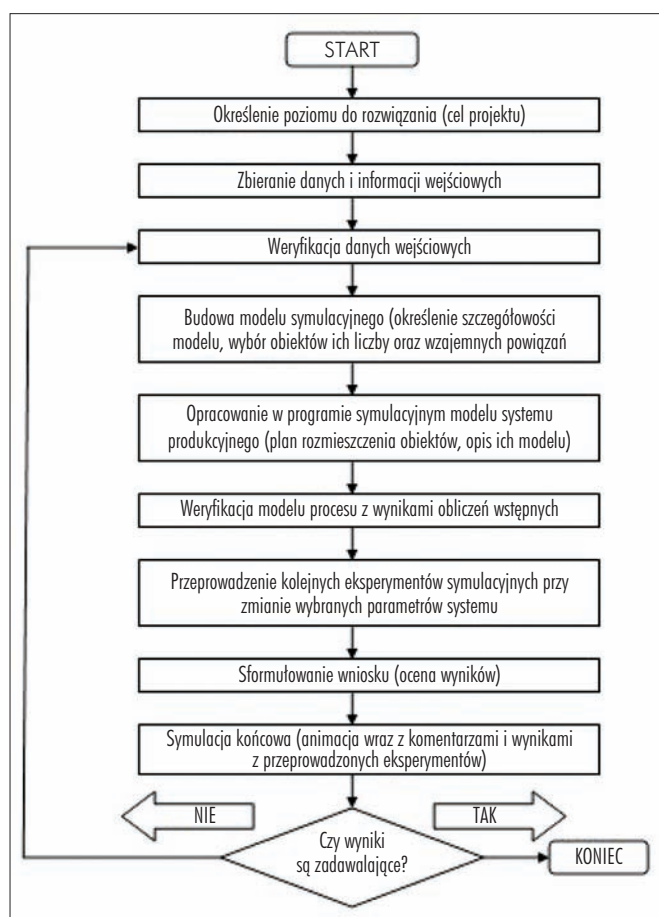


Wiktor Kubiński, Ewa Kubińska-Jabcoń, Mariusz Niekurzak¹
Akademia Górniczo-Hutnicza

Symulacja logistycznego systemu produkcji z wykorzystaniem pakietu Dosimis-3 (cz. 2)

Umożliwia on analizę przyczyn i miejsc występowania zakłóceń, zatorów i przerw w przepływie materiałów, powstających podczas pracy systemu, przeciwdziałając tym samym niepożądanym skutkom wpływającym na obniżenie efektywności wykorzystania całego systemu przedsiębiorstwa. Symulator ten



Rys. 3. Algorytm postępowania przy opracowaniu symulacyjnego modelu produkcyjnego.

Źródło: Diszak O., *Komputerowo wspomagane modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 6/2007, s. 39-45.

pozwala także na przeanalizowanie systemu w jakim znajduje się materiał: czy jest on transportowany, obrabiany, czy też czeka na realizację procesu transportu lub obróbki. Na zbudowanym modelu można prowadzić badania w celu optymaliza-

cji systemu transportowo-magazynowego, współpracującego z przyjętym podsystemem produkcyjnym. Typowy model symulacyjny budowany w pakiecie Dosimis-3 składa się z kroków przedstawionych na rysunku 3.

Do opracowania logistycznego modelu systemu produkcji niezbędne są informacje i dane wejściowe. Wejściom i wyjściom można przypisywać priorytety, co ma decydujące znaczenie przy odbiorze i dostawie materiału z wielu urządzeń. Ponadto, dane wejściowe pozwalają na opracowanie modelu procesu o odpowiedniej szczegółowości według zasady minimalnej liczby obiektów, wymaganych do osiągnięcia celów projektu. Do podstawowych informacji o budowanym modelu systemu wytwórczego w przemyśle hutniczym można zaliczyć między innymi.⁴:

- informacje o obiektach systemu (rodzaj i liczbę maszyn, środków transportu i plany ich remontów, organizację i rozmieszczenie stanowisk produkcyjnych)
- wydajność systemu (plan produkcyjny, wielkość partii, asortyment wyrobów)
- liczbę i pojemność magazynów wejściowych, wyjściowych oraz międzyoperacyjnych
- kolejność wykonywania zleceń produkcyjnych
- czas przebrojenia produkcji na inny typ wyrobu
- koszty materiałowe, robocizny bezpośredniej, stanowiskowe, narzuty itd.

