

Mirosław ZABOROWSKI
Politechnika Śląska

STRUKTURA INFORMACYJNA MODELU TECHNOLOGII DYSKRETNYCH PROCESÓW PRODUKCJI

Streszczenie. W pracy scharakteryzowano ogólnie decyzje sterowania produkcją oraz opisano zbiory ich wartości dopuszczalnych. Decyzje dotyczące bieżącego wyboru technologii zostały przedstawione szczegółowo. Omówiono problem przydziału typów zasobów odnawialnych do technologii. Strukturę informacyjną modelu technologii przedstawiono w postaci schematu ERD i zestawień atrybutów poszczególnych obiektów informacyjnych.

THE INFORMATION STRUCTURE OF A TECHNOLOGY MODEL FOR DISCRETE PRODUCTION PROCESSES

Summary. Production control decisions are generally characterized in the paper and their feasible values sets are described. Decisions concerning current choice of manufacturing technologies are presented precisely. The problem of resource types allocation to technologies was formulated. The information structure of technology model was presented as an Entity-Relationship Diagram with attributes specifications of the entities.

1. Decyzje sterowania produkcją

Wszelkie decyzje podejmowane w zintegrowanym systemie sterowania produkcją odpowiadają na pytania: co, jak, gdzie, kiedy i ile produkować. Pierwsze trzy pytania dotyczą czynności składających się na procesy wytwarzania produktów oraz alternatywnych technologii i jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa, które mają być skojarzone z tymi procesami. Decyzje o tym, które z dopuszczalnych skojarzeń procesów, technologii i organizacji mają obowiązywać w kolejnych okresach planistycznych, mają charakter podstawowy. Dopiero po ich podjęciu i w odniesieniu do nich określa się wielkości planów, zleceń bądź zadań, czyli odpowiedzi na pytanie „ile”. Na przykład w systemie MRP II zlecenia planowane z warstwy planowania potrzeb materiałowych są dzielone na zlecenia robocze, z których każde wskazuje produkt do wytworzenia, jedną z jego alternatywnych technologii, marszrutę technologiczną, czyli ciąg centrów roboczych (grup stanowisk roboczych)

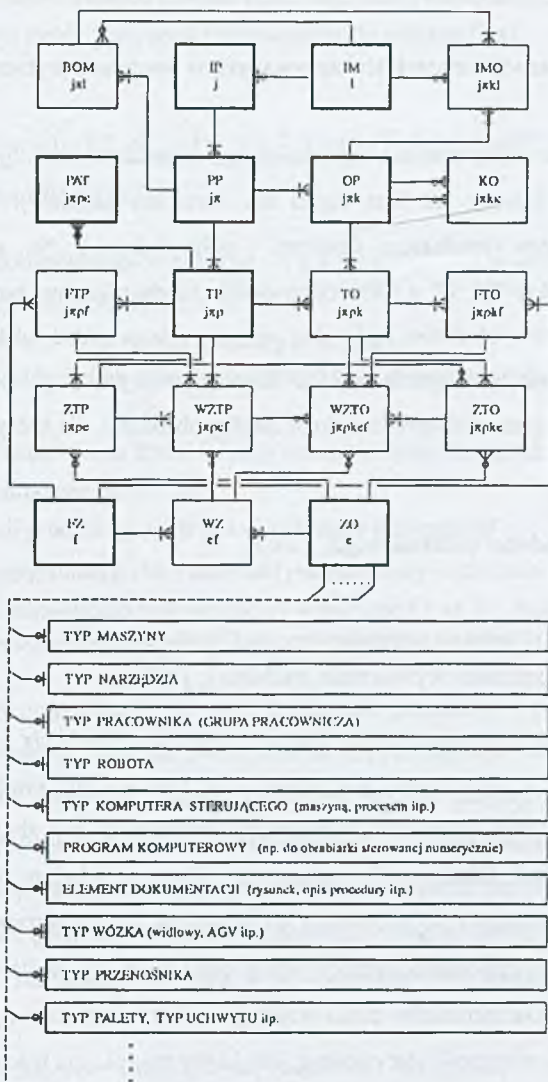
przydzielonych do poszczególnych operacji, terminy otwarcia i zamknięcia zlecenia oraz jego wielkość, czyli liczbę sztuk produktu do wytworzenia [1]. Innym przykładem są zadania wykonawcze, wyznaczane w warstwie planowania wykonawczego, czyli wewnątrzkomórkowego harmonogramowania produkcji, z których każde podaje operację do wykonania, sposób jej wykonania określony np. przez typy stosowanych maszyn i narzędzi, stanowisko robocze przydzielone do operacji, chwile początku i końca okresu realizacji oraz krotność wykonania operacji [2].

