

Anna Jurecka, Stanisław Kasprzyk,  
Ryszard Krawczyński

Politechnika Warszawska  
Instytut Organizacji Zarządzania

#### ZASTOSOWANIE REGUŁ PRIORYTETU DO STEROWANIA DYSKRETNymi PROCESAMI PRODUKCYJNYMI

**Streszczenie.** W referacie przedstawiono opracowaną klasyfikację reguł priorytetu, sformułowano model pracy komórki produkcyjnej uwzględniający parametry charakteryzujące różne warunki pracy komórek produkcyjnych. Zaprezentowano algorytm symulacyjny przebiegu zadań w komórce będący narzędziem badania wpływu poszczególnych reguł priorytetu na wartości kryteriów oceny pracy komórek produkcyjnych, pracujących w różnych warunkach.

Jednym z problemów w sterowaniu produkcją jest podejmowanie decyzji dotyczących ustalania kolejności obróbki części na poszczególnych stanowiskach w komórce produkcyjnej, zwanej gniazdem produkcyjnym.

Decyzje takie, podejmowane w trakcie ustalania planu produkcji lub w trakcie bieżącego rozdzielnictwa robót, najczęściej opierają się na doświadczeniu i intuicji planisty lub rozdzielcy, którzy podejmując owe decyzje, nadają określone priorytety poszczególnym częściom i ich operacjom. Ustalona kolejność wykonania operacji na stanowisku ma bezpośredni wpływ na efekty pracy komórki produkcyjnej.

W literaturze /np. [1], [2], [3], [4], [5], [8] / spotyka się wiele prac na temat zastosowania reguł priorytetu do sterowania przebiegiem produkcji w gniazdach produkcyjnych. Badania przeprowadzone przez różnych autorów nie pozwalają na jednoznaczne porównanie otrzymanych wyników i określenie przydatności poszczególnych reguł do sterowania przebiegiem produkcji w określonych warunkach realizacji procesu produkcyjnego.

Niniejsza praca ma na celu zaprezentowanie dotychczasowego stanu zaawansowania pracy badawczej pt.: "Badanie modeli reguł priorytetu oraz warunków ich zastosowania do ustalania przydziału operacji technologicznych do stanowisk roboczych", prowadzonej w Instytucie Organizacji Zarządzania Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem doc. dra hab. Klemensa Janusza Wróblewskiego. Celem ~~uw.~~ pracy badawczej jest określenie skutków stosowania reguł priorytetu w danych warunkach realizacji procesu produkcyjnego w komórce produkcyjnej i przydatności poszczególnych reguł do sterowania przebiegiem produkcji z punktu widzenia określonych kryteriów. Analizie poddano ponad 100 reguł priorytetu.

Przez regułę priorytetu rozumie się funkcję, która każdej z aktualnie oczekujących na wykonanie w kolejce przed, rozpatrywanym stanowiskiem operacji,

przyporządkowuje wielkość zwaną wskaźnikiem priorytetu i wybiera operację z minimalną /lub maksymalną/ wartością tego wskaźnika, określając tym samym, że operacja ta ma być wykonana w pierwszej kolejności.

Wskaźnik priorytetu jest to numeryczna cecha każdej operacji z oczekujących w kolejce przed rozpatrywanym stanowiskiem na jej wykonanie. Wskaźnik ten jest w ogólnym przypadku funkcją parametrów opisujących zadania, przez które rozumie się wyrób prosty /lub złożony lub partię produkcyjną tego wyrobu/, przeznaczony do wykonania w danej komórce produkcyjnej.

Priorytet jest to własność jednej z operacji oczekujących przed stanowiskiem, która została wybrana z ich zbioru, do wykonania w pierwszej kolejności w wyniku zastosowania reguły priorytetu.

Definicję reguły priorytetu można zapisać następująco:

$$P_{IJ}/t/ = \min_{/i,j/ \in A} \{z_{ij}/t/\},$$

gdzie:  $P_{IJ}/t/$  - wskaźnik priorytetu operacji  $J$  zadania  $I$  posiadającej priorytet w chwili  $t$ ,

$A$  - zbiór operacji oczekujących przed danym stanowiskiem,  
 $z_{ij}/t/$  - wskaźnik priorytetu operacji  $j$  zadania  $i$  w chwili  $t$ .

