

Komitet redakcyjny:

Dr hab. inż. Anna Kozłowska (redaktor naczelny)
Prof. dr hab. Joanna Cygler (współpraca)
Prof. dr hab. Tomasz Gołębiowski (współpraca)
Prof. dr hab. Włodzimierz Januszkiewicz (współpraca)
Dr hab. Paweł Lesiak (współpraca)
Prof. dr hab. Krystyna Michałowska-Gorywoda (współpraca)
Prof. dr hab. Joanna Plebaniak (redaktor statystyczny)
Klaudiusz Kaleta (sekretarz redakcji)

Rada naukowa:

Prof. dr hab. Halina Brdulak — Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
Prof. Ludovít Dobrovský, Ph.D. — Uniwersytet Techniczny w Ostrawie (Czechy)
Prof. dr hab. Danuta Kempny — Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Mgr Joanna Mildner-Woś — Bombardier Transportation (ZWUS) Polska Sp. z o.o.
Prof. Ing. Vladimír Modrák — Uniwersytet Techniczny w Koszycach (Słowacja)
Prof. dr hab. Czesław Skowronek — Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Siedlcach
Prof. dr hab. Michał Trocki — Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
Dr Marzena Walczak — Izba Celna w Warszawie
Prof. dr hab. Jarosław Witkowski — Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Dr hab. Rafał Matwiejczuk — Uniwersytet Opolski

Adres redakcji:

00-252 Warszawa, ul. Podwale 17 lok. 2
tel. 795 155 583, e-mail: gml@pwe.com.pl
strona internetowa: www.gml.pl

Informacje dla autorów, zasady recenzowania i lista recenzentów są dostępne na stronie internetowej czasopisma. Wersja drukowana miesięcznika jest wersją pierwotną. Redakcja zastrzega sobie prawo do opracowania redakcyjnego oraz dokonywania skrótów w nadesłanych artykułach.

„Gospodarka Materialowa i Logistyka” jest czasopismem punktowym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (8 punktów).

Wydawca:

Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne SA
00-252 Warszawa, ul. Podwale 17 lok. 2
Strona internetowa: www.pwe.com.pl

Warunki prenumeraty:

Cena prenumeraty krajowej w 2019 r.: roczna 718,80 zł; półroczna 323,46 zł. Cena pojedynczego numeru 59,90 zł. Nakład: 850 egz.

Prenumerata u Wydawcy:

Roczna 25% taniej
Półroczna 10% taniej
Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne SA
Dział Handlowy
ul. Podwale 17 lok. 2, 00-252 Warszawa,
tel. (22) 828-19-61, e-mail: handel@pwe.com.pl

Prenumerata u kolporterów:

Garmond Press — tel. (22) 837 30 08,
<http://www.garmondpress.pl/prenumerata>
Kolporter — tel. (22) 355 04 72 do 75,
<http://dp.kolporter.com.pl>
Ruch — tel. 801 800 803, (22) 693 70 00 w godz 7–17,
e-mail: prenumerata@ruch.com.pl,
lub na stronie: www.prenumerata.ruch.com.pl
Poczta Polska — infolinia: 801 333 444,
<http://www.poczta-polska.pl/prenumerata>
Sigma-Not — tel. (22) 840 30 86,
e-mail: bok_kol@sigma-not.pl
As Press — tel. (22) 750 84 29, (22) 750 84 30;
GLM — tel. (22) 649 41 61,
e-mail: prenumerata@glm.pl, <http://www.glm.pl>

Skład: Koncept, tel. 501 132 246
Druk: Sowa Sp. z o.o.

Spis treści

Izabela Kutschenreiter-Praszkiewicz

Planowanie struktury przestrzennej stanowisk pracy dla procesu montażu wyrobów konfigurowanych według wymagań klientów

2

Assembly process layout planning of customized products

Bożena Gajdzik

Struktura łańcucha dostaw w logistyce 4.0 w przemyśle stalowym

14

The structure of supply chain in logistics 4.0 in steel industry

Agnieszka Ponikierska

Metody oraz narzędzia wspierające optymalizację dystrybucji wyrobów o ograniczonej trwałości

21

Methods and tools supporting distribution optimization of products with limited shelf life

Robert Rogaczewski

Kluczowe aspekty zarządzania logistycznego w korporacjach transnarodowych na przykładzie PKN Orlen

30

Key aspects of logistics management in transnational Corporation on the example of PKN Orlen

Szanowni Czytelnicy i Autorzy

Archiwalne artykuły z lat 2014–2018 dostępne są na stronie internetowej pisma. Co miesiąc wraz z nowym numerem GMIL-u kolejny numer archiwalny: <http://www.gmil.pl/archiwum>

W najbliższych numerach:

- Suboptymalizacja krytycznych paratów kolejki w systemach masowej obsługi
- Rozmyta metoda wyboru kierowcy do realizacji zadań transportowych
- Wybrane aspekty modelowania rozwoju systemu transportowego z uwzględnieniem aspektu środowiskowego

dr hab. inż. Izabela Kutschenreiter-Praszkiewicz

E-mail: ipraszkiewicz@ath.bielsko.pl; nr ORCID 0000-0001-6229-6095

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki

Planowanie struktury przestrzennej stanowisk pracy dla procesu montażu wyrobów konfigurowanych według wymagań klientów

Assembly process layout planning of customized products

Skrócenie dróg transportowych jest jednym z obszarów doskonalenia procesu produkcyjnego wpływającego na jego efektywność. Jedną z metod pozwalających wyznaczyć rozmieszczenie stanowisk pracy, przy minimalizacji długości dróg transportowych, jest metoda trójkątów.

W procesie produkcyjnym, w którym są wytwarzane różnorodne produkty w oparciu o podobną technologię, istnieje konieczność takiego rozmieszczenia stanowisk pracy oraz przestrzeni magazynowej, aby przepływ produkcji przebiegał sprawnie, redukując czas, a co za tym idzie — koszty transportu.

Zastosowanie metody trójkątów wymaga przeprowadzenia takich działań jak: pozyskanie i przygotowanie danych dotyczących częstotliwości powiązań transportowych między stanowiskami, opracowanie rozmieszczenia teoretycznego stanowisk, opracowanie oraz wdrożenie modelu przestrzennego, w którym są uwzględniane wymiary hali, gabaryty stanowisk, drogi transportowe, pola odkładnic i inne elementy wyposażenia, takie jak np. regały, stojaki.

Słowa kluczowe:

metoda trójkątów, rozmieszczenie stanowisk, diagram Sankeya.

Production process layout improvement can influence its efficiency. Triangle method support production process layout planning and minimalizing length of transportation path.

In assembly process of customized product is necessary minimalizing transportation time and cost. Application of triangle method required: data preparing related to components layout, theoretical and practical placement of stands.

Key words:

triangle method, placement of stands, Sankey diagram.

Wprowadzenie

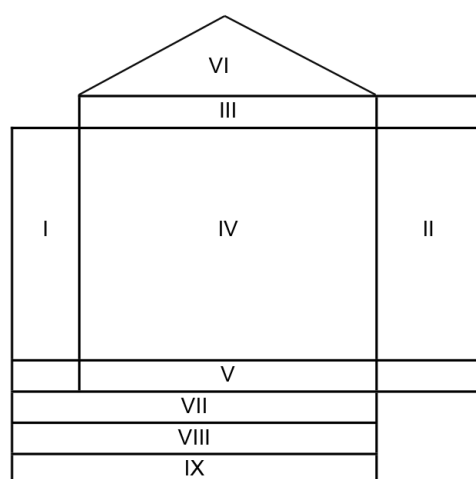
Oferowanie produktów konfigurowanych według wymagań klientów powoduje odejście od produkcji masowej. Jedną z barier, która utrudnia konfigurację produktów według wymagań klientów, są koszty wytwarzania, które wpływają na cenę wyrobu. A zatem konieczne są zmiany w procesie produkcyjnym, które umożliwią redukcję kosztów związanych z procesem produkcyjnym. Jednym z obszarów wpływających na obniżenie kosztów wytwarzania zróżnicowa-

nej produkcji jest logistyka produkcji. Przepływ materiałowy minimalizujący drogi transportowe może wpłynąć na obniżenie czasu oraz kosztu wytworzenia wyrobu.

Metodą, która pozwala na dobór wyrobu do indywidualnych wymagań klienta, identyfikację komponentów oraz istotnych cech procesu wytwarzania, jest QFD (Quality Function Deployment).

Opracowanie macierzy QFD rozpoczyna się od określenia listy celów, która wyjaśnia, co jest rzeczywiście wymagane w celu rozwoju wyrobu. QFD od-

Rysunek 1
Macierz QFD



zwierciedla związek, między „co?” klient potrzebuje i „jak?” te potrzeby mogą być realizowane. Macierz QFD jest często nazywana domem jakości i jest ukierunkowana na tworzenie wartości, której miernikiem jest zadowolenie klienta.

Według S. Wawaka (Wawak, 2006) na macierz QFD składa się dziewięć elementów (rys. 1), które obejmują:

- I wymagania konsumenta;
- II stopień ważności każdego z wymagań wraz z oceną porównawczą firm konkurencyjnych;
- III cechy techniczne (projektowe, technologiczne, towaroznawcze) wyrobu;
- IV relację między potrzebami odbiorcy a cechami technicznymi, która jest zapisywana za pomocą ustalonej skali ocen, np. 1 — korelacja słaba, 3 — korelacja średnia, 9 — korelacja silna;

- V ocenę względną każdej z cech technicznych;
- VI stopień korelacji między cechami technicznymi — korelacja dodatnia może zostać oznaczona „+”, korelacja ujemna może zostać oznaczona „-”;
- VII wartości cech pożądane dla każdej cechy technicznej;
- VIII techniczną ocenę porównawczą;
- IX specjalne wymagania związane z bezpieczeństwem, regulacjami prawnymi i serwisem.

Elementy macierzy QFD obejmują charakterystykę kluczowych wymagań klienta w powiązaniu z podstawowymi charakterystykami wyrobu.

QFD jest również metodą analizy i poprawy systemu produkcyjnego (Hernandez-Matias *et al.*, 2006). QFD wymaga (Sener, Karsak, 2010; Karsak, Sozer, Alptekin, 2003) zastosowania ciągu macierzy, w którym każda z nich odpowiada etapowi rozwoju wyrobu. Na rys. 2 przedstawiono kolejne macierze, tj. macierz planowania wyrobu, planowania części, planowania procesu, planowania operacji.

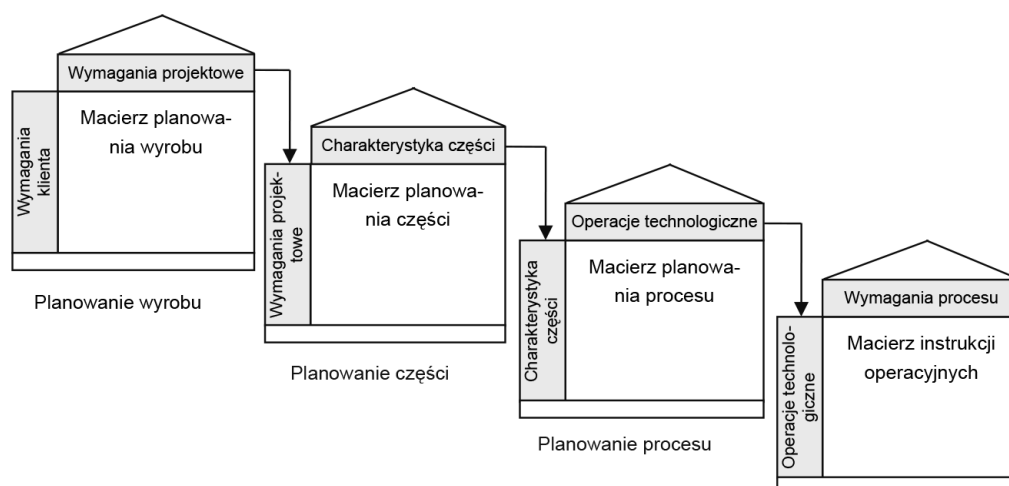
Powiązanie wymagań klienta, charakterystyki wyrobu, wykazu komponentów oraz operacji technologicznych pozwala na kompleksową analizę procesów zachodzących w przedsiębiorstwie. Identyfikacja cech charakterystycznych produktu i procesu ułatwia konfigurację wyrobu według wymagań klienta.

Zależność między charakterystyką wyrobu, jego strukturą i pracochłonnością została przedstawiona na rys. 3 (Kutschenreiter-Praszkiewicz, 2012).

W procesie produkcyjnym wyrobu konfigurowanego według wymagań klienta szczególne znaczenie ma proces montażu.

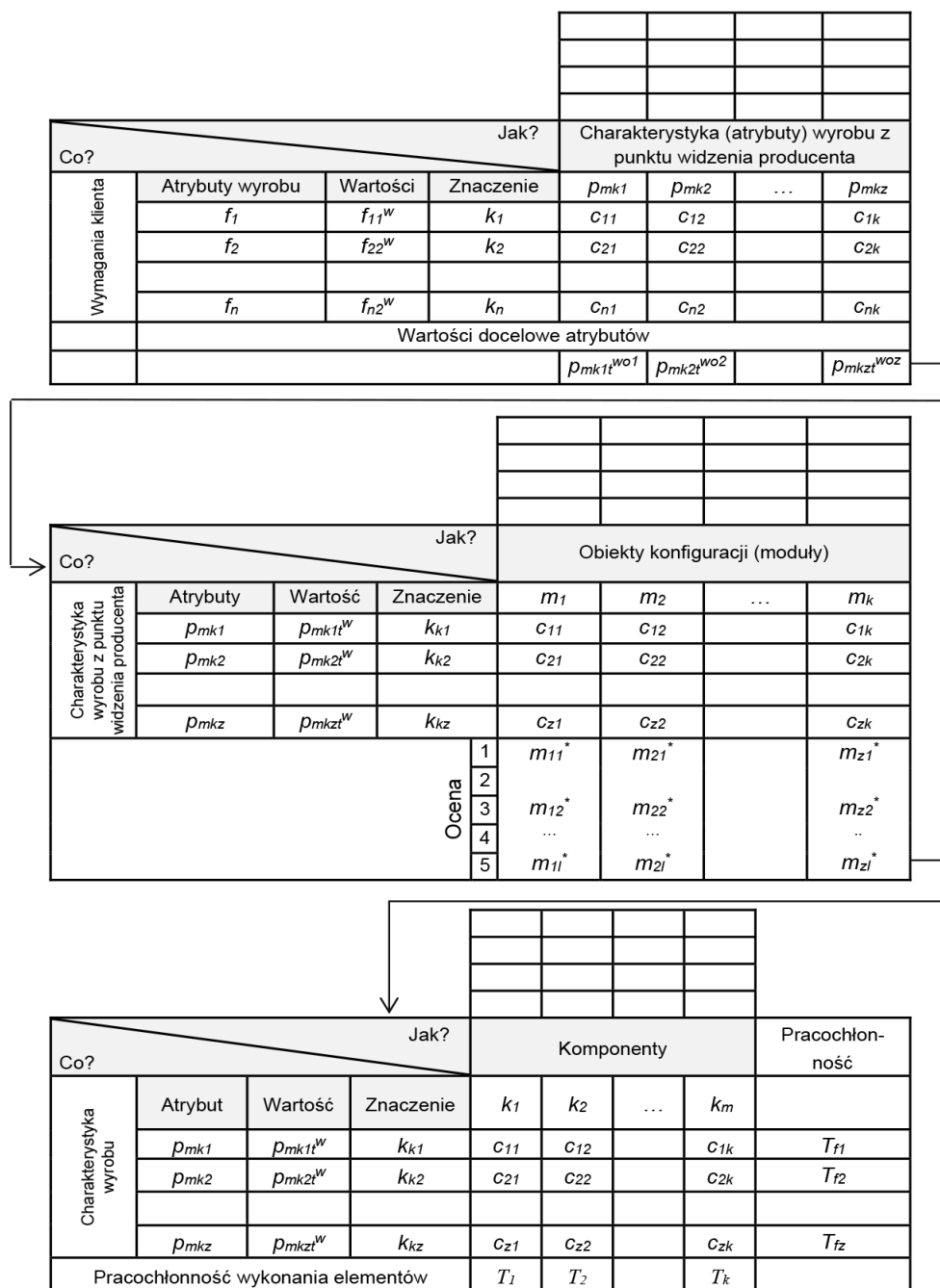
Koncepcja montażu wyrobu została przedstawiona na rys. 4, gdzie uwzględniono wykaz komponentów: K_1, K_2, \dots, K_m dostarczanych na stanowiska montażowe, modułów: M_1, M_2, \dots ,

Rysunek 2
Sekwencja macierzy QFD



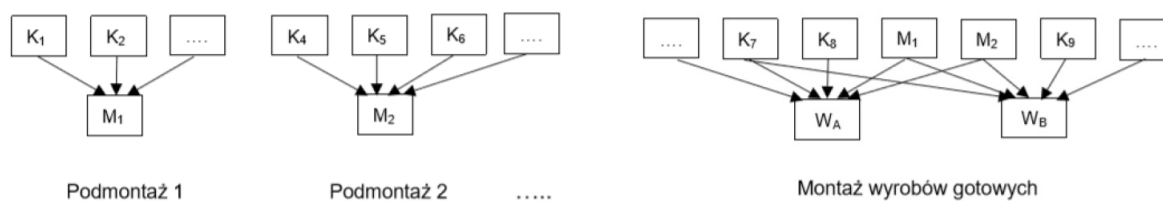
Rysunek 3

Zależność między charakterystyką wyrobu, jego strukturą i pracochłonnością



Rysunek 4

Montaż wyrobu z uwzględnieniem komponentów i modułów



będących wynikiem podmontażu oraz wyrobów W_A, W_B, \dots , które mogą być wytwarzane na indywidualne zamówienie klienta (Shaik, Kesava, Srinivasa, 2015; He, Kusiak, 1996).

Metodyka przestrzennego organizowania procesu pracy

Metodyka przestrzennego organizowania procesów pracy może być oparta o następujące etapy (Martyniak, 1996):

- Rozpoznanie — analiza wstępna, zdefiniowanie przedmiotu badań;
- Modelowanie — zdefiniowanie przebiegów operacyjnych, określenie częstotliwości powiązań transportowych między stanowiskami;
- Analiza wariantów — rozmieszczenie stanowisk na siatce trójkątów;
- Projektowanie szczegółowe — uwzględnienie warunków przestrzennych hali produkcyjnej, wymiarów stanowisk, przestrzeni roboczej pracowników, dróg transportowych, itd.;
- Wdrożenie.

Projektowanie rozmieszczenia stanowisk może być prowadzone z wykorzystaniem metod rejestracji rzeczywistego lub planowanego przebiegu procesu produkcyjnego, takich jak np.: karta przebiegu materiału, tabela transportowa, metoda Sankeya. Wstępne rozmieszczenie stanowisk może być planowane z wykorzystaniem metody trójkątów. Ostateczne rozplanowanie stanowisk może być przeprowadzone z wykorzystaniem modelowania 2D lub 3D (wirtualizacja procesu lub wykorzystanie modeli fizycznych, np. wydruk 3D).

Analiza wstępna

Analiza wstępna oraz zdefiniowanie przedmiotu badań jest nakierowane na wybór obszaru, którego reorganizacja może przynieść największe efekty. Proces produkcyjny wyrobu konfigurowanego według wymagań klientów charakteryzuje się wytworzeniem i montażem wyrobów według różnych specyfikacji. Montowane komponenty mogą różnić się od siebie zarówno pod względem ilościowym i jakościowym — funkcjonalnym, jak i estetycznym (inna kolorystyka, rodzaj materiału itd.).

Rozpoznanie związane z wyborem przedmiotu analizy powinno cechować się:

- potencjalnymi możliwościami uzyskania oszczędności w zakresie transportu wewnętrznego — skrócenie dróg transportowych, redukcja czasu transportu;

- potencjalnymi możliwościami zmiany systemu transportu wewnętrznego;
- potencjalnymi możliwościami zmiany parku maszynowego w procesie produkcyjnym — umieszczenie nowych stanowisk w procesie lub usunięcie stanowisk z procesu produkcyjnego;
- potencjalnymi możliwościami zmian w rozmieszczeniu pól odkładczych, regałów, dróg transportowych, sposobów dostarczania i odbierania materiałów na stanowiska oraz ze stanowisk, przestrzeni magazynowej.

W ramach rozpoznania należy wybrać halę produkcyjną lub jej część, na której będą umieszczane stanowiska pracy oraz inne elementy wyposażenia produkcyjnego — regały, stojaki itd. W tym etapie konieczne jest również określenie asortymentu oraz wielkości partii produkcyjnych.

W przypadku produkcji wyrobów konfigurowanych według wymagań klienta, liczba sztuk w partii produkcyjnej może wynosić jeden. A zatem na etapie rozpoznania należy określić zakres asortymentowy produktów wytwarzanych w procesie, wytypować wyrobów o najmniejszym stopniu złożoności oraz wyrobów o największym stopniu złożoności.

Przykładowe wyroby A, B, C, ..., Z mogą składać się z różnej liczby komponentów:

- Wyrób A (W_A) składa się z komponentów $\{K_1, K_2, \dots, K_i\}$,
- Wyrób B (W_B) składa się z komponentów $\{K_1, K_2, \dots, K_j\}$,
- Wyrób C (W_C) składa się z komponentów $\{K_1, K_2, \dots, K_k\}$ itd.

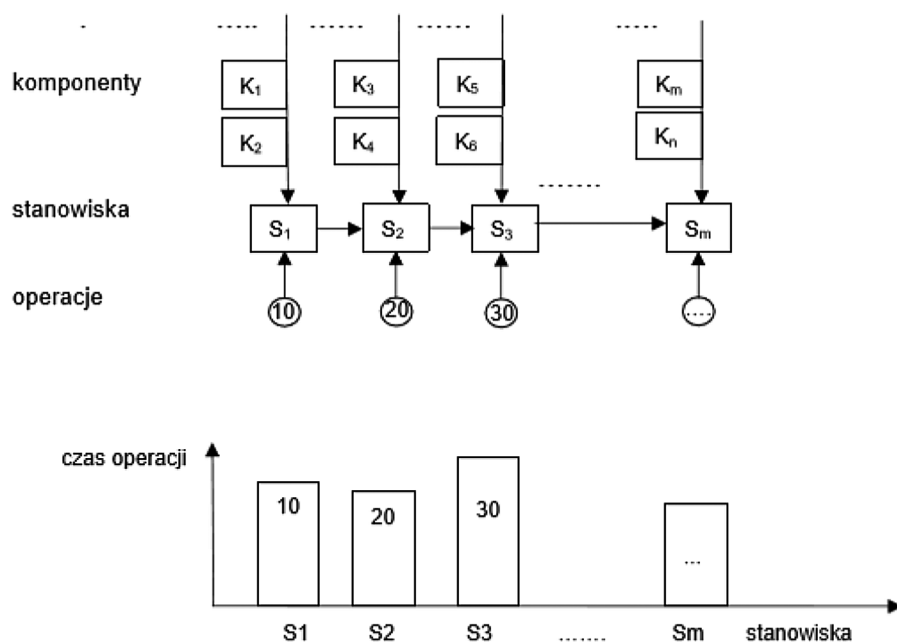
Informacje dotyczące komponentów wchodzących w skład poszczególnych wyrobów przedstawiono w tab. 1, gdzie X oznacza występowanie komponentu w wyrobie.