W każdym modelu optymalizacji sterowania produkcją, od planowania produkcji całego przedsiębiorstwa do harmonogramowania produkcji w elastycznym gnieździe produkcyjnym, niezbędne jest formalne zdefiniowanie zbiorów dopuszczalnych decyzji dotyczących produkcji, technologii i organizacji oraz zbiorów dopuszczalnych skojarzeń decyzji różnego typu wewnątrz każdego z tych obszarów i między nimi. Inaczej mówiąc, należy określić strukturę informacyjną modeli produkcji, technologii i organizacji. Ponieważ liczba wielkości występujących w tych modelach oraz liczba relacji między nimi bywa bardzo duża, złożoność struktury informacyjnej stanowi poważne źródło trudności w analizie modeli i w ich praktycznych zastosowaniach.

2. Schemat struktury informacyjnej modelu technologii

Czytelność przedstawienia struktury informacyjnej dowolnego modelu sterowania produkcją można zwiększyć przez wykorzystanie schematów „obiekt-związek” [3] stosowanych w teorii baz danych, a znanych także jako schematy ERD (Entity-Relationship Diagram). Na rys.1 pokazano schemat ERD ogólnego modelu technologii dyskretnych procesów produkcji. Schemat przedstawiono w konwencji „wronich łapek” Martina, nieco zmodyfikowanej przez pogrubienie boków prostokątów reprezentujących obiekty pierwotne, które nie są obrazem relacji między innymi obiektami informacyjnymi. Drugą modyfikacją jest wpisanie do prostokątów na schemacie nazw atrybutów kluczowych poszczególnych obiektów. Klucze obiektów bazy danych są także indeksami wielkości występujących w modelu. Schematowi ERD towarzyszą zestawienia atrybutów poszczególnych obiektów, czyli odpowiednio uporządkowane wykazy wielkości modelu, które podano i skomentowano w następnych rozdziałach pracy. Ze względu na brak miejsca schemat dotyczy tylko procesów wytwarzania produktów oraz technologii produkcji, a nie obejmuje organizacji

przedsiębiorstwa ani podziału horyzontów planowania na okresy planistyczne. Praca dotyczy więc wyłącznie odpowiedzi na dwa pierwsze spośród pięciu sformułowanych na wstępie pytań.



Rys. 1. Struktura informacyjna przydziału typów zasobów odnawialnych do technologii produkcji dyskretniej

Fig. 1. The information structure of resource types allocation to technologies of manufacturing processes

Ze schematu ERD można łatwo odczytać relacje struktury informacyjnej modelu. Na przykład powiązanie opcjonalne „jeden do jeden” między obiektami IP, IM oznacza, że każdy produkt jest materiałem, ale nie każdy materiał jest produktem. Powiązanie między obiektami

PP, OP jest obligatoryjnym związkiem „jeden do wielu”, co oznacza, że każdemu procesowi wytwarzania produktu odpowiada co najmniej jedna operacja.

3. Specyfikacja operacji i materiałów zużywanych w procesach wytwarzania produktów

Centralną kartoteką systemu informacyjnego przedsiębiorstwa przemysłowego jest indeks materiałowy (zwany też listą części lub kartoteką zapasów). Część jej wierszy odpowiada produktom (produktom finalnym i półproduktom). Na schemacie z rys.1 odpowiadają im obiekty IM, IP, a także odpowiednie tabele relacyjnej bazy danych. Podane niżej wykazy atrybutów obiektów są bardzo niepełne. Na przykład tabela MATERIAŁ w bazach danych komercyjnych systemów MRP II może mieć ponad 100 kolumn. Nie ma to jednak znaczenia z punktu widzenia związków między obiektami, dla których istotne są tylko atrybuty kluczowe.

