

dr inż. Sebastian SANIUK
Uniwersytet Zielonogórski

WYKORZYSTANIE OUTSOURCINGU W ZWIĘKSZENIU PRODUKTYWNOŚCI SYSTEMU

W pracy przedstawiono problem zarządzania realizacją planowanych zleceń produkcyjnych przy uwzględnieniu ograniczeń zasobowych systemu. Proponowana koncepcja nawiązuje do teorii ograniczeń - TOC (ang. Theory of Constraints), podkreśla znaczenie ekonomicznych aspektów szeregowania zadań produkcyjnych w zarządzaniu przepływem produkcji przy uwzględnieniu zasobu krytycznego „wąskiego gardła” w systemie. Szczególną uwagę zwrócono na możliwość zwiększenia produktywności systemu przy wykorzystaniu zewnętrznych zasobów technologicznych (maszyn, urządzeń, itp.). W prezentowanym eksperymencie zilustrowano sposób planowania obciążenia systemu dla uzyskania maksymalnego efektu ekonomicznego (zysku).

THE USE OF OUTSOURCING IMPROVE PRODUCTIVITY OF SYSTEM

In this paper a problem of production orders planning under assumed limits of enterprise is presented. This concept is connected with Theory of constraints (TOC). The basic idea lies behind the TOC principles is the need to manage the organisation constraints. This means concentrating on controlling the bottleneck resources. This paper provides a planning method of production orders sequence in the system where workflows have to pass through bottleneck. The model specification of system and planning procedure, as well as illustrative example is presented.

1. WPROWADZENIE

Wysoka specjalizacja produkcji, duża zmienność asortymentowa produktów, wynikająca z postępu technicznego, ciągłej poprawy jakości oraz zmienności popytu, stoją u podstaw rozwoju metod i technik zarządzania produkcją. Ukierunkowanie na potrzeby klienta, redukcję kosztów warunkujące rozwój przedsiębiorstwa wymusza poszukiwanie sposobów lepszego wykorzystania dysponowanych zdolności produkcyjnych dla osiągnięcia wysokiej produktywności systemu oraz poprawy wyniku finansowego. Oznacza to potrzebę sprawnego podejmowania decyzji, między innymi w zakresie wyboru i oceny zgłaszanego zlecenia pod kątem możliwości terminowej, nie przekraczającej ustalonych kosztów oraz ekonomicznie uzasadnionej realizacji. Weryfikacja zleceń produkcyjnych powinna uwzględniać z jednej strony ograniczenia systemu takie jak: wydajność maszyn i urządzeń (stanowisk pracy), dostępność środków finansowych, zasobów ludzkich, surowców, technologii wytwarzania, dostępność usług outsourcingowych z drugiej zaś spełniać wymagania klienta, co do jakości, terminu realizacji zlecenia oraz ceny zamówienia. Terminowej realizacji zlecenia musi towarzyszyć optymalny stopień wykorzystania zasobów systemu. Stąd potrzeba wprowadzania metod i technik planowania, zarządzania realizacją zleceń produkcyjnych dających możliwość efektywnego wykorzystania systemu. Przedstawiona w pracy metodyka postępowania szczególną uwagę zwraca na identyfikację i zarządzanie ograniczeniami występującymi w procesie produkcji planowanych zleceń [1], [2]. Proponowana koncepcja

stanowi syntezę ekonomicznych warunków realizacji zlecenia (koszt realizacji) z warunkami fizycznego przepływu materiału w systemie.

Rozważany problem sprowadza się do wyboru spośród zbioru zleceń produkcyjnych planowanych do realizacji w zadanym horyzoncie czasu tych, które gwarantują ekonomicznie efektywną realizację przy jednoczesnym uwzględnieniu kluczowej roli zasobu krytycznego - „wąskiego gardła” systemu. Szczególną uwagę zwrócono na możliwości poprawy produktywności systemu poprzez zlecenie części operacji procesu wytwórczego (operacja krytyczna) na zewnątrz systemu. Wykorzystanie obcych zdolności produkcyjnych pozwala na lepsze wykorzystanie pozostałych zasobów badanego systemu.

Sposób planowania zleceń oraz zarządzania przepływem materiału w systemie, przy uwzględnieniu kluczowej roli wąskich gardeł oraz warunków ekonomicznej realizacji zleceń przy wykorzystaniu outsourcingu ilustruje zawarty w pracy eksperyment.

