

PODKARPACKIE FORUM TRANSPORTU I LOGISTYKI

Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu

AKTUALNE PROBLEMY LOGISTYKI

Tom I

MONOGRAFIA

pod redakcją

Grzegorza Dzieniszewskiego oraz Macieja Kubonia

Przemyśl 2017

Recenzenci:

Prof. dr hab. Petr Doležal – Mendel University in Brno

dr hab. inż. Katarzyna Szwedziak, prof. PO – Politechnika Opolska

Opracowanie redakcyjne:

Dr inż. Grzegorz Dzieniszewski – PWSW Przemyśl

Prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń – UR Kraków

Projekt okładki oraz zdjęcie: Taras Iszczyk

Grafik Działu Organizacji i Promocji, PWSW Przemyśl

© Copyright by Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków 2017

ISBN 978-83-60184-96-7

Druk i oprawa:

NOVA SANDEC

ul. Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz

tel. +48 (18) 547 45 45

e-mail: biuro@novasandec.pl; <http://www.novasandec.pl>

Ark. wyd. 16; ark. Druk. 14,5

Nakład: 150 egz.

Spis treści

Michał Cupiał Anna Szeląg-Sikora, Jakub Sikora, Zofia Gródek-Szostak: Zintegrowane systemy zarządzania w logistyce	5
Ewa Draus: Rozwój transportu w aspekcie rozwoju regionalnego w województwie podkarpackim.....	15
Grzegorz Dzieniszewski, Maciej Kuboń: Zarządzanie łańcuchem logistycznym recyklingu pojazdów	33
Zofia Gródek-Szostak, Anna Szeląg-Sikora, Michał Cupiał, Jakub Sikora, Danuta Kajrunajtys: Klaster South Poland Cleantech Cluster jako innowacyjny element zarządzania łańcuchem dostaw	53
Tomasz Jakubowski, Jan Gielżecki, Vasyl Lopushnyak: Mapowanie rozkładu parametrów fizycznych w procesach magazynowania i transportu żywności.....	65
Ireneusz Kaczmar, Wioletta Tomaszewska-Górecka, Maciej Kuboń: Ocena przepustowości węzłów komunikacyjnych metodami symulacyjnymi	77
Maciej Kuboń, Grzegorz Dzieniszewski, Ireneusz Kaczmar, Elżbieta Olech, Mariusz Ziaja: Ocena funkcjonowania logistyki w przedsiębiorstwach branży rolno-spożywczej	89
Maciej Kuboń, Grzegorz Dzieniszewski, Elżbieta Olech, Paweł Leszczyński: Poziom obsługa klienta jako podstawowy element zarządzania logistyką miejską	109
Maciej Kuboń, Dariusz Kwaśniewski, Urszula Malaga-Toboła, Wojciech Żuchowicz: Logistyka serwisowa na przykładzie firmy produkcyjno-usługowej	131
Dariusz Kwaśniewski, Maciej Kuboń, Urszula Malaga-Toboła: Logistyka dostaw a koszty produkcji paliw kompaktowych	151
Elżbieta Olech, Maciej Kuboń, Anna Szeląg-Sikora: Zarządzanie łańcuchami dostaw w logistyce	169
Józef Sawa, Alaa Subr, Sławomir Kocira: „Odchylenia praktyczne” jako nietypowość działań w logistycznym łańcuchu zrównoważonego stosowania pestycydów	183
Agnieszka Wójtowicz, Paulina Pawelczyk, Karol Kupryaniuk: Wybrane właściwości tektur wielowarstwowych w produkcji opakowań	199
Grzegorz Zajac, Joanna Szyszlak-Bargłowicz, Wojciech Gołębiowski: Optymalizacja łańcucha dostaw biomasy	211

ZINTEGROWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA W LOGISTYCE

Michał Cupiał¹, Anna Szeląg-Sikora¹, Jakub Sikora¹, Zofia Gródek-Szostak²

¹ Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Adres do korespondencji: Michał.Cupiał@mcpk.net

Wprowadzenie

Logistyka jest branżą, która nie mogłaby funkcjonować bez wspomagania informatycznego. Istniejąca konkurencja wymusza zwiększanie efektywności działania przedsiębiorstw poprzez szukanie nowych rozwiązań – przede wszystkim dotyczy to wprowadzania w przedsiębiorstwach nowoczesnych systemów informatycznych¹.

System informatyczny zarządzania to system informacyjny, służący do wspomagania procesu zarządzania organizacją gospodarczą, realizowany za pomocą komputerów. System zintegrowany to system, w którym: użytkownik korzystając z własnej stacji roboczej jest w stanie uruchomić dowolną funkcję systemu, w obrębie całego systemu użytkownicy korzystają z jednakowego interfejsu, dane są wprowadzane do systemu tylko raz i automatycznie uaktualniają stan systemu oraz są widoczne dla wszystkich jego użytkowników².

Funkcje realizowane przez zintegrowane systemy zarządzania podzielone są na obszary funkcjonalne, odpowiadające podstawowym zadaniom, wykonywanym przez przedsiębiorstwo, którego działanie wspomagają. Budowa i zakres funkcjonalny poszczególnych obszarów różni się w różnych systemach, można wymienić następujące obszary funkcjonalne:

1. Obszar finansowy, zapewniający możliwość ewidencji księgowej operacji gospodarczych i sporządzenie wymaganych prawem zestawień. W systemach bardziej rozbudowanych obok podstawowych funkcji pojawia się: prowadzenie rachunku kosztów, planowanie przepływu środków pieniężnych, zarządzanie środkami finansowymi itp.
2. Obszar logistyczny, do którego należy planowanie zaopatrzenia i sprzedaży oraz gospodarka magazynowa. Zapewnia on możliwość ilościowego i wartościowego rozlicza-

¹ Frąś J.: Romanow, P.; Koliński, A. Zintegrowane systemy zarządzania w logistyce. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia, 2015, 73 Ryzyko, zarządzanie, wartość, 167-178.

² Lech P.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie. Difin, Warszawa, 2003.

- nia magazynu oraz ewidencję zakupów i sprzedaży. W większych systemach znaleźć można funkcje korelujące wielkość planowanej sprzedaży z aktualnymi zapasami i zakupami, funkcje umożliwiające zarządzanie przestrzenią magazynową, optymalizację wielkości zamawianych partii, planowanie wykorzystania taboru transportowego.
3. Obszar kadrowo – płacowy, obejmujący naliczanie wynagrodzeń, prowadzenie kartotek pracowników, ewidencję czasu pracy, zarządzanie szkoleniami czy planowaniem kariery. W najprostszych systemach moduł ten może zawierać proste kartoteki osobowe i naliczania wynagrodzeń, w zaawansowanych systemach pojawiają się rozbudowane narzędzia wspomagające pracę działu kadrowego.
 4. Obszar produkcyjny, w którym wyróżnić można: planowanie produkcji i spływu oraz techniczne przygotowanie produkcji. W module planowania produkcji realizowane są funkcje planowania wykorzystania mocy produkcyjnych, planowanie zapotrzebowania na surowce, ewidencję rzeczywistego zużycia zasobów produkcyjnych i rzeczywistą wycenę wyrobów.

Ważną cechą systemów zintegrowanych, jest jednolity interfejs użytkownika. Sprawia on, że użytkownik pracując z dowolnym modulem systemu, ma do dyspozycji podobnie wyglądający ekran komputera, takie menu programu (choć to co się w nim znajduje zależy od kontekstu), standardowe znaczenie klawiszy funkcyjnych. Kolejną cechą systemu zintegrowanego jest jego wielodostępność, pozwalająca na pracę wielu użytkownikom jednocześnie. Najnowsze systemy zintegrowane dla średnich i dużych przedsiębiorstw posiadają interfejs w formie przeglądarki WWW. W efekcie takiego rozwiązania pracownicy, dostawcy oraz klienci przedsiębiorstwa mogą korzystać z poszczególnych funkcji systemu korzystając jedynie z przeglądarki internetowej. Daje to możliwość dostępu do systemu z każdego miejsca posiadającego dostęp do internetu. Dzięki udostępnieniu systemu poprzez przeglądarkę internetową, możliwe jest również korzystanie z urządzeń mobilnych (tablety, smartfony). Popularność tej grupy urządzeń sprawiła, że producenci oprogramowania coraz częściej rozbudowują swe programy o aplikacje mobilne dedykowane dla systemów Android i iOS.

Celem stosowania nowoczesnych technologii informatycznych, a przede wszystkim zintegrowanych systemów zarządzania, jest uzyskanie przewagi konkurencyjnej, będącej skutkiem lepszego dostępu do informacji zarządczej, lepszej kontroli procesów zachodzących w przedsiębiorstwie, oraz usprawnienia działania organizacji³. Należy zdać sobie sprawę że sama technologia nie sprawi, że przedsiębiorstwo w wyniku jej zastosowania z dnia na dzień stanie się liderem na rynku. Nie ma również idealnego systemu informatycznego, pasującego do wszystkich przedsiębiorstw na rynku. Wybór zastosowanego rozwiązania informatycznego musi być dostosowany do wymagań i oczekiwań wdrażającej go organizacji i musi być poprzedzony gruntowną analizą potrzeb. Trzeba także nadmienić, że pojawienie się w firmie nowego systemu wspomagającego zarządzanie musi wpłynąć na organizację danego przedsiębiorstwa. Uzyskanie pożądaných efektów, nie jest z reguły możliwe, bez równoczesnego wprowadzenia reorganizacji. Zmiany organizacyjne w przedsiębiorstwie można podzielić na zmiany, które zostały wymuszone przez system oraz zmiany wspomagane przez system. Zmiany wymuszone przez wdrażany system polegają

³ Bartoszewicz G.: Projektowanie wdrożenia modułów logistycznych zintegrowanych systemów klasy ERP: podejście procesowe. Prace Habilitacyjne/Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2007.

na dopasowaniu struktury organizacyjnej do wymagań systemu. Są one konieczne do przeprowadzenia wdrożenia, mogą być wprowadzane w mniejszym lub większym stopniu i dotyczą integracji procesów gospodarczych i przepływu informacji w organizacji. Drugi poziom zmian, mimo iż nie jest konieczny do prawidłowego funkcjonowania systemu, pozwala na wykorzystanie w pełni możliwości, jakie daje nowoczesny zintegrowany system zarządzania.

Prawidłowy dobór rozwiązań informatycznych do potrzeb przedsiębiorstwa, zapewniający odpowiedni poziom efektywności działania przy możliwych do zaakceptowania kosztach jest bardzo istotny. Na to czy system informatyczny w firmie będzie prawidłowo funkcjonował istotny wpływ ma właściwy przebieg procesu wdrożenia⁴. W uproszczeniu wdrożenie składa się z trzech podstawowych etapów.

1. Prace przedwdrożeniowe – należy do nich analiza przedwdrożeniowa, polegająca na opracowaniu raportu dotyczącego stanu aktualnego firmy oraz jej potrzeb informatycznych. Formułowane tu są koncepcje dotyczące nowego systemu, założenia, wytyczne oraz określa się zakres koniecznych zmian organizacyjnych. Na tym etapie szacuje się też budżet przeznaczony na informatyzację firmy.
2. Wdrożenie systemu – etap obejmujący właściwe prace związane z tworzeniem systemu, dopasowywaniem go do potrzeb przedsiębiorstwa a także instalowaniu sprzętu, oprogramowania. W trakcie wdrożenia testowany jest system, następuje migracja danych oraz przeprowadza się szkolenie personelu.
3. Pielęgnacja i rozwój – to prace odbywające się po zakończeniu właściwego wdrożenia. Należą do nich czynności związane z bieżącą eksploatacją, usuwaniem ewentualnych usterek, konserwacji sprzętu i oprogramowania oraz dalszy rozwój aplikacji.

Wdrożenie realizowane jest w czterech obszarach, do których należą: sprzęt, oprogramowanie, kadry oraz organizacja (zmiany organizacyjne w przedsiębiorstwie).

Rozwój metod zarządzania w logistyce jest aktualnie ściśle związany z rozwojem metod i technologii stosowanych w nowoczesnych systemach informatycznych. Sprawny obieg informacji jest czynnikiem warunkującym prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstwa oraz służy osiągnięciu celów zarówno decyzyjnych, jak i wykonawczych⁵.

Rozwiązania informatyczne stosowane w branży logistycznej to nie tylko rozwiązania stosowane w innych branżach, ale również specjalistyczne programy, dedykowane wyłącznie dla logistyki. Oprogramowanie wspomagające funkcjonowanie firmy logistycznej obejmuje przede wszystkim następujące obszary⁶:

1. wspomaganie działania przedsiębiorstwa,
2. wspomaganie współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami,
3. monitorowanie i śledzenie przesyłek i pojazdów

Przedsiębiorstwa logistyczne są dziś wspierane przez szereg rozwiązań informatycznych, do których należą: ERP, WMS, CRM, EDW oraz BI. Dla przedsiębiorstwa, bardzo istotny jest popyt na wytwarzane usługi oraz produkty. Aby zdobywać nowych klientów oraz utrzymywać odpowiednią pozycję konkurencyjną konieczne jest posiadanie odpowiednich narzędzi realizujących funkcje kontrolingu. Monitorowane muszą być wszystkie

⁴ Rut J., Kulińska E.: Implementacja technik informatycznych w logistycznym funkcjonowaniu przedsiębiorstw. Logistyka, 2011.

⁵ Chwesiuk K.: Analiza zastosowań systemów informatycznych klasy ERP w logistyce. Logistyka, 2011.

⁶ Serafin E.: Systemy informatyczne w logistyce. Logistyka, 2014, 3, 5655-5660.

elementy składowe przedsiębiorstwa a także jego otoczenie. Realizację tych zadań umożliwiają nowoczesne zintegrowane systemy informatyczne. Odpowiednie oprogramowanie umożliwia pozyskiwanie, gromadzenie i przetwarzanie danych oraz udostępnianie informacji w celu wykorzystania ich do podejmowania decyzji menedżerskich. System informatyczny wspierający logistykę obejmuje swym zakresem obsługę klienta i komunikację pomiędzy klientem i dostawcą. Istotnym zadaniem jest planowanie i sterowanie związane z określaniem wymagań klientów i monitorowaniem przepływów produktów.

Obszary logistyki wspomagane komputerowo w przedsiębiorstwach

Przedsiębiorstwa z branży logistycznej wymagają zastosowania oprogramowania, które odpowiadało będzie specyfice ich działalności. Oprogramowanie wspierające procesy biznesowe obejmowało więc będzie nie tylko funkcje uniwersalne, typowe dla większości przedsiębiorstw, ale także wspomagać musi funkcje i procedury specyficzne dla branży logistycznej. Obszary logistyki wspierane przez systemy informatyczne przedstawione zostały na rys.1.



Rys. 1. Obszary logistyki wspomagane komputerowo w przedsiębiorstwach

Do podstawowych obszarów wspomaganych komputerowo w przedsiębiorstwach logistycznych zaliczyć można gospodarkę magazynową, zarządzanie łańcuchem dostaw oraz optymalizację transportu. Jednak w wielu firmach, równie ważne mogą być moduły dotyczące controllingu, planowania produkcji, dokumentacji eksportowej czy zarządzania jakością. Poza wyżej wymienionymi obszarami, w pewnych zastosowaniach mogą się pojawiać moduły realizujące także inne funkcje.

Nowoczesne techniki i technologie wykorzystywane w systemach informatycznych wspomagających logistykę

Aby realizować funkcje logistyczne w przedsiębiorstwach wprowadzane są nowoczesne technologie usprawniające procesy biznesowe. Pojawianie się nowych technologii w wielu przypadkach wymaga opracowania i zdefiniowania odpowiednich standardów i przepisów. Wymiana danych dotyczących przepływu towarów wymusza ujednolicanie

i standaryzację sposobów znakowania oraz śledzenia towarów oraz wymiany informacji zarówno w obrębie firmy jak i pomiędzy przedsiębiorstwami⁷. Stosowanie tych standardów jest zwłaszcza istotne przy współpracy podmiotów znajdujących się w różnych krajach (różnych strefach czasowych, walutowych a także posiadających różne przepisy prawne). Spośród nowoczesnych technologii zastosowanych w logistyce, za jedno z najważniejszych można uznać: elektroniczną transmisję dokumentów EDI, międzynarodowy standard identyfikacji towarów GS1 oraz system kontroli przepływu towarów RFID.

EDI (*Electronic Data Interchange*) to elektroniczna transmisja dokumentów w standardowym formacie, bezpośrednio pomiędzy aplikacjami komputerowymi partnerów handlowych przy minimalnym udziale człowieka. Standard EDI ściśle określa format przesyłanego dokumentu natomiast nie określa sposobu przesyłu komunikatów między stronami wymiany (np. email lub inne połączenie internetowe). EDI jest międzynarodowym standardem,

w konsekwencji jest niezależny od platformy sprzętowo-programowej.

GS1 (*Global System One*) to międzynarodowy standard identyfikacji towarów w obiegu detalicznym i hurtowym, jednostek logistycznych, fizycznych miejsc lokalizacji, zasobów

i usług. Jest to międzybranżowy i międzynarodowy system jednoznacznej i automatycznej identyfikacji oraz elektronicznej wymiany danych wykorzystywany w przemyśle, handlu, usługach i administracji. W celu umożliwienia automatycznego odczytu standardowych oznaczeń przyjęto, że systemy informatyczne i aplikacje automatycznej identyfikacji będą używały zarezerwowanych dla GS1 symboliki kodów kreskowych, które są obecnie podstawowym nośnikiem danych w logistyce. GS1 jest następcą systemów UCC i EAN.

RFID – (*Radio Frequency Identification*), to system kontroli przepływu towarów w oparciu o zdalny, poprzez fale radiowe, odczyt i zapis danych z wykorzystaniem specjalnych układów elektronicznych przytwierdzonych do nadzorowanych przedmiotów. System składa się z czytnika zawierającego nadajnik RF i dekodery, anteny oraz tagów RFID (transponder, etykiety RFID). Tagi RFID wysyłają dane drogą radiową na żądanie czytnika. Antena znacznika odbiera sygnały z czytnika RFID a następnie, zwraca sygnał, zazwyczaj z kilkoma dodatkowymi informacjami.

Poza wyżej wymienionymi technologiami za istotne rozwiązania można uznać także takie technologie jak: Trecability (śledzenie produktu), EPC (elektroniczny kod produktu), ADC (automatyczny odczyt danych), ebXML, Rosettanet, UMM (standardy wymiany danych), GIS i GPS (systemy informacji geograficznej i nawigacji satelitarnej), Big data, chmura obliczeniowa, SOA, Web Services, i wiele innych.

Rodzaje systemów wspomagających zarządzanie logistyką

Systemy informatyczne w przedsiębiorstwach logistycznych mają za zadanie wspieranie zarówno funkcji logistycznych jak i pozostałych obszarów przedsiębiorstwa. Podstawowe klasy systemów wykorzystywanych w firmach z branży logistycznej to: ERP (zarzą-

⁷ Bojar W. Woźnicka K.: Systemy zintegrowane zarządzania jako narzędzia wspomagające procesy logistyczne w biznesie. Logistyka, 2012.

dzanie zasobami przedsiębiorstwa), SCM (zarządzanie w łańcuchu dostaw) oraz WMS (zarządzanie procesami magazynowymi).

ERP (*Enterprise Resource Planning*) (zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa) to systemy wykorzystywane do planowania zasobów przedsiębiorstwa, składające się ze zintegrowanych modułów obsługujących wszystkie biznesowe funkcje przedsiębiorstwa. Zasadniczym celem systemu jest integracja wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa. Systemy ERP obejmują obszary: zaopatrzenia, planowania produkcji, sprzedaży i dystrybucji, księgowości, kontrolingu, kadry i płace oraz informowania kierownictwa. Systemy ERP cechują się dużą elastycznością umożliwiającą dopasowanie ich do specyfiki większości przedsiębiorstw. W systemach tych wystąpiła zmiana spojrzenia zorientowanego na dane, na zorientowane na procesy i reguły biznesowe. Systemy te pozwalają na szybki obieg informacji oraz kontrolowanie przebiegu procesów gospodarczych. Działania odbywają się w czasie rzeczywistym.

Systemy informatyczne klasy ERP w zakresie gospodarki materiałowej oferują jedynie generowanie i obsługę dokumentacji magazynowej związanej ze zmianą stanu magazynowego, w ujęciu ilościowo – wartościowym (przyjęcia zewnętrzne, przesunięcia międzymagazynowe, dokumenty wydania). W związku z tym, w bardzo niewielkim zakresie wspomagają zarządzanie składowaniem zapasów.

SCM (*Supply Chain Management*) (zarządzanie w łańcuchu dostaw) to rozwiązania informatyczne, które służą przedsiębiorstwu do zarządzania sieciowym łańcuchem dostaw. Dzięki nim możliwa jest synchronizacja przepływu materiałów pomiędzy poszczególnymi kooperantami, co ułatwia firmie dostosowanie się do określonego popytu rynkowego. Systemy SCM można podzielić na: wewnętrzne (obejmują zagadnienia związane z zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją) oraz zewnętrzne (integrują przedsiębiorstwo z jego dostawcami i klientami).

Aby efektywnie działać, systemy SCM potrzebują odpowiednich danych. Sposobem przesyłania informacji w obrocie towarowym jest wymiana danych realizowana drogą elektroniczną, poprzez EDI (*Electronic Data Interchange*).

WMS (*Warehouse Management System*) (zarządzanie procesami magazynowymi) to wyspecjalizowane narzędzia informatyczne wykorzystywane do obsługi procesów magazynowych. WMS może działać autonomicznie, jako aplikacja organizująca i nadzorująca przepływ towarów w magazynie oraz związanych z tym przepływów informacyjnych, lub współpracować (być zintegrowanym) z nadrzędnym systemem klasy ERP, który wspiera zarządzanie całym przedsiębiorstwem.

Systemy klasy WMS znajdują zastosowanie głównie u operatorów logistycznych i w centrach logistycznych obsługujących w swoich magazynach i terminalach codziennie dużą liczbę zróżnicowanych przesyłek, pochodzących od wielu nadawców i kierowanych do wielu odbiorców. W tym samym czasie następuje przyjęcie oraz wysyłka towaru – skoordynowanie ruchu towarów wymaga automatyzacji operacji zachodzących w systemie, przy możliwości skontrolowania ich prawidłowości w każdym momencie, bez konieczności żmudnego przeliczania partii towarów na regałach magazynowych.

System WMS zawiera moduły odpowiadające poszczególnym procesom logistycznym zachodzącym w magazynowaniu. Systemy te obsługują magazyny wysokiego składowania a także umożliwiają zarządzanie dowolną ilością magazynów.

Zasadniczym zadaniem systemu typu WMS jest precyzyjna kontrola i wspomaganie prac każdego ogniwa łańcucha logistycznego w magazynie przedsiębiorstwa.

Comarch WMS jako przykład oprogramowania do zarządzania magazynem

Comarch WMS jest nowoczesnym systemem, w skład którego wchodzi dwa rozwiązania: Comarch WMS Zarządzanie oraz Comarch WMS Magazynier, które razem umożliwiają kompleksową obsługę magazynu wysokiego składowania⁸.

Comarch WMS Zarządzanie to oprogramowanie przeznaczone do zarządzania logistyką magazynową firmy. Obejmuje zarządzanie magazynem wysokiego składowania a także magazynierami wraz z realizowanymi przez nich zadaniami. Aplikacja ta jest zintegrowana z innymi systemami do zarządzania przedsiębiorstwem oferowanymi przez firmę Comarch (ERP Altum oraz ERP XL). Comarch WMS Zarządzanie jest aplikacją webową przeznaczoną dla kierowników magazynu oraz dyspozytorów. Comarch WMS Magazynier, to oprogramowanie przeznaczone dla szeregowych pracowników działu logistyki, którzy dzięki wykorzystaniu przenośnych kolektorów danych mogą skutecznie wykonywać swoje zadania w magazynie.

Aplikacja z interfejsem internetowym Comarch WMS Zarządzanie gromadzi komplet funkcji umożliwiających zarządzanie magazynem. Do funkcji tych należy: elastyczne budowanie struktury magazynowej, zarządzanie położeniami oraz sterowanie relokacją zasobów w magazynie, monitorowanie realizacji dyspozycji dokonanej przez operatorów w aplikacji Comarch WMS Magazynier, administrowanie uprawnieniami magazynierów oraz dostosowywanie parametrów procesów, kontrolę stanów minimalnych oraz maksymalnych towarów, weryfikację obciążenia oraz rankingu magazynierów, konfigurację zlecenia wysyłki kurierem oraz analizę danych magazynowych z wykorzystaniem raportów. Dzięki zastosowaniu interfejsu webowego, użytkownik może w wygodny sposób zarządzać pracą magazynu korzystając z laptopa, komputera stacjonarnego, smartfona czy tabletu.

System Comarch WMS Zarządzanie zawiera szereg usprawnień dla dyspozytorów oraz zapewnia sprawną obsługę dyspozycji magazynowych. Należy do nich: prosty i intuicyjny interfejs, możliwość podziału zadań zależnie od ich statusu, szeregowanie zadań w kolejności wykonania, podgląd bieżącego obciążenia pracowników, monitoring realizacji zadań magazynowych, podgląd dostaw realizowanych przez kurierów, filtrowanie dokumentów, możliwość generowania dyspozycji oraz weryfikowanie dyspozycji magazynowych.

⁸ Wyróżniki Comarch WMS w wersji 2015.0. Comarch. <http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system/zarzadzanie>.

Magazyn surowców	Magazyn surowców	54 000 kg	11 070 m³
Brama A	Brama A	54 000 kg	11 070 m³
Regal A-001	Regal A-001	4 000 kg	4 300.1 m³
Miejsce A-001-001	Miejsce A-001-001	241.1 kg	1 070 m³
Miejsce A-001-002	Miejsce A-001-002	241.1 kg	1 070 m³
Miejsce A-001-003	Miejsce A-001-003	241.1 kg	1 070 m³
Miejsce A-001-004	Miejsce A-001-004	241.1 kg	1 070 m³
Regal A-002	Regal A-002	4 000 kg	300.1 m³
Magazyn detaliczny	Magazyn detaliczny	54 000 kg	11 070 m³
Magazyn składowy 2	Magazyn składowy 2	54 000 kg	11 070 m³
Magazyn wyrobów gotowych	Magazyn wyrobów gotowych	241.1 kg	11 070 m³

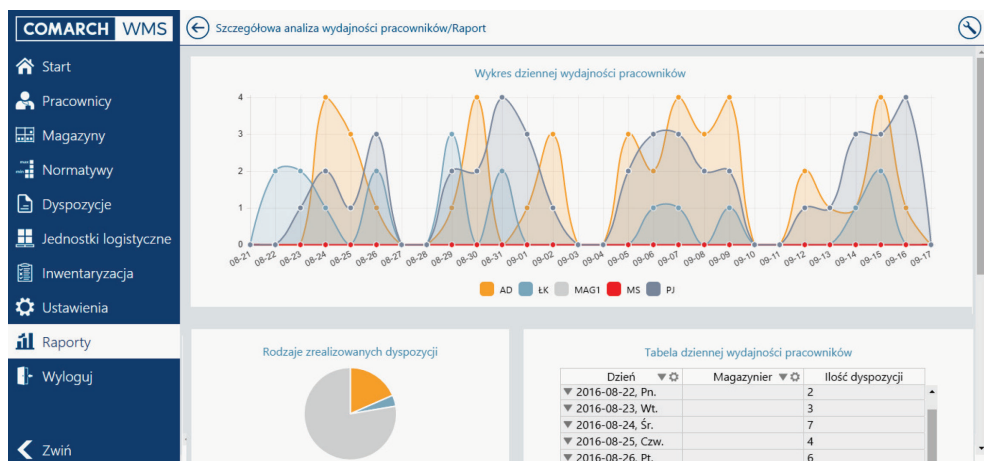
Źródło: Materiały udostępnione przez Comarch. (<http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system>)

Rys. 2. Przykładowy zrzut ekranu programu Comarch WMS Zarządzanie (magazyny)

Jednym z najważniejszych procesów logistycznych jest inwentaryzacja rzeczywistego stanu magazynu. Wynika to nie tylko z uregulowań prawnych, ale także jest niezbędne dla weryfikacji faktycznych stanów magazynowych z danymi znajdującymi w systemie. Występowanie rozbieżności w tym zakresie, może utrudnić wykorzystanie narzędzi informatycznych a w konsekwencji uniemożliwić prawidłowe funkcjonowanie firmy logistycznej. Aplikacja wspomaga procesy związane z inwentaryzacją całego magazynu. W programie można wybierać sposób realizacji inwentaryzacji (spis z natury, porównanie stanów), automatycznie zakładać inwentaryzację po zgłoszeniu braku przez magazyniera, monitorować postęp zliczania towarów. Jest też możliwość zlecenia inwentaryzacji firmom zewnętrznym poprzez eksport pozycji oraz położenia magazynu oraz import wyników inwentaryzacji. Wyniki inwentaryzacji mogą być przekazywane do współpracującego z systemem WMS systemu ERP.

System obsługi magazynu powinien mieć możliwość odwzorowania konstrukcji rzeczywistego magazynu. Taką funkcjonalność posiada także Comarch WMS. Aplikacja umożliwia tworzenie magazynu zbudowanego z elementów takich jak: strefy, rzędy, regały, półki oraz dowolnie zdefiniowane przez użytkownika elementy. Dodatkowo dla efektywnego wykorzystania przestrzeni magazynowej możliwe jest tworzenie magazynów zbiorczych. Aby zrealizować te funkcje, program umożliwia wybór elementów do budowy struktury magazynowej wraz z określeniem odpowiednich parametrów oraz dostosowaniem poziomów struktury. Położenia w magazynach mogą być dowolnie adresowane oraz oznaczane odpowiednimi etykietami. Zarządzanie położeniem w magazynie obejmuje definiowanie priorytetów, normatywów, domyślnych położenia oraz składowanych lub za-

bronionych towarów. Monitoring obejmuje podgląd zajętości powierzchni magazynu oraz weryfikację aktualnego stanu oraz położenia towaru, partii oraz nośnika. W programie wykorzystano algorytmy sterowania składowaniem oraz pobieraniem towarów a także automatycznego uzupełniania miejsc kompletacji na podstawie zdefiniowanych minimalnych stanów towaru. Rozbudowane opcje konfiguracyjne Comarch WMS wynikają z faktu obsługi magazynów zawierających towary klientów z różnych branż.



Źródło: Materiały udostępnione przez Comarch. (<http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system>)

Rys. 3. Przykładowy zrzut ekranu programu Comarch WMS Zarządzanie (raporty)

Z kolei aplikacja Comarch WMS Magazynier umożliwia przyjmowanie, wydawanie, przesuwanie oraz inwentaryzowanie towarów. Jest ona przeznaczona dla pracowników magazynu a jej obsługa odbywa się przy pomocy przenośnego kolektora danych. Magazynier może realizować dyspozycje magazynowe, jakie zostały przydzielone przez kierownika w Comarch WMS Zarządzanie, jak również dodawać nowe dokumenty magazynowe bezpośrednio z poziomu kolektora danych⁹. Program współpracuje z innymi systemami Comarchu. Przy pomocy tego oprogramowania można przygotować towary do przyjęcia i wydania poprzez: grupowanie dyspozycji magazynowych, drukowanie dokumentów magazynowych oraz etykiet, dostęp do informacji o kontrahentach i towarach, wyświetlanie list towarów, monitorowanie postępu realizacji oraz automatyzację i optymalizację procesów magazynowych. Przykładowe zrzuty ekranu programu pokazano na rys. 2 i 3.

⁹ Comarch WMS Magazynier: <http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system/magazynier>.

Podsumowanie

Wymagania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwach są coraz większe. Dla realizacji założonych zadań nie wystarcza już proste oprogramowanie. Konieczne jest zastosowanie wyspecjalizowanych, wielomodułowych systemów informatycznych wspomagających zarządzanie. Takie systemy wdrażane są zarówno w małych firmach jak i w dużych przedsiębiorstwach. Wyspecjalizowane oprogramowanie wspomagające procesy biznesowe jest niezbędne zwłaszcza w przypadku firm logistycznych. Brak informatycznego wspomagania procesów logistycznych nie tylko zmniejsza przewagę konkurencyjną na rynku, ale może wręcz uniemożliwić prowadzenie działalności i funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Zarządzanie firmą logistyczną musi w dzisiejszych czasach opierać się na nowoczesnych zintegrowanych systemach informatycznych, do których należą systemy klasy ERP, SCM oraz WMS.

Bibliografia

- Bartoszewicz G.: Projektowanie wdrożenia modułów logistycznych zintegrowanych systemów klasy ERP: podejście procesowe. Prace Habilitacyjne/Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2007.
- Bojar W., Woźnicka K.: Systemy zintegrowane zarządzania jako narzędzia wspomagające procesy logistyczne w biznesie. Logistyka, 2012.
- Chwesiuk K.: Analiza zastosowań systemów informatycznych klasy ERP w logistyce. Logistyka, 2011.
- Comarch WMS Magazynier (on-line). Pozyskano z: <http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system/magazynier>.
- Frąś, J., Romanow P., Koliński A.: Zintegrowane systemy zarządzania w logistyce. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia, 2015, 73 Rzyko, zarządzanie, wartość, 167-178.
- Lech P.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie. Difin, Warszawa, 2003.
- Rut J., Kulińska E.: Implementacja technik informatycznych w logistycznym funkcjonowaniu przedsiębiorstw. Logistyka, 2011.
- Serafin E.: Systemy informatyczne w logistyce. Logistyka, 2014, 3: 5655--5660.
- Wyróżniki Comarch WMS w wersji 2015.0. Comarch. Pozyskano z: <http://www.comarch.pl/erp/warehouse-management-system/zarządzanie>.

