

Lidia BIGAJ

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej,

Wydział Budowy Maszyn i Informatyki

## MODELOWANIE I SYMULACJA PROCESÓW PRODUKCJI ARTYKUŁÓW SPOŻYWCZYCH NA PRZYKŁADZIE PRODUKCJI MARGARYNY

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono pojęcie modelowania i symulacji systemów produkcyjnych. Podano przykład zastosowania symulacji do analizy ciągłych systemów wytwarzania na przykładzie przebiegu procesu wytwarzania margaryny. zilustrowano przebieg procesu optymalnej produkcji masy margarynowej. Problem został przedstawiony przy wykorzystaniu pakietu do modelowania i symulacji ARENA.

## MODELLING AND SIMULATION FOOD PRODUCTION PROCESSES – MARGARINE PRODUCTION

**Summary.** Modelling and simulation production systems are presented in the paper. There is some information about how to analyse continuous production systems in food industry. As the example we have got here in the paper simulation margarine production. There was illustrated optimum margarine mass production process run. The problem was solved in support of ARENA module.

### 1. Wprowadzenie

Na przełomie ostatnich kilku lat dokonała się szeroka restrukturyzacja przemysłu rolno-spożywczego w Polsce. Objęła ona wszystkie działy produkcji żywności. Ze względu na ciągle dokonujący się postęp w rozwoju techniki i technologii, przedsiębiorstwa spożywcze są zmuszone do stosowania nowoczesnego sprzętu, nowoczesnych linii technologicznych, narzędzi i metod wspomagających zarządzanie, aby sprostać wymaganiom rynku, klientom i konkurencji [5].

Głównym źródłem konkurencyjności polskich producentów żywności jest niska opłata pracy nie tylko rolników, lecz także pracowników przetwórstwa, która z nadwyżką kompensuje różnice w wydajności pracy. W Polsce niższe są także ceny energii, a wyższe koszty kapitału i urządzeń technicznych [6]. Polski przemysł rolno-spożywczy będzie znaczącym partnerem producentów żywności w krajach Unii Europejskiej, czynniki niskich kosztów pracy i energii w miarę upływu czasu będą miały coraz mniejsze znaczenie, należy tylko jeszcze korzystać z dostępnych narzędzi, technik i metod doskonalących procesy produkcyjne i skracających drogę produktów począwszy od złożenia zamówienia przez klienta poprzez przywóz i przetwarzanie surowców aż po dystrybucję gotowego produktu do konsumenta.

## **2. Zarządzanie produkcją i zarządzanie jakością w przemyśle spożywczym**

Większość gałęzi przemysłu, w tym przede wszystkim przemysł elektromaszynowy, samochodowy itp., wykorzystuje systemy nieciągłe oparte na dyskretnych procesach technologicznych. Systemy te przetwarzają strumienie niejednorodnych materiałów. Niektóre gałęzie przemysłu spożywczego opierają się jednak na systemach o ciągłej produkcji. Należą tu np. przemysł tłuszczowy i piwowarski. Procesy ciągłe charakteryzują się wysokim stopniem automatyzacji.

Obserwując dzisiejszy rynek można zauważyć, że zapewnienie jakości żywności stało się problemem bardziej złożonym i skomplikowanym niż zapewnienie jakości innych wyrobów.

Kierujący zakładem produkującym żywność jest zobowiązany do opracowania i wdrożenia własnego zakładowego programu lub instrukcji Dobrej Praktyki Produkcyjnej oraz do prowadzenia dokumentacji będącej potwierdzeniem stosowania i przestrzegania tych instrukcji. Jest to podstawą do wdrożenia systemu HACCP [3]. Program taki powinien uwzględnić strukturę organizacyjną i specyfikę działalności danego zakładu. Jest on ściśle związany z nadzorowaniem przebiegu procesu produkcyjnego.

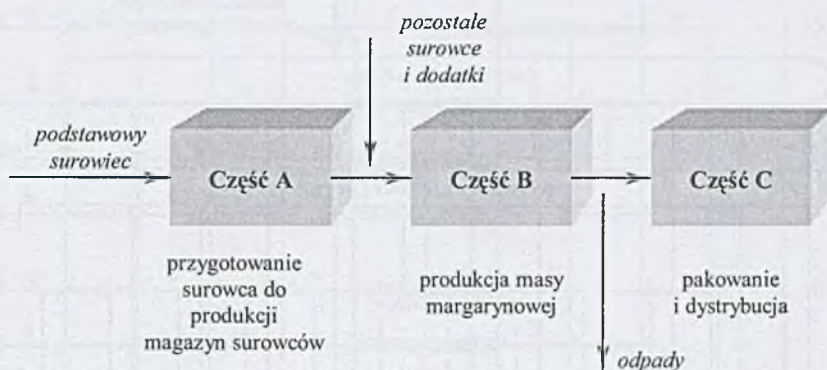
## **3. Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych**