Analiza reguł priorytetu pozwoliła na dokonanie ich klasyfikacji. Jako kryteria klasyfikacji, zgodnie z ich porządkiem hierarchicznym przyjęto:

- złożoność funkcji reguły priorytetu,
- sposób funkcjonowania reguły priorytetu,
- rodzaj wykorzystywanych przez reguły priorytetu informacji.

Schemat klasyfikacji reguł podano na rys. 1.

Analiza reguł priorytetu, z punktu widzenia zmiany wartości wskaźników priorytetu operacji w miarę upływu bieżącego czasu i występujących zdarzeń, doprowadziła do podziału na reguły statyczne i dynamiczne.

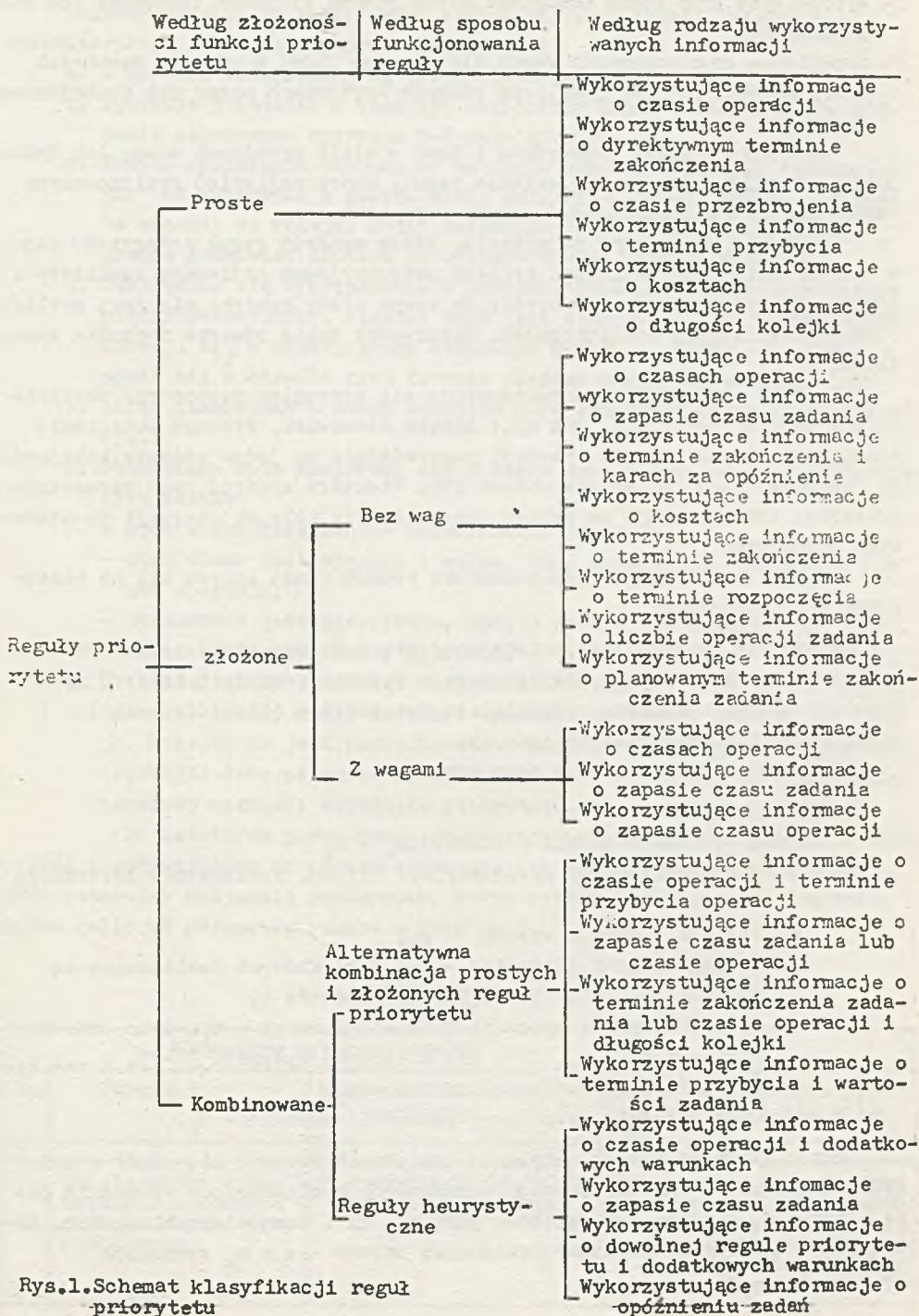
Reguły statyczne nie zmieniające wartości wskaźników priorytetu operacji, są funkcjami parametrów niezależnych od upływu czasu, natomiast reguły dynamiczne, które zmieniają wartości wskaźników priorytetu operacji, są funkcjami parametrów zależnych od upływu bieżącego czasu. W grupie reguł dynamicznych wyróżniono reguły zmieniające wartości wskaźników priorytetu w sposób dyskretny lub w sposób ciągły.