ROZWÓJ TRANSPORTU W ASPEKcie ROZWOJU REGIONALNEGO W WOJEWÓDZTWIE PODKARPACKIM

Ewa Draus

Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu

Adres do korespondencji: e-mail: ewadraus@wp.pl

Wstęp

Województwo podkarpackie należy do obszarów peryferyjnych, położonych przy wschodniej granicy Unii Europejskiej, którego rozwój napotyka na problem dostępności transportowej. Na początku XXI wieku w regionie nie było dróg szybkiego ruchu, które umożliwiały jego włączenie w krajowe sieci transportowe dużych prędkości a istniejąca infrastruktura ulegała degradacji z powodu kongestii na drogach i braku modernizacji trakcji kolejowych. Ta sytuacja zaczęła się zmieniać po wejściu Polski do Unii Europejskiej i wprowadzeniu polityki spójności, która otworzyła nowe możliwości finansowania infrastruktury transportowej z funduszy unijnych. Wykorzystanie tej szansy na rzecz poprawy konkurencyjności oraz atrakcyjności lokalizacyjnej województwa podkarpackiego przyczyniło się do znaczących zmian, których uchwycenie w latach 2004-2016 jest celem niniejszego artykułu. Przedstawione zostały uwarunkowania i możliwości finansowania rozwoju infrastruktury transportowej wynikające z polityki regionalnej na poziomie europejskim, krajowym i samorządowym. W tym zakresie zostały przeanalizowane dokumenty strategiczne na poziomie regionalnym i krajowym. ekspertyzy, wykonane w celach planistycznych i ewaluacyjnych oraz programy, które umożliwiały dostęp do realizacji dużych inwestycji transportowych dla Podkarpacia (znaczna część z nich jest jeszcze w fazie budowy oraz projektowania). Transport stanowi ważny czynnik rozwoju kraju a zatem omówione zostały wybrane aspekty polityki regionalnej, które związane są z kierunkami budowy szlaków komunikacyjnych i ich konsekwencjami dla województwa. Osiągane cele zakładane w dokumentach strategicznych implikują nowe wyzwania i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju, na które zwraca uwagę literatura naukowa. Postęp inwestycyjny w transporcie w ostatniej dekadzie przyczynia się do poprawy dostępności międzynarodowej Podkarpacia ale jednocześnie prowadzi do polaryzacji wewnątrzregionalnej. Warunkiem ograniczania narastających dysproporcji jest kontynuacja procesu inwestycyjnego w celu budowy spójnej sieci transportowych, które będą wzmacniać procesy dyfuzji rozwoju na całe województwo.

Rozwój transportu jako strategiczny cel Unii Europejskiej, Polski i województwa podkarpackiego

Rozwój infrastruktury transportowej jest rezultatem nakładania się polityki spójności Unii Europejskiej z krajową i samorządową polityką regionalną. Wynika to ze strategicznych i planistycznych dokumentów, które wskazują obszary wsparcia dla rozwoju transportu jako ważnego czynnika rozwoju. Wskazania inwestycyjne na poziomie krajowym implikują decyzje rozwoju transportu na poziomie wojewódzkim a następnie powiatowym i gminnym. Jednak głównym uwarunkowaniem inwestycji infrastrukturalnych jest dostępność i wielkość źródeł finansowania z funduszy europejskich. Możliwości ich pozyskania i warunki wykorzystania są zawarte na czterech poziomach dokumentów strategicznych współistniejących na różnych płaszczyznach zarządzania strategicznego, tj. na poziomie europejskim (który stanowi element uwarunkowań zewnętrznych), krajowym i ponadregionalnym (Polska Wschodnia), wojewódzkim oraz lokalnym (miejskie obszary funkcjonalne) w postaci strategii, dokumentów planistycznych i programowych oraz implementacyjnych.

Państwa członkowskie Unii Europejskiej zmierzają do wzmocnienia spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej. Z perspektywy transportu najistotniejsza jest spójność terytorialna, która oznacza integrację systemów transportowych państw członkowskich w system o zasięgu europejskim. Integracja ta realizowana jest poprzez rozwój transeuropejskiej sieci TEN-T (ang. Trans-European Transport Network-TEN-T), która jest projektowana w taki sposób aby zwiększać efektywność funkcjonowania wspólnego rynku, zapewniać wewnętrzną spójność gospodarczą Unii oraz umożliwić obywatelom i podmiotom gospodarczym Wspólnoty pełne czerpanie korzyści z jednolitego rynku wewnętrznego. Polski system transportowy jest zatem elementem sieci europejskiej, dla której TEN-T wyznacza priorytety inwestycyjne. W ramach ostatniej rewizji wytycznych TEN-T (2009-2012) zaproponowano nową, dwupoziomową strukturę sieci, która obejmuje swoim zakresem szeroką sieć kompleksową oraz nałożoną na nią sieć bazową, stanowiącą priorytetowe połączenia, istotne z punktu widzenia realizacji celów europejskiej polityki transportowej. Sieć bazowa powinna być multimodalna, tj. obejmować wszystkie rodzaje transportu i ich połączenia. Zadaniem państwa w zakresie prowadzonych inwestycji w ramach sieci TEN-T będzie przede wszystkim rozwój infrastruktury transportowej w standardach odpowiadających parametrom technicznym transeuropejskiej sieci transportowej, zapewniającym interoperacyjność systemów transportowych pomiędzy poszczególnymi państwami członkowskimi UE. Ponadto ważnym zadaniem jest uzupełnianiu brakujących ogniw w wybudowanej już sieci TEN-T na obszarze naszego kraju, rozwoju platform multimodalnych, promowaniu wdrażania inteligentnych systemów transportowych, czy eliminowaniu tzw. wąskich gardeł¹.

Dla realizacji tych inwestycji Komisja Europejska ogłosiła utworzenie nowego instrumentu na szczeblu UE: funduszu „Łącząc Europę”, który będzie finansować priorytetową dla UE infrastrukturę transportową. Instrument ten będzie wspierać infrastrukturę, która ma znaczenie dla Europy i jednolitego rynku, a środki unijne będą przeznaczane przede

¹ Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Strategia Rozwoju Transportu do 2020 Roku (z perspektywą do 2030 roku), Warszawa, dnia 22 stycznia 2013 r., s.67.

wszystkim na sieci priorytetowe, które muszą być wdrożone do 2020 r. i w przypadku których działania na szczeblu europejskim są najbardziej uzasadnione. Instrument będzie dysponować pojedynczym funduszem w wysokości 50 mld euro na lata 2014–2020, z czego 31,7 mld euro zostanie przeznaczone na transport, a dalsze 10 mld euro z tej kwoty zostanie przeznaczone na odpowiednie inwestycje w infrastrukturę transportową wewnątrz państw członkowskich kwalifikujących się na podstawie Funduszu Spójności².

Sieć transportowa województwa podkarpackiego jest powiązana z układem europejskim, gdyż przez jej teren przebiega sieć bazowa i kompleksowa transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T, której elementami są:

- w sieci bazowej droga międzynarodowa E40³, droga ekspresowa S19 odcinek: Rzeszów Lublin, linia kolejowa E30⁴, przejście graniczne drogowe: Korczowa – Kraków/Ukraina, przejście graniczne kolejowe: Przemyśl – Mościska/Ukraina.
- w sieci kompleksowej droga ekspresowa S19 relacji: Rzeszów – Barwinek/Słowacja, droga ekspresowa S74 relacji: Opatów – Nisko, linia kolejowa nr 68 relacji: Przeworsk – Stalowa Wola Rozwadów oraz dalej linie kolejowe nr 25, 74, 78 na odcinku Stalowa Wola Rozwadów – Tarnobrzeg/Sandomierz, lotnisko „Rzeszów-Jasionka”, terminal kolejowo-drogowy: Medyka/Żurawica⁵.

W trakcie procesu rewizji wytycznych UE dla Transeuropejskiej Sieci Transportowej (TEN-T 2009-2012) Komisja Europejska w porozumieniu z poszczególnymi państwami członkowskimi podjęła decyzję o ujęciu w strukturze tej sieci tzw. platform multimodalnych. Na Podkarpaciu planowane jest usytuowanie multimodalnego terminala Medyka Żurawica na drogowo-kolejowej w sieci komplementarnej TEN-T⁶.

Rozwój transportu jest jednym z podstawowych środków do osiągnięcia celów rozwojowych zakładanych zarówno na poziomie Unii Europejskiej jak też krajowym i regionalnym. Przyjęcie „Strategii na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020” wzmocniło znaczenie spójności terytorialnej i zobowiązało Polskę do realizacji celów transportowych określonych na poziomie UE. Ma ona jednak charakter kierunkowy a jej uszczegółowienie stanowią zintegrowane strategie rozwoju kraju, w tym Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności, Średniookresowa Strategia Rozwoju Kraju 2020 (ŚSRK), Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010–2020 Regiony - miasta - obszary wiejskie (KSRR), Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK), Krajowa Polityka Miejska 2023, Strategia Rozwoju Społeczno-Gospodarczego Polski Wschodniej do roku 2020.

² Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej /* KOM/2011/0650 wersja ostateczna/2 - 2011/0294.

³ E40 jest najdłuższą trasą europejską, liczy ok. 8500 km. Zaczyna się w Calais nad kanałem La Manche we Francji, kończy się w Kazachstanie, nad granicą z Chinami. W Polsce wynosi 672 km i stanowi ją autostrada A4: Zgorzelec – Legnica – Wrocław – Opole – Gliwice – Katowice – Jaworzno – Kraków – Tarnów – Dębica – Rzeszów – Jarosław – Przemyśl – Korczowa (granica).

⁴ Przez Polskę linia przebiega na trasie od granicy państwa z Niemcami przez Zgorzelec – Bolesławiec – Legnicę – Wrocław – Opole – Kędzierzyn-Koźle – Gliwice – Zabrze – Katowice – Jaworzno – Trzebinę – Kraków – Tarnów – Rzeszów – Przemyśl do granicy z Ukrainą w Medyce.

⁵ Zarząd Województwa Podkarpackiego, Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego do roku 2023, Rzeszów, czerwiec 2016, s. 13.

⁶ Na podstawie map sieci TEN-T załączonych do projektu rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE w sprawie unijnych wytycznych dla sieci TEN-T, 2011 r.

Powyższe strategiczne dokumenty uzupełniane są przez strategie sektorowe, w tym przypadku Strategię Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.) odnoszącą się także do celów określonych w Białej Księdze Transportu⁷. Cele jakie zakreśla ta strategia zmierzają do stworzenia spójnego i sprawnie funkcjonującego systemu transportowego w Polsce, zintegrowanego z systemem europejskim i globalnym. Odnosi się ona do utworzenia zintegrowanego systemu transportowego poprzez inwestycje w infrastrukturę transportową, jak też do wykreowania sprzyjających warunków dla sprawnego funkcjonowania rynków transportowych i rozwoju efektywnych systemów przewozowych. Bez efektywnego i sprawnego transportu nie jest możliwe przyspieszenie wzrostu gospodarczego kraju i rozwoju wymiany z zagranicą⁸.

Wskazane w krajowych strategiach kierunki rozwoju znajdują bardziej szczegółowe odzwierciedlenie w dokumentach planistycznych na poziomie makroregionalnym i poszczególnych regionów. Dla Podkarpacia jest to: Strategia Rozwoju Polski Wschodniej, Strategia Rozwoju Województwa Podkarpackiego do roku 2020 oraz Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego do roku 2023. Wszystkie dokumenty podkreślają znaczenie dostępności regionu w dziedzinie transportu jako czynnika, który warunkuje rozwój gospodarki i wymiany dóbr i usług, sprzyja wymianie wiedzy i doświadczeń, dyfuzji innowacji oraz umożliwia włączenie się w procesy rozwojowe. Przewidziane w nich działania są względem siebie komplementarne i wnoszą ważne dla regionu priorytety inwestycyjne. W tym kontekście opracowywane są strategie wojewódzkie, które bezpośrednio odnoszą się do uwarunkowań lokalnych i wynikających z nich szans i zagrożeń.

W pierwszej Strategii Województwa Podkarpackiego obejmującej lata 2000-2006 rozwój transportu został określony poprzez budowę szlaków o znaczeniu międzynarodowym i krajowym oraz regionalnym na kierunkach zachód-wschód oraz północ-południe, a także lotniska: w Rzeszowie, Mielcu, Krośnie i Turbii. Wynikało to ze zdiagnozowanych problemów, gdyż istniejąca wówczas sieć dróg krajowych, wobec braku autostrady i dróg ekspresowych, stanowiła około 5% sieci dróg województwa, a obsługiwała ponad 50% całego ruchu. Jednocześnie na tych trasach odbywał się ruch międzynarodowy związany z wymianą handlową międzynarodową, szczególnie z Ukrainą i Słowacją.

Obecnie obowiązująca *Strategia Rozwoju Województwa Podkarpackiego 2007-2020* zaktualizowana w 2013 roku – podkreśla dostępność transportową w kontekście efektywnego wykorzystania zasobów wewnętrznych i zewnętrznych dla zrównoważonego i inteligentnego rozwoju społeczno-gospodarczego. Atutem w tym zakresie jest krzyżowanie się na obszarze województwa, głównych szlaków komunikacyjnych wpisanych w europejską sieć TEN-T oraz przygraniczne położenie regionu i planowane usytuowanie multimodalne-

⁷ Komisja Europejska, Biała Księga Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu - dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i oszczędnego zasobowo systemu transportu, Unia Europejska, 2011. Dokument, który wytycza długookresowe (do 2050 r.) cele w obszarze transportu na terenie Unii Europejskiej.

⁸ Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Strategia Rozwoju Transportu Do 2020 Roku (z perspektywą do 2030 roku), Warszawa, dnia 22 stycznia 2013r., s. 5. Strategia Rozwoju Transportu (SRT) jest średniookresowym dokumentem planistycznym, który zgodnie z ustawą z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz. U. z 2009 r. Nr 84, poz. 712 i Nr 157, poz. 1241 oraz z 2011 r. Nr 279, poz. 1644), zwanej dalej „ustawą o zasadach prowadzenia polityki rozwoju” i uchwałą Rady Ministrów z dnia 24 listopada 2009 r. w sprawie planu uporządkowania strategii rozwoju stanowi integralny element spójnego systemu zarządzania krajowymi dokumentami strategicznymi.

go terminala na granicy z Ukrainą - Medyka Żurawica. W zakresie transportu Strategia wyznacza cel, w dziedzinie *Sieć osadnicza*, którym jest podniesienie dostępności oraz poprawa spójności funkcjonalno-przestrzennej jako element budowania potencjału rozwojowego regionu. W jego ramach wskazane są priorytety odnoszące się do dostępności komunikacyjnej obejmujące:

- poprawę zewnętrzną i wewnętrzną dostępności przestrzennej województwa ze szczególnym uwzględnieniem Rzeszowa jako ponadregionalnego ośrodka wzrostu. Realizacja tego priorytetu odbędzie się poprzez działania na rzecz rozwoju drogowej sieci transportowej wzmacniającej zewnętrzną dostępność komunikacyjną Rzeszowa oraz ośrodków subregionalnych w wymiarze krajowym i międzynarodowym; rozwój infrastruktury i sieci kolejowej zarówno w układzie powiązań zewnętrznych, jak i wewnątrzregionalnych, wzmocnienie drogowych powiązań komunikacyjnych miast powiatowych między sobą oraz z Rzeszowem oraz rozwój Portu Lotniczego Rzeszów-Jasionka i wyspecjalizowanych lotnisk lokalnych.
- wzmacnianie pozycji Rzeszowa w przestrzeni krajowej i europejskiej dynamizujące procesy rozwojowe w obrębie województwa – do realizacji m.in. poprzez działania obejmujące rozwój powiązań komunikacyjnych i zintegrowanego systemu transportu publicznego łączących Rzeszów z jego obszarem funkcjonalnym oraz uporządkowanie gospodarki przestrzennej Rzeszowa i integracja w ramach obszaru funkcjonalnego.
- wzmacnianie podstaw rozwojowych oraz dywersyfikacja funkcji biegunów wzrostu, w tym ośrodków subregionalnych w wymiarze regionalnym, krajowym i międzynarodowym do realizacji m.in. poprzez działania obejmujące rozwój powiązań komunikacyjnych wewnątrz obszarów funkcjonalnych biegunów wzrostu, jak i rewitalizacja oraz poprawa ładu przestrzeni, sprzyjające rozwojowi ośrodków miejskich.

W województwie podkarpackim na potrzeby realizacji celów rozwojowych *Strategii rozwoju województwa – Podkarpackie 2020* opracowano dwa dokumenty o charakterze operacyjno-wdrożeniowym: Program Strategicznego Rozwoju Bieszczad oraz Program Strategiczny Błękitny San, które wskazują kierunki powiązań funkcjonalnych i potrzeb, które z nich wynikają dla infrastruktury transportu.

Program Strategicznego Rozwoju Bieszczad wskazuje się, że dostępność przestrzenna stanowi warunek niezbędny dla optymalnego rozwoju społeczno-gospodarczego tego obszaru. Z tego względu konieczna jest modernizacja infrastruktury drogowej oraz budowa i modernizacja infrastruktury kolejowej, w tym restytucja połączeń kolejowych w ruchu regionalnym i krajowym (włączając połączenia kolejowe z Przemyślem przez terytorium Ukrainy oraz połączenie ze Słowacją). Natomiast infrastruktura drogowa powinna wzmocnić funkcjonalne powiązania regionu z układem dróg krajowych, regionalnych i lokalnych ale też połączenia transgraniczne z regionami Słowacji i Ukrainy. Wzrost znaczenia współpracy z sąsiednimi regionami i krajami związany jest budową i uruchomieniem nowych przebiegów granicznych w ruchu drogowym, realizacją niezbędnych inwestycji infrastrukturalnych służących przywróceniu ruchu transgranicznego na kolejowych przejściach granicznych oraz budową nowych i modernizacją istniejących turystycznych przejść granicznych. Ponadto wskazuje się na potrzebę budowy i modernizacji lotnisk i lądowisk wraz z ich przystosowaniem do obsługi ruchu małych samolotów oraz śmigłowców.

W efekcie pełnej realizacji Programu w zakresie transportu Bieszczady zyskałyby silny impuls rozwojowy w zakresie szerszego wykorzystania swoich walorów turystycznych i uzdrowiskowych.

Program Strategiczny Błękitny San, którego zasięg przestrzenny obejmuje tereny od Bieszczadów po Stalową Wolę i Tarnobrzeg. Jego głównym celem jest wzrost poziomu i warunków życia mieszkańców gmin Błękitnego Sanu poprzez poprawę dostępu do miejsc pracy i usług skutkujący poprawą spójności wewnętrznej i wzmocnieniu funkcjonalnych powiązań zewnętrznych wzdłuż biegu rzeki San.

Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Rzeszowskiego Obszaru Funkcjonalnego⁹

Dla ROF dostępność komunikacyjna jest jednym z ważniejszych elementów prawidłowego funkcjonowania obszaru funkcjonalnego skupionego wokół miasta Rzeszów. Możliwość przemieszczania się osób w jego obrębie wymaga podjęcia znacznych inwestycji w zakresie zarówno transportu drogowego, jak i kolejowego. Z tego względu Strategia podkreśla potrzebę właściwego skomunikowania obszaru funkcjonalnego, zarówno z głównymi szlakami komunikacyjnymi (w tym siecią TEN-T), jak również wewnątrz ROF. Działania te powinny obejmować poprawę zarówno jakości i ilości połączeń drogowych, jak i właściwej obsługi komunikacyjnej obszaru przez transport publiczny w jego granicach administracyjnych.

Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego jest podstawowym dokumentem uzasadniającym realizację inwestycji transportowych finansowanych z funduszy europejskich¹⁰. Wskazuje on główne kierunki i wyzwania w obszarze systemu transportowego województwa, w tym:

- poprawę wewnętrznej i zewnętrznej dostępności komunikacyjnej województwa, poprzez modernizację i rozbudowę istniejącego układu sieci drogowej, w tym budowę łączników do autostrady A4, realizację drogi ekspresowej S19 - włączenie do transportu międzynarodowego oraz obwodnic miast i miejscowości na ciągach dróg o dużym natężeniu ruchu;
- usprawnienie systemu drogowego województwa poprzez rozbudowę istniejących i budowę nowych odcinków dróg łączących ośrodki subregionalne oraz poprzez budowę ich obwodnic, jak również przez podniesienie klasy dróg i zmiany kategorii tych dróg, na których występuje szczególnie koncentracja ruchu.

Działania te przyczynią się do rozwoju infrastruktury transportowej, która poprawi szeroko rozumianą wewnętrzną i zewnętrzną dostępność przestrzenną regionu a szczególnie jego obszarów peryferyjnych oraz wzmocni powiązania funkcjonalne miast. Jednocześnie podniesie integrację podsystemów transportowych i poprawi bezpieczeństwa. Szacunkowa wartość środków finansowych, potencjalnie dostępnych na realizację PSRT WP do roku 2023 w ramach programów operacyjnych polityki spójności w perspektywie finansowej

⁹ Strategie Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych stanowią nowy instrument polityki spójności Unii Europejskiej. Są dokumentem planistycznym definiującym zakres interwencji publicznej, formalizujący partnerstwo jednostek samorządu terytorialnego w ramach instrumentu ZIT.

¹⁰ W ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na lata 2014-2020 jak też programów operacyjnych krajowych.

2007-2013 oraz 2014-2020, wyniesie łącznie: 122 918 060 202 zł.. Finansowanie PSRT WP uwzględnia dostępne formy wsparcia UE w ramach polityki spójności i innych polityk, kredytów międzynarodowych instytucji finansowych, budżetu państwa, państwowych funduszy celowe (np. Fundusz Kolejowy, Krajowy Fundusz Drogowy), Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, kredyty krajowych instytucji finansowych, budżetu samorządów terytorialnych, a także budżetu jednostek oraz form organizacyjno-prawnych sektora finansów publicznych (np. PKP PLK SA, GDDKiA) oraz innych dostępnych instrumentów finansowych wsparcia publicznego¹¹.

Dokumenty strategiczne i programowe wskazują infrastrukturę transportową jako jeden z kluczowych czynników stanowiącego impulsy rozwojowe dla Podkarpacia w kontekście usprawniania powiązań transportowych wewnątrzregionalnych, pomiędzy miastami subregionalnymi, oraz poprawy dostępności transportowej w ruchu krajowym i międzynarodowym dużych prędkości. Jednak warunkiem realizacji celów wskazanych w strategiach jest z wielkość i dostępność funduszy europejskich i krajowych. Z tego powodu rozwój sieci transportowej jest uwarunkowana polityką spójności. Zatem główne mechanizmy wsparcia dla poprawy sytuacji regionu w różnych skalach przestrzennych muszą stanowić komplementarny „mix” polityk transportowych realizowanych na szczeblu krajowym (POIiŚ, POPW) i regionalnym (RPO WP). Dlatego poszczególne obszary wsparcia stanowią jednocześnie wskazania inwestycyjne dla władz regionu, jak też wskazania o charakterze „lobbingowym” będące uzasadnieniem dla zabiegania o konkretne inwestycje centralne¹².

Finansowanie rozwoju transportu w województwie podkarpackim

Zasadniczym źródłem finansowania rozwoju transportu w Polsce jest Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego i Fundusz Spójności oraz budżet państwa i budżety samorządowe. Fundusze unijne stanowią główny wkład finansowy w realizację infrastruktury transportowej a zatem ich wykorzystanie opiera się na powiązaniu oczekiwań europejskich z celami krajowymi i regionalnymi wskazanymi w strategiach. Ten spójny system programowania dopełniają krajowe i regionalne programy operacyjne, które stanowią instrumenty realizacji dokumentów strategicznych. Określają one z jednej strony kontekst strategiczny w wymiarze tematycznym i terytorialnym, z drugiej wskazują oczekiwane rezultaty oraz obowiązujące ramy finansowe i wdrożeniowe. Najważniejszym dokumentem, który jest punktem odniesienia do określania programów operacyjnych jest w obecnej perspektywie finansowej Umowa Partnerstwa-UP (w latach 2007-13 Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia). Jest ona wynegocjowana z Komisją Europejską wraz z programami operacyjnymi i stanowi podstawę do wykorzystania funduszy europejskich w Polsce.

Spójność strategicznego programowania na poziomie krajowym i regionalnym przyczynia się do synergii działań rządowych i samorządowych a zarazem do skoncentrowania wsparcia z wielu źródeł finansowych na konkretnych celach. Dzięki temu można wywołać silny impuls rozwojowy i przyczynić się do budowy konkurencyjności regionu. W tym

¹¹ Zarząd Województwa Podkarpackiego, Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego do roku 2023, Rzeszów, 28 czerwca 2016 roku.

¹² Komornicki T., Rosik P., Śleszyński P., Solon J., Wiśniewski R., Stępiak M., Czapiewski K., Goliszek S.: Wpływ budowy autostrad i dróg ekspresowych na rozwój społeczno-gospodarczy i terytorialny Polski, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013.

zakresie transport odgrywa zasadniczą rolę gdyż poprawia dostępność, a w konsekwencji prowadzi do ożywienia gospodarczego.

Województwo podkarpackie w szerokim zakresie wykorzystuje dostęp do funduszy europejskich na rzecz poprawy zewnętrznej i wewnętrznej dostępności. Od 2004 do 2013 roku zrealizowano na terenie województwa podkarpackiego 287 projektów za łączną wartość 20593214567 zł (w tym 12144614586 dofinansowania z UE). Te fundusze zostały udostępnione poprzez Regionalny Program Operacyjny Województwa Podkarpackiego 2004-2006 oraz 2007-2013, ZPORR 2004-2006 (Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego) i PO Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 i 2014-2020 oraz PO Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013 i 2014-2020. Za pomocą tych programów w województwie podkarpackim zrealizowano największe inwestycje w jego historii obejmujące: wybudowanie autostrady A4 do granicy Państwa (koszt odcinka Tarnów – Korczowa to 10,5 mld zł), rozpoczęcie odcinków budowy drogi ekspresowej S19¹³ oraz lotniska Rzeszów- Jasionka wraz z niezbędną infrastrukturą i wyposażeniem (łącznie koszty lotniska wraz z wyposażeniem to : 4389809 tys. zł.) – wszystkie inwestycje należą do europejskiej sieci TEN-T. W obecnej perspektywie 2014-2020 zostanie wybudowana w całości S 19 w trzech etapach: odcinek: Lublin – Rzeszów – realizacja 2014 – 2020, 157,5km, odcinek Rzeszów Południe – Babica – realizacja 2018 – 2023, 103km, odcinek :Babica – Barwinek – realizacja 2018 – 2023, 74,9 km. Szacunkowy koszt S 19 Rzeszów – Barwinek to ok. 12,1 mld¹⁴. Te inwestycje oprócz funduszy unijnych znajdują dofinansowanie z budżetu państwa z Programu Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.). Ponadto do 2020 roku zostaną wybudowane obwodnice Stalowej Woli i Niska (200 mln zł) włączone w ciągi dróg krajowych (docelowo S19).

Natomiast w zakresie transportu kolejowego w latach 2007-2013 zmodernizowana została linia nr 91 Kraków - Medyka usytuowana w ciągu korytarza (E30) i przystosowania do prędkości 160 km/h na odcinku Kraków – Rzeszów i 120 km/h. na odcinku Rzeszów – Granica Państwa. Zrewitalizowano również linię nr 71 Ocice–Rzeszów, na której podniesiono prędkość do 120 km/h.

Na poziomie regionalnym realizowane są inwestycje na drogach wojewódzkich i lokalnych a także na liniach kolejowych o znaczeniu regionalnym. Te przedsięwzięcia są realizowane poprzez Regionalny Program Operacyjny oraz budżet państwa w ramach kontraktu terytorialnego i budżet samorządów terytorialnych. Największy wpływ na rozwój infrastruktury transportowej Podkarpacia miał Regionalny Program Operacyjny Województwa Podkarpackiego 2007-2013. Jego głównym celem był wzrost krajowej i międzynarodowej konkurencyjności gospodarki oraz poprawa dostępności przestrzennej¹⁵ Podkarpacia. Samorząd wojewódzki, przeznaczył środki z RPO WP, na rozwój i modernizację infrastruktury transportowej kwotę 1255254265 zł., z czego na infrastrukturę drogową przeznaczono 1042910642 zł. (21% całego RPO) i kolejową 212343623,24 zł. Ta kwota obejmuje budowę i modernizację dróg wojewódzkich 575808638 zł. (55% wydatków na drogi – tej kategorii wydatków) oraz dróg gminnych i powiatowych 467102004 zł (45%). Jednak zapo-

¹³ Droga krajowa nr 19, tzw. Via Carpathia, łącząca kraje nadbałtyckie z południową częścią Europy.

¹⁴ Koszt południowego odcinka S19 od Rzeszowa do Barwinka obejmuje budowę drogi w terenie górzystym, w którym przewidziane jest trzy tunele.

¹⁵ Zarząd Województwa Podkarpackiego, Regionalny Program Operacyjny 2007-2013, przyjęty 10 stycznia 2012r.

trzebowanie na dalsze roboty drogowe na drogach powiatowych i gminnych było znacznie większe, gdyż złożone wnioski w tym zakresie obejmowały kwotę z EFRR 722114975 zł. czyli 300% funduszy przeznaczonych na tą kategorię dróg. Efektem realizacji projektów dzięki wsparciu z EFRR wybudowano 15,84 km dróg wojewódzkich oraz 67,81 km dróg powiatowych i gminnych, zmodernizowano 910,45 km dróg gminnych i powiatowych oraz 121,64 km dróg wojewódzkich. W ramach RPO PP 2007 – 2013 zmodernizowano 75,05 km trasy kolejowej.

Tabela 1. Liczba i wartość projektów UE zrealizowanych w dziedzinie transportu, perspektywa 2004-2006 i 2007-2013

Perspektywa	Program	Liczba projektów	Wartość ogółem zł	Dofinansowanie z UE zł
2004-2006	SPO Transport	2	96 747 397	66 284 841
	ZPORR	29	340 373 500	237 197 268
2007-2013	POIS	14	16 431 268 100	9 446 311 670
	PO RPW	10	1 686 394 649	1 111 924 171
	RPO WP	232	2 038 430 922	1 282 896 637
	SUMA	287	20 593 214 567	12 144 614 587

Źródło: Urząd Marszałkowski, *Badanie ewaluacyjne pn. 10 lat województwa podkarpackiego w UE – ocena wykorzystania funduszy europejskich w rozwoju regionu. Raport końcowy, Rzeszów 2015*

Natomiast z perspektywy finansowej na lata 2014-2020 w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego na infrastrukturę drogową przeznaczono 901147966 zł. (nieco ponad 10% alokacji całego RPO) a na kolej 134230569 zł. (1,49 % alokacji całego RPO). Na inwestycje w drogi wojewódzkie przewiduje się na kwotę 765975771 zł., co stanowi 8,5% alokacji na RPO WP 2014-2020 a na drogi lokalne(powiatowe i gminne) kwotę 135172195 zł, co stanowi 1,5% alokacji na RPO WP 2014-2020. W ramach przeprowadzonych konkursów na drogi lokalne samorządy złożyły wnioski na kwotę 283841065 zł, co stanowi 210% alokacji na drogi lokalne – oznacza to, że potrzeby w tym zakresie są większe niż możliwości ich finansowania. Dzięki wsparciu z EFRR zostanie wybudowanych/przebudowanych około 160 km dróg wojewódzkich oraz wybudowanych/zmodernizowanych około 50 km dróg gminnych i powiatowych.

Uzupełnieniem programów regionalnych jest w Programie Operacyjnym Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013 i 2014-2020. Jego głównym celem jest przyspieszenie tempa rozwoju społeczno-gospodarczego Polski Wschodniej (tj. województw: lubelskiego, podkarpackiego, podlaskiego, świętokrzyskiego i warmińsko-mazurskiego). W ramach tego programu na terenie województwa podkarpackiego zrealizowano łącznie 7 inwestycji drogowych o wartości ogółem 1336769 tys. zł i łącznym dofinansowaniu środkami UE w wys. 849395 tys. zł.. Samorząd województwa podkarpackiego zrealizował 3 inwestycje o wartości ogółem 455708 tys. zł. i łącznym dofinansowaniu ogółem 353143 tys. zł a pozostałych inwestycje drogowe-Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad oraz miasto Przemyśl i Tarnobrzeg. Wartość ogółem tych inwestycji wyniosła 881079 tys. zł, zaś ich dofinansowanie środkami UE wyniosło 496252 tys. zł. Wybudowano obwodnicę Jarosławia w ciągu drogi krajowej nr 4, drogę obwodową Przemyśla łączącej drogę krajową nr

z drogą krajową nr 28, Jędrzychowice-Korczowa, most na Wiśle z rozbudową drogi wojewódzkiej nr 764 oraz połączeniem z drogą wojewódzką nr 875 (odcinek Połaniec km 70+690 – Gawłuszowice km 76+287 – Tuszów Narodowy km 85+516,20), droga obwodowa Mielca w ciągu drogi wojewódzkiej nr 985 Nagnajów-Dębica. Natomiast z PO Polska Wschodnia 2014-2020 na terenie Podkarpacia realizowanych będzie 7 inwestycji drogowych o wartości ogółem 270639 tys. zł i dofinansowaniu ze środków UE w wys. 204030 tys. zł. (3 inwestycje będzie realizować samorząd Rzeszowa, zaś 4 inwestycje samorząd województwa podkarpackiego).

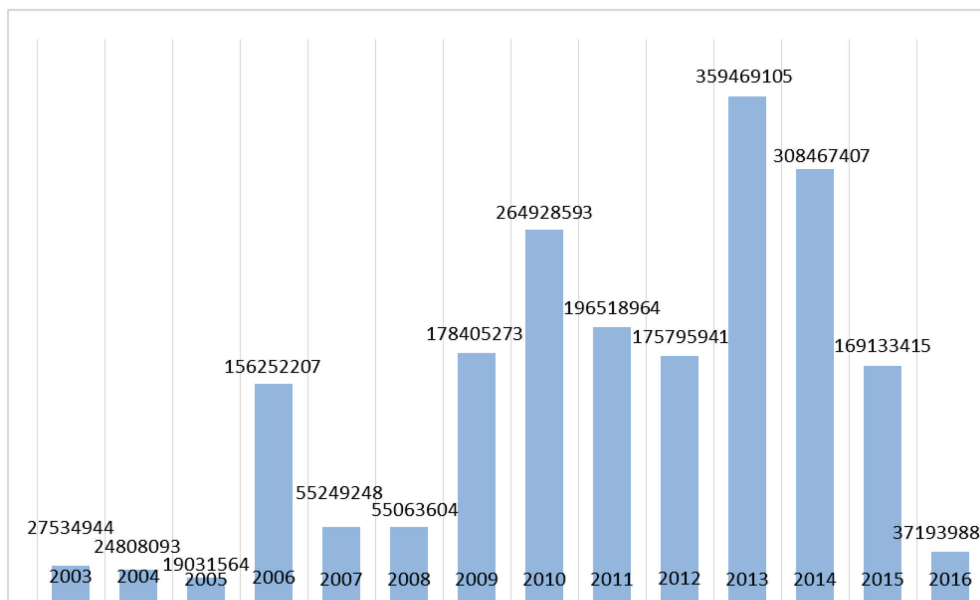
Oprócz inwestycji drogowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. realizują 3 wieloletowe inwestycje o wartości ogółem 295569 tys. zł i dofinansowaniu UE w wys. 204 255 tys. zł. – są prace na liniach kolejowych nr 68, 565 na odcinku Lublin-Stalowa Wola Rozwadow wraz z ich elektryfikacją. Wartość ogółem inwestycji wynosi 284 498 tys. zł, a dofinansowanie UE 196 604 tys. zł..

