

Bartosz Miszon, Łukasz Hadaś, Martyna Malak, Piotr Cyplik<sup>1</sup>

## WYDZIELANIE STRUMIENI MATERIAŁOWYCH JAKO KONCEPCJA POPRAWY EFEKTYWNOŚCI FUNKCJONOWANIA PRZEDSIĘBIORSTWA PRODUKCYJNEGO

### Streszczenie

Autorzy artykułu prezentują koncepcję wydzielenia strumieni produkcyjnych, jako metody usprawnienia przepływu materiałów. Sprawny przepływ materiałów odgrywa kluczową rolę w działalności współczesnego przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego na rynku o zaostrzającej się konkurencyjności i rosnących oczekiwaniach klientów. Ze względu na rosnące wymagania klientów, w tym konieczność terminowej realizacji zamówień przy jednoczesnym minimalizowaniu kosztów, odpowiednia organizacja procesu przepływu materiałów w przedsiębiorstwie, mają bardzo duże znaczenie.

Zamierzeniem autorów jest przedstawienie koncepcji wydzielenia strumieni materiałowych ze szczególnym uwzględnieniem realizowanych etapów projektowych. W pracy zebrane i omówione zostały problemy mogące utrudnić lub uniemożliwić wydzielenie strumieni pozwalających na efektywny przepływ materiałów w przedsiębiorstwie. Praca zawiera również przykładowe analizy niezbędne do zorganizowania przepływu materiałów w wydzielonych strumieniach. Jednym z elementów pracy jest również przedstawienie cech jakie musi posiadać proces przepływu materiałów, by możliwe było wdrożenie koncepcji.

Ideą omawianego rozwiązania jest doprowadzenie, w wyniku analizy pojedynczych strumieni produkcyjnych, do powstania grup strumieni o wysokim podobieństwie, korzystających z tych samych zasobów. W przypadku zrealizowania tego zadania możliwa jest alokacja posiadanych środków w postaci maszyn do realizacji wybranych strumieni, umożliwiając ograniczenie istniejącej na pojedynczych stanowiskach zmienności produkcji, a przez to ułatwienie realizacji zadań planistycznych oraz sterujących.

**Słowa kluczowe:** Przepływ materiału, sterowanie produkcją, strumienie materiałowe.

## SEPARATING OF MATERIAL STREAMS AS A CONCEPTION OF EFFICIENCY IMPROVEMENT IN MANUFACTURING COMPANY

### Abstract

The authors present the concept of separating the production streams as a method of improving the flow of materials. Smooth flow of materials plays a key role in the activities of modern manufacturing company operating in a market with intensifying competition and rising customer expectations. Due to growing customer requirements including the need for timely execution of orders and simultaneously cost minimizing, the appropriate organization of material flow processes in an enterprise is very important.

The intention of the authors is to present the concept of separation of material streams with a particular focus on stages of design. The study collected and discussed problems that may hinder or prevent the separation of streams allowing for efficient flow of materials in the company. The study also includes examples of analysis necessary to organize the material flow in separate streams. One element of the work is a presentation of features that must have a process of material flow, to make it possible to implement the concept.

The idea of presented solution is to bring as a result of the analysis of individual production streams, to form a group of streams with a high similarity, using the same resources. In case of accomplishment of this task it is possible to allocate of available resources in the form of machinery for the implementation of selected streams, allowing to restrict the variability of production on single posts, and thus to facilitate the tasks of planning and control.

**Key words:** material flow, production control, material streams.

---

<sup>1</sup> Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu; ul. Estkowskiego 6, 61-755 Poznań.

## 1. WSTĘP

Rozwój technologii, coraz szersze zastosowanie systemów komputerowych, a także rosnące oczekiwania klientów dotyczące sprawniejszej, lepszej jakościowo, a przede wszystkim tańszej realizacji ich potrzeb oraz zmieniające się wymogi w obszarach produkcji i magazynowania, zaowocowały pojawianiem się nowych koncepcji organizacji przepływu materiałów w przedsiębiorstwie.

Sposób organizacji przepływu materiałów w przedsiębiorstwie, wpływa nie tylko na efektywność procesu produkcji, ale również na poziom utrzymywanych zapasów, termin realizacji zleceń, wizerunek firmy w oczach klienta, czy końcowy rachunek ekonomiczny przedsiębiorstwa.