Do celów optymalizacji systemu transportowego w badaniach symulacyjnych poddano analizie przede wszystkim:

- czas trwania całego procesu technologicznego
- czas przebudowy walcarek po zrealizowanej kampanii walcowniczej
- wpływ parametrów urządzeń transportowych na czas realizacji zadania produkcyjnego
- wpływ parametrów urządzeń transportowych na postoje agregatów produkcyjnych
- stopień wykorzystania urządzeń transportowych dla realizacji zadania produkcyjnego.

Podstawowe relacje między elementami systemu walcowniczym taśm stalowych na gorąco wynikają z harmonogramu przepływu materiałów oraz określenia czasu realizacji zadania logistycznego. Model ten został wykorzystany do sterowania przepływem materiałów w danej walcowni w celu optymalnego wykorzystania urządzeń produkcyjnych i transportowych, a także do wyznaczenia czasu realizacji zamówień

¹ Dr hab. inż. W. Kubiński prof. nadzw. AGH, dr inż. E. Kubińska-Jabcoń, mgr inż. M. Niekurzak – Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, Wydział Zarządzania (przyt. red.).

⁴ Niziński S.: *Logistyka*, Wydawnictwo ART, Olsztyn 1999.

oraz kosztów wytworzenia wyrobu gotowego. Program przeprowadzonych badań obejmował symulację działania systemu, którego struktura i atrybuty odpowiadają strukturze oraz atrybutom systemu realnego. Badania symulacyjne odwzorowane zostały na podstawie okresu trwania 50-ciu kampanii walcowniczych, zrealizowanych w danej walcowni w okresie 2 miesięcy.

Opis funkcjonowania modelu

Badania symulacyjne były prowadzone na urządzeniach i agregatach produkcyjnych wchodzących w skład wyposażenia walcowni, począwszy od pieca, przez walcarki zespołu wstępnego i wykańczającego, aż po zwijarki. Dane do budowy modelu generowane były zgodnie z tabelą 1, uwidaczniającą historyczne dane dotyczące kampanii zrealizowanych w walcowni w latach 2009 – 2010. Dane te dostarczają kluczowych informacji o ilości i typie wlewków będących buforem wejścia do danego modelu.

Do budowy modelu przyjęto następujące założenia:

- walcownia pracuje w systemie 24/24
- na podstawie wykonanych badań technologicznych ustalono, że w celu uzyskania właściwej temperatury walcowania rzędu 1250 °C, wsad w piecu pokrocznym przebywa średnio 180 minut, zamiast rzeczywistych 220 minut
- w klatkach 5 i 6 zespołu wykańczającego zastąpiono obecnie pracujące walce wykonane z żeliwa wysokochromowego, innymi walcami wykonanymi z nowej generacji stali szybkoogniwej, które w badaniach metalurgicznych wykazywały wyższe parametry wytrzymałościowe
- zastosowanie zmienionych walców zwiększa wydajność walcowni, dzięki czemu obowiązkowa przebudowa walców odbywa się nie po każdej skończonej kampanii, a po siedmiu zrealizowanych kampaniach walcowniczych
- walcowanie odbywa się w sposób ciągły – nie ma przerw spowodowanych brakiem zamówień
- ograniczono ilość awarii urządzeń, spowodowanych pęknięciem walców, które powodują obowiązkowy postój walcowni
- wlewiki wsadowe potrzebne do realizacji wszystkich kampanii są dostarczane do magazynu w momencie rozpoczęcia symulacji (z uwzględnieniem maksymalnej pojemności magazynu).

Uwzględniając przyjęte założenia, wszystkie te obiekty zostają wprowadzone do systemu w momencie rozpoczęcia symulacji – z uwzględnieniem pojemności magazynu wlewków płaskich.