Dodatkowym wsparciem dla województwa podkarpackiego jest Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko, w ramach którego powstanie Podkarpacka Kolej Aglomeracyjna o łączną wartość 588 mln zł. (2 komponenty: zakup taboru oraz budowa infrastruktury).

Kolejne inwestycje zostały zapisane w ramach Kontraktu Terytorialnego dla Województwa Podkarpackiego, w którym wpisano przedsięwzięcia drogowe na kwotę: 1230841004zł oraz kolejowe: na kwotę: 1441371606 zł. Należy jednak podkreślić, że Kontrakt nie stanowi odrębnego źródła finansowania, fundusze pochodzą ze środków przeznaczonych na realizację właściwych programów operacyjnych na lata 2014–2020, służących realizacji Umowy Partnerstwa w zakresie polityki spójności, budżetu państwa, budżetu województwa, budżetów innych jednostek samorządu terytorialnego oraz innych środków publicznych.

Wpisanie przedsięwzięcia do Kontraktu, zapewniają mu pewne preferencje przy ubieganiu się o wsparcie finansowe. W ramach KW przedsięwzięcia drogowe obejmują przede wszystkim budowę łączników drogowych od węzłów autostrady A4 w kierunku Dębicy, Sędziszowa Małop. węzła A4 Rzeszów-Północ, Rzeszów-Południe, w Łańcucie, Przeworsku, w Korczowej), budowę łączników na drodze ekspresowej S-19 Rzeszów-Południe, Jasionka do węzła DK 9 w Rudnej Małej,¹⁶ łączniki pomiędzy drogami krajowymi na terenie Rzeszowa, budowa obwodnicy południowej Rzeszowa, most na rzece Wisłok w Rzeszowie oraz rozbudowa drogi krajowej Nr 28, w tym budowa obwodnicy miasta Sanoka oraz DW nr 988 na odcinku Babica-Zaborów wraz z budową obwodnicy Czudca. Wartość inwestycji drogowych łącznie-1230841004 zł. Natomiast przedsięwzięcia kolejowe obejmują rewitalizację linii kolejowej Nr 106 na odcinku Boguchwała-Czudec, Nr 108 na odcinku Jasło-Nowy Zagórz-granica województwa, nr 107 Nowy Zagórz-Łupków, Nr 618 Jasło Towarowa-Soboniów, Nr 25 na odcinku Padew Narodowa- Mielec-Dębica, nr 79 Padew- Wola Baranowska w ramach prac przy rozbudowie terminala LHS w Woli Baranowskiej, budowę łącznicy kolejowej Jedlicze-Szebnie oraz budowa Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej – PKA – 368 tys. zł. Wartość inwestycji kolejowych łącznie: 1579,5 tys. zł.

¹⁶ 16.10.2017 r. zostaną podpisane listy intencyjne dotyczące dodatkowych łączników tj. węzła Pilzno i Kolbuszowa oraz budowy drogi dwujezdniowej na odcinku Miejsce Piastowe-Sanok.



Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań z wykonania budżetu Województwa Podkarpackiego

Rys. 1. Wydatki majątkowe, inwestycyjne na drogi wojewódzkie z budżetu samorządu województwa podkarpackiego

W ramach budowy i modernizacji infrastruktury transportowej Samorząd Województwa Podkarpackiego występuje także w roli realizatora na drogach wojewódzkich. Inwestycje drogowe z budżetu województwa podkarpackiego wynosiły w latach 2003-2016 kwotę 2027852346 zł. Zdecydowana większość tej kwoty towarzyszyła funduszom europejskim jako obowiązkowy wkład własny do projektów.

Na poziomie lokalnym dofinansowanie na infrastrukturę transportową wspiera rządowy program "Programu rozwoju gminnej i powiatowej infrastruktury drogowej na lata 2016-2019", który jest kontynuacją funkcjonującego od 2009 roku Narodowego Programu Przebudowy Dróg Lokalnych. W tym zakresie samorządy mogły starać się o dotację do 50 proc. kosztów inwestycji drogowych obejmujących budowę, przebudowę, remont drogi powiatowej lub gminnej planowanych na 2016 r., ale nie więcej niż 3 mln zł. W skali kraju budżet programu w latach 2016-2019 wyniesie ok. 4 mld zł. Dla województwa podkarpackiego w 2016 przeznaczono z tego Programu ponad 50,2 mln zł. 2017 r. – prawie 63 mln. zł, a w 2018 i 2019 r. ponad 69 mln zł w każdym roku. Od 2009 do 2015 roku Podkarpackie samorządy na realizację zadań otrzymały z budżetu państwa dofinansowanie w wysokości ponad 320 mln zł. Taka sama kwota została wydatkowana z budżetów samorządów.



Mapa 1. Dostępność komunikacyjna województwa podkarpackiego

Efekty prowadzonej polityki rozwoju transportu w województwie podkarpackim

W ciągu 16 lat od wstąpienia Polski do Unii Europejskiej w województwie podkarpackim nastąpił skok inwestycyjny w zakresie transportu drogowego, kolejowego, lotniczego. Nastąpiła zdecydowana poprawa dostępności zewnętrznej regionu poprzez budowę i modernizację infrastruktury na najważniejszych szlakach transportowych łączących województwo z siecią transportową Europy międzynarodowymi magistralami drogowymi E40, E371, kolejową E30 oraz lotniczą Rzeszów-Jasionka. Obecnie przystąpiono do budowy ważnych odcinków drogi ekspresowej S19, będące przyczynkiem do realizacji międzynarodowej trasy Via Carpathia łączącej kraje bałtyckie z południem Europy. Największym beneficjentem tych działań jest Rzeszów, położony na skrzyżowaniu tych szlaków transportowych, który rozwija ważną funkcję jako węzeł komunikacyjny w południowo-wschodniej części kraju. Dzięki inwestycjom transportowym województwo podkarpackie zyskało spójność z przestrzenią europejską i zostało włączone w międzynarodowe sieci transportowe, które w perspektywie przyniosą efekty gospodarcze i pozwolą wykorzystać atuty położenia przygranicznego. Jednak ten szybki proces inwestycyjny postawił przed samorządem wojewódzkim nowe wyzwania związane z wykorzystaniem międzynarodowych sieci transportowych na rzecz zrównoważonego rozwoju regionu i zwiększenia dynamiki dyfuzji pozytywnych impulsów gospodarczych i społecznych. Stosowną bazą do tego celu będzie rozbudowana i nowoczesna sieć komunikacyjna, odpowiednio powiązana z krajową i europejską infrastrukturą transportową, która zapewni komplementarność i spójności regionalnego układu komunikacyjnego. Zwiększenie sprawności funkcjonowania infrastruktury technicznej poprzez jej rozbudowę i modernizację stanowi przesłankę dla rozwoju miast i regionów kraju, staje się bowiem ono korzystnym miejscem lokalizacji kapitału, innowacji i przedsiębiorczości europejskiej i światowej¹⁷. Obecnie realizowane inwestycje transportowe wzmacniają w pierwszej kolejności centralne pasmo rozwojowe województwa (Dębica – Rzeszów – Jarosław – Przemyśl), w drugiej kolejności miasta położone na północy województwa (Stalowa Wola, Tarnobrzeg, Mielec), a dopiero w trzeciej znajdujące się na południowej osi równoleżnikowej Jasło, Krosno, Sanok, Ustrzyki Dolne¹⁸. Z tego powodu istnieją duże różnice w dostępności między relatywnie dobrze skomunikowaną północno-zachodnią częścią województwa a obszarem przygranicznym, w tym w szczególności bardzo słabo dostępnym obszarem Bieszczad oraz powiatem lubaczowskim. W konsekwencji prowadzi to do polaryzacji rozwoju wewnątrz województwa gdyż pozytywne efekty rozwojowe skupiają tylko na najlepiej dostępnych obszarach. Ta sytuacja w literaturze naukowej opisywana jest tzw. efektem korytarza (*corridor effect*) w regionach, gdzie budowa dróg szybkiego ruchu prowadzi do osłabienia pozycji konkurencyjnej regionu. Autostrady i drogi ekspresowe w skali kraju dają dużą wartość dodaną i pozytywne efekty sieciowe, jednak w skali lokalnej są jedynie warunkiem koniecznym,

¹⁷ Musiał-Malagó M.: Stan i kierunki rozwoju infrastruktury transportowej w Polsce, w: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 2013; 914, s.104.

¹⁸ Komornicki T., Rosik P., Szejgiec B., Kowalczyk K., Goliszek S., Stępnik M.: Identyfikacja kluczowych kierunków rozwoju transportu w województwie podkarpackim. Raport końcowy, Warszawa, 2015, s. 77.

ale nie wystarczającym do szybkiego rozwoju gmin i powiatów. Na poziomie lokalnym, gdzie oczekiwania związane z rozbudową infrastruktury są szczególnie wysokie, może wystąpić tzw. efekt korytarza gdzie pozytywne impulsy ekonomiczne ograniczają się do obszarów bezpośrednio sąsiadujących z węzłami na autostradach i drogach ekspresowych¹⁹. Zatem rozwój infrastruktury drogowej nie zawsze przynosi oczekiwane rezultaty na nawet może mieć negatywny wpływ. Poprawa dostępności regionów peryferyjnych może skutkować „wysysaniem” zasobów z regionów relatywnie biedniejszych, czego efektem - zamiast spodziewanej konwergencji – jest dalsza polaryzacja regionalna. Natomiast przełożenie korzyści z inwestycji na rozwój regionalny jest zależne w dużym stopniu od oferty, jaką przedstawia w sensie ekonomicznym dany obszar. Dlatego największymi beneficjentami rozwoju infrastruktury transportu drogowego są regiony bogate, gdyż rozwój infrastruktury transportu drogowego (w szczególności autostrad i dróg ekspresowych) jest efektywny w skali kraju, jednak może prowadzić do jeszcze głębszej polaryzacji regionalnej²⁰.

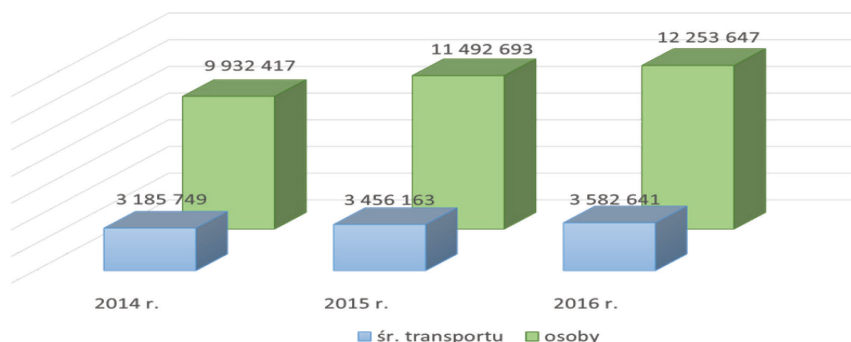
Ważnym elementem umożliwiającym rozprzestrzenianie się procesów rozwojowych oraz integrację regionu w wymiarze gospodarczym, jak i rynków pracy, jest połączenie z Rzeszowem oraz pomiędzy miastami powiatowymi. W tym zakresie najgorsza sytuacja dotyczy powiatu lubaczowskiego i Bieszczad, chociaż budowa drogi S19 do Barwinka znacznie poprawi dostępność południa województwa. Natomiast dla poprawy spójności wewnętrznej konieczne jest budowanie powiązań funkcjonalnych pomiędzy miastami subregionalnymi oraz Rzeszowem jak również większa integracja miejskich obszarów funkcjonalnych. Dostępność regionu w ujęciu krajowym jest słaba, gdyż ograniczają ją słabe powiązania drogowe i kolejowe z Polską centralną, w tym przede wszystkim. Dostępność w tym kierunku poprawi się znacząco dopiero w wyniku realizacji ciągu dróg ekspresowych S19 i S17 przez Lublin oraz modernizacji linii kolejowej z Ocic do Radomia.

System transportowy województwa podkarpackiego obsługuje również potoki tranzytowe, przede wszystkim na kierunku ukraińskim. Województwo podkarpackie na zewnętrznej granicy z UE posiada powiązania komunikacyjne z Ukrainą poprzez przejścia drogowe oraz kolejowe, które w ostatniej dekadzie zostały znacząco rozbudowane i przybyły nowe w Budmierzu a obecnie trwają prace nad projektem kolejnego w Malhovicach. Potrzeba rozwoju przejść granicznych jest związana ze zwiększającą się dynamiką osobowego ruchu granicznego pomiędzy Polską a Ukrainą wynikająca z umowy o małym ruchu granicznym z 2009 r. i objęciem bezwizowym ruchem osób zamieszkałych w strefie przygranicznej ale też ułatwień obywateli Ukrainy w podróżowaniu do krajów Unii Europejskiej z 2017 roku. W ten sposób województwo podkarpackie stało się obszarem tranzytowym w przewozach osobowych pomiędzy Europą Zachodnią (w wymiarze krajowym także zachodnią częścią kraju) a Ukrainą. Jednak znaczenie ruchu granicznego jest zmienne gdyż jest uwarunkowane szeregiem czynników, w tym przede wszystkim: sytuacją geopolityczną, rozwojem infrastruktury drogowej po stronie ukraińskiej oraz koniunktura

¹⁹ Komornicki T., Rosik P., Śleszyński P., Solon J., Wiśniewski R., Stępiak M., Czapiewski K., Goliszek S.: Wpływ budowy autostrad i dróg ekspresowych na rozwój społeczno-gospodarczy i terytorialny Polski, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 9.

²⁰ Domańska A.: Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny, PWN, Warszawa, 2006, s. 235.

ekonomiczną dla handlu przygranicznego. Czynniki geopolityczne i ekonomiczne, powodowały, że ruch osobowy na granicy wschodniej i południowej podlegał silnym fluktuacjom w całym okresie transformacji. Od ostatniego załamania związanego z kryzysem gospodarczym roku 2008, na granicy z Ukrainą, podobnie jak na pozostałych odcinkach granicy wschodniej, ruch systematycznie wzrastał, co należy interpretować jako efekt wprowadzenia umów o małym ruchu granicznym.



Źródło: Bieszczadzki Oddział Straży Granicznej www.strazgraniczna.pl

Rys. 2. Ruch w przejściach granicznych BiOSG

Podsumowanie

Realizacja licznych inwestycji transportowych, wynikających z celów strategicznych kraju i województwa podkarpackiego znacznie poprawiła dostępność regionu zarówno w wymiarze zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Jednak proces rozwoju transportu powinien być kontynuowany w celu budowy spójnej sieci transportowych, które będą wzmacniać procesy dyfuzji rozwoju na całe województwo. Zahamowanie inwestowania na obecnym etapie doprowadzi do utrwalania negatywnych efektów korytarza dla obszarów przygranicznych (Bieszczady i powiat lubaczowski), wymywania zasobów z tego terenu ale też doprowadzi do pogłębienia ich peryferyzacji. Transgraniczne położenie i współpraca z Ukrainą nie przynosi oczekiwanych rezultatów gospodarczych, nawet dla najbliższych położonych miast gdyż Podkarpacie stanowi jedynie obszar tranzytowy dla ruchu osób i towarów, które przemieszczają się do regionów w głąbi kraju oraz Europy Zachodniej. Z tego powodu wyzwaniem dla polityki regionalnej jest ożywianie współpracy transgranicznej w celu poprawy sytuacji gospodarczej w pasie granicznym województwa i realizacji przedsięwzięć gospodarczych po obu stronach granicy, co oznacza również wspieranie regionów sąsiadujących. W rzeczywistości jest to niezwykle trudne zadanie z powodu licznych barier formalno-prawnych i instytucjonalnych. Natomiast w zakresie rozwoju transportu wewnątrzregionalnego niezwykle istotne jest modernizacja dróg doprowadzających ruch do

sieci TEN-T (autostrada A4 i droga ekspresowa S19) oraz likwidacja tzw. wąskich gardeł poprzez kompleksowe dowiązywanie miejscowości do rozwijającej się sieci dróg najwyższych kategorii oraz budowę szlaków transportowych niższego rzędu. Zatem planowanie rozwoju regionu na najbliższe perspektywy powinno koncentrować się na domykaniu najważniejszych dróg transportowych i tworzenia spójnej sieci komunikacyjnej na poziomie miast, regionu oraz kraju na rzecz silniejszego uruchomienia impulsów do rozwoju gospodarczego i społecznego.

Rozwój transportowej i rozwój konkurencyjności są wzajemnie od siebie zależne, bowiem z jednej strony lepszy stan infrastruktury przyczynia się do rozwoju konkurencyjności, z drugiej zaś brak w pełni otwartych i konkurencyjnych rynków stanowi przeszkodę w optymalnym wykorzystaniu istniejących sieci²¹.

W następstwie europejskiej polityki spójności i krajowej polityki regionalnej wykorzystującej fundusze unijne zaistniały pozytywne zmiany w rozwoju ilościowym i jakościowym infrastruktury drogowej w województwie podkarpackim a dalsze inwestycje przyspieszają jego dynamikę rozwoju i wyrównania zaległości i dysproporcji rozwojowych.

Bibliografia

- Ciolek S., Dołzbłasz S.: (red.). Współczesne wyzwania polityki regionalnej i gospodarki przestrzennej. T. 1. Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego 33/1, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2014.
- Domańska A.: Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny, PWN, Warszawa 2006.
- Miszcuk A.: Uwarunkowanie peryferyjności regionu przygranicznego, Lublin Norbertinum 2013.
- Musiał-Malagó M.: Stan i kierunki rozwoju infrastruktury transportowej w Polsce, w: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 2013.
- Komornicki T., Rosik P., Śleszyński P., Solon J., Wiśniewski R., Stępiak M., Czapiewski K., Goliśzek S.: Wpływ budowy autostrad i dróg ekspresowych na rozwój społeczno-gospodarczy i terytorialny Polski, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013.
- Komornicki T., Śleszyński P., Rosik P., Pomianowski W.: Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej, Polska Akademia Nauk Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju Biuletyn Zeszyt 240, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa 2009.
- Komornicki T., Rosik P., Szejgiec B., Kowalczyk K., Goliśzek S.: Stępiak M., Identyfikacja kluczowych kierunków rozwoju transportu w województwie podkarpackim. Raport końcowy, Warszawa 2015.
- Komornicki T., Rosik P., Stępiak M.: Dostępność transportowa w Polsce Wschodniej, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa 2011.
- Komornicki T., Miszcuk A.: Transgraniczne powiązania województw Polski Wschodniej, MRR 2011.
- Samorząd Województwa Podkarpackiego, Strategia Rozwoju Województwa-Podkarpackie 2020, Rzeszów, sierpień 2013, Załącznik nr 1 do Uchwały Nr XXXVII/697/13 Sejmiku Województwa Podkarpackiego w Rzeszowie z dnia 26 sierpnia 2013 r.

²¹ Musiał-Malagó M.: Stan i kierunki rozwoju infrastruktury transportowej w Polsce, w: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 2013; 914, s. 97.

- Urząd Marszałkowski, Badanie ewaluacyjne pn. 10 lat województwa podkarpackiego w UE – ocena wykorzystania funduszy europejskich w rozwoju regionu. Raport końcowy, Rzeszów 2015.
- Zarząd Województwa Podkarpackiego, Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego do roku 2023, Rzeszów, Załącznik nr 1 do Uchwały Zarządu Województwa Podkarpackiego Nr 191/3910/16 z dnia 28 czerwca 2016 r.
- Zarząd Województwa Podkarpackiego, Podkarpackie Biuro Planowania Przestrzennego w Rzeszowie, Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Podkarpackiego – Perspektywa 2030, Rzeszów 2017.
- Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Dokument Implementacyjny do Strategii Rozwoju Transportu do 2020r. (z perspektywą do 2030 r.), Warszawa 2014.
- Zarząd Województwa Podkarpackiego, Regionalny Program Operacyjny 2007-2013, przyjęty 10 stycznia 2012 r.
- Zarząd Województwa Podkarpackiego w Rzeszowie, Regionalny Program Operacyjny Województwa Podkarpackiego na lata 2014-2020, Załącznik nr 1 do Uchwały Nr 327 / 6981 / 17 z dnia 1 sierpnia 2017 r.

ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM LOGISTYCZNYM RECYKLINGU POJAZDÓW

Grzegorz Dzieniszewski¹, Maciej Kuboń^{1,2}

¹ Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu

² Zakład Organizacji Produkcji i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Adres do korespondencji: grzegorz.dzieniszewski@pwsu.edu.pl

Wprowadzenie

Istota łańcucha logistycznego stanowi niezbędny element gospodarki rynkowej. Wpływa na system zarządzania przedsiębiorstwem, podkreśla dominującą rolę konsumentów, spaja producentów towarów z ich odbiorcami i powoduje, że konsument w krótkim czasie otrzymuje dokładnie taki towar, jakiego oczekiwał. Specyficznym rodzajem łańcucha logistycznego jest łańcuch logistyczny recyklingu pojazdów. Specyfika wynika z faktu, że w tym przypadku trudno wyodrębnić dostawcę oraz zidentyfikować jednoznacznie wyrób lub odpad.

Co roku wycofywanych jest na świecie około 28-32 milionów ton odpadów samochodowych, z którymi związane są zagrożenia, będące coraz bardziej zauważalnym problemem w ochronie środowiska naturalnego, ponieważ pojazdy wycofane z eksploatacji są źródłem odpadów niebezpiecznych i toksycznych emisji. Ze względu na znaczną masę odpadów i ich przestrzenny charakter kluczowe znaczenie w systemie recyklingu mają procesy logistyczne i transportowe, które stanowią zarazem składowy element procesu technologicznego przetwórstwa surowców.

Podstawowym sposobem ograniczania szkodliwego oddziaływania samochodów na środowisko naturalne jest recykling, który ze względu na dużą ilość odpadów samochodów wycofywanych z eksploatacji oraz duże zagrożenie dla środowiska, najbardziej rozwinięty jest właśnie w przemyśle motoryzacyjnym.

Różne podejścia do zdefiniowania terminu łańcuch logistyczny doprowadziły do powstania licznych interpretacji tego pojęcia. Według Browerson'a „przez kanał (łańcuch) logistyczny rozumie się zespół pewnej liczby jednostek (przedsiębiorstw i instytucji), które działają wspólnie w sposób zintegrowany w celu dostarczenia właściwego produktu we właściwe miejsce, we właściwym czasie, zachowując odpowiednią jakość (produktu i usługi) przy możliwie najniższym koszcie”¹.

¹ Wincewicz-Bosy M.: Miejsce logistyki i łańcucha dostaw w zarządzaniu przedsiębiorstwem s.183.

Nieco inną definicję formułuje Gołemska, według niej „łańcuch logistyczny jako baza logistyki to taki łańcuch magazynowo-transportowy, który – przy wsparciu informatycznym – stanowi technologiczne połączenie punktów magazynowych i przeładunkowych na trasach przewozu towarów, a także organizacyjne i finansowe skoordynowanie operacji logistycznych, w tym procesów zamówień i polityki zapasów”².

Zarządzanie zintegrowanym łańcuchem dostaw

Zarządzanie łańcuchem dostaw można rozpatrywać w ujęciu logistycznym, integracyjnym i synchronizacyjnym. Pierwsze odnosi się do zarządzania strumieniem dostarczanych produktów i towarzyszących im informacji. Drugie ujęcie skupia się na integracji najistotniejszych procesów biznesowych począwszy od klientów skończywszy na dostawcach surowców. Trzecie zaś mówi o „procesie decyzyjnym związanym z koordynowaniem fizycznych, informacyjnych i finansowych strumieni popytu i podaży przepływających między uczestnikami w celu osiągnięcia przez nich przewagi konkurencyjnej i tworzenia wartości dodanej”³.

Jeszka twierdzi, powołując się na badania amerykańskich logistyków, że zarządzanie łańcuchem dostaw można rozpatrywać na kilku płaszczyznach:

- operacji łańcucha dostaw;
- projektowania łańcucha dostaw i integracji sieci;
- administrowania (zarządzania)⁴.

Witkowski określa zarządzanie łańcuchem dostaw jako „formułowanie strategii, planowanie, sterowanie i kontrolę procesów przepływów i magazynowania surowców, zapasów produkcji w toku, wyrobów gotowych i odpowiednich informacji od punktu pozyskania do punktu konsumpcji w celu jak najlepszego dostosowania się do potrzeb klienta i ich zaspokojenia. Jest istotne, aby proces zarządzania odbywał się w sposób efektywny i prowadził do minimalizacji kosztów globalnych”⁵. Z przytoczonej definicji wynika, iż nadrzędnym celem jest zaspokojenie potrzeb klienta, redukcja kosztów, ciągły wzrost poziomu usług i osiągnięcie optymalnych korzyści dla wszystkich ogniw łańcucha, czyli zapewnienie korzyści biznesowych. Wśród kluczowych elementów należy wymienić także szybkie reagowanie na potrzeby klienta i partnerskie relacje z uczestnikami łańcucha⁶. Zarządzanie łańcuchem dostaw wymaga dobrze zintegrowanych procesów logistycznych, sprawnej koordynacji pomiędzy procesami z innymi ogniwami łańcucha (dostawcami i klientami) oraz współdziałania w całej organizacji prowadzących do zmniejszenia kosztów całkowitych łańcucha logistycznego, poziomu zapasów, zainwestowanego kapitału, osiągnięcia maksymalnego poziomu zadowolenia klientów⁷.

² Gołemska E.: Logistyka w gospodarce światowej, C.H. Beck, Warszawa 2009, s. 137.

³ Rodawski B.: Teoretyczne podstawy zarządzania łańcuchami dostaw, Katedra Zarządzania Strategicznego i Logistyki, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

⁴ Jeszka A. M.: Sektor usług logistycznych w teorii i praktyce, Difin S.A., Warszawa 2009, s. 42.

⁵ Witkowski K.: Koordynacja łańcucha dostaw w wielozakładowym przedsiębiorstwie przemysłowym, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 1998, nr 9, s. 189.

⁶ Pokusa T.: Zarządzanie łańcuchem dostaw w aspekcie integracji logistyki i marketingu, [w:] Systemy i procesy zarządzania logistyczno-marketingowego. Aspekt efektywnościowy, red. Blaik P., Uniwersytet Opolski 2007.

⁷ Dworecki E.: Zarządzanie logistyczne, WSH w Puławach, Puławski 1999.

Szymonik w publikacji „Zarządzania łańcuchem dostaw – metody narzędzia, wskaźniki” wyróżnił 5 podstawowych zasad zarządzania łańcuchem dostaw:

- szybkość działania – to czas w jakim realizowane są zadania od chwili otrzymania zamówienia do momentu uzyskania środków finansowych od klienta za zlecony produkt,
- harmonizowanie działania kolejnych ogniw w łańcuchu – łączenie lub zróżnicowanie czasu potrzebnego do wykonania zadań przez poszczególne jednostki w łańcuchu. Dzięki temu możliwa jest redukcja poziomu zapasów i zmniejszenie kosztów,
- zapewnienie przepływów informacji pomiędzy współpracującymi jednostkami w odpowiedniej formie, miejscu i czasie – polega na zgromadzeniu odpowiedniego zapasu surowców i realizację zamówienia w określonym czasie,
- poznanie i zrozumienie oczekiwanych wyników współpracy – to istotna zasada polegająca na spełnieniu oczekiwań partnerów łańcucha dostaw,
- tworzenie wartości dla interesariuszy – nie wystarczy poznać oczekiwania wszystkich podmiotów łańcucha, należy je jeszcze respektować⁸.

Skuteczność zarządzania łańcuchem dostaw określana jest stopniem realizacji celów. Jako priorytet uznaje się minimalizację całkowitych kosztów przepływów produktów i informacji. Kolejnym celem jest wydajność. W tym przypadku chodzi o jak najkrótszy czas realizacji zamówień i jak najwyższą niezawodność oraz elastyczność dostaw. Trzecim istotnym celem jest optymalizacja poziomu zapasów w skali łańcucha dostaw wraz z elastycznym dostosowaniem się do wymagań w zakresie obsługi dostaw poszczególnych segmentów rynku⁹.

Zarządzanie zintegrowanym łańcuchem dostaw w sensie funkcjonalnym obejmuje¹⁰: źródła dostaw, dostawców, politykę zakupu i gromadzenia surowca, przepływ materiałów wewnętrznych przedsiębiorstwa, przechowywanie końcowych produktów, dystrybucję, transport i magazynowanie. Strategia łańcucha dostaw determinuje sposób nabywania materiałów, transportu do i z zakładu, wytwarzania produktów, zapewnienia serwisu i dystrybucję produktu do klienta. Częścią strategii łańcucha dostaw są także decyzje dotyczące zapasów, transportu, obiektów produkcyjnych i przepływu informacji. Sprawny system zarządzania jest kluczowym warunkiem właściwego reagowania na zmieniającą się sytuację na rynku. Gwarantuje możliwość opracowywania planów wieloletnich opartych na wzajemnym partnerstwie zaangażowanych firm. W zarządzaniu przedsiębiorstwem należy opierać się na prostych wartościach i celach jednoczących wszystkie jego elementy i uczestników.

Zintegrowany łańcuch dostaw charakteryzuje zbiór wskaźników, które decydują o jego sprawności. Zaliczyć do nich należy¹¹:

- wykorzystywanie informacji jako źródła działań decyzyjnych,
- konsekwentne dążenie do skracania łańcucha i czasu przepływu traktowanego jako miernik sprawności łańcucha,

⁸ Szymonik A.: Zarządzanie łańcuchem dostaw – metody, narzędzia, wskaźniki, kryteria oceny, Łódź 2016/2017.

⁹ Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia, wydanie II zmienione, PWE, Warszawa 2010, s. 31.

¹⁰ Szczepankiewicz W.: Logistyka marketingowa, AE w Krakowie, Kraków 1996.

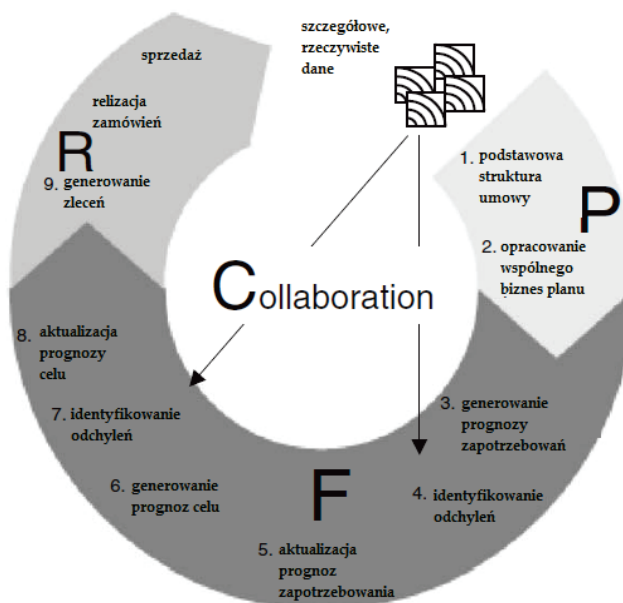
¹¹ Pisz. I, Sęk T., Zielecki W.: Logistyka w przedsiębiorstwie, PWE Warszawa 2013.

- wspólne rozpoznawanie i eliminowanie barier na drodze przepływu materiałów i informacji,
- eliminowanie działań, które nie dodają wartości,
- współpraca przedsiębiorstw w celu zaspokajanie potrzeb ostatecznego klienta.

Aby osiągnąć jak najlepszy poziom zarządzania łańcuchem dostaw stosowane są różne koncepcje. Do podstawowych należą¹²:

CPFR (*Collaborated Planning, Forecasting&Replenishment*) – wspólne planowanie, prognozowanie i uzupełnianie zapasów. To koncepcja zakładająca systematyczną i długofalową współpracę pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw bazującą na wymianie informacji. Założeniem koncepcji jest zmniejszanie poziomu zapasów i poprawa planowania zasobów w celu wzrostu wydajności całego łańcucha dostaw.

Rysunek 1 pokazuje dziewięć kroków koncepcji CPRF.



Źródło: Struktury procesów biznesowych, <http://rfid-lab.pl>

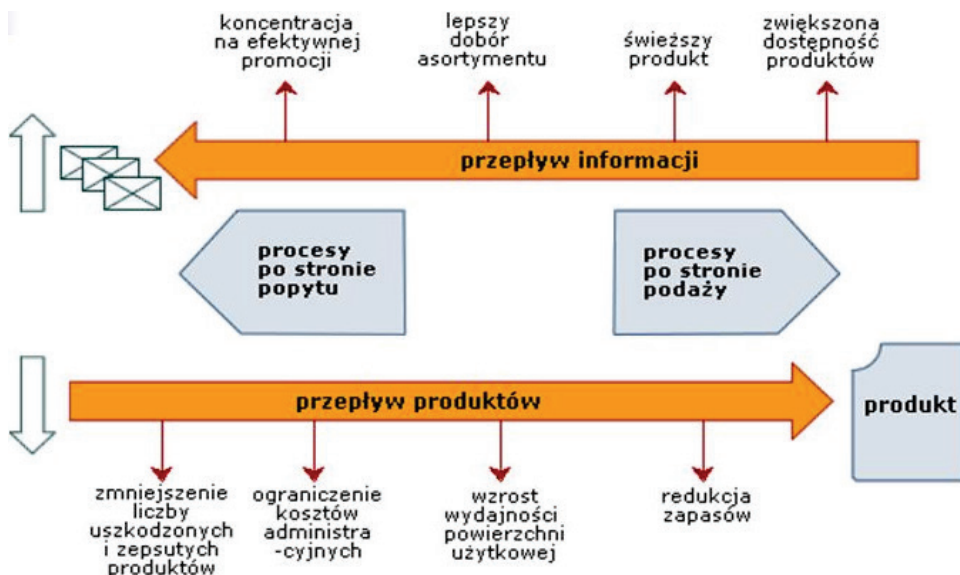
Rys. 1. Koncepcja CPRF

ECR – (*Efficient Consumer Response*) – system efektywnej obsługi klienta. To nowoczesna koncepcja na bazie partnerstwa jego uczestników, polegająca na ścisłej współpracy pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw. Nadrzędnym celem jest zbudowanie efektywne-

¹² Szymonik A.: Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, część II, Difin, Warszawa 2011, s. 15.

go kosztowo systemu reagującego na potrzeby konsumenta i jego maksymalne usatysfakcjonowanie.