Istotnym czynnikiem wymuszającym na przedsiębiorstwach zmiany jest prowadzona walka rynkowa, którą mogą przetrwać jedynie przedsiębiorstwa najlepiej przystosowane – elastyczne, sprawnie zarządzane podmioty, wydajnie realizujące swe zadania. By funkcjonować na rynku, nie wystarczy jedynie realizować proces produkcyjny, ale proces ten musi być efektywny i ukierunkowany na potrzeby i oczekiwania.

Proces przepływu materiałów jest jednym z kluczowych procesów realizowanych w firmach produkcyjnych, jego organizacja ma znaczenie dla przebiegu procesu produkcji, jego wydajności i efektywności. Efektywność każdego z procesów powinna być mierzona na podstawie celów organizacji [10, s. 78], w tym przypadku maksymalnej sprawności procesu produkcyjnego i minimalnego marnotrawstwa. Usprawnienie przepływu może zaowocować, krótszym czasem realizacji zadań produkcyjnych, ograniczeniem ilości utrzymywanych zapasów, a także koniecznością zaangażowania mniejszych zasobów przedsiębiorstwa.

## 2. PRZEPLÝW MATERIAŁÓW W STRUKTURZE PRODUKCYJNEJ

Przeplýw materiałów to kierunek i droga przemieszczenia materiałów wraz z sekwencją rozmieszczenia tych materiałów w łańcuchu dostaw [5, s. 157]. Za przeplýw materiałów uznaje się zadania realizowane w celu fizycznego przemieszczenia materiałów pomiędzy dwoma wybranymi punktami – wejściem i wyjściem procesu. Przeplýw ten inicjowany jest przez informację, która wymusza i steruje przeplýwem materiałów. Przeplýw informacji wskazuje każdemu procesowi, co ma wykonywać i w jakiej kolejności [9, s. 5].

W ramach przemieszczenia materiałów występuje ogół czynności związanych z załadunkiem, wyładunkiem, rozmieszczaniem i manipulowaniem materiałami oraz ich ruchem w procesie produkcyjnym [5, s. 156].

Przemieszczanie materiałów niezbędnych do realizacji zadania produkcyjnego odbywa się pomiędzy jednostkami produkcyjnymi wydzielonymi w strukturze produkcyjnej. Strukturę produkcyjną można określić jako sieć istniejących w danej chwili powiązań elementów systemu produkcyjnego w znaczeniu statycznym i dynamicznym. Elementy systemu stanowią jednostki organizacyjne zerowego stopnia złożoności, natomiast relacje – związki pomiędzy elementami – powiązania wyrobów procesami technologicznymi [6, s. 47]. Podstawą tworzenia struktury produkcyjnej są informacje o warunkach produkcyjnych i organizacyjnych [2, s. 232].

Jednostka organizacyjna to zespół ludzi wyposażonych w środki pracy, zdolny do samodzielnego działania w celu realizacji określonego programu. Najmniejszą jednostką zdolną do samodzielnego działania jest stanowisko robocze, natomiast elementarnym procesem wyznaczonym dla stanowiska jest operacja [8, s. 12].

Podstawowe jednostki organizacyjne grupowane są w jednostki produkcyjne pierwszego stopnia (gniazda lub linie produkcyjne), a specjalizacja tych jednostek przybiera dwójaki charakter: przedmiotowy i technologiczny.

Specjalizacja przedmiotowa wyraża dążenie do zamknięcia w jednostce całości procesu produkcyjnego wyrobu. Kryterium łączenia stanowisk w jednostkach specjalizowanych przedmiotowo jest ich współpraca przy wykonywaniu określonego wyrobu (wyróbów) [8, s. 14].

Specjalizacja technologiczna powstaje na skutek łączenia stanowisk jednego rodzaju (jednej technologii) i tej samej wielkości.

### 3. STRUMIENIE MATERIAŁOWE

Strumień to zbiór informacji i materiałów niezbędnych do zrealizowania określonej grupy potrzeb klientów [3, s. 21]. Strumień w ujęciu ogólnym obejmuje procesy, nie tylko wewnątrz analizowanego przedsiębiorstwa, ale również procesy od pozyskania komponentów od dostawców, do procesów realizowanych w otoczeniu klienta.

