

CONTROLLING LOGISTYKI

Lean Manufacturing

WYKŁADY
part VI

Dr inż. Konrad Kolegowicz

*Katedra Ekonomiki i Organizacji
Przedsiębiorstw*

e-mail:kolegowk@uek.krakow.pl

Strategia Lean Production/Lean Manufacturing

- Lean Production
- Lean Manufacturing
- Odchudzona produkcja
- Produkcja bez strat
- Toyota Production System (TPS)
- Japoński system zarządzania produkcją
- JIT production – produkcja dokładnie na czas
- Produkcja dokładnie na czas
- Produkcja bez zapasów
- System Kanban
- Ssący system sterowania produkcją

Pierwsza implementacja: Toyota Motor Company, Mr Taiichi Ohno, lata 60-te

Istota strategii Lean Production

Lean Production – strategia konkurowania dążąca do pogodzenia produkcji przy minimalnych kosztach z zachowaniem wysokiej jakości, niezawodności i krótkiego czasu realizacji, drogą ciągłego doskonalenia i eliminacji wszelkich strat i nieefektywności poprzez redukcję zapasów, małe wielkości partii, zapewnienie jakości, pracę zespołową oraz maksymalizację prostoty w przepływie produkcji

Lean Production – filozofia oparta na eliminacji strat i marnotrawstwa z łańcucha dodawania wartości poprzez redukcję i eliminację działań nie związanych z dodawaniem wartości

Lean Production/JIT – podejście zmierzające do kupowania, produkowania i dostarczania tylko tego co i ile oraz na kiedy jest potrzebne w wymaganej jakości i miejscu w całym łańcuchu dostaw obejmującym dostawców, przedsiębiorstwo i klientów

Zasady produkcji Lean/JIT

(Robert W. Hall – Zero Inventory)

1. Produkcuj to, co klient – odbiorca chce
2. Produkcuj tyle, ile klient – odbiorca chce
3. Produkcuj natychmiast gdy pojawi się zapotrzebowanie
4. Produkcuj z idealną jakością
5. Produkcuj bez strat i nieefektywności
6. Produkcuj przy zaangażowaniu i rozwoju ludzi

Cele Lean Production

Usatysfakcjonowanie klienta odbiorcy poprzez właściwy wyrób, we właściwej ilości, o właściwej jakości, we właściwym miejscu, i właściwym czasie

Cele szczegółowe:

- Zero zapasów
- Zero braków
- Zero awarii (zero nieterminowych dostaw)
- Zero czasów przestawień, przezbrojeń
- Zero transportu
- Zero cykli produkcyjnych (czas dodawania wartości = czas realizacji)
- Wielkość partii produkcyjnej = 1

Lean i zapasy

Zapasy są złem!

Zapasy są jak opium, im więcej ich masz tym więcej ich chcesz!

1. Zapasy kosztują

- Pieniądze związane z powierzchnią (magazynową, produkcyjną)
- Pieniądze związane z utrzymaniem zapasów
- Pieniądze zamrożone w zapasach

2. Zapasy skrywają problemy

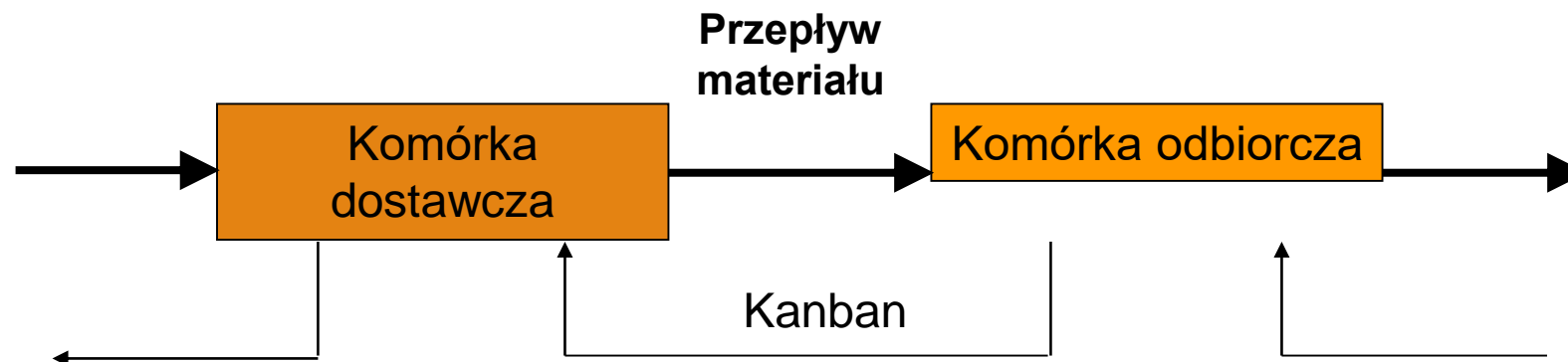
- Rozwiązując problemy eliminuje się powód utrzymywania zapasów
- Uwolnione pieniądze można zainwestować w dalsze rozwiązywanie problemów

Stymulowanie rozwiązywania problemów w Lean

1. Obniżenie poziomu zasobów (np. zapasów)
2. Identyfikacja problemów
3. Eliminacja problemów
4. Poprawa wykorzystania zasobów (ludzie, środki pracy, kapitał, materiały, powierzchnia)
5. Powrót do punktu 1

Elementy systemu wytwarzania Lean

- 1. System sterowania produkcją oparty na zasadzie ssania – system Kanban** Komórka (klient - odbiorca) „zasysa” produkcję z komórki zasilającej (dostawca) tylko wówczas gdy pojawia się bieżące zapotrzebowanie na materiały, części, zespoły, czy wyroby. Gdy nie ma sygnału, nie ma produkcji. Kanban – sposób komunikowania się (np. kartka, puste pole odkładcze, pusty pojemnik). Korzyści: Cała załoga zintegrowana spójnym systemem sterowania umożliwiającym produkcję zgodnie z bieżącym zapotrzebowaniem przy minimalnych zapasach



Elementy systemu wytwarzania Lean

2. Produkcja w małych partiach

Dąży się do produkcji w partiach = 1

Korzyści:

Krótki cykl produkcyjny – czas realizacji

Małe partie szybko są przekazywane i obrabiane, co redukuje złomowanie i naprawy, gdyż przyczyny wadliwej produkcji szybko są identyfikowane i usuwane

Powierzchnia produkcyjna może zostać zredukowana (nie ma pół odkładanych na duże partie).
Maszyny mogą i powinny być zlokalizowane blisko siebie. Pracownicy mogą łatwo porozumiewać się i pomagać innym

Operacje stają się bardziej zależne. Problem na jednej maszynie szybko staje się problemem innych maszyn

Łatwiejsza kontrola produkcji, przepływu materiałów i kosztów

Elementy systemu wytwarzania Lean

3. Usprawnianie i upraszczanie przepływu produkcji.

Technologia Grupowa - grupowanie części lub produktów ze względu na podobieństwo procesów technologicznych i tworzenie komórek specjalizowanych przedmiotowo. Zwiększanie efektywności i skuteczności poprzez produkcję w mini zakładach zorientowanych produktowo.