IM – MATERIAŁ,

j, l - numer pozycji indeksu materiałowego; $j, l \in J$,

IP – PRODUKT

j - numer produktu w indeksie materiałowym; $j \in J^P \subset J$,

π_j^m - liczba różnych procesów wytwarzania produktu j ; $j \in J^P$.

Proces produkcji przedsiębiorstwa, którego celem jest produkcja wyrobów finalnych, rozpada się na procesy wytwarzania produktów. Przy tym ten sam produkt może mieć w ogólnym przypadku kilka procesów wytwarzania, różniących się zbiorem operacji lub zużywanymi materiałami. Dlatego wprowadzono do schematu odrębny obiekt PP, choć w literaturze [1,3] nie rozróżnia się produktów od procesów ich wytwarzania. Konsekwencją tego uogólnienia jest identyfikacja operacji przez trójki (j, π, k) zamiast pary (j, k) oraz współczynników zużycia materiałów przez trójki (j, π, l) zamiast pary (j, l) . Rezygnacja z numeracji procesów wytwarzania jest możliwa, jeśli każdy produkt ma tylko jeden proces albo gdy takie same produkty wytworzone w różnych procesach uważamy formalnie za różne pozycje indeksu materiałowego.

PP - PROCES WYTWARZANIA PRODUKTU

j - numer produktu w indeksie materiałowym; $j \in J^P$,

π - numer procesu wytwarzania; $\pi = 1 \dots \pi_j^m$, $j \in J^P$; $(j, \pi) \in J^{PP}$,

$k_{j\pi}^m$ - liczba operacji w procesie (j, π) wytwarzania produktu j ,

$e_{j\pi}^m$ - liczba możliwych technologii procesu (j, π) ,

$r_{j\pi}^m$ - liczba marszrut technologicznych procesu (j, π) ,

$\gamma_{j\pi}^m$ - liczba stadiów komórkowych procesu (j, π) , czyli liczba komórek produkcyjnych, przez które przechodzi każda z marszrut technologicznych procesu (j, π) ,

OP - OPERACJA

j, π - jak w PP,

k - numer operacji; $k = 1 \dots k_{j\pi}^m, K_{j\pi} = \{1 \dots k_{j\pi}^m\}, (j, \pi) \in J^{PP}; (j, \pi, k) \in K^{OP}$,

BOM - STRUKTURA PRODUKTÓW

j, π - jak w PP,

l - numer materiału zużywanego w procesie $(j, \pi); l \in J_{j\pi}^{BOM}, (j, \pi) \in J^{PP}$;

$$J_{j\pi}^{BOM} = \{l \in J \mid (j, \pi, l) \in BOM\}, (j, \pi) \in J^{PP},$$

przy czym $BOM \subset J^{PP} \times J$ - relacja struktury produktów,

$\alpha_{j\pi l}^{BOM}$ - współczynnik zużycia (lub produkcji) materiału l na jednostkę produktu j w procesie (j, π) ,

$\beta_{j\pi l}^{BOM}$ - współczynnik nadmiaru na braki i odpady materiału l zużywanego do wytworzenia produktu j w procesie (j, π) ,

$k_{j\pi l}^{BOM}$ - numer operacji procesu (j, π) , w której zużywany jest materiał l ,

$U_{j\pi l}^{BOM}$ - wskaźnik współprodukcji (M - materiał l jest zużywany w procesie (j, π) , W - materiał l jest współproduktem produktu j w procesie (j, π) , U - materiał l jest produktem ubocznym w procesie (j, π)).

