

„Podejmowane decyzje są zawsze najwyżej tak dobre  
jak dane na których się opierają”

## SYSTEMY STEROWANIA I ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

### 1. Wstęp.

Warunkiem efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem jest posiadanie aktualnych i wiarygodnych danych opisujących proces produkcyjny. Poszczególne zakłady wypracowały przez lata istnienia systemy gromadzenia, obróbki i przekazywania informacji dla kadry kierowniczej. Służą one do wypracowywania decyzji zarówno taktycznych (krótko i średnio terminowych) jak i strategicznych (długoterminowych).



Posiadają one niestety jedną bardzo istotną wadę – dużą inercję.

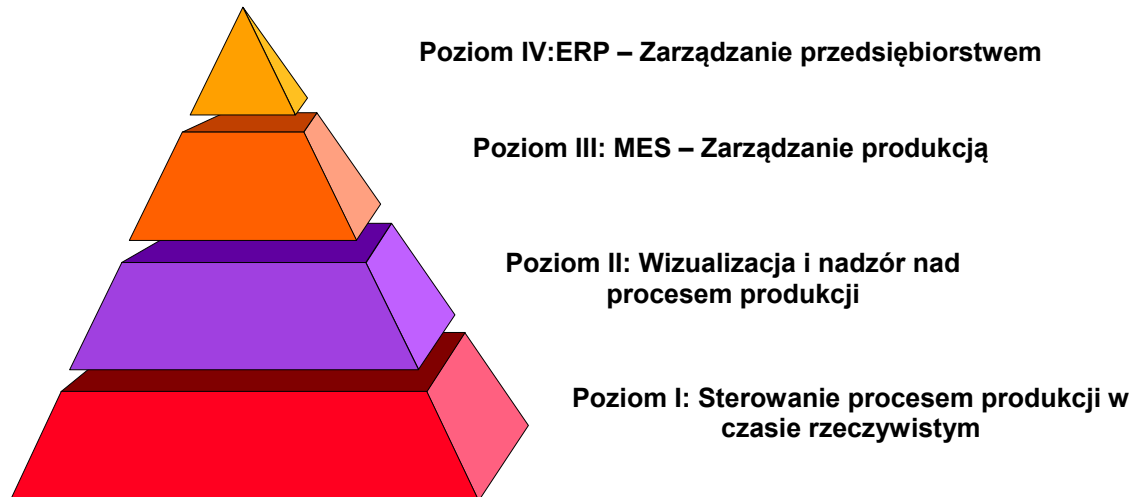
Informacja jaką dzięki nim uzyskujemy nierzadko jest już zupełnie nieaktualna i ma się nijak do stanu istniejącego. Obecnie taki stan rzeczy w nowoczesnym przedsiębiorstwie jest zupełnie nie do przyjęcia. Rosnąca konkurencja, obniżanie kosztów produkcji i coraz dalej posunięta automatyzacja procesu produkcyjnego wymagają podejmowania newralgicznych decyzji praktycznie z minuty na minutę.

Wynikiem takiego zapotrzebowania było pojawienie się Systemów Zarządzania Produkcją<sup>1</sup>. Stało się to możliwe głównie dzięki bardzo szybkiemu rozwojowi informatyki (zarówno jeżeli chodzi o sprzęt jak i o oprogramowanie) jak i dzięki automatyzacji wielu elementów procesu produkcyjnego.

<sup>1</sup> Termin *Systemy Zarządzania Produkcją* (Manufacturing Execution Systems – MES) został po raz pierwszy zastosowany przez *Advanced Manufacturing Research (AMR)* i od tej pory zyskał dużą popularność. Inne środowiska naukowe i przemysłowe określają tę grupę systemów informatycznych inaczej, np. *Gartner Group* nazywa ją *Systemami Zarządzania Operacjami Produkcyjnymi* (Manufacturing Operations Management Systems - MOMS)

## 1.1 Struktura systemu automatyzacji produkcji.

Jednym z popularnych modeli środowiska zautomatyzowanej produkcji jest hierarchiczna, czterowarstwowa struktura, w której każda warstwa reprezentuje inny poziom zarządzania przedsiębiorstwem oraz kierowania, kierowania nadzorowania i produkcji (patrz rysunek 1).