Na rysunku 2 zamieszczono meritum strategii ECR.



Źródło: Jokiel G., *Łańcuchy i sieci logistyczne*, Prace naukowe UE we Wrocławiu, Wrocław, 2009.

Rys. 2. Strategia ECR

JiT (*Just in Time*) – dokładnie na czas. Koncepcja operacyjna dostarczania materiałów i innych dóbr w ściśle określonych ilościach oraz dokładnie w takim czasie, w jakim firmy ich potrzebują. Pozwala to na minimalizację kosztów zapasów i marnotrawstwa w systemie logistycznym. W rezultacie uczestnicy oszczędzają dzięki ograniczaniu kosztów na utrzymanie zapasów. Ważnym elementem JiT jest system Kanaban. Kładzie nacisk na dostarczanie komponentów i materiałów bezpośrednio do miejsca, gdzie są potrzebne i tylko wtedy gdy są potrzebne, eliminując rozbudowany system magazynowy. Minimalizuje aktualnie realizowane zadanie przez zwiększenie obrotu zapasami.

VMI (*Vendor Managed Inventory*,) zarządzanie zapasami przez dostawcę – polega na zarządzaniu zapasami producenta bądź dystrybutora przez dostawcę, który decyduje o czasie i wielkości dostawy zapewniając pełną dostępność produktów. Głównymi korzyściami z zastosowania tej koncepcji są: redukcja błędów w wykonywanych operacjach, poprawa szybkości przebiegu procesu, wzrost poziomu obsługi klienta finalnego, zacieśnienie współpracy i ograniczenie liczby zwrotów¹³.

¹³ Nowicka K.: Współpraca partnerska w łańcuchu dostaw, PWE, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” nr 6, 2011.

LM (*Lean Management*) – zarządzanie wyszczuplające, jego celem jest tworzenie prostych i przejrzystych struktur w przedsiębiorstwie oraz nadanie większego znaczenia zasobom pracy, aby można je było wykorzystywać jak najlepiej¹⁴. Eliminuje błędy, rozrzutność, wadliwe materiały, zbędny transport. Według koncepcji duża ilość prostych rozwiązań pozwala osiągnąć postęp, a wzrost produktywności pracowniczej redukuje koszty.

AM (*Agile Management*) – zarządzanie elastyczne (zwinne), charakteryzuje się stałą współpracą z klientem, szybkim dostosowaniem się do zmian, minimalizacją kosztów. Elastyczność i adaptacyjność projektowania uzależniona jest od dynamicznie zmieniających się potrzeb i oczekiwań klienta. Koncepcja zarządzania zwinnego „akcentuje znaczenie wiedzy i kapitału intelektualnego w procesie kierowania. Nadaje się tam, gdzie wymagany jest „szybki” produkt wraz z pełną obsługą posprzedażową (dostarczenie, zamontowanie, uruchomienie, serwis, naprawy, utylizacja, szkolenie)”¹⁵.

QR (*Quick Response*) – szybka reakcja. To strategia zarządzania łańcuchami dostaw, w ramach której ma miejsce skracanie czasu przepływu produktów, informacji i środków finansowych. Według niej sprzedawca i dostawca współdziałają w celu jak najszybszej reakcji na potrzeby klienta.

TQM (*Total Quality Management*) – kompleksowe zarządzanie jakością, obejmuje wszystkie działy, funkcje i poziomy organizacji, kładzie nacisk na zaangażowanie pracowników, koncentruje się na koncepcjach, pomysłach narzędziach i technikach, zwłaszcza na kliencie. TQM jest to proces zmian w kulturze organizacji mający na celu wszechstronne rozpoznawanie potrzeb klientów i efektywniejsze ich zaspokajanie.

Six Sigma (*sześć sigma*) – metoda ta oparta jest na pozyskiwaniu danych w celu osiągnięcia niemal perfekcyjnej jakości. Dzięki zastosowaniu metody wzrasta szybko i efektywnie poziom jakości, ponieważ w pełnym stopniu wykorzystywany jest kapitał technologiczny i intelektualny. Rezultatem są produkty i usługi wykonane w krótszym czasie, tańsze i lepsze.

BPR (*Business Based Reengineering*) – przeprojektowanie (reinżynieria) procesu biznesowego to metoda radykalnego przeprojektowania i modernizacji procesów biznesowych przedsiębiorstw i instytucji w celu osiągnięcia istotnych efektów ekonomicznych. Najważniejsze cechy to: zmiana charakteru pracy (eliminowanie bezowocnych działań), ciągła edukacja zastępująca okresowe szkolenia, ocenienie wydajności pracy na podstawie jej efektów, a nie przebiegu realizacji (decyzja o awansie zależy od wyników), zmianę roli menedżerów z pozycji nakazów na doradcą¹⁶.

Logistyka odpadów motoryzacyjnych

Rozwój przemysłu motoryzacyjnego niesie ze sobą korzyści, ale i problemy. Duża różnorodność materiałów wykorzystanych w produkcji samochodów powoduje konieczność podejmowania działań mających na celu ekonomiczne gospodarowanie surowcami po wycofaniu pojazdów z eksploatacji. „Zgodnie z przedmiotową hierarchią sposobów postępowania z odpadami należy przede wszystkim podejmować działania zmierzające w kierunku zapobiegania powstawaniu odpadów, następnie zapewnić ich przygotowanie do

¹⁴ Szymonik A.: Zarządzanie łańcuchem dostaw –metody, narzędzia, wskaźniki, kryteria oceny, Łódź 2017.

¹⁵ Szymonik A.: Eurologistyka. Teoria i praktyka, Difin, Warszawa 2014, s. 55.

¹⁶ Karaszewski P.: TQM teoria i praktyka, Toruń 2001, s. 194.

ponownego użycia, recykling, w dalszej kolejności inne procesy odzysku, a w ostateczności unieszkodliwianie”¹⁷.

W Krajowym planie gospodarki odpadami 2022 z dnia 1 lipca 2016 r. widnieje zapis że dążeniem UE w dziedzinie gospodarki odpadami „jest stworzenie „społeczeństwa recyklingu”, którego celem będzie „unikanie wytwarzania odpadów oraz wykorzystywanie odpadów jako zasobów”¹⁸. Zmniejszenie ilości wytwarzanych odpadów przynosi wymierne korzyści ekonomiczne. Z jednej strony podnosi efektywność procesów technologicznych, pobudzając rozwój techniki i organizacji w zakładzie, z drugiej obniża koszty związane z transportem, unieszkodliwianiem i składowaniem odpadów.

Do problemu związanego z logistyką odpadów ustosunkował się Smolnik. W publikacji „Ekologistyka w branży motoryzacyjnej” odwołał się do definicji Gołembskiej – „logistyka w sferze utylizacji odpadów skupia się na tworzeniu łańcuchów logistycznych łączących miejsca powstawania odpadów z miejscami ich utylizacji. Obejmuje ona następujące czynności: segregowanie odpadów, ich przemieszczanie i składowanie, przetwarzanie odpadów i udostępnianie surowców wtórnych”¹⁹. Powyższą definicję należy odnieść do branży motoryzacyjnej i skupić się na potrzebach wynikających z jej specyfiki.

Głównym ogniwem w systemie zagospodarowania odpadów motoryzacyjnych są stacje demontażu pojazdów. Oprócz zbierania pojazdów wycofanych z eksploatacji dokonują także ich demontażu. Ogniwem uzupełniającym w gospodarce odpadami są punkty zbierania pojazdów. Ich rola ogranicza się tylko do gromadzenia i zabezpieczania pojazdów. Fundamentem funkcjonowania stacji demontażu jest logistyka odzysku. Pojazdy, które już wcześniej były użytkowane wracają do obiegu i muszą zostać zagospodarowane. Logistyka odzysku obejmuje działania zmierzające w kierunku przeciwnym do logistyki tradycyjnej. Logistyka odzysku to „proces planowania, wdrożenia i kontrolowania skutecznego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, półproduktów i produktów gotowych wraz z powiązanymi z tymi przepływami informacjami od miejsca konsumpcji do miejsc pochodzenia w celu odzyskania wartości bądź właściwego zagospodarowania”²⁰. Rysunek 3 obrazuje różnicę między logistyką zwrotną a logistyką odzysku.

W logistyce odzysku proces przepływu jest odwrócony²¹. W zagospodarowanie produktów włączanych z powrotem do sieci angażują się inne podmioty niż w przypadku dystrybucji tych artykułów do konsumentów. Do zakładu odzysku i recyklingu trafiają produkty zużyte i wycofane z eksploatacji.

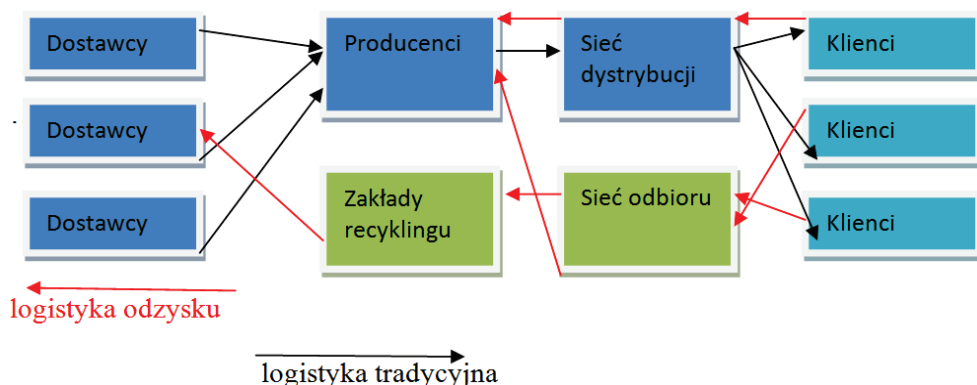
¹⁷ Uchwała Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2022, Poz. 784, s. 7.

¹⁸ Tamże, s.8.

¹⁹ Smolnik P.: Ekologistyka w branży motoryzacyjnej, Politechnika Częstochowska, Instytut Logistyki i Zarządzania Międzynarodowego, Wydział Zarządzania.

²⁰ Michniewska K.: Logistyk odzysku [w:] Logistyka przyszłości, red. naukowa H. Brdulak, PWE, Warszawa 2012, s. 136.

²¹ Blaik P.: Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.



Źródło: Merkiś-Guranowska A.: Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementów systemu logistycznego Polski, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, z.75.

Rys. 3. Logistyka odzysku a logistyka tradycyjna

W myśl art. 3 Ustawy „o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji” przez stację demontażu rozumie się „zakład prowadzący przetwarzanie, w tym demontaż obejmujący następujące czynności:

- usunięcie z pojazdów wycofanych z eksploatacji elementów i substancji niebezpiecznych, w tym płynów,
- wymontowanie z pojazdów wycofanych z eksploatacji przedmiotów wyposażenia i części nadających się do ponownego użycia,
- wymontowanie z pojazdów wycofanych z eksploatacji elementów nadających się do odzysku lub recyklingu”²².

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 28 lipca 2005 r. w sprawie minimalnych wymagań dla stacji demontażu oraz sposobu demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji określa warunki techniczne i ekologiczne jakie musi spełniać stacja demontażu, by mogła funkcjonować i spełniać swoją rolę zgodnie z przeznaczeniem. W stacji, niezależnie od wielkości wyodrębnia się sektory:

- przyjmowania pojazdów;
- magazynowania przyjętych pojazdów;
- usuwania z pojazdów elementów i substancji niebezpiecznych, w tym płynów;
- demontażu z pojazdów przedmiotów wyposażenia i części nadających się do ponownego użycia oraz elementów, w tym odpadów, nadających się do odzysku lub recyklingu albo unieszkodliwiania;
- magazynowania wymontowanych z pojazdów przedmiotów wyposażenia i części nadających się do ponownego użycia;
- magazynowania odpadów pochodzących z demontażu pojazdów”²³.

²² Ustawa z 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz. U z 2005 Nr 25, poz. 202).

²³ Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 28 lipca 2005 r. w sprawie minimalnych wymagań dla stacji demontażu oraz sposobu demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji.

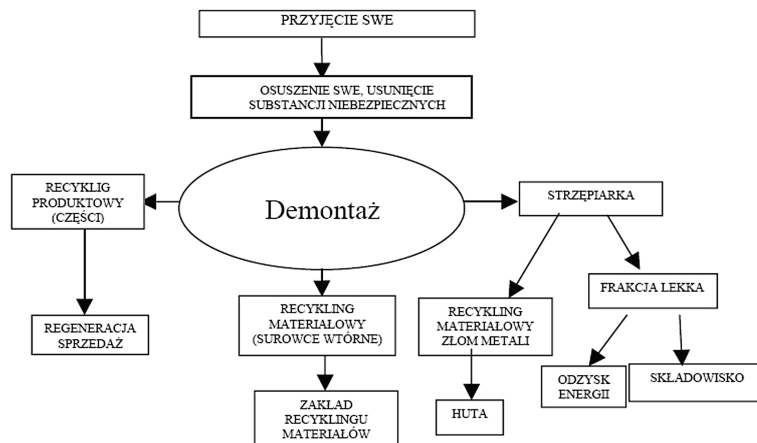
Segregacja

Określenie składu materiałowego samochodów jest trudne ze względu na ich złożoną strukturę. Konstruktorzy coraz częściej projektują tak, by w procesach demontażu stworzyć jak najwięcej grup recyklingowych. Opracowuje się je na podstawie analizy materiałów uwzględniając m.in. wzajemną tolerancję, bezpieczeństwo materiałowe, możliwości zastosowania, zdolność do eksploatacji energetycznej. Trudno przewidzieć koszty recyklingu. Największą część samochodu stanowią metale (70%), następnie – płyny, szkło, gumy, tkaniny i inne surowce (łącznie 17%), a tworzywa sztuczne to 13% masy pojazdu²⁴.

Demontaż pojazdów odbywa się etapami. W celu osuszenia, z auta w pierwszej kolejności usuwane są płyny eksploatacyjne: oleje, paliwo, czynniki klimatyzacji, filtry. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 5 października 2015 r. „w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi”²⁵ określa wyczerpująco sposób postępowania ze zużytymi lub przepracowanymi olejami. Mówi o ich zbieraniu, magazynowaniu, klasyfikowaniu do właściwego procesu odzysku albo unieszkodliwiania, według schematu określonego w załączniku nr 1 do rozporządzenia.

Po osuszeniu z płynów i wymontowaniu akumulatora, pozyskiwane są pozostałe materiały. W związku z tym, że 70% masy samochodu stanowią metale, podczas demontażu znaczną część stanowi złom.

W budowie samochodu można dostrzec dużą rodność tworzyw sztucznych, w związku z tym sposoby recyklingu są również zróżnicowane²⁶. Rysunek 4 przedstawia schemat procesu recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji.



Źródło: Małuszyńska I. i in. (2012)

Rys. 4. Ramowy proces technologiczny recyklingu pojazdu

²⁴ Głaz A., Głaz P., Hojda M.: Recykling samochodów. Pozyskano z: www.recykling-polska.pl.

²⁵ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 5 października 2015 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz. U poz. 1694).

²⁶ Rosik-Dulewska Cz.: Podstawy gospodarki odpadami, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2008.

Recykling odpadów

Pod pojęciem recyklingu "rozumie się taki odzysk, który polega na powtórnym przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii"²⁷. Recykling może występować w różnych etapach istnienia produktu: recykling w fazie wytwórczej, pozwala na zmniejszenie korzystania ze złóż naturalnych oraz ograniczenie ilości odpadów i nadmiernego zużycia energii w procesach wytwórczych, recykling w fazie eksploatacyjnej, pozwala na wydłużenie okresu życia wyrobu poprzez wymianę zużytych części, co wiąże się z przywróceniem mu cech użytkowych, recykling w fazie likwidacyjnej, umożliwia odzyskanie zużytych wyrobów wtórnych i po odpowiedniej obróbce technologicznej włączenie do procesu produkcyjnego. Faza procesu likwidacyjnego obejmuje zbieranie, demontaż, przetwarzanie zużytego produktu, odzyskiwanie i zagospodarowanie materiałów użytecznych, unieszkodliwianie odpadów zbędnych²⁸.

Ważnym ogniwem funkcjonowania stacji demontażu jest możliwość odzyskania cennych surowców. Wyselekcjonowane, odpowiednio posegregowane, o sprawdzonej jakości trafiają do odbiorców. Zastosowane w innych pojazdach pozwalają na zmniejszenie kosztów ich eksploatacji. Jeżeli z przyczyn technologicznych, ekologicznych czy ekonomicznych odzyskiwanie części jest nieopłacalne, odpady są unieszkodliwiane. Sposobem na zmniejszenie ilości odpadów jest ich recykling. Aby ten proces przebiegał sprawnie musi być poprzedzony selektywnym gromadzeniem odpadów. Podstawą recyklingu jest znalezienie sposobów ponownego wykorzystania odpadów przy jak najmniejszym nakładzie energetycznym i surowcowym.

Jednym ze sposobów recyklingu jest ponowne (wielokrotne) użycie materiału lub produktu. Innym, wtórne wykorzystanie materiałów do wytwarzania nowych produktów z zachowaniem składu i stanu skupienia. Recykling może polegać także na przetwarzaniu materiałów w połączeniu ze zmianą ich składu i stanu skupienia.

Zaletą przetwarzania materiałów pochodzących z utylizacji pojazdów jest o wiele większa energooszczędność niż w przypadku wykonania tego samego elementu z surowców pierwotnych. Najekonomiczniejszy jest recykling materiałowy metali szlachetnych pochodzących z reaktorów katalitycznych.

Recykling może odbywać się przez ponowne użycie materiału lub produktu. Takim przykładem może być wykorzystanie przetworzonych olejów po regeneracji. Oleje odpadowe to wszystkie „oleje smarowe lub przemysłowe, które nie nadają się już do zastosowania, do którego były pierwotnie przeznaczone, a w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, a także oleje smarowe, oleje do turbin i oleje hydrauliczne”²⁹.

„Proces regeneracji oleju smarowego rozpoczyna się operacjami odfiltrowania zanieczyszczeń stałych oraz odwodnienia, po czym następują: rafinacja kwasowa, neutralizacja, destylacja oraz rafinacja odbarwiająca. Uboczne produkty tego procesu (głównie benzyna, wydzielająca się podczas destylacji) zostają wykorzystane w zakładach petrochemicznych.

²⁷ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628).

²⁸ Kolanek C.: *Ekologistyka*, [w:] Podręcznik technik logistyki cz. 2, red. T. Nowakowski, Edukacja Difin S. A., Warszawa 2011, s. 37.

²⁹ Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. Nr 62, poz. 628).

Odzyskany olej poddaje się następnie procesom uszlachetniania³⁰. W procesie przemysłowej regeneracji ze zużytych olejów otrzymuje się produkt o właściwościach zbliżonych do olejów nowych lub smary (Rafineria Jedlicze S.A.). Proces regeneracji olejów polega więc na rafinacji olejów odpadowych i usunięciu zanieczyszczeń. Jeżeli regeneracja jest niemożliwa oleje odpadowe powinny być poddawane innym procesom odzysku lub unieszkodliwione. Jeżeli regeneracja olejów jest niemożliwa, odbywa się ich spalanie.

Technologia regeneracji płynów chłodzących polega na oczyszczeniu zużytego płynu i oleju metodą filtracji, a następnie destylacji. W wyniku tego procesu zostaje odzyskany glikol, który znajduje zastosowanie przy produkcji świeżego płynu chłodzącego. Resztki z destylacji wykorzystywane są do produkcji płynów przeciwdziałających zamarzaniu kruszyw.

Proces recyklingu płynów hamulcowych polega na odfiltrowaniu cząstek stałych oraz na destylacji. Pozostałości procesów destylacyjnych wykorzystuje się głównie do ochrony przed przemarzaniem drobnego węgla kamiennego. Recyklingiem płynów chłodzących i hamulcowych zajmują się jedynie ich producenci³¹.

Najprostsza i najtańsza metoda recyklingu tworzyw sztucznych jest recykling materiałowy (mechaniczny), bez zmiany struktury chemicznej materiału, polegający na bezpośrednim zastosowaniu rozdrobnionego materiału. Zmielone tworzywo można wykorzystać jako napelniacz do produkcji kompozytów lub ukształtować nowy element przez: zagęszczanie, prasowanie ze środkiem wiążącym, granulację, spiekanie³². Często stosowany jest odzysk termiczny, tj. utylizacja z odzyskiem energii. Zanieczyszczone odpady z tworzyw termoplastycznych nie nadające się do recyklingu materiałowego, wykorzystywane są jako paliwo alternatywne w cementowniach. Najdroższy i wymagający największych nakładów inwestycyjnych jest recykling z użyciem metod chemicznych. Procesy zachodzą pod wpływem rozpuszczalników chemicznych lub temperatury. Odzyskiwane wartościowe związki chemiczne mogą znaleźć zastosowanie jako paliwo w przemyśle cementowo-wapienniczym i energetyce lub surowce w produkcji kolejnych produktów. Obecnie znaczna część plastikowych elementów odzyskanych podczas recyklingu może być wykorzystana podczas produkcji nowych pojazdów.

Zużyte baterie i akumulatory są niebezpiecznymi odpadami, które nie powinny być magazynowane na składowiskach. We wszystkich rodzajach baterii występują metale lub ich związki. Powoduje to konieczność stosowania różnych metod i technologii przerobu zużytych ogniw. Akumulatory wymontowane z pojazdów transportuje się do odpowiednio wyspecjalizowanych zakładów (huty akumulatorów), gdzie następuje oddzielenie kwasu, ołowiu i tworzywa sztucznego. Jedną z wiodących firm specjalizujących się w recyklingu zużytych baterii i akumulatorów jest Spółka Recupyl Polska (Gorzów Wlkp.). Produktem recyklingu akumulatorów jest czysty ołów, tzw. miękki lub stopy ołowiu przeznaczone głównie do produkcji nowych akumulatorów³³.

³⁰ Kowalczyk S.: Organizowanie obsługi pojazdów samochodowych. Podręcznik do nauki zawodu. Technik pojazdów samochodowych, Warszawa 2014, s. 83.

³¹ Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M.J.: Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 48, 2011.

³² Osinski J., Zach P. Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2006, s. 49.

³³ Pietrzyk-Sokulska E.: Recykling jako potencjalne źródło pozyskiwania surowców mineralnych z wybranych grup odpadów. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 2016r, nr 92, s. 152-159.

Opony można ponownie wprowadzać do użytku dzięki regeneracji, która polega na ich bieżnikowaniu, czyli całkowitej wymianie bieżnika. Bieżnikować można dwoma sposobami. „Metodą „na zimno” przykleja się nową warstwę zwulkanizowanego bieżnika do karasku odpowiednio wcześniej przygotowanej zużytej opony. Metodę „na ciepło” przeprowadza się w specjalnej metalowej formie, w której nowa warstwa niezwulkanizowanego bieżnika po nałożeniu go na przygotowaną oponę poddawana jest procesowi wulkanizacji”³⁴.

Recykling materiałowy polega na ponownym wykorzystaniu rozdrobnionej gumy. Rozdrabnianie opon odbywa się za pomocą dwóch metod. Pierwsza to metoda klasyczna polegająca na mechanicznym cięciu i rozcieraniu opon w specjalnych urządzeniach zwanych strzępiarkami. Drugą jest metoda kriogeniczna, przeprowadzana z wykorzystaniem ciekłego azotu, polegająca na zamrożeniu opony, a następnie rozdrobnieniu jej w młynach młotkowych. Podczas ścierania opon otrzymywany jest proszek gumowy. Rozdrobniona guma różni się wielkością i przeznaczeniem. Strzępy (40-300 mm) i czipsy (10-40 mm) najczęściej wykorzystuje się jako wypełniacze w konstrukcjach budowlanych, a także przy budowie tuneli, przejść podziemnych, dróg i mostów. Surowce charakteryzują się dobrymi właściwościami izolacyjnymi i termicznymi oraz wodoodpornością. Natomiast granulaty (1-10 mm) i ścier gumowy (0-0,40 mm) nadają się do wytwarzania nawierzchni placów zabaw, boisk, mat izolacyjnych. Tworzywo to jest stosowane w ogrodnictwie jako torf syntetyczny. Miał (0-1 mm) jest dodawany do mieszanek gumowych, z których produkowane są nowe wyroby np. opony przemysłowe, wykładziny podłogowe, wycieraczki, maty, dywaniki samochodowe itp. Miał gumowy jest używany jako domieszka do asfaltu przy budowie dróg.

Recykling produktowy (odzysk)

Recykling produktowy to inaczej odzysk odpadów polegający na bezpośrednim, ponownym wykorzystaniu części, zespołów, podzespołów, a także materiałów eksploatacyjnych będących w dobrym stanie technicznym i o niewielkim stopniu zużycia. Wyróżnia się dwie jego odmiany. Pierwsza to recykling produktowy bezpośredni, najbardziej opłacalna i najprostsza forma recyklingu. Części otrzymane z demontażu i nadające się do użycia, zostają zamontowane w innych pojazdach. Drugim rodzajem odzysku jest regeneracja części, polegająca na przywróceniu właściwości użytkowych poprzez nakładanie warstw regeneracyjnych, wydłużając tym samym okres użytkowania. Ta forma recyklingu jest bardziej kosztowna, bowiem opiera się na pracy wykwalifikowanego zespołu pracowników, wymaga zastosowania odpowiedniej technologii oraz surowców. Po wstępnym demontażu, wszystkie elementy są myte, a te, które nadają się do obróbki regenerowane. Minimalna wytrzymałość elementu po regeneracji nie może być mniejsza niż 80% w stosunku do wytrzymałości nowej części. Z ekonomicznego punktu widzenia regeneracja nie może być droższa niż wyprodukowanie nowych części, dlatego konieczna jest weryfikacja i ocena stanu technicznego regenerowanych elementów.

Włodarczyk i Janczewski wymieniają 4 możliwości ponownego użycia produktu: ponowne bezpośrednie użycie, renowacja, naprawa i kanibalizacja. Pierwszy sposób to ponowne wykorzystanie produktu w tym samym lub innym celu. Renowacja lub odświeżenie

³⁴ Głaz A., Głaz P., Hojda M. Recykling samochodów – recykling elementów gumowych. Pozyskano z: www.recykling-polska.pl.

to procedura odnowy polegająca na przywracaniu częściom odpowiedniej, jakości. Najpierw następuje demontaż, następnie kontrola i wymiana uszkodzonych elementów. Proces ten połączony jest z technologiczną modernizacją, czyli zastępowaniem przestarzałych składników technologicznie lepszymi i nowocześniejszymi. Przywrócenie produktu do użycia następuje po demontażu i naprawie usterek. Należy jednak liczyć z tym, że jakość naprawionych wyrobów będzie niższa od wersji oryginalnej. Innym sposobem przygotowania do ponownego użycia jest kanibalizacja. „Różni się ona od naprawy i renowacji tym, że tylko niewielka liczba zużytych produktów, które podlegają zwrotowi, pochodzi ze zużytego produktu i można je użyć ponownie. (...) Kanibalizacja może być rozumiana jako proces polegających na pozyskiwaniu części zamiennych z uszkodzonych używanych maszyn”³⁵.

Utylizacja odpadów (unieszkodliwianie)

Odpady, w pierwszej kolejności poddaje się przetwarzaniu w miejscu powstania. Segreguje się je i poddaje odzyskowi. Przez utylizację odpadów najczęściej rozumie się ich niszczenie. Termin ten posiada również drugie znaczenie - to wykorzystywanie niepełnowartościowych materiałów jako surowców wtórnych. Unieszkodliwienie odpadów w myśl ustawy to „proces niebędący odzyskiem, nawet jeżeli wtórnym skutkiem takiego procesu jest odzysk substancji lub energii”³⁶. Utylizacja odpadów polega na przetwarzaniu, a więc sortowaniu, separacji, rozdrabnianiu odpadów. To szereg procesów technologicznych, biologicznych i chemicznych, które zmierzają do ograniczenia i jeżeli to możliwe, zneutralizowania wpływu odpadów na środowisko. Jeżeli dalsze przetworzenie jest niemożliwe, odpady są likwidowane. Do procesów nieszkodliwiania odpadów w przemyśle motoryzacyjnym zalicza się m.in. bezpieczne składowanie na składowiskach. Umieszczanie odpadów na składowisku występuje zawsze jako metoda uzupełniająca lub jako końcowy efekt procesu zagospodarowania. Składowanie to najgorsza metoda zagospodarowania odpadów, podczas którego nie dochodzi do odzysku produktu lub energii, a bezpowrotnie tracone są cenne surowce wtórne. Do destrukcyjnych metod utylizacji należą:

- piroliza (odgazowanie);
- zgazowanie (wytworzenie paliwa gazowego);
- spalanie;
- rozkład chemiczny (unieszkodliwianie toksycznych odpadów przy zastosowaniu plazmy);
- rozkład biologiczny (oczyszczanie ścieków)³⁷.

Termin logistyka utylizacji podsuwa na myśl działania związane z unicestwieniem odzyskiwanych produktów zgodnie z zasadami funkcjonowania zakładów utylizacji. W technologii nieszkodliwiania odpadów wprowadza się zasadę segregowania i grupowania odpadów nieszkodliwianych w podobnych warunkach.

³⁵ Włodarczyk M., Janczewski J.: Zarządzanie logistyką zwrrotną w usługach motoryzacyjnych, *Przedsiębiorczość – Edukacja*, Nr 9, s. 192.

³⁶ Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach.

³⁷ Listwan A., Baic I., Łuksa A.: *Podstawy gospodarki odpadami niebezpiecznymi*, Politechnika Radomska, Warszawa 2007, s. 117.

Unormowania prawne definiują wykaz procesów unieszkodliwiania odpadów³⁸ (tabela 1).

Tabela 1. Procesy unieszkodliwiania odpadów

Symbol	Procesy unieszkodliwiania
D1	Składowanie w gruncie lub na powierzchni ziemi (np. składowiska itp.)
D2	Przetwarzanie w glebie i ziemi (np. biodegradacja odpadów płynnych lub szlamów w glebie i ziemi itd.)
D3	Głębokie zatłaczanie (np. zatłaczanie odpadów w postaci umożliwiającej pompowanie do odwiertów, wysadów solnych lub naturalnie powstających komór itd.)
D4	Retencja powierzchniowa (np. umieszczanie odpadów ciekłych i szlamów w dołach, poletkach poletkach osadowych lub lagunach itd.)
D5	Składowanie na składowiskach w sposób celowo zaprojektowany (np. umieszczanie w uszczelnionych oddzielnych komorach, przykrytych i izolowanych od siebie wzajemnie i od środowiska itd.)
D6	Odprowadzanie do wód z wyjątkiem mórz i oceanów
D7	Odprowadzanie do mórz i oceanów, w tym lokowanie na dnie mórz
D8	Obróbka biologiczna, niewymieniona w innej pozycji niniejszego załącznika, w wyniku której powstają ostateczne związki lub mieszaniki, które są unieszkodliwiane za pomocą któregośkolwiek spośród procesów wymienionych w poz. D 1 – D 12
D9	Obróbka fizyczno-chemiczna, niewymieniona w innej pozycji niniejszego załącznika, w wyniku której powstają ostateczne związki lub mieszaniny unieszkodliwiane za pomocą któregośkolwiek spośród procesów wymienionych w pozycjach D 1 – D 12 (np. odparowanie, suszenie, kalcynacja itp.)
D10	Przekształcanie termiczne na lądzie
D11	Przekształcanie termiczne na morzu
D12	Trwałe składowanie (np. umieszczanie pojemników w kopalniach itd.)
D13	Sporządzanie mieszaniki lub mieszanie przed poddaniem odpadów któremukolwiek z procesów wymienionych w pozycjach D 1 – D 12
D14	Przepakowywanie przed poddaniem któremukolwiek z procesów wymienionych w punktach od D1 - D13
D15	Magazynowanie poprzedzające którykolwiek z procesów wymienionych w pozycjach D 1 – D 14 (z wyjątkiem wstępnego magazynowania u wytwórcy odpadów)

Źródło: Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – (Dz.U. 2013 poz. 21)

³⁸ Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – (Dz.U. 2013 poz. 21).

Materiały, które można wykorzystać podaje się recyklingowi, pozostałe odpadki i produkty uboczne, które się już do tego nie nadają lub są szkodliwe, eliminuje przeważnie spalając.

Recykling energetyczny – termiczne przetwarzanie odpadów

Odzysk energetyczny zwany jest również odzyskiem termicznym, polega na uzyskaniu energii cieplnej przez spalanie odpadów. Odzyskowi energetycznemu poddawane są głównie te elementy, których odzysk materiałowy jest nieopłacalny z powodu konieczności zastosowania zaawansowanych technologii. „Zaletą termicznej utylizacji odpadów jest:

- redukcja odpadów 90% objętościowo, 40-60% wagowo;
- pełna higienizacja utylizacji;
- pozyskiwanie energii;
- korzyści dla środowiska (utylizacja odpadów tą metodą, wbrew obiegowym opiniom negatywnym, jest bardziej przyjazna środowisku – nie dopuszcza się do emisji do atmosfery szkodliwych gazów spalinowych)”,³⁹.