Tabela 1
Macierz koincydencji

Wyroby Komponenty	W_A	W_B	W_C	W_Z
K_1	X		X		
K_2	X	X			X
...					
K_m		X	X		X

Planowanie montażu może być realizowane w oparciu o schemat przedstawiony na rys. 5, w którym uwzględniono czas montażu. Przedstawiony schemat umożliwia przydział zadań montażowych do poszczególnych stanowisk, uwzględniając synchronizację pracy na poszczególnych stanowiskach (Hou et al., 2014).

Rysunek 5
Planowanie montażu



Modelowanie

Kolejnym etapem jest modelowanie, które wymaga określenia częstotliwości powiązań transportowych.

Metodami pomocnymi w etapie modelowania są diagram przepływu, karta przebiegu materiału, macierz transportowa oraz diagram Sankeya.

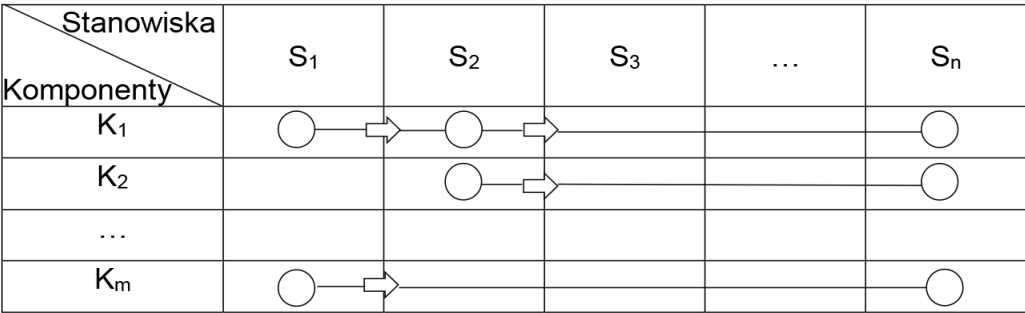
Diagram przepływu może mieć postać jak na rys. 6 (Schenk, Wirth, Müller, 2010). Diagram zawiera informacje dotyczące operacji technologicznych realizowanych na poszczególnych stanowiskach niezbędnych do wytworzenia komponentów.

Analiza przepływu materiału pozwala na przedstawienie marszrut komponentów w procesie produkcyjnym, stanowisk, magazynów oraz innych ele-

Rysunek 6
Diagram przepływu

Komponenty Stanowiska	K ₁	K ₂	K ₃	...	K _m
S ₁	10	10			10
S ₂		20	10		
S ₃	20				20
S ₄			20		
...					
S _n	30		30		30

Rysunek 7
Karta przebiegu materiału



Gdzie:
S₁, S₂, ..., S_n — stanowiska oraz inne obiekty rozmieszczane w hali produkcyjnej
K₁, K₂, ..., K_m — komponenty w procesie produkcyjnym
→ — Transport
○ — Operacja

mentów wyposażenia przeznaczonych do rozlokowania. Karta przebiegu materiału przedstawiona na rys. 7 uwzględnia zarówno operacje realizowane w procesie, jak i transport (Martyniak, 1996).
Metoda ta pokazuje zarówno komponenty, stanowiska, jak i liczbę powiązań transportowych w danym okresie (np. w ciągu zmiany roboczej, tygodnia lub miesiąca).
Kolejną metodą przydatną w modelowaniu przepływów transportowych jest macierz transportowa nieukierunkowana, która przedstawia liczbę powiązań między stanowiskami (rys. 8) (Martyniak, 1996; Burduk, Górnicka, 2016).

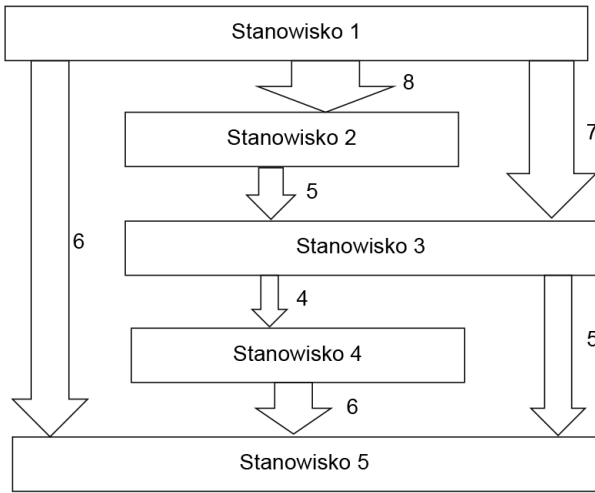
Rysunek 8
Macierz transportowa nieukierunkowana

Stanowiska	S ₁	S ₂	...	S _n
S ₁		Lt ₁₋₂		Lt _{1-n}
S ₂				Lt _{2-n}
...				
S _n				

Gdzie:
S₁, S₂,... — stanowiska, rozmieszczane obiekty, np. magazyny, regały
Lt₁₋₂, Lt_{1-n} — liczba transportów między stanowiskami, rozmieszczanymi obiektami

Diagram Sankeya, nazywany również wykresem strumieniowym, przedstawia natężenie przepływu między poszczególnymi stanowiskami, uwzględniając sumę powiązań transportowych, która może być zarejestrowana w macierzy transportowej nieukierunkowanej. Im bardziej intensywny przepływ materiału, tym szersza strzałka obrazująca przepływ. Natężenie przepływu jest ponadto podane w wartościach liczbowych, np. 7 transportów w ciągu zmiany roboczej. Przykład diagramu Sankeya przedstawiono na rys. 9.

Rysunek 9
Diagram Sankeya



Analiza wariantów rozmieszczenia stanowisk

Analiza wariantów rozmieszczenia stanowisk może być prowadzona z zastosowaniem metody trójkątów. Algorytm rozmieszczania stanowisk w metodzie trójkątów składa się z następujących etapów (Martyniak, 1996; Kowalski, Marut, 2012; Burduk, Górnicka, 2016; Scholz-Reiter, Toonen, Tervo, 2011):

- A — wybrać parę obiektów o największej intensywności przepływów,
- B — umieścić wybraną parę w sąsiednich wierzchołkach siatki trójkątów,
- C — wyznaczyć sumę powiązań między obiektami rozmieszczonymi a nierozmieszczonymi,
- D — wybrać obiekt o największej intensywności przepływów i umieścić na siatce trójkątów,
- E — powtarzać działania z etapów C i D tak długo, aż nie zostaną rozmieszczone wszystkie stanowiska na siatce trójkątów.

Obiekty powinny być rozmieszczane w taki sposób, aby obiekty o dużej intensywności przepływów były rozlokowane w małej odległości od siebie, gdzie odległość jest mierzona liczbą boków trójkątów na siatce trójkątów równobocznych. Przykład siatki trójkątów przedstawiono na rys. 10.

Stanowiska na siatce trójkątów są rozmieszczane w postaci bezwymiarowych punktów. Rzeczywiste rozmieszczenie wymaga projektowania szczegółowego uwzględniającego gabaryty rozmieszczanych obiektów oraz specyfikę pomieszczenia, w którym obiekty się znajdują.

Projektowanie szczegółowe

Projektowanie szczegółowe wymaga uwzględnienia rzeczywistej wielkości stanowisk, wyposażenia, hali produkcyjnej itd. Projektowanie szczegółowe może być prowadzone z zastosowaniem modelowania 2D, 3D lub z wykorzystaniem modeli fizycznych rozmieszczanych elementów, np. przy wykorzystaniu wydruku 3D. W etapie tym bezwymiarowym punktem obrazującym stanowiska przypisywane są wymiary, które pozwalają na zaplanowanie rozmieszczenia stanowisk w obrębie hali produkcyjnej. Ze względu na gabaryty: stanowisk, wyposażenia oraz hali produkcyjnej rozmieszczenie stanowisk ustalone w poprzednim punkcie może ulec zmianie.

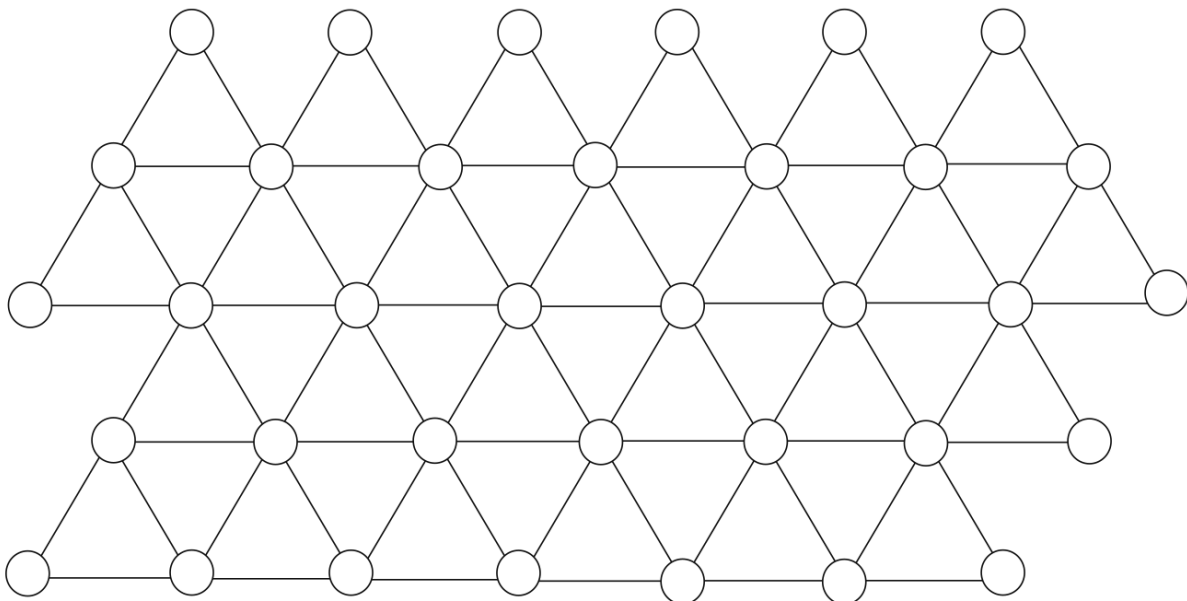
Wdrożenie

Wdrożenie wymaga ustawienia stanowisk zgodnie z planem ustalonym w poprzednim punkcie. Plan wdrożenia może obejmować zasoby (Riedel *et al*, 2013) czasowe, finansowe oraz kadrowe. Za pomocą harmonogramu Gantta można zaplanować kolejne etapy związane z wdrożeniem. Przykład harmonogramu przedstawiono na rys. 11.

Przykład

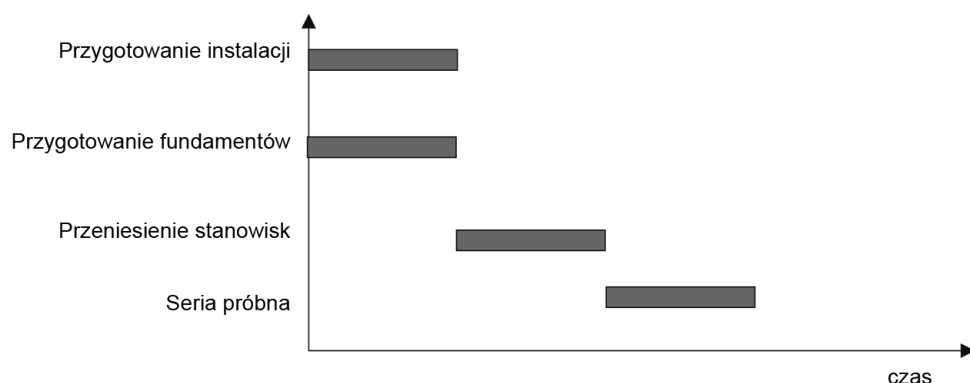
Analizie poddano proces montażu przekładni zębatych. Dane dotyczące montażu wyrobu WA skła-

Rysunek 10
Przykład siatki trójkątów



Rysunek 11

Harmonogram wdrożenia



dającego się z komponentów K1, K2, K3, K4, K7, K8, K11, K13, K14, K16 zostały przedstawione w tab. 2, natomiast dane dotyczące montażu wyrobu WB składającego się z komponentów K1, K2, K3, K4, K4a, K4b, K7, K8, K11, K13a, K14, K16, przedstawiono w tab. 3.

Następujące obiekty są rozmieszczane w obrębie hali produkcyjnej:

- S1 — prasa + nagrzewnica
- S2 — prasa + nagrzewnica
- S3 — stół montażowy
- S4 — stół montażowy

Tabela 2

Dane dotyczące montażu dla wykonania 1 sztuki wyrobu WA składającego się z komponentów K1, K2, K3, K4, K7, K8, K11, K13, K14, K16

Nr stanowiska	Operacja montażu	Komponenty				Kolejność montażu ⇒ wynik	Komponenty (kolumna -3-) ze stanowiska / magazynu (M01)	Komponenty (kolumna -7-) na stanowisko / magazyn (M02)
		nr komponentu	liczba	masa	wymiary			
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
S1	Montaż wał + koło zębate	K1 K2 K3 K4	1 1 1 1	1 2 3 1		K1+K2⇒K5 K3+K4⇒K6	M01 M01 M01 M01	S2 S2
S2	Montaż łożysk na wale	K5 K6 K7 K8	1 1 1 1	3 4 0,5 0,5		K5+K7⇒K9 K6+K8⇒K10	S1 S1 M01 M01	S3 S3
S3	Wały + korpus	K9 K10 K11	1 1 1	3,5 4,5 10		K9+K10+K11⇒K12	S2 S2 M01	S4
S4	Korpus + pokrywy	K12 K13 K14	1 1 16	18 1 1		K12+K13 + K14⇒K15	S3 M01 M01	S5
S5	Zalanie olejem, test	K15 K16	1 1	20 5		K15+K16⇒WA	S4 M01	M02

Tabela 3

Dane dotyczące montażu dla wykonania 1 sztuki wyrobu WB składającego się z komponentów K1, K2, K3, K4, K4a, K4b, K7, K8, K11, K13a, K14, K16

Nr stanowiska	Operacja montażu	Komponenty				Kolejność montażu ⇒ wynik	Komponenty (kolumna -3-) ze stanowiska / magazynu (M01)	Komponenty (kolumna -7-) na stanowisko / magazyn (M02)
		nr komponentu	liczba	masa	wymiary			
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
S1	Montaż wał + koło zębate	K1	1	1		K1+K2⇒K5 K3+K4⇒K 6K4a+K4b⇒K6a	M01	S2 S2 S2
		K2	1	2			M01	
		K3	1	3			M01	
		K4	1	1			M01	
		K4a	1	2			M01	
		K4b	1	1			M01	
S2	Montaż łożysk na wale	K5	1	3		K5+K7⇒K9 K6+K8⇒K10 K6a+K8⇒K10a	S1	S3 S3 S3
		K6	1	4			S1	
		K6a	1	3			S1	
		K7	1	0,5			M01	
		K8	1	0,5			M01	
S3	Wały + korpus	K9	1	3,5		K9+K10+K11+K10a⇒K12a	S2	S4
		K10	1	4,5			S2	
		K10a	1	3,5			S2	
		K11	1	10			M01	
S4	Korpus + pokryw	K12a	1	18		K12a+K13a + K14⇒K15a	S3	S5
		K13a	1	1			M01	
		K14	16	1			M01	
S5	Zalanie olejem, test	K15a	1	20		K15a+K16⇒WB	S4	M02
		K16	1	5			M01	

S5 — hamownia

M01 — magazyn części

M02 — magazyn wyrobów gotowych

Transport komponentów między stanowiskami należy do obowiązków pracownika montażu. Transport z oraz do magazynu należy do innego pracownika. Dane dotyczące przepływu materiału w procesie montażu przedstawiono w tab. 4, gdzie: M01, M02, S₁, S₂, ..., S₅ — rozmieszczane magazyny oraz stanowiska, K₁, K₂, ..., K₁₆ — komponenty w procesie montażu, → łączenie elementów w procesie montażu, ⇔ transport, liczba transportów w ciągu zmiany roboczej, O operacja, zabieg, czynność. Wyrób WA jest wytwarzany w partii liczącej 10 sztuk, natomiast WB w partii liczącej 1 sztukę.

Macierz transportowa nieukierunkowana została przedstawiona w tab. 5, natomiast diagram Sankeya pokazano na rys. 12. Kolejność umieszczania stanowisk na siatce trójkątów została przedstawiona w tab. 6, natomiast siatka trójkątów wraz z roz-

mieszczonymi stanowiskami została przedstawiona na rys. 13. Szczegółowy projekt rozmieszczenia stanowisk oraz magazynów został przedstawiony na rys. 14.

Wnioski

Wytwarzanie wyrobów konfigurowanych według potrzeb klienta wymaga zmian w procesie produkcyjnym, które zapewnią sprawny przebieg procesu produkcyjnego.

Skrócenie dróg transportowych może wpłynąć na obniżenie czasu oraz kosztów procesu wytwarzania.

Metody wspomagające planowanie przepływu materiału, takie jak: diagram Sankeya, macierz transportowa oraz metoda trójkątów, wymagają pozyskania danych dotyczących natężenia przepływów pomiędzy stanowiskami.

Tabela 4

Przepływ materiału w procesie montażu

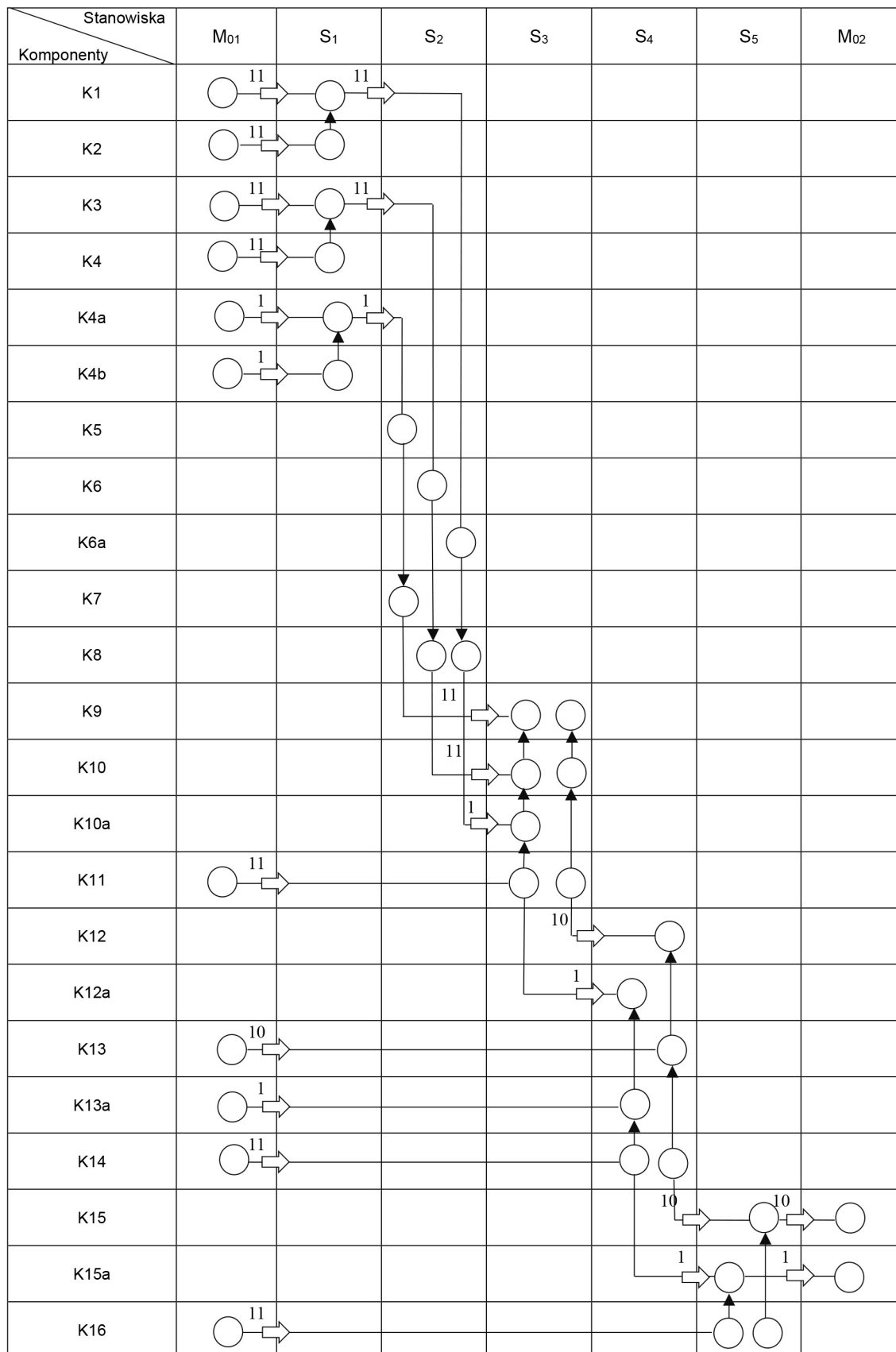


Tabela 5

Macierz transportowa nieukierunkowana

Stanowiska	M ₀₁	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	M ₀₂
M ₀₁		46		11	22	11	
S ₁			23				
S ₂				23			
S ₃					11		
S ₄						11	
S ₅							11
M ₀₂							

Pozyskanie i przygotowanie danych wymaga analizy asortymentu oraz liczby produkowanych komponentów, stanowisk biorących udział w procesie produkcyjnym oraz częstotliwości powiązań transportowych między stanowiskami pracy.

Analiza marszrut wyrobów może być przedstawiona za pomocą karty przebiegu materiału, która pozwala na analizę przepływu materiału z użyciem symboli graficznych.

