ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1980

Seria: AUTOMATYKA z. 55 Nr kol. 651

Władysław Pietraszek
Jerzy Szymura
Politechnika Śląska

KOMPUTEROWY SYSTEM HARMONOGRAMOWANIA PRODUKCJI ZAKŁADU KAROSERII FSM-02

Streszczenie. W referacie scharakteryzowano system harmonogramowania produkcji Zakładu Karoserii Fabryki Samochodów Małolitrażowych w Tychach realizowany w ramach problemu węzłowego 06.4. Omówiono cele i zadania systemu oraz sposób, w jaki zostały one zrealizowane. Szczególną uwagę zwrócono na omówienie sposobu tworzenia harmonogramów produkcji w oparciu o plan produkcji i informacje o zasobach magazynowych.

1. Wstęp - krótka charakterystyka procesu produkcji w Zakładzie Karoserii FSM-02.

Podstawowym celem Komputerowego Systemu Harmonogramowania Produkcji /HARP/[x/] Zakładu Karoserii FSM-02 w Tychach jest zautomatyzowanie prac związanych z opracowaniem harmonogramów produkcji /dostaw/ samochodów, części zamiennych i części produkowanych na potrzeby zakładów kooperujących. Pozwoli to na eliminację zakłóceń związanych z błędami w procesie harmonogramowania, polepszenie synchronizacji pracy oraz zmniejszenie czasów przestojów linii produkcyjnej i kosztów przezbrojeń głównej linii montażowej. Uzyskanie tych korzyści w ręcznym systemie harmonogramowania jest praktycznie niemożliwe ze względu na dużą ilość przetwarzanych informacji.

Struktura i zadania systemu HARP związane są ściśle z strukturą produkcji w Zakładzie Karoserii. Zakład Karoserii składa się z czterech wydziałów:

- spawalniczo-montażowego,
- lakierni,
- obróbek różnych,
- montażu głównego.

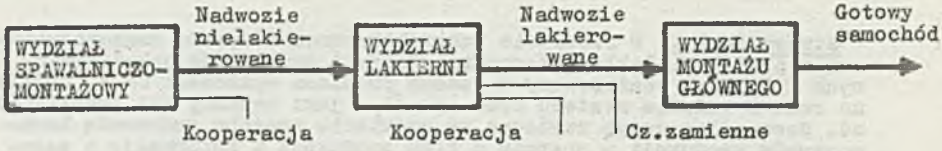
Wyroby produkowane przez każdy z wydziałów przeznaczone są na zabezpieczenie własnej produkcji zakładu, na potrzeby zakładów kooperujących oraz na części zamienne. Struktura połączeń pomiędzy wydziałami odzwierciedla strukturę procesu produkcyjnego, na którą zasadniczy wpływ ma produkcja najważniejszego wyrobu finalnego-samochodu. Podstawowymi etapami produkcji samochodu są:

---

x/ System wykonywany jest w ramach problemu węzłowego 06.4 przez zespół pracowników Instytutu Informatyki Czasu Rzeczywistego Politechniki

- montaż nadwozia,
- lakierowanie,
- montaż samochodu.

Ciąg stanowisk produkcyjnych, na których wykonywane są kolejne operacje produkcji samochodu tworzy tzw. główną linię montażową, przechodzącą kolejno przez wydziały: spawalniczo-montażowy, lakierni i montażu głównego. Na linii montażowej wyróżniono trzy punkty rozliczeniowe odpowiadające wyjściom z poszczególnych wydziałów.



Rys. 1. Kierunki przekazań produktów finalnych na głównej linii montażowej.

Oprócz stanowisk tworzących główną linię montażową, w skład poszczególnych wydziałów wchodzą gniazda produkcyjne, których podstawowym zadaniem jest produkcja części i podzespołów na potrzeby głównej linii montażowej. Pozostałe podzespoły, części i materiały /produkowane przez zakłady kooperujące/ dostarczane są na linię montażową przez służby transportowe zakładu z magazynów kooperacji. Do identyfikacji samochodu służą parametry określające jego cechy:

- kod wersji - określa szczegóły wyposażenia samochodu,
- kod koloru nadwozia,
- kod rodzaju tapicerki.

