów.
- Oszczędność czasu.
- Redukcja kosztów.
- Wzrost zaangażowania pracowników.
- Usprawnienie przebiegów procesowych.
- Wzrost produktywności.

W dodatku sama implementacja Kaizen nie wymaga dużych nakładów finansowych bo opiera się w większości na drobnych usprawnieniach mających na celu usprawnienie codziennej pracy. Trzeba pamiętać że do Kaizen nie wolno podchodzić jednorazowo – metoda ta ma na celu ciągłe doskonalenie. [14]

### 3.5 VSM

Value Stream Mapping to kolejne narzędzie Lean Manufacturing, dzięki niemu możemy w prosty sposób zobrazować pewien proces. Następnie dzięki stworzeniu mapy strumienia wartości jesteśmy w stanie dokonać analizy oraz przejść do budowania nowej mapy stanu przyszłego czyli stanu po dokonaniu przez nas usprawnień. Schemat metody VSM można zaprezentować w kilku prostych krokach.

1. Tworzenie mapy rozpoczynamy od potrzeb klienta czyli np. tygodniowego lub miesięcznego zapotrzebowania na części.
2. Następny etap to naniesienie kroków procesu na naszą mapę. Istotne jest aby uwzględnić dane jak np. czas cyklu lub przebrojenia.
3. Obliczamy produkcje w toku a wynik umieszczamy pomiędzy poszczególnymi operacjami.
4. Kolejny krok to przepływ materiałów – od surowca aż do gotowego produktu który trafia do klienta.
5. Uwzględniamy również przepływ informacji.
6. Ostatnim etapem rysowania naszej mapy jest narysowanie linii czasu którą należy umieścić pod schematem przepływu.

Taka mapa pozwala nam zidentyfikować wiele niepożądanych elementów w procesie. W efekcie powstaje nowa mapa dzięki której jesteśmy w stanie wdrożyć następujące usprawnienia:

- Wyższa dostępność maszyn.
- Lepsza jakość.
- Zidentyfikowanie zbyt czasochłonnego przebrojenia i wdrożenie SMED.
- Uproszczenie systemu przepływu informacji. [8]

### 3.6 TPM

Total Productive Maintenance to metoda polegająca na utrzymaniu jak najlepszej sprawności maszyn. Schemat implementacji tej metody możemy podzielić na kilka etapów.

1. W pierwszym etapie przede wszystkim powinniśmy przeprowadzić niezbędne szkolenia. Bardzo istotnym elementem jest również zdefiniowanie celów jakie zamierzamy osiągnąć oraz wykonanie tak zwanego planu wdrożenia.
2. Drugi etap to rozpoczęcie wdrażania TPM we wszystkich działach przedsiębiorstwa. Autonomiczne utrzymanie ruchu powinno być priorytetem przedsiębiorstwa.
3. Ostatni etap to ciągłe stosowanie się do wcześniejszych zaleceń oraz Kaizen czyli ciągłe doskonalenie.

TPM niesie ze sobą wiele korzyści z których oczywiście najważniejsza jest znaczne obniżenie awaryjności maszyn w przedsiębiorstwie co przekłada się na krótsze przestoje oraz wzrost produktywności. [18]

## 4. Wnioski

Dzięki przeprowadzonej analizie można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Przedsiębiorstwo powinno wdrożyć 5S w celu lepszej organizacji stanowisk pracy co znaczenie może przełożyć się na jego efektywność, poprawę jakości wytwarzanych wyrobów oraz oszczędność czasu.
2. Z uwagi na mało i średnio seryjny charakter produkcji w przedsiębiorstwie implementacja SMED w jest kluczowa dla poprawy wydajności produkcji. Przebrojenia w firmie zajmowały zbyt dużo cennego czasu produkcyjnego a wdrożenie wyżej wymienionych rozwiązań może zaoszczędzić wiele czasu i przełożyć się na większe możliwości produkcyjne.
3. W celu obniżenia awaryjności maszyn przedsiębiorstwo powinno wdrożyć zasady kompleksowego utrzymania ruchu – TPM.
4. Analizowane przedsiębiorstwo z racji tego że nie znajduje się w najlepszej sytuacji powinno powołać specjalne zespoły zajmujące się wdrożeniem zasad Lean Manufacturing w życie. Każdego dnia pracownicy jak i kadra zarządzająca powinni starać się dokonywać drobnych usprawnień które w przyszłości przyniosą spore korzyści w myśl ideologii Kaizen.
5. Przedsiębiorstwo nie może się spodziewać nagłych wyników lecz z czasem wprowadzone w życie zasady Lean Manufacturing z pewnością dadzą pozytywne efekty.