Ustawienie maszyn w komórce w kształcie litery U. Ułatwia komunikację między pracownikami.

Prewencyjne remonty. Ograniczenie losowych przypadków awarii.

Redukcja czasów przestawień/przebrojeń (metoda SMED/T)

4. Wyeliminowanie zapasów awaryjnych i zabezpieczających („na wszelki wypadek”)

5. Wymóg produkcji bez braków (SPC, samokontrola, Poka Yoke)

Elementy systemu wytwarzania Lean

6. Zaangażowanie pracowników. System produkcyjny JIT może funkcjonować jedynie przy odpowiednio zmotywowanych i zaangażowanych pracownikach. Liczba wniosków usprawnień rośnie wraz ze wzrostem świadomości i odpowiedzialności za całość procesu.

7. Ciągła poprawa wszelkich aspektów produkcji (KAIZEN)

8. Ustanowienie nowych relacji z dostawcami

Wybór dostawcy, który gwarantuje częste dostawy dokładnie na czas, w małych partiach, bez braków. Cena niekoniecznie najniższa.

Dostawcy zlokalizowani blisko.

Partnerskie relacje aby osiągnąć wspólny cel. Informowanie dostawcy o planach długo- i średniookresowych i o ramowych planach potrzeb materiałowych.

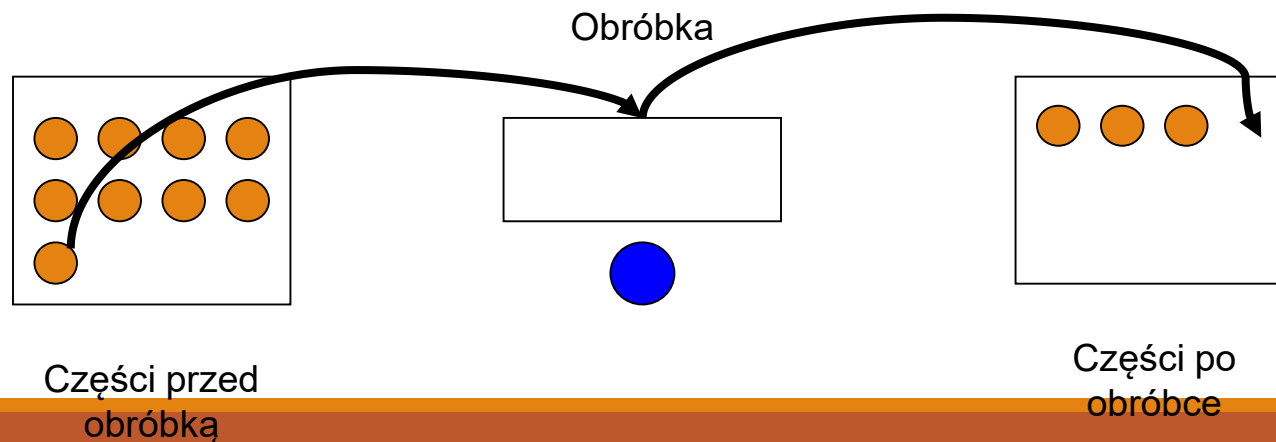
Luźna specyfikacja materiałowa. Otwarte zlecenia.

Dostawca bierze odpowiedzialność za jakość i ilość.

Produkcja i przepływ po jednej sztuce

Redukcja składowania (1)

- Przyczyny składowania:
 - obróbka, kontrola i transport w dużych partiach
- Przyczyny produkcji i transportu w dużych partiach:
 - mniejsza liczba operacji transportowych
 - krótszy czasu wykonania operacji na danym zbiorze części
 - długi czas przygotowawczo-zakończeniowy
- Problemy obróbki, kontroli i transportu w partiach
 1. Składowanie części przed i za maszyną. Części biorące udział w procesie gromadzą się tworząc zapas.

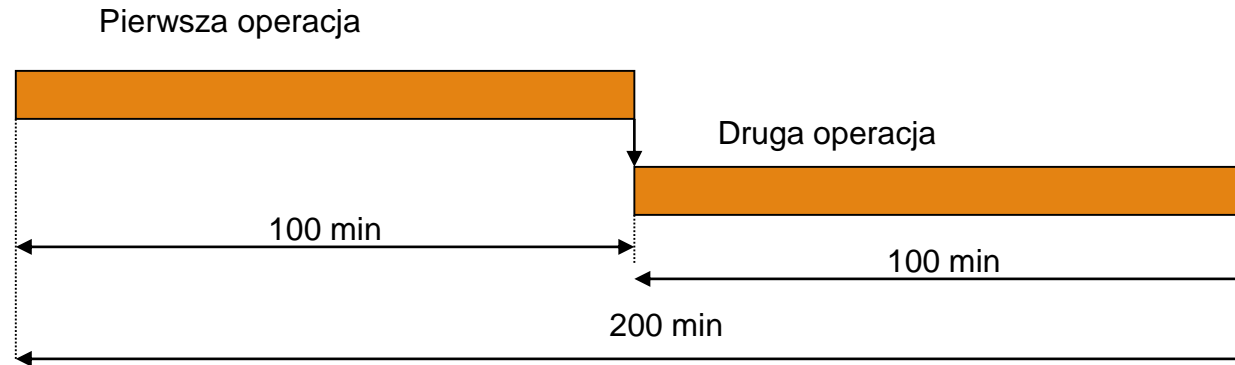


Produkcja i przepływ po jednej sztuce

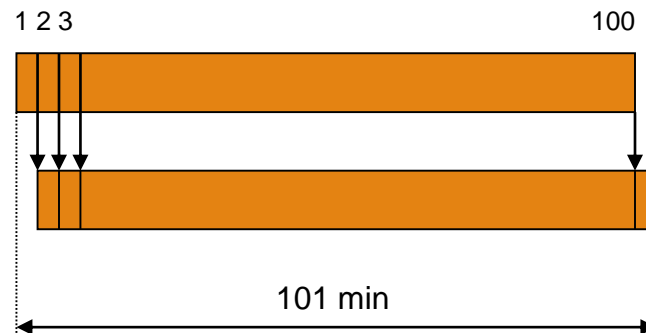
Redukcja składowania (2)

- **2. Oczekiwanie na ukończenie obróbki na całej partii i jej transport.**

- Przykład: Partia detali składa się ze 100 szt. Mamy wykonać dwie operacje na tych detalach. Czas wykonania każdej operacji na 1 szt. wynosi 1 min. Czas realizacji partii wynosi 200 min (zakładając, że czas transportu partii równa się zero).



