

Elżbieta MILEWSKA
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
elzbieta.milewska@polsl.pl

ZAUTOMATYZOWANE ZARZĄDZANIE ZAPOTRZEBOWANIEM W OGNIWACH SIECI DYSTRYBUCYJNEJ – STUDIUM PRZYPADKU

Streszczenie. Artykuł przedstawia zagadnienie prognozowania popytu w ogniwach sieci dystrybucyjnej przeprowadzanego na podstawie archiwalnych danych dokumentów sprzedaży wybranej firmy. Celem analizy była budowa rozwiązania umożliwiającego zautomatyzowanie procesu identyfikacji popytu w punktach sprzedaży detalicznej oraz usprawnienie organizacji procesu dostaw przez wykorzystanie narzędzia informatycznego wspomagającego kompletację ładunków zaopatrzenia towarowego.

Słowa kluczowe: dystrybucja, prognozowanie

AUTOMATED DEMAND MANAGEMENT IN THE CELLS OF THE DISTRIBUTION NETWORK – CASE STUDY

Summary. The paper presents the problem of forecasting the demand in the cells of the distribution network carried out on the basis of archival data chosen company sales documents. The aim of the analysis was to build a solution to automate the identification of demand in retail stores and streamlining the organization of the supply through the use of IT tools supporting the completion of the supply of goods.

Keywords: distribution, forecasting

1. Wprowadzenie

O uzyskaniu przewagi konkurencyjnej coraz częściej decyduje umiejętność zachowania się firmy w zmieniających się warunkach. Turbulentne otoczenie wymusza na przedsiębiorstwach posiadanie umiejętności przewidywania zmian, właściwej analizy sytuacji i skutecznej reakcji. Im większa jest dynamika zmian, tym bardziej istotna jest trafność podejmowanych decyzji i szybkość reagowania na sygnały płynące z otoczenia. Elastyczność stanowi swoistą

odpowiedź przedsiębiorstwa na zmiany i jest współcześnie rozumiana jako zdolność adaptacji do zmieniającego się otoczenia. Warunkiem sukcesu są zmiany wewnętrzne, w konsekwencji których organizacja przyjmuje nowe wzorce zachowań, nabywa umiejętności cyklicznego udzielania szybkich odpowiedzi w formie podejmowanych bezzwłocznie działań, umożliwiając zachowanie stanu równowagi między zasobami materialnymi i niematerialnymi przedsiębiorstwa oraz wymogami zewnętrznymi. Tak ujęta kategoria elastyczności jest nie tylko sposobem rozwiązywania bieżących problemów organizacji, lecz także, przez adaptację czynną, antycypowania przyszłych zmian i wykluczenia tych, które mogą zagrozić trwaniu organizacji [4], [7].

Efektywne dostosowywanie się przedsiębiorstwa handlowego, dysponującego rozległą siecią punktów sprzedaży detalicznej i szerokim wachlarzem produktów, do zmieniających się warunków otoczenia i zmian popytu jest w znacznej mierze uzależnione od sprawnego sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy. Złożoność i asymilacja procesów biznesowych do aktualnych potrzeb wymusza na przedsiębiorstwach reorganizację procesów oraz wdrażanie systemów informatycznych wspomagających proces: prognozowania popytu na towar w poszczególnych kanałach sieci dystrybucyjnej, planowania wielkości zapasów w regionalnych centrach dystrybucji oraz planowania strumienia przepływu materiałowego realizowanego zgodnie z ustalonym zapotrzebowaniem [4]. W artykule zostaną przedstawione wyniki badań realizowanych dla przedsiębiorstwa obejmującego rozległą sieć dystrybucyjną, mających na celu przygotowanie rozwiązania umożliwiającego zautomatyzowanie procesu identyfikacji popytu w punktach sprzedaży detalicznej oraz usprawnienie organizacji procesu dostaw przez wykorzystanie narzędzi informatycznych wspomagających kompletację ładunków w przewozach zaopatrzeniowych.