Zwiększanie wydajności, skracanie czasu wytwarzania, stwarza konieczność ciągłego usprawniania produkcji. Najlepszą metodą pozwalającą prześledzić cały system w poszukiwaniu możliwości jego usprawnienia jest modelowanie i symulacja. Jej zastosowanie

pozwała również podjąć decyzję przy wyborze najlepszej metody przy wprowadzaniu nowej technologii. Dotychczasowy zasób krajowej literatury poruszającej problem zastosowania metody modelowania i symulacji jest dosyć ubogi. Wiele przedsiębiorstw, jak dotąd, nie korzysta z tej techniki. Otwarcie się polskiej gospodarki na zachód i integracja z Unią Europejską powinny skłonić polskich przedsiębiorców do sięgnięcia po techniki symulacji komputerowej.

Przykładem wykorzystania metody modelowania i symulacji jest przeprowadzona analiza przebiegu procesu technologicznego produkcji margaryny.

Proces produkcji margaryny składa się z trzech podstawowych części (rys. 1).



Rys. 1. System produkcyjny

Fig. 1. Production system

#### 4. Optymalizacja przebiegu procesu produkcyjnego – przykład studyjny

Plan produkcji, przebieg przepływu materiałowego w procesie produkcyjnym zilustrowano na rys. 2, możliwe rozwiązania przebiegów procesów produkcji poszczególnych wyrobów przedstawiono na rys. 4. Rys. 3 przedstawia przebieg procesu wytwarzania margaryny.

Symulacje przebiegu procesu przeprowadzono dla podanych niżej założeń. Na linii wykonywane są:

- różne produkty: margaryna a, b, c;
- w możliwych sekwencjach a – b, a – c, b – c, kombinacja a – b nie wymusza czyszczenia linii produkcyjnej, natomiast po przejściu na produkcję innego rodzaju margaryny (inna kombinacja) należy przeprowadzić czyszczenie linii;

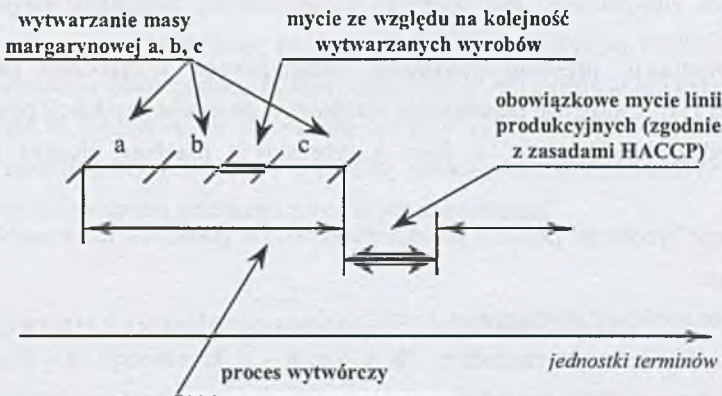


- po 40 godz. pracy zachodzi obowiązkowe czyszczenie linii niezależnie od profilu produkcji całości linii,
- plan produkcji:
  - czas wykonania produktu:
    - a – 3 j. czasowe,
    - b – 1 j. czasowa,
    - c – 1 j. czasowa,
  - czas przezbrojenia: 1 j. czasowa
- czas czyszczenia linii: 2 j. czasowe



