

Mirosław LOREŃKI  
Instytut Gospodarki  
Magazynowej w Poznaniu

Tadeusz PUCHAŁKA  
Politechnika Poznańska

O PEWNYM CYFROWYM MODELU DO SYMULACJI  
DZIAŁANIA MAGAZYNÓW (Komunikat)

**Streszczenie.** W komunikacie przedstawiono cyfrowy model do symulacji działania fragmentu (bloku funkcjonalnego) przemysłowego magazynu wysokiego składowania, składającego się z 21 urządzeń technologicznych.

## 1. WPROWADZENIE

Działanie złożonych obiektów dyskretnych - przykładowo: wydziały montażowe przedsiębiorstw przemysłu maszynowego, elektronicznego, magazyny przemysłowe zasilające wydziały montażowe - jest w istocie procesem losowym, trudno poddającym się apriorycznemu planowaniu (harmonogramowaniu).

Z uwagi na złożoność obiektów oraz znaczne koszty, badania ich działania, dostarczające niezbędnej informacji dla racjonalizacji tego procesu, można przeprowadzać głównie na ich modelach symulacyjnych.

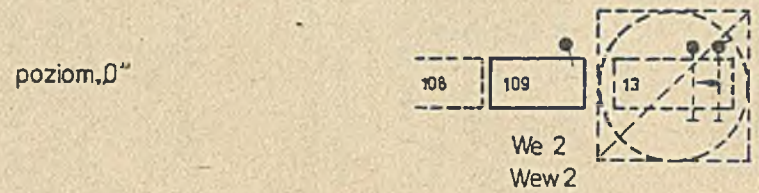
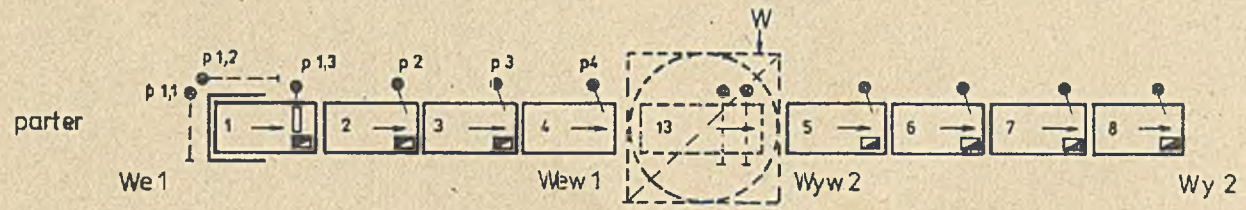
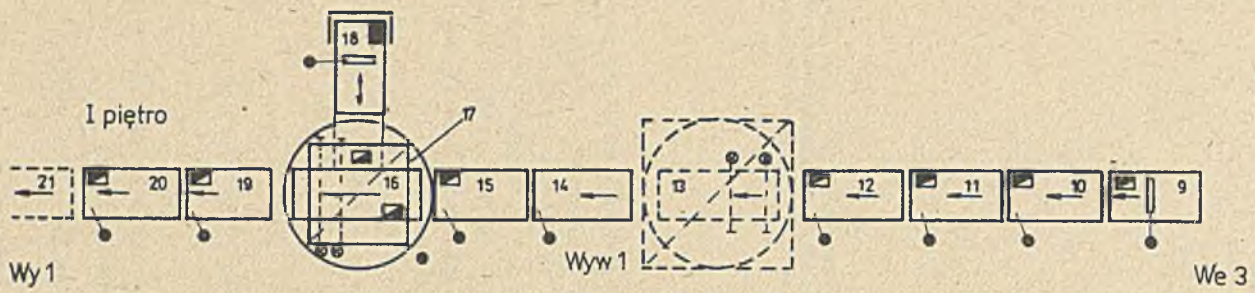
W komunikacie przedstawiono model symulacyjny istotnie ważnego bloku funkcjonalnego (rys. 1), tzw. bloku E4 magazynu wysokiego składowania<sup>x)</sup> (MWS).