2. Charakterystyka podmiotu badań

Z uwagi na brak zgody na wykorzystanie nazwy firmy, będącej przedmiotem badań, nie zostanie ona ujawniana w niniejszym artykule. Przedsiębiorstwo jest firmą usługową zajmującą się sprzedażą detaliczną artykułów żywnościowych, chemicznych i przemysłowych. Na strukturę organizacyjną firmy, która jest badana, składają się punkty sprzedaży detalicznej oraz centra dystrybucyjne.

Punkty sprzedaży detalicznej są zlokalizowane w większych miastach na terenie całego kraju i pełnią funkcję sklepu oferującego towar nabywcy końcowemu. Powierzchnia sprzedaży jest zorganizowana w formie liniowych ciągów komunikacyjnych zapewniających ekspozycję towaru zgodnie z klasyfikacją asortymentową i swobodny dostęp klienta do oferowanego produktu. Ekspozycja towaru sezonowego odbywa się w formie uproszczonej. Znaczna część produktów przedsiębiorstwa jest sprzedawana pod własną marką handlową.

Centra dystrybucyjne badanego przedsiębiorstwa stanowią miejsce koordynacji działań związanych z przeładunkiem i organizacją przewozu towarowego do punktów sprzedaży detalicznej. Ich zadaniem jest planowanie strumienia przepływu materiałowego przy wykorzystaniu środków transportu i powierzchni magazynowych, z uwzględnieniem chłodni i składów celnych, w celu świadczenia usług w sferze czynności kompletacji i dekompletacji ładunków, pakowania, znakowania, kontroli towarowej, a także magazynowania produktów w oczekiwaniu na wystąpienie popytu lub zmianę wymagań rynku. Pojedyncze centrum dystrybucyjne, w zależności od regionu, obsługuje od 50 do blisko 200 punktów sprzedaży detalicznej, zlokalizowanych w odległości od kilku do kilkuset kilometrów od centrum dystrybucyjnego.

Przedsiębiorstwo będące podmiotem badań prowadzi sprzedaż towarów, które są w stałej ofercie sprzedaży, i artykułów sezonowych. Stała oferta opiewa na ponad 3 tys. pozycji. Zgodnie z filozofią firmy wymagane jest, aby stany sklepowe niniejszych produktów były systematycznie uzupełniane, co zapobiegnie przerwom w dostępności towaru na półce.

Pomimo zunifikowanego asortymentu towarowego, oferowanego przez każdy z punktów sprzedaży detalicznej, ujednolicenia organizacji przestrzeni sprzedażowej i parkingowej poszczególnych jednostek oraz ustandaryzowanej formy ekspozycji towaru w sklepie zauważalna jest indywidualna charakterystyka procesu sprzedaży towaru w punkcie. Technologię sprzedaży przedsiębiorstwa warunkują bowiem, oprócz czynników wewnętrznych, również czynniki zewnętrzne, odwzorowujące powiązania firmy z innymi podmiotami gospodarczymi rynku w obrocie towarowym. Otoczenie punktu sprzedaży obejmuje zarówno zagadnienie preferencji docelowego klienta, określane przez wiekowy i socjoekonomiczny profil okolicy, jak i tematykę uwarunkowań zabudowy przestrzennej okolicy, w której prowadzona jest działalność. Owe uwarunkowania są wyznaczone między innymi przez sąsiedztwo obiektów, czyli przez odległość, ilość oraz rodzaj lokalnej zabudowy. Przykładem uwarunkowań lokalnych terenu jest bliskość przystanków komunikacji miejskiej, liczba konkurencyjnych punktów sprzedaży czy też wielkość i charakter pobliskich zakładów pracy.

Z uwagi na wahania wielkości popytu na towar w poszczególnych punktach sprzedaży oraz próby utrzymania w sklepach stałych stanów magazynowych dla produktów niesezonowych istotnym zagadnieniem staje się generowanie zapotrzebowania towarowego. Zmienność potrzeb wpływa nie tylko na proces organizacji dostaw do miejsc sprzedaży końcowej, lecz pośrednio determinuje także wielkość zapotrzebowania zbiorczego tworzonego przez centra dystrybucji. Zgodnie z powyższym w omawianej firmie wielkość zapotrzebowania towarowego jest ustalana przez identyfikację potrzeb w ujęciu ilościowym dla jednostek występujących na najniższym szczeblu hierarchii struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa, czyli na poziomie punktów sprzedaży detalicznej, oraz przez zestawienie zbiorcze obrazujące sumę wielkości popytu dla ogniw usytuowanych wyżej w hierarchii, tzn. centrów dystrybucji. Zastosowanie niniejszych procedur umożliwia ustalenie poziomu zapasów oraz zaplanowanie miejsca składowania produktów w obrębie całego zintegrowanego łańcucha dostaw [6].