Aktualnie istnieje około kilkuset kombinacji wartości parametrów samochodu. Nadwozie lakierowane identyfikowane jest przy pomocy dwóch parametrów: kodu wersji i kodu koloru, natomiast nadwozie nielakierowane przy pomocy jednego - kodu wersji. Liczba części i podzespołów produkowanych w wydziale montażu głównego jest większa od 100 /nie licząc różnic kolorystycznych/, a liczba podzespołów, części i materiałów dostarczanych z magazynów do wydziału montażu głównego jest równa około 1000.

Proces produkcji podlega stale zakłóceniom spowodowanym głównie brakami, awariami i zmianami wydajności linii montażowej. Powoduje to konieczność stałej aktualizacji harmonogramów.

---

x/ Śląskiej. W skład zespołu oprócz autorów wchodzą: Z. Czech, E. Starzewska, P. Szmal oraz /w początkowym okresie/ St. Kozielski i L. Znamirowski.

2. Zadania systemu HARP.

Podstawowym celem systemu HARP jest automatyzacja procesu tworzenia harmonogramów produkcji symochodów, części zamiennych oraz części produkowanych dla zakładów kooperujących. Cel ten implikuje określone zadania dla systemu HARP. Do najważniejszych z nich należą:

a/ kontrola możliwości realizacji harmonogramu ze względu na stan zapasów magazynowych oraz terminy planowanych i potwierdzonych dostaw,

b/ tworzenie miesięcznych harmonogramów produkcji dla wydziałów: spawalniczo-montażowego, lakierni, montażu głównego. oraz harmonogramów dostaw z magazynów do wydziału montażu głównego,

c/ tworzenie tygodniowych harmonogramów produkcji dla wybranych punktów głównej linii montażowej i gniazd produkcyjnych wydziału montażu głównego,

d/ tworzenie tygodniowych harmonogramów dostaw z magazynów do wydziału montażu głównego.

Harmonogramy miesięczne przeznaczone są dla kierownictwa wydziałów, natomiast harmonogramy tygodniowe są podstawowym dokumentem roboczym przekazywanym bezpośrednio do gniazd produkcyjnych. Określają one zadania produkcyjne gniazd i są podstawą rozliczenia produkcji. Harmonogramy zawierają dla każdej zmiany roboczej w okresie obowiązywania harmonogramu planowane liczby wyrobów, detali lub materiałów, które powinny być wyprodukowane lub dostarczone na linię montażową.

Dane niezbędne do utworzenia harmonogramów podaje planista w postaci miesięcznego planu produkcji samochodów, części zamiennych i kooperowanych. Dane o stanie realizacji zadań produkcyjnych dostarczane są przez systemy ewidencji produkcji, a dane o aktualnych stanach zapasów magazynowych dostarcza system ewidencji zapasów magazynowych. Wymienione tutaj systemy tworzą System Sterowania Produkcją Zakładu FSM-02.

3. Struktura systemu.

W skład systemu wchodzą dwie jednostki funkcjonalne:

a/ JF1 - zadaniem jednostki jest układanie i drukowanie harmonogramów miesięcznych. W jednostce tej można wyodrębnić trzy moduły:
M1 - iteracyjne układanie i drukowanie harmonogramów miesięcznych,
M2 - uaktualnianie harmonogramów miesięcznych,
M3 - układanie i drukowanie harmonogramów tygodniowych.

b/ JF2 - zadaniem jednostki jest kontrola bieżącej realizacji i zabezpieczenie produkcji.

Eksploatacja systemu HARP przebiega w następujący sposób. Na początku każdego miesiąca generowane są harmonogramy miesięczne /moduły: M1, M3

jednostki JF1/, a na początku każdego tygodnia tworzone są harmonogramy tygodniowe /moduły: M2, M3/. Niezależnie od tego po każdym dniu roboczym wykonuje się kontrolę realizacji i zabezpieczenia produkcji /JF2/, po czym w przypadku wystąpienia dostatecznie dużych odchyłek od założonego harmonogramu planista może podjąć decyzję o utworzeniu nowego skorygowanego harmonogramu tygodniowego /moduły: M2, M3/.