## 2. GŁÓWNE ELEMENTY PROCEDURY KONSTRUOWANIA MODELU SYMULACYJNEGO BLOKU E4

W konstruowaniu modelu symulacyjnego bloku E4 - podobnie zresztą jak i dla innych bloków MWS - wyodrębnić można następujące etapy:

- 1) określenie modeli poszczególnych różnych urządzeń konstytuujących blok,
- 2) dokonanie opisu działania modeli urządzeń,

<sup>x)</sup> Przedstawiony blok odpowiada części MWS1 Zakładów Radiowych im. M. Kasprzaka w Warszawie.



Rys. 1. Struktura bloku transportu wejście-skład (E4) magazynu wysokiego składowania

- 3) sformułowanie algorytmów interakcji odpowiednich par modeli urządzeń,
- 4) określenie czasów trwania operacji wykonywanych przez poszczególne modele urządzeń,
- 5) określenie ścieżek transportowych w bloku,
- 6) sformułowanie ogólnego algorytmu działania modelu bloku.

#### 2.1. Rodzaje modelowanych urządzeń bloku E4

W bloku E4 wyróżnić można pięć rodzajów urządzeń: 1) przenośniki z obrotnicą, 2) przenośniki bez obrotnicy, 3) winda, 4) gabarytor, 5) stanowisko wtórnego formowania jednostek transportowych.

#### 2.2. Opis działania modeli urządzeń bloku E4

W zakres opisu działania modeli urządzeń wchodzi:

- 1) sformułowanie zadania urządzenia,
- 2) określenie algebry działania urządzenia, obejmujące: wyróżnienie stanów charakterystycznych, konstrukcję diagramu dozwolonych przejść międzystanowych, sformułowanie momentów inicjacji i zakończenia poszczególnych stanów,
- 3) opracowanie zasad działania urządzenia.

#### 2.3. Algorytmy interakcji modeli urządzeń w bloku E4

W bloku E4 można wyróżnić trzy charakterystyczne ze względu na sposób współdziałania grupy urządzeń: 1) przenośnik/przenośnik, 2) przenośnik/winda, 3) przenośnik/gabarytor/stanowisko wtórnego formowania jednostek ładunkowych (jł).

Ogólne algorytmy interakcji pierwszych dwóch grup są identyczne. Zróżnicowanie przejawia się dopiero na poziomie algorytmów szczegółowych.

#### 2.4. Czas trwania operacji realizowanych przez modele urządzeń bloku E4

Operacje wykonywane przez urządzenia (modele urządzeń technologicznych) bloku E4 mają zdeterminowane, stałe czasy trwania. W tabeli 1 dokonano ich zestawienia.

Tabela 1

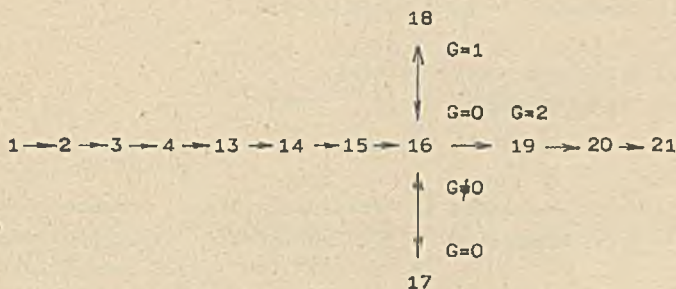
Zestawienie operacji wykonywanych  
przez urządzenia technologiczne bloku E4