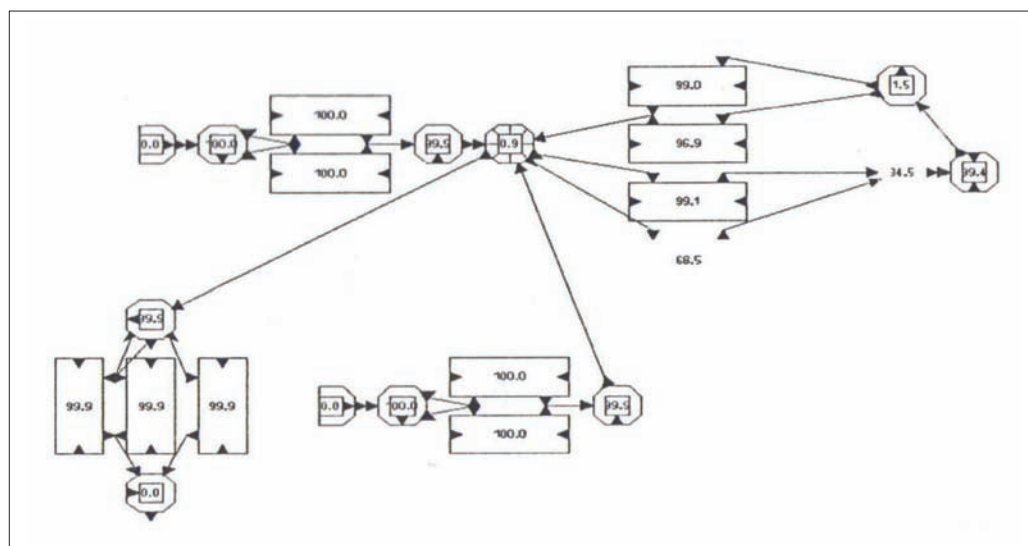
W przypadku przepełnienia magazynu kolejny wledek zostaje do niego dostarczony dopiero po zwolnieniu się w nim przy-

Tab. 1. Przykładowa kampania walcownicza realizowana przez walcownię.

Lp.	Nr kampanii	Numer zamówienia	Ilość wlewków
0	1	78423626	3
1	1	45723477	3
2	2	32325311	2
3	2	12452363	2
4	2	25246378	10
5	3	12423575	2
6	4	74567436	3
7	5	12481948	29
8	6	64634652	5
9	6	12341240	12
10	7	12424235	11
11	7	34632634	3
12	8	32743574	4
13	8	26963321	1
14	9	67865856	3
15	10	80978098	3
16	11	34234534	2
17	12	23535780	10
18	13	12471294	2
19	14	34563453	4
20	15	32523532	6

Źródło: Walcownia Taśm na Gorąco – materiały Huty ArcelorMittal Poland w Krakowie (nie publikowane).

najmniej jednego miejsca. Kolejne partie materiału oczekują na zwolnienie miejsca w magazynach międzyoperacyjnych w piecu lub na samotokach. Pojemność magazynów jest ograniczona, co wymusza potrzebę informowania systemu o stanie zapelnienia magazynu. Kolejność przechodzenia partii materiału z magazynu do urządzenia produkcyjnego określa zasada FIFO (ang. *First Input First Output* – pierwszy przybył – pierwszy



Rys. 4. Średnia zajętość procentowa elementów podsystemu. Źródło: Michłowicz E., op. cit., s. 333-338.

⁵ Michłowicz E.: *Model przepływu materiałów w walcowni blach*, Problemy Maszyn Roboczych, z. 20/2002, Warszawa 2002.

Zestawienie wyników badań i ich omówienie

Wprowadzone usprawnienia do modelu na podstawie przyjętych założeń pozwalają uzyskać następujące udoskonalenia logistycznego systemu produkcji:

1. Jedną z istotniejszych wielkości opisujących działanie systemu jest stopień wykorzystania urządzeń technologicznych i dostępności urządzeń transportowych. Na rysunku 4 pokazano średnią zajętość procentową jednego z podsystemów walcowni.
Z rysunku 4 wynika, że wykorzystanie agregatów produkcyjnych na podstawie przyjętych założeń wynosi dla produkcji na poziomie 2,4 mln Mg/r praktycznie 100%.
2. Kampanie walcownicze realizowane były w sposób ciągły, to znaczy nie występowało podczas trwania symulacji blokowanie pieca przez oczekujący na proces walcowania wsad w strefie wyrównawczej. Dzięki temu rozwiązaniu walcownia:
 - unika bezproduktywnej pracy pieca
 - wsad przez cały czas ma pożądaną temperaturę walcowania, dzięki czemu w każdej chwili jest gotowy do procesu produkcji
 - wykorzystując właściwą wydajność pieca walcownia redukuje koszty wytworzenia wyrobu finalnego.
3. Zastosowanie trwalszych walców w zespole wykańczającym wpływa między innymi na:
 - zwiększenie wydajności walcowania
 - zmniejszenie czasu przebywania wsadu w piecu
 - zmniejszenie czasów przebudów walców
 - zmniejszenie czasu trwania pojedynczej kampanii walcowniczej
 - zmniejszenie czasu trwania całego procesu technologicznego.
4. Wynikiem tej symulacji jest całkowite skrócenie czasu realizacji 50–ciu rozpatrywanych kampanii walcowniczych średnio z rzeczywistych 58 do 52 dni, co w skali pełnego roku daje profit dodatkowych 38 dni. W tym czasie można:
 - zrealizować zamówienia z dodatkowo uzyskanych 36 kampanii walcowniczych
 - w sposób efektywny ekonomicznie zoptymalizować powierzchnię składów oraz obciążenia poszczególnych agregatów produkcyjnych, magazynów wyrobów i półwyrobów gotowych
 - wykorzystać uzyskane dodatkowe dni na remonty i konserwację agregatów produkcyjnych, nie obniżając przy tym ich produktywności
 - zaoszczędzone koszty mediów można przeznaczyć na działania prowadzące do podnoszenia jakości uzyskiwanej taśmy stalowej, przyczyniając się do zwiększenia pozycji zakładu na rynku wyrobów hutniczych.