**Poziom I sterowania produkcji w czasie rzeczywistym** stanowi pomost pomiędzy człowiekiem, a maszynami i urządzeniami technologicznymi. Tutaj gromadzone są dane z urządzeń bezpośrednio sterujących procesem, obsługiwane są alarmy, generowane raporty, logowane dane przeznaczone do archiwizacji oraz realizowana jest komunikacja z wyższym poziomem. Tutaj również realizowane są procedury bezpośredniego sterowania poszczególnymi urządzeniami ciągu technologicznego.

**Poziom II wizualizacji i nadzoru nad procesem produkcji** wiąże się ściśle z poziomem I. Ich funkcje często się przeplatają. Generalnie możemy powiedzieć że na tym poziomie dodatkowo realizowane są funkcje wspomagania technologicznego oraz śledzenia wyrobu w obrębie danego węzła bądź całego ciągu technologicznego.

**Poziom III MES** jest odpowiedzialny za wymianę danych pomiędzy systemami poziomu I i II a ERP<sup>2</sup>. Często po jego wprowadzeniu przejmuje on funkcje związane ze śledzeniem i dokumentacją procesu z poziomu I i II.

Przyjęło się definiować że realizuje on następujące zadania :

- Modelowanie procesu produkcji,
- Monitorowanie przepływu materiału i środków produkcji w przedsiębiorstwie,
- Wizualizacja i nadzorowanie produkcji oraz interfejs człowiek maszyna (MMI),
- Odczyt i archiwizowanie danych dotyczących procesu,
- Zarządzanie jakością,
- Nadzór nad dokumentacją produkcji,
- Dynamiczne kierowanie ruchem zakładu
- Generowanie raportów,
- Wprowadzanie i egzekwowanie właściwych praktyk produkcyjnych.

<sup>2</sup> <sup>2</sup>Enterprise Resources Plannig

**Poziom IV systemy ERP lub MRP<sup>3</sup>** zapewniają zwykle zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa, zamówieniami, zakupami, finansami, księgowością kosztorysowaniem, prognozowaniem i planowaniem jego działalności. Udostępniają bardzo często narzędzia do optymalizacji procesu produkcji pod kątem kosztów lub zapewnienia jakości.

## 1.2 Realizacja Systemów Automatykacji Produkcji.

Realizacja w praktyce wyżej przedstawionego modelu może przebiegać na wiele sposobów. Często ze względu na zastosowane rozwiązania (oprogramowanie) następuje integracja funkcji Poziomu II i III.

## 2. Funkcje systemu.

### 2.1 Cele i zadania systemu.

Podstawowym celem systemu jest *monitorowanie* przebiegu procesu wytwarzania produktu finalnego we wszystkich fazach jego produkcji w celu zagwarantowania możliwości bieżącego oddziaływania odpowiednich służb technologicznych na jego przebieg, tak aby osiągnąć odpowiednią jakość produktu finalnego i zadowalające koszty



jego wytworzenia. Pod terminem *monitorowanie* rozumie się gromadzenie i przechowywanie wszelkiej dostępnej informacji dotyczącej samego procesu wytwarzania i towarzyszących mu czynności (np. przygotowanie materiałów wsadowych) mających wpływ na technologię procesu. W rezultacie możliwe jest opisanie procesu odpowiednio szerokim zestawem wskaźników jakościowych i kosztowych, co pozwala na udokumentowany wyrobu komputerową kartą jego wytworzenia.