Lp.	Operacje modelu			Uwagi
	Symbol O(U,K)	o k r e ś l e n i e	czas trwania TJCO(U,K) (sek)	
1	2	3	4	5
1	O(U,1)  U=1-12 14,15, 19,20, 21	Przemieszczenie j.ł. na przenośnik	4	U- symbol urządzenia  K- numer kò- lejny ope- racji
2	O(U,2) U - jak w lp.1	Przemieszczenie j.ł. z przenośnika	4	
3	O(13,1)	Przemieszczenie j.ł. na przenośnik windy	6	
4	O(13,2)	Przemieszczenie j.ł. z przenoś- nika windy	4	
5	O(13,3)	Przemieszczenie klatki windy z poziomu "0" na parter lub odwrotnie	3,5	
6	O(13,4)	Przemieszczenie klatki windy z parteru na piętro lub od- wrotnie	12	
7	O(13,5)	Przemieszczenie klatki windy z poziomu "0" na piętro lub odwrotnie	15,5	
8	O(13,6)	Obrót przenośnika windy o kąt 90°	5	
9	O(16,1)	Przemieszczanie j.ł. na prze- nośnik 16	8	
10	O(16,2)	Przemieszczanie j.ł. z prze- nośnika 16	4	
11	O(16,3)	Obrót przenośnika 16 o kąt 90°	5	
12	O(17,1)	Kontrola gabarytów j.ł.	21	
13	O(18,1)	Przemieszczenie j.ł. na prze- nośnik stanowiska wtórnego formowania j.ł. lub ze sta- nowiska wtórnego formowania	8	
14	O(18,2)	Wtórne formowanie j.ł.	~30	

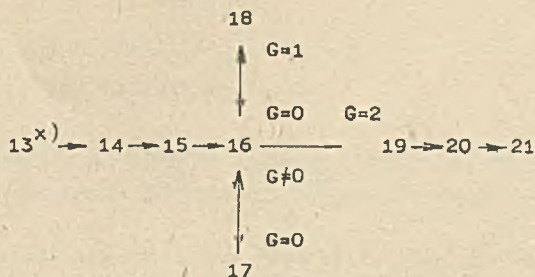
## 2.5. Ścieżki transportowe w bloku E4

W bloku E4 głównie wykorzystywane są trzy ścieżki transportowe, utworzone ze współdziałających wzajemnie urządzeń:

1) ścieżka nr 1 (K=1)

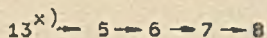


2) ścieżka nr 2 (K=2)



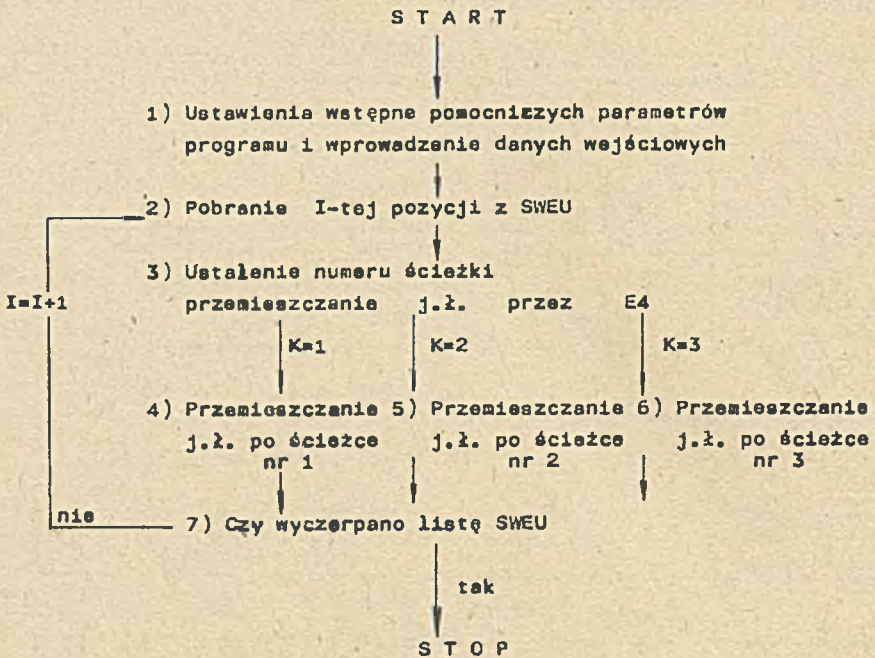
x) poziom "0"

3) ścieżka nr 3 (K=3)



## 2.6. Ogólny algorytm działania modelu bloku E4

Przy omawianiu ogólnego algorytmu działania modelu bloku E4 przyjmuje się, że są dane strumienie wejściowe SWE1 i SWE2 oraz strategię działania bloku, umożliwiające ich uporządkowanie do postaci SWEU.