Biorąc pod uwagę zakres wykorzystywanych informacji o zadaniach znajdujących się w komórce produkcyjnej reguły priorytetu podzielono na reguły lokalne i ogólne. Reguły lokalne wymagają jedynie informacji o operacjach znajdujących się w kolejce przed rozpatrywanym stanowiskiem roboczym, natomiast reguły ogólne wymagają dodatkowo /lub tylko/ informacji o operacjach lub zadaniach znajdujących się w innych kolejkach lub wykonywanych aktualnie na innych stanowiskach niż rozpatrywane.

Celem opracowanych klasyfikacji reguł priorytetu między innymi było:

- uporządkowanie zbioru reguł umożliwiające ich analizę,





Rys.1.Schemat klasyfikacji reguł priorytetu

- wyróżnienie grup reguł odpowiadających różnym stopniom trudności ich zastosowania,
- określenie grup podobnych reguł dla potrzeb badań w różnych warunkach pracy komórki produkcyjnej, przy różnych kryteriach oceny ich funkcjonowania.

Duża liczba reguł priorytetu i brak w wielu wypadkach oceny ich działania wyłoniły potrzebę znalezienia reguł, które najlepiej realizowałyby określone cele w określonych znanych warunkach.

Uzyskanie odpowiedzi na pytanie, które spośród reguł priorytetu dają w danych warunkach realizacji procesu produkcyjnego najlepsze rezultaty z punktu widzenia określonych kryteriów oceny pracy komórki nie jest możliwe ~~za~~ pomocą technik analitycznych. Możliwość takie stwarza technika symulacji.

Komórka produkcyjna charakteryzuje się szeregiem parametrów określających warunki jej pracy, jak np.: liczba stanowisk, średnie obciążenie stanowisk, średnia liczba operacji przypadająca na jedno zadanie, kolejności przebiegu zadań przez stanowiska itp. Niektóre spośród tych parametrów wywierają istotny wpływ na proces tworzenia się kolejek operacji do stanowisk roboczych.

Sformułowanie modelu pracy komórki produkcyjnej opiera się na następujących założeniach:

W komórce produkcyjnej, składającej się z  $M$  grup stanowisk wzajemnie zamiennych w ciągu okresu planistycznego  $T$ , wykonywany jest zbiór  $N$  zadań. W związku z tym w komórce wyróżnia się dwa rodzaje obiektów: zadania i grupy stanowisk wzajemnie zamiennych.

Zadanie charakteryzowane jest przez:

- rodzaj wyrobu -  $i$ ,
- liczbę wyrobów w partii produkcyjnej -  $n_i$ ,
- proces technologiczny /produkcyjny/ wyrobu, zawierający informacje o:

a/ liczbie operacji wyrobu -  $g_i$ ,

b/ rodzajach grup stanowisk -  $k_{ij}$  - na których realizowane są kolejne operacje / $j = 1, 2, \dots, g_i$ / zadania  $i$ ,

c/ czasach trwania operacji technologicznych -  $t_{ij}$  oraz czasach przebrożeń -  $t_{pz\ ij}$  - dla kolejnych operacji  $j = 1, 2, \dots, g_i$ ,

- termin przybycia zadania do komórki -  $r_i$ ,

- ewentualnie termin dyrektywny wykonania zadania -  $d_i$ .