2. MODEL SYSTEMU

W rozpatrywanym przypadku mamy do czynienia z systemem produkcyjnym składającym się ze stanowisk pracy (centra obróbkowe: frezarskie, tokarskie, stanowiska montażu i kontroli) $\{M_i | i = 1, \dots, m\}$ (rys.1). W systemie planowana jest realizacja zleceń produkcyjnych $\{Z_j | j = 1, \dots, n\}$. Zlecenie, będące przedmiotem weryfikacji, charakteryzuje się określonymi parametrami, takimi jak: wielkość zlecenia, termin realizacji, proces produkcyjny, cena. Zlecenia specyfikowane są procesami produkcyjnymi $\{P_j | j = 1, \dots, n\}$. Proces produkcyjny opisuje marszrutę produkcyjną, czasy operacji technologicznych oraz czasy przygotowawczo-zakończeniowe. Realizacja zlecenia weryfikowana jest pod kątem możliwości i ograniczeń podsystemu wytwórczego oraz wyniku finansowego.

W systemie realizowana jest produkcja krótkimi i średnimi seriami. Zakłada się wystarczające pojemności buforów przystanowiskowych. Materiał pomiędzy stanowiskami jest transportowany przenośnikami automatycznymi zgodnie z marszrutami produkcyjnymi.

Dodatkowo przyjmuje się, że:

- operacje wykonywane są według kolejności określonej przez marszrutę produkcyjną,
- marszruta przebiega przez dany zasób tylko raz,
- czasy operacji technologicznych i transportowych są liczbami naturalnymi,
- czasy wykonania operacji mają charakter deterministyczny,
- dostęp procesów do zasobów realizowany jest w trybie wzajemnego wykluczania,
- termin oraz koszt realizacji zlecenia jest określony przez zleceniodawcę.

3. PROBLEM

Rozważany problem sprowadza się do poszukiwania odpowiedzi na pytanie: czy istnieje taka organizacja przepływu materiału w systemie przedsiębiorstwa realizującego planowane zlecenia, która gwarantuje ekonomicznie efektywną i terminową realizację zleceń przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń systemu (zdolności produkcyjnych, kosztowych, finansowych)?

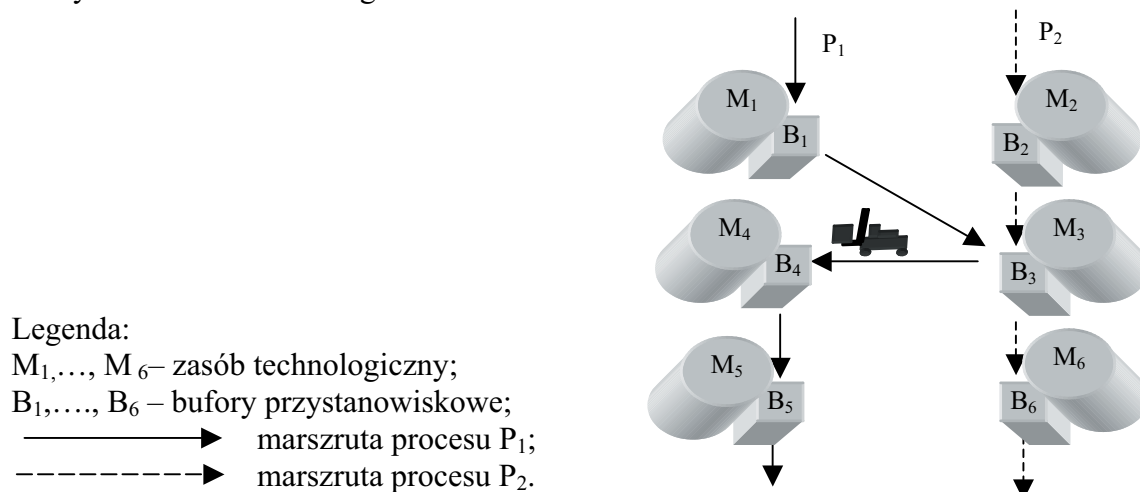
Wymaga to odpowiedzi na szereg szczegółowych pytań:

Czy zdolności produkcyjne przedsiębiorstwa pozwalają na realizację wszystkich planowanych zleceń w zadanym horyzoncie czasu?

Które z planowanych zleceń gwarantują maksymalną przepustowość w warunkach ograniczeń finansowych (cena realizacji zlecenia, koszty wytworzenia) i zasobowych systemu (wąskie gardło)?

Czy istnieje możliwość poprawy produktywności systemu poprzez wykorzystanie outsourcingu?

Problem sprowadza się do poszukiwania efektywnego ekonomicznie wariantu obciążenia systemu planowanymi do realizacji zleceniami. Rozważana jest kolejność wprowadzania zleceń oraz możliwość realizacji części operacji na zasadach outsourcingu. Do pomiaru ekonomicznej efektywności systemu w rozpatrywanym przypadku użyto wskaźnika produktywności zdefiniowanego w rozdziale 4.