Energię cieplną, odzyskiwaną w procesie unieszkodliwiania odpadów wykorzystuje się do ogrzewania mieszkań lub przetwarzania na energię elektryczną. Są dwie metody termicznego unieszkodliwiania odpadów tj. spalanie i piroliza. Drogą spalania unieszkodliwiane są opony. Uznaje się je za cenne paliwo alternatywne, uzupełniające węgiel czy olej opałowy, ze względu na bardzo dobre właściwości energetyczne (wartość opałowa około 30 MJ/kg). Jednak wykorzystanie opon jako paliwa związane jest z koniecznością zapewnienia właściwych parametrów procesu spalania. Materiałem spalany w cementowniach lub piecach hutniczych są oleje. Wartość opałową posiadają także tworzywa sztuczne. Wykazują dużą zawartość węgla i wodoru. Recykling energetyczny obejmuje głównie spalanie odpadów palnych. Podczas tego procesu z odpadów wytwarzane są paliwa stałe, ciekłe i gazowe z możliwością przetwarzania na materiały termoizolacyjne. Uważa się jednak, że spalanie to najkosztowniejszy sposób, przetwarzania odpadów, ponieważ wymagane są drogie i specjalistyczne urządzenia zapobiegające emisji szkodliwych substancji do atmosfery. W popiele i żużlu powstałych w wyniku spalania pozostają metale ciężkie. A pozostałości muszą być składowane na składowiskach „specjalnych”.

Unieszkodliwianie odpadów odbywa się także podczas pirolizy. Z definicji wynika, że tworzy ją „szereg procesów chemicznych przebiegających w podwyższonych temperaturach, w tym odgazowania i zgazowania bez obecności powietrza lub przy jego niewielkim dostępie”⁴⁰. Produktami pirolizy są olej i gaz o różnych właściwościach, z możliwością zastosowania jako paliwo oraz energia cieplna. Natomiast efektem pirolizy są nośniki energii, które można składować.

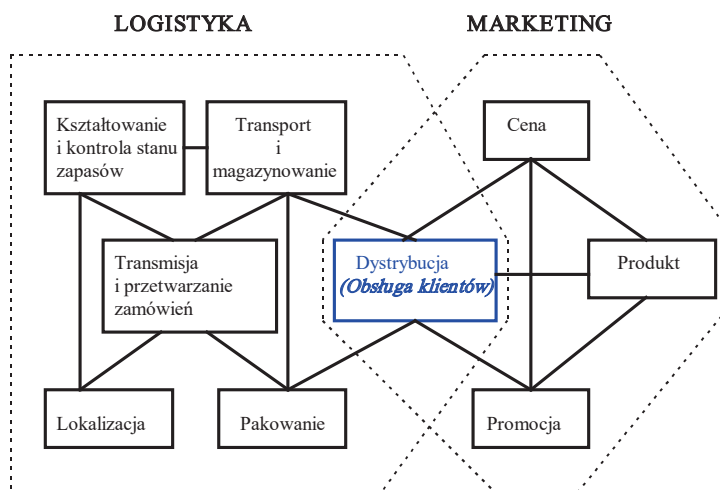
W procesie utylizacji z odzyskiem energii można łatwo przetwarzać na energię materiały: o złożonej strukturze, tworzywa sztuczne połączone z materiałami metalowymi, laminaty, części elektroniczne, materiały o dużej ilości zanieczyszczeń. Termiczne przekształcanie odpadów prowadzone jest w przeznaczonych do tego celu instalacjach, na zasadach określonych w przepisach szczegółowych.

⁴⁰ Grabowska B.: Unieszkodliwianie odpadów - AGH, wykład IX. Pozyskano z: home.agh.edu.pl/~graboska/doc/go_wyklad_9.

Logistyka dystrybucji

Analizując funkcjonowanie typowej stacji demontażu pojazdów można zauważyć, że najbardziej popularna jest sprzedaż na miejscu w biurze, gdzie klienci mogą zakupić części osobiście lub skorzystać z formy wysyłkowej, składając zamówienie przez portale aukcyjne lub telefonicznie. Stacja demontażu współpracuje z pobliskimi warsztatami samochodowymi. Najczęściej realizuje zamówienia indywidualne, na konkretne pozycje, które dostarcza bezpośrednio zainteresowanym.

W ramach oferowanych usług dystrybucyjnych firma zapewnia realizację usług: magazyn-biuro- odbiorca. Towar wydawany z magazynu trafia bezpośrednio do biura obsługi klienta, a następnie dostarczany jest do zamawiającego. Usługi transportowe oferowane przez firmę są uzależnione od lokalizacji, rodzaju zamówienia i wielkości dostawy. Magazyny firmy wyposażone są w regały ustawione rzędami. W obiektach funkcjonuje transport wewnętrzny i systemy wysokiego składowania. Przygotowywany do wysyłki towar może być umieszczany na paletach bądź zapakowany w paczki. Na życzenie klienta, w ramach oferowanych usług, ładunek może być foliowany. Do zadań marketingowych firmy należy także ustalanie terminów i sposobów płatności za dostarczone produkty, pozyskiwanie i przekazywanie informacji rynkowych, promocja produktów, poszukiwanie i zgłaszanie ofert kupna-sprzedaży, nawiązywanie kontaktów handlowych. Rysunek 5 przedstawia schemat obsługi klientów jako element działalności logistycznej i marketingowej.



Rys. 5. Obsługa klientów w stacji demontażu pojazdów

Recykling pojazdów jest złożonym procesem technologicznym obwarowanym wieloma aspektami w zakresie ochrony środowiska. Jest to zarazem proces, któremu są poddawane duże masy surowców. Najistotniejszym czynnikiem sprawności cyklu przetwarzania i utylizacji zużytych pojazdów jest sprawny proces transportowy i logistyczny. Analizy zawarte w niniejszej pracy dowodzą, że kluczowym elementem jest optymalna strategia logistyczna wynikająca z przyjętej technologii przetwórstwa surowców wtórnych.

Zarządzanie łańcuchem logistycznym stanowi kluczowy element sprawności funkcjonowania stacji demontażu pojazdów. Łańcuch logistyczny recyklingu pojazdów jest wielowątkowy. Obejmuje z jednej strony logistykę surowca, czyli pojazdów przyjmowanych do kasacji a z drugiej strony logistykę surowców kierowanych na różne formy przetwarzania. Odrębną gałąź łańcucha logistycznego stanowi logistyka i dystrybucja części pochodzących z demontażu. Tak złożone zagadnienie wymaga wsparcia systemami informatycznymi.

Techniki komputerowe stanowią pomoc w rozwiązywaniu problemów logistycznych i monitorowaniu poziomów odzysku i recyklingu. W formie elektronicznej zawierane są umowy na odbiór, odzysk i recykling odpadów poużytkowych. W prowadzeniu dokumentacji wewnętrznej zakładu stosuje się oprogramowanie komputerowe wspomagające działania użytkownika typu SIRS stworzone przez PIAP. System umożliwia archiwizowanie danych niezbędnych przy prowadzeniu przedsiębiorstwa oraz tworzenie raportów odnośnie postępowania z materiałami niebezpiecznymi. Składa się ono z odrębnych modułów. Tabela 2 przedstawia wybrane moduły oprogramowania komputerowego SIRS.

Tabela 2. System procesów logistycznych stacji utylizacji pojazdów

Nazwa modułu	Funkcja
„Przyjmowanie samochodów”	Gromadzenie danych o pojazdach przyjętych do recyklingu (modelach samochodów), - kompletowanie danych o ich stanie technicznym stwierdzonym na podstawie testów komputerowych - zawieranie umów kupna- sprzedaży, - wystawianie zaświadczeń o demontażu pojazdów, - zbieranie informacji o właścicielach samochodów
„Strategia demontażu”	Wspieranie podejmowania decyzji w zakresie demontażu, dokumentowanie poszczególnych faz demontażu, tworzenie zestawu części jakie mają być wymontowane ze złomowanego pojazdu
„Magazyn i sprzedaż części”	Wspomaganie magazynowania i sprzedaży części z samochodów wycofanych z eksploatacji, gromadzenie danych dotyczących zasobów będących aktualnie na stanie magazynu, ułatwienie wyceny części, sporządzenie raportów,
Gospodarka odpadami”	Prowadzenie ewidencji zgodnie z ustawą o odpadach, dokumentowanie wytwarzania, przekazywania i transportu, rejestracja składowania/ odpadów
„Fakturowanie”	Wystawianie faktur VAT lub paragonu za sprzedane części

Źródło: Osiński J., Żach P., Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, WKŁ Warszawa 2006.

Wnioski

1. Przetwarzanie pojazdów może być prowadzone metodą recyklingu lub odzysku energetycznego.
2. Podstawowym problemem w procesie recyklingu jest optymalizacja procesów logistycznych i transportowych z uwzględnieniem mas i gabarytów pojazdów.

3. Dominują dwie metody zwiększania podatności transportowej – metoda prasowania oraz metoda strzępienia.
4. Metoda strzępienia umożliwia segregację frakcji, jest jednak metodą energochłonną.
5. Optymalizacja łańcucha logistycznego w recyklingu jest zdeterminowana środkami transportu, głównie urządzeniami transportu bliskiego o wysokim stopniu specjalizacji.
6. Obszarem wymagającym optymalizacji jest system recyklingu produktowego, zwłaszcza w kierunku regeneracji oraz dystrybucji części pochodzących z demontażu pojazdów.
7. Zmiany prawne wymuszają nowe koncepcje funkcjonowania stacji demontażu pojazdów i stymulują powstawanie kompleksowych podmiotów przetwórstwa surowców.

Reasumując należy stwierdzić, że istnieje celowość usprawniania procesów logistycznych i technologicznych utylizacji zużytych pojazdów poprzez wysokie przetwarzanie w strzępiarkach. Czynniki ograniczającymi proponowaną koncepcję są nakłady inwestycyjne w zakresie wdrożenia technologii, nakłady na usprawnienie transportu wewnętrznego, nakłady na zaplecze logistyczne i potencjał magazynowy, jak również na system zarządzania transportem i logistyką.

Bibliografia

- Blaik P.: Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.
- Dworecki E.: Zarządzanie logistyczne, WSH w Pułtusk, Pułtusk 1999.
- Głaz A., Głaz P., Hojda M.: Recykling samochodów – recykling elementów gumowych. Pozyskano z: www.recykling-polska.pl.
- Głaz A., Głaz P., Hojda M.: Recykling samochodów. Pozyskano z: www.recykling-polska.pl.
- Gołębska E.: Logistyka w gospodarce światowej, C.H. Beck, Warszawa 2009.
- Jeska A.M.: Sektor usług logistycznych w teorii i praktyce, Difin S.A, Warszawa 2009.
- Jokiel G.: Łańcuchy i sieci logistyczne, Prace naukowe UE we Wrocławiu, Wrocław, 2009.
- Karaszewski R. TQM teoria i praktyka, Toruń 2001.
- Kolank C.: Ekologistyka [w:] Podręcznik technik logistyk cz. 2, red. T. Nowakowski, Edukacja Difin S.A, Warszawa 2011.
- Kowalczyk S.: Organizowanie obsługi pojazdów samochodowych. Podręcznik do nauki zawodu. Technik pojazdów samochodowych, Warszawa 2014.
- Listwan A., Baic I., Łuksa A.: Podstawy gospodarki odpadami niebezpiecznymi, Politechnika Radońska, Warszawa 2007, s. 117.
- Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M. J.: Recykling materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych, Inżynieria Ekologiczna Nr 28, 2012.
- Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M.J.: Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 48, 2011.
- Merkisz-Guranowska A.: Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementów systemu logistycznego Polski, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, z.75.
- Michniewska K.: Logistyka odzysku [w:] Logistyka przyszłości, red. naukowa H. Brdulak, PWE Warszawa, 2012.
- Nowicka K.: Współpraca partnerska w łańcuchu dostaw, PWE, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 6, 2011.

- Osiński J, Żach P.: Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2006.
- Pietrzyk-Sokulska E.: Recykling jako potencjalne źródło pozyskiwania surowców mineralnych z wybranych grup odpadów, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 2016r., nr 92.
- Pisz. I, Sęk T., Zielecki W.: Logistyka w przedsiębiorstwie, PWE Warszawa 2013.
- Pokusa T.: Zarządzanie łańcuchem dostaw w aspekcie integracji logistyki i marketingu, [w:] Systemy i procesy zarządzania logistyczno – marketingowego. Aspekt efektywnościowy, red. Blaik P, Uniwersytet Opolski 2007.
- Rodawski B.: Teoretyczne podstawy zarządzania łańcuchami dostaw, Katedra Zarządzania Strategicznego i Logistyki, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.
- Rosik-Dulewska Cz.: Podstawy gospodarki odpadami, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2008.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 28 lipca 2005 r. w sprawie minimalnych wymagań dla stacji demontażu oraz sposobu demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 5 października 2015 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz. U poz. 1694).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2014 r., poz. 1923).
- Smolnik P.: Ekologistyka w branży motoryzacyjnej, Politechnika Częstochowska, Instytut Logistyki i Zarządzania Międzynarodowego, Wydział Zarządzania.
- Szczepankiewicz W.: Logistyka marketingowa, AE w Krakowie, Kraków, 1996.
- Szymonik A.: Eurologistyka Teoria i praktyka, Difin SA, Warszawa, 2014.
- Szymonik A.: Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, część II, Difin, Warszawa 2011.
- Szymonik A.: Zarządzanie łańcuchem dostaw –metody, narzędzia, wskaźniki, kryteria oceny, Łódź 2016/2017.
- Uchwała Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2022, poz. 784.
- Ustawa z 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz. U z 2005 Nr 25, poz. 202).
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o Odpadach.
- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U nr 98, poz. 602).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628)
- Ustawa z dnia 27 maja 2015 r. (Dz. U. z 2015 r. poz. 933) o zmianie ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz niektórych innych ustaw
- Wincewicz-Bosy M.: Miejsce logistyki i łańcucha dostaw w zarządzaniu przedsiębiorstwem.
- Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia, wydanie II zmienione, PWE, Warszawa 2010, s. 31.
- Witkowski K.: Koordynacja łańcucha dostaw w wielozakładowym przedsiębiorstwie przemysłowym, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 1998, nr 9, s. 189.
- Włodarczyk M., Janczewski J.: Zarządzanie logistyką zwrótną w usługach motoryzacyjnych, Przedsiębiorczość – Edukacja, Nr 9.

KLASTER SOUTH POLAND CLEANTECH CLUSTER JAKO INNOWACYJNY ELEMENT ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW

**Zofia Gródek-Szostak¹, Anna Szeląg-Sikora², Michał Cupiał², Jakub Sikora²,
Danuta Kajrunajtys³**

¹ Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

² Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

³ Katedra Zarządzania Międzynarodowego Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

Adres do korespondencji: zofia.grodek@gmail.com

Wstęp

Wyjątkową rolę w turbulentnym otoczeniu pełnią regiony. O przewadze konkurencyjnej regionu w długim okresie nie decydują jednak pojedyncze zasoby, ale zdolność terytorialnego układu społeczno-gospodarczego do takiej ich alokacji, która pozwala na wygenerowanie trwałej przewagi konkurencyjnej. Ważnym jest jednak powstawanie i rozwijanie sieci powiązań, sprzężeń zwrotnych pomiędzy poszczególnymi podmiotami i instytucjami współpracującymi ze sobą w regionie^{1,2}. Powstaje pytanie o możliwość pogodzenia interesów inteligentnego rozwoju regionu, a celami dotyczącymi konkurencyjnych, niejednokrotnie sprzecznych interesów aktorów regionalnych. Podejmowane próby rozwiązania tego dylematu wskazują na rolę, jaką w tym obszarze pełnią inicjatywy klastrowe o charakterze branżowym. Jako studium przypadku analizie poddano klaster South Poland Cleantech Cluster (członków klastra, partnerów, interesariuszy).

Inteligentne specjalizacje w rozwoju regionu

W październiku 2011 roku Komisja Europejska przyjęła propozycje ustawodawcze dotyczące polityki spójności na lata 2014-2020 (tab.1). Inteligentna specjalizacja w tym dokumencie „oznacza identyfikowanie wyjątkowych cech i aktywów każdego kraju i re-

¹ Kasztelan A.: Środowiskowe czynniki rozwoju regionów na przykładzie województwa lubelskiego, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 113, Ekonomia, 2010.

² Churski P.: Obszary wzrostu i obszary stagnacji gospodarczej w Polsce – kontekst teoretyczny. w: Churski P. (red.), Zróżnicowania regionalne w Polsce. Biuletyn KPZK PAN. Zeszyt 248. Warszawa, 2011.

gionu, podkreślanie przewagi konkurencyjnej każdego regionu oraz skupianie regionalnych partnerów i zasobów wokół wizji ich przyszłości ukierunkowanej na osiągnięcia.

Oznacza także wzmocnianie regionalnych systemów innowacji, maksymalizowanie przepływów wiedzy oraz rozpowszechnianie korzyści wynikających z innowacji w obrębie całej gospodarki regionalnej” Inteligentne specjalizacje mają przyczyniać się do transformacji gospodarki krajowej poprzez jej unowocześnianie, przekształcanie strukturalne, zróżnicowanie produktów i usług oraz tworzenie innowacyjnych rozwiązań społeczno-gospodarczych, również wspierających transformację w kierunku gospodarki efektywnie wykorzystującej zasoby, w tym surowce naturalne.

Tabela 1. Logika interwencji inteligentnych specjalizacji

Proces wdrożenia			Efekt	
Wejście	Aktywność	Rezultat	Wyniki	Wyższy poziom wyników
Zmobilizowane zasoby	Co robi program (jakie są cele programu)	Produkty lub usługi	Bezpośrednie, krótko i średnioterminowe skutki dla beneficjentów, wynikające z rezultatów projektu	Długoterminowe skutki w poziomie życia / skuteczność dla populacji docelowej
Budżet Personel Partnerzy Wyposażenie	Działania Procesy Techniki Narzędzia Wydarzenia Technologie popierane przez program	Produkty i usługi bezpośrednio pod kontrolą organizacji wdrażającej	Natychmiastowe zmiany w postawach, wiedzy, umiejętnościach, a także późne zmiany zachowań, statusu itp.	Mogą one mieć wpływ na wiele czynników i zwykle nie są pod pełną kontrolą programu
Wyjście	Zapewniać, ułatwiać, dostarczać, organizować	Szkolone, używane, finansowane, uczestniczące - pełne działania	Często określone w celu realizacji projektu jako cele	Często opisywane jako skutki

Źródło: McCann P., Ortega-Argilés R. (2016).

Inteligentna specjalizacja (smart specialisation) jest koncepcją, a także narzędziem w zakresie polityki innowacji służącym określeniu i budowania obecnej i przyszłej pozycji regionu lub kraju w gospodarce opartej na wiedzy³. Koncepcja ta opiera się na założeniach: Wdrożenie inteligentnej specjalizacji wymaga utworzenia odpowiednio dużego obszaru badań i innowacji, który spowoduje rywalizację między wieloma konkurentami. Będzie to umożliwiała wykorzystanie efektów: skali, zakresu i rozprzestrzeniania się.

Konkurencja europejskich państw i regionów w tych samych dziedzinach nauki czy obszarach gospodarki nie zapewni oczekiwanych rezultatów z uwagi na brak efektów skali czy uzyskania odpowiedniej masy krytycznej.

³ David P., Foray D., Hall B.: Smart Specialization. The Concept. „Knowledge Economists Policy”, 2007.

Istotę koncepcji inteligentnej specjalizacji określają tzw. technologie ogólnego zastosowania (*General Purpose Technologie, GTPs*). Technologie te charakteryzuje to, że są powszechne stosowane w wielu obszarach ludzkiej aktywności.

Implementacja inteligentnych specjalizacji powinna polegać na „przedsiębiorczym” procesie uczenia się, który będzie wskazywał dziedziny nauki i technologii, w jakich dany region lub państwo może być liderem w skali europejskiej i światowej. Głównymi aktorami tego procesu powinni być przedsiębiorcy, a administracja publiczna powinna zapewnić odpowiednie wsparcie⁴.

W przypadku rozwoju regionalnego inteligentna specjalizacja opiera się na relacjach pomiędzy nauką, sferą publiczną, edukacją i biznesem. W kontekście takich relacji głównym warunkiem rozwoju inteligentnych specjalizacji jest wykorzystanie jego potencjału poprzez możliwie najlepsze dopasowanie kierunków rozwoju nauki oraz kształcenia w tym regionie do jego specyfiki społecznej i gospodarczej⁵. Wybór inteligentnych specjalizacji to nie tylko dogłębna analiza potencjału regionu, ale i wizja jego możliwości rozwoju. Uwzględnić tu trzeba zarówno kontekst dynamiki otoczenia krajowego, jak i uwarunkowania globalne, w tym sposobności wykorzystania zasobów globalnych tak ważnych w innowacyjnych modelach biznesowych⁶.

Tabela 2. Zmiana paradygmatu rozwoju regionalnego

	Stary paradygmat	Nowy paradygmat
Podstawowa teoria	Teoria lokalizacji przemysłu, główne czynniki rozwoju są cechą regionu, np. koszty produkcji, dostępność do siły roboczej	Teoria regionów uczących się, główne czynniki to zdolności, możliwości regionu w zakresie przyswajania, wykorzystania i tworzenia wiedzy
Cel	Sprawiedliwość poprzez zrównoważony rozwój regionalny	Wzrost konkurencyjności i wartości, np. przedsiębiorczość, innowacje
Podstawa polityki	Czasowa równowaga w regionach słabiej rozwiniętych	Wzmocnienie potencjałów we wszystkich regionach oddziałujących na wzrost konkurencyjności poprzez strategiczne programowanie regionalne, np. inteligentne specjalizacje
Działania	Podejście sektorowe z ograniczoną liczbą sektorów	Podejście projektowe oparte na ujęciu zintegrowanym i wszechstronnym z uwzględnieniem współpracy i relacji z otoczeniem (zintegrowane projekty rozwojowe)
Przestrzeń	Koncentracja na zacofanych, opóźnionych regionach administracyjnych	Wszystkie regiony ze szczególnym uwzględnieniem obszarów funkcjonalnych
Podejście	Jednorodne	Specyficzne dostosowane do miejsca – <i>place-based</i>

⁴ Kardas M.: Inteligentna specjalizacja – (nowa) koncepcja polityki innowacyjnej. Optimum. Studia Ekonomiczne, 2, 2011.

⁵ Brzóśka J.: Inteligentne specjalizacje regionu jako szansa wzrostu innowacyjności przedsiębiorstwa. „Studia Ekonomiczne”, 183(1), Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, 2014.

⁶ Prahalad C.K., Krishnan M.S.: New Age of Innovation, 2008.

	Stary paradygmat	Nowy paradygmat
Koncentracja	Inwestycje zewnętrzne i transfery	Endogenne czynniki rozwoju i wiedza
Instrumenty	Oddziaływanie bodźcowe przez subsydiowanie i pomoc państwa skoncentrowaną na infrastrukturze technicznej i przedsiębiorstwach (często dla indywidualnych firm)	Programy rozwoju oparte na różnych inwestycjach w sferze twardej i miękkiej np. rozwój przedsiębiorczości, rynek pracy, infrastruktura
Aktorzy/organizacje	Zarządzanie centralne z przesuwaniem kompetencji z góry na dół	Polityka oparta na współpracy na różnych poziomach zarządzania i z różnymi aktorami
Rezultat	Ewaluacja <i>ex post</i> , mierzalność wyników	Ewaluacja <i>ex ante</i> , ewaluacja <i>ex post</i> wobec trudności w mierzeniu efektów

Źródło: Vanthillo T., Verhetsel A., *Paradigm change in regional policy: towards smart specialisation? Lessons from Flanders (Belgium)*, „Belgeo” 2012, No. 1-2, Inaugural issue, s. 5

Ogólnie można zdefiniować inteligentną specjalizację jako działania oparte na identyfikacji i wyborze dziedzin o największym potencjale, mających wpływ na zapewnienie przewagi konkurencyjnej regionu w skali międzynarodowej. Na tych dziedzinach powinno koncentrować się wsparcie szczególnie w zakresie działalności B+R⁷.

Można stwierdzić, że nowy paradygmat (tab.2) rozwoju regionalnego oznacza rozwój skoncentrowany (zogniskowany) terytorialnie (place-based), wielopoziomowy, innowacyjny i dostosowany do różnych regionów. Według raportu Barca⁸ należy uznać, że rozwój skoncentrowany terytorialnie powinien stanowić główny model rozwoju, ponieważ oferuje on lepszy dostęp do dóbr, usług, informacji oraz promuje innowacje i przedsiębiorczość. Cechą takiego podejścia do rozwoju jest: dostosowanie interwencji do specyficznych cech i potrzeb danego miejsca z wykorzystaniem endogennych zasobów i wiedzy. Obecnie podkreśla się, że rozwój i jego wzrost zależą od konkurencyjności i czynników ją kształtujących, takich jak innowacje, sieci, jakość kapitału ludzkiego i przedsiębiorczość, podczas gdy poprzedni model rozwoju bazował głównie na wzroście inwestycji i inwestycjach infrastrukturalnych⁹.

Istota funkcjonowania klastra

Klasy powstają praktycznie we wszystkich sektorach gospodarki. Występują zarówno w przemyśle, jak i usługach, w sektorach wysokich technologii, jak i tradycyjnych^{10,11}.

⁷ Szostak E.: Inteligentne specjalizacje w rozwoju regionu. „Studia Ekonomiczne” nr 209, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2015.

⁸ Barca F.: An Agenda for a Reformed Cohesion Policy-Independent Report, European Commission, Brussels, 2009.

⁹ Gródek-Szostak Z., Szelaż-Sikora A., Sikora J., Korenko M.: Prerequisites for the Cooperation Between Enterprises and Business Support Institutions for Technological Development, [w:] Business and non-profit organizations facing increased competition and growing customers' demands, (red.), A. Nalepka, A. Ujwary-Gil, Volume 16, Nowy Sącz 2017, s. 443-456.

¹⁰ Enright M.J.: Regional Clusters: What we know and what should we know, paper prepared for the Kiel Institute International Workshop on Innovation Clusters and Interregional Competition, Kilonia 12-13 listopad 2001.

¹¹ Mytelka L., Farinelli F.: Local clusters, innovation systems and sustained competitiveness. Paper prepared for the meeting on Local Productive Clusters and Innovation Systems in Brazil: new industrial and technological policies for their development, Rio de Janeiro, 2000.

Charakteryzują się również różnym poziomem innowacyjności i zaawansowania technologicznego, a tym samym różnymi strategiami i perspektywami rozwoju¹². W literaturze przedmiotu podejmowane są próby klasyfikacji klastrów wg różnych kryteriów (tab. 3).

Tabela 3. Klasyfikacja klastrów – ujęcie literaturowe

Kryterium podziału	Typy klastrów
Stadium rozwoju	Podział analogiczny do teorii cyklu życia produktu Vernona (1966): można wyróżnić klastry embrionalne, wzrostowe, dojrzałe oraz schyłkowe (DTI 2001).
Zdolność do kreowania miejsc pracy	Klastry o rosnącym, stabilnym bądź malejącym zatrudnieniu.
Zasięg terytorialny klastra	W zależności od umiejscowienia wzajemnie powiązanych podmiotów tworzących klaster możemy wyróżnić klastry o zasięgu lokalnym, regionalnym, krajowym, ponadnarodowym.
Liczba horyzontalnie powiązanych sektorów	Klastry wąskie bądź szerokie.
Liczba stadiów łańcucha produkcyjnego	Klastry głębokie – obejmujące zazwyczaj wszystkie etapy łańcucha produkcyjnego; klastry płytkie – obejmujące jeden lub kilka etapów.
Pozycja konkurencyjna	Klastry będące liderami światowymi, krajowymi, lub posiadające przeciętną bądź słabą pozycję konkurencyjną.
Znaczenie technologii	Klastry wysokich, średnich lub niskich technologii. Niektórzy autorzy wyróżniają raczej klastry wysoko bądź nisko innowacyjne, a nie wysoko bądź nisko technologiczne (Enright 2001).

Źródło: Enright 2001, DTI 2001, Jacobs 1997 za: Brodzicki, T., Szulika, S., 2002.

Istnieje wyjątkowa zgodność co do oceny potencjalnych korzyści jakie dla lokalnej, regionalnej czy też narodowej gospodarki przynosi funkcjonowanie systemu produkcji typu klastrowego. Efektywnie funkcjonujący klaster prowadzi po pierwsze do wzrostu produktywności lokalnych przedsiębiorstw ze względu na dostęp do relatywnie tanich, wyspecjalizowanych czynników produkcji oraz różnorodnych nakładów wykorzystywanych w działalności produkcyjnej¹³. Po drugie, przestrzenna bliskość podmiotów gospodarczych stymuluje i wspiera ich innowacyjność^{14,15}.

Meyer-Stamer¹⁶ wyróżniają trzy rodzaje klastrów między innymi ze względu na wielkość i strukturę własności podmiotów do nich należących:

- klastry pokrewne włoskim dystryktom przemysłowym, których najbardziej znanym przykładem jest słynna amerykańska Dolina Krzemowa. Ten typ klastra charakteryzuje

¹² Brodzicki T., Szulika S.: Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw. „Organizacja i Kierowanie”, 4(110), Warszawa, 2002.

¹³ Mariussen A.: Millieux and innovation in the northern periphery – A Norwegian/northern European benchmarking, Nordregio Working Paper, Stockholm, 2001.

¹⁴ Marshall A.: Zasady ekonomiki, M. Arct, Warszawa, 125.

¹⁵ OECD. Local partnership, cluster and SME globalisation, Bologna, 2000.

¹⁶ Meyer-Stamer J.: Strategien lokaler/regionaler Entwicklung: Cluster, Standortpolitik und systemische Wettbewerbsfähigkeit, Institut für Entwicklung und Frieden, Universität Duisburg, Duisburg, 1999.

- się między innymi dominacją małych i średnich przedsiębiorstw, silną specjalizacją oraz silną wzajemną rywalizacją z jednoczesnym systemem powiązań sieciowych opartych przede wszystkim na zaufaniu;
- klaster hub-and-spoke charakteryzujący się współistnieniem na danym terenie dużych przedsiębiorstw powiązanych hierarchicznie z rozległą grupą firm sektora MSP. Klaster tego typu bazuje w dużym stopniu na sile wielkich korporacji, charakteryzując się jednocześnie elastycznością działania oraz wykorzystaniem przewagi kosztowej;
 - klaster satelitarny z dominującym udziałem małych i średnich przedsiębiorstw uzależnionych od firm zewnętrznych, którego przewaga lokalizacyjna opiera się z reguły na niższych kosztach.

Klastry w rozwoju inteligentnego regionu

Dokonujące się obecnie w skali światowej silne procesy globalizacji rozwinęły i umocniły pozycję klastrów jako jednego z kluczowych czynników rozwoju innowacyjnych i inteligentnych gospodarek regionalnych i krajowych. Im bardziej rynki ulegają procesom globalizacji, tym silniejsza jest tendencja do lokowania zasobów w regionach bardziej atrakcyjnych dla danej branży. Absorbacja zasobów do atrakcyjnych w zakresie wybranych branż regionów wpływa na rozwój zlokalizowanych w danym regionie klastrów, które stymulują rozwój i specjalizację danego regionu. Rozwijające się klastry, zwiększając stopniowo swój zasięg, przyciągają ludzi, technologie, inwestycje, jednocześnie poszukują innych klastrów, które mogłyby dostarczać komplementarnych wyrobów i z którymi można by nawiązać współpracę. Badania nad innowacyjnością przedsiębiorstw przeprowadzone w ramach *Community Innovation Survey* w państwach UE¹⁷ dowiodły, że najwięcej interakcji i współpracy zachodzi między elementami systemu innowacyjnego na poziomie regionalnym. Regionalne systemy innowacyjne, wykorzystujące transfer wiedzy w oparciu o bezpośrednie kontakty ludzi, bazują przede wszystkim na bliskości geograficznej, która jest kluczowym elementem funkcjonowania struktur klastrowych. Tworzenie i rozwój klastrów w regionie wiąże się z szeregiem zjawisk, które pozytywnie wpływają na konkurencyjność i innowacyjność gospodarki lokalnej. Korzyści, jakie osiągane są w regionie dzięki funkcjonowaniu klastrów, odczytać można również analizując cele rozwoju poszczególnych klastrów (tab. 4).

Istnienie i rozwój struktur klastrowych bezwzględnie musi być traktowane jako ważny instrument podnoszenia konkurencyjności i dynamizowania rozwoju nie tylko poszczególnych organizacji, ale także regionów. Klastry w pozytywny sposób wpływają również na powstawanie w regionie nowych podmiotów gospodarczych oraz na tworzenie kultury innowacyjności i przedsiębiorczości. Są atrakcyjnym miejscem lokalizacji dla bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) oraz atrakcyjnym rynkiem pracy przyciągającym wykwalifikowanych pracowników, co zwiększa konkurencyjność danego regionu, wpływając tym samym na podnoszenie konkurencyjności podmiotów, które działają na danym obszarze.

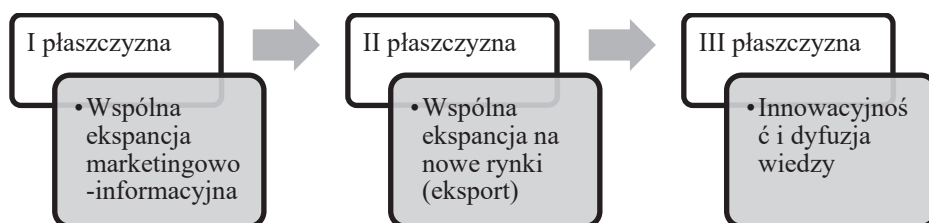
¹⁷ Majchrzak-Jaszczyk A.: Innowacyjność polskich przedsiębiorstw w świetle The Community Innovation Surveys. „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula” 2(36), Akademia Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie, 2013.

Tabela 4. Cele działalności klastra w inteligentnym regionie

Wspieranie rozwoju powiązań sieciowych wśród mieszkańców		Promowanie rozwoju, ekspansji i funkcjonowania przedsiębiorstw
Wspieranie rozwoju powiązań sieciowych wśród przedsiębiorstw		Ułatwianie przebiegu procesów innowacyjnych
Promocja innowacyjnych i nowych technologii		Przyciąganie nowych firm i talentów do regionu
Kreowanie marki regionu		Promocja eksportu dotycząca działalności produktów klastrowych
Zabezpieczenie potrzeb biznesu		Zbieranie informacji rynkowych
Analiza trendów rozwoju techniki i technologii		Podwyższanie świadomości dotyczącej klastrow wśród przedsiębiorców
Promocja tworzenia kapitałów załączkowych		Dyfuzja technologii w klastrze
Poprawianie atrakcyjności lokalizacji dla firm		Lobbing na rzecz rozwoju infrastruktury
Wspieranie usług związanych z inkubacją przedsiębiorstw		Koordinacja rynku nabywców
Wspieranie procesów produkcyjnych		Minimalizacja konkurencji między podmiotami działającymi w klastrze

Źródło: Kazimierski J. *Klasy a rozwój regionalny*, Wydawnictwo Eurologistics, 2013, <http://www.wiadomosci.egospodarka.pl> [data pobrania 04.09.2017].