- Czas realizacji partii skraca się gdy partia transportowa jest mniejsza od partii produkcyjnej.



- Jeżeli zmniejszymy wielkość partii transportowej, to trzeba będzie wykonać więcej operacji transportowych. Dlatego trzeba te działania zracjonalizować. Jak?
 - Skrócić odległość między maszynami (zmienić rozplanowanie przestrzenne, zorganizować produkcję w gniazdach przedmiotowych, wyeliminować transport z udziałem wózka transportowego na rzecz przekazywania detali bezpośrednio ze stanowiska na stanowisko np. z wykorzystaniem rynienki)

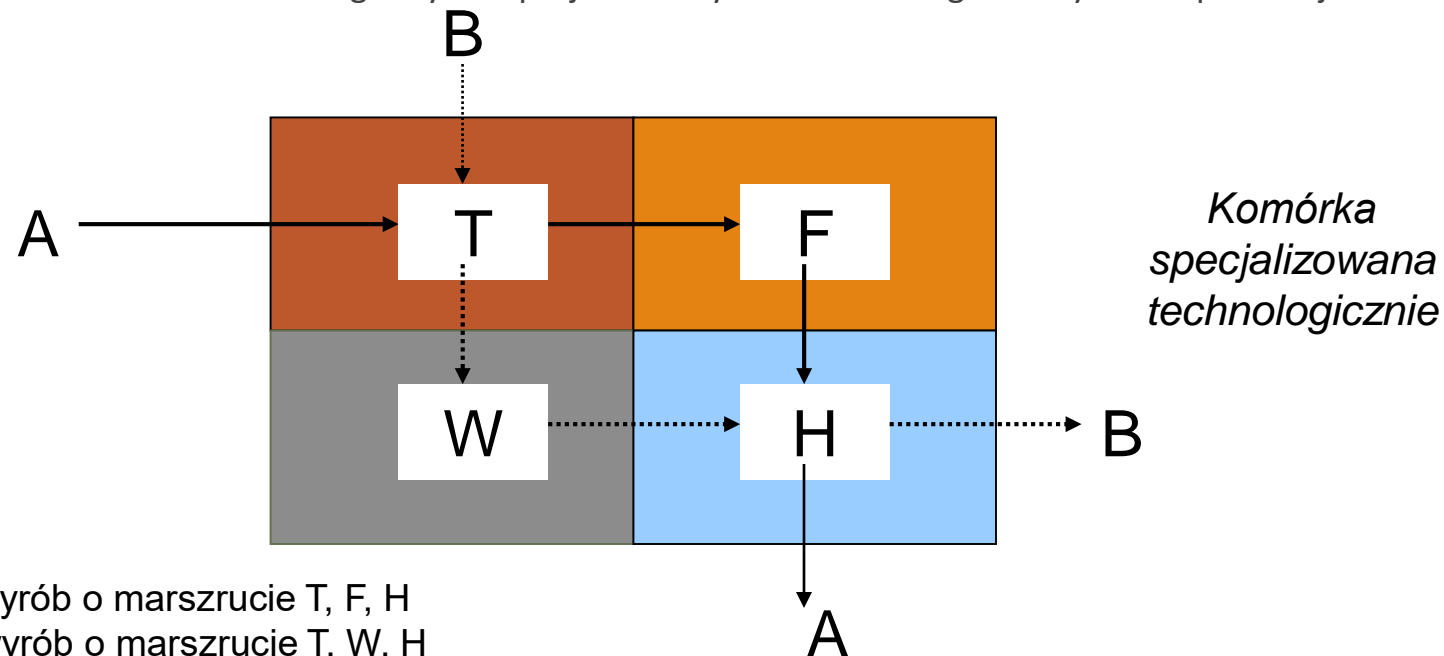
Produkcja w strukturach ukierunkowanych przedmiotowo

Produkcja w strukturach technologicznych

- długie czasy realizacji
- duża produkcja w toku
- brak odpowiedzialności pracowników za produkt końcowy w zakresie jakości, ilości i terminu oraz
- brak płynności w przepływie produkcji.

Konieczne jest rozstrzygnięcie o kolejności (priorytecie) obróbki wyrobów i składników w grupach podobnych maszyn (gniazdach technologicznych)

System Kanban nie działa sprawnie w strukturach technologicznych zaprojektowanych dla szerokiego asortymentu produkcji. Preferowane struktury ukierunkowane typu mini zakład



A -wyrób o marszrucie T, F, H
B -wyrób o marszrucie T, W, H

W komórkach T i H konflikt kolejności wykonania zleceń (A,B lub B,A)

Produkcja w komórkach przedmiotowych

Sposoby organizacji zasobów:

- **Procesowa - technologiczna organizacja:**

Zgrupowanie razem maszyn i ludzi wykonujących podobne operacje

Grupując maszyny i ludzi według specjalizacji technologicznej tworzy się strukturę technologiczną

- **Przedmiotowa organizacja**

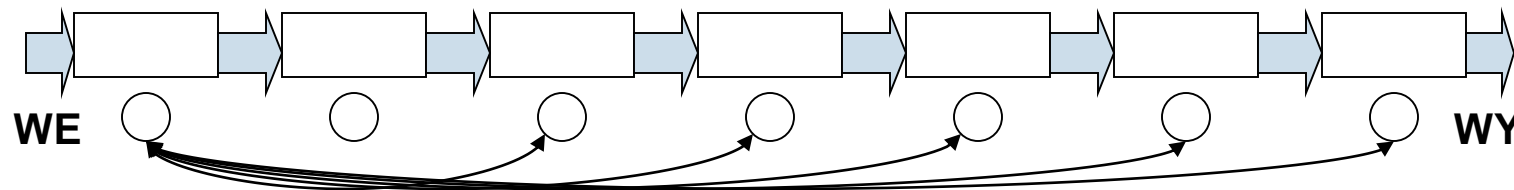
Zgrupowanie razem maszyn i ludzi pracujących na tym samym wyrobie (przedmiocie) lub rodzinie wyrobów

