

Agnieszka Hodczak-Sekulska
Adam Redmer¹

Planowanie optymalnego rozwoju sieci dystrybucji na przykładzie sieci handlowych (cz. 1)

Artykuł stanowi kontynuację wcześniejszego artykułu Autorów pt. „Struktura sieci dystrybucji na przykładzie sieci handlowych” (Logistyka 1/2010), poświęconego istocie sieci dystrybucji, ich strukturze oraz identyfikacji struktury typowej sieci dystrybucji sieci handlowych działających w Polsce. W niniejszym artykule Autorzy poddali analizie i optymalizacji typową sieć dystrybucji sieci handlowych celem określenia, na ile sieć ta jest właściwa, a na ile powinna ulec przebudowie. A powinna!

Metody projektowania sieci dystrybucji

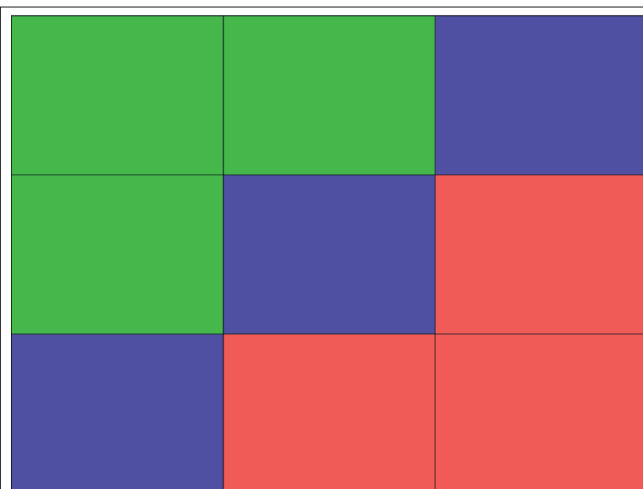
Na efektywne zaplanowanie sieci dystrybucji firma musi pracować z reguły kilka lat. Jednak wysiłek ten nie zapewni pewnego sukcesu, ponieważ błędy popełnione w tym czasie mogą doprowadzić do znacznego pogorszenia kondycji firmy. Cały proces planowania sieci dystrybucji powinien obejmować następujące elementy:

- opis stanu aktualnego – jego ocena oraz zebranie danych historycznych
- zdefiniowanie wymagań zainteresowanych stron (właściciele, centra dystrybucji, sklepy, klienci) odnośnie poziomu obsługi – identyfikacja oczekiwań wobec przebudowy sieci i jej ograniczeń
- opracowanie strategii realizacji zamówień zapewniającej wymagane poziomy obsługi poszczególnych segmentów odbiorców przy zachowaniu efektywności kosztowej – opracowanie wariantów rozwoju sieci dystrybucji
- szczegółowa analiza zebranych danych – narzędzia BI (Business Intelligence)
- przetworzenie danych prognostycznych odnośnie funkcjonowania sieci dystrybucji
- budowa modelu matematycznego systemu dystrybucji – identyfikacja funkcji kosztowych
- optymalizacja – na przykład z wykorzystaniem solverów współpracujących z oprogramowaniem MS Excel (na przykład Premium Solver Platform firmy Frontline Systems Inc.²)
- wyniki i rekomendacje – ścieżka rozwoju/przejęcia do rozwiązania docelowego.

Etap optymalizacji w procesie projektowania sieci dystrybucji może opierać się na różnego rodzaju metodach optymalizacyjnych, które można zaadoptować do konkretnego przypadku projektowania sieci dystrybucji.

Porównane wybranych i szeroko opisywanych w literaturze z zakresu tak zwanych badań operacyjnych metod, pozwalających na zaprojektowanie optymalnej struktury sieci dystrybucji, prezentuje tabela 1. Pewnego wyjaśnienia wymaga tu metoda optymalizacyjna. Jakkolwiek pozostałe metody można również traktować jako metody optymalizacji, przez metodę optymalizacyjną autorzy rozumieją budowę modelu matematycznego dla danego, konkretnego problemu planowania rozwoju sieci dystrybucji i jego rozwiązanie z wykorzystaniem narzędzi optymalizacji, takich jak wspomniany solver – podejście takie zostanie zaprezentowane w dalszej części artykułu.