Rys. 1. Model przepływu w systemie

4. PLANOWANIE REALIZACJI ZLECEŃ W WARUNKACH OGRANICZEŃ

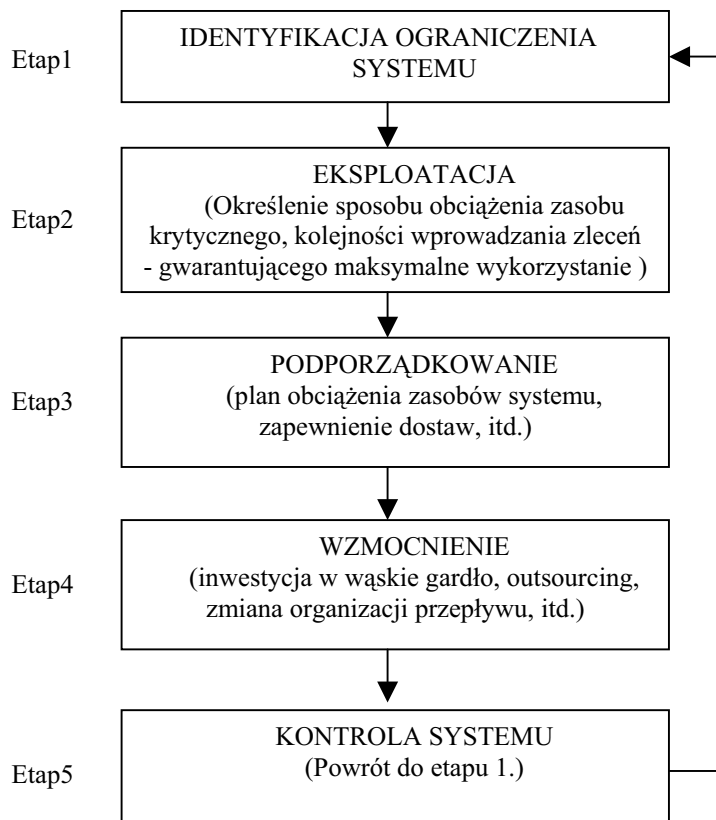
Rozwiązanie tak zdefiniowanego problemu wymaga podjęcia decyzji o kolejności i sposobie realizacji planowanych zleceń produkcyjnych w systemie o znanych ograniczeniach zasobowych i finansowych. Ponieważ sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem wymaga podejmowania decyzji zmierzających do osiągnięcia podstawowego celu organizacji - maksymalizacji zysku, szczególną uwagę zwrócono na ekonomiczne aspekty planowanej realizacji zleceń. Sposób postępowania winien polegać na identyfikowaniu ograniczeń systemu i zarządzaniu tymi ograniczeniami zgodnie z głównym celem organizacji. Wymagania stawiane sposobowi planowania dają podstawę wykorzystania elementów teorii ograniczeń (TOC), która skupia uwagę na kilku krytycznych elementach systemu; proponuje zerwanie z fragmentaryczną oceną systemu (poszczególnych działów) na rzecz oceny efektywności systemu jako całości. Bardzo często inwestycje w poprawę efektywności fragmentów systemu nie prowadzą do wzrostu efektywności firmy. Optimum systemu nie stanowi sumy optimum lokalnych [2]. Zgodnie z TOC działania podejmowane w obszarze poszczególnych części każdej organizacji winny być oceniane poprzez pryzmat ich wpływu na funkcjonowanie całej organizacji [1]. W związku z tym szczególnie nacisk kładziony jest na „najsłabsze ogniwo” w łańcuchu zależności organizacji, które stanowi ograniczenie i które ostatecznie wyznacza efektywność całej organizacji.

Każde działanie usprawniające, które podejmuje organizacja, musi skupiać się na obszarze ograniczenia lub obszarze mającym wpływ na ograniczenie. TOC definiuje systematyczną i skupioną metodę, która jest używana przez organizacje w procesie ciągłego usprawniania.

Aby zrozumieć istotę systemu należy skupić uwagę na [2], [5]:

- celu systemu lub procesu np. maksymalizować zysk teraz i w przyszłości;
- miarach określających realizację celu, np. zysk netto;
- przepływie w systemie np. przepływ informacji w organizacji;
- ograniczeniach w przepływie (znalezienie ograniczeń), np. niska wydajność maszyn;
- konfliktach związanych z ograniczeniami np. rozwiązywanie konfliktów między pracownikami;
- zarządzaniu przepływem przez ograniczenia (dostosowanie wszystkich działań do ograniczeń).