Strumień przepływu materiałów jest zbiorem elementów produkcyjnych (surowców, półwyróbów i wyrobów) koniecznych do zrealizowania potrzeb klientów. Strumień materiałowy występuje zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i pomiędzy różnymi podmiotami na rynku funkcjonującymi w ramach jednego łańcucha dostaw.

Duże jednostki produkcyjne o znacznym asortymencie przedmiotów należy poddać badaniu i optymalnemu pogłębieniu specjalizacji przedmiotowej, dostosowanej do warunków poszczególnych wyselekcjonowanych podzbiorów ich asortymentu [1, s. 58].

### 4. WYDZIELENIE STRUMIENI MATERIAŁOWYCH

Realizacja zadania projektowego została podzielona na 5 etapów:

#### 1. Zebranie informacji podstawowych

Pierwszym etapem budowy systemu przepływu materiałów w oparciu o wydzielone strumienie powinno być zebranie niezbędnych danych dotyczących przepływu materiału. Informacje konieczne do realizacji zadania dotyczą:

- technologii i czasów produkcji poszczególnych wyrobów wraz z technologiami alternatywnymi,
- struktury wyrobów i grup wyrobów podobnych,
- posiadanego parku maszynowego.

Określenie danych wejściowych do projektu jest podstawowym krokiem w realizacji pracy, uzyskanie rzetelnych i pełnych informacji, umożliwi poprawne wnioskowanie, natomiast błędy lub brak danych uniemożliwią realizację zadania projektowego.

#### 2. Wyznaczenie planu produkcji

Wyznaczenie planu produkcji jest elementem koniecznym do wyznaczenia planowego obciążenia stanowisk.

#### 3. Wydzielenie poszczególnych strumieni

Wydzielenie pojedynczych strumieni produkcyjnych związane jest z obróbką informacji technologicznych. Informacje na temat wielkości produkcji poszczególnych wyrobów, wraz z informacją o jednostkowym czasie produkcji umożliwia wyznaczenie przewidywanego czasu niezbędnego na realizację zadania produkcyjnego. Najczęstszym formatem danych, spotykanym w przedsiębiorstwach, zawierającym przydatne informacje jest tabela o układzie wyrób / operacja technologiczna zgodnie z poniższą tabelą.

Tabela 1. Wykaz wyrobów i ich proces produkcyjny

Indeks	Zapotrzebowanie	Operacje technologiczne									Indeks składnika
		10 op.	10 st.	10 Tj	10 Tp	20 op.	20 st.	20 Tj	20 Tp	...	
1035231	4356	10	St1	1,833	0,167	20	St3	0,033	0,167		1029834
1034625	1734	10	St2	0,033	0,167	20	St3	0,033	0,167		1045509
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku produkcji wyrobów złożonych, technologia wytwarzania często rozbita jest na etapy – wyroby finalne i składniki. Określenie całego strumienia dla pojedynczego wyrobu wymagało zestawienia poszczególnych wyrobów z ich składnikami (również składnikami składników, jeżeli występowała taka sytuacja).

W celu uzyskania widoku pojedynczych strumieni produkcyjnych konieczne jest przejście z układu wyrób / operacja technologiczna na układ wyrób / stanowisko. Układ taki, przy dużej różnorodności stanowisk nie jest idealny, ponieważ nie pokazuje kolejności poszczególnych operacji.

Tabela 2. Zestawienie danych niezbędnych do wyznaczenia strumieni przepływu materiałów

Indeks wyrobu końcowego	Zapotrzebowanie	Wydział							
		stanowisko1		stanowisko2		stanowisko3		...	
		tpz	tj	tpz	tj	tpz	tj	tpz	tj
1039045	3216	0,083	0,011			0,125	0,003	...	...
1033884	2444	0,083	0,011			0,125	0,003	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim elementem, w ramach tego etapu, było wyznaczenie obciążenia stanowisk, przez wytwarzane na tych stanowiskach wyroby, a także obliczenie całkowitego obciążenia stanowisk. Określenie poszczególnych obciążeń stanowisk jest punktem wyjścia do wydzielenia grup strumieni, gdzie istotna jest suma poszczególnych obciążeń w grupie i zestawienie jej z ilością dostępnych maszyn. Obliczenie całkowitego obciążenia stanowisk umożliwia zdefiniowanie „wąskich gardeł” na etapie planowania, a także wskazuje na wielkość dostępnych rezerw mocy produkcyjnej.