W niektórych przypadkach, np. przy demontażu, procesowi wytwarzania produktu towarzyszy wymuszone wytwarzanie produktów ubocznych lub tzw. współproduktów. Na współprodukty można wystawiać zlecenia (wówczas produkt główny jest wytwarzany w sposób wymuszony), natomiast na produkty uboczne nigdy nie ma zleceń. Proporcje między wielkościami produkcji produktów głównych i odpowiadających im współproduktów lub produktów ubocznych mogą być formalnie zapisane za pomocą współczynników zużycia z tabeli BOM, których szczególna interpretacja jest stosowana, gdy wskaźnik współprodukcji ma wartość W lub U .

Operacje, w których zużywane są materiały zewnętrzne lub wytwarzane są współprodukty i produkty uboczne, są wykazywane przez relację IMO. Kolejność operacji w danym procesie wytwarzania jest zapisywana w postaci relacji KO.

IMO - PRZYDZIAŁ MATERIAŁÓW DO OPERACJI

j, π, k - jak w PP,

l - numer materiału zużywanego w operacji $(j, \pi, k); l \in J_{j\pi k}^{IMO}, (j, \pi, k) \in K^{OP}$;

$$J_{j\pi k}^{IMO} = \{l \in J \mid (j, \pi, k, l) \in IMO\}, (j, \pi, k) \in K^{OP},$$

przy czym $IMO \subset K^{OP} \times J$ - relacja przydziału materiałów do operacji,

$\alpha_{j\pi kl}^{IMO}$ - współczynnik zużycia (lub produkcji) materiału l na jedno wykonanie operacji
 (j, π, k) ; $\sum_{k \in K_{j\pi}} \alpha_{j\pi kl}^{IMO} = \alpha_{j\pi l}^{BOM}$, dla $(j, \pi, l) \in BOM$,

$\beta_{j\pi kl}^{IMO}$ - współczynnik nadmiaru na braki i odpady materiału l zużywanego w operacji
 (j, π, k) ,

KO - KOLEJNOŚĆ OPERACJI

j, π - jak w PP,

k - numer operacji posiadającej poprzednik; $k \in K_{j\pi}$, $(j, \pi) \in J^{PP}$,

κ - numer operacji poprzedzającej operację k ;

$\kappa \in K_{j\pi} \mid (\kappa, k) \in KO_{j\pi} \subset K_{j\pi} \times K_{j\pi}$, $(j, \pi) \in J^{PP}$,

przy czym $KO_{j\pi}$ - relacja kolejności operacji.

Operacje kontrolne i transportowe są uważane za szczególne przypadki operacji produkcyjnych. Warto też zauważyć, że w omawianej strukturze informacyjnej operacje są identyfikowane na dwa sposoby – poprzez numer k , jeśli interesują nas operacje poszczególnych procesów albo poprzez trójki (j, π, k) , jeśli dany problem dotyczy operacji ze wszystkich procesów.

4. Przydział typów zasobów odnawialnych do technologii

Na ogół każdą operację i każdy proces wytwarzania można wykonać na różne sposoby. Stąd powiązania „jeden do wielu” między obiektami PP, TP oraz OP, TO (rys.1). Związek między TP, TO wynika w sposób oczywisty z powiązania między PP, OP.

TP – TECHNOLOGIA PRODUKCJI

j, π - jak w PP,

ρ - numer technologii procesu (j, π) ; $\rho = 1 \dots \rho_{j\pi}^m$, $(j, \pi) \in J^{PP}$; $(j, \pi, \rho) \in I^{TP}$

TO – TECHNOLOGIA OPERACJI

j, π, ρ - jak w TP,

k - numer operacji; $(j, \pi, \rho, k) \in I^{TO}$, $k \in K_{j\pi}$, $(j, \pi, \rho) \in I^{TP}$, $(j, \pi) \in J^{PP}$,

$\psi_{j\pi\rho k}^{TO}$ - wielkość partii operacyjnej, czyli liczba sztuk produktu j przetwarzanego podczas jednokrotnego wykonania operacji (j, π, k) w technologii (j, π, ρ) .