Sposób postępowania zgodnie z TOC można przedstawić jako sekwencję następujących etapów (rys. 2) [1]:



Rys. 2. Sekwencja etapów TOC

Jak łatwo zauważyć, przedstawiona procedura zapewnia maksymalizowanie wyników przy orientacji na punkt krytyczny systemu. Organizacja jest zatem tak silna jak jej najsłabsze ogniwo [2].

Teoria ograniczeń wprowadza własny specyficzny system miar, bazujący na następujących wielkościach [1]:

- przerób T (*ang.* *Throughput*) – rozumiany jako pieniądze generowane przez system, stanowiący różnicę pomiędzy przychodami ze sprzedaży S a kosztami całkowicie zmiennymi Kcz (koszty materiałów);

- kapitał zaangażowany I (*ang. Investment*) – rozumiany jako wartość środków trwałych i obrotowych zaangażowanych w działalność;
- wydatki na działalność operacyjną OE (*ang. Operating expenses*) określające wszystkie koszty, jakie przedsiębiorstwo ponosi, aby przetworzyć materiały i surowce w produkty gotowe;
- produktywność systemu P (*ang. Productivity*) – stanowi stosunek przerobu T do wydatków na działalność operacyjną OE;
- stopa rentowności netto R (*ang. Rate of return*) – wyznaczana jako stosunek różnicy przerobu i wydatków na działalność operacyjną do kapitału zaangażowanego (T-OE/).

Proponowaną w pracy koncepcję planowania zbudowano w oparciu o pierwsze trzy etapy teorii ograniczeń wykorzystując prezentowane miary ekonomiczne oraz metodykę prezentowaną m.in. w pracach [3], [4].

W rozważanym przypadku mamy do czynienia z systemem składającym się z sześciu zasobów technologicznych. Do systemu planowane jest wprowadzenie dwóch zleceń produkcyjnych Z_1 i Z_2 . Zlecenia specyfikowane są odpowiednio procesami produkcyjnymi P_1 i P_2 , które opisują kolejność realizacji operacji, czasy operacji technologicznych oraz czasy przygotowawczo-zakończeniowe.

$$P_1 = \begin{bmatrix} M_1 & M_3 & M_4 & M_5 \\ 1 & 15 & 1 & 3 \\ 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}, P_2 = \begin{bmatrix} M_2 & M_3 & M_6 \\ 3 & 30 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

gdzie: M_i – stanowią i-te zasoby produkcyjne przedsiębiorstwa.

Zlecenie Z_1 dotyczy realizacji produktu A w ilości 100 sztuk/tydzień, natomiast zlecenie Z_2 dotyczy produkcji wyrobu B w ilości 50 sztuk/tydzień. Zakładając ośmiogodzinny dzień pracy, dysponowany fundusz czasu stanowi zatem 2400 min. Dla zrealizowania produkcji przedsiębiorstwo ponosi koszty zakupu surowca, które stanowią w badanym przypadku koszt całkowicie zmienny Kcz. Dane dotyczące przychodu ze sprzedaży poszczególnych produktów i kosztów całkowicie zmiennych zaprezentowano w tab. 1. Znane są również wydatki na działalność operacyjną OE, które w ciągu tygodnia wynoszą 5000 zł.

Tab. 1. Zestawienie przychodów i kosztów planowanej produkcji

	Produkt A	Produkt B
przychód na jednostkę produktu	100 zł	120 zł
koszt całkowicie zmienny Kcz na jednostkę produktu	50 zł	40 zł
planowana wielkość produkcji	100 szt.	50 szt.

Podstawą planowania obciążenia systemu jest identyfikacja zasobu krytycznego systemu (wąskiego gardła). Na podstawie planowanego obciążenia (stanowiskochłonność zadań produkcyjnych) oraz dysponowanych zdolności produkcyjnych łatwo zauważyć, że zasobem krytycznym systemu jest zasób M_3 (etap 1). Wydajność maszyny M_3 uniemożliwia całkowitą realizację planowanej produkcji. Stąd potrzeba określenia najbardziej opłacalnego wariantu realizacji produkcji w badanym okresie. Rozwiązaniem w takiej sytuacji jest podjęcie decyzji o sposobie eksploatacji zasobu krytycznego dającego maksymalny zysk, rezygnując z realizacji produkcji wyrobów mniej opłacalnych (etap 2).

Najczęstszym sposobem wyboru opłacalnego zlecenia jest przeprowadzenie kalkulacji kosztów produktu oraz wyznaczenia marży stanowiącej różnicę między wartością sprzedaży, a kosztem przypadającym na zlecenie. Istotnym mankamentem tej praktyki jest jej niedokładność w wyznaczeniu kosztu zlecenia, brak połączenia aspektu zaangażowania dysponowanych zasobów w wytwarzaniu z aspektem rachunku wyników.