Tabela 3. Zestawienie danych dla wyznaczenia obciążeń całkowitych dla poszczególnych typów maszyn

Indeks wyrobu końcowego	Zapotrzebowanie	Wydział			
		stanowisko1	stanowisko2	stanowisko3	....
		rop	rop	rop	rop
1040848	379	0,0426	0,0045	0,002	...
1059449	437	0,0423	0,0084	0,001	...
...	...	...	...	...	...

Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Wyznaczenie miernika EPE

EPEI (EPE) – *Every-part-every-interval* (każda część w każdym przedziale czasowym). Wskaźnik informuje, jak często możliwe jest wytworzenie każdego spośród produkowanych typów wyrobów. EPEI to miernik powtarzalności cyklu produkcyjnego w przyjętym okresie, wartość 1 oznacza, iż w ciągu danego okresu, może zostać wyprodukowany każdy z produkowanych na danym stanowisku elementów. Wartość 2 oznacza iż do wyprodukowania każdego z wytwarzanych na danym stanowisku produktów potrzebujemy dwa okresy. Wskazane jest, by wskaźnik EPEI był jak najniższy, dzięki czemu możliwe jest utrzymanie niższych stanów magazynowych, czas odnowienia zapasu, a także realizacja zlecenia produkcyjnego są krótsze.

W celu wyznaczenia wartości miernika EPEI skorzystano ze wzoru:

$$EPEI = \frac{\text{liczba typów wyrobów z danej rodziny}}{MLP}$$

gdzie:

$$MLP = \frac{F_{mn} - T_j \times P_{cz}}{T_{pz}}$$

$MLP$  – możliwa liczba przebrojeń,

$F_{mn}$  – fundusz maszynowo-nominalny,

$T_j$  – czas jednostkowy operacji,

$T_{pz}$  – czas przygotowawczo zakończeniowy operacji,

$P_{cz}$  – program produkcji części.

Wyznaczenie wartości wskaźnika EPE dla każdego typu stanowiska umożliwia zbadanie, jak często na danym stanowisku możliwe jest uruchomienie produkcji każdego wytwarzanego elementu, dla przeciętnej partii produkcyjnej.

Wartość EPE wraz z wydzieleniem poszczególnych strumieni produkcyjnych może być przydatna przy budowie buforów i określeniu niezbędnych wartości zapasu.

#### 5. Wydzielenie grup strumieni podobnych

Wydzielenie grup strumieni podobnych to zabieg mający na celu pogrupowanie strumieni produkcyjnych o jak największym stopniu podobieństwa technologicznego, w taki sposób, by możliwe było utworzenie z nich wydzielonej jednostki produkcyjnej.

Konsekwencją wydzielenia grup strumieni podobnych, powinno być wydzielenie jednostki produkcyjnej pierwszego stopnia złożoności, a przez to zadedykowanie odpowiednich maszyn do wyznaczonych strumieni, co umożliwiłoby również opracowanie nowej koncepcji rozmieszczenia stanowisk na halach produkcyjnych, czego wynikiem powinna być optymalizacja procesu fizycznego przepływu materiałów.

Założeniem procesu wydzielenia strumieni wraz z zadedykowaniem poszczególnych maszyn jest nie spowodowanie zwiększenia liczby posiadanych stanowisk roboczych, a także jednoznaczne powiązanie detalu do wskazanego stanowiska.

Tabela 4. Fragment tabeli z wydzielonymi grupami strumieni

Grupy strumieni	Strumienie materiałowe	Wydział							
		St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	...
		rop	rop	rop	rop	rop	rop	rop	rop
GS1	1040845	0,2	0,4	0,1		0,25		0,33	...
	1059439	0,3	0,4	0,1		0,25		0,33	
	1035828	0,1		0,3		0,3		0,1	
GS2	1029044		0,2		0,3	0,3			...
	1019045		0,4		0,2	0,4		0,5	
...	...	...	...	...					...

Źródło: opracowanie własne.