Technologia jest całkowicie i jednoznacznie określona przez przydział typów zasobów odnawialnych i liczbę sztuk każdego z tych zasobów potrzebnych do wykonania jednej sztuki produktu (dla TP) albo jednej operacji (dla TO) oraz przez wartości parametrów technologii. W celu uzasadnienia tej tezy przedyskutujemy pojęcie zasobów odnawialnych. Są to, jak wiadomo, maszyny, narzędzia, palety, wózki, pracownicy bezpośrednio produkcyjni itd. Ich

dobór ma oczywisty wpływ na technologię, lecz nie wystarcza do pełnego jej opisu. Odpowiedź na pytanie „czym” nie wyczerpuje odpowiedzi na pytanie, „jak” produkować. Potrzebny jest dodatkowo opis konstrukcji wytwarzanych produktów, procedur wraz z wartościami parametrów procesu, np. prędkości przesuwu narzędzia w obróbce skrawaniem. Opisy te są dostarczane albo w formie odpowiedniej dokumentacji, albo – w przypadku automatycznego sterowania procesami – w formie komputerowych programów sterujących. Elementy dokumentacji i programy komputerowe można uważać za zasoby odnawialne o typach identyfikowanych za pomocą odpowiedniej numeracji i o dostępności w dowolnej liczbie sztuk (rys. 1).

ZO – TYP ZASOBU ODNAWIALNEGO

e – numer typu zasobu odnawialnego; $e \in I^{ZO}$,

f_e^m - liczba funkcji zasobu e ,

PAT – PARAMETR TECHNOLOGII

j, π, ρ - jak w TP,

ε - numer parametru technologii; $\varepsilon \in I_{j\pi\rho}^{PAT}$, $(j, \pi, \rho) \in I^{TP}$,

$e_{j\pi\rho}^o$ - numer dokumentu definiującego parametr technologii,

$Q_{j\pi\rho\varepsilon}^n$ - wartość normatywna parametru technologii,

$Q_{j\pi\rho\varepsilon}^{\min}$ - minimalna wartość dopuszczalna,

$Q_{j\pi\rho\varepsilon}^{\max}$ - maksymalna wartość dopuszczalna

ZTP – PRZYDZIAŁ ZASOBÓW ODNAWIALNYCH DO TECHNOLOGII PRODUKCJI

j, π, ρ - jak w TP,

e - numer typu zasobu odnawialnego wykorzystywanego w technologii (j, π, ρ) ;

$e \in I_{j\pi\rho}^{ZTP}$, $(j, \pi, \rho) \in I^{TP}$; $I_{j\pi\rho}^{ZTP} = \{e \in I^{ZO} \mid (j, \pi, \rho, e) \in ZTP\}$, $(j, \pi, \rho) \in I^{TP}$,

przy czym $ZTP \subset I^{TP} \times I^{ZO}$ - relacja przydziału zasobów do technologii produkcji,

$\eta_{j\pi\rho e}^{ZTP}$ - liczba sztuk zasobu e wykorzystywanych do wytworzenia jednej sztuki produktu j w technologii (j, π, ρ) ,

$\varphi_{j\pi\rho e}^{ZTP}$ - zasobochłonność jednostkowa technologii produkcji, czyli obciążenie zasobu e w procesie wytworzenia jednej sztuki produktu j w technologii (j, π, ρ) ,

ZTO – PRZYDZIAŁ ZASOBÓW ODNAWIALNYCH DO TECHNOLOGII OPERACJI

j, π, ρ, k - jak w TO,

e - numer typu zasobu odnawialnego wykorzystywanego do jednokrotnego wykonania operacji (j, π, ρ, k) ; $e \in I_{j\pi\rho k}^{ZTO}$, $(j, \pi, \rho, k) \in I^{TO}$;

$I_{j\pi\rho k}^{ZTO} = \{e \in I^{ZO} \mid (j, \pi, \rho, k, e) \in ZTO\}$, $(j, \pi, \rho, k) \in I^{TO}$,

przy czym $ZTO \subset I^{TO} \times I^{ZO}$ - relacja przydziału zasobów do technologii operacji,

$\eta_{j\pi\rho k e}^{ZTO}$ - liczba sztuk zasobu e wykorzystywanych do jednokrotnego wykonania operacji (j, π, k) w technologii (j, π, ρ) ;

$\varphi_{j\pi\rho k e}^{ZTO}$ - zasobochłonność jednostkowa technologii operacji, czyli obciążenie zasobu e przez jednokrotne wykonanie operacji (j, π, k) w technologii (j, π, ρ) .