Należy tu zwrócić szczególną uwagę na trzy płaszczyzny pozytywnego wpływu inicjatyw klastrowych na konkurencyjność firm zlokalizowanych w regionie (rys. 1).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kazimierski J. *Klasy a rozwój regionalny*, Wydawnictwo Eurologistics, 2013, <http://www.wiadomosci.egospodarka.pl> [data pobrania 04.09.2017].

Rys. 1. Płaszczyzny wpływu klastra na innowacyjność przedsiębiorstw w regionie

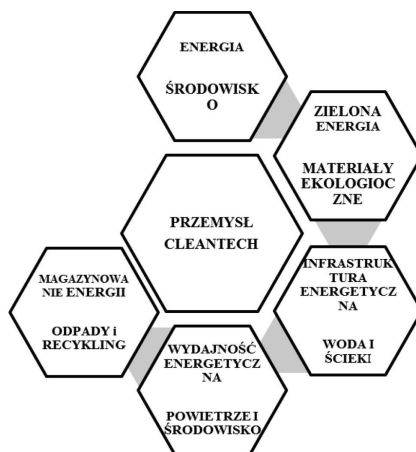
Pierwsza płaszczyzna obejmuje korzyści wynikające z tworzenia wspólnego marketingu i wspólnej ekspansji marketingowo-informacyjnej. Poprzez to grupa przedsiębiorstw jest wizerunkowo silna i zdolna do ostrej walki rynkowej. Płaszczyzna druga - to ekspansja na nowe rynki zbytu, w tym w szczególności ekspansja eksportowa; dzięki m.in. potencjałowi skupionemu w jednym miejscu, wywodzącemu się z wielu firm, często posiadających bagaż doświadczeń z dotychczasowej działalności eksportowej. Płaszczyzna trzecia - uważa-

na wspólnie za jedną z najistotniejszych – to innowacyjność i dyfuzja wiedzy. Mieści się tu możliwość dostępu do jednostek naukowo-badawczych oraz pozyskiwanie wyspecjalizowanych młodych kadr do struktury klastrowej¹⁸.

South Poland Cleantech Cluster

South Poland Cleantech Cluster jest platformą współpracy pomiędzy firmami, uniwersytetami i jednostkami badawczo-wdrożeniowymi, jednostkami samorządu terytorialnego (gminy, miasta) oraz organizacjami pozarządowymi. Wizją South Poland Cleantech Cluster jest stworzenie wiodącego cleantech klastra w Europie Centralnej oraz jednego z bardziej konkurencyjnych klastrów na świecie poprzez stworzenie ponadprzeciętnego środowiska innowacyjnego i badawczego w celu wprowadzania technologii i usług cleantech do różnych sektorów i łańcuchów wartości. South Poland Cleantech Cluster jest klastrem (nalogie) na terenie Polski południowej (rys. 2).

Klaster obejmuje 4 regiony: Małopolska, Śląsk, Podkarpacie i Świętokrzyskie. Region ten liczący 12 mln. mieszkańców jest jednym z największych regionów przemysłowych w Unii Europejskiej.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów strategicznych South Poland Cleantech Cluster, Regionalne Strategie Innowacji 2014-2020 województw: Małopolskiego, Śląskiego, Świętokrzyskiego i Podkarpackiego

Rys. 2. Powiązanie Cleantech z inteligentnymi specjalizacjami

Tabela 5. Inteligentne specjalizacje regionów wpisujące się w przemysł cleantech

Województwo	Inteligentne specjalizacje wpisujące się w przemysł cleantech
Małopolskie	• ICT, multimedia • Life science • Energia zrównoważona • Chemia • Produkcja metali i wyrobów metalowych, wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych • Elektrotechnika i przemysł maszynowy

¹⁸ Gródek-Szostak Z.: Działalność badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw jako źródło transferu technologii i jej uwarunkowania w sektorze MŚP [w:] Przedsiębiorstwo w gospodarce rynkowej : transformacja - rozwój – zarządzanie, (red.) R. Borowiecki, A. Jaki. – Kraków, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego, 2017, s. 125-136.

Śląskie	• ICT, multimedia • Energetyka (w tym OZE)
Świętokrzyskie	• Zasobooszczędne budownictwo • Przemysł metalowo-odlewniczy • Nowoczesne rolnictwo i przetwórstwo spożywcze
Podkarpackie	• Lotnictwo i kosmonautyka • Jakość życia • Informatyka • Telekomunikacja

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów strategicznych South Poland Cleantech Cluster, Regionalne Strategie Innowacji 2014-2020 województw: Małopolskiego, Śląskiego, Świętokrzyskiego i Podkarpackiego

Członkowie klastra wyrazili swoją opinię na temat adekwatności działań podejmowanych przez władze samorządowe, których priorytetem jest tworzenie atmosfery sprzyjającej rozwojowi regionu jako całości. Z kwestionariuszem starano się dotrzeć do osób odpowiedzialnych w poszczególnych przedsiębiorstwach za współpracę partnerską i rozwijanie inicjatyw innowacyjnych. W tym sensie zebrane kwestionariusze nie były anonimowe a dane metryczkowe mogły zostać uzupełnione o statystyki potrzebne do wykonania analiz ilościowych. Do przewidzenia było, że największe zadowolenie z inicjatyw władz samorządowych wyrażały te przedsiębiorstwa, w których podejmowane przedsięwzięcia dobrze wpisują się w regionalne specjalizacje. W opiniach widoczne jest zróżnicowanie w poszczególnych województwach. Dotyczy to zarówno kwestii dostępności informacji i mechanizmów sprzyjających inicjatywie (np. najwięcej respondentów, którzy wskazali na znaczenie spotkań merytorycznych / konferencji branżowych pochodziło z woj. Śląskiego – blisko 35,6%) jak też oczekiwań i poziomu inwencji własnej (tutaj nie było istotnego zróżnicowania terytorialnego, ale najwyżej te kwestie oceniali respondenci z firm małych i średnich). Przedstawiciele podmiotów, które od lat uczestniczą w wypracowywaniu innowacji i pozyskiwaniu na te działania funduszy publicznych dysponują doświadczeniem i znacznie szybciej (czas od zatwierdzenia pomysłu do rozpoczęcia jego realizacji mierzony w miesiącach) finalizują swe projekty. W tabeli 6 zostały zestawione charakterystyki ilościowe zebrane w ramach studiów literaturowych oraz dokumentacji klastra.

Rozkład zaangażowania firm wg wielkości w poszczególnych województwach pokrywa się opiniami wyrażonymi w kwestionariuszu o niezbyt adekwatnym do potrzeb (biorąc pod uwagę wielkości populacji poszczególnych kategorii firm wg liczby zatrudnionych) dopasowaniu w poszczególnych województwach przekazu informacyjnego, skuteczności jego dotarcia a także i samej oferty do zainteresowania przedsiębiorstw. Tego rodzaju wnioski powinny zainteresować przedstawicieli władz regionalnych odpowiedzialnych za przygotowywanie i koordynowanie działań z tym związanych

Tabela 6. Zestawienie wybranych charakterystyk ilościowych przedsiębiorstw w podziale na województwa

Wyszczególnienie		Małopolska	Śląsk	Podkarpackie	Świętokrzyskie
Liczba projektów wg działań/ poddziałań i regionów:	szt.	1 579	1 517	993	232
	odsetek w łącznej liczbie w Polsce	14,90%	14,30%	9,40%	2,20%
Liczba firm korzystających ze wsparcia, z uwzględnieniem wielokrotnego uczestnictwa:	liczba projektów	1 579	1515	955	220
	liczba unikalnych podmiotów	1 278	904	795	193
	procent unikalnych podmiotów w łącznej liczbie	80,10%	59,70%	83,20%	87,70%
	średnia liczba projektów na firmę	1,48	3,41	1,39	1,27
Udział firm wg wielkości firmy:	mikro	607	1	1633	0
	małe	550	633	268	146
	średnie	122	268	1	47
	duże	0	1	903	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS

Podsumowanie

Wyniki badań prowadzonych w 2008 roku na zlecenie Komisji Europejskiej, wskazują na dwa ważne czynniki wpływające na konkurencyjność Europy – społeczną odpowiedzialność biznesu oraz zrównoważoną politykę przemysłową. Realizacja działań w obszarze zidentyfikowanych w regionie inteligentnych specjalizacji powoduje, że gospodarka staje się efektywniejsza poprzez obniżenie materiałochłonności oraz zużycie energii na jednostkę produkcji w wyniku zastosowania rozwiązań wypracowanych w procesie wymagającym nakłady intelektualne.

Podejmując aktywne działania South Poland Cleantech Cluster integrują środowiska aktorów regionalnych procesów innowacyjnych oraz kreuje kulturę innowacyjności (w tym ekoinnowacji) przyczyniając się do praktycznej realizacji założeń zrównoważonego rozwoju inteligentnego regionu.

Bibliografia

- Barca F.: An Agenda for a Reformed Cohesion Policy-Independent Report, European Commission, Brussels, 2009.
- Brodzicki T., Szultka S.: Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw. „Organizacja i Kierowanie”, 4(110), Warszawa, 2002.

- Brzóska J.: Inteligentne specjalizacje regionu jako szansa wzrostu innowacyjności przedsiębiorstwa. „Studia Ekonomiczne”, 183(1), Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, 2014.
- Churski P.: Obszary wzrostu i obszary stagnacji gospodarczej w Polsce - kontekst teoretyczny. w: Churski P. (red.), Zróźnicowania regionalne w Polsce. Biuletyn KPZK PAN. Zeszyt 248. Warszawa, 2011.
- David P., Foray D., Hall B.: Smart Specialization. The Concept. „Knowledge Economists Policy”, 2007.
- DTI . Business clusters in the UK – a first assessment, Ministry of Science, London, 2001.
- Enright M.J. Regional Clusters: What we know and what should we know, paper prepared for the Kiel Institute International Workshop on Innovation Clusters and Interregional Competition, Kilonia 12-13 listopad 2001.
- Gródek-Szostak Z., Szelaǳ-Sikora A., Sikora J., Korenko M.: Prerequisites for the Cooperation Between Enterprises and Business Support Institutions for Technological Development, [w:] Business and non-profit organizations facing increased competition and growing customers' demands, (red.), A. Nalepka, A. Ujwary-Gil, Volume 16, Nowy Sącz 2017, s. 443-456.
- Gródek-Szostak Z.: Działalność badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw jako źródło transferu technologii i jej uwarunkowania w sektorze MŚP [w:] Przedsiębiorstwo w gospodarce rynkowej : transformacja - rozwój – zarządzanie, (red.) R. Borowiecki, A. Jaki. – Kraków, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego, 2017, s. 125-136.
- Jacobs D. Knowledge - intensive innovation: the potential of the cluster approach, „IPTS Report 16”, European Commission. 2013.
- Kardas M.: Inteligentna specjalizacja – (nowa) koncepcja polityki innowacyjnej. Optimum. Studia Ekonomiczne, 2, 2011.
- Kasztelan A.: Środowiskowe czynniki rozwoju regionów na przykładzie województwa lubelskiego, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 113, Ekonomia, 2010.
- Kazimierski J.: Klastery a rozwój regionalny, Wydawnictwo Eurologistics, 2013. Pozyskano z: <http://www.wiadomosci.egospodarka.pl> [data pobrania 04.09.2017].
- Majchrzak-Jaszczyk A.: Innowacyjność polskich przedsiębiorstw w świetle The Community Innovation Surveys. „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula” 2(36), Akademia Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie, 2013.
- Mariussen A.: Millieux and innovation in the northern periphery – A Norwegian/northern European benchmarking, Nordregio Working Paper, Stockholm, 2001.
- Marshall A.: Zasady ekonomiki, M. Arct, Warszawa, 125.
- McCann P., Ortega-Argilés R.: Smart specialisation, entrepreneurship and SMEs: issues and challenges for a results-oriented EU regional policy, [w:] Small Business Economics April, Volume 46, Issue 4, 2016.
- Meyer-Stamer J. Strategien lokaler/regionaler Entwicklung: Cluster, Standortpolitik und systemische Wettbewerbsfähigkeit, Institut für Entwicklung und Frieden, Universität Duisburg, Duisburg, 1999.
- Mytelka L., Farinelli F.: Local clusters, innovation systems and sustained competitiveness. Paper prepared for the meeting on Local Productive Clusters and Innovation Systems in Brazil: new industrial and technological policies for their development, Rio de Janeiro, 2000.
- OECD. Local partnership, cluster and SME globalisation, Bologna, 2000.
- Prahalad C.K., Krishnan M.S. New Age of Innovation, 2008.
- Szostak E.: Inteligentne specjalizacje w rozwoju regionu. „Studia Ekonomiczne” nr 209, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2015.
- Vanthillo T., Verhetsel A.: Paradigm change in regional policy: towards smart specialisation? Lessons from Flanders (Belgium), „Belgeo” No. 1-2, 2012.
- Vernon R.: International Investment and International Trade in the Product Cycle, „Quarterly Journal of Economics” 5, 1966.

MAPOWANIE ROZKŁADU PARAMETRÓW FIZYCZNYCH W PROCESACH MAGAZYNOWANIA I TRANSPORTU ŻYWNOŚCI

Tomasz Jakubowski¹, Jan Gielżecki², Vasyl Lopushnyak³

¹ Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

³ Wydział Technologii Rolniczych i Ekologii, Lwowski Narodowy Uniwersytet Rolniczy

Adres do korespondencji: e-mail: Tomasz.Jakubowski@ur.krakow.pl

Wprowadzenie

Żywność, ze względu na naturalne, ciągłe i nieodwracalne przemiany biofizykochemiczne (np. duża zawartości wody, obecność białka, węglowodanów i tłuszczu sprzyja procesom utleniania i jęłczenia) należy do grupy produktów nietrwałych^{1,2}. Aby zagwarantować bezpieczeństwo zdrowotne produktów spożywczych wymagane jest nie tylko stosowanie odpowiedniego surowca wyjściowego ale także właściwie dobranych metod i warunków przechowywania i dystrybucji oraz prowadzenie stałego nadzoru i kontroli, zgodnie z obowiązującymi systemami zapewnienia jakości^{3,4}. Niewątpliwie głównymi i najważniejszymi parametrami fizycznymi kontrolowanymi w procesach logistycznych, w odniesieniu do żywności, są temperatura i wilgotność. Proces dystrybucji żywności objęty jest specjalnym systemem nadzoru zgodnie z obowiązującym systemem analizy zagrożeń i wytyczania krytycznych punktów kontroli (HACCP)⁵. Oznacza to, że od początku produkcji do momentu spożycia przez konsumenta żywność musi być składowana i transportowana przy odpowiednich zakresach temperatur i wilgotności⁶. Narażenie produktu spożywczego

¹ Ziemińska A., Krasnowska G.: Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego w obrocie tuszami zwierząt łownych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, 1(50), 16-25.

² Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y.: Preservation technologies for fresh meat (a review). Meat Science, 2010, 86(1), 119-128.

³ Dzwolak W. HACCP in small food businesses – The Polish experience. Food Control. 2014, 36(1), 132-137

⁴ Cegielska-Radziejewska R., Kijowski J., Nowak E., Zabielski J.: Wpływ temperatury na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach przechowywanych w warunkach handlu hurtowego i detalicznego żywności. Nauka. Technologia. Jakość. 2007, 4(53), 76-88.

⁵ Sperber W. H.: HACCP and transparency. Food Control, 2005, 16, 505-509.

⁶ Czarniecka-Skubina E., Nowak D.: System śledzenia ruchu i pochodzenia żywności jako narzędzie zapewnienia bezpieczeństwa konsumentów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 5(84), 20-36.

na wyjście z zakresu zalecanych temperatur i wilgotności, w którymś z ogniw łańcucha logistycznego, może skutkować obniżeniem jego jakości w tym również zmianami mogącymi mieć wpływ na bezpieczeństwo zdrowotne. W dystrybucji żywności występuje wiele punktów krytycznych, w których może dojść do przzerwiania ciągłości np. łańcucha chłodniczego^{7,8}. Z tego powodu stosowane są mechaniczne lub elektroniczne systemy monitoringu temperatury (i/lub wilgotności). Przedsiębiorcy składujący czy przewożący produkty spożywcze, aby sprostać wymaganiom sanitarnym w zakresie bezpieczeństwa żywności, zobligowani są do wykonania tej usługi korzystając z odpowiednich obiektów magazynowych i środków transportu. Obiekty do przechowywania żywności wyposażone są w atestowaną infrastrukturę oraz w instalację klimatyczną zapewniającą optymalne warunki termohigrometryczne wnętrza przechowalni. Przewoźnicy, przy przewozie szybko psujących się artykułów spożywczych, korzystają ze środków transportu typu: izotermy (które cechuje ograniczona wymiana ciepła między otoczeniem a wnętrzem), lodownie (wykorzystujące składnik, jak np. lód, mający właściwość utrzymania niskiej temperatury) oraz chłodnie i mroźnie (wyposażone w specjalne urządzenia chłodnicze). Dopuszcza się ograniczone okresy, w których temperatura czy wilgotność nie muszą być kontrolowane, a które wiążą się z niezbędnymi procesami logistycznymi (przygotowywanie spedycji, załadunek i rozładunek towaru)^{9,10}. Jak wskazuje praktyka¹¹ najczęstsze przyczyny przekroczenia wartości granicznych parametrów fizycznych, w przypadku składowania czy transportu żywności, leżą po stronie: czynnika ludzkiego, usterki technicznej środka transportu, usterki elementu składowego systemu monitorującego parametr krytyczny. Procesy logistyczne, gdzie surowcem lub produktem jest żywność, wymagają stałego nadzoru dystrybuowanych dóbr i ich bezpośredniego otoczenia - niezbędna jest zatem rejestracja i dokładna znajomość rozkładu parametrów klimatycznych w obiektach wytwórczych magazynowych i środkach transportu. Ogół czynności związanych doбором przyrządów pomiarowych i wykonaniem pomiaru, jego rejestracją (również zapisem i utrwalaniem) oraz wizualizacją rozkładu parametru określane jest mianem mapowania.

Metoda mapowania parametrów fizycznych

Mapowania parametrów fizycznych musi obejmować wykonanie planu pomiarowego, który odpowie na pytanie jak długo i z jaką częstotliwością należy dany parametr badać, oraz planu rozmieszczenia czujników w przestrzeni magazynowej¹². W kolejnym kroku należy dokonać programowania i rozmieszczenia czujników w obiekcie a następnie uruchomić akwizycję danych. Etapem końcowym jest zatrzymanie akwizycji danych i ich

⁷ Bauman, H. E.: The origin and concept of HACCP. *Advances in Meat Research*, 1995, 10, 1-7.

⁸ Celaya C., Zabala S.M., Pérez P., Medina G., Mañas J., Fouz J., Alonso R., Antón A., Agundo N.: The HACCP system implementation in small businesses of Madrid's community. *Food Control*, 2007, 18, 1314-1321.

⁹ Choroszy K., Tereszkievicz K.: Zarządzanie higieną i jakością mięsa oraz jego przetworów. *Modern Management Review*. 2013, 20(4), 9-25.

¹⁰ Danyluk B., Pyrz J.: Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa i wyrobów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*. 2012, 1, 12-14.

¹¹ Bieńczyk K.: Providing security for food consumer in transport link of refrigeration chain. *Maintenance and Reliability*. 2011, 1, 16-26.

¹² Kucharczyk M., Ślusarski B. 2009. Mapowanie rozkładu temperatury w przestrzeniach magazynowych – praktyczne podejście. *Farmacja przemysłowa*, 65(10), 707-712.

odeczyt a w dalszej kolejności zestawienie pomierzonych wartości, ich interpretacja oraz przygotowanie raportu z monitoringu. Wyznaczenie punktów pomiarowych w badanym obiekcie ma na celu wygenerowanie mapy lokalizacji czujników. Mapa ta posłuży do właściwego rozmieszczenia czujników oraz do przypisania uzyskanych wyników konkretnej lokalizacji w przestrzeni magazynowej. Monitorowanie parametrów fizycznych może stwarzać problemy w miejscach gdzie występują ich fluktuacje. Do obszarów takich zaliczyć można powierzchnie bezpośrednio stykające się z otoczeniem zewnętrznym (ściany i sufity) podatne na działanie czynników atmosferycznych, miejsca w bezpośredniej bliskości elektrycznych źródeł ciepła, instalacji klimatycznych czy kanałów komunikacyjnych lub śluz. Monitoring musi również uwzględniać podstawowe zjawiska fizyczne jak choćby zmiany w cyrkulacji powietrza wywołane obecnością innych obiektów albo zjawisko konwekcji. Częstotliwość szczytywania danych przez urządzenie pomiarowe musi być dostosowane do specyfiki obszaru działania i przechowywanego lub transportowanego produktu. Nadmiar danych utrudnia ich obróbkę statystyczną a zbyt mała populacja wyników wpływa na poprawność interpretacji (i prezentację graficzną zjawiska). Z punktu widzenia praktycznego przydatna jest statystyczna analiza zbiorów danych w aspekcie istotności różnic między ciągami pomierzonych wartości. Sam fakt stwierdzenia występowania krótkotrwałego odchylenia badanego parametru od przyjętej normy nie powinien być równoznaczny z interpretacją takiego wyniku jako istotnego. Większość parametrów fizycznych monitorowanych w trakcie procesów logistycznych (temperatura, wilgotność), związanych z dystrybucją żywności, to zmienne przyjmujące wartości o charakterze ciągłym. Wskazanymi zatem metodami statystycznymi w analizie danych będą testy parametryczne (np. analiza wariancji z testem F-Snedecora). W przypadku konieczności wykonania pogłębionej analizy statystycznej, np. wykonania porównań wielokrotnych i wyznaczenia grup homogenicznych zmiennych, należy w pierwszej kolejności zbadać równoliczność zmiennych (pomierzonych wartości) w porównywanych próbach (np. test λ^2). Jest to o tyle istotne, że brak równoliczności w badanych populacjach zmiennych eliminuje możliwość zastosowania większości testów post-hoc. Sugerowaną formułą post-hoc przy braku równoliczności jest test Spjotvolla i Stolinea (uogólnienie testu *HSD* Tukeya dla prób o różnej liczności). Przystąpienie do statystycznej analizy wyników poprzedzone powinno być badaniem normalności rozkładu w próbach (np. test Kołmogorowa-Smirnowa) i jednorodność wariancji (np. testem Browna-Forsythea). Analizy tego typu wykonuje się zazwyczaj na założonym poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Podstawowa terminologia stosowana w procesach mapowania

W zakresie wykonywania pomiaru:

Pomiar – zbiór operacji mających na celu wyznaczenie wartości mierzonej wielkości.

Błąd pomiaru – różnica między wynikiem pomiaru a wartością prawdziwą wielkości mierzonej.

Dokładność pomiaru – stopień zgodności wyniku pomiaru z wartością rzeczywistą wielkości mierzonej.

Wynik pomiaru – wartość przypisana wielkości mierzonej, uzyskana drogą pomiaru. Całkowite wyrażenie wyniku pomiaru powinno zawierać dane dotyczące niepewności pomiaru i poprawki ze świadectwa wzorcowania (o ile są znane).

Niepewność pomiaru – parametr*, związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej.

*Takim parametrem może być na przykład odchylenie standardowe (lub jego wielokrotność) albo połowa szerokości przedziału odpowiadającego określonej poziomowi ufności. Niepewność pomiaru zawiera na ogół wiele składników. Niektóre z nich można wyznaczyć na podstawie rozkładu statystycznego wyników szeregu pomiarów i można je scharakteryzować odchyleniem standardowym eksperymentalnym. Inne składniki, które mogą być również scharakteryzowane odchyleniami standardowymi, są szacowane na podstawie zakładanych rozkładów prawdopodobieństwa opartych na doświadczeniu.

Poprawka – wartość dodana algebraicznie do surowego wyniku pomiaru w celu skompensowania błędu systematycznego.

W zakresie stosowanych przyrządów pomiarowych:

Przyrząd pomiarowy – to narzędzie, urządzenie lub układ pomiarowy przeznaczone do wykonywania pomiarów samodzielnie albo w połączeniu z jednym bądź wieloma urządzeniami dodatkowymi.

Czujnik lub sensor – fizyczne (czasem biologiczne) narzędzie będące najczęściej elementem składowym większego układu, którego zadaniem jest wychwytywanie rozpoznawanie i rejestrowanie sygnałów z otaczającego środowiska.

Dokładność przyrządu pomiarowego – właściwość przyrządu pomiarowego dawania odpowiedzi bliskich wartości prawdziwej.

Błąd wskazania przyrządu pomiarowego – wskazanie przyrządu pomiarowego minus wartość prawdziwa odpowiedniej wielkości wejściowej (stosowany w przypadku porównania przyrządu ze wzorcem odniesienia).

Wzorcowanie – zbiór operacji ustalających w określonych warunkach relację między wartościami wielkości mierzonej, wskazanymi przez przyrząd pomiarowy lub układ pomiarowy albo wartościami reprezentowanymi przez wzorzec miary lub przez materiał odniesienia, a odpowiednimi wartościami wielkości realizowanymi przez wzorce jednostki miary. Wynik wzorcowania pozwala na przypisanie wskazaniom odpowiednich wartości wielkości mierzonej lub na wyznaczenie poprawek wskazań.

Charakterystyka podstawowych parametrów fizycznych monitorowanych w procesach magazynowania i transportu żywności

Temperatura to miara stopnia nagrzania ciała lub miara średniej energii kinetycznej cząsteczek substancji. Zależność między średnią energią kinetyczną drobin ciała a temperaturą przedstawia się w postaci ogólnego równania:

$$\frac{I \cdot \omega^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2} + B \cdot T$$

gdzie:

- ω – średnia energia kinetyczna ruchu obrotowego drobin,
- v – średnia energia kinetyczna ruchu postępowego drobin,
- B – współczynnik proporcjonalności,
- T – temperatura bezwzględna.

$$TK[K] = \frac{-\Delta H/R}{\ln\left(\frac{\sum_{i=1}^n \exp\left(\frac{-\Delta H}{R \cdot T_i}\right)}{n}\right)}$$

gdzie:

$TK(K)$ to MKT,

H – energia aktywacji, która jest stała i wynosi 9982,68 (kJ/mol),

R – uniwersalna stała gazowa (0,0083144 kJ/molK),

T – temperatura wyrażona w stopniach (K),

n – liczba równych okresów czasowych, w których były zbierane dane.

Wilgotność

Wilgotność bezwzględna powietrza ρ_p (kg·m⁻³) jest stosunkiem masy pary wodnej m_p do objętości V powietrza wilgotnego

$$\rho_p = \frac{m_p}{V}$$

gdzie:

m_p – masa pary wodnej (kg),

V – objętość powietrza wilgotnego (m³),

Wilgotność względna powietrza (φ) jest stosunkiem wilgotności bezwzględnej ρ_p do maksymalnej wilgotności bezwzględnej ρ_p'' dla tej samej temperatury. Może być również określona jako stosunek ciśnienia składnikowego pary p_p do jej ciśnienia maksymalnego p_p'' w tej samej temperaturze.

$$\varphi = \left(\frac{\rho_p}{\rho_p''} \right) = \left(\frac{p_p}{p_p''} \right)$$

Analiza parametrów fizycznych monitorowanych w procesach magazynowania i transportu żywności

Wstępna analiza parametrów sprowadza się głównie do oszacowanie niepewności pomiaru. W postępowaniu tym wyznacza się średnią wartość na czujnik (przeważnie jest to średnia arytmetyczna) z n zapisów, X_{ij} wyraża pomierzoną na czujniku wartość w trakcie i -tego zapisu a j stanowi identyfikację danego czujnika. Wstępna analiza parametrów obejmuje również wyliczenie wartości odchylenia standardowego dla badanych n zapisów. Znając wartość średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego badanych n zapisów sugeruje się obliczenie wskaźnika zmienności Wz będącego ilorazem odchylenia standardowego i wartości średniej. Wskaźnik ten informuje o zmienności pomierzonych wartości w próbie (zazwyczaj wyraża się go w procentach).

$$X_{mj} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

Monitorowany parametr wylicza się ze wzoru:

$$X_{pow} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{mj}$$

Praktyczny przykład mapowania temperatury w procesie transportu żywności

Przykład dotyczy badań celem, których była analiza przebiegu zmian temperatury powietrza we wnętrzu komory chłodniczej pojazdu samochodowego przewożącego produkty mięsne w zależności od zastosowanego systemu monitorującego^{13,14}. Badania prowadzono pod kątem utrzymania ciągłości łańcucha chłodniczego. Prace realizowano w przedsiębiorstwie branży spożywczej, którego główną specjalizacją był skup, ubój trzody chlewnej oraz rozbiór półtuszy wieprzowych a w dalszej kolejności przewóz produktu mięsnego. Badania koncentrowano na kwestiach transportu produktu jako procesie krytycznym i determinującym bezpieczeństwo zdrowotne przewożonej żywności.

Tabela 1. Charakterystyka wykorzystanych środków transportu i ich tras przejazdu

Oznaczenie i charakterystyka pojazdu		Charakterystyka przebytej trasy			Oznaczenie trasy
		T _{zew} (°C)	t (min)	Liczba rozładunków	
P1	chłodnia furgon, pojemność 8,9 m ³ , sprężarkowe urządzenie chłodnicze, współczynnika przenikania ciepła 0,6 W·(m ² ·°K) ⁻¹ ,	24,1	241	4	T1
		2,4	255	5	T2
		11,0	253	4	T3
P2	chłodnia kontenerowa, pojemność 13,8 m ³ , absorpcyjne urządzenie chłodnicze, współczynnika przenikania ciepła 0,6 W·(m ² ·°K) ⁻¹ ,	23,1	244	5	T1
		3,5	270	5	T2
		9,6	236	4	T3
P3	chłodnia hakowa, pojemność 53,5 m ³ , sprężarkowe urządzenie chłodnicze, współczynnika przenikania ciepła 0,4 W·(m ² ·°K) ⁻¹ .	19,0	240	1	T1
		3,3	246	1	T2
		12,2	241	2	T3

Źródło: Jakubowski, 2015

Monitoring temperatury powietrza we wnętrzu ładowni prowadzony był z wykorzystaniem certyfikowanych, bezprzewodowych i autonomicznych (zasilanych z baterii litowej) mierników wyposażonych w rejestrator danych (przy kroku pomiarowym 60 (s)). We wnętrzu komór chłodniczych pojazdów instalowano 3 systemy monitorujące zmianę temperatury: system I termopara typu „K” i II termopara typu „J” (I i II oparte o czujnik w postaci termoelementu) oraz system III oparty o czujnik rezystancyjny Pt-1000. System III stanowił termohigrometr działający w oparciu o termorezystor (Pt-1000), wyposażony w 4 czuj-

¹³ Jakubowski T.: Temperature monitoring in the transportation of meat products. Journal of Food Processing and Technology 6(10), 1-6, 2015.

¹⁴ Jakubowski T.: Ocena stanu wdrożenia systemów zapewnienia jakości i bezpieczeństwa produktów mięsnych. Rozdział w monografii pt. „Aplikacyjne i teoretyczne problemy w przemyśle rolno-spożywczym – interdyscyplinarne aspekty zdrowego stylu życia” pod redakcją Szwedziak K., Tukiendorf M., Jakubowski T. ISBN 978-83-6523531-2, 2015, 73-80.

niki temperatury umiejscowione w komorze chłodniczej (środek chłodni – czujnik 1, wlot i wylot powietrza z parownika – czujniki 2 i 3 oraz temperatura produktu – czujnik 4). Dodatkowo termohigrometr wyposażono w 4 sygnały dwustanowe (otwarcie drzwi bocznych, tylnych, rozmrażanie i praca agregatu chłodniczego). Czujniki temperatury systemów I i II umieszczono w środkowej części chłodni (w bezpośrednim sąsiedztwie czujnika cz1 systemu III). Analiza pomierzonych wartości temperatur obejmowała badanie różnic między ciągami zarejestrowanych danych.

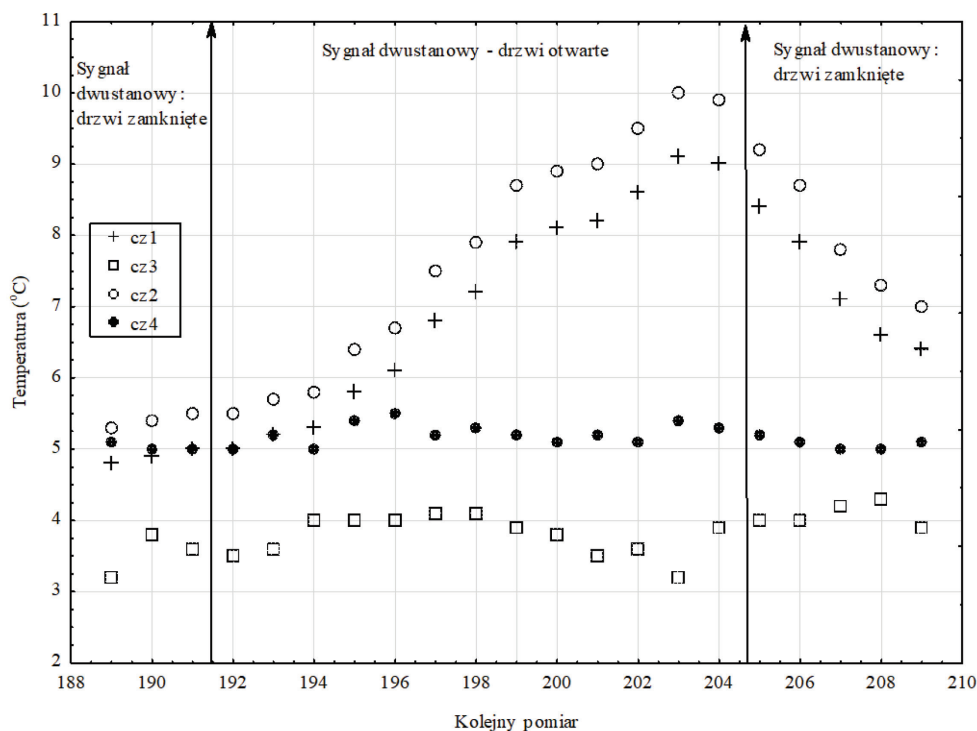
W trakcie badań stwierdzono występowanie 10-15 min. (rys. 1) przekroczeń granicy krytycznej 7°C dla transportu produktów mięsnych (uwidoczniono w tab. 2 jako wartość maksymalna). jednak tak krótkotrwałe przekroczenia temperatury są dopuszczalne i związane głównie z otwarciem drzwi komory chłodniczej i rozładunkiem towaru¹⁵.