Grupując maszyny i ludzi ze względu na specjalizację przedmiotową tworzy się strukturę przedmiotową

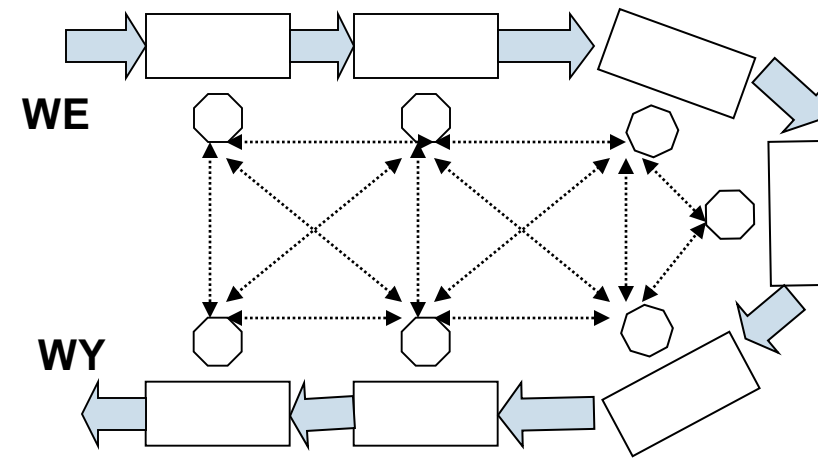
U - kształtne rozplanowanie przestrzenne komórek przedmiotowych

Umożliwia efektywne wykorzystanie ludzi:

- obsługa maszyn w komórce i linii przez minimalną liczbę pracowników
- efektywna komunikacja, obserwacja, wzajemne współdziałanie i pomoc



Możliwość obsługi wielomaszynowej
Możliwość komunikacji i obserwacji
Wielofunkcyjni pracownicy



Minimalizacja czasów przestawiania produkcji

Powody wydłużenia czasu przebrojeń

- poszukiwanie narzędzi
- poszukiwanie odpowiednich ludzi do przebrojeń
- oczekiwanie na instrukcje
- nie te narzędzia, które powinny być na danym miejscu
- oczekiwanie na odpowiednie wyposażenie (wciągarka, suwnica, wózek widłowy)

PANACEUM

- przechowywać matryce blisko procesów i odpowiednio oznaczone (kolor, numer)
- przygotowanie instrukcji przebrojeń dla danej pracy, dla danego procesu
- tworzenie zespołów pracowniczych do spraw przebrojeń, przeszkolenie zespołu (metoda SMED) i wymiana uwag, doświadczeń i sposobów ulepszeń
- dać ludziom możliwość doskonalenia swojej pracy
- wdrażanie wniosków usprawnień przebrojeń
- wizualizacja efektów procesu redukcji czasów przestawiania produkcji
- stworzenie zaangażowania, entuzjazmu i systemu nagradzania w celu satysfakcji

Uwaga: Nie należy oczekiwać sukcesu po pierwszym dniu

Minimalizacja czasów przestawiania produkcji - metoda SMED

Synonimy pojęcia czasu przestawienia produkcji (*set-up time*):

- czas przygotowawczo-zakończeniowy
- czas przebrojenia

Czas jaki upływa między ostatnią dobrą częścią lub wyrobem wyprodukowanym przy poprzednim przebrojeniu i pierwszą dobrą częścią lub wyrobem wyprodukowanym przy nowym przebrojeniu. Czas działań wykonywanych podczas pracy maszyny nie są czasem przebrajania.

METODA SMED LUB SMET

SMED - Single Minute Exchange of Die - zmiana matrycy w czasie kilku minut,

SMET - Single Minute Exchange of Tool zmiana narzędzia w czasie kilku minut,

SMED - Single Minute Exchange or Die - zmiana w czasie kilku minut lub upadek

Metoda SMED

Kroki w metodzie SMED:

- **Krok 1. Wyróżnienie czynności zewnętrznych i wewnętrznych**

- lista narzędzi i przyrządów do zgromadzenia zawczasu
- tablica z szkicem wszystkich potrzebnych narzędzi i ich części
- prowadzenie wcześniejszych działań sprawdzających - po naprawach
- minimalizacja transportowania narzędzi gdy maszyna nie pracuje - rolkowe stoły dla ciężkich narzędzi i ich części

IED - czynności wewnętrzne. Czynności które można wykonać tylko gdy maszyna nie pracuje

OED - czynności zewnętrzne. Czynności, które można wykonać gdy maszyna pracuje

30%- 50% redukcji czasu przestawiania produkcji

- **Krok 2. Zamiana czynności wewnętrznych w zewnętrzne**

- przygotowanie zawczasu warunków operacyjnych
 - podgrzewanie matryc
 - składanie oprzyrządowania poza maszyną
- duplikowanie zespołu maszyny
 - przekładnie kasetowe
 - wymienialna, zduplikowana oprawa uchwytu
 - pośredni osprzęt do strojenia/dopasowania

Metoda SMED

- **Krok 3. Eliminacja nastawiania**
 - bez nastawiania:
 - rowki linii środkowych
 - standardowa szerokość, wysokość, rozmiar
 - urządzenia lokujące - ograniczniki, kołki
 - standaryzowane zaciski
 - zamiana nastawiania w mocowanie
 - dążenie do jednokrotnego prawidłowego mocowania
 - stopniowane suwaki, rygle
 - oznaczone karby
 - zapadki
- **Krok 4. Eliminacja przykręcania śrub**
 - otwory o gruszkowatym kształcie
 - zaciski, zatrzaski
 - dzielony gwint
 - podkładki u-kształtne
- **Krok 5. Standaryzacja**
 - znajdź najlepszy sposób
 - napisz procedurę
 - przestrzegaj ją
 - ulepszaj ją

Automatyzacja - FMS elastyczne systemy produkcyjne (duże koszty)

Kompleksowe prewencyjne utrzymanie ruchu (Total Preventive Maintenance - TPM)

Cel:

- Uniknięcie awarii maszyn i przerw w produkcji
-

Metody:

Zapobiegające utrzymanie ruchu - preventive maintenance: Rozpoznanie prawdopodobnej częstotliwości awarii wyposażenia i harmonogramowanie przeglądów i napraw lub wymiany przed wystąpieniem awarii.