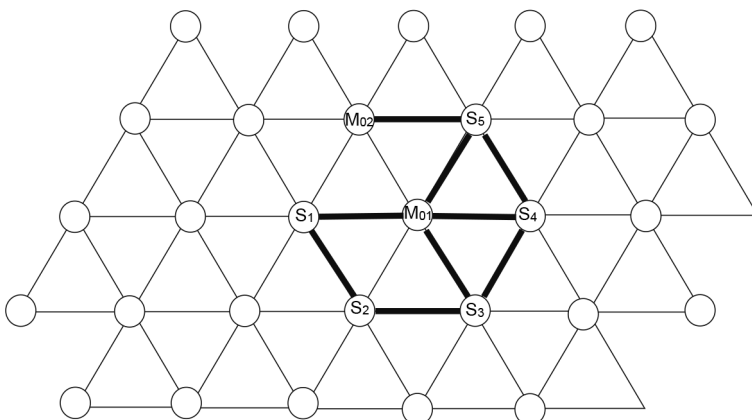
Tabela 6

Kolejność rozmieszczania stanowisk na siatce trójkątów

Stanowiska	M ₀₁	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	M ₀₂
M ₀₁	X	X		11	22	11	
S ₁			23				
S ₂			X	23			
S ₃				X	11		
S ₄					X	11	
S ₅						X	11
M ₀₂							

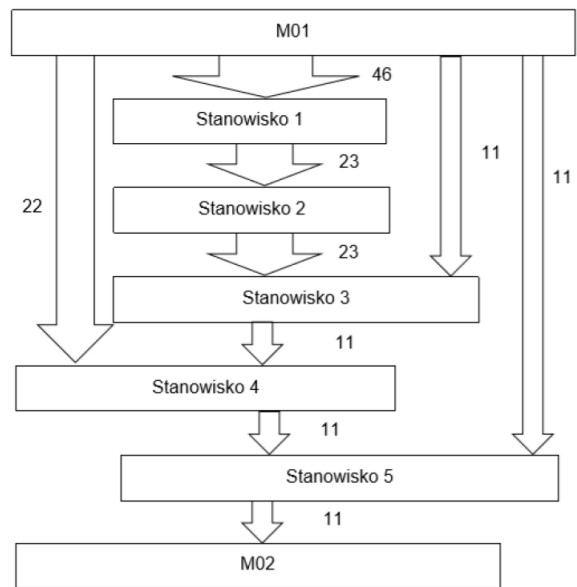
Rysunek 13

Siatka trójkątów



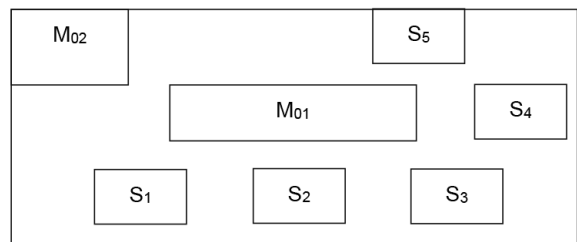
Rysunek 12

Diagram Sankeya



Rysunek 14

Rozmieszczenie stanowisk



Bibliografia

- Burduk, A., Górnicka, D. (2016). Usprawnienie przepływu materiałów i rozmieszczenia stanowisk produkcyjnych na przykładzie małego przedsiębiorstwa produkcyjnego. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (6), 23–43.
- He, D. W., Kusiak, A. (1996). Performance analysis of modular products. *International Journal of Production Research*, 34(1), 253–272.
- Hernandez-Matias, J. C., Vizan, A., Hidalgo, A., Rios, J. (2006). Evaluation of techniques for manufacturing process analysis. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17(5), 571–583.
- Hou, L., Wu, Y., Lai, R., Tsai, C. (2014). Product family assembly line balancing based on an improved genetic algorithm. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70(9–12), 1775–1786.
- Karsak, E. E., Sozer, S., Alptekin, S. E. (2003). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44(1), 171–190.
- Kowalski, A., Marut, T. (2012). Hybrid Methods Aiding Organisational and Technological Production Preparation Using Simulation Models of Nonlinear Production Systems. W: E. Corchado, V. Snášel, A. Abraham, M. Woźniak, M. Grana, S.-B. Cho (red.). *Hybrid Artificial Intelligent Systems. HAIS 2012* (tom 2, 259–266), Berlin: Springer.
- Kutschenreiter-Praszkiewicz, I. (2012). *Systemy bazujące na wiedzy w technicznym przygotowaniu produkcji części maszyn*. Bielsko-Biała: Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej.
- Martyniak, Z. (1996). *Metody organizowania procesów pracy*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Riedel, R., Jentsch, D., Horbach, S., Ackermann, J., Müller E. (2013). Agile Planning Processes. W: V. Prabhu, M. Taisch, D. Kiritsis (red.). *Advances in Production Management Systems. Sustainable Production and Service Supply Chains. APMS 2013. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (tom 1, 143–150). Berlin: Springer.
- Schenk, M., Wirth, S., Müller, E. (2010). *Factory Planning Manual*, Berlin: Springer.
- Scholz-Reiter, B., Toonen, Ch., Tervo, J. T. (2011). Investigation of the Influence of Capacities and Layout on a Job-Shop-System's Dynamics. W: H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter, K.-D. Thoben (red.). *Dynamics in Logistics*, Berlin: Springer.
- Sener, Z., Karsak, E. (2010). A decision model for setting target levels in quality function deployment using nonlinear programming-based fuzzy regression and optimization. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 48(9–12), 1173–1184.
- Shaik, A. M., Kesava Rao, V. V. S., Srinivasa Rao, Ch. (2015). Development of modular manufacturing systems — a review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76(5–8), 789–802.
- Wawak, S. (2006). *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*. Gliwice: Helion.

PWE POLECA



Książka stanowi spójną tematycznie publikację przedstawiającą w sposób oryginalny i twórczy wielowymiarowe związki między kształtowaniem zachowań konsumentów a modą. Ambicją Autorów było dostarczenie osobom zainteresowanym wykreowaniem lub wzmocnieniem już istniejącej marki modowej niezbędnej wiedzy oraz wielu praktycznych wskazówek. W książce połączono zatem aspiracje naukowe z praktyką biznesową, a także spojrzenie socjologiczne z podejściem typowo marketingowym. Podstawą jej przygotowania były obszerne badania konsumentów mody.

Publikacja jest przeznaczona nie tylko dla kadry naukowej oraz studentów zarządzania i marketingu czy kierunków związanych z projektowaniem mody, ale także dla osób rozpoczynających swoją przygodę w branży odzieżowej oraz menedżerów z pewnym doświadczeniem zawodowym, którzy szukają dla siebie inspiracji lub starają się pogłębić posiadaną wiedzę.

dr hab. inż. Bożena Gajdzik

E-mail: bozena.gajdzik@polsl.pl; nr ORCID: 0000-0002-0408-1691

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii

Struktura łańcucha dostaw w logistyce 4.0 w przemyśle stalowym

The structure of supply chain in logistics 4.0 in steel industry

Od kilku już lat wzrasta zainteresowanie logistyką 4.0, która jest formą odpowiedzi podmiotów gospodarczych na zmiany w przemyśle na poziomie czwartej rewolucji przemysłowej. Przemysł 4.0, bo tak określany jest rozwój przemysłu w ramach czwartej rewolucji przemysłowej, tworzą przedsiębiorstwa, które utworzyły linie produkcyjne stanowiące połączenie mobilnej automatyzacji i systemów informatycznych sterowania procesami. Rozwój przedsiębiorstw nowej generacji i ich współpraca z podmiotami obsługi logistycznej dały początek nowym strukturalom łańcuchów dostaw. W niniejszej publikacji przedstawiono ogólne założenia konstruowania struktury łańcucha dostaw na poziomie rozwoju przemysłu 4.0 oraz przykład ewolucji struktury łańcucha dostaw w przemyśle stalowym. Przemysł stalowy w Polsce, tak jak i inne gałęzie przemysłu, które chcą być konkurencyjne, doskonalą się, by sprostać wyzwaniom nowoczesnego przemysłu 4.0. Praca ma charakter teoretyczno-praktyczny i jest połączeniem studium literatury i analizy typu *case study*.

Słowa kluczowe:

łańcuch dostaw, logistyka 4.0, przemysł 4.0

For several years, there has been an increasing interest in logistics 4.0, which is a form of response of enterprises, to changes in industry at the level of the fourth industrial revolution. Industry 4.0, such we call changes in the fourth industrial revolution, create enterprises that have created production lines that are a combination of mobile automation and process control information systems. The development of new generation manufacturing enterprises and their cooperation with logistic enterprises — gave rise to a new structure of supply chains. This publication presents the general assumptions of constructing the structure of supply chain at the level of industrial development 4.0 and an example of the evolution of the structure of supply chain in the steel industry. The steel industry in Poland, like other industries that want to be competitive, is changing to be a part of modern industry 4.0. The paper consists of a theoretical and practical part. The paper is combination of a study of literature and case study analysis.

Key words:

supply chain, logistics 4.0, industry 4.0

Wprowadzenie

W warunkach gospodarki rynkowej istotne znaczenie ma budowanie przewagi konkurencyjnej. Aby zapewnić sukces rynkowy, przedsiębiorstwa budują pozycję konkurencyjną, inwestując w innowacyjne technologie, akceptowalne na danym poziomie rozwoju gospodarczego. Po 2010 r. pojawiły się coraz śmielsze pomysły budowania przewagi konkurencyjnej z wykorzystaniem cyberfizycznych linii produkcyjnych, będących jednymi z ważniejszych elementów przemysłu 4.0. Koncepcja przemysłu 4.0 narodziła się w Niemczech w 2011 r. na poziomie narodowego planowania strategicznego. Polityka gospodarcza tego kraju została ukierunkowana na: zwiększenie udziału robotów i manipulatorów przemysłowych w wytwarzaniu wyrobów oraz Internetu w sterowaniu urzą-

dzeniami i komunikowaniu się, a także na zintegrowanie wszystkich procesów wewnątrz struktur smart (Smart Factory) i poza nimi, tworzących łańcuch dostaw, z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań cybernetycznych i ogólnej dostępności danych do spersonalizowanej obsługi klienta (Schwab, 2016 Jasperneite, 2012; Piątek, 2017). Przemysł 4.0 jest hybrydowym rozwiązaniem implementacji innowacji technologicznych i komunikowania się. Jego istota, w dużym uproszczeniu, opiera się na łączeniu świata wirtualnego z rzeczywistym poprzez integrację ludzi ze sterowanymi cyfrowo urządzeniami.

Klaus Schwab w książce pt. *The Fourth Industrial Revolution* (2016) opisuje zmiany mające miejsce w XXI w. jako: „techniki i zasady funkcjonowania organizacji łańcucha wartości łącznie stosujących lub używających systemów cyber-fizycznych, internetu

rzeczy (Internet of Things — IoT) i przetwarzania chmurowego danych (Cloud Computing)”. Wymienione rozwiązania stosowane są w: przemyśle, handlu, logistyce i usługach (Jäger, Schöllhammer, Lickefett, Bauernhansl, 2016, s. 116–121; Szymańska, Adamczak, Cyplik, 2017, s. 299–310).

Innowacyjna logistyka, powstająca na poziomie czwartej rewolucji przemysłowej, określana logistyką 4.0, wykorzystuje m.in. takie rozwiązania, jak: Big Data (szeroki dostęp do danych), Internet of Things — IoT (Internet rzeczy), Cloud Logistics (chmura logistyczna), Autonomous Logistics (autonomiczna logistyka), 3D Printing (druk 3D), Robotics & Automation (roboty i automatyzacja), Low-Cost Sensor Technology (niskokosztowe sensory technologiczne), Real Time Data (dane czasu rzeczywistego), Cyber-Intelligent Transport System C-ITS (cyber-inteligentne systemy transportowe), Omnichannel (Magruk, 2016, s. 15–24; Ehrhardt Partner Group, 2016).

Komponentami logistyki 4.0 są inteligentne (cyfrowe) łańcuchy dostaw (Smart Chain Supply) z różnymi innowacyjnymi rozwiązaniami na etapie poszczególnych procesów: zaopatrzenia, dostaw i sprzedaży. Nowoczesne łańcuchy dostaw budowane są z wykorzystaniem technologii oprogramowania komputerowego systemów zarządzania i internetowej komunikacji oraz inteligentnego świata usług (Timm, Lorig, 2015b, s. 3118–3119). Cyfryzacja prowadzi do wzrostu liczby dostawców 4PL (Four Party Logistics) (Person, 1991). Podmioty logistyczne przejmują od producentów wszystkie procesy dystrybucji, a także negocjacje cenowe czy ubezpieczenia produktów. „Technologie i wartość w nowej logistyce i cyfrowym zarządzaniu łańcuchem dostaw (Smart Chain Management — SCM) zapewniają: elastyczność, szybkość i jakość obsługi klienta na miarę XXI wieku” (Szymańska, Adamczak, Cyplik, 2017, s. 299–310). Połączenie rozwiązań technologicznych i sieciowych pozwala na budowanie takiego poziomu integracji (współpracy) łańcucha, która pozwoli na skrócenie czasu wprowadzania nowych produktów na rynek (Time-To-Market) i personalizację zamówień, a także skrócenie czasu obsługi klienta i zwiększenie dostępności usług logistycznych (Bujak, 2017, s. 1338–1344).

Łańcuch dostaw nie może być analizowany w oderwaniu od kontekstu otoczenia, w którym funkcjonują producenci, dostawcy, dystrybutorzy i odbiorcy. Wzajemne powiązania w nowych uwarunkowaniach, przy wykorzystaniu Internetu i najnowszej technologii, na poziomie interfejsów, nowych osiągnięć w sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, lepszych dronów, cobotów, inteligentnych pojemników itp. (lista jest długa) tworzą nowe struktury łańcuchów dostaw w poszczególnych branżach przemysłu.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie założeń konstruowania struktury łańcuchów dostaw

w kontekście logistyki 4.0 wraz z podaniem przykładu ewolucji łańcucha dostaw w przemyśle stalowym na rynku krajowym.

Łańcuch dostaw w przemyśle 4.0 — ogólne informacje

Produkcja jest podstawowym procesem wewnątrz przedsiębiorstw, a operacje wytwarzania stanowią jedną z ważniejszych części gospodarki. Proces produkcyjny w przemyśle 4.0 odbywa się w inteligentnej fabryce (Smart Factory). Produkcyjne systemy cyberfizyczne (Cyber-Physical Production System — CPPS) tworzą przemysłową sieć podmiotów wytwarzających spersonalizowane produkty. Poszczególne inteligentne fabryki mają dostęp do fizycznych surowców, materiałów i innych zasobów na wejściu do systemu produkcyjnego. Przemysłowa sieć podmiotów ma dostęp do globalnych baz danych (Big Data), a operatorzy urządzeń i inni użytkownicy w sieci mają dostęp do systemów komunikowania się oraz systemów nadzoru i kontroli urządzeń i przebiegu czynności procesu (Bentyn, 2017, s. 1317–1321). Podstawą koncepcji przemysłu 4.0 są tendencje związane z rozwojem technologicznym i sieciowością. Na rys. 1 przedstawiono podstawowe układy (komponenty) składające się na system przemysłu 4.0.

Inteligentne fabryki współpracują z dostawcami, dystrybutorami, lecz forma współpracy zmienia się — polega na przełamywaniu barier w kontakcie poprzez budowanie układów nieograniczonej integracji z wykorzystaniem możliwości:

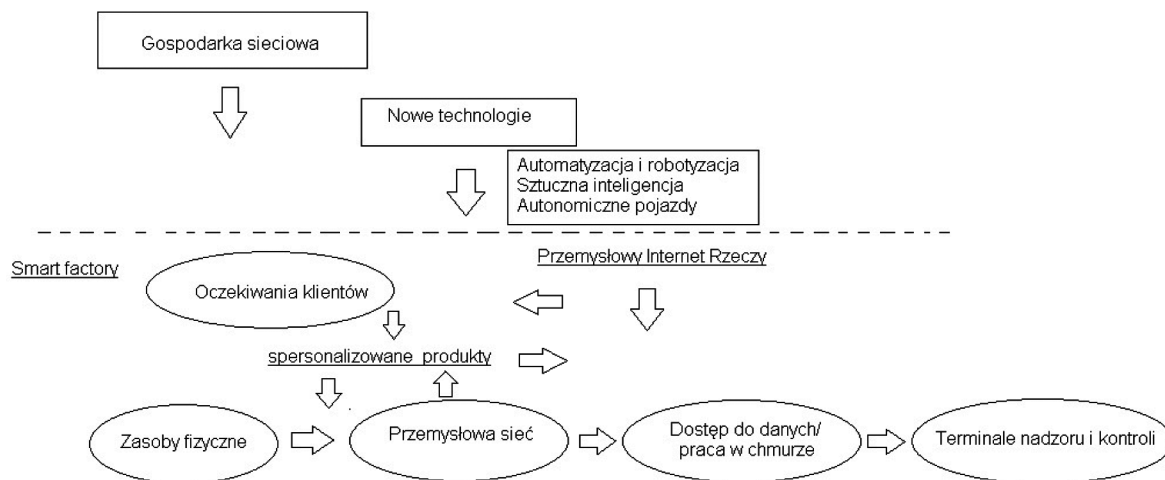
- przemysłowego Internetu rzeczy (Industrial Internet of Things — IIoT) — czyli możliwości globalnego działania firmy, wygodnego dostępu do potrzebnych danych oraz zdalnej kontroli nad przebiegiem procesu;
- robotyzacji i wdrożenia architektury opartej na systemie cyberfizycznym w układach autonomicznych systemów wytwarzania — tworzeniu „inteligentnych” fabryk, które autonomicznie organizują proces produkcji i elastycznie reagują na nowe oczekiwania klientów.

Tradycyjny układ łańcucha dostaw (rys. 2), przedstawiany jako układ wartości przedsiębiorstw współpracujących ze sobą, czyli Porterowski (Porter, 1985, s. 35) system wartości będący podstawą biznesu (architekturą biznesu) (Trocki, 2002, s. 47), ulega zmianom po wkroczeniu na ścieżkę łączenia świata wirtualnego z rzeczywistym. Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT) odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Dzięki IoT przedsiębiorstwa mogą nadzorować każdy produkt w czasie rzeczywistym i zarządzać nim. Przedsiębiorstwa nadzorują obieg produktów w łańcuchu dostaw i przepływ informacji

Rysunek 1.

Podstawowe układy systemu przemysłu 4.0 — komponenty inteligentnych fabryk

Trendy i kierunki zmian



Źródło: opracowanie własne na podstawie Pfohl, 2016.

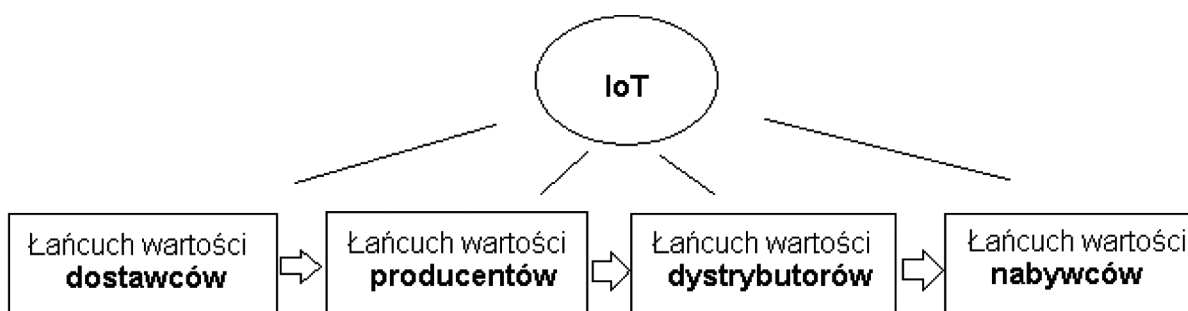
oraz analizują dane generowane z każdej procedury, wykonanej analizy i prognozy. Dane pochodzą z otoczenia zewnętrznego i wewnętrznego uczestników łańcucha, np. GPS, czujników i kontrolerów urządzeń, systemów produkcyjnych przedsiębiorstw, takich jak: ERP, MES. Uczestnicy łańcucha dostaw wykorzystują cyber-fizyczne systemy (Cyber-Physical System — CPS) monitorujące i kontrolujące procesy fizyczne. W celu identyfikacji, wykrywania i lokalizacji przedmiotu oraz wysyłania danych do komputera, który może je gromadzić i analizować, stosowana jest m.in. technika, która wykorzystuje fale radiowe do przesyłania danych oraz zasilania elektronicznego układu (etykieta RFID) stanowiącego etykietę obiektu przez czytnik, w celu identyfikacji obiektu Radio-Frequency Identification — RFID. Systemy CP są w stanie komunikować się z innymi systemami lub z ludźmi używającymi Internetu jako środka komunikacji, udostępniając dane w czasie rzeczywistym

i kontrolując procesy (Hermann, Pentek, Otto, 2015).

W łańcuchu dostaw nowej generacji wszystkie działania są zautomatyzowane przy autonomicznym przepływie aktywów, towarów i informacji między ogniwami łańcucha dostaw oraz różnymi pośrednikami i uczestnikami rynku. Kiedy postrzega się logistykę jako przepływ produktów od punktu A do Z, należy w zmodyfikowanym łańcuchu dostaw wyeksponować znaczenie transportu wyrobów do inteligentnych pól, inteligentnych kontenerów, inteligentnych magazynów, inteligentnych portów i wymiany informacji między uczestnikami łańcucha. Główną rewolucją jest Blockchain w układzie: transport, inteligentne porty, transgraniczna żegluga morska, handel detaliczny itd. Generowanie wartości w logistyce 4.0 możliwe jest z każdego miejsca na świecie. Dzięki inteligentnym magazynom (bezzałogowym), z inteligentnymi kontenerami, pojemnikami i urządze-

Rysunek 2.