Tabela 2. Statystyki podstawowe charakteryzujące zależności między wykorzystanym środkiem transportu i systemem monitorującym a pomierzoną wartością temperatury we wnętrzu chłodni

Pojazd	Trasa przejazdu	System	Temperatura wewnątrz chłodni (°C)			Sd	Wz
			min	max	śr		
1	T1	I	4,1	8,1	6,1	0,9	14,8
		II	3,9	7,9	5,9	0,9	15,3
		III	3,4	8,4	5,9	1,1	18,8
	T2	I	4,2	8,8	6,5	1,0	15,4
		II	4,2	8,1	6,2	0,9	14,6
		III	3,5	7,9	5,7	1,0	17,5
	T3	I	3,8	7,7	5,8	0,9	15,1
		II	4,1	7,6	5,9	0,8	13,3
		III	3,4	8,4	5,9	1,1	18,6
2	T1	I	4,4	8,6	6,5	0,9	13,8
		II	4,1	7,9	6,0	0,8	13,3
		III	3,4	8,8	6,1	1,2	19,7
	T2	I	3,7	7,1	5,4	0,8	14,8
		II	3,9	8,1	6,0	0,9	15,0
		III	3,5	7,9	5,7	1,0	17,5
	T3	I	4,2	7,7	6,0	0,8	13,4
		II	4,2	7,4	5,8	0,7	12,1
		III	3,5	8,2	5,9	1,0	17,1
3	T1	I	4,1	7,9	6,0	0,8	14,1
		II	4,4	7,8	6,1	0,8	12,4
		III	4,0	8,5	6,3	1,0	16,0
	T2	I	3,5	8,2	5,9	1,0	17,1
		II	3,6	7,8	5,7	0,9	15,8
		III	3,8	8,2	6,0	1,0	16,7
	T3	I	4,2	8,1	6,2	0,9	14,6
		II	4,4	7,6	6,0	0,7	11,7
		III	4,0	7,9	6,0	0,9	15,1

Źródło: Jakubowski, 2015

¹⁵ Choroszy K., Tereszkievicz K.: Zarządzanie higieną i jakością mięsa oraz jego przetworów. Modern Management Review. 2013, 20(4), 9-25.



źródło: Jakubowski, 2015

Rys. 1. Przebieg temperatury we wnętrzu chłodni transportowej pomierzonej przez czujniki (cz1, cz2, cz3, cz4 – odpowiednio czujniki 1-4) systemu monitorującego wyposażonego w termorezystor Pt-1000 (wybrany przykład)

Wyliczone wartości współczynnika zmienności wskazują, że zmienność w zakresie mierzonych temperatur wynosiła: 15,2% dla systemu I, 13,7% dla systemu II i 17,4% dla systemu III. Tak duża zmienność dla systemu III podyktowana była faktem, że system ten bazował na czujnikach pomiarowych rozmieszczonych w różnych punktach komory chłodniczej a poprzez to rejestrował skrajne wartości temperatur. Wartość współczynnika zmienności, w zakresie mierzonych temperatur, uwzględniająca wyłącznie wykorzystany środek transportu wynosiła: 15,9% – pojazd 1, 15,2% – pojazd 2 oraz 14,8% dla pojazdu 3 (maksymalna różnica w zmienności nieznacznie przekraczała 1%). W przypadku pojazdu 3 uzyskany wynik jest uzasadniony gdyż jest to chłodnia hakowa o dużej objętości komory chłodniczej co między innymi decyduje o niewielkiej wymianie ciepła (bezwładności) podczas transportu i pojedynczego rozładunku.

Zaprezentowany w tab. 3 wynik analizy wariancji dotyczącej różnic w pomiarach temperatury powietrza we wnętrzu komory chłodniczej jednoznacznie wskazuje, że jedynie uwzględnione w doświadczeniu systemy monitorujące miały istotny wpływ na mierzony parametr. Wnioskować w tym przypadku należy, że uwzględnione w badaniu środki trans-

portu (wyposażone w różne systemy chłodzenia) oraz wykonane kolejne przejazdy (o różnym dystansie i czasie trwania, temperaturze otoczenia i liczbie rozładunków) nie wpływały na zmianę temperatury we wnętrzu chłodni. Wynik procedury Spjotvolla i Stolinea (tab. 4) wykazał istnienie 2 grup jednorodnych, których układ wskazuje, że pomiary temperatury uzyskane poprzez system 3 różnił się od pomiarów z systemów 1 i 2. Wnioskować w tym wypadku można, że system monitorujący, oparty na bazie termorezystora Pt-1000, daje odczyty temperatury istotnie różne (około 8% wyższe) w odniesieniu do systemów bazujących na termoparach „K” i „J”. Aby zweryfikować uzyskany wynik w dalszym etapie analizowano wyłącznie dane temperaturowe pozyskane poprzez system monitorujący wykorzystujący termorezystor Pt-1000.

Tabela 3. Wynik analizy wariancji - różnice w pomiarach temperatury powietrza we wnętrzu komory chłodniczej w zależności od środka transportu, przebytej trasy i systemu monitorującego

Predyktor jakościowy	Stopnie swobody	Wartość	
		testu F-Snedecora	prawdopodobieństwa testowego
Wyraz wolny	3	26568,63	0,0000
Pojazd	6	0,02	0,9997
Trasa	6	0,13	0,9931
System	6	21,91	0,0000

źródło: Jakubowski, 2015

Tabela 4. Porównania wielokrotne dla różnic w pomiarach temperatury powietrza we wnętrzu komory chłodniczej w zależności od zastosowanego systemu monitorującego

System	Temperatura (°C)	Grupy homogeniczne	
		1	2
System II	5,66	****	
System I	5,75	****	
System III	6,24		****

źródło: Jakubowski, 2015

Jak zaznaczono uprzednio system monitorujący wykorzystujący termorezystor Pt-1000 bazował na 4 czujnikach temperatury umiejscowionych w przestrzeni komory chłodniczej. Wykonana w tym zakresie analiza wariancji, uwzględniająca również i rozmieszczenie czujników, wykazała istotny wpływ zarówno trasy przejazdu jak i umiejscowienia czujników na pomierzone wartości temperatury (tab. 5).

Porównania wielokrotne różnic wartościach temperatury powietrza, uzyskanych termohigrometrem Pt-1000 we wnętrzu komory chłodniczej, w zależności od zastosowanego trasy przejazdu i umiejscowienia czujnika (tab. 6 i 7) wskazują, że uzyskane różnice determinowane są głównie umiejscowieniem czujników pomiarowych a w dalszej kolejności przebytą przez środek transportu trasą (liczbą rozładunków, czasem przejazdu i temperaturą otoczenia). Taki wynik analizy wariancji i układ grup jednorodnych wskazywałby że nie bez znaczenia, dla istoty łańcucha chłodniczego, jest w jaki rodzaj miernika temperatury wyposażona jest chłodnia transportowa.

Tabela 5. Wynik analizy wariancji – różnice w pomiarach temperatury powietrza wykonanych termohigrometrem Pt-1000 we wnętrzu komory chłodniczej w zależności od środka transportu i przebytej trasy

Predyktor jakościowy	Stopnie swobody	Wartość	
		testu F-Snedecora	prawdopodobieństwa testowego
Wyraz wolny	1	14668,76	0,0000
Pojazd	2	3,83	0,4215
Trasa	2	33,46	0,0000
Czujnik	2	31,31	0,0000

źródło: Jakubowski, 2015

Tabela 6. Porównania wielokrotne dla różnic w pomiarach temperatury powietrza wykonanych termohigrometrem Pt-1000 we wnętrzu komory chłodniczej w zależności od trasy przejazdu

Przejazd	Temperatura (°C)	1	2	3
Przejazd 1	4,88	****		
Przejazd 2	5,33		****	
Przejazd 3	5,94			****

źródło: Jakubowski, 2015

Tabela 7. Porównania wielokrotne dla różnic w pomiarach temperatury powietrza wykonanych termohigrometrem Pt-1000 we wnętrzu komory chłodniczej w zależności od umiejscowienia czujnika

Czujnik	temperatura (°C)	1	2	3	4
Czujnik 3	4,85	****			
Czujnik 4	4,93		****		
Czujnik 1	5,3			****	
Czujnik 2	5,91				****

źródło: Jakubowski, 2015

Aby zweryfikować taką konkluzję, należało zbadać dodatkowo zależności występujące między wskazaniami czujników, trzech systemów monitorujących, umieszczonych w bezpośredniej bliskości. Mając na uwadze powyższe dodatkowo analizowano istotności różnic we wskazaniach temperatury otrzymanych z systemów monitorujących I i II oraz czujnika nr 1 systemu III (część środkowa wnętrza chłodni). Przeprowadzona analiza wariancji (tab. 8) nie wykazała istotnych różnic między przyjętymi w doświadczeniu zmiennymi grupującymi (nieistotne wartości testu F-Snedecora). Tym samym nie ma podstaw do stwierdzenia aby zastosowane w doświadczeniu systemy monitorujące dawały istotnie różne wskazania wartości temperatury i mogły się przyczynić do nieprawidłowości w funkcjonowaniu łańcuch chłodniczego. Przeprowadzone badania pozwalają na stwierdzenie, że dla przedsiębiorcy branży rolno-spożywczej transportującego żywność, mniej ważną kwestią jest wybór między czujnikiem z termoparą a termorezystorem, a bardziej istotna jest ilość czujników, ich rozmieszczenie oraz doposażenie systemu monitorującego w sygnalizację

dwustanową informującą o działaniu chłodni (organizacja monitoringu). Istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności i kontroli punktów krytycznych są wskazania czujnika nr 4 (system III) odpowiedzialnego za pomiar temperatury przewożonego ładunku. Temperatura transportowanego mięsa nawet podczas rozładunku oscylował wokół 5°C^{16,17,18}.

Tabela 8. Wynik analizy wariancji – różnice w wartościach temperatur powietrza pomierzonych w środkowej części komory chłodniczej w zależności od środka transportu, przebytej trasy i sytemu monitorującego (I, II, III cz1)

Predyktor jakościowy	Stopnie swobody	Wartość	
		testu F-Snedecora	prawdopodobieństwa testowego
Wyraz wolny	3	22381,02	0,0000
Pojazd	6	1,12	0,3674
Przejazd	6	1,29	0,3584
System (I, II, III cz1)	6	1,71	0,2954

źródło: Jakubowski, 2015

Podsumowanie

Mapowanie parametrów klimatu, w strategicznych punktach obiektów, pozwala nie tylko na określenie warunków obecnych (chwilowych), lecz również na zmianę wartości tych parametrów w przypadku konieczności wykonanie modyfikacji w przestrzeni przedmiotowych obiektów. Jest to o tyle istotne, że modyfikacja przestrzeni we wnętrzu obiektu może nieść za sobą zmianę układu parametrów fizycznych wywołaną np. zmieniającą się cyrkulacją powietrza. Wynika z powyższego, że mapowanie rozkładu wartości parametrów fizycznych nie jest czynnością jednorazową, ale trwającym procesem, który powinien uwzględniać zmiany zachodzące nie tylko w samych obiektach ale również w ich otoczeniu. Mapowanie temperatury i wilgotności pozwala zatem na utrzymanie założonej jakości produktu oraz minimalizację strat (uszkodzeń, przeterminowania wyrobów itp.). Analiza wyników, przedstawionego w pracy przykładu mapowania temperatury w procesie transportu produktów mięsnych, pozwala na stwierdzenie, że w żadnej z analizowanych kombinacji doświadczenia (uwzględniających środek transportu, trasę przejazdu i system monitorujący) nie zarejestrowano wartości temperatur, które mogłyby wpłynąć na przerwanie łańcucha chłodniczego. Nie stwierdzono również aby, wykorzystane w doświadczeniu środki transportu i przebyte trasy (liczba rozładunków, czas przejazdu i temperatura otoczenia) istotnie wpływały na wartości temperatur pomierzone we wnętrzach chłodni. Stwierdzono natomiast istotną różnicę w wartościach pomierzonych temperatur rejestrowa-

¹⁶ Jol S., Kassianenko A., Wszol K., Oggel J.: The cold chain, one link in Canadas food safety initiatives. Food Control, 2007, 18(6), 713-715.

¹⁷ Konstantinos P. K., Gougouli M.: Use of time temperature integrators in food safety management. Trends in Food Science and Technology, 2015, 43(2), 236-244.

¹⁸ Gajana C.S., Nkukwana T.T., Marume U., Muchenje V.: Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. Meat Science, 2013, 95(3), 520-525.

nych przez system monitorujący wyposażony w termorezystor Pt-1000 względem systemów monitorujących opartych o termopary typu „K” i „J”.

Bibliografia

- Bauman, H. E.: The origin and concept of HACCP. *Advances in Meat Research*, 1995, 10, 1-7.
- Bieńczyk K.: Providing security for food consumer in transport link of refrigeration chain. *Maintenance and Reliability*, 2011, 1, 16-26.
- Celaya C., Zabala S.M., Pérez P., Medina G., Mañas J., Fouz J., Alonso R., Antón A., Agundo N.: The HACCP system implementation in small businesses of Madrid's community. *Food Control*, 2007, 18, 1314-1321.
- Cegielska-Radziejewska R., Kijowski J., Nowak E., Zabielski J.: Wpływ temperatury na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach przechowywanych w warunkach handlu hurtowego i detalicznego żywności. *Nauka. Technologia. Jakość*. 2007, 4(53), 76-88.
- Choroszy K., Tereszkiewicz K.: Zarządzanie higieną i jakością mięsa oraz jego przetworów. *Modern Management Review*, 2013, 20(4), 9-25.
- Czarniecka-Skubina E., Nowak D.: System śledzenia ruchu i pochodzenia żywności jako narzędzie zapewnienia bezpieczeństwa konsumentów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 5(84), 20-36.
- Danyluk B., Pyrcz J.: Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa i wyrobów mięsnych. *Gospodarka Mięсна*. 2012, 1, 12-14.
- Dzwolak W. HACCP in small food businesses – The Polish experience. *Food Control*. 2014, 36(1), 132-137
- Gajana C.S., Nkukwana T.T., Marume U., Muchenje V.: Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. *Meat Science*, 2013, 95(3), 520-525.
- Jakubowski T.: Temperature monitoring in the transportation of meat products. *Journal of Food Processing and Technology* 6(10), 2015, 1-6
- Jakubowski T.: Ocena stanu wdrożenia systemów zapewnienia jakości i bezpieczeństwa produktów mięsnych. Rozdział w monografii pt. „Aplikacyjne i teoretyczne problem w przemyśle rolnospożywczym – interdyscyplinarne aspekty zdrowego stylu życia” pod redakcją Szwedziak K., Tukiendorf M., Jakubowski T. ISBN 978-83-6523531-2, 2015, 73-80
- Jol S., Kassianenko A., Wszol K., Oggel J.: The cold chain, one link in Canadas food safety initiatives. *Food Control*, 2007, 18(6), 713-715.
- Konstantinos P. K., Gougouli M.: Use of time temperature integrators in food safety management. *Trends in Food Science and Technology*, 2015, 43(2), 236-244.
- Kucharczyk M, Ślusarski B. 2009. Mapowanie rozkładu temperatury w przestrzeniach magazynowych – praktyczne podejście. *Farmacja przemysłowa*, 65(10), 707-712.
- Sperber W. H.: HACCP and transparency. *Food Control*, 2005, 16, 505–509
- Weddle G.B., Benton, R.L.: Temperature Mapping and Monitoring: Quality-Control Tools for Pharmaceutical and Medical Device Warehousing. PUBL-3806, Johnson Controls Inc. 2004, 2–3.
- Ziemińska A., Krasnowska G.: Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego w obrocie tuszami zwierząt łownych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 1(50), 16-25.
- Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y.: Preservation technologies for fresh meat (a review). *Meat Science*, 2010, 86(1), 119-128.

OCENA PRZEPUSTOWOŚCI WĘZŁÓW KOMUNIKACYJNYCH METODAMI SYMULACYJNYMI

Ireneusz Kaczmar¹, Maciej Kuboń^{1,2}, Wioletta Tomaszewska-Górecka¹

¹ Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska
w Przemyślu

² Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Adres do korespondencji: ireneusz.kaczmar@pwsu.eu

Wstęp

Celem pracy była analiza możliwości zastosowania metod symulacyjnych do wizualizacji oraz badania przepustowości węzłów komunikacyjnych. Wykorzystano najnowszej generacji oprogramowanie 3D do modelowania procesów FlexSim 2017. Dla celów badawczych zbudowano wirtualne modele ronda oraz skrzyżowania jednopasmowego z sygnalizacją świetlną. Po sprawdzeniu poprawności działania modeli, wykonano eksperymenty dla trzech różnych wariantów natężenia ruchu w ciągu jednej godziny. Uzyskano przedziały ufności przewidywanej liczby przejeżdżających pojazdów przez rondo i skrzyżowanie. Na podstawie zdobytych doświadczeń stwierdzono, że współczesne oprogramowanie symulacyjne daje duże możliwości w tym zakresie.

Wprowadzenie

Do najbardziej popularnych obecnie specjalistycznych programów do modelowania i prognozowania ruchu należą m.in. Cube, Imsun Planer, Visum lub Vissim firmy PTV. Rys historyczny oraz aktualne trendy dotyczące stosowanego oprogramowania w tym zakresie można odnaleźć w literaturze¹. Przeglądy i porównania teoretycznych metod obliczania przepustowości małych rond w różnych krajach, również są dosyć szeroko opisywane w wielu opracowaniach naukowych². Warto przypomnieć, że do najbardziej popularnych zagranicznych metod obliczania przepustowości skrzyżowań należy metoda

¹ Dubicz T.: Modelowanie i symulacje ruchu rys historyczny i aktualnie stosowane oprogramowanie, Zeszyty naukowo-techniczne SITK RP Oddział w Krakowie, Nr 148, Kraków, 2009.

² Macioszek, E.: Przegląd metod obliczania przepustowości małych rond stosowanych w różnych krajach. Zeszyty Naukowe, Transport, Politechnika Śląska, 83-90, 2010.

niemiecka HBS (*Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*), metoda HCM (*Highway Capacity Manual*) opracowana w USA, metoda australijska SIDRA (*Signalised and Unsignalised Intersection Design and Research Aid*) i inne dostępne w literaturze³. W zakresie obliczania programów sygnalizacji świetlnej często stosowana jest metoda kanadyjska lub brytyjska⁴.

Na rynku istnieją narzędzia symulacyjne, które mają uniwersalne zastosowania w zakresie modelowania procesów, mogą one być też z powodzeniem wykorzystane do modelowania ruchu. Przykładem takiego oprogramowania jest produkt firmy FlexSim Software Products, który ma w swojej bibliotece obiekty jakie można wykorzystać do budowy węzłów komunikacyjnych. Celem przedstawionej pracy będzie sprawdzenie możliwości tego oprogramowania do wizualizacji ruchu na rondzie jednopasmowym oraz skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną. Następnie przeprowadzone zostają eksperymenty symulacyjne, które mają na celu zbadanie przepustowości wymienionych węzłów w zależności od natężenia nasycenia ruchu na wejściach skrzyżowania. Istotną innowacją w przedstawionej pracy będzie sprawdzenie możliwości wizualizacji ruchu pojazdów czasie rzeczywistym, przy zmieniających się parametrach wejściowych w modelu.

W Polsce wytyczne dla potrzeb prac projektowych skrzyżowań zawarto w trzech w opracowaniach Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Dokumenty te zawierają opis metod obliczania przepustowości rond i skrzyżowań, weszły w życie na podstawie Zarządzenia Nr 20 Dyrektora GDDKiA z dnia 23 lipca 2004 roku⁵. W przypadku dokonywania analiz ruchu należy wziąć pod uwagę liczne czynniki wpływające na przepustowość skrzyżowań. Szczegółowe czynniki wpływu można podzielić na cztery grupy główne związane z:

- geometrią skrzyżowania: liczba i szerokość pasów ruchu, ich położenie, liczba wlotów, długości pasów ruchu, nachylenie, promienie skrętu, przejścia dla pieszych, przystanki, wyspy, widoczność, itp.
- organizacją ruchu: rodzaj sterowania, długość cyklu i długość poszczególnych faz sygnałów w sygnalizacji świetlnej, dopuszczalne kierunki ruchu, kolizyjność poszczególnych pasów, itp.
- natężeniem ruchu: natężenie ruchu badanej relacji, zmienność natężenia ruchu, struktura pojazdów, natężenie ruchu pieszych i inne,
- sąsiedztwem innych węzłów komunikacyjnych i ich wpływem na analizę ruchu na badanym skrzyżowaniu.

W odniesieniu do obowiązujących instrukcji GDDiA, należy przypomnieć podstawy teoretyczne w tym zakresie. Do najważniejszych pojęć należy tzw. natężenie nasycenia (S). Jest to maksymalny możliwy odpływ pojazdów z kolejki na pasie ruchu lub grupie pasów ruchu podczas trwania efektywnego sygnału zielonego w zależności od panujących warunków ruchowych i drogowych i jest obliczane za pomocą wzoru (1).

³ Allsop R. E., Tracz M.: Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. WKiŁ, Warszawa 1990.

⁴ Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego teoria i praktyka, Warszawa, WKiŁ, 2008.

⁵ Metoda obliczania przepustowości rond MOP-R-04. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną MOP-SZS-04. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej MOP-SBS-04. Instrukcja obliczeniowa. GDDKiA, Warszawa, 2004.

$$S = \frac{3600}{\Delta t} (P/hz) \quad (1)$$

gdzie:

- Δt – przeciętny odstęp czasu między kolejnymi pojazdami opuszczającymi kolejkę (s),
mierzony na linii zatrzymań, średnio przyjmuje się $\Delta t = 1,9 s$.

W ten sposób obliczone jest natężenie nasycenia pasa ruchu dla bezkolizyjnego przebiegu ruchu w czasie jednej godziny efektywnego sygnału zielonego, w stosunku do przeciętnego odstępu czasu pomiędzy odjeżdżającymi pojazdami z kolejki wyznaczonej w linii zatrzymania, jednostka to pojazdy na godzinę. Zwykle w większości przypadków występują sytuacje z kolizyjnym przebiegiem ruchu, dochodzi do powstania silnej zależności natężenia nasycenia do obciążonego przeciwległego wlotu. Dlatego ważne jest zastosowanie odpowiednich wzorów, będącymi współczynnikami, które korygują nasze wyjściowe natężenie nasycenia S_0 .

Przepustowość pasa ruchu (C_j) jest to maksymalna liczba pojazdów, które mogą przejechać linię zatrzymań pasa ruchu przy określonych warunkach: geometrycznych, otoczenia, ruchu i przy określonym programie sygnalizacji w danym okresie z przeliczeniem na godzinę (P/h). Analizowanym okresem jest zwykle 15 minut lub 1 godzina. Przepustowość (C) w ogólnym ujęciu zależy od natężenia nasycenia (S) i parametrów programu sygnalizacji (G_e) i (T). Pomiędzy przepustowością a natężeniem nasycenia zachodzi związek (2).

$$C = S \cdot \frac{G_e}{T} (P/h) \quad (2)$$

gdzie:

- C – przepustowość (P/h),
S – natężenie nasycenia (P/hz),
 G_e – efektywny sygnał zielony (s),
T – cykl sygnalizacji (s).

W ocenie sprawności obliczeniowej grupy pasów, wlotu lub skrzyżowania wykorzystuje się oprócz przepustowości także stopień wykorzystania przepustowości X zdefiniowany wzorem (3) jako:

$$X = \frac{Q}{C} \quad (3)$$

gdzie:

- Q – natężenie ruchu, odpowiednio w obliczeniowej grupie pasów, na wlocie lub skrzyżowaniu (P/h),
C – przepustowość, odpowiednio w obliczeniowej grupie pasów, na wlocie lub skrzyżowaniu (P/h).

Przepustowość obliczeniowej grupy pasów (C_{gr}) jest to maksymalna liczba pojazdów, które mogą przejechać linię zatrzymań obliczeniowej grupy pasów ruchu przy określonych warunkach: geometrycznych, otoczenia i strukturze kierunkowej ruchu przy określonym

programie sygnalizacji w danym okresie analizy z przeliczeniem na godzinę (P/h). Przepustowość dla obliczeniowej grupy pasów ruchu również oblicza się na podstawie wzoru (2). Pozostałe definicje w tym przepustowość skrzyżowania, przepustowość wlotu skrzyżowania oraz metodologię postępowania można odnaleźć w instrukcjach GDDiA. Analizy przepustowości mają na celu między innymi:

1. sprawdzenie przepustowości i ocenę warunków ruchu pojazdów korzystających z pasa ruchu lub grupy pasów ruchu, przy znanym rozwiązaniu geometrycznym, znanych natężeniach ruchu oraz typie i programie sygnalizacji,
2. określenie natężeń krytycznych, przy których będą jeszcze zapewnione odpowiednie warunki ruchu tzw. poziom swobody ruchu (PSR),
3. zaprojektowanie programu sygnalizacji przy zadanych warunkach ruchu (PSR), znanych natężeniach i rozwiązaniu geometrycznym,
4. ustalenie typu skrzyżowania i/lub jego elementów geometrycznych przy zadanych dopuszczalnych warunkach ruchu (PSR), znanych natężeniach ruchu i wariantowych programach sygnalizacji dostosowanych do geometrii skrzyżowania i organizacji ruchu.

Obliczenie natężenia nasycenia poszczególnych pasów ruchu na wlocie sprowadza się do wykonania następujących kroków:

- I. Obliczenie natężenia nasycenia poszczególnych relacji na pasach traktowanych jak wydzielone dla tych relacji.
 - II. Dokonanie rozkładu ruchu pomiędzy pasami grupy obliczeniowej.
 - III. Obliczenie natężenia nasycenia pasa uwzględniając udział poszczególnych relacji na pasie i wpływ przystanków komunikacji zbiorowej.
- I. Obliczenie natężenia nasycenia na poszczególnych pasach.

Zależność (4) dla relacji na wprost S_w :

$$S_w = [S_0 + 200 \cdot (w - 3,5) - 30 \cdot \delta_i \cdot i] \cdot \frac{1}{1 + u_c} \quad (P/hz) \quad (4)$$

gdzie:

- S_0 – wyjściowe natężenie nasycenia (E/hz), dla relacji bezkolizyjnych na pasie $S_0=1900$ (E/Hz) w przypadku gdy zaś relacja korzysta ze wspólnego pasa z relacją skrotną o kolizyjnym przebiegu w danej fazie sygnalizacyjnej $S_0=1700$ (E/Hz)
- w – szerokość pasa ruchu $2,5 < w < 3,5$ (m)
- δ_i – wskaźnik kierunku pochylenia, $\delta_i=1$ dla wlotu położonego na wzniesieniu tj. pod górę, $\delta_i=0$ dla wlotu położonego na spadku tj. w dół
- i – średnie pochylenie wlotu na odcinku 30 m przed linią zatrzymania (%)
- u_c – udział pojazdów ciężkich w ruchu

Zależność (5) dla bezkolizyjnych relacji skrotnych w lewo lub w prawo S_r :

$$S_r = [S_0 + 80 \cdot (w - 3,5) - 30 \cdot \delta_i \cdot i - 160 \cdot \delta_k - 70 \cdot \delta_t] \cdot \frac{10^{-3} \cdot R + 1,025}{(1 + \frac{2}{R})} \cdot \frac{1}{1 + u_c} \quad (5)$$

gdzie:

S_0, w, δ_b, u_C – j.w.

δ_k – wskaźnik położenia pasa, $\delta_k = 1$ gdy przy chodniku, $\delta_k = 0$ gdy nie jest przy chodniku;

δ_t – wskaźnik przejazdu przez torowisko $\delta_t = 1$ gdy przecina, $\delta_t = 0$ gdy nie przecina;

R – promień skrętu z przedziału 6÷35m. Dla promieni $R > 35$ metrów należy przyjąć mnożnik równy 1,0 w podanym wzorze : $\frac{10^{-3} \cdot R + 1,025}{(1 + \frac{2}{R})}$.

Zależność (6) dla relacji skrętnych kolizyjnych z ruchem pieszych S_r :

$$S_r = S_0 \cdot f_p \cdot \frac{1}{1 + u_c} \quad (6)$$

gdzie:

S_0 – wyjściowe natężenie nasycenia $S_0 = 1450$ E/hz,

f_p – współczynnik uwzględniający wpływ pieszych na przejściu na wylocie na natężenia nasycenia relacji skrętnych czyli efekt blokowania ruchu przez pieszych obecnych na przejściu w czasie sygnału zielonego dla skręcających pojazdów,

u_C – j.w.

II. Dokonanie rozkładu ruchu pomiędzy pasami grupy obliczeniowej.

a) gdy z pasa korzysta jedna relacja: $S_j^w = S_r$,

b) gdy z pasa korzysta kilka relacji: $S_j^w = \frac{1}{\frac{u_l}{S_l} + \frac{u_w}{S_w} + \frac{u_p}{S_p}}$

gdzie:

u_l, u_w, u_p – udział w ruchu na danym pasie dla relacji: w lewo, na wprost, w prawo,

S_l, S_w, S_p – natężenie nasycenia na danym pasie dla relacji: w lewo, na wprost oraz w prawo

III. Obliczenie natężenia nasycenia pasa uwzględniając udział poszczególnych relacji na pasie i wpływ przystanków komunikacji zbiorowej.

$$S_j = S_j^w \cdot f_a \cdot f_t$$

gdzie:

S_j^w – natężenie nasycenia pasa ruchu j uwzględniający czynniki geometryczne, kolizyjność relacji i strukturę rodzajową,

f_a – współczynnik korygujący uwzględniający wpływ przystanku autobusowego,

f_t – współczynnik korygujący uwzględniający wpływ przystanku tramwajowego.

W przypadku współczynnika korygującego wpływ przystanku autobusowego, jeżeli autobus zatrzymuje się na wlocie: $f_a = 1 - \frac{Q_a \cdot t_b}{3600}$

Jeżeli jest przystanek autobusowy: $f_a = 1 - \frac{Q_a \cdot t_b - t_0}{3600}$

gdzie:

- Q_a – natężenie autobusów zatrzymujących się na przystanku (P/h)
- t_b – średni efektywny czas blokowania pasa przez autobus (s) najczęściej $t_b=30s$
- t_0 – sumaryczne zmniejszenie czasu blokowania na linii zatrzymań w ciągu godziny

W przypadku współczynnika $t_0 = \frac{l_a}{u_w \cdot l_p} \cdot \frac{3600}{S_j^w} \cdot Q_a$ korygującego wpływ przystanku tramwajowego należy przyjąć:

$$f_t = 1 - \frac{1}{G_e} \cdot \left[2,2 \cdot q_t \cdot \left(9,14 \cdot \frac{G_e}{T} + 1 \right) - B \right]$$

gdzie:

$$B = q_t \cdot (1,62 \cdot q_t^2 + 1,38 \cdot q_t - 0,21)$$

$$q_t = Q_t \cdot \frac{T}{3600}$$

- q_t – natężenie ruchu tramwajowego (tramwaj/cykl),
- Q_t – natężenie ruchu tramwajowego (tramwaj/h),
- B – człon stosowany w przypadku podwójnych przystanków

Realizacja modelu ronda i skrzyżowania w środowisku symulacyjnym

Podstawowym elementem z biblioteki programu jaki został użyty do budowy modelu skrzyżowywania i ronda jest obiekt typu przenośnik taśmowy (*ang. conveyor*). Znajduje on różnorakie zastosowanie w modelowaniu, więc z powodzeniem może służyć do symulacji drogi. Standardową teksturę w postaci rolek wystarczy zastąpić teksturą jezdni i uzyskujemy bardzo dobry efekt wizualny, w postaci pasa drogowego. Obiekt przenośnik taśmowy posiada wiele zmiennych które można dowolnie zmieniać, a także programować własny kod źródłowy. Do najważniejszych parametrów na które użytkownik ma wpływ jest możliwość akumulacji elementów przepływu. Jeśli odpowiednie pole nie jest zaznaczone, przenośnik nie gromadzi elementów przepływu, w analizowanym przypadku będą to pojazdy. W przenośniku nie akumulującym cały przenośnik zatrzymuje się, jeśli przepływ osiągnie koniec taśmy i nie może opuścić obiektu. Jeśli akumulacja jest włączona wówczas przenośnik gromadzi elementy przepływu, aż do zadanej pojemności. W realnej sytuacji pojazdy

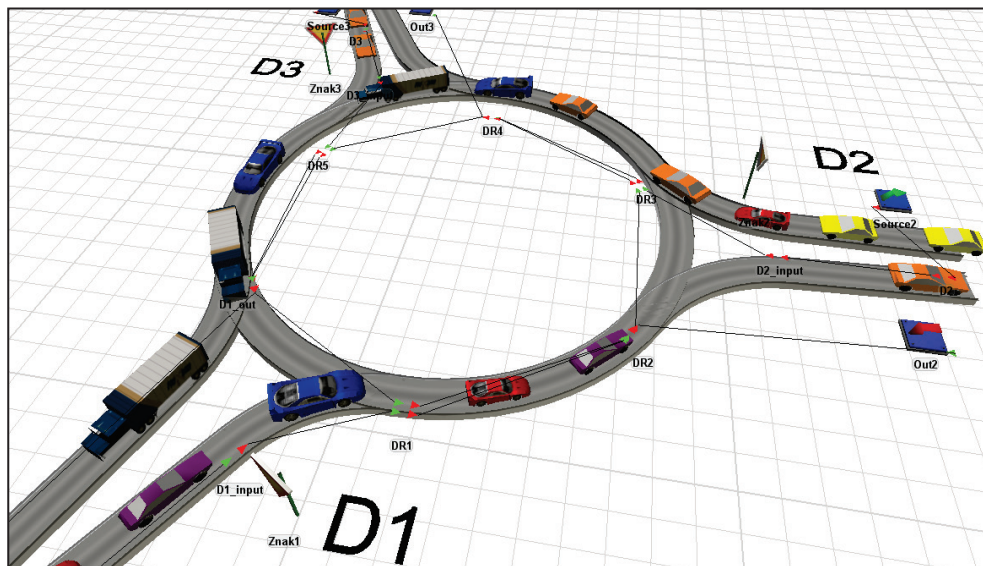
będą kontynuować ruch wzdłuż długości taśmy przenośnika, aż do momentu w którym osiągną zdefiniowaną ilość. Wówczas strumień zostanie zatrzymany. Odległość między skumulowanymi w kolejce pojazdami jest określona przez tzw. regułę odstępu, która może być edytowana. Użytkownik może definiować prędkość elementu przepływu za pomocą liczb stałych lub w rozkładzie statystycznym. Obiekt jest w pełni skalowalny w osiach x, y, z. Następnym ważnym parametrem jest tzw. długość virtualna. Pole to umożliwia określenie konkretnej długości przenośnika, która różni się od rzeczywistej długości układu. Jeśli wprowadzone jest 0 (domyślnie), zostanie użyta normalna długość układu przenośnika. W przeciwnym razie wartość w tym polu będzie używana jako długość przenośnika. To pole jest używane, jeśli zachodzi potrzeba zasymulowania bardzo długiego odcinka przenośnika, bez zajmowania dużej przestrzeni w modelu. Istnieje jeszcze bardzo wiele użytecznych funkcji m. in. zamykanie lub otwieranie portów wejściowych i wyjściowych oraz możliwość programowania własnych funkcji. Dzięki temu przenośnik taśmowy okazał się najlepszy do budowy analizowanych węzłów komunikacyjnych.