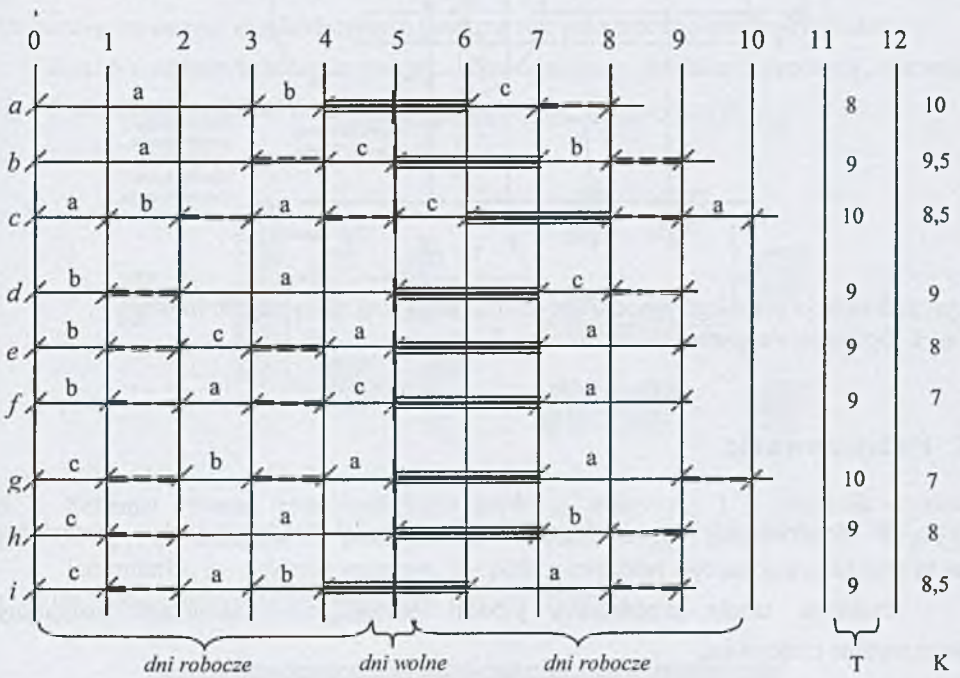
Rys. 2. Przebieg przepływu materiałowego w procesie produkcyjnym margaryny  
 Fig. 2. Flow material run in margarine production process

Przebieg procesu wytwarzania ilustruje rys. 3.



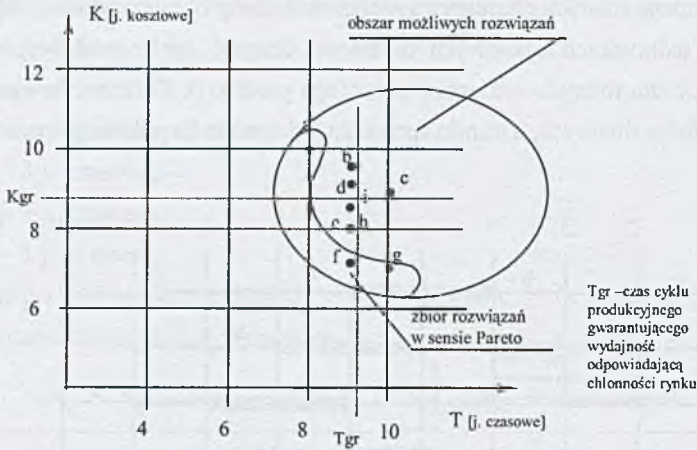
Rys. 3. Przebieg procesu wytwarzania masy margarynowej  
 Fig. 3. Margarine production process run

Kombinacje różnych alternatywnych przebiegów procesu produkcyjnego zilustrowano na rys. 4. W jednostkach czasowych określono długość cyklu produkcyjnego wykonania wyrobów a, b, c dla różnych wariantów przebiegu produkcji. Złożono, że mamy zapewnioną sprzedaż wyrobów finalnych, a termin sprzedaży odnosi się do pakietu produktów a, b, c.



Rys. 4. Warianty przebiegu procesu według zasad podanych na rysunku 3  
 Fig. 4. Process run variants according to rules given at fig. 3

Wyniki przeprowadzonej symulacji dla różnych alternatywnych możliwości przebiegu procesu produkcji wyrobów a, b, c przedstawiono poniżej na rys. 5.



Rys. 5. Ilustracja przebiegu procesu optymalnej produkcji masy margarynowej  
 Fig. 5. Optimum margarine production run illustration

## 5. Podsumowanie

W rzeczywistych warunkach produkcyjnych model składał się będzie z trzech części jak to przedstawiono na rys. 1.

Poniższa tabela przedstawia proces technologiczny produkcji margaryny i poszczególne stanowiska.

Tabela 1

Fragment procesu produkcji margaryny

Nr operacji	Nazwa operacji	Stanowisko (ilość maszyn)
1.	pasteryzacja	pasteryzator (1)
2.	chłodzenie	kombinator (1)
3.	pakowanie	pakowarka (3)
4.	ważenie	waga (3)
5.	pakowanie	kartoniarka (2)

Model symulacyjny zbudowany został przy oparciu na pakiecie do modelowania i symulacji procesów produkcyjnych ARENA. Celem symulacji było sprawdzenie, czy uzyskane wyniki odpowiadają rzeczywistym parametrom produkcji i wskazanie zmian, jakie można wprowadzić w kolejnych etapach produkcji margaryny z uwzględnieniem kosztów produkcji.