Powiązanie między obiektami ZTP, ZTO reprezentującymi przydział typów zasobów do technologii produkcji i technologii operacji jest opcjonalne, choć odpowiadające mu powiązanie obiektów PP, OP jest obligatoryjne (rys. 1). Chodzi o to, że obok zasobów, których egzemplarze mogą być równocześnie stosowane do różnych operacji jednego procesu, mogą wystąpić zasoby przydzielone do procesu jako całości, a więc nie skojarzone z żadną operacją, np. wspólny przenośnik lub wspólny robot obsługujący wszystkie stanowiska robocze gniazda produkcyjnego, lecz nie uczestniczący bezpośrednio w żadnej operacji. Wynika stąd nierówność

$$\sum_{k \in K_{j\pi}} \varphi_{j\pi\rho k e}^{ZTO} \leq \varphi_{j\pi\rho e}^{ZTP}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, e) \in ZTP \quad (1)$$

dotycząca zasobochłonności jednostkowych procesów wytwarzania i ich operacji składowych. Obciążenie zasobów, o którym mowa przy opisie atrybutów obiektów ZTP, ZTO, jest mierzone czasem zaangażowania podawanym najczęściej w godzinach (maszynogodzinach, roboczogodzinach itd.). Przykładami zasobochłonności są pracochłonność i stanowiskochłonność.

5. Funkcje zasobowe

Charakteryzując przydział zasobów do technologii na ogół nie uwzględnia się możliwości ich różnego wykorzystania. Jednak w modelach optymalizacji sterowania produkcją nie można abstrahować od pewnej, spotykanej w praktyce, ich uniwersalności. Na przykład klucz francuski może być użyty jako klucz do przykręcania śrub o różnych rozmiarach, więc posiada funkcje wielu specjalizowanych kluczy płaskich. Ten sam pracownik może mieć uprawnienia do wykonywania pracy tokarza, spawacza i kierowcy wózka [4]. Co więcej, funkcje zasobowe mogą być rozpatrywane niezależnie od odpowiadających im zasobów. Na przykład jeśli w pewnej operacji montażowej występuje czynność dokręcania śruby 16 mm, to opisując technologię najpierw wskazuje się potrzebę zastosowanie narzędzia o funkcji „dokręcanie śruby 16 mm”, a dopiero potem dobiera się jedno z narzędzi posiadających tę funkcję. Stąd wniosek, że w ogólnym przypadku technologia jest definiowana nie tylko przez przydział typów zasobów odnawialnych, lecz także przez wskazanie funkcji wykonywanych przez zasoby w danej technologii. Dlatego formalny opis technologii wymaga określenia zdefiniowanych niżej relacji WZ, FTP, FTO, WZTP, WZTO.

FZ – FUNKCJA ZASOBOWA

f - numer funkcji zasobowej w zbiorze zasobów odnawialnych; $f \in I^{FZ}$,

e_f^m - liczba typów zasobów odnawialnych o funkcji f

WZ – SPOSÓB WYKORZYSTANIA ZASOBU ODNAWIALNEGO

e - numer typu zasobu odnawialnego; $e \in I^{ZO}$,

f - numer funkcji zasobu typu e ; $f \in I_e^{WZ}, e \in I^{ZO}$;

$$I_e^{WZ} = \{f \in I^{FZ} \mid (e, f) \in WZ\}, e \in I^{ZO},$$

przy czym $WZ \subset I^{ZO} \times I^{FZ}$ - relacja sposobów wykorzystania zasobów odnawialnych,