Ustalenie całej zmiany na działania zapewniające utrzymanie ruchu

Ustalenie części czasu zmiany roboczej na utrzymanie ruchu

Częste przeglądy, smarowanie i przestrzeganie właściwych technik operowania wyposażeniem

Przewidujące utrzymanie ruchu - predictive maintenance: Techniki analityczne (analiza wibracji, testowanie olejów smarujących na zawartość metalu) dla wykrycia bieżącej awarii w fazach początkowych, aby wydłużyć czas między przeglądami bez ryzyka wystąpienia awarii

Zaangażowanie pracowników

- Operator bierze odpowiedzialność za utrzymanie ruchu maszyny oraz produktywności komórki w której pracuje poprzez zmniejszenie awaryjności
- Operator wykonuje bieżące naprawy, konserwacje, czyszczenie, regulacje
- Posiada odpowiednie kwalifikacje do wykonania powyższych działań. Szkolenia
- Jest wielofunkcyjny
- Ujawnia i rozwiązuje problemy

System monitoringu

- poznać przypadki awarii i rozpoznać ich przyczyny

Kompleksowe prewencyjne utrzymanie ruchu (Total Preventive Maintenance - TPM)

Korzyści ze stosowania TPM:

większa niezawodność realizacji zamówień

wyższy poziom obsługi klienta

zwiększenie produktywności

lepsze wykorzystanie maszyn

większa efektywność w dole strumienia materiałowego

mniejsze zapasy

wyższa jakość

krótszy czas realizacji

Kaizen

Ciągłe doskonalenie

Co to jest KAIZEN?

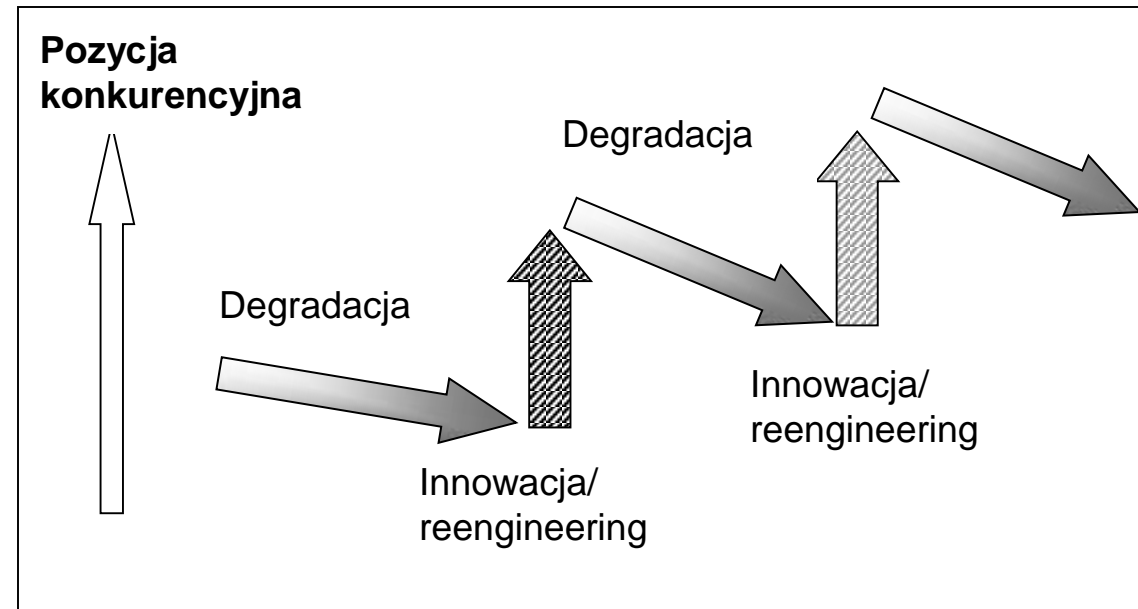
Kaizen oznacza ciągłe doskonalenie angażujące każdego - zarząd, kierowników i pracowników

Kaizen oznacza poprawę osiąganą małymi krokami bez dużych nakładów inwestycyjnych. Wiele usprawnień można osiągnąć przy małych nakładach lub bez wydatków. Najważniejsze w ciągłej poprawie jest nauczenie się przez ludzi stosowania i utrzymywania właściwej postawy. Zamiast inwestowania dużych nakładów w środki trwałe inwestuje się w ludzi. Kaizen pozwala na obniżenie kosztów i zwiększenie produktywności

Kaizen to filozofia niekończącego się dążenia do doskonałości, która mimo japońskich korzeni ma uniwersalne zastosowanie w zarządzaniu każdego przedsiębiorstwa

Tradycyjna strategia zwiększania konkurencyjności przedsiębiorstwa

CEL: poprawa pozycji konkurencyjnej

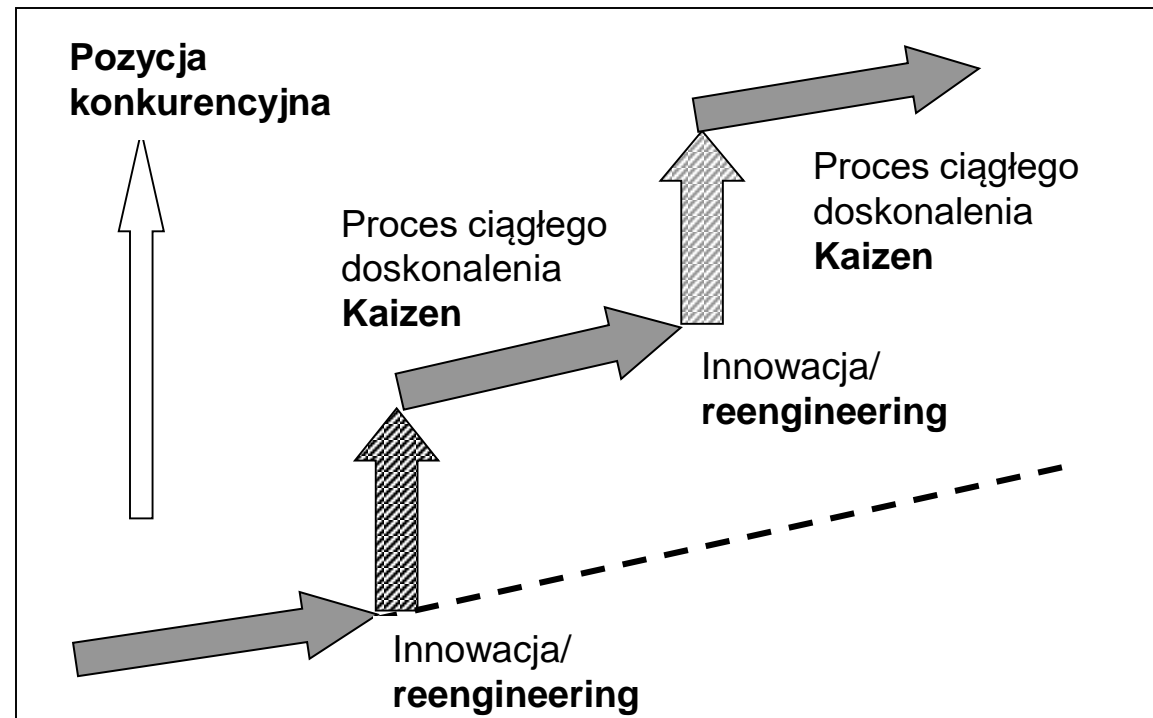


„Nawet największy głupiec jest w stanie zwiększyć produktywność, jeśli wyda na to odpowiednio dużą ilość środków. Prawdziwą sztuką jest zwiększenie produktywności bez dodatkowych inwestycji w nowe urządzenia i technologie”