Przez grupę stanowisk wzajemnie zamiennych rozumie się zbiór stanowisk identycznych lub podobnych o jednakowych możliwościach wykonania danej operacji, zarówno pod względem jakości, jak i stanowiskochłonności. Każda grupa stanowisk wzajemnie zamiennych składa się z  $m_k$  stanowisk / $k = 1, 2, \dots, M$ /.



Obiekty modelu /zadania, grupy stanowisk/ oraz relacje między nimi charakteryzują się następującymi własnościami:

- a. W komórce realizowane są tylko operacje obróbkowe.
- b. Operacja  $j$  zadania  $i$  może być rozpoczęta dopiero wówczas, gdy zostanie zakończona operacja  $j-1$ -szego zadania.
- c. Pomimo spełnienia warunku b/ operacja może być okresowo "nieдостаępna" do wykonania z powodu braku oprzyrządowania. Wówczas operacja ta wchodzi do kolejki zadań oczekujących na wykonanie na danej grupie stanowisk dopiero po upływie okresu niedostępności.
- d. Uwzględnia się występowanie w procesie produkcyjnym zadania przerw międzyoperacyjnych. Przerwa taka jest traktowana jako operacja, dla której:  $k_{ij}$  - rodzaj grupy stanowisk wynosi 0,  $t_{pizj} = 0$ , natomiast  $t_{ij}$  - określa czas trwania przerwy międzyoperacyjnej.
- e. Każde stanowisko w danym momencie może wykonywać tylko jedną operację.
- f. Stanowisko może znajdować się w danym momencie w jednym z następujących stanów:
  - stanowisko jest zajęte wykonywaniem operacji,
  - stanowisko jest sprawne i wolne, tzn. oczekuje na rozpoczęcie na nim operacji,
  - stanowisko jest niesprawne, tzn. w pewnym przedziale czasu nie można na nim wykonywać operacji.
- g. Do każdej grupy stanowisk wzajemnie zamiennych tworzy się kolejka operacji zadań, które mają być wykonane na stanowiskach z tej grupy. Kolejka ta jest porządkowana za pomocą wskaźników priorytetu operacji. Jako pierwsza do wykonania jest wybierana operacja o minimalnej wartości wskaźnika priorytetu.

Do istotnych parametrów, charakteryzujących pracę komórki produkcyjnej i wpływających na proces tworzenia się kolejek operacji zadań do grup stanowisk wzajemnie zamiennych, które zostały uwzględnione w modelu, można zaliczyć parametry podane w Tablicy 1.

Tablica 1

A. Parametry dotyczące zadań			
Lp.	Parametr	Wartości lub stany parametru	Wpływ parametru na proces tworzenia się kolejek
1	2	3	4
1	Liczba zadań wykonywanych w komórce w ciągu okresu planistycznego	$N$ - wartości ze zbioru liczb naturalnych	Przyпуска się, że przy zbyt małej liczbie zadań, wykonywanych w ciągu okresu planistycznego mogą nie tworzyć się kolejki operacji do stanowisk

cd. tabl. 1

1	2	3	4
2	Srednia liczba operacji przypadająca na jedno zadanie	$g = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i}{N}$ - wartości ze zbioru liczb rzeczywistych dodatnich	Im więcej operacji przypada na jedno zadanie, tym więcej wzajemnych powiązań operacji trzeba uwzględnić, ponieważ operacje jednego zadania są wzajemnie zależne w czasie
3	Dyspersja czasów jednostkowych operacji	Współczynnik zmienności czasów /względna miara dyspersji/: $V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ , gdzie: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{\varepsilon_i} t_{ij}}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{\varepsilon_i} (t_{ij} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i}}$	Przyпуска się, że struktura czasów jednostkowych operacji posiada wpływ na kolejność wyboru operacji z kolejek w przypadku reguły priorytetu, uwzględniający jako parametr - czas wykonania operacji
4	Podobieństwo procesów technologicznych wyrobów [10]	a/ jednakowe kolejności technologiczne b/ podobne kolejności technologiczne c/ różne kolejności technologiczne	Podobieństwo procesów technologicznych wyrobów determinuje kolejność, z jaką zadania przybywają do poszczególnych kolejek przed grupami stanowisk wzajemnie zamiernych
5	Sposób napływu zadań do komórki	a/ Wszystkie zadania przybywają na początku okresu planistycznego; $r_i = 0$ dla każdego $i = 1, 2 \dots N$ . b/ Zadania przybywają w trakcie okresu planistycznego $r_i > 0$ dla każdego $i = 1, 2 \dots N$	Rozpatrywany zbiór zadań jest w ciągu okresu planistycznego "zamknięty" /a/ lub "otwarty" /b/, co oznacza, że w danej chwili w kolejkach znajdują się operacje wszystkich zadań, bądź tylko operacji tej części zadań, która aktualnie znajduje się w komórce