Niestety ze względu na manualną weryfikację stanu zapasów towarowych gromadzonych w sklepie oraz dyskretyzację procesu zgłaszania zapotrzebowania przez punkt, odbywającą się w cyklu dziennym przy równoczesnym czasie realizacji trwającym do 3 dni, stosowane w przedsiębiorstwie rozwiązanie nie zapewniało dotychczas możliwości szybkiego reagowania na zmiany popytu. W związku z tym podjęto próbę budowy rozwiązania umożliwiającego zautomatyzowanie procesu identyfikacji popytu w punktach sprzedaży detalicznej oraz usprawnienie organizacji procesu dostaw przez wykorzystanie narzędzi informatycznych wspomagających kompletację ładunków w przewozach zaopatrzeniowych. Założono, że identyfikacja popytu będzie realizowana dla ściśle określonych przedziałów czasu sprzedaży i będzie odzwierciedlać sumaryczną ilość towarów ujętych na dokumentach fiskalnych rejestrowanych przez poszczególne punkty sprzedaży detalicznej, natomiast dostawa towaru będzie się odbywać dwukrotnie w ciągu dnia. Prowadzone badania obejmowały ustalenie zależności pomiędzy czasem a wielkością sprzedaży towaru z wybranej grupy asortymentowej realizowanej w określonej lokalizacji. Miały na celu podniesienie poziomu obsługi klienta przez ilościowe zabezpieczenie towaru na regałach sklepowych, gwarantujące możliwość swobodnego w czasie przeprowadzenia zakupów przez klienta oraz zmniejszenia poziomu kosztów transportu dostaw.

3. Klasyfikacja produktów

W badanym przedsiębiorstwie oferowany asortyment stanowi celowo dobrany zestaw towarów przeznaczonych dla określonej grupy nabywców. Podstawą działań sprzedażowych jest klasyfikacja asortymentu względem zdefiniowanych kryteriów. Przyczyną podejmowanych decyzji związanych z asortymentacją jest:

- zapewnienie czytelności i przejrzystości oferty handlowej,
- konieczność uwzględnienia substytucyjności oraz komplementarności towarów,
- dobór formy sprzedaży określonego asortymentu,
- zapewnienie właściwych warunków przewozu i przechowywania gwarantujących dostarczenie towaru odbiorcy w stanie nieuszkodzonym i przydatnym do użycia.

Zgodnie z dokumentacją wewnętrzną firmy klasyfikatorami podziału asortymentu są:

- warunki przechowywania zapasów (tabela 1),
- czas trwania przewozu, ekspozycji i przydatności do użycia,
- przeznaczenie konsumenckie produktu (tabela 3).

3.1. Warunki przechowywania zapasów

Stosowany podział asortymentu uwzględniający warunki przechowywania zapasów (tabela 1) opiera się na ocenie wrażliwości ładunku na zmianę temperatury oraz oddziaływanie światła. Utrzymanie w trakcie przewozu i podczas magazynowania optymalnej temperatury jest uzależnione od:

- temperatury wewnętrznej towaru,
- temperatury otoczenia,
- szybkości i sposobu przeprowadzonych prac przeładunkowych,
- szybkości przebiegania procesów biochemicznych w produktach.

Zabezpieczenie natomiast towaru przed oddziaływaniem promieni słonecznych sprowadza się do odizolowania produktu od emisji fal świetlnych lub stosowania opakowań niwelujących ujemne oddziaływanie promieni na jakość towaru.