Teoria ograniczeń w tym względzie proponuje zastosowanie własnego systemu miar finansowych pozwalających uwzględnić w systemie podejmowania decyzji stanowiskochłonność realizacji poszczególnych zleceń. Zatem w sytuacji, gdy realizacja zamówienia przekracza możliwości wąskiego gardła, a wąskie gardło bierze udział w wytwarzaniu kilku produktów od menedżera wymaga się podjęcia decyzji o sposobie eksploatacji wąskiego gardła. Należy odpowiedzieć na pytanie: Który z produktów, którego realizacja obciąża zasób krytyczny jest bardziej zyskowny. Zgodnie z teorią ograniczeń należy uwzględnić tzw. przepustowość każdego z produktów obciążających wąskie gardło. Wybór dokonywany jest w oparciu o wartość generowanych jednostek celu (np. PLN) przypadających na minutę pracy wąskiego gardła.

4.1. Wariant wykorzystujący miary TOC

Podjęcie decyzji o eksploatacji wąskiego gardła w sytuacji występowania ograniczenia zasobowego systemu, wymaga oceny wpływu realizowanego zadania produkcyjnego na zasób krytyczny. W praktyce oznacza to wyznaczenie wartości jednostek celu generowanych w systemie przez realizację poszczególnych zleceń. W rozważanym przypadku wyznaczono przerób T dla zlecenia Z_1 i Z_2 odpowiednio $T_1 = 50$ i $T_2 = 80$. Następnie wyznaczono wartość przerobu przypadającą na minutę pracy systemu (wąskiego gardła), która oznacza szybkość, z jaką system generuje jednostki celu (zysk) w przypadku planowanych zleceń. Wartość ta dla zlecenia Z_1 wynosi 4 zł/min natomiast dla zlecenia Z_2 wynosi 2,67 zł/min. Oznacza to, że plan produkcji winien opierać się na maksymalnej produkcji wyrobu A. Czas potrzebny do zrealizowania produkcji A na zasobie krytycznym stanowi 1500 min, pozostałe 900 min dysponowanego funduszu czasu pozwala na zrealizowanie 30 szt. produktu B. Proponowany wariant przyniesie zysk w wysokości 2400 zł (tab. 2). Produktywność systemu w prezentowanym przypadku wynosi $P = 1,48$. Produktywność systemu wyznaczono na podstawie wzoru (1).

$$P = \frac{S - K_{cz}}{OE}, \quad (1)$$

gdzie:

S – przychód ze sprzedaży;

K_{cz} – koszt całkowicie zmienny;

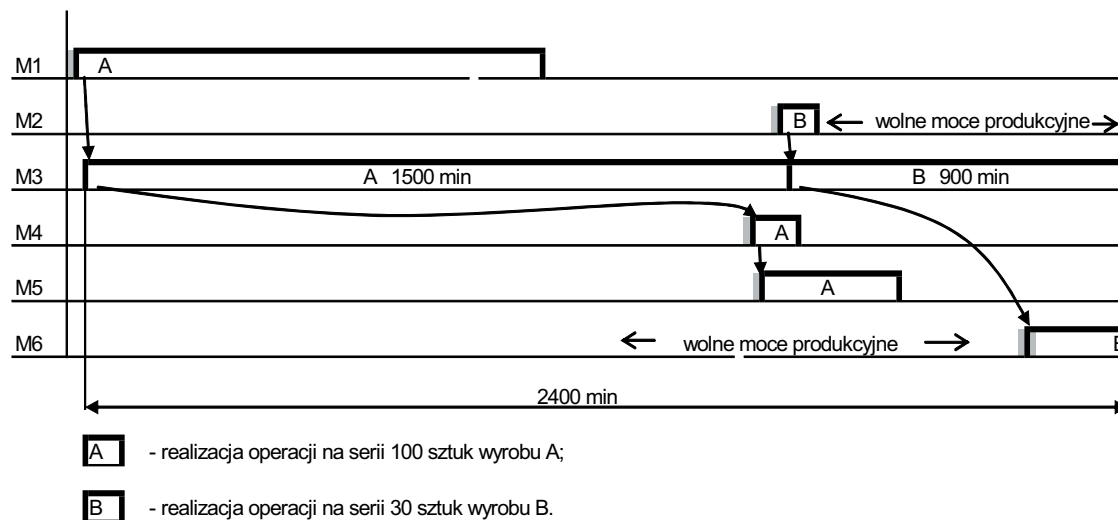
OE – koszty operacyjne (ang. *Operating expenses*).