Proces produkcyjny na głównej linii montażowej ma decydujący wpływ na całość produkcji Zakładu, dlatego też harmonogram dla produkcji głównej linii montażowej determinuje harmonogramy produkcji /dostaw/ dla pozostałych punktów objętych harmonogramem. Harmonogramy produkcji /dostaw/ dla wybranych punktów tworzy się na podstawie harmonogramu produkcji końcówki linii montażowej /gotowe samochody/, uwzględniając informacje o strukturze wyrobu zapisane w lokalnej bazie danych systemu.x/ Proces tworzenia tego harmonogramu ma więc podstawowe znaczenie dla pracy całego systemu.

4. Tworzenie harmonogramów miesięcznych dla głównej linii montażowej

Podstawowymi danymi dla modułów tworzenia i uaktualniania harmonogramów miesięcznych są miesięczne plany produkcji:
- samochodów, dla wydziału montażu głównego,
- nadwozi, na części zamienne i dla potrzeb kooperacji.

Poszczególne pozycje planu zawierają następujące informacje: parametry identyfikujące /kody: wersji, koloru, tapicerki/, planowaną liczbę wyrobów, ograniczenia czasowe, informację określającą tzw. pozycję dyrektywną, tzn. taką, w której wszystkie informacje są obowiązujące i nie mogą być modyfikowane przez system.
Istnieje możliwość pomijania w planach wejściowych niektórych informacji /kody: koloru, tapicerki, ograniczenia czasowe/. W takim przypadku dane te dobrane zostaną na podstawie tzw. reguł doboru parametrów domniemanych oraz informacji o zapasach magazynowych. Taki sposób formułowania planu zapewnia dużą elastyczność. Możliwe jest między innymi szczegółowe określenie harmonogramu przez planistę /wszystkie pozycje dyrektywne/.

Po weryfikacji i uzupełnieniu planu o parametry domniemane następuje korekcja ograniczeń czasowych i planowanych liczb wyrobów, na podstawie danych z systemów ewidencji produkcji i zapasów magazynowych. Tak zmodyfikowany plan produkcji stanowi zbiór danych wejściowych dla algorytmu tworzenia harmonogramów produkcji linii montażowej.

Analiza zadania tworzenia harmonogramu dla linii montażowej prowadzi do stwierdzenia, że zadanie to można sformułować jako zadanie harmonogramowania z zależnymi kosztami przezbrajania ([2] , [3]). Biorąc pod uwagę

x/ Uwzględnia się również plany dla części zamiennych i kooperowanych.

dużą złożoność obliczeniową algorytmów optymalnych [2] oraz rozmiary zadania, jak również cele systemu, zastosowano algorytm heurystyczny, w którym korzysta się z metody porządkowania zbioru wyrobów ze względu na wartości parametrów identyfikujących cechy wyrobu. Poniżej przedstawiono w skrócie jego opis.

Zadaniem algorytmu jest określenie miesięcznego harmonogramu produkcji samochodów /z dokładnością do zmiany produkcyjnej/ przy następujących założeniach:

- produkcja samochodów określonych przez pozycje dyrektywne powinna być zaplanowana w podanym okresie,
- produkcja samochodów określonych przez pozycje niedyrektywne powinna być zaplanowana, o ile to możliwe, w proponowanym okresie przy zachowaniu ciągłości produkcji ze względu na wskazane cechy wyrobu,
- pod koniec bieżącego i na początku następnego miesiąca powinna być planowana produkcja wyróżnionej wersji, tzw. standardowej.

Spełnienie postulatu ciągłości produkcji ze względu na wskazaną cechę wyrobu jest możliwe tylko wtedy, jeśli dla wszystkich pozycji planowania, o wyróżnionej cesze wyrobu, proponowane okresy produkcji są odpowiednio dobierane.

REALIZACJA ALGORYTMU. Wybrana koncepcja algorytmu zakłada, że harmonogram produkcji zostanie wyznaczony po jednokrotnym przeglądnięciu skorygowanego miesięcznego planu produkcji. Wprowadzanie do harmonogramu poszczególnych pozycji planu realizowane jest wg. następującej kolejności:

- najpierw wprowadza się dyrektywne pozycje planu uszeregowane według malejącego wykorzystania proponowanego okresu produkcji,
- następnie wprowadza się wszystkie niedyrektywne pozycje planu uporządkowania tak, aby zminimalizować liczbę zmian cech wyrobów w tworzonym harmonogramie.