Z punktu widzenia rodzaju wykorzystywanego środka transportu oraz specyfikacji miejsc przechowywania towarów firma będąca podmiotem badań wyróżnia produkty:

- głęboko mrożone, których temperatura wewnętrzna została obniżona do -10°C lub niżej i w tym stanie są przewożone i przechowywane, a temperatura otoczenia nie podlega większym odchyleniom niż 3°C ;
- chłodzone, których temperatura wewnątrz towaru utrzymuje się w granicach od 0°C do $+8^{\circ}\text{C}$;
- pozostałe, dla których właściwa temperatura przechowywania przyjmuje wartości od 8°C do 24°C .

Do przewozu ładunków szybko psujących się, czyli produktów chłodzonych i głęboko mrożonych, wykorzystywany jest tabor chłodniczy. W celu uniknięcia strat energii, zahamowania procesów biochemicznych przebiegających przede wszystkim w produktach spożywczych oraz dłuższego utrzymania niskiej temperatury podczas przewozu ładunku wiele produktów poddawanych jest wstępnemu schładzaniu.

Tabela 1

Klasyfikacja artykułów uwzględniającą warunki przechowywania zapasów

Oznaczenie grupy	Nazwa grupy asortymentowej	Zakres temperatur	Łańcuch chłodniczy
I	Pozostałe	od 8°C do 24°C	Nie
II	Chłodzone	od 0°C do 8°C	Tak
III	Głęboko mrożone	poniżej -10°C	Tak

Źródło: Opracowanie własne.

3.2. Czas trwania przewozu, ekspozycji i użyteczności

Innym klasyfikatorem podziału asortymentu, stosowanym w przedsiębiorstwie będącym podmiotem badań, jest czas trwania przewozu, ekspozycji i przydatności produktu do użycia.

Wrażliwość ładunku na warunki przewozu jest identyfikowana przez szybkość wywoływania procesów biochemicznych, do których zalicza się:

- oddychanie polegające na utlenianiu, któremu towarzyszy wydzielanie się dwutlenku węgla, wody oraz pewnej ilości energii cieplnej. W czasie transportu i przechowywania towarów, które do zachowania jakości potrzebują dopływu świeżego powietrza, wskazane jest umiarkowane wietrzenie oraz utrzymywanie temperatury 0°C;
- transpirację, czyli proces utraty wody, któremu podlegają żywe organizmy roślinne. Podwyższenie względnej wilgotności powietrza jest uzyskiwane przez stosowanie skraplaczy powodujących dodatkowo obniżenie temperatury otoczenia;
- dojrzewanie i przejrzenie, które jest uzależnione od stabilności warunków przechowywania produktów, czyli między innymi względnej wilgotności powietrza, temperatury i koncentracji dwutlenku węgla w otoczeniu.

Zgodnie z powyższym wyróżnia się towary należące do grupy produktów szybko psujących się, które wymagają specjalnego traktowania, odpowiedniego zabezpieczenia i ułożenia w środkach transportu, a niejednokrotnie krótko trwającego przewozu lub użycia wyspecjalizowanego taboru.

Dopuszczalny czas ekspozycji towaru na półce jest również wypadkową warunków przechowywania produktów w obrębie przestrzeni sprzedażowej. Niemniej czynnikiem warunkującym szybkość rotacji produktu jest sposób ekspozycji towaru na półkach sklepowych. Rozmieszczenie towarów w sklepie powinno zachowywać zarówno zasady komunikacji wizualnej, jak i ergonomii. Atrakcyjność usytuowania produktu jest bowiem określana przez obszar zasięgu wzroku i układ przestrzeni umożliwiający klientowi dostęp do oferowanego towaru. Wywołanie właściwych wrażeń zmysłowych, jak również wysokość umiejscowienia produktu na regale, wymuszająca czynność wspinania się lub schylania, przyczyniają się do wyboru towaru i przeprowadzenia transakcji sprzedaży.