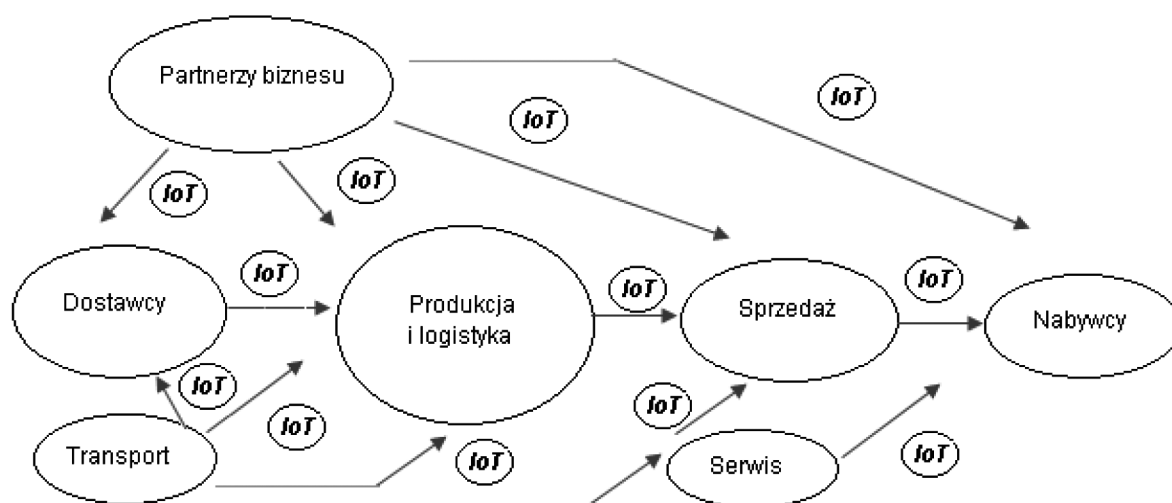
Porterowski system wartości w układzie łańcucha dostaw w przemyśle 4.0



Źródło: opracowano na podstawie Porter, 1985, s. 35, z własnymi modyfikacjami.

Rysunek 3

Łańcuch dostaw w układzie sieciowych powiązań z wykorzystaniem IoT



Źródło: Schoenthaler, Augenstein, Karle, 2016, z własnymi modyfikacjami.

niami transportowymi intralogistyka wchodzi w interakcję z inteligentną produkcją, tworząc układ: Manufacturing & Intra-Logistics, który funkcjonuje w sieci powiązań z różnymi uczestnikami rynku w oparciu o IoT (rys. 3).

Łańcuch dostaw, jego układ i forma powiązań między jego uczestnikami, będzie się zmieniać w zależności od rzeczywistych uwarunkowań gospodarczych i rozwoju technologii. Określany jest on mianem łańcucha inteligentnego, zwinnego elastycznego (smart chain), a zatem umiającego sprostać potrzebom światów wirtualnego i rzeczywistego.

Ewolucja łańcucha dostaw w przemyśle stalowym w kierunku logistyki 4.0

Wyroby stalowe znajdują zastosowanie w całej gospodarce, a zwłaszcza w przemyśle maszynowym, budownictwie i transporcie. W 2017 r. wartość produkcji wyrobów stalowych w Polsce została oszacowana na 24,5 mld zł (Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa, 2018) co daje około 2% produkcji całego przemysłu. Przemysł stalowy po 1989 r. przeszedł radykalne zmiany określane jako restrukturyzacja naprawcza, której celem było utworzenie samodzielnych (samodecyzyjnych) przedsiębiorstw (Gajdzik, 2012). Cechą charakterystyczną przemysłu stalowego jest koncentracja produkcji w niewielkiej liczbie dużych zakładów w dwóch regionach (śląski, małopolski), dysponujących bazą infrastrukturalną i dostępem do podstawowych surowców (koks, energii).

Podmioty gospodarcze przemysłu stalowego to duże przedsiębiorstwa hutnicze (megahuty) z pełnym cyklem technologicznym otrzymywania stali z rud żelaza i huty przetwarzające złom.

Producenci stali sprzedają wyroby bezpośrednio lub pośrednio nabywcom. Struktura udziału dystrybucji bezpośredniej i pośredniej w sprzedaży wyrobów stalowych zmieniała się na przestrzeni ostatnich dekad. Pod koniec lat 90. i w latach kolejnych dominowała sprzedaż bezpośrednia wyrobów stalowych, stanowiąc 70% sprzedaży ogółem. Obecnie udział sprzedaży bezpośredniej zmniejszył się na korzyść sprzedaży pośredniej. Szacuje się, że ponad 60% sprzedaży wyrobów stalowych realizują dystrybutorzy zależni (należący do danej grupy kapitałowej w ramach łańcucha dostaw: integracja pionowa i pozioma) i niezależni (spoza grupy kapitałowej). Sprzedaż bezpośrednia realizowana przez producentów wyrobów stanowi około 40%. Wzrost udziału dystrybucji pośredniej w sprzedaży wyrobów stalowych był konsekwencją rozwoju rynku dystrybutorów stali w kraju (Gajdzik, 2014, s. 131–134). W stosunku do trendów światowych i europejskich zmiany w strukturze dystrybucji wyrobów stalowych w kraju były opóźnione o kilkanaście lat. Dystrybucja pośrednia wyrobów stalowych w Europie, już pod koniec pierwszej dekady tego wieku, stanowiła ponad 65% sprzedaży ogółem (Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa, 2008, s. 28; Gajdzik, 2008, s. 62–64). Dostawa wyrobów stalowych realizowana jest kolejną i/lub samochodami dostawczymi, przy czym udział transportu kolejowego jest wyższy niż samochodowego w odniesieniu do wyrobów długich (szyn, kształtowników) i stanowi ponad 70% transportu wyrobów ogółem (Gajdzik, Kalamat, Bogdanowicz, 2010, s. 745–749).

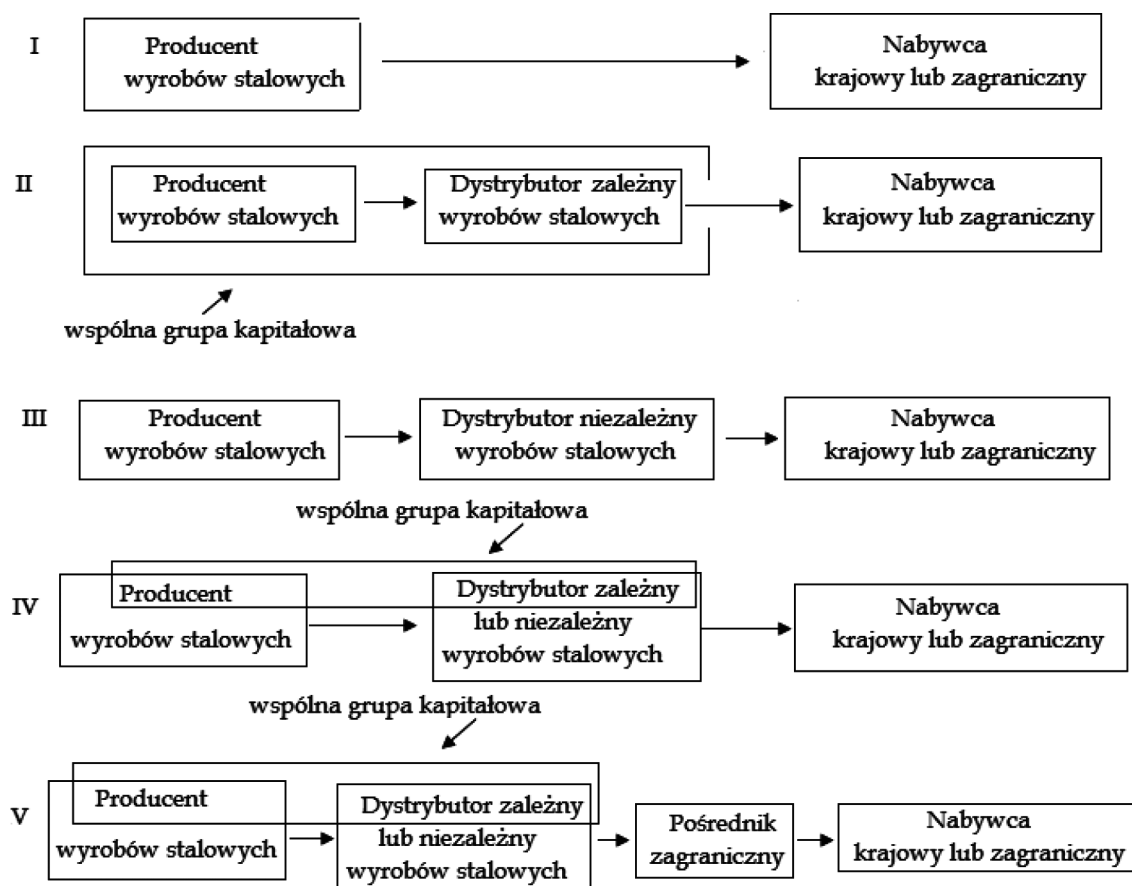
Sektor dystrybucji wyrobów stalowych doskonali się, by sprostać wymogom nowoczesnego przemysłu 4.0. W Dąbrowie Górniczej powstał w pełni zautomatyzowany magazyn (centrum magazynowo-serwisowe) wyrobów stalowych (ThyssenKrupp EnergoStal S.A. Oddział w Dąbrowie Górniczej) — dystrybucja kształtowników. Inwestycje w automatyzację procesów magazynowania i sprzedaży wyrobów stalowych realizuje wiele podmiotów sektora dystrybucji (poza przytoczonym Thyssen EnergoStal, także Stalprofil). Producenci i dystrybutorzy wyrobów stalowych inwestują w urządzenia serwisowe umożliwiające np. cięcie, rozcinanie, dziurowanie, gięcie, wytłaczanie, szlifowanie, szczotkowanie materiału i wiele innych operacji, aby klient mógł otrzymać spersonalizowany produkt. Zakup produktów (wyrobów stalowych) z magazynów realizowany jest online (24 h) — za pomocą platformy EasyBusiness. Dystrybucja materiałów stalowych zmienia się w kierunku dostaw materiałów ściśle wyselekcjonowanych, częściowo przetworzonych, przygotowanych pod konkretną budowę (inwestycję). Ładunek samochodów wyjeżdżających ze

składów tworzy kilkadziesiąt pozycji różnych gatunków wyrobów. Inwestor zamawia wyroby stalowe o określonych wymiarach i odpowiednio przygotowane. Działalność centrów serwisowo-magazynowych oszczędza czas, zmniejsza i/lub eliminuje odpady. Procesy realizowane są szybko, a uzyskane wyroby są wysokiej jakości, co przekłada się na wynik ekonomiczny centrów. Nowoczesne składy (centra magazynowo-serwisowe) wyrobów stalowych wyposażone są w sterowane radiowo suwnice, co skróciło czas załadunku. W magazynach i składach rozbudowano systemy komputerowe, tak by w czasie kompletowania i ładowania zamówienia na samochód zostały przygotowane i przesłane potrzebne dokumenty: atesty, faktury.

Struktura łańcucha dostaw w przemyśle stalowym może być przedstawiona w kilku układach, w zależności od liczby uczestników, form współpracy (dystrybucja bezpośrednia lub pośrednia) oraz zasięgu rynku sprzedaży (krajowy lub międzynarodowy). W celach poglądowych poszczególne układy przedstawiono w formie schematów powiązań na rys. 4. Układ I to sprzedaż bezpośrednia wyrobów

Rysunek 4

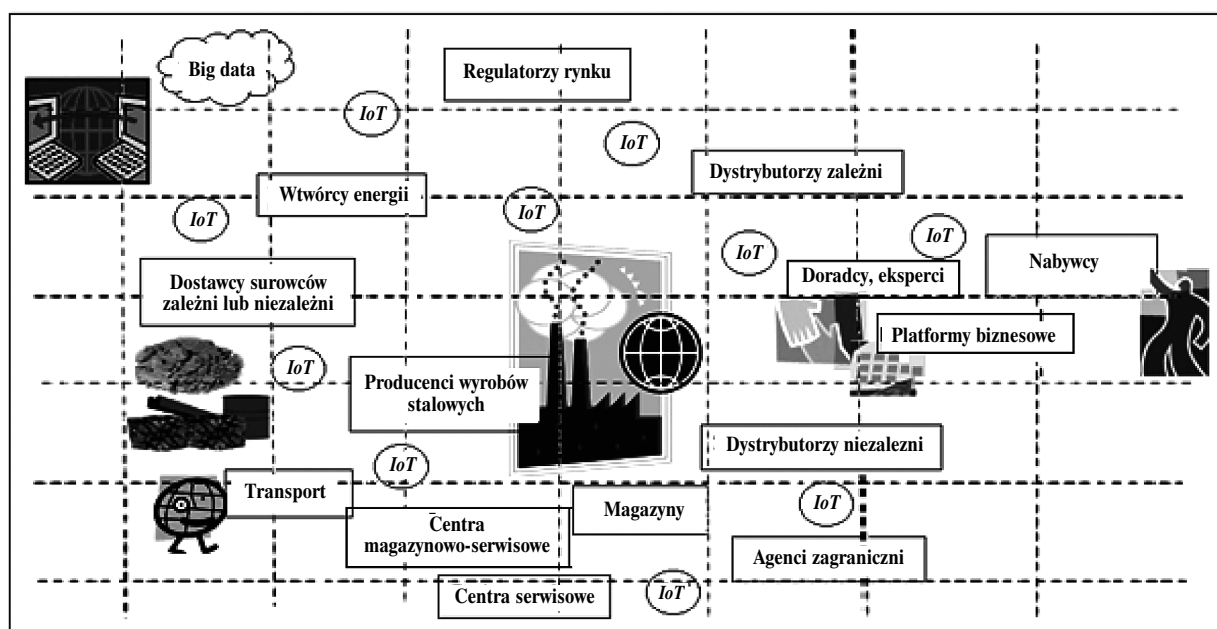
Struktura łańcucha dostaw w przemyśle stalowym



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5

Sieciowy układ powiązań uczestników rynku przemysłu stalowego na poziomie 4.0



Źródło: opracowanie własne.

stalowych przez producenta (bezpośrednio z huty) przy użyciu transportu kolejowego lub samochodowego wyrób dociera do nabywcy. Układ II przedstawia sprzedaż wyrobów stalowych przez podmioty gospodarcze zajmujące się dystrybucją wyrobów w ramach tej samej grupy kapitałowej co producenci wyrobów (tzw. dystrybutorzy zależni). Układ III jest formą sprzedaży pośredniej przez zewnętrznych dystrybutorów (dystrybutorzy niezależni). W układach IV i V sprzedaż wyrobów stalowych na rynku międzynarodowym realizowana jest przez międzynarodowe przedsiębiorstwa zajmujące się dystrybucją wyrobów stalowych w obrębie danej grupy kapitałowej lub poza nią, czasami z udziałem agentów zagranicznych, np. sprzedaż wyrobów stalowych na rynek arabski (Musiał, 2010, s. 679–680). W przypadku obsługi rynku międzynarodowego transport wyrobów stalowych jest dywersyfikowany po uwzględnieniu dostępności danej formy transportu (np. transport morski, rzeczny, powietrzny, lądowy). Przemysł stalowy ma stałych dostawców surowców (rudy żelaza, węgiel, koks, energia) ze względu na ograniczoność zasobów naturalnych i pozycję rynkową dostawców (silna pozycja przetargowa dostawców surowców potrzebnych do wyprodukowania stali).

Współczesny łańcuch dostaw, adaptowany do wymogów przemysłu 4.0, ma układ sieciowych powiązań między różnymi uczestnikami rynku. W przemyśle stalowym funkcjonują silne grupy kapitałowe,

które tworzą sieci w ścieżce ekonomicznej. Powiązania w systemie tworzenia wartości traktowane są jako determinanty efektywności. Poszukiwanie efektywności ekonomicznej w warunkach przemysłu 4.0 oznacza z jednej strony tworzenie elastycznych, autonomicznych powiązań, a z drugiej — silne, zależne powiązania kapitałowe. W nowej strukturze, tak jak i dotychczas, funkcjonują łańcuchy wartości podmiotów powiązanych kapitałowo i strategicznie oraz łańcuchy wartości zewnętrznych podmiotów (konceptja outsourcingu). Na rys. 5 przedstawiono uproszczony obraz uczestników rynku stalowego w kontekście przemysłu 4.0.

Podsumowanie

Popyt na nowe technologie w poszczególnych branżach przemysłu pociąga za sobą zmiany w działalności logistycznej. Zmiany wprowadzane w logistycę, zaliczane do megatrendów technologicznych w przemyśle 4.0, określane są logistyką 4.0. W logistyce 4.0 współpracujące ze sobą podmioty gospodarcze permanentnie podejmują strategiczny wybór, polegający na wyborze kontrahentów (dostawców, dystrybutorów) na tle procesu wytwarzania spersonalizowanego wyrobu. Struktura łańcucha dostaw osadzonego w przemyśle 4.0 jest elastyczna, zwinna (Smart Supply Chain). Dostępne rozwiązania tech-

nologiczne i informacyjne umożliwiają uczestnikom łańcucha wybór najkorzystniejszych działań i tworzenie powiązań opartych coraz częściej bardziej na zafiancowaniu niż na ramach formalnoprawnych. Przedstawione kluczowe zmiany w strukturze łańcucha do-

staw w przemyśle stalowym związane są z przejściem od powiązań bezpośrednich do pośrednich między uczestnikami łańcucha (przez podmioty powiązane kapitałowo i podmioty zewnętrzne z własnymi łańcuchami wartości).

Przypisy

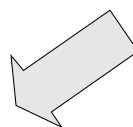
¹ Zastosowano oryginalne nazewnictwo angielskie poszczególnych rozwiązań na poziomie 4.0 ze względu na ich popularność i trudność w znalezieniu rodzimych odpowiedników.

Bibliografia

- Bentyn, Z. (2017). Adaptacja łańcuchów dostaw do potrzeb przemysłu 4.0. *Autobusy*, 18(6), 1317–1321.
- Bujak, A. (2017). „Rewolucja przemysłowa — 4.0” i jej wpływ na logistykę XXI wieku. *Autobusy*, 18(6), 1338–1344.
- Czakon, W. (2005). *Łańcuch wartości w teorii zarządzania przedsiębiorstwem*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego.
- Ehrhardt Partner Group (2016). *Recognizing chances. Taking changes. Logistics 4.0 — smart, connected, digital*. <http://www.warehouse-logistics.com/57/3/8219/re-cognizing-chances-taking-changes-logistics-40%E2%80%93smart-connected-digital.html> (8.04.2018).
- Gajdzik, B. (2014). Development of market strategies of metallurgical enterprises after restructuring of steel industry. *Metalurgia*, 53(1), 131–134.
- Gajdzik, B. (2012). *Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Dynamika zmian w krajowym sektorze hutniczym w latach 1992–2010*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Gajdzik, B. (2008). Strategie zmian w dystrybucji wyrobów hutniczych. *Logistyka*, (6), 62–64.
- Gajdzik, B., Kalamat, Z., Bogdanowicz, A. (2010). Spedycja wyrobów hutniczych w transporcie samochodowym i kolejowym. *Hutnik. Wiadomości Hutnicze*, 77(12), 745–749.
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. A Literature Review*. Dortmund: Technische Universität.
- Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa. (2008). *Polski Przemysł Stalowy 2008*. Katowice: Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa.
- Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa. (2018). *Polski Przemysł Stalowy 2018*. Katowice: Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa.
- Piątek, Z. (2017). Czym jest przemysł 4.0? (część I). <http://przemysl-40.pl/index.php/2017/03/22/czym-jest-przemysl-4-0/> (22.03.2019).
- Jasperneite, J. (2012). Was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt. *Computer & Automation*, (12), 24–28.
- Jäger, J., Schöllhammer, O., Lickefett, M., Bauernhansl, T. (2016). Advanced complexity management strategic recommendations of handling the „Industrie 4.0” complexity for small and medium enterprises. *Procedia CIRP* (57), 116–121.
- Magruk, A. (2016). The Internet of things as the future technological trend of the innovative development of logistics. *Research in Logistics and Production*, 6(1), 15–24.
- Musiał, P. (2010). Strategia dystrybucji wyrobów hutniczych na rynkach zagranicznych na przykładzie Huty Batory. *Hutnik. Wiadomości Hutnicze*, 77(11), 678–683.
- Person, G. (1991). Achieving competitive though logistics. *International Journal of Logistics Management*, (2), 1–37.
- Pfohl, H.-Ch. (2016). *Supply Chain 4.0, Configuration of Cooperative Networks in Disruptive Environments*. Referat wygłoszony na: Polski Kongres Logistyki. Poznań.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage creating and sustaining superior performance*. New York: The Free Press.
- Schoenthaler F., Augenstein, D., Karle, T. (2016). *Design and Governance of Collaborative Business Processes in Industry 4.0*. <https://pdfs.semanticscholar.org/6a64/429a5e5d05ab629195c585fe8dedf3db58b0.pdf> (3.04.2019).
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*, Cologne/Geneva: World Economic Forum.
- Szymańska, O., Adamczak, M., Cyplik, P. (2017). Logistics 4.0 — A new paradigm or set of known solutions? *Research in Logistics & Production*, 4(7), 299–310.
- Timm, I. J., Lorig, F. (2015a). A survey on methodological aspects of computer simulation as research technique. (W:) L. Yilmaz, W. K. V. Chan., I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, M. D. Rossetti (red.), *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference* (2704–2715), Trier: University of Trier. <http://simulation.su/uploads/files/default/2015-timm-lorig-2.pdf> (3.04.2019).
- Timm, I. J., Lorig, F. (2015b). Logistics 4.0 — a challenge for simulation. W: L. Yilmaz, W. K. V. Chan., I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, M. D. Rossetti (red.), *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference* (3118–3119), Trier: University of Trier. <https://www.informs-sim.org/wsc15papers/320.pdf> (3.04.2019).
- Trocki, M. (2002). Architektura biznesu — nowe struktury działalności gospodarczej. (W:) M. Romanowska, M. Trocki (red.), *Przedsiębiorstwo partnerskie* (38–55), Warszawa: Difin.

Zapraszamy na naszą stronę internetową

www.gmil.pl



dr inż. Agnieszka Ponikierska
e-mail: agnieszka.ponikierska@put.poznan.pl
Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania

Metody oraz narzędzia wspierające optymalizację dystrybucji wyrobów o ograniczonej trwałości

Methods and tools supporting distribution optimization of products with limited shelf life

Zaprezentowane w artykule rozwiązanie jest dedykowane przedsiębiorstwom dystrybucyjnym, dla których priorytet stanowi szybka i sprawna dostawa towaru o krótkim terminie przydatności, bez utraty czy obniżenia jego jakości. Ta determinująca cecha oferowanych produktów sprawia, że optymalizacja funkcjonowania łańcucha dostaw, a w szczególności procesów dystrybucyjnych, wymaga przede wszystkim skrócenia czasu realizacji dostaw od producenta do finalnego odbiorcy. W rozwiązaniu zastosowano proste, a zarazem skuteczne metody optymalizacyjne w celu podniesienia efektywności tego procesu, oparte na systemie klasy Just in Time, przeładunku kompletnym cross dock i metodzie komiwojażera. Efektem wprowadzonego rozwiązania jest znaczne skrócenie czasu realizacji zamówień, a co za tym idzie — wzrost zadowolenia klientów. Uzyskano także zmniejszenie zapotrzebowania na powierzchnię magazynową, wyeliminowanie konieczności utrzymywania zapasów, optymalizację tras przewozu, co doprowadziło do znacznego obniżenia kosztów prowadzonej działalności i zwiększenie jej efektywności.