Zapewnienie produkcji wersji standardowej pod koniec bieżącego i na początku następnego miesiąca odbywa się przez odpowiedni wybór dat początku i końca produkcji /przez planistę lub automatycznie przez system/.

Uwzględniając strukturę produkcji zakładu /patrz rys. 1/ proces określenia harmonogramu produkcji realizowany jest następująco:

- określenie harmonogramu produkcji wydziału montażu głównego,
- określenie harmonogramu produkcji wydziału lakierni, dla potrzeb wydziału montażu głównego oraz dla kooperacji i na części zamienne,
- określenie harmonogramu produkcji wydziału spawalniczo-montażowego, dla potrzeb wydziału lakierni oraz dla kooperacji.

W zrealizowanym algorytmie można wyróżnić sześć etapów o następujących funkcjach:

ETAP 1 - Sprawdzenie poprawności struktury danych wejściowych. Uporządkowanie zbioru pozycji planu wejściowego wg. przedstawionego wcześniej klucza. Liczba pozycji planu wejściowego została ograniczona do 300.

ETAP 2. - Określenie czasu niezbędnego dla realizacji planów miesięcznych /w zmianach/ dla poszczególnych wydziałów i porównanie go z liczbą zmian roboczych bieżącego miesiąca. Przekroczenie zdolności produkcyjnych o wielkość nie większą od ustalonej powoduje przyjęcie w dalszych obliczeniach powiększonej wartości wydajności produkcji dla odpowiednich wydziałów. Przekroczenie większe od ustalonej wartości powoduje przerwanie procesu harmonogramowania dla danego i następnych w ciągu technologicznym /patrz rys. 1/ wydziałów.

ETAP 3 - Określenie harmonogramu miesięcznego produkcji dziennej dla wydziału montażu głównego. Ogólny schemat działania algorytmu dla jednej pozycji planowania przedstawia rys. 2.

ETAP 4. - Określenie produkcji poszczególnych zmian roboczych dla wydziału montażu głównego na podstawie określonej w etapie 3 produkcji dziennej. Określenie harmonogramu produkcji wydziału lakierni na potrzeby wydziału montażu głównego przez przesunięcie harmonogramu produkcji wydziału montażu głównego o określony odcinek czasowy i powiększenie odpowiednich pozycji o założoną wielkość strat technologicznych /braków/.

ETAP 5 - Określenie harmonogramu produkcji wydziału lakierni na potrzeby kooperacji oraz na części zamienne. Określenie harmonogramu produkcji wydziału spawalniczo-montażowego na potrzeby wydziału lakierni przez przesunięcie harmonogramu produkcji wydziału lakierni o określony odcinek czasowy.

ETAP 6. - Określenie harmonogramu produkcji wydziału spawalniczo-montażowego na potrzeby kooperacji przez zaplanowanie jej w niewykorzystanych okresach czasowych.