Masaaki Imai, Prezes Kaizen Institute

Kaizen jako strategia zwiększania konkurencyjności przedsiębiorstwa

CEL: poprawa pozycji konkurencyjnej



Gemba Kaizen

Gemba - miejsce gdzie tworzy się wartość

Inicjatywa zmian wychodzi nie „z góry” ale z samego miejsca pracy - *gemba*

Tylko menedżer, który zna swoje *gemba* może zarządzać ciągłym doskonaleniem. Ma ono sens tylko w konkretnym miejscu pracy, w hali produkcyjnej, czy w miejscu kontaktu z klientem

Zrozumienie tego, co dzieje się w miejscu pracy - *gemba* jest podstawą wszelkich usprawnień w ramach kaizen

Gemba Kaizen

5 zasad gemba kaizen

Gdy pojawia się problem, zacznij od miejsca działania, czyli od *gemba* - idź na halę fabryczną lub miejsca dodawania wartości i obserwuj

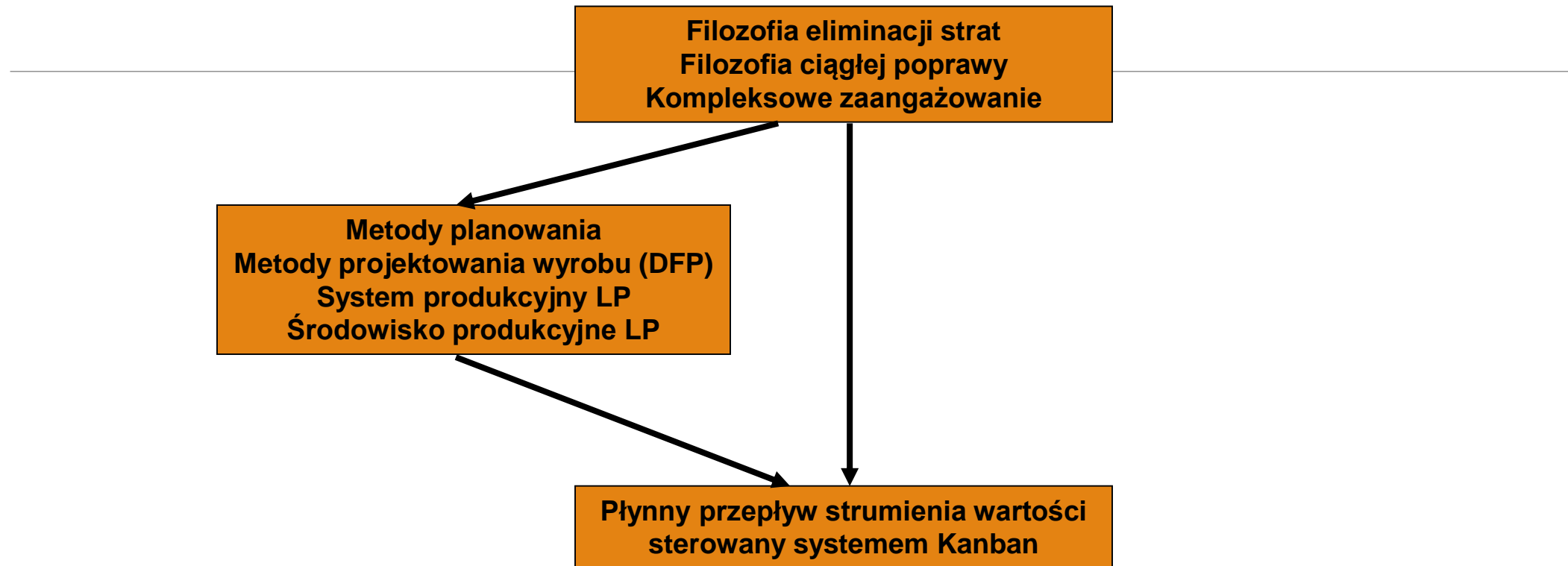
Sprawdź *gembutsu*, czyli przedmioty znajdujące się w *gemba* i szukaj przyczyny awarii

Podjmij na miejscu tymczasowe działania zaradcze

Poszukaj bezpośredniej przyczyny problemu. Stosuj technikę „**pięciu pytań dlaczego**”

Określ odpowiednie standardy zapobiegające powtórzeniu się problemu. Po rozwiązaniu problemu należy opracować nowe, właściwe procedury określające odpowiednie standardy nadzoru, konserwacji, zachowań czy bezpieczeństwa. Jest to gwarancja uniknięcia podobnych problemów w przyszłości

Lean Production jako filozofia eliminacji strat



Strategia Lean Production i system Kanban w koncernie Toyota (TPS)
80% - eliminacja strat, 15% - system produkcji, 5% - KANBAN
według Shigeo Shingo (1981)

Eliminacja strat i marnotrawstwa

Straty (muda) to działania lub przestoje, które nie dodają wartości do produktu. Straty dodają koszty i czas

Rodzaje strat:

- Straty nadprodukcji
 - Straty oczekiwania
 - Straty przemieszczania (transportu)
 - Straty składowania
 - Straty procesowe
 - Straty powierzchni
 - Straty zbędnych ruchów
 - Straty nieefektywnego wykorzystywania wiedzy
- Strata jest symptomem problemu, a nie źródłem przyczyny problemu
 - Straty wskazują problemy w strumieniu wartości
 - Należy znajdować i usuwać przyczyny problemów

Eliminacja strat (*muda*)

1. **Straty nadprodukcji** – tworzenie zbędnych zapasów

Eliminacja: redukcja czasów przezbrojeń, synchronizacja czasów procesów i operacji, wytwarzanie tylko tego co jest aktualnie potrzebne, nie produkowanie dla uniknięcia przestoju maszyn i pracowników