cd. tabl. 1

1	2	3	4
6	Sposób spływu zadań z komórki	<p>a/ Wszystkie zadania mają identyczny termin dyrektywny wykonania <math>d_i = T</math> / <math>i = 1, 2, \dots, N</math> / - koniec okresu planistycznego</p> <p>b/ Zadania mają różne terminy dyrektywne wykonania <math>d_i \leq T</math> dla <math>i = 1, 2, \dots, N</math>.</p>	Przypuszcza się, że wartości terminów dyrektywnych wpływają na kolejność wyboru operacji z kolejek przy zastosowaniu reguł priorytetu, uwzględniających jako parametr termin dyrektywny
B. Parametry dotyczące grup stanowisk wzajemnie zamiennych			
Lp.	Parametr	Wartości lub stany parametru	Wpływ parametru na proces tworzenia się kolejek
1	2	3	4
1	Liczba grup stanowisk wzajemnie zamiennych w komórce	M-wartości ze zbioru liczb naturalnych	Im więcej jest grup stanowisk w komórce, tym więcej kolejek tworzy się w tej komórce
2	Średnia liczba stanowisk w grupie stanowisk wzajemnie zamiennych	$\bar{m} = \frac{\sum_{k=1}^M m_k}{M}$ - wartości ze zbioru liczb rzeczywistych dodatnich	Im więcej jest stanowisk w grupie, tym szybciej "rozładowuje się" kolejka operacji zadań przed tą grupą stanowisk
3	Średnie obciążenie stanowisk a/ w grupie stanowisk wzajemnie zamiennych b/ w komórce	<p>a/ <math display="block">\bar{\eta}_k = \frac{\sum_{l=1}^{m_k} \eta_{kl}}{m_k}</math></p> <p>b/ <math display="block">\bar{\eta} = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^{m_k} \eta_{kl}}{\sum_{k=1}^M m_k}</math></p> - wartości rzeczywiste z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$	Im większe jest średnie obciążenie stanowisk, tym dłuższe kolejki do poszczególnych grup stanowisk będą się tworzyły
4	Zastosowanie strumieniowości do ustalania przydziału operacji do stanowisk	a/ Istnieje możliwość zastosowania wielostrumieniowości /tzn. podział partii obróbkowej na części w celu ich jednoczesnego wykonania na kilku	Wielostrumieniowość może przyspieszyć tempo "rozładowywania się" kolejek operacji do grup stanowisk wzajemnie zamiennych

cd. tabl. 1

1	2	3	4
		stanowiskach/ Nie ma możliwości zastosowania wielostrumienowości	
5	Zamiennosc stanowisk /alternatywnosc przydzialu operacji do grup stanowisk	<p>a/ Każda operacja jest możliwa do wykonania na stanowiskach z dokładnie jednej grupy stanowisk wzajemnie zamiennych</p> <p>b/ Operacje są możliwe do wykonania na stanowiskach z różnych grup stanowisk wzajemnie zamiennych, przy czym przeniesienie wykonania operacji z grupy podstawowej na alternatywną pociąga za sobą zmianę /wzrost/ stanowiskochłonności wykonania operacji</p>	Wykonanie operacji na stanowisku z grupy alternatywnej, w przypadku, gdy wszystkie stanowiska z grupy podstawowej są zajęte, może przyspieszyć przebieg zadań w komórce oraz zwiększać tempo "rozładowywania się" kolejek do najbardziej obciążonych grup stanowisk. Należy jednak pamiętać, że zmiana stanowiskochłonności operacji przez wykonanie jej na stanowisku z grupy alternatywnej pociąga za sobą zmianę struktury czasów wykonania operacji

Omówione w tabeli 1 parametry modelu pracy komórki produkcyjnej mogą przyjmować różne wartości i stany. Każda kombinacja tych stanów i wartości tworzy wariant modelu, odpowiadający określonym warunkom funkcjonowania komórki produkcyjnej.