Słowa kluczowe:

reengineerung, Just in Time, cross dock, optymalizacja, problem komiwojażera, Solver

Solution presented in this article is dedicated to distribution companies, that prioritize fast and efficient supply of products with limited shelf life without losing or lowering their quality. This determining feature of offered products, makes shortening of delivery time from producer to customer the key of supply chain optimization. This solution uses simple and effective optimization methods that are able to make the whole process more effective. These methods are based on class system 'Just in Time', cross docking and canvasser method. Implementation of presented solution results both in shortening the time of execution of the order and growth of customers satisfaction. Reduction of storage space demand, elimination of necessity to hold reserves and optimization of cargo routes were also the results of presented solution. All these changes lowered expenses of the company and made it more effective.

Key words:

reengineerung, Just in Time, cross dock, optimization, the traveling salesman problem, Solver

Wprowadzenie

W warunkach wolnego rynku coraz więcej przedsiębiorstw uświadamia sobie fakt, że ich zaistnienie i odniesienie sukcesu uzależnione jest w głównej mierze od harmonijnej współpracy wszystkich ogniw łańcucha dostaw, a zapewnienie wysokiej jakości oferowanych wyrobów i obsługi klienta jest ich zadaniem podstawowym. W szczególności dotyczy to branż, dla których sprawą kluczową jest dostarczenie produktów do klienta w stanie najwyższej, nie pogorszonej jakości. Problem ten występuje głównie

w branży spożywczej i farmaceutycznej. Determinuje on, w znaczący sposób, konieczność optymalizacji i reengineeringu wszystkich procesów logistycznych w całym łańcuchu dostaw.

Obecnie łańcuchy dostaw to bardzo złożone i skomplikowane systemy. To właśnie ta wysoka złożoność i skomplikowanie zachodzących w nich procesów wpływają na powstawanie błędów oraz występowanie czynników, które mogą negatywnie oddziaływać na dystrybuowany towar. Efektem wszelkich pomyłek, uchybień i niedociągnięć jest znacząca utrata jakości towaru. Jest to istotne wszędzie tam, gdzie

szczególną uwagę zwraca się na satysfakcję i zadowolenie ostatecznego klienta z dostarczonego produktu, przy jednoczesnym osiąganiu wysokiej efektywności i redukcji kosztów prowadzonej działalności. W takiej sytuacji przedsiębiorstwo dystrybucyjne, jako lider łańcucha dostaw, musi w umiejętny sposób wdrażać nowe rozwiązania, polegające na:

- priorytetowym traktowaniu jakości oferowanych produktów i obsługi klienta poprzez ukierunkowanie ich na spełnianie oczekiwań i satysfakcjonowanie klientów,
- minimalizacji poziomu zapasów i skracaniu czasu realizacji zamówień,
- optymalizacji tras przewozu i maksymalizacji wykorzystania środków transportowych,
- minimalizacji liczby operacji transportowych (Fertsch, Ponikierska, 1999, s. 35), uznając je za kluczowe.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie rozwiązania zastosowanego w procesie dystrybucji wyrobów o ograniczonej trwałości. Opiera się ono na użyciu metod optymalizacyjnych i synergicznej współpracy systemu cross dock i systemu klasy Just in Time (JIT). Jest ono odpowiedzią na rosnące wymagania klientów co do jakości oferowanego produktu oraz rozwijającą się sieć dystrybucji w badanym podmiocie. Jednakże rozwiązanie to wymusza na liderze łańcucha zapewnienie skrupulatnego zorganizowania i zsynchronizowania pracy wszystkich ogniw wchodzących w skład łańcucha dostaw. Zastosowanie metod optymalizacyjnych ma za zadanie przede wszystkim obniżenie kosztów prowadzonej dystrybucji.

W opracowaniu został przedstawiony zakres reengineeringu procesów w badanym przedsiębiorstwie. Przeobrażenia będą polegać przede wszystkim na zmianie systemu dostaw zaopatrzeniowych i zakupów na system JIT oraz przekształceniu dotychczasowego magazynu przystosowanego do składowania produktów w magazyn typu cross dock, wykorzystujący przeładunek kompletacyjny. Reorganizacji ulegnie również układ magazynu na taki, który spełnia wymagania stawiane przez przyjęte rozwiązanie. Ulegnie zmianie także dotychczasowa sieć dystrybucji. Pojawienie się dużej liczby nowych miejsc dostaw wymaga przeprowadzenia optymalizacji tras przejazdu, czego efektem jest wyodrębnienie stałych tras i relacji między wskazanymi miejscowościami. Do identyfikacji tego problemu wykorzystano metodę komiwojażera, która pomogła w wydzieleniu oraz optymalizacji stałych tras przejazdu obsługiwanych przez kierowców. Narzędziowo, wspomagając rozwiązanie problemu komiwojażera, użyto dodatku Solver. Jest on dostępny w oprogramowaniu Microsoft Office Excel. Dzięki wprowadzonym zmianom proces dystrybucji będzie łatwiejszy do kontroli, a zara-

zem nadający się do analizy jego przebiegu. Na końcu artykułu przedstawiono efekty uzyskanego rozwiązania i wnioski.

Definicja obszaru badawczego

Podmiotem, dla którego opracowano rozwiązanie, jest przedsiębiorstwo specjalizujące się w dystrybucji produktów o ograniczonej trwałości w regionie poznańskim, zaopatrujące w nie sieci i punkty sprzedaży detalicznej. Przyjęta — i z konsekwencją realizowana przez zarządzany przez przedsiębiorstwo łańcuch dostaw — misja: **rozbudowanie i zaspokajanie potrzeb klientów poprzez spełnienie warunku dostępności określonych dóbr o wyspecyfikowanych wymaganiach jakościowych, w pożądanej ilości, we właściwym miejscu i czasie, przy niskim poziomie kosztów i wysokiej efektywności funkcjonowania łańcucha, w cenach akceptowanych przez klientów**, spowodowała, że przedsiębiorstwo zyskało wielu nowych odbiorców. Wynikiem tego jest rozszerzenie prowadzonej działalności na teren innych miast, które rozumiane są jako punkty odbioru.

Przedsiębiorstwo dzierżawi w rejonie miasta Poznania powierzchnię magazynową, w której towary są przyjmowane, przechowywane i wydawane według klasycznego modelu. Dostawy towarów do magazynu realizowane są w systemie „na stan”. Dostawcy nie są certyfikowani, a kontrola odbiorcza dostaw odbywa się w magazynie. Odbiorcami są punkty sprzedaży detalicznej znajdujące się w promieniu około 200 km od magazynu. Przedsiębiorstwo realizuje spedycje towarów do punktów odbioru za pośrednictwem firmy outsourcingowej, rozliczając się za przejechane kilometry. Dotychczasowa metoda realizowania procesów logistycznych okazała się niewystarczająca w stosunku do potrzeb, stąd konieczność wprowadzenia zmian.

Metody oraz narzędzia wspierające optymalizację procesu dystrybucji

System Just in Time

Opis metody

Podstawową ideą systemu Just in Time jest „wprawianie rzeczy w ruch i poruszanie nimi szybko”. Cechą charakterystyczną wyróżniającą systemy klasy JIT jest „ssanie” produkcji przez rynek. Oznacza to dostosowanie wielkości produkcji i dostaw do wymagań rynku, na podstawie składanych

przez klientów zamówień. W systemie tym wszystkie czynności, a zwłaszcza dostawy produktu do klienta, muszą zachodzić dokładnie wtedy, kiedy trzeba. Nie później ani nie wcześniej, tylko dokładnie na czas. W takim kontekście konieczne jest dążenie do definiowania wobec całego łańcucha dostaw określonych wymagań, do których zaliczyć możemy: zero defektów i braków, zero czasu biernego, zero zapasów, zero operacji magazynowania, zero awarii, zero błędnych decyzji (Fertsch, Ponikierska, 1999, s. 36).

Zastosowanie metody Just in Time w obszarze badawczym

Realizacja koncepcji JIT w badanym obszarze oraz ochrona jakości produktów są podporządkowane spełnieniu przedstawionej na wstępie misji łańcucha dostaw. Wdrożenie koncepcji JIT prowadzi do zasadniczych zmian w realizacji procesu dostaw zaopatrzeniowych i procesu zakupów. Ogólny zakres tych zmian przedstawia poniższe zestawienie zamieszczone w tabeli 1.

Tabela 1

Zakres zmian w funkcjonowaniu sfery dostaw zaopatrzeniowych i procesu zakupów

Działania	Tradycyjna procedura zakupów	Just in Time
Liczba dostawców	wielu dostawców	ograniczenie liczby dostawców
Stosunki z dostawcami	walka o dominację, wykorzystywanie słabych stron	partnerstwo, pomoc w rozwoju
Cel negocjacji	możliwie najniższy poziom cen	wysoka jakość za dobrą cenę
Typ negocjacji	konfrontacyjny	kooperacyjny
Umowy	krótkoterminowe	długoterminowe
Wielkość partii dostawy	duża	większa ilość małych partii
Poziom jakości dostaw	akceptowalny poziom braków, np. 2%	braki niedopuszczalne
Kontrola dostaw	kontrola jakości dostaw	kontrola okresowa lub brak kontroli
Dokumentacja	sformalizowana w dużym stopniu	niewielki stopień formalizacji
Terminy płatności	wydłużane	przestrzegane z tendencją do skracania
Kontakty kierownictwa	sporadyczne	systematyczne

Źródło: Ponikierska, Ponikierski, 2000, s. 356.

Oprócz powyższych zmianie ulega również wielkość dostawy. W systemie JIT wielkość dostawy jest zgodna z bieżącymi zapotrzebowaniami odbiorców.

Łączna suma popytu o_j — popyt j -tego odbiorcy wyrażony wielkością zapotrzebowania ($j = 1, 2, 3, \dots, O$) wszystkich odbiorców (O_j) po asortymencie (a_i) danego (i -tego) dostawcy (D_i , $i = 1, 2, 3, \dots, D$) jest równa jego podaży d_i i i wyraża się wzorem 1 (Fertsch, Ponikierska, 1999, s. 37).

$$\sum_{j=1}^O \sum_{z=1}^{a_i} o_{j,z} = d_i$$

Zmiany zachodzą również w systemie dostaw. Towar dostarczany jest bezpośrednio od dostawców do strefy dyspozycji magazynu typu cross dock. Odbiór dostaw będzie realizowany w terminalu cross dock godzinach 4:00–4:30. Za zgodność dostawy z wymaganiami ilościowymi i jakościowymi odpowiada dostawca. Kontrola dostaw realizowana jest okresowo w sposób wyrównowy. Rozwiązanie to pozwoli na wyeliminowanie zapasów magazynowych utrzymywanych na stanie i skrócenie do minimum procesów związanych z przyjęciem dostawy. Da to firmie możliwość skupienia się na jej kluczowych kompetencjach, obniży koszty i zwiększy satysfakcję ostatecznego klienta.

System cross dock

Opis metody

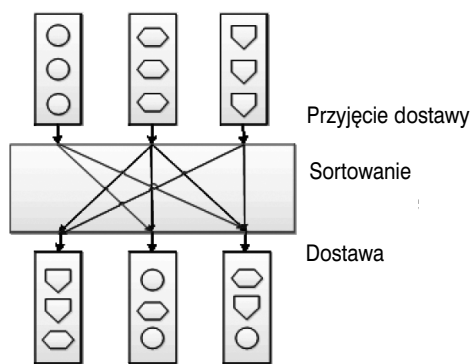
Głównym założeniem systemu cross dock jest kompletacja towarów z pominięciem fazy składowania towaru. Wszystkie czynności magazynowe powin-

ny zostać wykonane w czasie nie dłuższym niż 2 do 6 godzin. Po wejściu towaru do magazynu typu cross dock następuje dekonsolidacja otrzymanych przesyłek, a następnie konsolidacja zgodnie ze złożonymi przez klientów zapotrzebowaniami i natychmiast towar jest pakowany i przygotowywany do wysyłki. Ideę funkcjonowania systemu cross dock przedstawia rysunek 1.

Warunkiem stosowalności modelu jest system zamknięty, w którym dostawy towaru od dostawców dokonywane są codziennie, a wysyłki są dostarczane regularnie do tej samej grupy odbiorców (Cyplik, Hadaś, 2012, s. 72–76).

Rysunek 1

Schemat funkcjonowania koncepcji cross dock



Źródło: opracowanie własne.

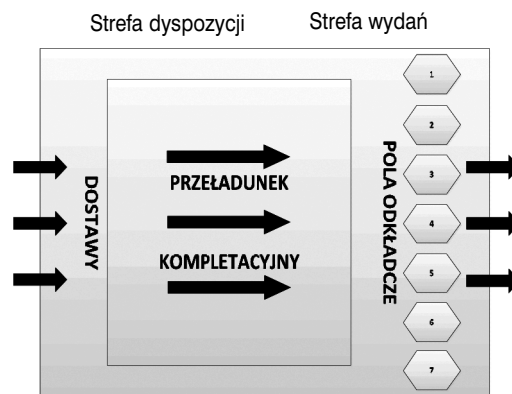
Zastosowanie metody w obszarze badawczym

Wdrożenie systemu cross dock wiąże się ze zmianami w zakresie reorganizacji procesów logistycznych w badanym przedsiębiorstwie. Takie rozwiązanie wymaga nowego podejścia do realizacji zamówień klientów, ponieważ produkty nie będą składowane w magazynie przedsiębiorstwa. Całość procesu przygotowania zamówień do dystrybucji będzie odbywała się w terminalu cross dock. Najważniejszymi procesami, które gwarantują sukces, są: szybkie przyjęcie i kontrola odbiorcza dostaw, sprawna i pozbawiona błędów kompleatacja zamówień pochodzących od klientów, bezbłędne zaetykietowanie, posortowanie i wydanie przesyłek do spedycji powyższego. Całkowita długotrwałość procesu realizacji zamówień nie przekracza 24h. Towary pochodzące od producentów, dostarczane w systemie JIT, będą przyjmowane do strefy dyspozycji. Tu także będą wykonywane wszystkie działania związane z kompleatacją zamówień klientów, pakowaniem, zabezpieczaniem, etykietowaniem, a następnie przesyłki trafiają do strefy wydań, gdzie będą odpowiednio sortowane i umieszczane w polach odkładczych z oznaczeniem numeru trasy, na jakiej znajduje się jego odbiorca. Stąd paczki będą odbierane do spedycji. Schemat funkcjonowania magazynu w systemie cross dock prezentuje rysunek 2.

Zastosowanie rozwiązania cross dock skutkuje zmniejszeniem zapotrzebowania na powierzchnię użytkową przeznaczoną na magazynowanie, wyeliminowaniem konieczności utrzymywania i obsługi zapasów oraz mniejszym nakładem finansowym na działania zapewniające obsługę procesu, co prowadzi w ostatecznym rozrachunku do redukcji kosztów procesów logistycznych.

Rysunek 2

Schemat funkcjonowania magazynu w systemie cross dock



Źródło: opracowanie własne.

Metoda komiwojażera

Opis metody

Metoda wędrującego komiwojażera (ang. TSP — Travelling Salesman Problem) określana jest również jako problem, ponieważ komiwojażer ma za zadanie odwiedzić zdefiniowaną liczbę miast i wrócić do punktu początkowego. Rozwiązując zadanie, można szukać zarówno najkrótszej drogi do przebycia, jak i, którą przebyć można po najniższym koszcie lub w jak najkrótszym czasie. Poszukiwanie minimum zależy od tego, jakiemu kryterium nadamy najwyższą wagę. W terminologii grafów miasta są wierzchołkami grafu, a trasy pomiędzy nimi to krawędzie z wagami. Waga krawędzi może odpowiadać odległości pomiędzy miastami połączonymi tą krawędzią, czasowi podróży lub kosztom przejazdu — w zależności od tego, co chcemy w podróży komiwojażera zminimalizować. Trasa komiwojażera jest cyklem przechodzącym przez każdy wierzchołek grafu dokładnie jeden raz — jest to zatem cykl Hamiltona.

Formułowanie problemu komiwojażera należy przeprowadzić w następujący sposób:

- 1) budowa grafu ważonego, którego wierzchołki są nazwami miast, które komiwojażer musi odwiedzić,
- 2) każdą parę miast należy połączyć krawędziami,
- 3) każdej krawędzi należy nadać wagę; wagą jest odległość między daną parą miast.

Wynikiem działań będzie graf pełny, posiadający tyle wierzchołków, ile miast musi odwiedzić komiwojażer. Odwiedzenie wszystkich miast odpowiada cyklowi, który przechodzi przez każdy wierzchołek grafu dokładnie raz. Poszukiwany jest więc cykl o minimalnej sumie wag krawędzi. Jako przykład weźmy sobie graf zupełny (ang. *complete graph* — graf, w którym każdy wierzchołek jest połączony z każ-

dym) o pięciu wierzchołkach. Rysunek 3 prezentuje graf powiązań dla miast Warszawa, Gdańsk, Poznań, Wrocław i Kraków. Komiwojażer wyrusza z Warszawy i ma za zadanie odwiedzić wszystkie pozostałe cztery miasta, a następnie wrócić do Warszawy. Jak powinien zaplanować podróż, aby przebył możliwie najmniejszą liczbę kilometrów? Ile różnych cykli Hamiltona zawiera taki graf? Przy zdefiniowanych pięciu miastach liczba rozwiązań, czyli możliwości tras podróży, wynosi:

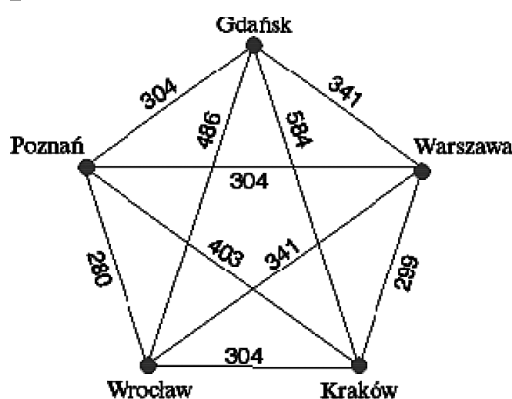
$$L_H = 4 * 3 * 2 * 1 = 4!$$

Dla n wierzchołków grafu:

$$L_H = (n - 1) \cdot (n - 2) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = (n - 1)!$$

Rysunek 3

Graf zupełny, problem komiwojażera



Źródło: www.mini.pw.edu.pl/MiNIwyklady/grafy/prob-komiw.html

zych n (http://eduinf.waw.pl/inf/alg/001_search/0140.php, 4.04.2019).

Na podstawie powyższego grafu zbudowano macierz zawierającą odległości między miastami w kilometrach, przyjmując dowolną sekwencję trasy podróży.

Macierz przedstawia tabela 2. Aby wykonać model zadania, należy przyjąć, że dowolna sekwencja liczb od 1 do 5 będzie wskazywała wstępną kolejność odwiedzanych miast. Kolejnym krokiem jest utworzenie tabeli, która zawierać będzie sekwencję liczb od 1 do 5, które są określonymi zmiennymi i będą wartościami poszukiwanymi w taki sposób, aby uzyskać najkrótszą trasę przejazdu przez wymienione miejscowości (tabela 3). Trasa wejściowa w losowej kolejności to: Warszawa, Wrocław, Gdańsk, Poznań, Warszawa. Całkowita długość trasy wynosi 2118 km. Wartość ta przyjmuje rolę komórki celu i ma za zadanie dążyć do minimum. Powyższe założenia przyjęte przy budowie modelu stanowią dane wejściowe do dokonania obliczeń optymalizacyjnych przy pomocy aplikacji Solver.

Tabela 3

Trasa wejściowa, losowa kolejność odwiedzania miast

1	2	3	4	5
Warszawa	Wrocław	Gdańsk	Kraków	Poznań
304	341	486	584	403

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Ustalenie odległości pomiędzy miastami

		Warszawa	Wrocław	Gdańsk	Kraków	Poznań
		1	2	3	4	5
Warszawa	1	0	341	341	299	304
Wrocław	2	341	0	486	304	280
Gdańsk	3	341	486	0	584	304
Kraków	4	299	304	584	0	403
Poznań	5	304	280	304	403	0

Źródło: opracowanie własne.

Wynik jest bardzo niekorzystny, ponieważ prowadzi do wykładniczej klasy złożoności obliczeniowej $O(n!)$. Problemy algorytmiczne o złożoności wykładniczej są traktowane jako nierozwiązywalne dla du-

Zastosowanie metody w obszarze badawczym

Przedsiębiorstwo na podstawie dotychczasowej sieci dystrybucji zdefiniowało listę miast, w których

Tabela 4

Macierz odległości pomiędzy miastami na trasie nr 5

		Poznań	Konin	Września	Inowrocław	Gniezno	Swarzędz	Słupca	Trzemeszno	Mogilno
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Poznań	1	0	107	47,2	117	52,1	15,8	73,4	70,4	86,3
Konin	2	107	0	58,4	71,6	67,3	97,4	28,3	61,8	63,3
Września	3	47,2	58,4	0	83	27,2	40,3	22,7	35,9	52,8
Inowrocław	4	117	71,6	83	0	67,5	111	71,5	49,4	35,8
Gniezno	5	52,1	67,3	27,2	67,5	0	43,9	39,8	18,4	34,3
Swarzędz	6	15,8	97,4	40,3	111	43,9	0	64	62,9	75,4
Słupca	7	73,4	28,3	22,7	71,5	39,8	64	0	36,5	53,4
Trzemeszno	8	70,4	61,8	35,9	49,4	18,4	62,9	36,5	0	16,1
Mogilno	9	86,3	63,3	52,8	35,8	34,3	75,4	53,4	16,1	0

Źródło: opracowanie własne.

zlokalizowane są punkty odbioru. Są to głównie punkty sprzedaży detalicznej. Zbiór ten podzielono na 7 tras. Do wyróżnionych tras przejazdu przypisano, w dowolnej kolejności, następujące miejscowości:

- Trasa numer 1: Poznań, Wolsztyn, Puszczykowo, Kościan, Komorniki, Mosina, Czempin, Śmigiel, Grodzisk Wielkopolski.
- Trasa numer 2: Poznań, Opalenica, Nowy Tomyśl, Pniewy, Międzychód, Zbąszynek, Plewiska, Buk.
- Trasa numer 3: Poznań, Oborniki, Krzyż Wielkopolski, Piła, Chodzież, Czarnków, Szamotuły, Wronki, Trzcianka.
- Trasa numer 4: Poznań, Środa Wielkopolska, Leszno, Śrem, Jarocin, Gostyń, Kórnik, Pleszew.
- Trasa numer 5: Poznań, Konin, Września, Inowrocław, Gniezno, Swarzędz, Słupca, Trzemeszno, Mogilno.
- Trasa numer 6: Poznań, Wągrowiec, Żnin, Bydgoszcz, Murowana Goślina, Janowiec Wielkopolski, Nakło nad Notecią, Szubin, Pobiedziska.
- Trasa numer 7: miasto Poznań (niebrana do obliczeń optymalizacyjnych).