FTP – FUNKCJA ZASOBOWA TECHNOLOGII PRODUKCJI

j, π, ρ - jak w TP,

f - numer funkcji zasobowej stosowanej w technologii produkcji, (j, π, ρ) ;

$$f \in I_{j\pi\rho}^{FTP}, (j, \pi, \rho) \in I^{TP};$$

$$I_{j\pi\rho}^{FTP} = \{f \in I^{FZ} \mid (j, \pi, \rho, f) \in FTP\}, (j, \pi, \rho) \in I^{TP};$$

przy czym $FTP \subset I^{TP} \times I^{FZ}$ - relacja przydziału funkcji zasobowych do technologii produkcji,

FTO – FUNKCJA ZASOBOWA TECHNOLOGII OPERACJI

j, π, ρ, k - jak w TO,

f - numer funkcji zasobowej stosowanej w technologii operacji (j, π, ρ, k) ;

$$f \in I_{j\pi\rho k}^{FTO}, (j, \pi, \rho, k) \in I^{TO}; I_{j\pi\rho k}^{FTO} = \{f \in I^{FZ} \mid (j, \pi, \rho, k, f) \in FTO\}, (j, \pi, \rho, k) \in I^{TO};$$

przy czym $FTO \subset I^{TO} \times I^{FZ}$ - relacja przydziału funkcji zasobowych do technologii operacji,

WZTP – SPOSÓB WYKORZYSTANIA ZASOBU W TECHNOLOGII PRODUKCJI

j, π, ρ, e - jak w ZTP,

f - numer funkcji zasobu e stosowanej w technologii produkcji (j, π, ρ) ;

$$f \in I_{j\pi\rho e}^{WZTP}, e \in I_{j\pi\rho}^{ZTP}, (j, \pi, \rho) \in I^{TP};$$

$$I_{j\pi\rho e}^{WZTP} = \{f \in I_e^{WZ} \mid (j, \pi, \rho, e, f) \in WZTP\}, e \in I_{j\pi\rho}^{ZTP}, (j, \pi, \rho) \in I^{TP};$$

przy czym $WZTP \subset I^{TP} \times WZ$ - relacja przydziału sposobów wykorzystania zasobów odnawialnych do technologii produkcji,

$\eta_{j\pi\rho e}^{WZTP}$ - liczba sztuk zasobu e wykorzystywanych w funkcji f do wytworzenia jednej sztuki produktu j w technologii (j, π, ρ) ,

$\varphi_{j\pi\rho e}^{WZTP}$ - obciążenie zasobu e w funkcji f w procesie wytworzenia jednej sztuki produktu j zgodnie z technologią (j, π, ρ)

WZTO – SPOSÓB WYKORZYSTANIA ZASOBU W TECHNOLOGII OPERACJI

j, π, ρ, k, e - jak w ZTO,

f - numer funkcji zasobu e stosowanej w technologii operacji (j, π, ρ, k)

$$f \in I_{j\pi\rho k e}^{WZTO}, e \in I_{j\pi\rho k}^{ZTO}, (j, \pi, \rho, k) \in I^{TO};$$

$$I_{j\pi\rho k e}^{WZTO} = \{f \in I_e^{WZ} \mid (j, \pi, \rho, k, e, f) \in WZTO\}, e \in I_{j\pi\rho k}^{ZTO}, (j, \pi, \rho, k) \in I^{TO},$$

przy czym $WZTO \subset I^{TO} \times WZ$ - relacja przydziału sposobów wykorzystania zasobów odnawialnych do technologii operacji,

- $\eta_{j\pi\rho k e f}^{WZTO}$ - liczba sztuk zasobu e wykorzystywanych w funkcji f do jednokrotnego wykonania operacji (j, π, k) w technologii (j, π, ρ) ,
- $\varphi_{j\pi\rho k e f}^{WZTO}$ - obciążenie zasobu e w funkcji f przez jednokrotne wykonanie operacji (j, π, k) w technologii (j, π, ρ) .