Przydatność poszczególnych reguł do sterowania przebiegiem produkcji jest oceniana z punktu widzenia określonych kryteriów. Kryteria te można podzielić na trzy następujące podstawowe grupy:

- kryteria dotyczące wykorzystania stanowisk,
- kryteria dotyczące cykli produkcyjnych /tzn. długości cykli produkcyjnych, zapasy produkcji w toku/,
- kryteria dotyczące terminu dyrektywnego /łączone opóźnienie zbioru zadań, odchylenie terminów zakończenia zadań od terminów dyrektywnych, procent zadań opóźnionych/.

W zależności od wariantu modelu komórki produkcyjnej pewne kryteria oceny mogą być bardziej istotne, a inne - mniej.

Narzędziem badania wyników stosowania reguł priorytetu w danych warunkach realizacji procesu produkcyjnego jest algorytm symulacyjny. Algorytm ten może być wykorzystany w dwóch przypadkach:

- do symulacji sterowania kolejnością przydziału operacji do stanowisk



w warunkach zdeterminowanych,

- do realizacji pojedynczego eksperymentu symulacyjnego w przypadku symulacji stochastycznej.

W drugim przypadku dane wejściowe do algorytmu są wynikiem symulacji zewnętrznego procesu stochastycznego, np. procesu przybyć zadań do komórki produkcyjnej, procesu powstawania niesprawności stanowisk itp.

Symulacja czasu w algorytmie jest nieregularna, czyli "od zdarzenia do zdarzenia". W algorytmie występują 3 rodzaje obiektów: zadania, stanowiska i grupy stanowisk wzajemnie zamiennych. Zadania mogą znajdować się w jednym z następujących stanów:

- przed przybyciem do komórki produkcyjnej /PP/,
- przed przydzieleniem do kolejki oczekujących zadań lub przed przerwą międzyoperacyjną /PR/,
- w trakcie oczekiwania na obróbkę w kolejce do grupy stanowisk /OC/,
- w trakcie wykonywania operacji na stanowisku /OP/,
- w trakcie przerwy międzyoperacyjnej /PM/,
- po wykonaniu zadania w komórce produkcyjnej /WY/.

Stanowiska mogą znajdować się w jednym z następujących stanów:

- wolne /WO/,
- zajęte /ZA/,
- niesprawne /NS/.

Grupa stanowisk jest obiektem składającym się z jednego lub kilku stanowisk i jego stan opisany jest za pomocą zmiennych:  $T_1^W$  - liczba stanowisk wolnych w l-tej grupie,  $T_1^d$  - liczba zadań oczekujących na wykonanie na stanowiskach l-tej grupy.

Zmiany stanów obiektów realizowane są przez następujące zdarzenia:

- PZKP: przybycie zadania do komórki produkcyjnej,
- WZKP: wyjście zadania z komórki produkcyjnej,
- PZNK: przydzielenie zadania do kolejki zadań oczekujących na wykonanie,
- PFMO: początek przerwy międzyoperacyjnej,
- PZWS: przydzielenie zadania do wolnego stanowiska,
- KOPE: koniec wykonywania operacji,
- PAWS: początek niesprawności stanowiska i przerwanie wykonywania operacji,
- KFMO: koniec przerwy międzyoperacyjnej,
- FRES: początek niesprawności stanowiska, gdy było ono wolne,
- KRES: koniec niesprawności stanowiska,
- MODS: zmiana czasu trwania niesprawności stanowiska,
- PRES: rejestrowanie wystąpienia niesprawności stanowiska, która ma nastąpić po zakończeniu wykonywania operacji.