Termin przydatności produktu do użycia jest określony przez producenta lub sprzedawcę. Data umieszczona na opakowaniu lub etykiecie towaru wskazuje okres, w jakim produkt zachowuje wartość użytkową lub handlową oraz w którym gwarantowane są jego działanie i niezmienność składu zgodnie ze specyfikacją. Oczywiście, warunkami zachowania wartości użytkowej lub handlowej towaru są: utrzymanie warunków przechowywania zgodnych ze specyfikacją, nienaruszalność zabezpieczeń wewnętrznych opakowania oraz brak uszkodzeń zewnętrznych.

W klasyfikacji towarów uwzględniającej wrażliwość towaru na czas trwania przewozu, ekspozycji sklepowej i przydatności do użycia badana firma przyjęła czteropoziomą skalę oceny, przypisując poszczególnym grupom asortymentu wartość: bardzo krótki, krótki, normalny i długi.

3.3. Przeznaczenie konsumenckie produktu

Powszechnie stosowanym klasyfikatorem asortymentacji jest przeznaczenie produktu [6]. W firmie będącej podmiotem badań stosowana jest czteropoziomowa struktura podziału (tabela 2). Wyodrębnienie grup jest realizowane z zachowaniem reguły pokrewieństwa handlowego, czyli przez kojarzenie towarów z uwzględnieniem kryterium substytucyjności produktów (zastępowalności) oraz komplementarności sąsiedztwa (wzajemnego uzupełniania się). Hierarchia segmentacji uwzględniająca przeznaczenie konsumenckie produktu została przedstawiona w tabeli 2.

Tabela 2

Hierarchia segmentacji uwzględniająca przeznaczenie konsumenckie produktu – przykład

Poziom hierarchii	Nazwa poziomu	Przykłady	
1	Rodzina produktów	<i>Artykuły spożywcze</i>	<i>Chemia domowa i kosmetyki</i>
2	Kategoria produktów	<i>Nabiał</i>	<i>Środki do prania</i>
3	Linia produktu	<i>Sery topione i pleśniowe</i>	<i>Proszki do prania</i>
4	Pozycja produktu	<i>Camembert</i>	<i>Proszek do dywanów</i>

Źródło: Opracowanie własne.

Rodzina produktów jest powszechnie rozumianą potrzebą warunkującą egzystencję nabywcy (tabela 3). Kategoria produktu określa silne powiązania funkcjonalne i substytucyjne towaru. Linia produktu to grupa uwzględniająca przeznaczenie i komplementarność artykułów, natomiast pozycja produktu stanowi konkretny wyrób producenta opisywany składem chemicznym, specyfikacją techniczną, rozmiarem czy też kolorem.

Tabela 3

Klasyfikacja artykułów uwzględniająca przeznaczenie produktu – wybrane grupy

Oznaczenie grupy	Nazwa rodziny produktów	Nazwa kategorii produktów
1	Artykuły spożywcze	
1.1		Pieczyno
1.2		Mięso
1.3		Wędliny
1.4		Ryby i owoce morza
1.5		Nabiał
1.6		Owoce
1.7		Warzywa

cd. tabeli 3

1.8		Słodycze
1.9		Napoje
1.10		Przetwory
1.11		Artykuły sypkie
2	Chemia domowa i kosmetyki	
3	Artykuły przemysłowe	
4	Tekstylia	
5	Artykuły dla zwierząt	
6	Rośliny i kwiaty	

Źródło: Opracowanie własne.

3.4. Definicja grup towarowych przedsiębiorstwa

Uwzględniając opisane klasyfikatory asortymentacji, badane przedsiębiorstwo podjęło decyzję o zdefiniowaniu grup towarowych, których właściwości determinują organizację wewnętrznego procesu dystrybucji i magazynowania. Wyróżniono 14 grup towarowych, oznaczanych kolejnymi literami alfabetu i posiadających cechy zgodne z przedstawionymi w tabeli 4.