Przedstawiono w postaci tabeli wszystkie miasta przydzielone do danej trasy. Na podstawie map zdefiniowano odległości wyrażone w kilometrach pomiędzy miastami i wpisano wartości do tabel. Następnie zsumowano liczbę kilometrów pomiędzy wymienionymi miastami. Wyniki powyższych działań, wykonane dla przykładu na trasie nr 5, przedstawia tabela 4.

Wykorzystanie dodatku Solver przy rozwiązywaniu modelu komiwojagera

Opis narzędzia

Solver jest aplikacją, która jest dodatkiem do programu Microsoft Excel. Program ten wykorzystywany

jest do przeprowadzania analiz warunkowych. Solver umożliwia znalezienie optymalnej wartości minimalnej bądź maksymalnej w jednej komórce, nazywanej komórką celu. Analiza podlega ograniczeniom, które są definiowane jako limity. Dotyczą one wartości innych komórek znajdujących się w arkuszu. Dodatek Solver pracuje z grupą komórek, zwanych zmiennymi decyzyjnymi, które służą do obliczania formuł w komórkach celu i komórkach ograniczeń. Dodatek dostosowuje wartości w komórkach zmiennych decyzyjnych tak, aby spełnić limity obejmujące komórki ograniczeń i uzyskać pożądany wynik w komórce celu. Narzędzie Solver wymaga zapisania modelu matematycznego, który składa się z następujących elementów:

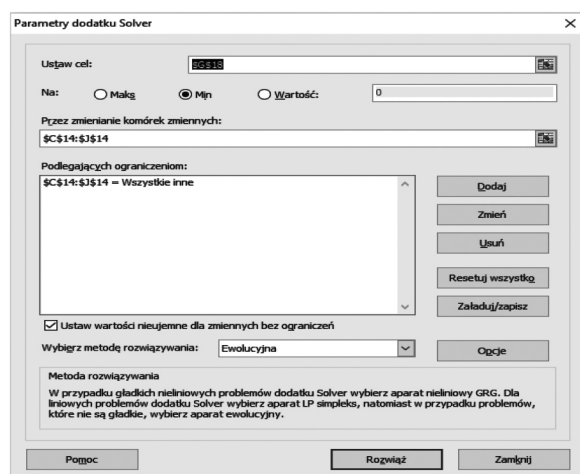
- Komórki celu — inaczej nazywanej funkcją celu,
- Komórek zmiennych — to komórki zawierające poszukiwane wartości,
- Komórek ograniczeń — to formuła zawierająca ograniczenia.

Po wprowadzeniu danych i wykonaniu obliczeń narzędzie Solver zaprezentuje wyniki, które polegają na optymalizacji tras przejazdu przez wskazane miejscowości. Dodatek wspomaga rozwiązanie problemu komiwojagera, czyli znalezienie jak najkrótszej trasy przejazdu przez wyznaczone punkty.

Kontynuując przykład z punktu 3.1.1., wprowadzono w okno dialogowe narzędzia Solver (rysunek 4) konieczne elementy modelu matematycznego, które ma za zadanie zwrócić wymaganą wartość funkcji celu, jaką jest długość trasy dążąca do minimum. W wyniku obliczeń Solvera otrzymano minimalną wartość trasy przejazdu, redukując wejściowy wynik z 2118 km do 1528 km, czyli aż o 590 km. Trasa wyjściowa po optymalizacji jej długości ma postać: Warszawa — Kraków — Wrocław — Poznań — Gdańsk — Warszawa lub Warszawa — Gdańsk — Poznań — Wrocław — Kraków — Warszawa. Rozwiązanie problemu komiwojagera przedstawia tabela 5.

Rysunek 4

Okno dialogowe narzędzia Solver



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Rozwiązanie problemu komiwojażera przez narzędzie Solver

Gdańsk	Warszawa	Kraków	Wrocław	Poznań
3	1	4	2	5
304	341	299	304	280

Źródło: opracowanie własne.

Jak widać na powyższym przykładzie, narzędzie Solver pozwala szybko na uzyskanie optymalnego rozwiązania problemu komiwojażera. Jego zaletą jest jego ogólna dostępność, gdyż jest to dodatek do arkusza kalkulacyjnego Microsoft Office Excel, oraz fakt, że jest narzędziem bardzo prostym w obsłudze.

Zastosowanie dodatku Solver w rozwiązywaniu metody komiwojażera w badanym przedsiębiorstwie

Kontynuując zadanie znalezienia najkrótszych tras przewozu towarów o ograniczonej trwałości wyróżnionych w punkcie 4.3.2, wykorzystano narzędzie So-

lver. Dla każdej z tras ustalono cel dążący do minimum, odnoszący się do sumy kilometrów w sytuacji początkowej. Kolejno zdefiniowano komórki zmienne oraz ich ograniczenia, czyli nazwę miasta. Efektem przeprowadzonej analizy jest wyznaczenie optymalnej trasy uwzględniającej najkrótszą drogę do pokonania przez kierowcę, zaczynającą i kończącą się w punkcie startowym. Poniżej, w tabeli 6, zaprezentowano wynik obliczeń dla trasy 5 i danych wejściowych zawartych w tabeli 4.

Rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 5: Długość trasy przed — 562,7 km

Długość trasy po — 299,8 km

Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 5, to pokonanie jej w kolejności: Poznań — Swarzędz — Gniezno — Trzemeszno — Mogilno — Inowrocław — Konin — Słupca — Września — Poznań. Rysunek 5 ilustruje na mapie kolejność odwiedzanych miast na trasie nr 5. Trasa pokazuje dokładnie kolejność przejazdu oraz drogi, z których powinni korzystać kierowcy. Dzięki wykorzystaniu narzędzia Solver do optymalizacji trasy przejazdu zgodnie z przyjętym tokiem analizy na podstawie problemu komiwojażera przedstawioną trasę zredukowano o 46,7% w stosunku do sytuacji wejściowej.

Poniżej przedstawiono wyniki optymalizacji długości przejazdów dla wszystkich sześciu tras:

- rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 1: długość trasy przed — 339,9 km, długość trasy po — 171,4 km.

Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 1, to pokonanie jej w następującej kolejności: Poznań — Puszczykowo — Mosina — Czempin — Kościan — Śmigiel — Wolsztyn — Grodzisk Wielkopolski — Komorniki — Poznań;

- rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 2: długość trasy przed — 319,4 km, długość trasy po — 230,9 km.

Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 2, to pokonanie jej w kolejności: Poznań — Pniewy — Międzychód — Zbąszynek — Nowy Tomyśl — Opalenica — Buk — Plewiska — Poznań;

- rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 3: długość trasy przed — 426,9 km, długość trasy po — 297,7 km. Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 3, to po-

Tabela 6

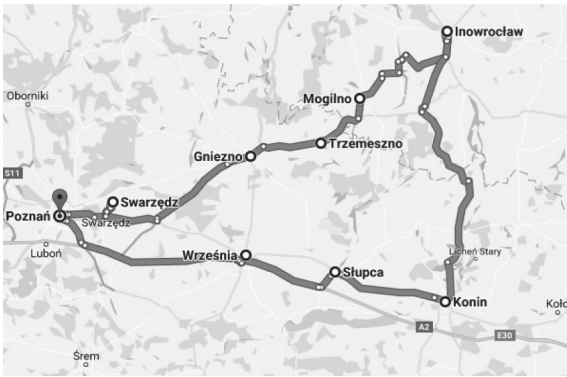
Tabela wyników dla trasy 5

Inowrocław	Konin	Słupca	Września	Poznań	Swarzędz	Gniezno	Trzemeszno	Mogilno
4	2	7	3	1	6	5	8	9
35,8	71,6	28,3	22,7	47,2	15,8	43,9	18,4	16,1

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5

Mapa przebiegu trasy przejazdowej nr 5



Źródło: opracowanie własne.

konanie jej w kolejności: Poznań — Szamotuły — Wronki — Krzyż Wielkopolski — Czarnków — Trzcianka — Piła — Chodzież — Oborniki — Poznań;

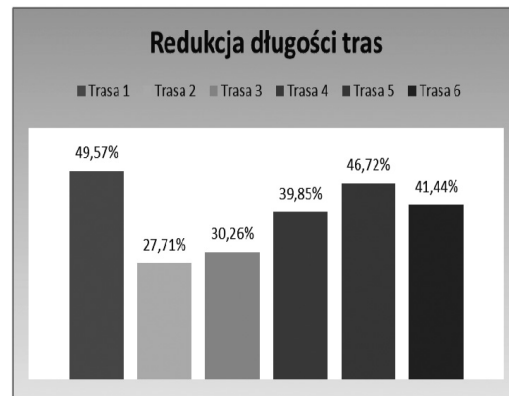
- rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 4: długość trasy przed — 446,2 km, długość trasy po — 268,4 km. Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 4, to pokonanie jej w kolejności: Poznań — Kórnik — Śrem — Leszno — Gostyń — Pleszew — Jarocin — Środa Wielkopolska — Poznań;
- rozwiązanie problemu komiwojażera dla trasy numer 6: długość trasy przed — 477,3 km, długość trasy po — 279,5 km. Rozwiązanie, jakie zaproponowało narzędzie Solver dla trasy numer 6, to pokonanie jej w kolejności: Poznań — Murowana Goślina — Wągrowiec — Nakło nad Notecią — Bydgoszcz — Szubin — Żnin — Janowiec Wielkopolski — Pobiedziska — Poznań.

Zastosowanie narzędzia Solver pozwoliło na zoptymalizowanie i zredukowanie dość znacznie długości każdej z tras. Średnio długość obniżyła się o 39% od sytuacji wejściowej. Największą obniżkę odnotowano na trasie numer 1, a najmniejszą — na trasie numer 2. Wyniki wszystkich tras prezentuje rysunek 6.

W przypadku konieczności dokonania zmian w kolejności trasy przejazdu w wyniku np. rozwoju sieci dystrybucji, wykorzystując dodatek Solver, można szybko dokonać jej modyfikacji. Takie podejście do problemu dystrybucji wyrobów o ograniczonej trwałości, gdzie istotną zmienną jest czas, pozwala ulepszyć i usprawnić funkcjonowanie łańcucha dostaw. Sprzyja to także osiąganiu przewagi konkurencyjnej dzięki redukcji czasu dostawy i kosztów związanych ze spedycją wyrobów, dzięki czemu przedsiębiorstwo poprawia swój wizerunek na tle innych rywali w branży.

Rysunek 6

Procentowa obniżka długości tras przejazdu



Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Analizowane przedsiębiorstwo, jako dystrybutor produktów leczniczych, dzięki zastosowaniu przeładunku kompletacyjnego wychodzi naprzeciw kluczowym wymaganiom klientów, jakimi są m.in. szybkość, terminowa i niezawodna dostawa towaru. Systemy Just in Time i cross dock zmieniają całkowicie zasady funkcjonowania całego łańcucha dostaw. Zmiany te polegają głównie na tym, że towar dostarczany jest według bieżących i aktualnych potrzeb definiowanych przez odbiorców. Przeładunek kompletacyjny gwarantuje dostawę wielu towarów pochodzących z licznych źródeł zaopatrzenia w jednej przesyłce. Wzrasta szybkość reakcji na potrzeby klienta, a czas realizacji zamówienia zostaje skrócony do minimum. Elementy te są istotnym czynnikiem wpływającym na satysfakcję klienta. Przechodząc na techniki Just in Time i cross dock, przedsiębiorstwo obniża koszty i uwalnia kapitał przeznaczony wcześniej na wynajem znacznie większej przestrzeni magazynowej oraz utrzymywanie określonego poziomu zapasów ściśle związanego z przyjętym poziomem obsługi klienta. Redukcji podlegają również koszty logistyczne związane ze składowaniem i tworzeniem zapasów oraz obsługą i ochroną magazynu. W nowym rozwiązaniu zapasy ograniczone są do zapasu obrotowego wynikającego z zapotrzebowań klientów. Skupianie się na kluczowych procesach: przyjmowania zamówień oraz kompletacji i pakowania, daje przedsiębiorstwu możliwość sprawnego i efektywnego zarządzania nimi. Przejmując pełną kontrolę prowadzonych procesów, możliwe jest całkowite wyeliminowanie błędów.

Ponadto to magazyn przeznaczony do przeładunku kompletacyjnego musi być odpowiednio do

tego przystosowany. Przez magazyn przepływać będzie szybko duży strumień przesyłek, więc musi być on przystosowany technicznie i organizacyjnie do prowadzenia takiego procesu. Musi posiadać wydzielone strefy zapewniające sprawny przepływ materiałów oraz optymalnie rozmieszczone pola odkładcze. Wyposażenie powinno charakteryzować się dużą liczbą doków przeładunkowych, wysoką jakością środków transportu bliskiego, urządzeń do automatycznej identyfikacji i techniki obliczeniowej. Wdrożenie cross dockingu wymaga również wprowadzenia niezawodnego, a zarazem odpowiedniego, ściśle dopasowanego do potrzeb systemu IT. System ten ma za zadanie szybką, prowadzoną w czasie rzeczywistym, automatyczną wymianę danych. Dzięki temu każdy proces logistyczny będzie w pełni analizowany, kontrolowany i korygowany.

Należy wspomnieć o tym, że przeładunek kompletacyjny jest procesem szybkim, ale także wymagającym sprawnego i niezawodnego zarządzania. Nienaganna organizacja pracy powinna być wpro-

wadzona w każdym ogniwie łańcucha dostaw. Zamówienia pakowane przez dostawców muszą być przygotowywane bezbłędnie, gdyż są one podstawą kompletacji zapotrzebowań składanych przez klientów. Załoga prowadząca proces kompletacji w terminalu musi być przeszkolona, zdyscyplinowana i świadoma wagi wypełnianych obowiązków. Realizacja procesów dystrybucyjnych musi być prowadzona w najwyższym standardzie przez „najlepszych z najlepszych”. Zlecenie usług na zewnątrz obarczone jest zawsze pewnym ryzykiem. Jednakże narzucenie usługodawcy pewnych danych do określonego sposobu realizowania procesu dystrybucji w postaci prawidłowo zaetykietowanych przesyłek oraz wyznaczonych i zoptymalizowanych pod względem długości tras przewozu pozwala na minimalizację tego ryzyka.

Oczywiście przedstawione rozwiązanie posiada swoje wady i zalety, dlatego każde przedsiębiorstwo chcące wdrożyć podobne rozwiązanie musi je rozważyć i być świadome zarówno korzyści, jak i ryzyka płynących z takiego rozwiązania.

Bibliografia

- Baj-Rogowska, A. (2013). Planowanie tras z wykorzystaniem narzędzia Solver jako zadanie logistyczne w małej firmie. W: R. Miler, T. Nowosielski, B. Pac (red.), *Optymalizacja systemów i procesów logistycznych* (169–178). Warszawa: Wydawnictwo CeDeWu.
- Cyplik, P., Hadaś Ł. (2012), *Zarządzanie zapasami w łańcuchu dostaw*, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Fertsch, M., Ponikierska, A. (1999). Project of the physical distribution system of dairy goods using Just in Time strategy. W: J. Axelsson, B. Bergman, J. Eklund (red.), *Proceedings of the International Conference on TQM and Human Factors — towards successful integration* (t. 2). Linköping: Centre for Studies of Humans, Technology and Organization.
- Ponikierska A., Ponikierski W. (2000.) Impact of the Just in Time strategy on supplier's selection in supply chain management. W: *Proceedings of the 3rd International Conference on Building People and Organization Excellence*, Aarhus: The Aarhus School of Business.

PWE poleca

HISTORIA MYŚLI EKONOMICZNEJ



Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne

Podręcznik prezentuje rozwój myśli ekonomicznej na tle zmieniającej się gospodarki – od XVIII do końca XX wieku. Od XVIII wieku główną formą gospodarowania jest gospodarka rynkowa, dlatego ówczesnie sformułowane teorie i powstałe nurty myśli ekonomicznej są w dużej części nadal aktualne i wykorzystywane w formułowaniu wytycznych dla polityki gospodarczej. Z tego powodu poznanie historii myśli ekonomicznej jest niezbędne dla zrozumienia zasad funkcjonowania współczesnej gospodarki.

Księgarnia internetowa www.pwe.com.pl

dr Robert Rogaczewski

E-mail: r.rogaczewski@gmail.com

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koninie, Katedra Finansów, Rachunkowości i Logistyki

Kluczowe aspekty zarządzania logistycznego w korporacjach transnarodowych na przykładzie PKN Orlen

Key aspects of logistics management in transnational Corporation on the example of PKN Orlen

Umiejdzynarodowienie przedsiębiorstwa i zarządzanie logistyczne to kluczowe determinanty sukcesu dzisiejszych przedsiębiorstw. Korporacje transnarodowe, jako przedsiębiorstwa posiadające zdolność do koordynacji działalności gospodarczej w wielu państwach, stanowią w dzisiejszych czasach siłę napędową gospodarek narodowych i tworzą dla nich wymiar strategiczny. Ważniejszymi czynnikami, które miały wpływ na rozwój tych form przedsiębiorstw, były znaczące zmiany gospodarcze, liberalizacja gospodarki oraz procesy globalizacyjne. W artykule zwrócono uwagę na rolę i znaczenie logistyki jako strategii zarządzania w korporacji transnarodowej PKN Orlen.

Słowa kluczowe:

korporacja transnarodowa, PKN Orlen, umiejdzynarodowienie

The internationalization of the enterprise and logistics management are the key determinants of the success of today's enterprises. Transnational corporations, as companies with the ability to coordinate economic activities in many countries, are today the driving force of national economies. The most important factors that influenced the development of these forms of enterprises were significant economic changes, economic liberalization and globalization processes. The article draws attention to the role and importance of logistics as a management strategy in the transnational corporation of PKN Orlen.

Key words:

transnational corporation, PKN Orlen, internationalization

Wstęp

Rozważania skupiające się na zarządzaniu logistycznym w przedsiębiorstwach międzynarodowych, w tym w korporacjach transnarodowych, stanowią początek drogi do skoordynowania logistyki, jako zarządzania łańcuchem dostaw, ze strategią przedsiębiorstwa. Logistykę w czasach globalizacji i internacjonalizacji należy identyfikować zatem jako strategię przedsiębiorstwa.

Celem niniejszych rozważań jest wskazanie na znaczenie i miejsce korporacji transnarodowych we współczesnej gospodarce oraz zwrócenie uwagi na rolę logistyki w zarządzaniu przedsiębiorstwami. Uzupełnieniem tych rozważań jest analiza zarządzania logistycznego jako strategii na przykładzie korporacji transnarodowej PKN Orlen oraz określenie poziomu umiejdzynarodowienia przedsiębiorstwa.

Korporacje transnarodowe we współczesnej gospodarce

Wzrost znaczenia bezpośrednich inwestycji zagranicznych był z pewnością stymulantą powstawania i rozwoju korporacji transnarodowych (KTN). Przypuszczać należy, iż wzrost znaczenia KTN jest zarówno przejawem, jak i następstwem umiejdzynarodowienia i globalizacji współczesnego biznesu (Jantoń-Drozdowska, 2004, s. 88). Warto na wstępie zwrócić uwagę na liczne sposoby definiowania zwrotu „korporacja transnarodowa”.

Według ONZ korporacja transnarodowa to przedsiębiorstwo, które koordynuje aktywa w przynajmniej dwóch krajach. Specyfikacja korporacji polega nie tylko na tych rezultatach ich działalności, które związane są z bezpośrednimi inwestycjami za-

Tabela 1
Transnationality Index

Strona popytu
(I) Udział wielkości obrotu za granicą do całkowitego obrotu przedsiębiorstwa
Strona podaży
(II) Udział wielkości majątku do całkowitego majątku przedsiębiorstwa
(III) Udział liczby zatrudnionych za granicą do całkowitego zatrudnienia przedsiębiorstwa

Źródło: UNCTAD, 1995, s. 24.

granicznymi, ale także na międzynarodowych przepływach towarów w ramach tworzonych przy tej okazji struktur organizacyjnych (Dunning, 1993, s. 4). Mianem KTN określa się również przedsiębiorstwo, które wykorzystuje globalnie zintegrowaną sieć (Korten, 2001, s. 128). Przedsiębiorstwa te nabyły zdolność do koordynowania działalności gospodarczej w wielu państwach oraz do przeniesienia części tej działalności z jednego kraju do drugiego. Korporacją transnarodową jest organizacja, która (Gołomska, 2009, 314–315):

- stanowi połączenie firmy macierzystej, filii i oddziałów ulokowanych w różnych krajach;
- charakteryzuje się scentralizowanym zarządzaniem i kontrolą nad zbiorem firm różnych państw;
- buduje sieci międzynarodowych powiązań gospodarczych.

Reasumując, KTN jest przedsiębiorstwem posiadającym osobowość prawną, składającym się z firmy macierzystej i filii zagranicznych. Spółkom córkom przypadają zróżnicowane i wyspecjalizowane zadania, które mogą być wykonywane w różnych obszarach. Korporacje transnarodowe stanowią potężny i prężny krąg podmiotów w gospodarce i w wiodący sposób wpływają na przemiany zachodzące w świecie. Przedsiębiorstwo macierzyste kontroluje aktywa przedsiębiorstw zagranicznych oraz zachowuje w stosunku do nich prawo do uczestniczenia w zarządzaniu. Korporacje transnarodowe uważane są za charakterystyczny element współczesnej gospodarki światowej oraz traktowane jako ważny kanał przepływu techniki i technologii do państw, w których tworzą filie. Pozycja korporacji w gospodarce światowej ciągle wzrasta — zarówno pod względem ich liczby, zaangażowania kapitału za granicą, udziału w światowym produkcie brutto, eksporcie czy transferze technologii. Rozwój procesów internacjonalizacji i globalizacji sprawia, że funkcja korporacji transnarodowych nabiera znaczenia. Przypuszcza się, że wzmocnienie pozycji korporacji transnarodowych będzie konsekwencją (Piasecka-Głuszak, 2010, s. 437):

- postępującego procesu integracji w gospodarce światowej;
- wykorzystania liberalizacji dla zwiększenia zasięgu

swojej działalności (wyszukiwanie nowych obszarów cechujących się niskimi kosztami czynników produkcji i o nieznaczących barierach ochronnych rynku wewnętrznego);

- angażowania w swoją działalność wyspecjalizowanej kadry;
- kształtowania struktury i jakości konkurencji międzynarodowej;
- tworzenia nowych relacji społecznych i politycznych dzięki posiadanemu kapitałowi finansowemu i rzeczowemu;
- aktywizowania lokalnych zasobów wytwórczych, zwłaszcza w kontekście korporacyjnym.