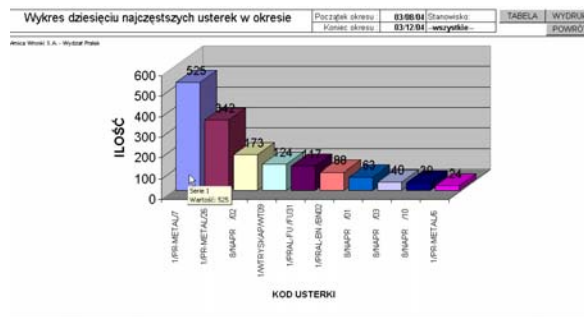
### 2.2 Bezpośrednie oddziaływanie na proces (Sterowanie).

Ciągle zwiększanie intensywności produkcji stwarza szereg problemów. Z jednej strony prowadzi do podwyższania wymagań stawianych urządzeniom, elementom wykonawczym i ludziom, z drugiej zaś podnosi niebezpieczeństwo popełnienia błędu, utraty kontroli lub spowodowania awarii. Wiąże się z tym konieczność modernizacji i unowocześniania warstwy sterowania i

<sup>3</sup> Manufacturing Resources Planning

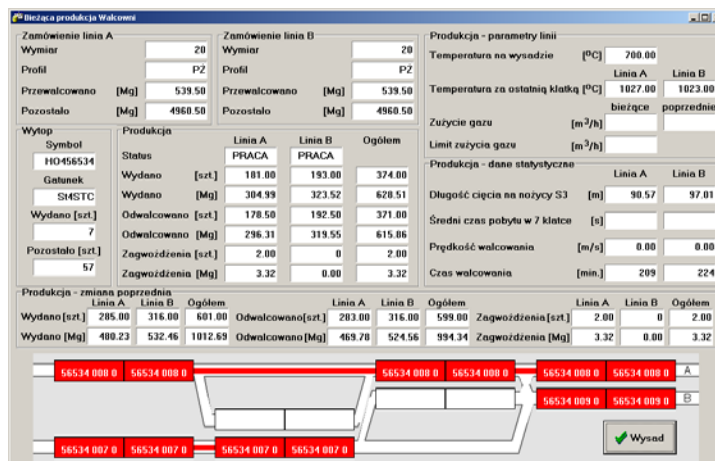
nadzoru procesu. Zastosowanie sterowników mikroprocesorowych oraz komputerów PC pozwala na rozszerzenie horyzontu oddziaływania na:

- sterowanie procesem - przy zastosowaniu mikroprocesorowych sterowników przemysłowych możliwa jest:
  - regulacja wyszczególnionych parametrów procesu;
  - bezpośrednie oddziaływanie na elementy wykonawcze;
  - detekcja przekroczeń i stanów awaryjnych;
  - wprowadzenie automatyki określonych czynności;
- obserwację pracy urządzeń - przy zastosowaniu komputerowych stacji wizualizacyjnych, które:
  - w sposób graficzny przejrzyste prezentują stan pracy urządzeń;
  - komunikują obsłudze o przekroczeniach limitów określonych wielkości lub stanach awaryjnych;
  - umożliwiają krótkoterminową wsteczną analizę przebiegu procesu (trendy, histogramy);
- wspomaganie procesu - komputery procesowe pozwalają na:
  - kontrolę technologii procesu poprzez określenie czynności obsługi i porządku ich wykonywania;
  - zmiany parametrów regulacji warstwy sterowania procesu;
  - obieg informacji pomiędzy poszczególnymi węzłami technologicznymi (wzajemna widoczność obiektów);
  - agregację i archiwizację danych