Tabela 4

Grupy towarowe uwzględniające czas dystrybucji, ekspozycji i przydatności do użycia

Grupa towarowa	Warunki przechowywania	Oznaczenie grupy			Przeznaczenie konsumenckie produktu - wybrane
		Czas trwania przewozu	Czas ekspozycji	Czas przydatności do użycia	
A	I	Bardzo krótki	Bardzo krótki	Bardzo krótki	1.1
B	I	Bardzo krótki	Bardzo krótki	Krótki	6
C	II	Bardzo krótki	Krótki	Krótki	1.2.1
D	I	Krótki	Krótki/normalny	Krótki/normalny	1.6, 1.7
E	II	Krótki	Krótki/normalny	Krótki/normalny	1.3, 1.5
F	III	Normalny	Normalny	Normalny	1.2.5, 1.4.2
G	III	Długi	Długi	Długi	1.7.12
H	I	Normalny	Normalny	Normalny	1.8.1, 1.8.2, 1.9.1
I	I	Normalny	Normalny	Długi	2.1, 2.2, 2.3
J	I	Długi	Długi	Długi	1.10.8, 1.11.7
K	I	Normalny/długi	Normalny/długi	Normalny	2.12, 5
L	I	Długi	Normalny	Normalny/długi	4
M	I	Normalny/długi	Normalny/długi	Normalny/długi	3.1
N	I	Normalny/długi	Długi	Normalny/długi	3.2

Źródło: Opracowanie własne.

Oczywiste jest, że suma czasu trwania przewozu, ekspozycji i przydatności do użycia, której wartość jest wyrażana w liczbie dni, nie powinna przekraczać wartości daty ważności umieszczonej na opakowaniu lub etykiecie towaru. Z uwagi na to wydłużenie okresu przydatności do użycia wiąże się z koniecznością skrócenia czasu trwania przewozu i czasu ekspozycji towaru na regale sklepowym. Realizacja niniejszego celu jest związana z prognozowaniem sprzedaży dla poszczególnych punktów i planowaniem dostaw do ogniw sieci dystrybucyjnej.

4. Analiza i prognozowanie procesu sprzedaży

Przedstawiane w niniejszym artykule badania były realizowane w następujących etapach:

- zdefiniowanie problemu badawczego,
- zebranie danych źródłowych i analiza czynników wpływających na przebieg procesu,
- budowa modelu prognostycznego i postawienie prognozy,
- weryfikacja jakości prognozy.

4.1. Zdefiniowanie problemu badawczego

Celem podejmowanych działań było ustalenie krótkoterminowej prognozy wielkości sprzedaży towarów oferowanych przez każdy z punktów sprzedaży detalicznej. Założono, że badania pozwolą na ustalenie układu relacji występujących pomiędzy czynnikami sprzedaży a przebiegiem i wielkością analizowanego zjawiska. Z uwagi na zaplanowane wdrożenie narzędzi umożliwiających zautomatyzowaną identyfikację popytu w punktach sprzedaży detalicznej oczekiwane jest również wskazanie przedziałów dyskretyzacji procesu pobierania danych opisujących bieżącą sprzedaż. Moment, w którym będzie następować połączenie serwera z lokalną jednostką, usytuowaną w punkcie sprzedaży detalicznej, powinien być stały względem pory dnia, a liczba realizowanych połączeń powinna być minimalna. Ze względu na końcową użyteczność rozwiązania istotne jest jednocześnie, aby przeprowadzana analiza odbywała się z wykorzystaniem klasyfikacji asortymentu przedstawionej powyżej i wyróżniającej 14 grup towarowych, oznaczanych kolejnymi literami alfabetu. Niniejszy wymóg wynika z potrzeby usprawnienia organizacji procesu dostaw, w działaniu którego przewiduje się zautomatyzowane zarządzanie zapotrzebowaniem w ogniwach sieci dystrybucyjnej uwzględniające: warunki przechowywania zapasów, czas trwania przewozu, ekspozycji i przydatności do użycia oraz przeznaczenie konsumenckie produktu. Budowane

rozwiązanie powinno zapewnić podniesienie poziomu obsługi klienta przez zmniejszenie poziomu kosztów transportu dostaw oraz ilościowe zabezpieczenie towaru na regałach sklepowych, gwarantujące możliwość swobodnego w czasie przeprowadzenia zakupów przez klienta.