Na podstawie tabeli 1 sporządzono wykres (rysunek 1), prezentujący zależność dokładności i pracochłonności zastosowania każdej z metod. Kolory komórek na wykresie informują o tym, że:



MSC – Metoda Środka Ciężkości,
MT – Metoda Transportowa,
MTW – Metoda Transportowa Wieloetapowa,
MNS – Metoda Najkrótszej Ścieżki,
MMP – Metoda Maksymalnego Przepływu,
MMRD – Metoda Minimalnie Rozgałęzionego Drzewa,
MO – Metoda Optymalizacyjna

Rys. 1. Ocena relacji pracochłonności, dokładności i uniwersalności metod pozwalających na optymalizację struktury sieci dystrybucji.
Źródło: opracowanie własne.

¹ Agnieszka Hodczak-Sekulska, e-mail: pennie@interia.pl. Dr inż. Adam Redmer (adam.redmer@put.poznan.pl) jest adiunktem w Instytucie Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Zajmuje się profesjonalnie projektowaniem sieci dystrybucji z wykorzystaniem narzędzi optymalizacji i posiada w tym zakresie doświadczenie praktyczne. Artykuł recenzowany (przyp. red.).

² <http://www.solver.com>

Tab. 1. Porównanie metod pozwalających na optymalizację struktury sieci dystrybucji.

Zakres porównania		Metody wykorzystywane do projektowania sieci dystrybucji						
		Metoda środka ciężkości	Metoda transportowa	Metoda wieloetapowego zagadnienia transportowego	Metoda najkrótszej ścieżki	Metoda maksymalnego przepływu	Metoda minimalnie rozgałęzionego drzewa	Metoda optymalizacyjna
		MSC	MT	MTW	MNS	MMP	MMRD	MO
Zakres zastosowania	Wyznaczanie liczby punktów sieci dystrybucji (centra dystrybucji, magazyny)		X	X				X
	Wyznaczanie lokalizacji punktów sieci dystrybucji (centra dystrybucji, magazyny)	X	X	X				X
	Planowanie tras przewozowych		X	X	X	X	X	X
Kryteria oceny	Minimalizacja kosztów transportu	X	X	X	X	X	X	X
	Minimalizacja kosztów magazynowania		X	X				X
	Minimalizacja czasu realizacji dostaw	X	X	X	X	X	X	X
	Minimalizacja odległości przewozowych w sieci		X	X	X		X	X
Dane początkowe	Popyt (POS*, klienci)	X	X	X				X
	Podaż (magazyny, centra dystrybucji)	X	X	X				X
	Lokalizacja punktów w sieci dystrybucji – współrzędne	X	X	X	X	X	X	X
	Jednostkowe koszty transportu	X	X	X	X		X	X
	Jednostkowy czas transportu	X	X	X	X		X	X
	Jednostkowe koszty magazynowania		X	X				X
	Odległości między punktami w sieci CD** – POS*	X	X	X	X	X	X	X
	Odległość między punktami w sieci POS* – POS*			X	X	X	X	X
	Odległość między punktami w sieci CD** – CD**			X	X	X	X	X
	Maksymalna przepustowość odcinków sieci					X		X
Dokładność obliczeniowa	Duża			X				X
	Średnia		X		X	X	X	
	Mała	X						
Pracochłonność	Duża							X
	Średnia		X	X	X	X	X	
	Mała	X						
Uniwersalność	Duża							X
	Średnia			X				
	Mała	X	X		X	X	X	

* POS – Points of Sales / Punkty Sprzedaży.

** CD – Centra Dystrybucji.

Źródło: opracowanie własne.