Sposób, w jaki zdarzenia powodują zmiany stanów zadań i stanowisk przedstawia rys. 2. Zmiany zmiennych, opisujących stan grup stanowisk, dokonywane są w sposób następujący:

$$\text{PZNK: } T_1^d = T_1^d + 1$$

$$\text{PZWS: } T_1^w = T_1^w - 1$$

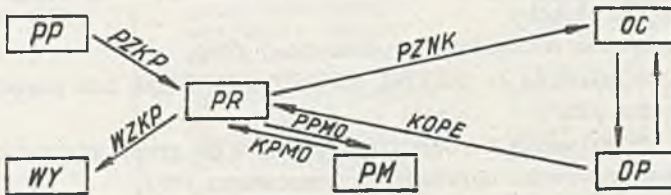
$$T_1^d = T_1^d - 1$$

$$\text{KOPE: } T_1^w = T_1^w + 1$$

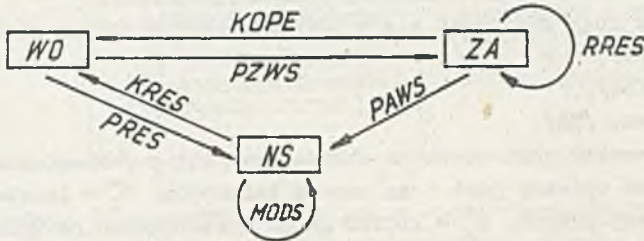
$$\text{PRES: } T_1^w = T_1^w - 1$$

$$\text{KRES: } T_1^w = T_1^w + 1$$

A.



B.



Rys. 2. Sieci stanów i zdarzeń /A - zadania, B - stanowiska/

Zdarzenia są inicjowane w zależności od zawartości kolejek obiektów i ich aktualnych stanów. W algorytmie występują następujące kolejki:

KFZ - kolejka zadań przybywających do komórki produkcyjnej,

KNS - kolejka stanowisk, na których wystąpić mają niesprawności,

KCZ - kolejka zadań oczekujących do grup stanowisk /PZNK/,

KZZ - kolejka zadań inicjujących zdarzenia zakończenia operacji lub przerwy międzyoperacyjnej /PPMO, PZNS/,

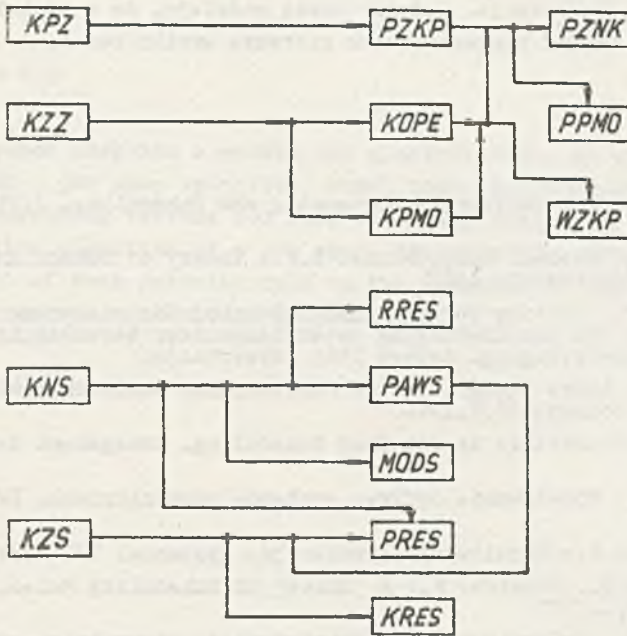
KRS - kolejka stanowisk, inicjująca zdarzenia rozpoczęcia lub zakończenia niesprawności /PZWS, PAWS, PRES, MODS, PRES/.

Dwie pierwsze kolejki są określone w danych wejściowych algorytmu, trzy pozostałe są tworzone i modyfikowane w trakcie realizacji zdarzeń algorytmu

/w nawiasach podano nazwy zdarzeń, które wpływają na zawartość poszczególnych kolejek/. Sposób inicjowania zdarzeń przedstawia rys. 3.