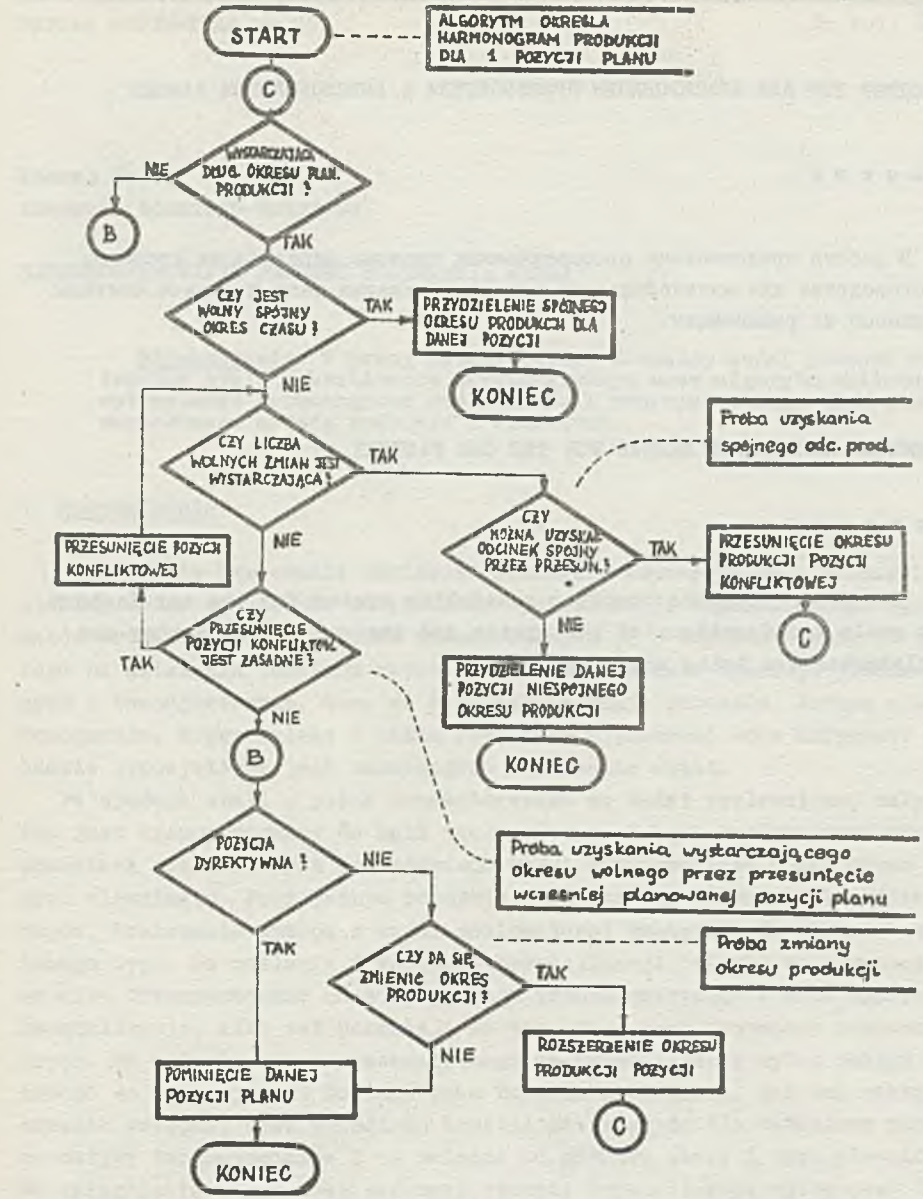
Wygenerowany harmonogram produkcji powinien być przed uruchomieniem następnych modułów systemu zaakceptowany przez planistę. W przypadku braku akceptacji generuje się następną wersję harmonogramu przy zmienionych danych wejściowych.

5. Uwagi końcowe

Zrealizowany system jest dużym systemem przetwarzania danych składającym się z 22 programów /od 100 do 1500 zdań w języku PL1/. Programy te korzystają z 17 zbiorów i generują 16 różnych dokumentów wynikowych. Przy realizacji systemu konieczne było rozwiązanie wielu zagadnień, z których tylko niektóre zostały zasygnalizowane w referacie.

LITERATURA

[1] Dokumentacja Komputerowego Systemu Planowania Produkcji Zakładu FSM-02, Cz. I i II, Gliwice 1977,1978.
[2] Kusiak A.: Zadania optymalnego planowania produkcji dla przypadku identycznych maszyn równoległych. Prace IBS PAN, Warszawa, 1978.
[3] Szymura J.: Optymalizacja harmonogramu produkcji linii produkcyjnej, Podstawy Sterowania, T9, z.2, 1979.



Rys. 2. Ogólny schemat algorytmu tworzenia harmonogramu produkcji dla jednej pozycji planowania

СИСТЕМА ЕВМ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В АВТОМОБИЛЬНОМ ЗАВОДЕ

Р е з ю м е

В работе представлена автоматическая система определения графиков производства для автомобильного завода. Показаны цели и задачи системы и способ их реализации.

COMPUTER SCHEDULING SYSTEM FOR THE CAR FACTORY

S u m m a r y

The paper presents computer scheduling system for the car factory. The goals and functions of the system and the way in which they are implemented are being discussed.