Tab. 2. Ocena zyskowności wariantu wykorzystującego miary TOC

Sprzedaż S	100 szt. A * 100 zł = 10000 zł 30 szt. B * 120 zł = 3600 zł
Koszty całkowicie zmienne Kcz	100 szt. A * 50 zł = 5000 zł 30 szt. B * 40 zł = 1200 zł
Koszty operacyjne OE/tydzień	5000 zł
Wynik finansowy (zysk)	2400 zł

Jak łatwo zauważyć, podejście systemowe uwzględniające kluczową rolę wąskiego gardła w podejmowaniu decyzji pozwala uniknąć błędów w wyborze wariantu produkcji. Jak pokazuje analiza przypadku, wariant uwzględniający miary TOC pozwala określić sekwencje wprowadzania zleceń produkcyjnych do systemu w ujęciu wyniku finansowego działalności przedsiębiorstwa. Znając kolejność wprowadzania zleceń do planowania realizacji zleceń w systemie o znanych ograniczeniach, można wykorzystać metodykę opartą na sekwencji sprawdzeń warunków wystarczających, prezentowaną m.in. w pracy [4]. Odpowiada to trzeciemu etapowi teorii ograniczeń – podporządkowaniu pozostałych zasobów realizacji operacji na zasobie krytycznym. Na rys. 3 przedstawiono harmonogram obciążenia zasobów podczas realizacji zlecenia Z_1 i Z_2 . Planowany przepływ produkcji (ang. workflow) realizowany jest w układzie szeregowo-równoległym. Zakłada się, że dysponowany system transportu oraz pojemność buforów przystanowiskowych gwarantuje zakładany przepływ w systemie. Elementy serii przekazywane są na kolejne stanowisko bezpośrednio po wykonaniu operacji na poprzednim stanowisku marszruty procesu produkcyjnego.

Na rys. 4 zilustrowano wykres analizy break-even-point dla zilustrowania punktu przecięcia krzywej kosztów całkowitych K_c oraz krzywej przychodu S (100 szt. A + 30 szt. B). Jak łatwo zauważyć, łączna produkcja 130 szt. wyrobów A i B gwarantuje osiągnięcie przychodu w wysokości 13600 zł co odpowiada 11200 zł kosztów całkowitych.

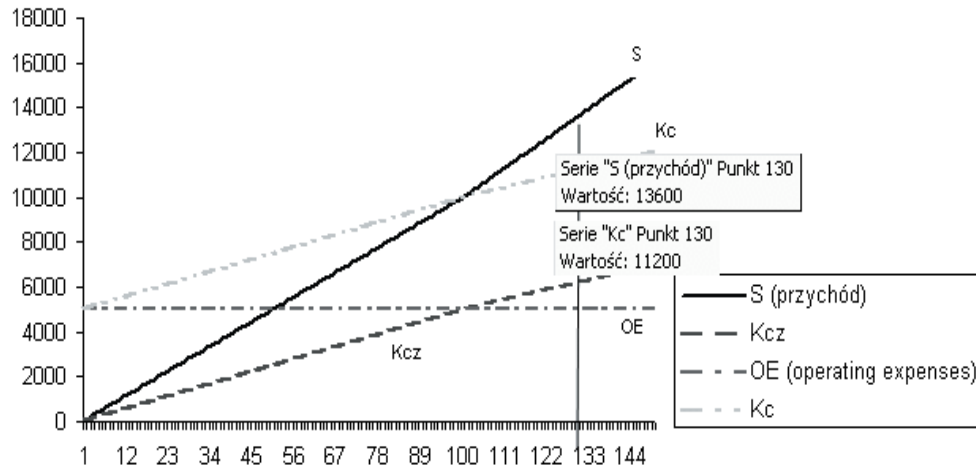


Rys. 3. Harmonogram obciążenia systemu podczas realizacji zleceń A i B

Ograniczona dostępność zasobu krytycznego uniemożliwia zrealizowanie zlecenia Z_2 w całości. Na uwagę zasługują wolne moce produkcyjne pozostałych zasobów (rys. 3). W takim przypadku pozostaje rozważenie możliwości zrealizowania operacji krytycznej poza przedsiębiorstwem.

4.2. Wariant realizacji w outsourcingu

Proponowany wariant przewiduje zrealizowanie pozostałych 20 jednostek produktu B poprzez realizację operacji krytycznej w zewnętrznej firmie (rys. 5). W rozważanym przypadku realizacja operacji na zewnątrz zwiększy koszty ogólne o koszty usługi obcej. Jednocześnie można założyć, że realizacja zlecenia na zewnątrz nie wpłynie na koszt całkowicie zmienny przypadający na jednostkę produktu B (40 zł/jednostkę).