Potrzeba ograniczania czasu obliczeń symulacyjnych z uwagi na rozmiary planowanych badań spowodowała zastosowanie modułowej budowy programu oblicze-





rys. 5. Inicjowanie zdarzeń przez zawartość kolejek

niowego. W przypadku gdy własności wariantu modelu badanej komórki produkcyjnej pozwalają na pominięcie w algorytmie pewnych stanów, zdarzeń lub kolejek, wtedy możliwe jest pominięcie określonych modułów programu lub zastąpienie ich prostszymi. Jednocześnie modułowa budowa programu pozwala na jego zmiany uwzględniające modyfikacje lub usprawnienia algorytmu symulacyjnego lub samego programu obliczeniowego w trakcie badań.

W przypadku eksperymentu symulacyjnego na omówionym modelu występuje problem rozmiaru badań /w literaturze, np. [6], nosi ona nazwę "problemu zbyt wielu czynników"/. Badania pełne, polegające na powtarzaniu przebiegów symulacyjnych dla każdej kombinacji stanów i wartości parametrów modelu oraz wszystkich reguł priorytetu, są niemożliwe ze względu na zbyt dużą liczbę kombinacji.

W związku z tym program badań obejmuje tylko pewien celowo dobrany podzbiór kombinacji stanów i wartości parametrów, charakteryzujących model pracy komórki produkcyjnej. Jeden z kierunków badań ma na celu porównanie rzeczywistych przebiegów wyrobów w komórce produkcyjnej, pracującej w warunkach, odpowiadających określonym stanom i wartościom parametrów modelu z wynikami uzyskanymi drogą symulacji w analogicznych warunkach z wykorzystaniem reguł priorytetu.

Praca naukowo-badawcza, której dotyczy niniejszy referat, jest aktualnie w trakcie realizacji. Autorzy żywią nadzieję, że w trakcie konferencji będą mogli zostać zaprezentowane pierwsze wyniki badań.

#### LITERATURA

- [1] Baker K.R.: Introduction to Sequencing and Scheduling. J.Wiley, New York 1974.
- [2] Conway R.W., Maxwell W.L., Miller L.W.: Theory of Scheduling. Addison-Wesley, Massachusetts 1967.
- [3] Eversheim W.: Beitrag zur Fertigungsplanung und steuerung in der Kleinserien und Enzelfertigung unter besonderer Berücksichtigung der Teilefamilienfertigung. Aachen 1965 /dysertacja/.
- [4] Fryer J.S.: Labor Flexibility in Multiechelon Dual-Constraint Job Shop Management Science 20,7,1974.
- [5] Gere W.S.: Heuristics in Job Shop Scheduling. Management Science 13,3, 1966.
- [6] Naylot T.H.: Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych. PWN Warszawa 1975.
- [7] Kondratowicz L.: Modelowanie symulacyjne systemów. WNT Warszawa 1976
- [8] Panwalkar S.S., Iskander W.: A Survey of Scheduling Rules. Operations Research 25,1,1977.
- [9] Szkurba W.W., Boldyniewa W.A.: Planowanie dyskretnego produkcji w uszłowijach ASUP. Technika 1975.
- [10] Wróblewski K.J.: Powiązania kolejnościowe w organizacji podstawowego procesu produkcyjnego. Rozprawa habilitacyjna. Warszawa 1977.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПРАВИЛ ПРИОРИТЕТА В УПРАВЛЕНИИ ДИСКРЕТНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

#### Резюме

В докладе представлена классификация правил приоритета, дается модель работы производственного участка, учитывающая параметры, характеризующие разные условия работы производственных участков, представлен имитационный алгоритм обработки заявок, при помощи которого ведется исследование влияния отдельных правил приоритета на разные критерии эффективности работы производственных участков, действующих в разных условиях.



AN APPLICATION OF PRIORITY RULES FOR THE DISCRETE PRODUCTION PROCESSES CONTROL

S u m m a r y

The paper presents a worked out classification of priority rules. A model of a job shop operation, which takes into consideration parameters describing various job shop operating conditions, is formulated. A simulation algorithm of a job shop, being a tool for investigating of the effect of each priority rule on the measures of the job shop performance in various conditions, is presented.