Za podstawę klasyfikacji przedsiębiorstwa międzynarodowego do korporacji transnarodowej uznać należy wskaźnik transnacionalizacji (*Transnationality Index*) (Nöcker, 2001, s. 11). Indeks ten powstał w oparciu o UNCTAD¹, a jego celem jest określenie zaangażowania przedsiębiorstwa w gospodarkę światową. Składa on się z trzech wskaźników; pierwszy z nich dotyczy strony popytu, kolejne zaś podaży.

Wymienione wskaźniki obliczane są dla każdego przedsiębiorstwa z osobna i ujmowane jako *Transnationality Index*. Zaletą tego indeksu jest to, iż umiędzynarodowienie przedstawiane jest w oparciu o różne wskaźniki, związane zarówno z popytem, jak i podażą. Wyżej wymienione czynniki w znacznym stopniu wpływają na rolę korporacji transnarodowych.

Warto przytoczyć zestawienie największych korporacji transnarodowych (bez przedsiębiorstw branży finansowej) według wartości majątku za granicą.

Trzeba zwrócić uwagę, iż najwyższy wskaźnik TNI zanotowały kolejno przedsiębiorstwa Total i Royal Dutch Shell, co świadczy o ich wysokim umiędzynarodowieniu.

W Polsce duże trudności sprawia zidentyfikowanie podmiotów gospodarczych, które noszą miano korporacji transnarodowych i posiadają rodzinne pochodzenie, a nie stanowią przedsiębiorstw pochodzących spoza granic (Piasecka-Głuszak, 2010, s. 437). Do przedsiębiorstw noszących znamiona korporacji transnarodowych z polskim kapitałem zaliczyć należy: PKO Bank Polski, Powszechny Zakład Ubezpieczeń (PZU), Polską Grupę Energetyczną czy PKN Orlen.

Tabela 2

Największe KTN według wartości majątku za granicą w 2015 roku

	Royal Dutch Shell	Toyota	General Electric	Total	BP
Siedziba przedsiębiorstwa	GB	Japonia	USA	Francja	GB
Branża	Górnictwo, Ropa naftowa	Pojazdy mechaniczne	Energia, Zdrowie	Energia	Energia
Wartość majątku za granicą w mld \$	288	273	258	237	217
Wartość majątku całkowita w mld \$	340	422	493	245	262
Wielkość obrotu za granicą w mld \$	170	165	64	124	146
Wielkość obrotu całkowita w mld \$	265	237	117	159	223
Wielkość zatrudnienia za granicą	68.000	148.941	208.000	65.773	46.700
Wielkość zatrudnienia całkowita	93.000	348.877	333.000	96.019	79.800
TNI	74,0	59,1	56,5	81	68,9

Źródło: UNCTAD, 2016.

Tabela 3

Największe KTN w Polsce w 2018 r.

Pozycja	Spółka	Branża	Pozycja 2017
1	PKN Orlen S.A.	Przemysł paliwowy	1
2	Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.	Przemysł paliwowy	2
3	PZU S.A.	Ubezpieczenia	4
4	Grupa Lotos S.A.	Przemysł paliwowy	5
5	PGE S.A.	Energetyka	3

Źródło: www.rankingi.wprost.pl (16.09.2018).

Logistyka w korporacjach transnarodowych

Znaczące zmiany gospodarcze, liberalizacja gospodarki światowej i procesy globalizacyjne wpłynęły na wzrost umiędzynarodowienia działalności gospodarczych. Coraz częściej dochodzi do sytuacji, w których przedsiębiorstwa krajowe, ze względu na rosnącą konkurencję, zmuszone są do podejmowania działalności gospodarczej za granicą.

Rozważania skupiające się na zarządzaniu logistycznym w przedsiębiorstwach międzynarodowych, w tym w korporacjach transnarodowych, stanowią początek drogi do skoordynowania logistyki jako zarządzania łańcuchem dostaw ze strategią przedsiębiorstwa. Ma to na celu przede wszystkim osiągnięcie przewagi konkurencyjnej (Banaszyk, Gołemska, 2015, s. 150). Zarządzanie strategiczne może być zatem zorientowane logistycznie, co prowadzi do powstania koncepcji logistyki jako strategii (logistyki strategicznej), usytuowanej na pograniczu logistyki i zarządzania strategicznego (Banaszyk, 2011, s. 55).

Zarządzanie przedsiębiorstwem międzynarodowym, w którego strategię wpisana jest logistyka, ma wpływ na pozycję konkurencyjną firm w biznesie międzynarodowym (Banaszyk, Gołemska, 2015, s. 136). W związku z powyższym ukształtowało się pojęcie logistycznego łańcucha wartości (Blaik, Matwiejczuk, 2008, s. 8–9), które stanowi strategiczne instrumentarium niezbędne przy osiągnięciu i utrzymywaniu przewagi konkurencyjnej przez przedsiębiorstwo. Warto przy tej okazji zwrócić uwagę, iż łańcuch dostaw często utożsamiany jest z pojęciem łańcucha logistycznego, a rozumiany dwojako (Gołemska, 2009, s. 137). Dlatego też często logistyka określana jest jako zarządzanie łańcuchem dostaw i dotyczy zakresu zadań tego łańcucha w przedsiębiorstwie i pomiędzy firmami (dostawcami i odbiorcami).

Analizując znaczenie logistyki w korporacjach transnarodowych, należy wskazać na czynniki stymulujące wpływ na zarządzanie logistyczne w biznesie międzynarodowym: (zob. tabela 4).

We współczesnej gospodarce należy wyróżnić trzy zasadnicze rodzaje zarządzania logistycznego,

Tabela 4

Czynniki stymulujące skuteczność zarządzania logistycznego w biznesie międzynarodowym

Czynniki zewnętrzne	Czynniki wewnętrzne
<ul style="list-style-type: none"> ■ dynamika wdrażania polityki logistycznej w UE ■ przestrzenne zróżnicowanie działalności logistycznej na świecie ■ wzrastająca rola logistyki w międzynarodowej wymianie usług 	<ul style="list-style-type: none"> ■ wzrost znaczenia wyboru przez przedsiębiorstwo międzynarodowe orientacji strategicznej ■ zmiany w zarządzaniu logistycznym od strategii logistycznych do logistyki jako strategii ■ zmiany struktur organizacyjnych z hierarchicznych na sieciowe i wirtualne

Źródło: Banaszyk, Golembaska, 2015.

tj. strategiczne zarządzanie logistyczne, interfunkcyjne zarządzanie logistyczne oraz interorganizacyjne zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie (Golembaska, 1999, s. 23–30).

Międzynarodowy przepływ towarów to właściwie nic innego jak logistyka globalna wraz ze wszystkimi funkcjami zarządzania logistycznego (marketingową, operacyjną i finansową). Funkcja operacyjna (zwana również koordynacyjną) logistyki jest rezultatem konieczności koordynowania procesów zamówień, transportu i gromadzenia zapasów. Funkcja operacyjna natomiast dotyczy strategicznych oraz operacyjnych metod zarządzania. Funkcja marketingowa, jako kolejna funkcja logistyki, dotyczy podejmowania decyzji w zakresie ilości produktów przemieszczanych w łańcuchu dostaw. Marketing i logistyka w działalności przedsiębiorstw opierają się na planowaniu strategicznym oraz stosowaniu w działalności operacyjnej odpowiednich instrumentów marketingowych i logistycznych (Ciesielski, 2001, s. 35). Organizacja zarządzania logistyką opiera się na tym, iż funkcje planowania i kontroli są scentralizowane, funkcje operacyjne natomiast zdecentralizowane.

Warunkiem koniecznym do rozwoju logistyki globalnej w korporacjach transnarodowych jest stworzenie możliwości rozwoju poprzez włączenie do zarządzania międzynarodowego korporacją — zarządzania logistyką (Golembaska, 2009, s. 315). W zasadzie wyróżnić można trzy kategorie strategii korporacji, w których logistyka międzynarodowa może przyczynić się do uzyskania przewagi konkurencyjnej. Pierwsza z nich polega na użyciu łańcucha dostaw jako siły konkurencyjnej, druga dotyczy kreowania nowych wartości biznesowych poprzez nowe usługi logistyczne i rozwój nowych rynków, trzecia natomiast odnosi się do reengineeringu całego systemu logistycznego, a w konsekwencji do obniżenia kosztów logistycznych (Person, 1991, s. 1–11).

Jednym z ważniejszych obszarów w strategii przedsiębiorstwa, które znajduje się obecnie pod dość znaczącym wpływem logistyki, jest strategia internacjonalizacji. Aktualnie prawie wszystkie

przedsiębiorstwa odnajdują się mniej lub bardziej w międzynarodowych sieciach tworzenia wartości i muszą potrafić zdefiniować w nich swoją rolę oraz wytyczyć kierunek działania (Göbl, Froschmayer, 2011).

Wyznacznikiem globalizacji są przedsiębiorstwa cechujące się międzynarodową aktywnością, które potrafią wskazywać na bliskość rynku i pomimo tego łączyć ponadnarodowe synergie. Formą organizacyjną tych transnarodowych przedsiębiorstw jest sieć z szeregiem wzajemnie zależnych i geograficznie podzielonych centrów logistycznych, które są połączone wspólnymi strategiami, normami i intensywną wymianą informacji, doświadczeń i zasobów. Wraz z inwestycjami bezpośrednimi przedsiębiorstwa transnarodowe łączą się z gospodarkami krajowymi i stanowią centralny punkt gospodarki światowej (Golembaska, 2018). Logistykę należy traktować jako ogniwo łączące uczestników łańcucha dostaw w poszczególnych krajach i, tym samym, jako ważny czynnik w sposobie funkcjonowania światowego podziału pracy.

Podejmowanie inwestycji zagranicznych o pełnej wartości przez korporacje transnarodowe to tworzenie spółek córek lub zakładów produkcyjnych i oznacza otwarcie nowego przedsiębiorstwa z zapewnieniem kompleksowego zaopatrzenia oraz stworzenie rozwiniętej sieci kanałów dystrybucji (Rogaczewski, 2012, s. 204). Jeżeli spółka córka staje się dodatkowo zakładem produkcyjnym, musi pamiętać o takich czynnościach, jak planowanie, realizowanie i kontrola produkcji. W tym przypadku zarządzanie logistyczne odbywa się we wszystkich fazach przepływu, począwszy od zaopatrzenia, poprzez produkcję, do dystrybucji i sprzedaży wyrobów gotowych (Szymczak, 2004, s. 84). W przypadku spółek córek czynności związane z zarządzaniem logistycznym przebiegają przeważnie niezależnie od spółek matek. Istnieją jednak zależności w zakresie logistyki zaopatrzenia. Niekiedy spółki córki zaopatrywane są przez spółkę matkę w materiały niezbędne do produkcji. Są to zazwyczaj strategiczne dobra, które dzięki swojej sprawdzonej jakości zagwarantują produkt na odpo-

wiednim poziomie. Działania związane z zaopatrzeniem w surowce, części, materiały czy podzespoły realizowane są przez dział zaopatrzenia spółki córki wraz z działem zaopatrzenia spółki matki. Dział zaopatrzenia jednostek zagranicznych odpowiedzialny jest za dostarczanie pozostałych materiałów niezbędnych do produkcji, natomiast dział logistyki sprawuje pieczę nad ich transportem i magazynowaniem (Szymczak, 2004, s. 84).

Niewątpliwie sposób, w jaki zarządza się logistyką w korporacjach transnarodowych, uzależniony jest od strategii realizowanej przez przedsiębiorstwo. Często zastosowanie znajdują różne strategie, np.: etnocentryczna, policentryczna, geocentryczna czy regiocentryczna.

W KTN istnieje konieczność określenia kwestii związanych z zaopatrzeniem. Niezbędne jest więc stworzenie wielostopniowej organizacji zaopatrzenia, dzięki której czynności z nim związane mogą być koordynowane pomiędzy spółką matką a jednostkami zagranicznymi. Ze względu na stopień centralizacji decyzji związanych z gospodarką zaopatrzeniową wyróżnia się trzy podstawowe formy międzynarodowej organizacji zaopatrzenia (Hungenberg, 2002, s. 912):

- częściowa centralizacja,
- kontrolowana decentralizacja,
- określenie głównego popytu i przedsiębiorstw zależnych.

W przypadku częściowej centralizacji dział zaopatrzenia spółki matki przejmuje wszystkie zakrojone na szeroką skalę zadania związane z zaopatrzeniem (etnocentryczne zarządzanie zaopatrzeniem). Kontrolowana decentralizacja, jako kolejna forma organizacji zaopatrzenia, dotyczy realizacji przez dział zaopatrzenia spółki matki wyłącznie przypadających na nią zadań. Czynności związane z pozyskiwaniem surowców poszczególnych zagranicznych jednostek realizowane są przez nie autonomicznie. Ostatnią formą organizacyjną międzynarodowego zaopatrzenia jest określenie popytu przedsiębiorstw zależnych. W ramach niej przedsiębiorstwo międzynarodowe identyfikuje się z tymi zagranicznymi spółkami córkami, które wykazują szczególnie wysokie zapotrzebowanie na określone dobra. Spółki te zazwyczaj brylują w grupie firm, jeżeli chodzi o zaopatrzenie międzynarodowe danych grup produktów (Rogaczewski, 2014).

Geocentryczna organizacja zaopatrzenia jest zatem kombinacją scentralizowanego i zdecentralizowanego zaopatrzenia (Grochla, Fieten, 1989, s. 210). Na potrzeby wewnętrzne grupy przedsiębiorstw, które dokonują ekspansji zagranicznej i zaopatrzenia międzynarodowego, ważne jest, aby określić międzynarodowe ceny transferowe. Poprzez spłot decyzji w poszczególnych obszarach ich podejmowania można wyróżnić strategie zaopatrzeniowe, które z punktu widzenia logistyki międzynarodowej odgrywają

istotną rolę w internacjonalizacji przedsiębiorstw. Do ważniejszych z nich należy zaliczyć długookresową współpracę z dostawcami oraz synchronizację zaopatrzenia i sprzedaży.

Odpowiednie zarządzanie przedsiębiorstwem znajduje swoje odzwierciedlenie w poszczególnych wskaźnikach finansowych. Logistyka, traktowana jako nośnik wewnątrzzakładowych i wykraczających poza przedsiębiorstwo procesów wymiany, odgrywa decydującą rolę w rentowności i konkurencyjności przedsiębiorstw (Rogaczewski, 2017, s. 35). Konieczność umiejscawiania znaczenia działań logistycznych przy podejmowaniu decyzji na szczeblach najwyższych przedsiębiorstwa jest szczególnie ważna. Procesy ekonomiczne, polityczne, społeczne i technologiczne zachodzące w warunkach internacjonalizacji gospodarki mają znaczący wpływ na rozwój logistyki, która ma wysokie oddziaływanie na rentowność i płynność finansową przedsiębiorstwa.

Sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem uzależnione jest zatem w dużej mierze od sprawnego zarządzania procesami logistycznymi w całym łańcuchu dostaw (Skowronek, Sariusz-Wolski, 2008, s. 43). Wykazują one bezpośredni związek z celami przedsiębiorstwa. Na płaszczyźnie operacyjnej celem logistyki jest umocnienie pozycji rynkowej przedsiębiorstwa oraz maksymalizacja jego wyników finansowych. Na płaszczyźnie strategicznej nadrzędną funkcją jest osiągnięcie wzrostu ekonomicznego oraz wzrost wartości i konkurencyjności przedsiębiorstwa (Rogaczewski, 2017, s. 39–41).

Zarządzanie logistyczne na przykładzie przedsiębiorstwa PKN Orlen

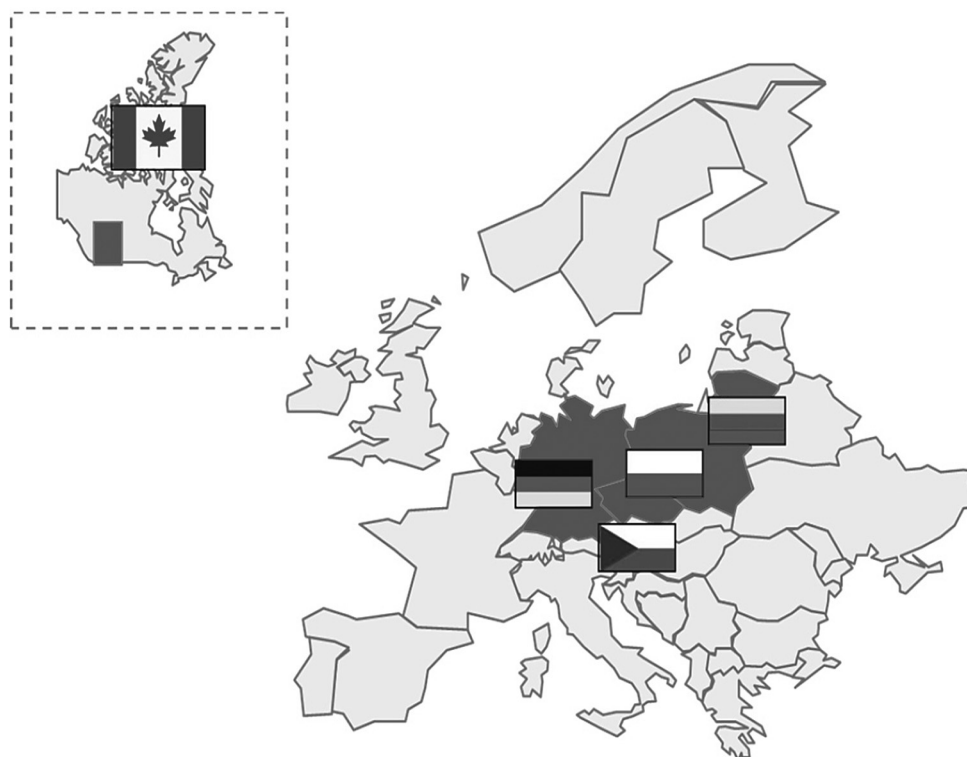
Przedsiębiorstwo Polski Koncern Naftowy Orlen S.A. jest jednym z wiodących w branży paliwowo-energetycznej w Europie Środkowej. PKN Orlen jest przedsiębiorstwem międzynarodowym, noszącym cechy korporacji transnarodowej. W zasadzie można wyróżnić trzy wiodące prym segmenty działalności przedsiębiorstwa:

- działalność wydobywcza w Polsce i w Kanadzie;
- *downstream*, który obejmuje produkcję, sprzedaż oraz logistykę;
- detal.

Koncern PKN Orlen z siedzibą w Płocku posiada swoje spółki córki i punkty sprzedaży na terenie Polski, Niemiec, w Czechach i na Litwie oraz zakłady produkcyjne w formie sześciu rafinerii ulokowanych w trzech krajach, tj. w Polsce, Czechach i na Litwie. Przedsiębiorstwo prowadzi również działalność wydobywczą w Kanadzie. Koncern PKN Orlen świadczy

Rysunek 1

Działalność międzynarodowa koncernu PKN Orlen S.A.



Źródło: www.orklen.pl (15.09.2018).

także szeroki zakres usług, do których zaliczyć należy magazynowanie ropy naftowej i paliw, transport, usługi konserwacyjno-remontowe oraz laboratoryjne.

Grupa Orlen obecna jest na rynku niemieckim od 2003 r. Koncern PKN Orlen posiada 100% udziałów w spółce córce Orlen Deutschland GmbH. Spółka zajmuje się zarządzaniem aktywami i sprzedażą detaliczną paliw. Rynek niemiecki uznawany jest za największy i najbardziej rozwinięty rynek paliwowy w Europie (www.orklen-deutschland.de, 7.02.2019). Do głównych konkurentów spółki polskiej w Niemczech należą sieci międzynarodowych stacji paliw, takie jak: Aral, Shell, Esso, Total (stanowią 45% ogólnej liczby stacji benzynowych w Niemczech) oraz sieci ekonomiczne Jet i HEM (stanowią niespełna 9% stacji benzynowych ogółem). Na terenie Niemiec stacje benzynowe funkcjonują pod nazwą „Star”.

Natomiast oddział przedsiębiorstwa w Czechach jest liderem pod względem sprzedanego wolumenu i wielkości sieci dystrybucji. Koncern PKN Orlen posiada w spółce córce 62,99% udziałów. Czynniki takie jak przejęcia innych stacji, modernizacje techniczne czy odpowiednia polityka zarządzania ceną detaliczną i korzystne warunki ekonomiczne stały się determinantą wzrostu udziału spółki czeskiej w rynku detalicznym. Do głównych konkurentów polskiego koncernu na tym rynku zaliczyć należy MOL oraz TankOno. W Czechach stacje benzynowe funkcjonują pod nazwą „Benzina”.

W przypadku rynku litewskiego firma PKN Orlen posiadała na koniec 2017 r. 4,5% udział w rynku. Udział w spółce córce wynosił 100%, natomiast działalność spółki obejmowała przerób ropy naftowej, wytwarzanie produktów rafineryjnych oraz sprzedaż hurtową i detaliczną. Największą konkurencję litewskiej spółki stanowią przedsiębiorstwa Viada oraz Circle-K, które kontrolują ponad 40% rynku.

Nie ulega wątpliwości, iż o skuteczności logistyki jako strategii przedsiębiorstwa świadczą następujące wartości ekonomiczne:

- przychody ze sprzedaży,
- liczba oddziałów za granicą,
- gęstość sieci dystrybucji,
- nakłady na aktywa trwałe (wielkość majątku).

O podejmowanych przez przedsiębiorstwo aktywnościach zagranicznych świadczą przychody ze sprzedaży poszczególnych spółek zagranicznych koncernu. Dane dotyczą spółki polskiej PKN Orlen oraz spółek czeskich i litewskich (Grupa Unipetrol i Grupa Orlen Lietuva).

Największe przychody ze sprzedaży osiągnęła polska spółka matka PKN Orlen. W latach 2015 i 2016 zaobserwować można znaczny ich spadek. Spadek wielkości sprzedaży widoczny był również w czeskiej i litewskiej spółce.

Struktura sprzedaży wolumenowej na rynkach, na których koncern posiada swoje spółki córki i sieć sprzedaży detalicznej przedstawia rysunek 2.