Wnioski

Wykonana w pracy analiza i symulacje przepływu materiału w walcowni taśm stalowych na gorąco pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Modelowanie i symulacja procesów wytwarzania przy wykorzystaniu pakietu Dosimis-3 umożliwiają ich analizę oraz przesłanie funkcjonowania wybranego obiektu (stanowiska, operacji, zabiegu, czynności, transportu, stanu magazynów, zakłóceń itd.), trwającego niekiedy wiele lat, w cią-

gu zaledwie kilku minut. Pozwala to przeprowadzić weryfikację przyjętych założeń przed ich zastosowaniem w praktyce, a także określić nieprawidłowości, jakie mogą wystąpić w czasie eksploatacji.

2. Mimo, że zrealizowana implementacja modelu wspomaganie decyzji dotyczyła jedynie pewnych aspektów logistycznego systemu przygotowania produkcji, to jej wyniki pokazały, iż zastosowanie technik modelowania symulacyjnego pozwala skutecznie racjonalizować przepływ materiałów w procesie logistycznego planowania produkcji. Dzięki temu znacznie skrócił się czas realizacji procesu technologicznego, nastąpiła redukcja kosztów wytworzenia wyrobu gotowego, a warunki jakościowe i technologiczne produkowanej taśmy się nie zmieniły.
3. Zintegrowane z procesami zarządzania modelowanie symulacyjne systemów ułatwia i pomaga optymalizować podejmowane decyzje, przyczyniając się tym samym do lepszego wykorzystania posiadanych w przedsiębiorstwie zasobów i zwiększenia wydajności systemu lub procesu.
4. Zastosowanie symulatora Dosimis-3 pozwala na dokonanie oceny wykorzystania istniejących środków transportowych i agregatów produkcyjnych, co może być przydatne przy ewentualnej modernizacji podsystemu.

Streszczenie

Obiektem badań jest walcownia taśm stalowych walcowanych na gorąco w Hucie ArcelorMittal Poland w Krakowie. W opracowaniu przedstawiono model logistycznego systemu walcowni, w którym uwzględniono typowe jego podsystemy, to znaczy przepływu i składowania materiałów. Elementami systemu walcowni są urządzenia produkcyjne, transportowe, magazyny międzyoperacyjne i wyrobów gotowych. Logistyczne podejście wymaga między innymi minimalizowania czasu przejścia materiałów przez system, minimalizowania zapasów do produkcji oraz powinno wykazywać ograniczone zużycie energii i narzędzi produkcyjnych użytych do wytwarzania wyrobu finalnego. Zbudowany model powinien być podstawą do sformułowania logistycznego systemu walcowni taśm, uwzględniając zarówno aspekty technologiczne, jak i ekonomiczne funkcjonowania badanej walcowni. Do realizacji zadania wykorzystano symulator przepływu materiałów Dosimis-3.

PRODUCTION LOGISTICS SIMULATION SYSTEM USING THE PACKAGE DOSIMIS-3

Abstract

The object of the study is to strip mill hot-rolled steel mill in Huta ArcelorMittal Poland in Cracow. The paper presents a model rolling mill logistic system which incorporates the characteristic of its subsystems: the movement and storage of materials. System components are mill production equipment, transportation, storage interop and finished products. Logistic approach requires inter alia: minimizing the transition time of materials through the system, minimizing inventories to production and should have reduced energy consumption and production tools used to manufacture the final product. For the model should be the basis to formulate the logistic system of strip mill, taking into account both the technological and economical operation of the test mill. To accomplish the task of material flow simulator was used Dosimis-3.