4.2. Zebranie danych i analiza czynników

Dane podlegające analizie zostały zebrane z lokalnych stacji roboczych znajdujących się w punktach sprzedaży detalicznej i obejmowały wszystkie transakcje sprzedaży zawierane przez sieć dystrybucyjną w ciągu jednego roku kalendarzowego. Pojedyncza transakcja była opisywana przez:

- czas zarejestrowania operacji, czyli rok, miesiąc, dzień, godzinę i minutę sprzedaży,
- unikatowy identyfikator towaru,
- liczbę jednostek miary dla towaru masowego sprzedawanego według objętości, masy lub długości albo liczbę opakowań jednostkowych dla towarów pakowanych,
- jednostkę miary sprzedaży,
- cenę jednostkową artykułu
- pojemność opakowania zbiorczego.

Należy zauważyć, że dotychczas przeprowadzane badania wyznaczania trendu sprzedaży sieci wykorzystywały jedynie zagregowaną wartość dziennej ilości sprzedanego towaru w punkcie sprzedaży detalicznej. Nie analizowano przebiegu procesu sprzedaży w punkcie realizowanej w ciągu dnia pracy sklepu.

Z uwagi na ogromną ilość danych podlegających analizie zdecydowano się na etapowość prac. Początkowo wybrano pięć niezależnych i odległych od siebie jednostek organizacyjnych, cechujących się dużą sprawnością działań organizacyjnych, oraz trzy produkty należące odpowiednio do grupy towarowej A, B i C. W kolejnym etapie badano zauważone prawidłowości dla pojedynczych reprezentantów kolejnych grup asortymentowych przy zachowaniu jednak niezmienności wybranych punktów sprzedaży detalicznej. Ostatecznie podjęto próbę weryfikacji zależności parametrów dla innych punktów sprzedaży i pozostałych produktów.

4.3. Budowa modelu prognostycznego

Poszukiwanie modelu prognostycznego wykorzystującego informacje archiwalne na temat zjawiska sprzedaży wybranego produktu w określonym punkcie sprzedaży detalicznej rozpoczęto od zbudowania szeregu czasowego. W szeregu poszukiwano trendu, wahań okresowych i losowych oraz jednorazowych interwencji [1], [2], [3], [5]. W każdym z analizowanych przypadków zauważono stosunkowo dużą wariację procesu oraz liczne gwałtowne spadki

i wzrosty wielkości sprzedaży. Identyfikacja modelu trendu była realizowana przez testowanie istotności parametrów.

W celu identyfikacji wahań okresowych zarejestrowanych w szeregach wyeliminowano trendy, wykorzystując metodę różnicowania [1], [3]. Pozyskane wariancje nosiły znamiona stabilnych i umożliwiły wyznaczenie wartości funkcji autokorelacji. Analiza struktury harmonicznego szeregu wykazała wyraźnie kształtujące się składowe okresowe w postaci opóźnionych zmiennych autoregresyjnych. Zbudowanie szeregów czasowych wiernie oddających i opisujących prawidłowości zjawiska oraz pozwalających na sformułowanie krótkoterminowych prognoz zostało oparte na estymacji modeli wstępnych i eliminacji opóźnionych zmiennych autoregresyjnych. Wykazano, że parametry modeli są istotne statycznie, a modele tworzone dla pary: towar i punkt, są wzajemnie niezależne. Sporządzono wykresy szeregów empirycznych i wartości teoretycznych zbudowanych modeli. Wartości odchyłeń dodatnich i ujemnych zostały ocenione jako zadowalające [2].

Zastosowanie procedury regresji krokowej pozwoliło otrzymać rezultat wskazujący na występowanie dużej reszty dodatniej mającej ujemny wpływ na popyt w następnym dniu sprzedaży oraz dużej reszty ujemnej, która jest rekompensowana zwiększonymi zakupami realizowanymi w kolejnych dniach otwarcia punktu. Po zdefiniowaniu zmiennych prognozowanych wykonano wykresy szeregów empirycznych i wartości teoretycznych wynikających z modeli. Zauważono również prawidłowości w przebiegu związane z wielkością sprzedaży mającą największą wartość w pierwszych dwóch godzinach czasu otwarcia sklepu, jak również zależności procentowe ilości sprzedawanego towaru realizowane w obrębie dni tygodnia.