- kolor zielony – wskazuje metody korzystne, bardzo dobrze nadające się do projektowania sieci dystrybucji, które przy średniej pracochłonności dają relatywnie dokładne wyniki, jak MWZT
- kolor niebieski – wskazuje metody neutralne, dla których wzrost dokładności jest proporcjonalny do wzrostu pracochłonności zastosowania danej metody, w efekcie jeżeli metoda jest pracochłonna to daje wyniki o najwyższej dokładności, jak MO, natomiast, gdy metoda jest łatwa w zastosowaniu, to daje mało precyzyjne wyniki (nie znaczy to jednak, że nieprzydatne)
- kolor czerwony – wskazuje metody nie zalecane, gdyż przy wysokim nakładzie pracochłonności dają one mało dokładne wyniki. W tym przypadku żadna z omawianych metod nie znalazła się w obszarze koloru czerwonego. Ponadto, na wykresie naniesiono też informacje o uniwersalności każdej z metod odpowiednim kolorem czcionki (zielony – duża uniwersalność, niebieski – średnia, czerwony – mała). Każda z zaprezentowanych metod może zostać wykorzystana do zaprojektowania sieci dystrybucji, jednak nie każda z nich

może posłużyć do wyznaczenia lokalizacji punktów w sieci (nie pozwalają na to metody rozwiązywania tak zwanych problemów sieciowych, to jest metoda najkrótszej ścieżki, maksymalnego przepływu i minimalnie rozgałęzionego drzewa). Z kolei za pomocą metody środka ciężkości nie opracujemy optymalnego planu przewozu towarów.

Stosując metodę optymalizacyjną oraz metodę transportową, w tym jej wersję wieloetapową, możliwe jest zaplanowanie sieci dystrybucji z punktu widzenia największej liczby kryteriów oceny (4 kryteria z 4). Natomiast metody środka ciężkości oraz maksymalnego przepływu biorą pod uwagę tylko 2 spośród 4 zaprezentowanych w tabelicy 3 kryteriów. Pozostałe trzy metody obejmują taką samą liczbę kryteriów (3 na 4 kryteria), które mogą być zastosowane w analizach.

Spośród wszystkich zaprezentowanych metod tylko za pomocą metody optymalizacyjnej oraz metody transportowej, w tym jej wersji wieloetapowej, można zminimalizować koszty magazynowania. Wszystkie 7 zaprezentowanych metod można stosować do minimalizacji czasu i/lub kosztów transportu. Tylko 2 metody nie mają zastosowania do optymalizacji tras przewozowych w sieci, to jest metoda środka ciężkości oraz metoda maksymalnego przepływu.

W celu wykorzystania jakiegokolwiek z przedstawionych metod należy zebrać dane początkowe, na podstawie których będzie można określić na przykład lokalizację magazynów w sieci lub zoptymalizować trasy przewozowe. Zastosowanie metody optymalizacyjnej wymaga zebrania 10 różnych rodzajów danych spośród 10 przedstawionych w tabeli 1 (przy założeniu dość zaawansowanej optymalizacji, przy podejściu uproszczonym, zgrubnym, wstępnym, ilość niezbędnych danych będzie mniejsza). Natomiast do zastosowania metody maksymalnego przepływu konieczne jest zgromadzenie 5 grup danych. Pozostałe metody sieciowe (metoda minimalnie rozgałęzionego drzewa, metoda najkrótszej ścieżki), w zależności od założenia początkowego (minimalizacja czasu, kosztu czy odległość) wymagają zebrania 6 grup danych. W celu zastosowania pozostałych trzech metod konieczne jest zgromadzenie następujących grup danych: metoda środka ciężkości – 6, metoda transportowa – 7, metoda transportowa wieloetapowa – 9. Jak wynika z tabeli 4, 6 z 7 zaprezentowanych metod uwzględnia dane dotyczące jednostkowych kosztów transportu.