### 3. SZCZEGÓŁOWE EGZEMPLIFIKACJE NIEKTÓRYCH ELEMENTÓW PROCEDURY KONSTRUOWANIA MODELU SYMULACYJNEGO BLOKU E4

Objętościowe ramy niniejszej pracy nie pozwalają na zamieszczenie całej szczegółowej procedury konstruowania modelu symulacyjnego bloku E4. W punkcie niniejszym zamieszczono jedynie wybrane jej fragmenty.

#### 3.1. Model windy i opis tego działania

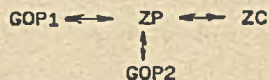
##### 1) sformułowanie zadania:

Winda służy do przemieszczania j.ł. z dowolnego wejścia (Waw) do dowolnego wyjścia (Wyw - rysunek 1)

##### 2) stany charakterystyczne:

Można wyróżnić cztery stany charakterystyczne modelu windy: 1) oczekiwanie na pracę z klatką na poziomie parteru - GOP1, 2) oczekiwanie na pracę z klatką na poziomie I piętra - GOP2, 3) wykonywanie pracy - ZP, 4) przerwy w pracy z powodu zajętości urządzenia następnego na ścieżce - ZC

##### 3) diagram dozwolonych przejść międzystanowych:



## 4) momenty inicjacji i zakończenia poszczególnych stanów:

Momenty inicjacji i zakończenia poszczególnych stanów wpisuje się w odpowiednie pozycje list:

LZ GOP1 (13,I), LUGOP1 (13,I)  
 LZ GOP2 (13,I), LUGOP2 (13,I)  
 LZ ZP (13,I), LU ZP (13,I)  
 LZ ZC (13,I), LU ZC (13,I)

## 4) zasady działania:

- 1 - model w dowolnej chwili czasu znajduje się w jednym z czterech dozwolonych stanów: GOP1, GOP2, ZP lub ZC,
- 2 - dozwolone transformacje określa diagram dozwolonych przejść międzystanowych,
- 3 - model może zostać zajęty przez I-tą j.ł. wtedy i tylko wtedy, gdy znajduje się w jednym z wyróżnionych stanów GO,
- 4 - przemieszczanie j.ł. z UP do U=13 i z U=13 do UN możliwe jest tylko wtedy, gdy znajdują się one odpowiednio parami, równocześnie w stanach ZP,
- 5 - w stanie ZP model windy wykonuje operacje przedstawione w tabeli 1,
- 6 - po wykonaniu ostatniej w cyklu operacji model windy przechodzi w stan GOP1 lub GOP2 w zależności od tego, czy I-ta j.ł. przemieszcza się po ścieżce nr 3, czy też po ścieżkach nr 1 lub 2.