Ponieważ niektóre zasoby mogą być w tej samej technologii wykorzystywane w różnych funkcjach, liczby egzemplarzy zasobów charakteryzujące technologię spełniają nierówności :

$$\sum_{f \in I_{j\pi\rho}^{WZTP}} \eta_{j\pi\rho e f}^{WZTP} \geq \eta_{j\pi\rho e}^{ZTP}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, e) \in ZTP \quad (2)$$

$$\sum_{f \in I_{j\pi\rho k}^{WZTO}} \eta_{j\pi\rho k e f}^{WZTO} \geq \eta_{j\pi\rho k e}^{WZTP}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, k, e) \in ZTO \quad (3)$$

Dla obciążeń zasobu danego typu daną funkcją zasobową przez jednokrotne wykonania wszystkich operacji danego procesu można zapisać następującą nierówność, analogiczną do (1) :

$$\sum_{k \in K_j} \varphi_{j\pi\rho k e f}^{WZTO} \leq \varphi_{j\pi\rho e f}^{WZTP}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, e, f) \in WZTP \quad (4)$$

Zasobochłonności jednostkowe technologii produkcji i technologii operacji są sumami obciążeń jednostkowych przez poszczególne funkcje danego zasobu.

$$\sum_{f \in I_{j\pi\rho}^{WZTP}} \varphi_{j\pi\rho e f}^{WZTP} = \varphi_{j\pi\rho e}^{ZTP}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, e) \in ZTP \quad (5)$$

$$\sum_{f \in I_{j\pi\rho k}^{WZTO}} \varphi_{j\pi\rho k e f}^{WZTO} = \varphi_{j\pi\rho k e}^{ZTO}, \text{ dla } (j, \pi, \rho, k, e) \in ZTO \quad (6)$$

6. Uwagi końcowe

Bezpośrednim rozwinięciem przedstawionej tu struktury informacyjnej modelu technologii byłby analogiczny formalny opis przydziału zasobów do jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa oraz relacji między technologią i marszrutami procesów technologicznych. Kolejne uogólnienie struktury informacyjnej systemu produkcyjnego dotyczy relacji między technologią i organizacją w różnych wariantach oprzyrządowania komórek produkcyjnych. Modele te są wykorzystywane jako tło, na którym są formułowane opisy cząstkowych problemów sterowania produkcją [4, 5, 6, 7].

LITERATURA

1. Landvater D.V., Gray C.D. : MRP II Standard System, Oliver Wight Publications, 1989.
2. Sawik T. : Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych, WNT, Warszawa 1992.
3. Scheer A.-W.: Business Process Engineering. Reference Models for Industrial Enterprises. Springer-Verlag, 1994.
4. Zaborowski M., Wikarek J.: Model planowania potrzeb materiałowych z optymalizacją rozdziału obciążeń. Materiały XV Ogólnopolskiej Konferencji „Poliptymalizacja i Komputerowe Wspomaganie Projektowania”, Mielno 1997, str. 323-330.
5. Zaborowski M.: Material flow models for production control in discrete manufacturing plants, Proceedings of the Fourth International Symposium on Methods and Models in Automation and Robotics, MMAR '97. Międzyzdroje 1997, vol.3, str. 961-965.
6. Zaborowski M., Jagodziński M.: An execution planning model for complex manufacturing systems composed of production lines, Dynamic Control and Management Systems in Manufacturing Processes, DYCOMANS NETWORK, WORKSHOP IV, Zakopane 1997, preprints, pp. 71-76.
7. Zaborowski M., Sitek P.: Optymalizacja konfiguracji wariantów produkcyjnych w liniach pras tłoczni blach karoseryjnych. Materiały XV Ogólnopolskiej Konferencji „Poliptymalizacja i Komputerowe Wspomaganie Projektowania”, Mielno 1997, ss. 371-322.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Zbigniew Banaszak

Abstract

Production control decisions answer questions what, how, where, when and how much to produce. So, corresponding feasible decisions domains and relations between these decisions are interesting from control optimization point of view. The paper deals with the two first ones of the above mentioned questions. Thus, the information structure of technology model is presented. The Entity-Relationship Diagram presenting resources allocation to various technologies of manufacturing processes, as well as lists of attributes of the entities are shown.