Modele prognostyczne budowane dla pary: towar oraz punkt sprzedaży detalicznej, stały się podstawą estymacji modelu zapotrzebowania towarowego centrów dystrybucyjnych. Zestawienie popytu na towar w wybranym punkcie sprzedaży detalicznej z sumą estymacji określonej zbiorczo dla centrum dystrybucyjnego pozwoliło na wskazanie procentowego udziału zapotrzebowania sklepu na towar. Ze względu jednak na zabezpieczenie ładunku przed zdarzeniami losowymi, mającymi wpływ na terminowość realizacji zapotrzebowania, zdecydowano się na podział estymowanej wielkości, wskazującej na ilość oczekiwanego towaru w dniu na kilka dostaw.

4.4. Weryfikacja jakości prognozy

We wszystkich przypadkach utworzone modele prognostyczne charakteryzowały się bardzo niską wartością średniego bezwzględnego błędu procentowego dopasowania, wynoszącą poniżej 2%. Współczynnik autokorelacji reszt wynosił natomiast średnio 0,032.

5. Podsumowanie

Gwałtowne zmiany popytu i warunków prowadzenia działalności gospodarczej wymusiły na badanym przedsiębiorstwie reorganizację procesów oraz podjęcie działań przygotowawczych ukierunkowanych na wdrażanie narzędzi wspomagających automatyczną identyfikację popytu w poszczególnych ogniwach sieci dystrybucyjnej oraz organizację procesu kompletacji dostaw. Postanowiono, że planowanie strumienia przepływu materiałowego zostanie oparte na prognozowaniu popytu na towar w poszczególnych kanałach sieci dystrybucyjnej. Ze względu na użyteczność rozwiązania niniejsza analiza została przeprowadzona z wykorzystaniem asortymentacji uwzględniającej: warunki przechowywania zapasów, czas trwania przewozu, ekspozycji i przydatności do użycia oraz przeznaczenie konsumenckie produktu. Badania umożliwiły:

- określenie dynamiki zmian popytu na towar w punkcie sprzedaży detalicznej,
- określenie prawdopodobnego czasu wystąpienia braku asortymenty na regale sklepu,
- przeprowadzenie estymacji dziennej sprzedaży towaru w punkcie,
- przeprowadzenie estymacji tygodniowej sprzedaży towaru w punkcie,
- przeprowadzenie estymacji modelu zapotrzebowania towarowego centrów dystrybucyjnych.

W wyniku przeprowadzonych prac spodziewane jest podwyższenie poziomu obsługi klienta przez ilościowe zabezpieczenie towaru na regałach punktów sprzedaży detalicznej, gwarantujące czasową swobodę realizowania zakupów przez klienta oraz obniżenie kosztu transportu dostaw.

Niniejszy artykuł powstał w ramach pracy statutowej BK-223/ROZ3/2015, realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

Bibliografia

1. Aczel A.: Statystyka w zarządzaniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
2. Domański C.: Testy statystyczne. PWE, Warszawa 1990.
3. Józwiak K., Podgórski J.: Statystyka od podstaw. PWE, Warszawa 2006.
4. Milewska E.: Wykorzystanie narzędzi informatycznych w procesie sterowania strumieniem przepływu materiałowego. Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik, nr 7 (84)/2011, CD, s. 575-582.
5. Neyman J.: Zasady rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1969.

6. Nonaka I.: The Knowledge-Creating Company. Harvard Business Review, November-December, 1991.
7. Zygała R.: Podstawy zarządzania informacją w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2007.

Abstract

The paper presents the problem of forecasting the demand in the cells of the distribution network carried out on the basis of archival data chosen company sales documents. The aim of the analysis was to build a solution to automate the identification of demand in retail stores and streamlining the organization of the supply through the use of IT tools supporting the completion of the supply of goods. In view of the usefulness of solutions, analysis was carried out using the following categories range: inventory storage conditions, duration of the transportation, exposure, and suitability for use and the designation of consumer products. The work carried out made it possible to increase the level of customer service by securing the quantity of goods on the shelves of shops at the time of purchase by the customer and reduce the cost of transportation of supplies.