### 2.3 Rejestracja przebiegu procesu dla potrzeb zarządzania.

Ogromne znaczenie dla sprawnego funkcjonowania tak złożonego organizmu jakim jest ciąg produkcyjny ma możliwość rejestracji, gromadzenia i późniejszego odtwarzania rzeczywistych parametrów procesu (ilości składników, czasów trwania i kolejności



operacji, mierzonych parametrów itd.) uzyskanych bezpośrednio z urządzeń pomiarowych, przetworników, aparatury kontrolnej, urządzeń sterujących. Możliwie dokładne informacje - bez zniekształceń spowodowanych zapisem do formularzy i ksiąg raportowych - dostępne dla szerokiego kręgu odbiorców już w chwilę po zarejestrowaniu stanowią skuteczny instrument kontroli przeznaczony dla służb technologicznych i dozoru. Sporządzane na ich podstawie raporty obejmujące różne horyzonty czasowe pozwolą na analizę procesu i oddziaływanie w kierunku poprawy jego parametrów, a w szczególności:

- Poprawę organizacji produkcji - Wprowadzenie w jak największym stopniu automatyki określonych czynności technologicznych znacznie zmniejsza nakład pracy ponoszony na ich wykonywanie i gwarantuje zachowanie określonych reguł, tj.: kolejności, proporcji, poprawności - zgodnych z przyjętą technologią.
- Poprawę jakości i zmianę technologii wytwarzania - Sterowanie jakością produkcji jest jednym z najważniejszych zadań stojących przed kierownictwem ciągu technologicznego.
- Obniżenie kosztów produkcji - Kontrola zużycia materiałów i mediów energetycznych daje podstawę do analizy kosztów i oddziaływania na ich obniżenie.
- Określenie polityki remontowej - Dzięki rejestracji postojów, tj. czasów pomiędzy wyłączeniem i powtórny załączeniem, na podstawie kodu przyczynowego wpisanego przez operatora można sporządzić statystykę uszkodzeń poszczególnych elementów wykonawczych lub całych bloków funkcjonalnych.

## 2.4 Śledzenie przepływu materiałów i stanu składowisk.

W celu prowadzenia właściwej gospodarki materiałowej niezmiernie istotne jest śledzenie aktualnego stanu składowisk umiejscowionych na terenie fabryki. Brak obiektywnych informacji o stanie składowisk prowadzi albo do nadmiernego angażowania środków i nieuzasadnionego zwiększania zapasów, albo do braku ciągłości zamówień, a te z kolei do opóźnień powodujących przerwy produkcyjne. Aby zadanie śledzenia stanu składowisk urzeczywistnić konieczna jest ciągła obserwacja zużycia materiałów poprzez bezpośrednią rejestrację komputerową wprost z urządzeń pomiarowych. Dzięki temu otrzymujemy rzeczywisty obraz rozplywu materiałów minimalizując tym samym oddziaływanie człowieka, które ten obraz może zniekształcić. Oczywiście jest to możliwe tylko przy zapewnieniu precyzyjnego opomiarowania istotnych punktów rozchodowych. Z drugiej strony wprowadzane do systemu na bieżąco informacje o napływie materiałów - w postaci kwitów rachunkowych - zapewniają śledzenie stanu składowisk i raportowanie okresowego zużycia.

The screenshot shows a software window titled "Okno PLC linii Zespołu Piorącego i Montażu Finalnego. [Przesyłanie]". It contains a table with columns: ID, Partia, Materiał, Ilość, Na linii, and Wyk. The table has 10 rows. Row 1: ID 1, Partia 745, Materiał 2091700044, Ilość 100, Na linii 100, Wyk. 65. Row 2: ID 2, Partia 746, Materiał 2091700046, Ilość 50, Na linii 26, Wyk. 0. A tooltip "Usuń partię produkcyjną" is visible over the second row. Below the table are various control fields: Zleczenie: 0010196601, Testy: 5, Klasa: 1, P1: 2, Opis: Zespół piorący PA55/60A/80AB S5Y, P2: 0, Koło pasowe: [empty], Prz. góra: 8016181, P3: 0, Zesp. Wann: 9005211, Pompa(amot): 8010461, P4: 0, Zesp. Bębna: 9020259, Podstawa: 9005398, P5: 0, Koperka: 9005384, Mebel: [empty], P6: 0, Prz. przednia: 8017794, Podz. steruj.: [empty], 0 0, Silnik: 8018041, Panel dolny: [empty], Prz. dolna: 8016180, Zesp. Piorący: 9021090, Zapis do PLC, and a green button labeled "PLDA AKTUALIZACJA".