#### 5. KORZYŚCI Z WYDZIELENIA STRUMIENI MATERIAŁOWYCH

Wydzielenie strumieni materiałowych a w konsekwencji zoptymalizowanie ustawienia maszyn i dróg przepływu, powinno doprowadzić do zwiększenia efektywności przedsiębiorstwa poprzez osiągnięcie szeregu korzyści:

- łatwiejsze planowanie – ograniczona ilość produkowanych elementów w każdym strumieniu sprawia, iż zaplanowanie produkcji jest dużo prostsze;
- łatwiejsze sterowanie – wynika z organizacji przedmiotowej grupy stanowisk, osoba nadzorująca ma ułatwiony wgląd w przepływ materiałów i możliwość ciągłej kontroli nad bieżącą realizacją zadania produkcyjnego;

- skrócenie czasu przejścia wyrobu przez strumień produkcyjny – jest spowodowane wieloma czynnikami: efektywniejszym planowaniem i sterowaniem, krótszym czasem transportu pomiędzy stanowiskami, ze względu na ich bliskość, jak i krótszym czasem magazynowania spowodowanym brakiem konieczności utrzymywania wysokich stanów magazynowych;
- minimalizacja poziomu utrzymywanego zapasu – powinna być spowodowana w wyniku reorganizacji buforów magazynowych zasilających poszczególne strumienie, w oparciu o EPEI, a także sprawniejsze planowanie i krótszy czas odnowienia zapasu.

## 6. PROBLEMY PRZY WYDZIELANIU STRUMIENI

Podczas realizacji zadania wydzielenia grup strumieni podobnych i zadedykowaniu tym grupom stanowisk roboczych, a w konsekwencji umożliwienie sprawnego zarządzania powstałymi w ten sposób jednostkami produkcyjnymi, konieczne jest przezwycięzenie szeregu problemów i utrudnień. W niektórych sytuacjach wydzielenie strumieni produkcyjnych nie będzie możliwe ze względu na:

- dużą różnorodność asortymentową, szczególnie przy jednoczesnej dużej różnorodności poszczególnych produktów. Duża ilość strumieni produkcyjnych o niskim stopniu podobieństwa technologicznego, utrudnia ich pogrupowanie umożliwiające sprawną organizację procesu produkcyjnego na zadedykowanych stanowiskach roboczych;
- niewielką ilość maszyn poszczególnych typów w sytuacji, gdy występuje stosunkowo duża ilość wyrobów o niskim podobieństwie technologicznym, a jednocześnie technologia ich wytwarzania wymusza ich przepływ przez jedno stanowisko powoduje powstawanie węzłów – stanowisk wspólnych dla wielu strumieni. Sytuacja taka utrudnia efektywne rozmieszczenie stanowisk roboczych i dodatkowo komplikuje sterowanie procesem przepływu materiałów;
- organizację procesu produkcyjnego i wytyczne technologiczne, które w sposób niepełny informują o technologii wytwarzania. Uzyskanie informacji na temat wskazanej technologii wytwarzania, bez wiedzy o możliwych alternatywach utrudnia zadedykowanie maszyn do poszczególnych strumieni, szczególnie w przypadku, gdy pojawia się również jeden z wcześniejszych problemów. Jednakże w przypadku, gdy ilość alternatyw jest zbyt duża, a jednocześnie alternatywy te nie są standardowe, ilość możliwych kombinacji znacząco utrudnia organizację procesu produkcyjnego w sposób optymalny.

W przypadku, gdy ze względu na jeden z wymienionych problemów nie jest możliwe zorganizowanie procesu produkcyjnego w oparciu o strumienie, alternatywą jest podjęcie próby częściowego wydzielenia strumieni, np. dla grupy A wyrobów wyznaczonych na podstawie metody ABC ze względu na kryterium wielkości sprzedaży. Częściowe wydzielenie strumieni może być również zrealizowane dla grup wyrobów podobnych, dla których wydzielenie wspólnej jednostki organizacyjnej spowoduje stosunkowo duże (najlepiej maksymalne) obciążenie stanowisk roboczych.