Rys. 4. Wykres analizy break – even – point

W rozważanym przypadku usługę outsourcingu szacuje się na wartość 1000 zł. Decyzja o zleceniu realizacji operacji krytycznej zwiększa koszty całkowite powodując przesunięcie krzywej kosztu całkowitego w górę (rys. 6). Oznacza to, że realizacja dodatkowych 20 sztuk produktu B początkowo obarczona jest wzrostem kosztów operacyjnych (OE). Ponieważ jednak przychód krańcowy (przychód z dodatkowej jednostki) jest większy od kosztu krańcowego (kosztu ponoszonego na wyprodukowanie dodatkowej jednostki) wyprodukowanie każdej dodatkowej jednostki wiąże się ze wzrostem wartości dodanej (zwiększenie zysku/zmniejszenie straty). Powstaje zatem pytanie czy zwiększenie produkcji o 20 jednostek generujących wartość dodaną ze sprzedaży (przychód – koszt całkowicie zmienny), pokryje wzrost kosztów operacyjnych o koszt outsourcingu. Odpowiedź na tak postawione pytanie wymaga sprawdzenia warunku (2):

$$a \cdot (p_i - Kcz_i) \geq Kout_i \quad (2)$$

gdzie:

a - liczba elementów realizowanych w outsourcingu;

kcz_i – koszt całkowicie zmienny i -tego produktu realizowanego w outsourcingu;

$kout_i$ – całkowity koszt usługi outsourcingowej i -tego produktu.

p_i – cena i -tego produktu realizowanego w outsourcingu.

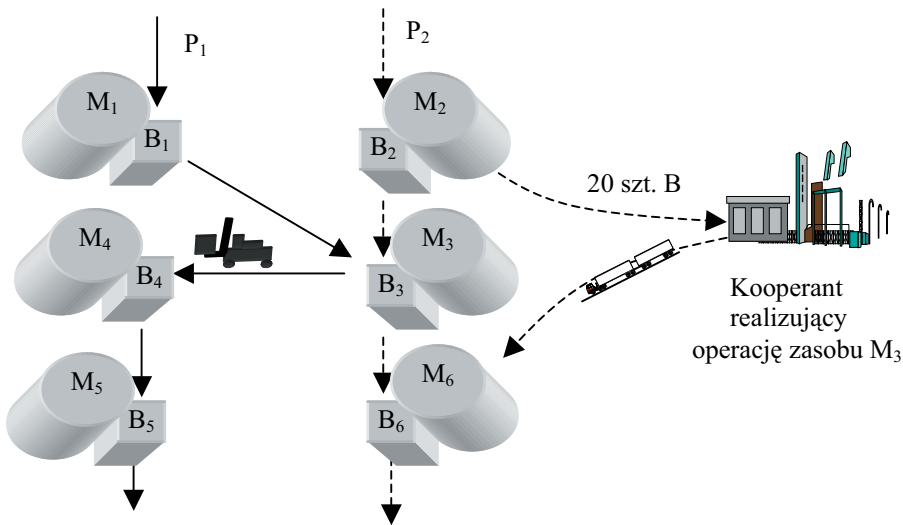
Wyprodukowanie dodatkowych 20 sztuk produktu B gwarantuje dodatkowy przychód ze sprzedaży w wysokości 2400 zł oraz generuje dodatkowy koszt zmienny w wysokości 800 zł. Wartość stanowiąca różnicę pomiędzy przychodem i kosztem całkowicie zmiennym pokrywa w całości koszty poniesione na usługę outsourcingową (1000 zł). Spełnienie warunku gwarantuje zatem opłacalność przedsięwzięcia i oznacza zwiększenie zysku o 600 zł. Szczegółowe wartości wariantu wykorzystującego outsourcing przedstawiono w tab. 3.

Tab. 3. Ocena zyskowności wariantu wykorzystującego outsourcing usług.

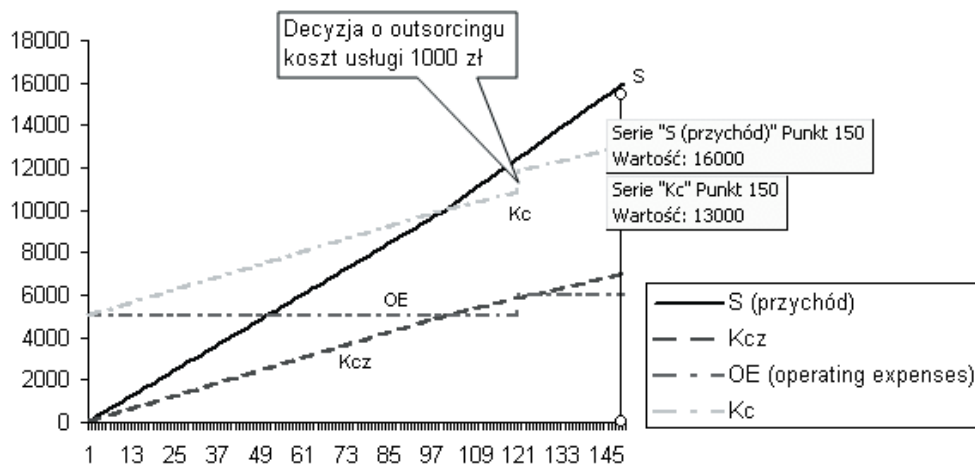
Sprzedaż	100 szt. A * 100 zł = 10000 zł 50 szt. B * 120 zł = 6000 zł
Koszty całkowicie zmienne $\sum Kcz$	100 szt. A * 50 zł = 5000 zł 50 szt. B * 40 zł = 2000 zł
Koszty operacyjne OE/tydzień	6000 zł
Wynik finansowy (zysk)	3000 zł