3.2. Algorytm interakcji modeli przenośnika i windy (AI p/w)

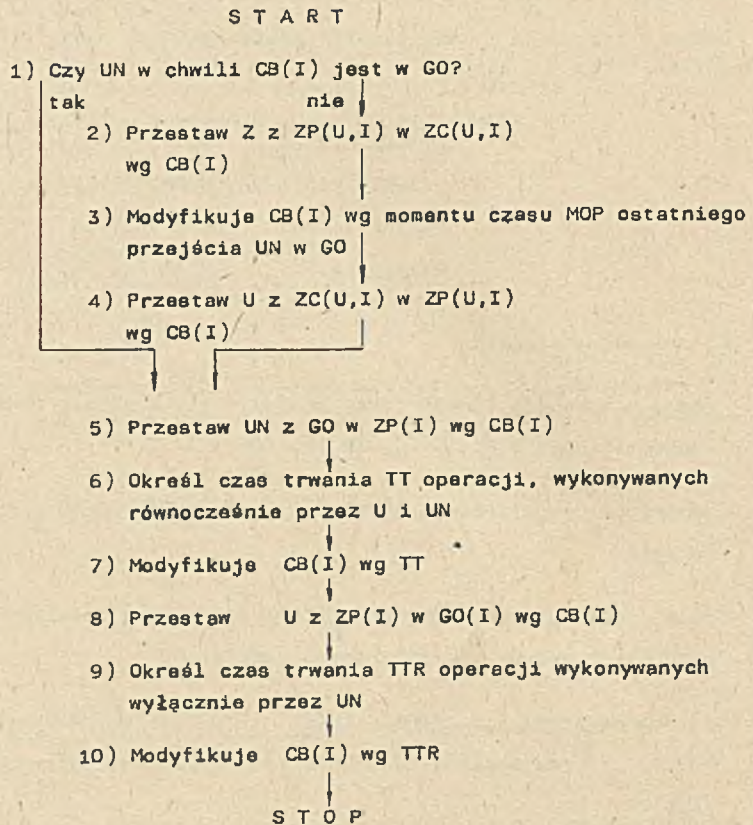
Parametry startowe algorytmu przesyłane do AI p/w:

- 1) wartości symboli urządzeń U i UN (UB=13),
- 2) wartość numeru kolejnego I j.ł. z SWEU,
- 3) wartość czasu bieżącego modelu przy obsłudze I-tej jednostki - CB(I).

W chwili startu U winien znajdować się w stanie ZP (U,I). Parametry startowe algorytmu przesyłane z AI p/w:

- 1) CB(I)

W chwili STOPU U winien znajdować się w stanie GO(U,I) a UN w stanie ZP(U,I).



#### 4. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony model umożliwia przeprowadzenie pełnych badań parametrów eksploatacyjnych bloku takich jak: 1) maksymalne przepustowości przy różnych rodzajach strumieni wejściowych, 2) okresy obsługi różnych strumieni przy zastosowaniu rozmaitych regulaminów obsługi (strategii lokalnych bloku), 3) okresy oczekiwania jednostek ładunkowych na wejściu bloku E4 w zależności od charakterystyk strumieni lub (i) charakterystyk obsługi itd.

Wprowadzenie do modeli dodatkowego stanu WA (wyłączony z powodu awarii) umożliwia badania zachowania się bloku w rozmaitych sytuacjach awaryjnych.

Otecnie model znajduje się w fazie oprogramowywania w języku FORTRAN.



Przewiduje się, że po zakończeniu prac znajdzie on zastosowanie m.in. w biurach projektowych podczas projektowania i badania działania obiektów dyskretnych.

Recenzent: Prof. mgr inż. Tadeusz SOŁTYK

Wpłynęło do Redakcji 15.05.1982 r.

#### О НЕКОТОРОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ИМИТИРУЮЩЕЙ РАБОТУ СКЛАДОВ

#### Р е з ю м е

В работе представлена имитационная модель функционального узла промышленного высокостеллажного склада состоящего из 2 технологических устройств (транспортёр, лифт, устройство контроля габаритов, стенд вторичного формирования поддонов).

Дана модель, опrogramмированная на языке ФОРТРАН, для исследований эффективности локальных стратегий узла, в смысле критерия минимального времени обслуживания сменных задач.

#### A DIGITAL MODEL FOR SIMULATION OF STORAGE PROCESSES

#### S u m m a r y

The performance of complex, discrete technical objects is essentially a probabilistic process, difficult for a priori scheduling. Because of the complexity of objects their investigation must be carried out with the aid of simulation methods. In this paper, a model for the simulation of a fragment (functional blok) of a high rise industrial warehouse consisting of 21 technological devices, is presented. The model is suitable for the investigations of effectiveness of local minimum-time strategies.