## **Podsumowanie**

Celem niniejszej pracy był opis i analiza wybranych narzędzi Lean na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego. Jeśli przedsiębiorstwo chce osiągać lepsze wyniki zarówno te produkcyjne jak i finansowe powinno wprowadzić zasady LM z życie. W pracy zostały również scharakteryzowane najważniejsze zasady dla tej koncepcji. Trzeba też podkreślić że metodyka Lean niesie ze sobą długofalowe efekty. Przedstawiono również korzyści w oparciu o eliminacje marnotrawstw w procesie produkcyjnym. W dzisiejszych czasach największe firmy produkcyjne wykorzystują założenia LM i mniejsze przedsiębiorstwa powinny z tego czerpać wiedze.

## Bibliografia

- [1] Agencja Rozwoju Przemysłu, *Jak stosować metody Lean Manufacturing*, Warszawa (2011).
- [2] Antosz K., *Lean Manufacturing doskonalenie produkcji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej (2015).
- [3] Dudek M., *Szczupłe systemy wytwarzania*, (2016).
- [4] Kornicki L., Kubik S. *5S dla Operatorów. 5 filarów wizualizacji miejsca pracy*. ProdPress 2008
- [5] Kruczek M., Żebrucki Z, *Wykorzystanie techniki SMED w usprawnieniu procesu produkcyjnego* (2012).
- [6] Łazicki A. Samsel D. Krużycka L., *Systemy zarządzania przedsiębiorstwem – techniki Lean Management i Kaizen*; Wydawnictwo Wiedza i Praktyka sp. z o.o., Warszawa (2014).
- [7] Pająk E., *Zarządzanie Produkcją*, PWN, Warszawa 2013.
- [8] Pawłowski E., Pawłowski K, Trzcieliński K, *Metody i narzędzia Lean Manufacturing*; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2010
- [9] Piasecka-Głuszak A., *Korzyści z Wdrożenia Lean Managment*, Uniwersytet Ekonomiczny, Wrocław 2015.
- [10] Sayer N. J., Williams B., *Lean dla bystrzaków*; 2012 (tytuł oryginalny „Lean For Dummies”, tłumaczenie Olga Kwiecień)
- [11] Zawadzki J, *System Produkcyjny Toyoty*.
- [12] 5S Encyklopedia Zarządzania
- <https://mfiles.pl/pl/index.php/5xS> [Zacytowano: 02.09.2020]

[13] *5S in Manufacturing*

<http://opepiimraipur.blogspot.com/2012/09/5s-in-manufacturing.html>

[Zacytowano 12.09.2020]

[14] *Kaizen w TPM*

<https://leantrix.com/pl/kaizen-w-tpm/> [Zacytowano 08.09.2020]

[15] *Lean Manufacturing*

<https://lean.org.pl/lean-manufacturing/> [Zacytowano: 11.08.2020]

[16] Muri, Mura i Muda

<https://www.jakosc.biz/co-to-jest-muri/muri-mura-muda/> [Zacytowano: 03.09.2020]

[17] *Obszary Lean*

<https://leanactionplan.pl/obszary-lean/> [Zacytowano 06.09.2020]

[18] *TPM, Encyklopedia Zarządzania*

[https://mfiles.pl/pl/index.php/Total\\_Productive\\_Maintenance](https://mfiles.pl/pl/index.php/Total_Productive_Maintenance) [Zacytowano 09.09.2020]

## Spis rysunków

<b>Rys. 1.1</b> Udział czasu dodawania wartości.....	5
<b>Rys 1.2</b> Schemat postępowania w razie wykrycia nieprawidłowości.....	7
<b>Rys 1.3</b> Schemat systemu produkcyjnego Toyoty.....	8
<b>Rys 1.4</b> Schemat 5S .....	10
<b>Rys 1.5</b> Zależność między elementami zasady 3M.....	13
<b>Rys 1.6</b> Obszary LM.....	19
<b>Rys 2.1</b> Przykładowa karta przebiegu przebrojenia. ....	21
<b>Rys 2.2</b> Rozdział na przebrojenie wewnętrzne i zewnętrzne.....	22
<b>Rys 2.3</b> Zamiana przebrojenia wewnętrznego w zewnętrzne.....	23
<b>Rys 2.4</b> Etapy SMED.....	25
<b>Rys 2.5</b> Różnice w doskonaleniu Kaizen oraz modelu tradycyjnego.....	26
<b>Rys 2.6</b> Cykl PDCA.....	27
<b>Rys 2.7</b> Przykładowa mapa strumienia wartości.....	29
<b>Rys 3.1</b> Stan przed i po wprowadzeniu 5S.....	34
<b>Rys 3.2</b> Formularz audytowy 5S.....	35
<b>Rys 3.3</b> Procentowy udział przebrojeń.....	39

## **Spis tabel**

<b>Tabela 1.1</b> Różnice pomiędzy LM a tradycyjnymi metodami zarządzania produkcją.....	17
<b>Tabela 2.1</b> Symbole stosowane w metodzie VSM.....	28
<b>Tabela 3.1</b> Metoda SMED – czasy trwania poszczególnych operacji.....	38