## **2.5 Gromadzenie danych wyjściowych.**

Na podstawie informacji przechowywanych w archiwalnej bazie danych systemu możliwe jest generowanie okresowych wyciągów, np. miesięcznych lub rocznych, które mogą posłużyć za wydziałowy dokument rozliczeniowy w elektronicznej postaci. Forma i treść takiego dokumentu lub wyciągu może być dowolna i zawierać tylko te informacje, które są rzeczywiście istotne z punktu widzenia odbiorcy, a odpowiedni dobór techniki przesyłu zagwarantuje ich pełne bezpieczeństwo.

## **3. Korzyści wynikające z wdrożenia systemu.**

Są one oczywiście różne w zależności od tego na ilu poziomach system zostanie zrealizowany oraz jakim zakresem działania obejmie zakład produkcyjny. Nie do pominięcia jest tu również czynnik ludzki. Nie da się wprowadzić tego typu systemu „przeciw pracownikom” i to zarówno tym z bezpośredniej obsługi maszyn jak i tym należącym do kadry kierowniczej.

Generalnie można powiedzieć że wdrożenie systemu na pierwszych trzech poziomach zapewnia szybką reakcję na zmieniające się warunki prowadzenia działalności produkcyjnej. Stosując tego typu systemy, przedsiębiorstwo może dynamicznie (w przeciągu godzin) przekonfigurować proces produkcyjny (a więc i zmieniać w pewnym zakresie wyrób finalny). Może ono realizować małoseryjne lub jednostkowe zamówienia od swoich klientów. Może produkować małe partie wyrobów bardziej ekonomicznie, ponieważ zdolność systemu do modelowania procesu produkcyjnego pozwala na szybkie i łatwe przekonfigurowanie procesu. Jeśli nastąpi przerwa w dostawach lub nieprzewidziana awaria danego urządzenia, można zmienić marszrutę wyrobu „w biegu”. Kierownictwo może bardziej efektywnie planować produkcję i lepiej wykorzystać zasoby przedsiębiorstwa (maszyny, urządzenia), ponieważ funkcja dynamicznego monitorowania produkcji dostarcza w czasie rzeczywistym informacji o aktualnym stanie procesu i poszczególnych partii wyrobów, o czasie potrzebnym do zakończenia procesu, czasie oczekiwania danych partii w kolejkach do urządzeń itp.

System może być pomocny w pomiarze i zwiększeniu wydajności procesu produkcji. Pozwala kierownictwu na uzyskanie optymalnej wydajności procesu przy posiadanym sprzęcie, operatorach, materiałach i stosowanych technologiach. Umożliwia zminimalizowanie odpadów produkcyjnych przez zapewnienie wykorzystania właściwych materiałów i odpowiednich urządzeń oraz standardów technicznych zdefiniowanych w systemie. Dynamiczne instrukcje dla operatorów zapewniają, że posiadają oni dostęp do wymaganych informacji w odpowiednim czasie. Wszystkie te czynniki minimalizują możliwość popełnienia błędu przez człowieka i maksymalizują wykorzystanie zasobów ludzkich i sprzętowych.

Innym istotnym aspektem zastosowania systemów komputerowych jest wykorzystanie ich możliwości do rejestrowania kompletnej historii wyrobów. Oznacza to możliwość generowania raportów, wyszczególniających, jaki materiał oraz jakie zasoby sprzętowe i ludzkie zostały użyte do wyprodukowania wyrobu finalnego. Jest to wyjątkowo użyteczne narzędzie w sytuacji, gdy instytucje rządowe wymagają od producentów prowadzenia szczegółowej dokumentacji produkcji.