Przy opracowaniu modelu procesu technologicznego wykorzystano następujące dane:

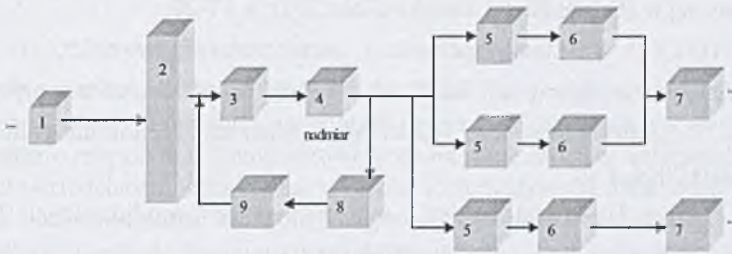
- informacje o dostępnych zasobach wydziału – maszyny i urządzenia, pracownicy, organizacja pracy, planowane postoje np. związane z myciem urządzeń,
- plan produkcji – rodzaj margaryny, ilość sztuk, terminy dystrybucji,



- proces produkcji margaryny – operacje, czasy jednostkowe, czasy mycia i przebrojenia linii.

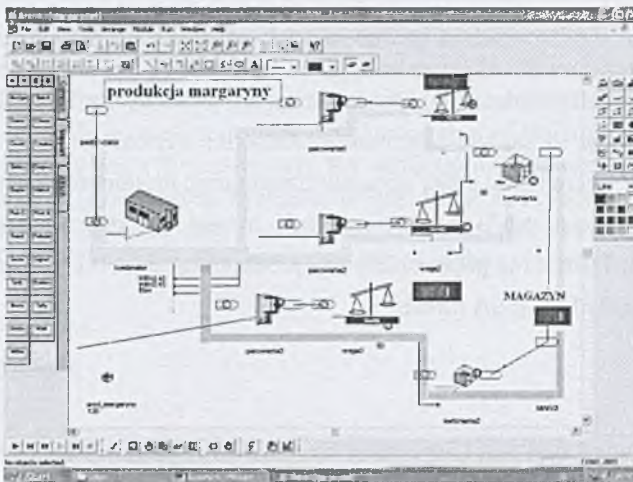
Proces symulacji może być przeprowadzony oddzielnie dla każdej części. Wyniki sumaryczne będą związane z określeniem optymalnych wartości przebiegu procesu w każdej z tych części. Na rezultat symulacji będą miały również wpływ czasy awarii linii produkcyjnych, które bazując na danych eksploatacyjnych powinny być przedmiotem odrębnych analiz.

Rys. 6 przedstawia schemat procesu technologicznego produkcji margaryny, natomiast na rys. 7 zilustrowano model procesu wytwarzania masy margarynowej.



Rys. 6. Schemat procesu technologicznego produkcji margaryny 1 – „zbiornik emulsji”, 2 – pompa dozująca, 3 – pasteryzator, 4 – kombinator, 5 – pakowarka, 6 – waga, 7 – kartoniarka, 8 – zbiornik zwrotów, 9 – pompa zwrotów

Fig. 6. Technological margarine production process scheme



Rys. 7. Model symulacyjny procesu wytwarzania masy margarynowej – pakiet do symulacji ARENA

Fig. 7. Simulation model of margarine mass production – ARENA system

## Literatura

1. Bigaj L.: Modelowanie i symulacja procesów wytwarzania w przemyśle spożywczym. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej Filia w Bielsku-Białej. Informatyka, Organizacja i Zarządzanie 2001, nr 60, z. 8: Inżynieria Produkcji 2001. Materiały z VII Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Część I, Bielsko-Biała, 2001, s. 11-16.
2. Bigaj L.: Symulacja komputerowa – modelowanie procesów wytwarzania. Inżynieria Produkcji 2003, Materiały z VIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej. „Informatyka, Organizacja i Zarządzanie”, z. 9, ser. 1. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2003; s. 17-20.
3. Bigaj L.: HACCP – system zapewnienia bezpieczeństwa żywności, w: "HACCP - uciążliwość czy uzasadniony wysiłek?". Materiały z seminarium informacyjnego / oprac. i red. nauk. T. Szkuta, L. Bigaj, A. Rybka. Wyd. Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała 2004, s. 75.
4. Hromada J., Plinta D.: Modelowanie i symulacja systemów produkcyjnych; Politechnika Łódzka Filia w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2000.
5. Zdanowicz R.: Modelowanie i symulacja procesów wytwarzania, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
6. [www.arr.gov.pl](http://www.arr.gov.pl) - Agencja Rynku Rolnego.

## Abstract

Modelling and simulation production systems are presented in the paper. There is some information about how to analyse continuous production systems in food industry. As the example we have got here in the paper simulation margarine production. There was illustrated optimum margarine mass production process run. In real conditions model of production system will fall out form three parts which was presented at figure 1 in paper. The problem was solved in support of ARENA module.