Realizacja dodatkowej partii produktu B dzięki wykorzystaniu zdolności produkcyjnych zewnętrznej firmy zwiększa wykorzystanie zasobów niekrytycznych przedsiębiorstwa. Biorąc pod uwagę warunki kosztowe, produktywność systemu w badanym okresie zwiększa się z $P=1,48$ do $P=1,50$. Wzrost produktywności spowodowany jest lepszym wykorzystaniem dysponowanych zasobów produkcyjnych limitowanych zasobem krytycznym systemu. W rezultacie następuje poprawa efektu uzyskiwanego przy danym poziomie kosztów operacyjnych.

Ciągle otwartym problemem, który nie został omówiony w artykule jest koszt alternatywny związany z brakiem obciążenia zasobów niekrytycznych. Wykorzystanie outsourcingu pokazuje możliwość redukcji kosztu utraconych możliwości poprzez dociążenie zasobów pozostających w dyspozycji operatora systemu.



Rys. 5. Realizacja operacji M₃ w outsourcingu



Rys. 6. Wykres analizy break – even – point ilustrujący wpływ decyzji o outsourcingu operacji krytycznej 20 sztuk produktu B

ZAKOŃCZENIE

Prezentowane w artykule rozwiązanie stanowi przykład, ilustrujący możliwość wykorzystania teorii ograniczeń w systemie podejmowania decyzji o realizacji planowanych zleceń produkcyjnych. Teoria ograniczeń polega na specyficznym podejściu do problemów występujących w zarządzaniu operacyjnym. Szczególny nacisk kładzie na identyfikację i zarządzanie ograniczeniami systemu produkcyjnego, zwanymi wąskimi gardłami (ang. bottlenecks). W pracy szczególną uwagę zwrócono na znaczenie ekonomicznych aspektów szeregowania zadań produkcyjnych w zarządzaniu przepływem produkcji przy uwzględnieniu zasobu krytycznego „wąskiego gardła” w systemie oraz możliwość wykorzystania outsourcingu dla zwiększenia produktywności systemu.

Proponowana w pracy koncepcja planowania obciążenia systemu łączy procedurę weryfikacji zleceń produkcyjnych opartą na sekwencji sprawdzeń warunków wystarczających [3], [4] oraz procedurę priorytetowania zadań w sytuacji występowania zasobu krytycznego. Oznacza to, ustalenie takiej kolejności realizowanych zleceń, która gwarantuje najefektywniejszą ekonomicznie realizację produkcji jednocześnie w pełni wykorzystując możliwości zasobu krytycznego.

Zastosowanie tej koncepcji nabiera szczególnego znaczenia w sytuacji napływu zbyt dużej liczby zleceń w zadanym horyzoncie planowania, co wymusza nadanie priorytetu tym zleceniom, które przy uwzględnieniu dysponowanej technologii produkcji gwarantują maksymalny efekt. Realizacja odrzuconych zleceń wymaga negocjacji dotyczącej terminu realizacji, ceny zlecenia lub ograniczenia serii.

LITERATURA

- [1] Goldratt E., *Łańcuch krytyczny*, Werbel, Warszawa 2000.
- [2] Goldratt E., *Cel*, Werbel Warszawa 2000.
- [3] Saniuk S., *Algorytmy planowania przepływu produkcji w warunkach występowania deterministycznych ograniczeń logistycznych*, Praca doktorska, Politechnika Warszawska, 2000.
- [4] Saniuk S., *Planowanie przepływu produkcji w warunkach ograniczeń logistycznych*, w: *Systemy wspomaganie podejmowania decyzji w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Zielona Góra, Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2006 - s. 129-162
- [5] Scheinkopf L., *Theory of Constraints*, Re Vele J.B. (red), *Manufacturing Handbook of Best Practices*, St. Lucie Press, New York 2002.