Tabela 5

Przychody ze sprzedaży wybranych spółek koncernu PKN Orlen w mln PLN

	2013	2014	2015	2016	2017
PKN Orlen	84.040	76.972	60.466	53.633	70.012
Grupa Unipetrol	16.062	18.873	16.669	14.179	19.811
Grupa Orlen	25.445	19.589	15.578	14.279	17.042
Lietuva					
Orlen Deutschland	—	—	13.924	13.704	14.850

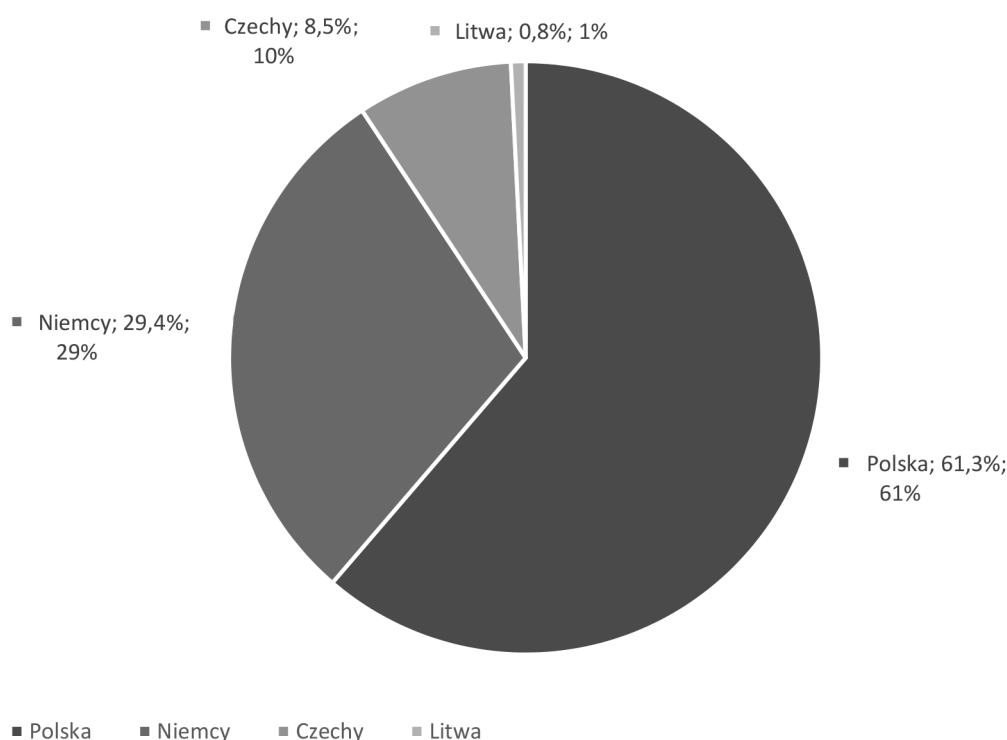
Źródło: www.ornen.pl (15.09.2018).

Najwięcej stacji benzynowych zlokalizowanych było na terenie Polski (1776), w Niemczech (581, co stanowi 4,04% wszystkich stacji benzynowych zlokalizowanych w tym kraju — www.mwv.de, 23.09.2018). Mniej stacji benzynowych zlokalizowanych było na terenie Czech i na Litwie (odpowiednio 401 i 25 stacji).

Z analizy sieci dystrybucji spółki Orlen na terenie Polski wynika, iż kontrolowała w 2017 r. 1776 stacji benzynowych (z czego 76 obiektów funkcjonowało pod logiem „Bliska”), co stanowiło 26,73% wszystkich stacji benzynowych w Polsce. Liczba stacji badanej spółki w latach 2011–2017 utrzymywała się na podobnym poziomie (tabela 7).

Rysunek 2

Struktura sprzedaży wolumenowej na rynkach macierzystych grupy Orlen w 2017 r.



Źródło: www.ornen.pl (15.09.2018).

Na uwagę zasługuje wysoki udział sprzedaży w całkowitej wielkości sprzedaży koncernu w niemieckiej spółce Star, który stanowi 29,4%.

Jeżeli chodzi o sprzedaż wolumenową, kształtuje się ona w przypadku *downstream* i detal tak jak przedstawia to tabela 6.

Ważną rolę w przypadku branży paliwowo-energetycznej odgrywa sieć dystrybucji, która ma na celu dotarcie do jak największej liczby odbiorców. Wielkość sprzedaży na międzynarodowym rynku detalicznym zdeterminowana jest liczbą punktów sprzedaży paliw. Na głównych rynkach zbytu sieć dystrybucji kształtuje się tak, jak przedstawia to rysunek 3.

Warto zwrócić również uwagę na strukturę zatrudnienia w przedsiębiorstwie, w tym w logistyce. Strukturę zatrudnienia w latach 2015–2017 przedstawia tabela 8.

Analizując powyższe dane, należy zwrócić uwagę na wielkość zatrudnienia w niemieckiej spółce. Wydałoby się, iż zachodzi silna korelacja pomiędzy przychodami ze sprzedaży, gęstością sieci dystrybucji w danym kraju, wielkością sprzedaży z wielkością zatrudnienia. Sytuacja ta z pewnością nie ma miejsca w przypadku spółki posiadającej na terenie Niemiec stacje benzynowe pod nazwą „Star”. Wskaźnik zatrudnienia jest wielokrotnie niższy aniżeli w pozostałych

Tabela 6

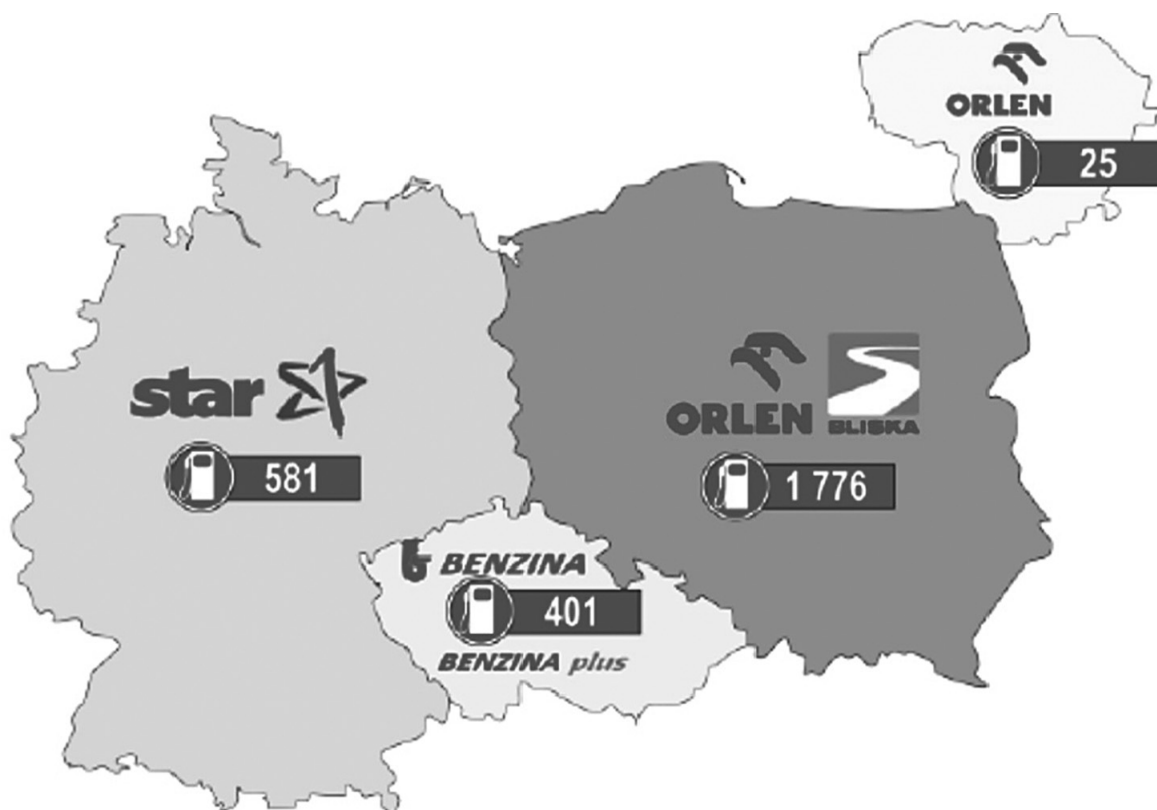
Struktura sprzedaży koncernu Orlen w 2017 r.

	2015	2016	2017
DOWNSTREAM	30.380	30.708	32.925
Lekkie destylaty (benzyna, LPG)	5.437	5.765	5.818
Średnie destylaty (olej napędowy, lekki olej napędowy)	11.995	12.460	13.343
Pozostałe	12.948	12.483	13.764
DETAL	7.986	8.187	8.819
Lekkie destylaty (benzyna, LPG)	3.000	3.136	3.339
Średnie destylaty (olej napędowy, lekki olej napędowy)	4.986	5.051	5.480

Źródło: www.orlen.pl (15.09.2018).

Rysunek 3

Stacje paliw Grupy Orlen w 2017 r.



Źródło: www.orlen.pl (15.09.2018)

spółkach, pomimo bardziej rozbudowanej sieci dystrybucji.

Na wzrost zatrudnienia w poszczególnych spółkach wpływ miało zwiększenie skali działalności w obszarach obejmujących przede wszystkim energię, logistykę, zakupy, informatykę oraz sprzedaż detaliczną (www.orlen.pl, 7.10.2018).

Logistyka jako strategia przedsiębiorstwa odgrywa jedną z kluczowych ról w budowie przewagi

konkurencyjnej koncernu PKN Orlen. Uzyskać ją można chociażby z tytułu rozwiniętej infrastruktury. Do ważniejszych elementów infrastruktury transportowo-magazynowej zaliczyć należy terminale paliw, lądowe oraz morskie bazy przeładunkowe oraz sieci rurociągów. Transport realizowany jest również cysternami kolejowymi i samochodowymi.

W roku 2017 transport rurociągowy stanowił podstawową formę transportu surowców i produktów, co przedstawia tabela 9.

W roku 2017 transport przesyłowy był wiodącą gałęzią transportu surowców i produktów. Łączna długość sieci rurociągów wynosiła w Polsce i w jednostkach powiązanych niespełna 3,8 tys. km.

Na rynku polskim przedsiębiorstwo do transportu produktów paliwowych korzystało w 2017 r. w przeważającej mierze z rurociągów (co stanowi 50% wykorzystania całej struktury transportu). Na własne potrzeby, dla realizacji procesów magazynowych, przedsiębiorstwo PKN Orlen wykorzystywało łącznie 24 obiekty. Łączna pojemność magazynowa w ramach infrastruktury własnej oraz w ramach zawartych umów wynosiła ponad 7 mln m³. Produkty

Tabela 7

Liczba stacji paliw w Polsce w latach 2011–2017

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PKN Orlen	1756	1767	1778	1768	1749	1766	1776
Grupa Lotos	369	405	439	225	159	108	76
Koncerny zagraniczne	1392	1424	1423	1406	1447	1467	1487
Niezależni operatorzy	3100	3000	2940	2700	2750	2900	2700
Sieci sklepowe	154	160	166	171	179	183	187
Ogółem	6821	6857	6897	6486	6601	6803	6643

Źródło: www.popihn.pl (23.09.2018).

Tabela 8

Struktura zatrudnienia w poszczególnych spółkach koncernu PKN Orlen

	2015	2016	2017
Koncern Orlen	19.931	19.730	20.262
Grupa Orlen Lietuva	1.569	1.582	1.612
Orlen Deutschland GmbH	140	146	155
Grupa Unipetrol	3.831	4.576	4.720

Źródło: www.orken.pl (15.09.2018).

korzystało głównie z transportu przesyłowego i samochodowego oraz posiadało 12 baz magazynowo-dystrybucyjnych. Dla porównania na rynku litewskim głównym elementem infrastruktury logistycznej jest rurociąg surowcowy łączący terminal z rafinerią. Na rynku niemieckim przedsiębiorstwo korzysta ze zlokalizowanych obiektów magazynowo-dystrybucyjnych będących własnością podmiotów zewnętrznych. Dostawa produktów paliwowych odbywa się przy użyciu transportu samochodowego (www.orken.pl, 10.10.2018; www.orken-deutschland.de, 10.10.2018; www.orkenlietuva.lt, 10.10.2018).

Tabela 9

Infrastruktura liniowa koncernu PKN Orlen w 2017 r. w km

	Grupa Orlen	Polska	Czechy	Litwa
Łączna długość wykorzystywanych sieci rurociągów	3.753	1.888	1.774	91
Długość wykorzystywanych sieci rurociągów surowcowych	1.695	930	674	91
Długość wykorzystywanych sieci rurociągów produktowych	2.058	958	1.100	—

Źródło: www.orken.pl (07.10.2018).

dostarczane są również przy użyciu transportu kolejowego i samochodowego (cysterny samochodowe). Natomiast na rynku czeskim przedsiębiorstwo

Należy zwrócić uwagę na wartość wskaźnika transinternacjonalizacji przedsiębiorstwa PKN Orlen. Pozwoli on na wskazanie stopnia umiędzynarodowienia przedsiębiorstwa. Wskaźnik ten dotyczy lat 2015–2017 i kształtuje się na poziomie przedstawionym w tabeli 11).

Tabela 10

Struktura transportu w koncernie Orlen w roku 2017

	Rurociągi	Kolej	Cysterny samochodowe
Polska	50%	27%	23%
Czechy	40%	22%	38%
Niemcy	—	4%	96%
Litwa	—	94%	6%

Źródło: www.orken.pl (10.10.2018).

Tabela 11

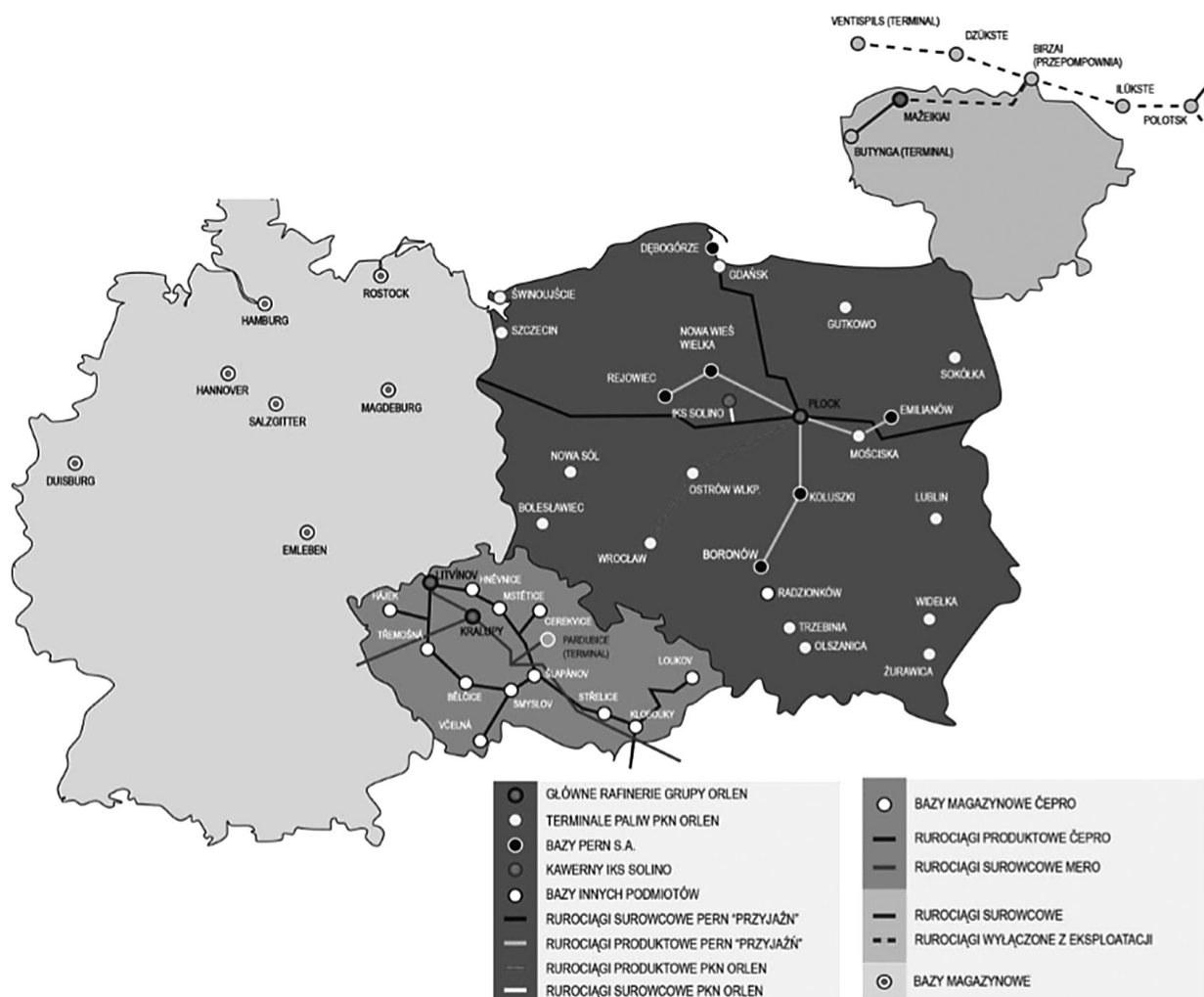
Wskaźnik transinternacjonalizacji przedsiębiorstwa PKN Orlen

TNI ²	2015	2016	2017
	35,20	38,13	38,66

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4

Infrastruktura w koncernie PKN Orlen w 2017 r.



Źródło: www.orlen.pl (07.10.2018).

Jak wynika z tabeli, obserwuje się wzrost umiędzynarodowienia przedsiębiorstwa na przestrzeni lat 2015–2017. Wzrost wskaźnika w kolejnych latach będzie z pewnością uzależniony od sytuacji polityczno-gospodarczej na świecie oraz od planowanych działań w obszarze strategicznym.

Podsumowanie

W zarządzaniu korporacjami transnarodowymi logistyka pełni rolę strategii przedsiębiorstwa oraz ogniwa łączącego uczestników łańcucha dostaw w poszczególnych krajach. Zarządzanie przedsiębior-

stwem międzynarodowym, w którym w strategię przedsiębiorstwa wpisana jest logistyka, ma wpływ na pozycję konkurencyjną firm w biznesie międzynarodowym.

Celem niniejszego artykułu była analiza zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie PKN Orlen. Uwagę zwrócono przede wszystkim na przychody ze sprzedaży, liczbę oddziałów za granicą, gęstość sieci dystrybucji oraz nakłady na aktywa. Istotną kwestią była również analiza infrastruktury transportowo-magazynowej przedsiębiorstwa. Korzystając z dostępnych zmiennych (przychody ze sprzedaży, zatrudnienie i wielkość aktywów), podjęto próbę określenia wskaźnika transinternacjonalizacji przedsiębiorstwa PKN Orlen.

Przypisy

¹ UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) — Konferencja Narodów Zjednoczonych ds. Handlu i Rozwoju.

² Ze względu na brak niektórych danych liczbowych nie uwzględniono w obliczeniach TNI wartości dla spółki zagranicznej zlokalizowanej na terenie Kanady (zakład produkcyjny).

Bibliografia

- Banaszyk, P. (2011). *Zmienność zarządzania strategicznego przedsiębiorstwem*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego.
- Banaszyk, P., Golembka, E. (2015). *Logistyka w biznesie międzynarodowym*. Warszawa: Wydawnictwo WNT.
- Blaik, P., Matwiejczuk, R. (2008). *Logistyczny łańcuch tworzenia wartości*. Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Ciesielski, M. (2001). Logistyka w strategiach konkurencyjnych firm. W: M. Ciesielski (red.), *Logistyka w tworzeniu przewagi konkurencyjnej firmy*. Poznań: Akademia Ekonomiczna.
- Dunning, J. H. (1993). *Multinational Enterprises in the Global Economy*. Wokingham: Addison-Wesley.
- Göbl, M., Froschmayer, A. (2011). *Logistik als Erfolgspotenzial. Von der Strategie zum logistischen Businessplan*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Golembka, E. (1999). Kompedium wiedzy o logistyce. Warszawa: PWN. Golembka, E. (2018). *Logistyka międzynarodowa*. Warszawa: PWN.
- Golembka, E. (2009). *Logistyka w gospodarce światowej*. Warszawa: C.H. Beck.
- Grochla, E., Fieten, R. (1989). Internationale Beschaffungspolitik. W: K. Macharzina, M. K. Welge (red.), *Handwörterbuch Export und internationale Unternehmung*. Stuttgart.
- Hungenberg, H. (2002). *Strategisches Management in Unternehmen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Jantoni-Drozdowska, E. (2004). *Międzynarodowe stosunki gospodarcze*. Poznań: Ars boni et aequi.
- Korten, D. C. (2001). *When Corporation Rule the World*. San Francisco: Kumarian Press.
- Nöcker, R. (2001). *Internationalisierung als Wettbewerbsstrategie*. Hamburg: Kovac.
- Persson, G. (1991). Achieving Competitive Through Logistics. *International Journal of Logistics Management*, (2) 1–11.
- Piasecka-Głuszak, A. (2010). Korporacje międzynarodowe w gospodarce światowej. W: J. Rymarczyk (red.), *Międzynarodowe stosunki gospodarcze*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Rogaczewski, R. (2012). Integracja i internacjonalizacja podstawą rozwoju logistyki międzynarodowej. W: M. Kuczera (red.), *Młodzi naukowcy dla polskiej nauki* (cz. IX). Kraków: Creativetime.
- Rogaczewski, R. (2014). Przesłanki umiędzynarodowienia procesów zaopatrzenia w systemach logistycznych korporacji transnarodowych. W: Z. Bentyń, E. Golembka (red.), *Gospodarcze konsekwencje rozwoju logistyki międzynarodowej*. Poznań: UEP.
- Rogaczewski, R. (2017). Wpływ logistyki na rentowność i płynność finansową przedsiębiorstwa. W: P. Szczypa, A. Zimny (red.), *Dylematy i perspektywy rozwoju finansów i rachunkowości*. Konin: PWSZ.
- Skowronek, Cz., Sarjusz-Wolski, Z. (2008). *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Warszawa: PWE.
- Szymczak, M. (2004). Logistyka międzynarodowa w teoriach handlu zagranicznego i zagranicznej ekspansji przedsiębiorstw. W: E. Golembka (red.), *Logistyka międzynarodowa w teorii i praktyce*. Poznań: AE.
- UNCTAD (1995, 2016). *World Investment Report*. New York.

Gospodarka Materiałowa i Logistyka



tel. 795 155 583
00-252 Warszawa
ul. Podwale 17