## 7. PODSUMOWANIE

W obecnych uwarunkowaniach rynkowych o przetrwaniu firmy decyduje zaspokojenie potrzeb i oczekiwań klientów, dlatego wiele firm podejmuje działania zmierzające do wyjścia naprzeciw tym oczekiwaniom i ukierunkowanie się na zaspokojenie stale rosnących wymagań. Wśród przedsiębiorstw obserwuje się występowanie następujących zjawisk w prowadzeniu działalności gospodarczej: nacisk na elastyczność działania, skrócenie cyklu dostawy, rosnący poziom konkurencji czy indywidualne podejście do klienta [4, s. 52]. Elementy te mają zwiększyć efektywność firmy i umożliwić sprawne konkutowanie z innymi podmiotami.

Organizacja przepływu materiałów w oparciu o wydzielone grupy strumieni produkcyjnych wymaga dokonania szczegółowej analizy procesu produkcyjnego i technologii wytwarzania poszczególnych produktów oraz wydzielenia pojedynczych strumieni produkcyjnych, które następnie należy pogrupować, tak by możliwe było wydzielenie jednostek produkcyjnych zorganizowanych przedmiotowo i buforów międzyfazowych procesów.

Na podstawie analiz strumieni, stosowanej technologii oraz dostępnego parku maszynowego należy określić możliwość organizacji produkcji w oparciu o strumienie produkcyjne. W przypadku gdy koncepcja zastosowania strumieni, nie może być wykorzystana, można rozważyć ujednoczenia technologii produkcji, wprowadzenia typizacji elementów oraz opracowania pełniejszych danych technologicznych zawierających informacje o alternatywnych technologiach. Wydzielenie strumieni produkcyjnych, mimo ramowej metodyki zawsze napotyka na specyfikę przedsiębiorstwa – dokładność danych, wielkość i zmienność planów produkcyjnych, sposób kodowania alternatywnych rozwiązań, ilość i stopień podobieństwa wyrobów czy wielkość i różnorodność parku maszynowego. Realizacja koncepcji wydzielenia strumieni produkcyjnych, podobnie przebiegająca w różnych przedsiębiorstwach, by się powieść, będzie za każdym razem musiała być adaptowana do możliwości i specyfiki konkretnego przedsiębiorstwa.

Optymalizacja przepływu materiału, by szybciej przemieszczał się przez fabrykę, oznacza zmniejszenie wielkości partii [7, s. 153], a to z kolei umożliwi ograniczenie wielkości zapasu robót w toku. Proces przepływu materiałów zorganizowany w strumieniu, przy jednoczesnej swej prostocie, umożliwi sprawne sterowanie procesem produkcyjnym, skrócenie czasu przejścia przez proces produkcyjny, minimalizację czasu niezbędnego na transport materiałów, minimalizację poziomu zapasów w przedsiębiorstwie i efektywniejsze gospodarowanie zapasami.

## LITERATURA

- [1] Boszko J., *Struktura organizacyjna przedsiębiorstwa i drogi jej optymalizacji*, WNT, Warszawa 1973.
- [2] Boszko J., *Uogólniony model tworzenia efektywnych struktur podmiotowych w przedsiębiorstwach budowy maszyn*, Zeszyty naukowe Politechniki Poznańskiej, seria Organizacja i Zarządzanie, 1988, nr 14.
- [3] Czerska J., *Doskonalenie strumienia wartości*, Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa 2009.
- [4] Domański R., Hadaś Ł., *Identyfikacja problemów zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie o długim cyklu wytwarzania*, [w:] *Koncepcje zarządzania systemami wytwórczymi*, Fertsch M., Trzcieliński S. (red.), Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2005.
- [5] Fertsch M. (red.), *Słownik terminologii logistycznej*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006.
- [6] Jackowicz R., Lis S., Wagner K., *Podstawy projektowania struktur przedsiębiorstw przemysłowych*, PWN, Warszawa 1987.
- [7] Liker J.K., *Droga Toyoty 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata*, MT Biznes, Warszawa 2005.
- [8] Mazurczak J., *Projektowanie struktur systemów produkcyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [9] Rother M., Shook J., *Naucz się widzieć. Eliminacja marnotrawstwa poprzez Mapowanie Strumienia Wartości*, Wrocław Center for Technology Transfer, Wrocław 2003.
- [10] Rummler G.A., Brache A.P., *Podnoszenie efektywności organizacji: Jak zarządzać „białymi plamami” w strukturze organizacyjnej?*, PWE, Warszawa 2000.