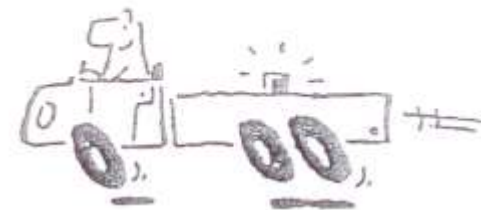
2. **Straty oczekiwania** – oczekiwanie na obróbkę, na narzędzia, na materiał, na transport, na kontrolę

Eliminacja: synchronizacja przepływu produkcji, balansowanie obciążenia dzięki elastyczności robotników i wyposażenia



3. **Straty przemieszczania** – duże odległości między stanowiskami

Eliminacja: racjonalizacja rozplanowania przestrzennego, struktury przedmiotowej, produkcja w komórkach przedmiotowych



Eliminacja strat (*muda*)

4. **Straty procesowe** – procesy niezdolne do zapewnienia wymaganych cech wyrobu najniższym kosztem, operacje zbędne dla nadania wyrobowi wymaganych cech

Eliminacja: zmiany w procesach, dopasowanie procesu do produktu oraz projektu produktu do procesu



5. **Straty składowania** – zapasy „produkcji nie w toku”, zapasy międzyoperacyjne, duże serie, zapasy materiałów wejściowych, zapasy wyrobów gotowych, zapasy zabezpieczające

Eliminacja: redukcja czasów przezbrojeń, synchronizacja przepływu, dostawy dokładnie na czas, produkcja w małych partiach



Eliminacja strat (*muda*)

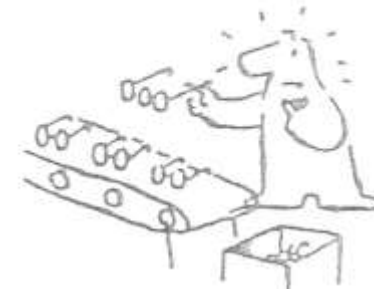
6. **Straty ruchów** – zbędne ruchy, czynności i przemieszczenia pracowników, czynności wykonywane z powodu nieracjonalnej organizacji pracy

Eliminacja: racjonalizacja pracy, organizacja stanowisk pracy, mechanizacja i automatyzacja, zasady 5S



7. **Straty wadliwej produkcji** – wytwarzanie, poprawa i naprawa wadliwych wyrobów, braki nienaprawialne, kontrola produktów

Eliminacja: organizacja procesów wytwarzania zapobiegających powstawaniu wadliwych produktów, poka-yoke, SPC – statystyczna kontrola procesu, samokontrola w miejscu wytwarzania, kontrola kaskadowa, 5S, ciągłe doskonalenie



Pojęcia czasu produkcji

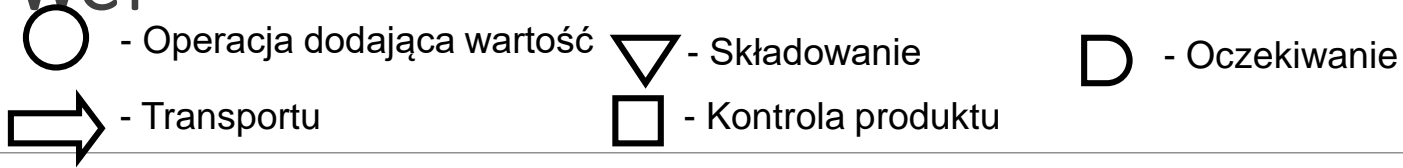
- **Czas cyklu produkcyjnego** – Czas od pobrania materiału do ukończenia procesu produkcyjnego wyrobu lub przekazania wyrobu do klienta.
- **Czas dodawania wartości.** Część czasu cyklu za którą jest gotów zapłacić klient
- **Czas realizacji zamówienia (Order Lead Time).** Czas między przyjęciem zamówienia a przyrzeczoną datą dostawy produktu
- **Straty czasu.** Marnotrawstwo. Czas wszelkich działań, które nie dodają wartości, czyli takich za zapłatą, których klient nie jest zainteresowany zapłacić
 - Oczekiwanie
 - Sortowanie
 - Testowanie
 - Transportowanie
 - Przeliczanie
 - Poprawianie

Im bardziej czas cyklu produkcyjnego jest większy od czasu realizacji zamówienia, tym większa część produkcji jest planowana według prognoz oraz tym mniej akuratawną będzie prognoza

Cel lean production – redukcja cyklu produkcyjnego poprzez eliminację start – redukcję czasu nie związanego z dodawaniem wartości

Wskaźnik cyklu produkcyjnego

WCT



$$WCP = \frac{\sum \text{○}}{\sum (\text{○} + \text{⇒} + \text{▽} + \text{□} + \text{D})}$$

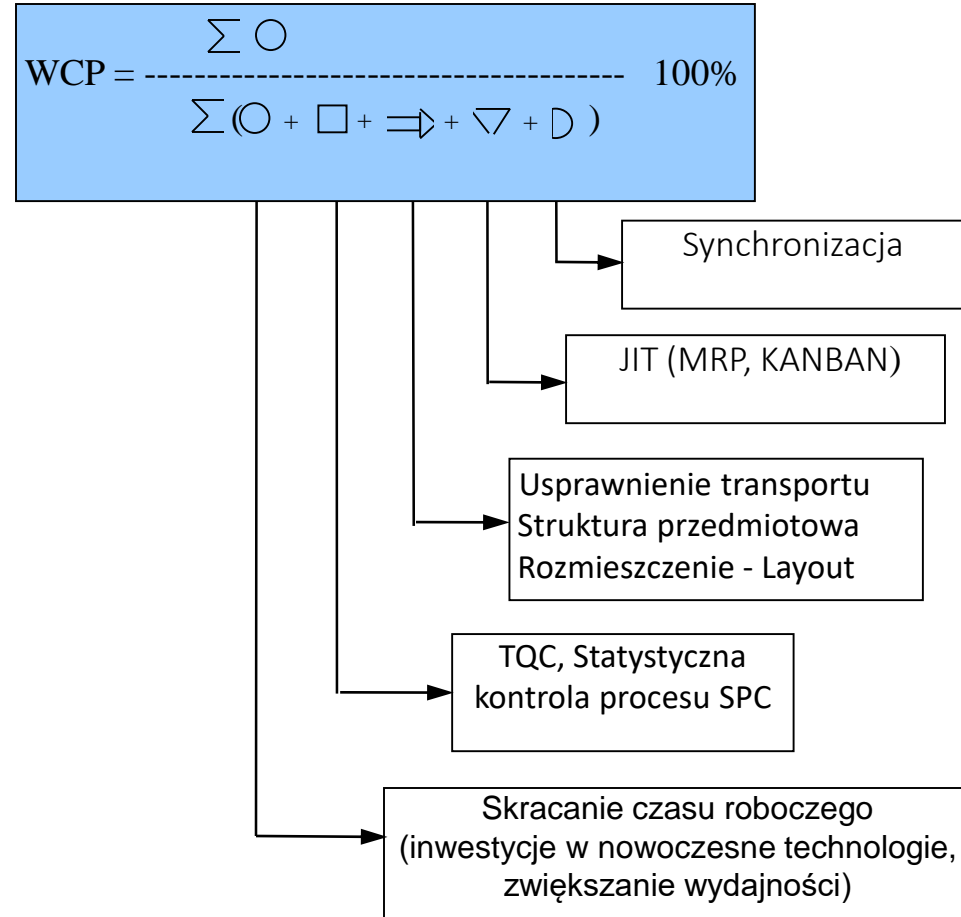
$$WCP = \frac{\text{Czas operacji}}{\text{Cykl produkcyjny}} \cdot 100\%$$