Spośród zaprezentowanych metod dwie z nich (MMP i MO) posługują się kryterium maksymalnej przepustowości sieci, przy czym w metodzie MMP jest to obligatoryjne, w metodzie MO opcjonalne – można zastosować inne kryteria. Z kolei wszystkie zaprezentowane metody korzystają z danych dotyczących współrzędnych lokalizacji punktów w sieci. Jednostkowy koszt magazynowania jest uwzględniony w obliczeniach z zastosowaniem trzech metod: MO, MT i MTW. Metody rozwiązywania problemów sieciowych nie uwzględniają popytu i podaży, w przeciwieństwie do pozostałych 4 metod. Meto-

da maksymalnego przepływu pomija jednostkowy czas realizacji dostaw, reszta metod uwzględnia takie dane. Odległości między punktami w sieci (CD – POS) znajdują odzwierciedlenie w 7 z 7 przedstawionych metod. Dane na temat odległości między POS – POS oraz CD – CD wiążą się z 5 spośród 7 przedstawionych metod (MTW, MNS, MMP, MMRD, MO). Warto też zwrócić uwagę na to, że dwie najbardziej dokładne metody, MWT i MO, pozwalają na osiągnięcie owej dokładności przy różnej pracochłonności (mniej pracochłonna w zastosowaniu jest metoda MTW), ale przy różnej uniwersalności (najbardziej uniwersalna jest metoda MO).

Optymalizacja sieci dystrybucji na przykładzie typowej sieci dystrybucji sieci handlowej

W celu zaprezentowania przykładu planowania sieci dystrybucji wykorzystano typową sieć dystrybucji sieci handlowych działających w Polsce. Struktura takiej sieci dystrybucji została określona na podstawie charakterystyk 12 spośród 130³ sieci handlowych działających w Polsce, które sieci podzielono na te z kapitałem polskim i zagranicznym. Obliczenia przeprowadzono na podstawie uśrednionych danych, które otrzymano z analizy wspomnianych 12 sieci handlowych.

Proces optymalizacji struktury sieci dystrybucji podzielono na 2 etapy. W konsekwencji skonstruowano dwa modele optymalizacyjne (wstępny i główny), przy użyciu których wyznaczono najlepszą strukturę typowej sieci dystrybucji sieci handlowej. W modelu wstępnym do obliczeń wykorzystano Solver MS Excel, natomiast w modelu głównym użyto narzędzia o nazwie Evolver firmy Palisade Corporation⁴.

Przyjęto roczny horyzont czasowy analiz. Powodem tego było to, iż zapotrzebowanie poszczególnych sklepów, klientów sieci, ustalono na podstawie rocznych obrotów analizowanych sieci handlowych. Ponadto uwzględniono przybliżone, roczne koszty utrzymania pojedynczego magazynu.

Pierwszym krokiem w poszukiwaniu optymalnej struktury sieci dystrybucji jest rozpoznanie stanu aktualnego oraz jego opis. Następnie należy określić wymagania klientów oraz innych stron zainteresowanych działaniem firmy i na podstawie tego określić strategię jej działania.

Najlepiej, gdy firma przygotowuje kilka wariantów rozwoju sieci dystrybucji w celu porównania ich i wyłonienia tego najlepszego. Jednak przygotowanie takich projektów jest pracochłonne i niewiele firm decyduje się na takie rozwiązanie, a szkoda. Podczas procesu planowania rozwoju sieci dystrybucji nie należy zapominać o efektach końcowych, jakie firma chce osiągnąć. W analizowanym przypadku tymi efektami były: optymalna liczba magazynów oraz ich lokalizacja; optymalne przyporządkowanie sklepów do magazynów, w efekcie określenie obszarów działania każdego z magazynów; całość przy minimalnych kosztach dystrybucji.

³ Wiadomości Handlowe: Mapa zorganizowanego Handlu Detalicznego FMCG 2008, Wydawnictwo Gospodarcze Sp. z o. o., Warszawa, 2008.

⁴ <http://www.palisade.com>