Cel odchudzania: maksymalizacja wskaźnika WCP

Jak zmaksymalizować WCP?

Eliminacja i redukcja czasu nie związanego z dodawaniem wartości

Usprawnianie procesu poprzez zwiększenie udziału czasu dodania wartości w cyklu produkcyjnym



Planowanie produkcji Lean Production

Celem wdrażania strategii Lean Production w przedsiębiorstwie jest uzyskanie przewagi w zakresie jakości, czasu dostawy i jej niezawodności oraz ceny.

Strategia Lean Production w obszarze sprzedaży pozwala na redukcję kosztów poprzez dostarczanie produktów o perfekcyjnej jakości, w wymaganych ilościach, dokładnie kiedy są wymagane i po akceptowalnej przez klienta cenie. Aby przedsiębiorstwo mogło sprzedawać po akceptowalnej cenie i w wymaganych ilościach jego procesy produkcyjne muszą być odpowiednio elastyczne w dostosowaniu się do zmian w popycie oraz zdolne do szybkiego i ekonomicznego wytwarzania wymaganych ilości wyrobów.

W przedsiębiorstwach stosujących strategię Lean występuje zarówno Zagregowane planowanie produkcji, jak i Główne planowanie produkcji (MPS). Różnica, w porównaniu z konwencjonalnymi systemami zarządzania produkcją, polega na tym, że horyzont planowania produkcji Lean/JIT jest krótszy a produkcja jest sterowana systemem Kanban, a nie systemem MRP.

Płynna produkcja

Flow production

Aby umożliwić produkcji efektywne reagowanie na krótkookresowe zmiany w popycie rynku, bez angażowania zapasów, w strategii Lean stosuje się tzw. **płynną produkcja** (*flow production*) lub **wygładzoną produkcję** (*smooth production*) oraz **model mieszanej produkcji** (*heijunka*).

Płynna produkcja polega na „równoczesnym” montowaniu każdego dnia w linii, kilku wyrobów finalnych z jednej rodziny w jak najmniejszych partiach.

Warunkiem płynnej produkcji w całym łańcuchu logistycznym produkcji jest synchronizacja produkcji i dostaw zasilających linię wyrobu finalnego oraz produkcja w małych partiach, a także szybkie przebrojenia. W efekcie płynnej produkcji uzyskuje się redukcję strat spowodowanych zapasami oraz możliwość szybkiej reakcji na zmiany w popycie.

Dzięki płynnej produkcji pojedyncza linia może produkować każdego dnia wiele różnych wyrobów z danej rodziny i zaspokajać popyt rynku z produkcji, a nie z zapasów.

Harmonogram montażu końcowego

Główny plan produkcji (MPS) w środowisku Lean/JIT jest opracowywany w krótszym horyzoncie np. 3 miesięcy. Krótsza jest także ta część MPS, która podlega zamrożeniu (w zamrożonej części MPS nie wprowadza się zmian) gdyż czasy realizacji w środowisku Lean/JIT są krótsze. W Toyota Motor Company horyzont planowania wynosi trzy miesiące i dla każdego miesiąca planuje się zdolności produkcyjne oraz liczbę kanbanów. Z trzymiesięcznym wyprzedzeniem przekazywane są dostawcom informacje o planowanym zapotrzebowaniu na składniki.

Miesięczny MPS stanowi podstawę do ustalania dziennego **harmonogramu montażu końcowego (HMK)**. HMK określa szczegółowo co, ile i w jakiej kolejności będzie montowane każdego dnia w zakresie wyrobów finalnych wytwarzanych w określonej linii. W środowisku Lean/JIT, HMK jest tworzony po obliczeniu poziomu dziennej produkcji i w oparciu o ideę modelu mieszanej produkcji.

W Toyocie HMK jest ustalany każdego dnia na dzień następny.

Planowanie produkcji JIT

Zagregowane planowanie produkcji:

Plan produkcji:

- krótszy horyzont planowania
- określa poziom produkcji
- podstawa planowania zasobów

Główne planowanie produkcji:

Główny plan produkcji (MPS)

- krótszy horyzont planowania
- określa spływ produkcji wyrobów (co, ile i na kiedy wyprodukować?)
- podstawa planowania potrzeb materiałowych (popyt dla dostawców)
- podstawa planowania zdolności produkcyjnych

Harmonogramowanie montażu końcowego:

Harmonogram montażu końcowego (HMK)

- Model mieszanej produkcji
- Szczegółowe, dzienne harmonogramy pracy linii montażowych

System Kanban (*Pull System*) - sterowanie przebiegiem produkcji wg zasady ssania

- Dwa typy systemów Kanban:
 - jednokanbanowy - tylko kanban produkcji
 - dwukanbanowy - kanban produkcji i kanban transferu
- Dwa rodzaje kanbanów - kanban transferu (zlecenie dostawy), kanban produkcji (zlecenie produkcji)
- Rodzaje sygnałów: kanban - karteczka, puste pole odkładcze, podniesiona ręka, zapalona lampka, piłeczka do golfa i inne
- Montaż finalny odbywa się zgodnie z harmonogramem montażu końcowego
- Tworzy się samoregulujące układy odbiorców i dostawców

Uwaga!

System Kanban wprowadza się w warunkach braku przepływu ciągłego - braku synchronizacji czasów procesów

System Kanban, oparty na zasadzie ssania, zapobiega powstawaniu strat nadprodukcji