Elementy przepływu (pojazdy) generowane są w obiektach źródło: *Source1*, *Source2*, *Source3*. Zastosowano rozkład wykładniczy z parametrem skali 2, 5, 8 sekund dla kolejnych serii eksperymentów, który najlepiej dopasowywał się do rzeczywistych warunków pojawiania się pojazdów na wlotach skrzyżowań. Międzyczasami pojawiania się kolejnych elementów przepływu określone są w źródłach parametrem *InterArrival-Time*. Do zadawania parametrów wejściowych źródeł wykorzystano tabelę globalną z wartościami numerycznymi. Zmieniające się kształty i wymiary pojazdów generowane są losowo dzięki specjalnej procedurze napisanej jako kod niestandardowy. Do użycia elementów przepływu wykorzystano standardowe obiekty typu *Sink*. Dla skrzyżowania elementem sterującym jest kolejka jest to standardowy obiekt z biblioteki typu *Queue*. Do zmian faz w pojedynczym cyklu sygnalizacji, napisano procedurę programu opartą na przełączniku typu *switch: case 1, 2, ... n*, przy czym wartości czasów poszczególnych faz są stałe. W przeprowadzonych eksperymentach zmienia się jedynie parametr skali rozkładu wykładniczego, który determinuje międzyczasami wejścia kolejnego pojazdu do modelu. Przyjęto następujące parametry wspólne dla badanych modeli ronda i skrzyżowania:

- rondo jednopasmowe 3 wloty, średnica wewnętrzna około 16 m,
- brak czynnika nachylenia jezdni, wszystkie wloty na jednym poziomie
- brak wpływu otoczenia i innych skrzyżowań w pobliżu,
- szerokość pasa ruchu 3 m,
- wejścia pojazdów w rozkładzie wykładniczym z parametrem skali dla poszczególnych serii eksperymentów średnio co 2, 5, 8 s,
- średnia prędkość przejazdu przez rondo i skrzyżowanie około 20 km/h,
- efektywny czas zielonego światła dla każdej z dróg po 40s + 20s dla pieszych na skrzyżowaniu z sygnalizacją,
- losowo generowanych jest siedem typów pojazdów o różnych długościach zbliżonych do rzeczywistych pojazdów, samochody osobowe i ciężarowe,
- skrzyżowanie typu rondo funkcjonuje na zasadzie pierwszeństwa przejazdu dla pojazdu znajdującego się na rondzie.

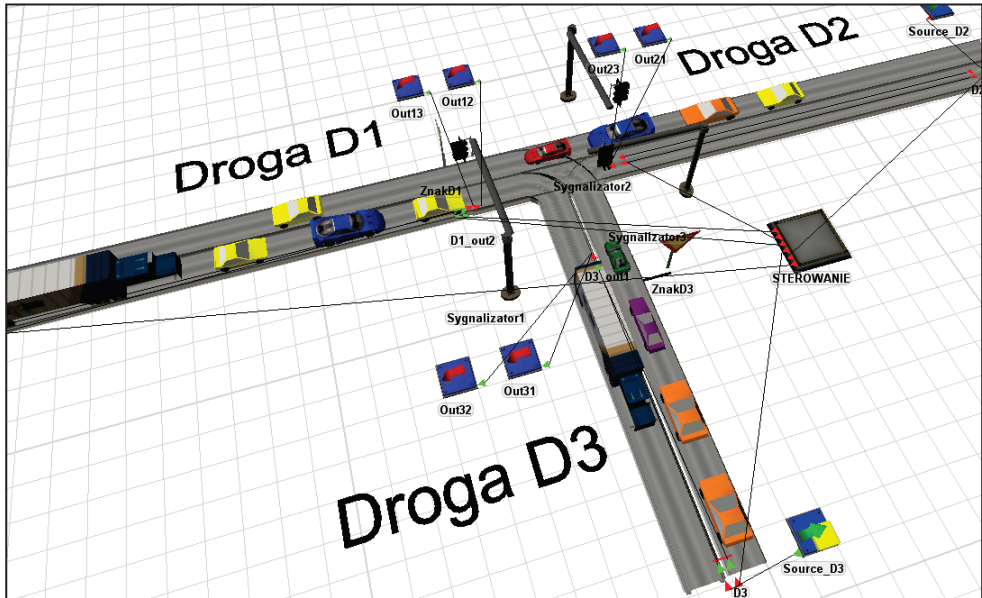
Na rysunkach 1, 2 przedstawiono wizualizacje wykonanych w środowisku programu modeli ronda i skrzyżowania. Skrzyżowanie typu rondo nie posiada sygnalizacji świetlnej. Każdy wlot monitorowany jest przez program sprawdzający, czy jest wolny wystarczająco

odcinek drogi po lewej stronie aby nowy pojazd mógł wjechać na rondo. W przypadku zajętości pasa po lewej stronie pojazd wjeżdżający musi czekać.



Rys. 1. Model symulacyjny ronda jednopasmowego

Po uruchomieniu zaprojektowanych modeli dokonano wizualnej oceny jakości symulacji. Pojazdy generowane w sposób losowy poruszały się płynnie i nie zderzały się ze sobą. Napisane oprogramowanie do sterowania sygnalizacją świetlną oraz ruchem na rondzie sprawdziło się. Istotnym mankamentem przedstawionych modeli była niewłaściwa geometria pasów ruchu i wymiarowanie. Nie dysponowano odpowiednią dokumentacją planistyczną aby dopasować model symulacyjny do rzeczywistego przypadku. Nie było to jednak celem pracy, chodziło jedynie o sprawdzenie możliwości przeprowadzania tego typu symulacji, a nie realizacja projektu skrzyżowania istniejącego w rzeczywistości. W związku z powyższym na skrzyżowaniu z sygnalizacją pojazdy ciężarowe nie mieściły się na pasach. Podczas skrętu pojazdy ciężarowe wychodziły poza obszar drogi, po pokonaniu zakrętu wracały na wyznaczony tor przebiegu taśmowego. Aby poprawić zaistniałą sytuację należy lepiej wyprofilować i rozszerzyć pasy ruchu w strefie skrętu. Dysponując rzutami typu CAD można w bardzo precyzyjny sposób dopasować wymiary skrzyżowania do istniejącego przypadku. Nie uwzględniano kinematyki pojazdów, tj. przyspieszania i zwalniania w momentach startu i hamowania. Przyjęto prędkość średnią. Niemniej jednak oprogramowanie daje takie możliwości. W pogłębionych analizach można zdefiniować odpowiednie parametry programu dla wyboru losowych prędkości w wybranym przedziale.



Rys. 2. Model symulacyjny skrzyżowania z sygnalizacją

Warto przypomnieć, że w systemie można zmieniać wiele parametrów symulacji jednocześnie. Są do dyspozycji dwa bardzo mocne narzędzia eksperyment symulacyjny oraz optymalizator, dzięki którym można badać różne konfiguracje sterowania ruchem przy zmieniających się warunkach natężenia. Eksperymenty symulacyjne mogą dotyczyć obserwacji wielu parametrów modelu np.:

- przeciętnego, maksymalnego i minimalnego czasu przebywania pojazdu w systemie;
- wpływu na przepustowość skrzyżowania zmian długości cyklu oraz faz dla poszczególnych sygnałów sygnalizacji;
- zmian natężenia ruchu na wybranych wlotach skrzyżowania na przepustowość skrzyżowania;
- udziału i struktury pojazdów oraz ich wpływu na płynność ruchu;
- czasów blokowania wejść i wyjść elementów przepływu w systemie;
- ilości wjeżdżających i wyjeżdżających pojazdów na dowolnych wlotach i wylotach skrzyżowania.
- wpływu zmian prędkości na czas przebywania elementu przepływu w systemie;
- analiza bezpieczeństwa ruchu i inne.

Podsumowanie i wnioski

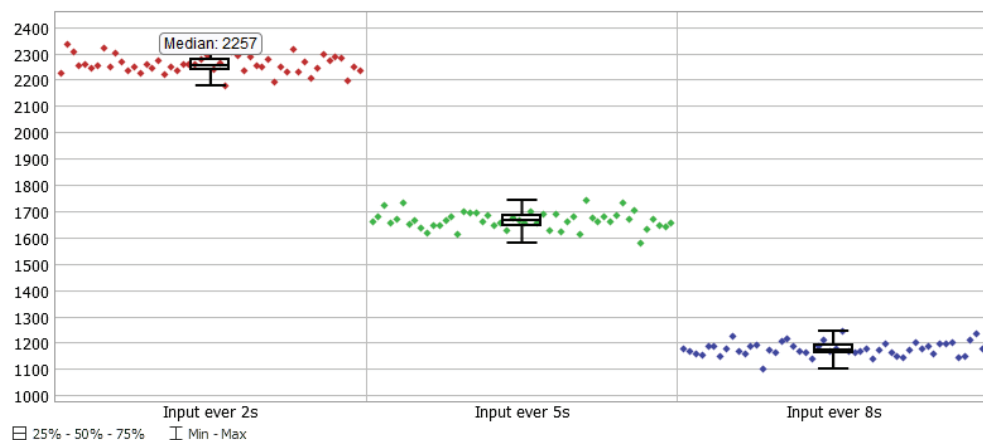
Na kolejnych rysunkach 3 i 4 przedstawiono wyniki eksperymentów dla testowanych modeli. Wyznaczono przedziały ufności przewidywanej całkowitej liczby przejeżdżających

pojazdów, dla scenariuszy wejścia w rozkładzie wykładniczym z parametrem skali 2, 5 i 8 sekund. Co oznacza, że w poszczególnych scenariuszach pojazd na wejściu będzie się pojawiał przeciętnie co 2, 5 i 8 sekund. Statystyczny rozkład prawdopodobieństwa, który najlepiej odzwierciedli rzeczywisty czas pomiędzy kolejnymi przybyciami to rozkład wykładniczy o wartości skali 2, 5 i 8.

Statystyka dotyczyła całkowitej liczby pojazdów co oznacza, że dane zbierane były na wszystkich wylotach ze skrzyżowania lub ronda jako jedna grupa danych. Statystyka może być też prowadzona oddzielnie dla każdego obiektu, dotyczy zarówno wejść jak i wyjść z systemu.

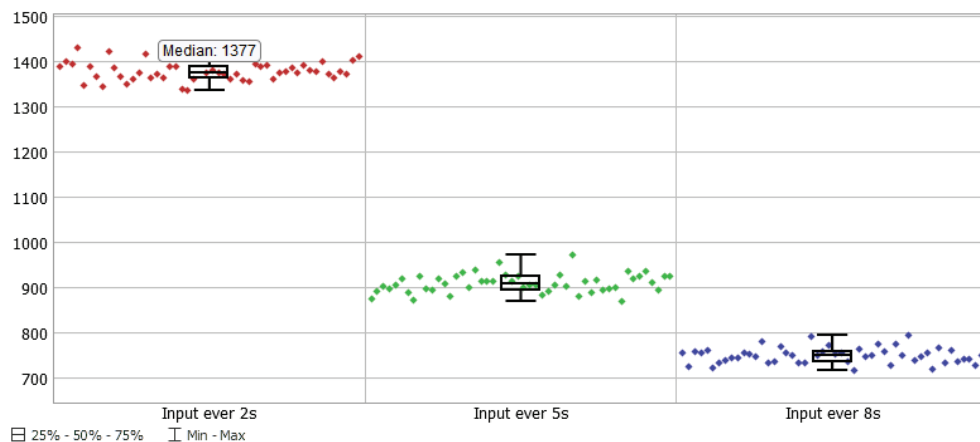
Dla celów badawczych zbudowano wirtualne modele ronda oraz skrzyżowania jednopasmowego z sygnalizacją świetlną. Po sprawdzeniu poprawności ich działania, wykonano eksperymenty dla trzech różnych wariantów natężenia ruchu w ciągu jednej godziny. Pojedynczy eksperyment składał się z pięćdziesięciu replikacji dla każdego wariantu. Uzyskano 90 procentowe przedziały ufności przewidywanej liczby przejeżdżających pojazdów przez rondo (rys. 3) i skrzyżowanie (rys. 4).

Informacje teoretyczne na temat szacowania przedziałów ufności można odnaleźć w wielu podręcznikach z zakresu statystyki⁶. Uzyskane wyniki w postaci liczbowej dla ronda (tj. wartość maksymalna, minimalna oraz mediana) zaprezentowano w tabeli 1, dla skrzyżowania w tabeli 2.



Rys. 3. Liczba pojazdów przejeżdżających przez rondo dla scenariuszy wejścia średnio co 2, 5, 8 s.

⁶ Aczel, A. D.: Statystyka w zarządzaniu, PWN, Warszawa 2000.



Rys. 4. Liczba pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie dla scenariuszy wejścia co 2, 5, 8 s.

Tabela 1. Statystyki dotyczące liczby pojazdów przejeżdżających przez rondo

Wejścia do systemu	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Input ever 2s	2251.0	< 2258.9	< 2266.7	32.8	2178.0	2337.0
Input ever 5s	1658.7	< 1666.4	< 1674.1	32.3	1581.0	1742.0
Input ever 8s	1171.4	< 1177.7	< 1184.0	26.5	1101.0	1247.0

Tabela 2. Statystyki dotyczące liczby pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie

Wejścia do systemu	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Input ever 2s	1374.6	< 1379.8	< 1384.9	21.8	1336.0	1435.0
Input ever 5s	904.7	< 909.6	< 914.5	20.7	869.0	972.0
Input ever 8s	745.1	< 749.3	< 753.5	17.6	716.0	795.0

Zastosowane oprogramowanie FlexSim ver. 2017 spełniło wymagania w zakresie możliwości badania przepustowości węzłów komunikacyjnych metodami symulacyjnymi. Silną stroną programu jest wbudowany optymalizator i narzędzie do przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych. Moc eksperymentu polega na możliwości wielokrotnego testowania modelu podczas jednokrotnego uruchomienia. Łącznie dla testowanych dwóch modeli przeprowadzono 300 powtórzeń uruchomienia (150 na model), po 50 replikacji dla każdego scenariusza. Tego typu eksperymenty pozwalają to na sprawdzenie wydajności węzła komunikacyjnego w fazie projektowania, przed rozpoczęciem nakładów inwestycyjnych.

W wyniku eksperymentu okazało się, że dla średniego natężenia ruchu małe rondo jest lepszym rozwiązaniem, niż skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną. Tym bardziej jest to

uzasadnione, że w przypadku skrzyżowania należy uwzględnić koszty eksploatacyjne związane z utrzymaniem sygnalizacji. Rondo zajmuje za to większą powierzchnię i nie zawsze istnieją warunki do jego budowy. Realnym problemem było zaprojektowanie odpowiedniego kąta krzywizny jezdni, gdyż nie dysponowano odpowiednimi projektami budowlanymi. Cel pracy został zrealizowany, ponieważ w oprogramowaniu symulacyjnym ogólnego przeznaczenia jakim jest FlexSim można budować modele węzłów komunikacyjnych, a także dokonywać wielu analiz takiego systemu. Istnieje wiele obiektów w bibliotece programu, które można zaprogramować w sposób odpowiadający użytkownikowi, aby realizowały odpowiednie zadania. Przedstawione przykłady nie odwzorowują dokładnie rzeczywistości z przyczyn wyżej opisanych, ale bardzo dobrze spełniają funkcje dydaktyczne w warunkach laboratoryjnych.

Bibliografia

- Aczel, A. D.: Statystyka w zarządzaniu, PWN, Warszawa, 2000.
- Allsop R. E., Tracz M.: Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. WKiŁ, Warszawa, 1990.
- Dubicz T.: Modelowanie i symulacje ruchu rys historyczny i aktualnie stosowane oprogramowanie, Zeszyty naukowo-techniczne SITK RP Oddział w Krakowie, Nr 148, Kraków, 2009.
- Gaca S. Suchorzewski W. Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego teoria i praktyka, Warszawa, WKiŁ, 2008.
- Macioszek, E.: Przegląd metod obliczania przepustowości małych rond stosowanych w różnych krajach. Zeszyty Naukowe, Transport, Politechnika Śląska, 83-90, 2010.
- Metoda obliczania przepustowości rond MOP-R-04. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną MOP-SZS-04. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej MOP-SBS-04. Instrukcja obliczeniowa. GDDKiA, Warszawa, 2004.

OCENA FUNKCJONOWANIA LOGISTYKI W PRZEDSIĘBIORSTWACH BRANŻY ROLNO-SPOŻYWCZEJ

Maciej Kuboń^{1,2}, Grzegorz Dzieniszewski², Ireneusz Kaczmar², Elżbieta Olech¹,
Mariusz Ziaja¹

¹ Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska
w Przemyślu

Wprowadzenie

Przemysł przetwórstwa rolno-spożywczego jest jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się sektorów polskiej gospodarki. Jest on odpowiedzialny za wytwarzanie ok. 6% produktu krajowego brutto (PKB) oraz za 17,1% produkcji sprzedanej przemysłu ogółem. W latach 2003-2013 wartość eksportu polskiej żywności wzrosła ponad 3,5-krotnie z poziomu ok. 5 mld zł do 17,5 mld zł. Dodatnie saldo w polskim handlu zagranicznym żywnością systematycznie się zwiększa. Dzięki temu Polska jest w pierwszej 10-ce eksporterów wyrobów spożywczych w Europie (GUS 2003-2013).

Polski sektor przetwórstwa rolno-spożywczego po 1989 roku przeszedł szereg znaczących przemian. Najpierw w latach 90-tych XX wieku, miały one charakter przede wszystkim własnościowy i były wynikiem transformacji gospodarczej, w wyniku której gospodarkę centralnie zarządzaną zastąpiła wolnorynkowa. Na przełomie stuleci i w pierwszej dekadzie XXI wieku, przemiany zachodzące w przemyśle spożywczym dotyczyły przede wszystkim struktur organizacyjnych przedsiębiorstw oraz stosowanych procesów technologicznych. Były one wynikiem starań Polski o przystąpienie do Unii Europejskiej (UE), co wiązało się z koniecznością dostosowania produkcji żywności do unijnych regulacji prawnych oraz norm technologicznych, a przede wszystkim jakościowych. W przypadku produkcji żywności, właśnie zapewnienie jej odpowiedniej jakości nabiera szczególnego znaczenia. Część branż przemysłu spożywczego wytwarza artykuły żywnościowe, w przypadku których odpowiednia jakość związana jest ze świeżością lub zapewnieniem krótkich terminów przechowywania w odpowiednich warunkach, np. w chłodniach. Zdecydowana większość rozwiązań logistycznych stosowanych w przedsiębiorstwach przetwórstwa rolno-spożywczego jest w zasadzie bardzo podobna jak w innych gałęziach przemysłu¹. Specyficzne są właśnie te, które dotyczą zapewnienia odpowiedniej jakości żywności, służą kontroli jej bezpieczeństwa lub umożliwiają śledzenie pochodzenia, procesów przetwarzania i produkcji artykułów żywnościowych na całej długości łańcucha logistycznego (ang.

¹ Wicki L., Jałowiecki P.: Zróżnicowanie poziomu organizacji logistyki w wybranych branżach agrobiznesu, „Logistyka”, nr 3, publikacja w wersji elektronicznej, 2010.

Traceability). W konsekwencji bardzo ważne jest więc odpowiednio efektywne zarządzanie łańcuchem dostaw oraz przepływami informacyjnymi^{2,3,4}.

Wielu autorów potwierdza, że odpowiednia organizacja logistyki stanowi jeden z kluczowych czynników warunkujących możliwość efektywnego funkcjonowania na rynku spożywczym, jak również osiągnięcia przewagi konkurencyjnej^{5,6}. Jej znaczenie wzrasta dodatkowo w obliczu dużej liczby i znaczącego rozproszenia zarówno dostawców surowców rolnych, jak i odbiorców produktów żywnościowych w Polsce i na świecie.

Postępująca liberalizacja handlu międzynarodowego prowadzi do globalizacji przemysłu rolno-spożywczego i rozszerzania się obszaru konkurencyjności przedsiębiorstw agrobiznesu. Zmieniające się dynamicznie otoczenie polskich przedsiębiorstw agrobiznesu stawia przed nimi poważne wyzwania w zakresie podnoszenia konkurencyjności. Istotnym obszarem poprawy konkurencyjności polskiego agrobiznesu może okazać się logistyka. Lepsza organizacja logistyki w przedsiębiorstwach przetwórstwa rolno-spożywczego może prowadzić do obniżenia kosztów oraz podniesienia poziomu obsługi klientów⁷.

Dla Polski agrobiznes jest szczególnie ważny, ponieważ nasz kraj jest szóstym producentem żywności w Unii Europejskiej, a wytworzona przez polski agrobiznes wartość dodana brutto stanowi około 4% jej wartości w gospodarce narodowej i około 6% PKB⁸.

Sektor rolno-spożywczy to jeden z największych subsystemów gospodarki, o czym świadczy wolumen tworzonego produktu, jak i potencjał zaangażowany w wytwarzanie i dystrybucję produktów powstałych z surowców rolniczych⁹. Struktura branżowa jest bardzo złożona, gdyż obejmuje zarówno wytwarzanie środków do produkcji w rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym, jak też rolnictwo i branże zajmujące się pierwotnym i wtórnym przetwórstwem¹⁰. Postępująca liberalizacja handlu międzynarodowego prowadzi do globalizacji przemysłu rolno-spożywczego i rozszerzania się obszaru konkurencyjności przedsiębiorstw agrobiznesu, a zmieniające się dynamicznie otoczenie polskich przedsiębiorstw agrobiznesu stawia przed nimi poważne wyzwania w zakresie podnoszenia konkurencyjności. Istotnym obszarem poprawy konkurencyjności polskiego sektora rolno-spożywczego może okazać się logistyka. Lepsza organizacja logistyki w tych przedsiębiorstwach może prowadzić do obniżenia kosztów oraz podniesienia poziomu obsługi klientów.

² Hamprecht J., Corsten D., Noll M., Meier F.: Controlling the sustainability of food supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(1), 7-10, 2005.

³ Blackburn J., Scudder G.: Supply Chain Strategies for Perishable Products: the Case of Fresh Produce. *Production and Operations Management*, 18(2), 129-137, 2009.

⁴ Rong A., Akkerman R., Grunow M.: An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421-429, 2011.

⁵ Kuboń M., Krasnodębski A.: Logistic cost in competitive strategies of enterprises. *Agricultural Economics*. 56, s. 397-402, 2010.

⁶ Klepacki B.: Rozwój logistyki jako czynnik wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw agrobiznesu. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 10(3), 307-311, 2008.

⁷ Baran J.: Logistyka w przedsiębiorstwach agrobiznesu. *Logistyka*, nr 3, 2011

⁸ Klepacki B., Wicki L.: Systemy logistyczne w funkcjonowaniu przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, ISBN 978-83-7583-547-2, 2014.

⁹ Kapusta F.: Agrobiznes w służbie potrzeb człowieka, *Prace Naukowe nr 901*, Wyd. AE, Wrocław 2001.

¹⁰ Pietrzak M., Baran J., Maciejczak M.: Zakres i rola logistyki w przedsiębiorstwach mleczarskich, *Wiś Jutra*, nr 1(138), 2010.

Według Klepackiego i Wickiego¹¹ polskie rolnictwo i przetwórstwo dobrze radzi sobie z wyzwaniami. Świadczy o tym wiele elementów, jednak najbardziej syntetycznie wskazuje na jego rolę saldo obrotów w handlu międzynarodowym. W okresie poprzedzającym akcesję do Unii Europejskiej Polska miała ujemny bilans handlowy produktami żywnościowymi z tym ugrupowaniem gospodarczym. Istniała więc obawa, że po integracji zjawisko to się jeszcze pogłębi. Tymczasem, wbrew oczekiwaniom, po 2005 roku Polska poprawiła bilans handlowy tymi produktami, o czy świadczy dodatni poziom salda handlowego. Na przykład obroty towarowe produktami rolno-spożywczymi w 2012 roku wynosiły: eksport 75,2 mld zł, import 57,0 mld zł, a więc saldo wyniosło +18,2 mld zł¹². Saldo obrotów handlowych Polski w latach 2009-2012 wynosiło kolejno (w mld zł): -40,1; -55,2, -64,6; -44,7, a samymi produktami żywnościowymi i zwierzętami żywymi odpowiednio: +8,6; +9,4; +11,4 oraz +18,1. Rolnictwo i przemysł spożywczy wykorzystują znaczne zasoby czynników wytwórczych w kraju, w 2011 roku zatrudniały łącznie około 2,5 mln ludzi (w skali kraju prawie 14 mln osób), angażując prawie 13% wartości środków trwałych, a samymi produktami żywnościowymi i zwierzętami żywymi odpowiednio: +8,6; +9,4; +11,4 oraz +18,1¹², a ich udział w produkcji globalnej kraju sięgał 13,4%, wartości dodanej zaś 10,6%¹³.

Rola logistyki w osiągnięciu przewagi konkurencyjnej na rynku

Istotnym czynnikiem poprawy konkurencyjności i efektywności przedsiębiorstw sektora rolno-spożywczego może być logistyka, rozumiana jako zarządzanie działaniami przemieszczania i składowania towarów, które mają umożliwić przepływ produktów z miejsc pochodzenia do miejsc konsumpcji, jak również zarządzanie informacją związaną z produktami. Dotychczas zarządzaniem logistyką interesowały się głównie przedsiębiorstwa handlowe, usługowe, czy też koncerny międzynarodowe, co znajdowało także swoje odzwierciedlenie w licznych publikacjach naukowych i popularno-naukowych z tego zakresu¹⁴. Zainteresowanie logistyką w przedsiębiorstwach agrobiznesu było często niewielkie, jak również relatywnie mało eksponowane w literaturze. W ostatnich latach zarządzający przedsiębiorstwami przetwórstwa rolno-spożywczego coraz częściej poszukują możliwości i sposobów udoskonalenia przepływów materiałowych i informacyjnych. Wydaje się zatem, że zarówno przed środowiskiem praktyków, jak i naukowców związanych z gospodarką żywnościową pojawia się wiele nowych i ważnych wyzwań w tym zakresie^{15,16,17,18,19}.

¹¹ Klepacki B., Wicki L.: Systemy logistyczne w funkcjonowaniu przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, ISBN 978-83-7583-547-2, 2014.

¹² Rocznik Statystyczny Handlu Zagranicznego, 2013.

¹³ Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2012.

¹⁴ Kuboń M., Krasnodębski A.: Logistic cost in competitive strategies of enterprises. *Agricultural Economics*, 56, s. 397-402, 2010.

¹⁵ Kuboń M.: Miejsce i rola infrastruktury logistycznej w funkcjonowaniu przedsiębiorstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 9(97). Kraków, 2007.

¹⁶ Kuboń M.: Koszty infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 10(108). Kraków, 2008.

¹⁷ Michałek R., Kuboń M.: Poziom infrastruktury logistycznej a wyniki produkcyjne w wybranych gospodarstwach Polski południowej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* Nr 2. Warszawa, 33-38, 2009.

¹⁸ Klepacki B.: Logistyka jako potrzeba i szansa rozwojowa gospodarki polskiej. *Wiś Jutra*, nr 1, 24-25, 2010.

¹⁹ Kuboń M.: Poziom i wykorzystanie infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Logistyka* 3, 30-33, 2011.

Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że szczególnie zaniedbana w tym zakresie jest sfera rolnictwa i zaopatrzenia surowcowego, co wynika z ogromnego rozdrobnienia produkcji i zwykle małej efektywności wprowadzanych rozwiązań logistycznych w takich przedsiębiorstwach. W przedsiębiorstwach zajmujących się przetwórstwem rolno-spożywczym poziom zaawansowania rozwiązań logistycznych jest na znacznie wyższym poziomie. W dużych przedsiębiorstwach rozwiązania logistyczne są zbliżone do tych obserwowanych w innych sferach przetwórstwa przemysłowego. Ważnym ograniczeniem jest rozdrobnienie przetwórstwa oraz niska trwałość produktów i surowców. Wymusza to często zarządzanie procesami logistycznymi z uwzględnieniem dodatkowych czynników.

Rola logistyki w agrobiznesie jest szczególnie istotna ze względu na specyfikę tego sektora przejawiającą się między innymi²⁰:

- znaczną nierównowagą czasową podaży i popytu na produkty rolne (dotyczy to zwłaszcza produkcji roślinnej, a w tym takich branż, jak przetwórstwo zbóż oraz owoców i warzyw); wiele produktów rolnych uzyskuje się tylko raz w roku i to w określonym sezonie (truskawki – wczesnym latem, zboża – latem, jabłka – głównie jesienią itd.); w związku z w miarę wyrównanym popytem na pieczywo, warzywa, owoce itp. konieczne jest przechowywanie,
- wielu surowców, niezbędne są więc magazyny, co wiąże się z ponoszeniem kosztów,
- w obsłudze rolnictwa konieczne jest tworzenie specyficznych magazynów, zdecydowana większość produktów niewłaściwie przechowywanych po prostu ulega zepsuciu; w przypadku wielu produktów magazyny nie mogą mieć charakteru uniwersalnego (takie magazyny są tańsze), muszą bowiem zapewnić konkretne wymagania co do na przykład temperatury, wilgotności czy przepływu powietrza, a więc są to inwestycje dość drogie,
- niską podatnością transportową i magazynową wielu produktów rolnych (np. mleko, mięso, owoce i warzywa); produkty te zawierają często 80-90% wody, są mało skoncentrowane i dopiero wymagają przerobu, np. na susze, dżemy, sery, wędliny czy pieczywo;
- produkty rolnicze w większości są wrażliwe ekonomicznie i fizycznie na transport; wrażliwość ekonomiczna wynika ze wspomnianej już dużej zawartości wody, fizyczna zaś z delikatności produktów (wystarczy wspomnieć maliny czy truskawki, które przy niewłaściwym transporcie zmieniają się w zbitą masę, tracą więc dla klienta indywidualnego wartość konsumpcyjną), bądź zachodzących w nich procesów fermentacji, gnicia, wysychania itp.,
- wiele produktów rolniczych wymaga specyficznych środków transportu, np. cystern do mleka, samochodów-chłodni do mięsa i wędlin oraz nabiału, samochodów przystosowanych do przewozu bydła, trzody chlewnej czy drobiu lub jaj, samochodów do przewozu mąki, kaszy, ryżu luzem; takie środki transportu są wyspecjalizowane i rzadko można ich użyć w sposób bardziej uniwersalny,
- gospodarstwo rolnicze jest przedsiębiorstwem transportowym „mimo woli”, jako próbkę takiej sytuacji można podać np. produkcję ziemniaków, przy której na pole liczące 1 hektar trzeba dowieźć około 2 ton sadzeniaków, kilkaset kilogramów nawozów mineralnych, setki litrów wody do oprysku przeciw chwastom, szkodnikom i chorobom,

²⁰ Klepacki B., Wicki L.: Systemy logistyczne w funkcjonowaniu przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, ISBN 978-83-7583-547-2, 2014.

- z pola zaś wywieźć kilkadziesiąt ton ziemniaków, które muszą być posortowane według rozmiaru i jakości i trafić do odpowiedniego odbiorcy; podobnie jest przy wszystkich działaniach rolniczych, co oznacza, że transport i magazynowanie to podstawowe prace rolnika, ale także przetwórcy produktów rolnych,
- zarządzanie logistyką jest łatwiejsze przy istnieniu niewielu wielkich jednostek aniżeli wielu małych; w rolnictwie nadal istnieje rozproszenie gospodarstw małych, w związku z tym relatywnie drobne są partie towaru, ogólnie mała jest skala produkcji, podczas gdy przetwórcy chcą pozyskiwać duże partie jednolitego towaru zbóż, owoców, warzyw, zwierząt itd.,
 - są próby organizacji grup producenckich, których jedno z zadań polega na scalaniu małych partii towarów w wielkie, jednak w polskim rolnictwie nie zdaje to dotychczas egzaminu, rolnicy preferują działania samodzielne, stąd skomplikowanie działań logistycznych związanych z odbiorem produktów rolnych oraz dostawą środków produkcji do rolnictwa jest wyjątkowo duże,
 - w ostatnich dwóch dziesięcioleciach w polskim rolnictwie i całym agrobiznesie zaszły gwałtowne zmiany w technice i technologii rolniczej oraz pokrewnej; mamy obecnie do czynienia w przedsiębiorstwach z maszynami i urządzeniami różnej generacji, nie zawsze kompatybilnymi, co utrudnia utrzymanie potokowości procesów technologicznych i logistycznych,
 - zróżnicowany poziom techniki pokrywa się często z różnym poziomem wiedzy producentów; nie wszyscy producenci doceniają i realizują współczesne wymagania technologiczne procesów produkcji, często bardzo są przywiązani do tradycyjnych metod produkcji, przekazanych przez poprzednie pokolenia, tymczasem współcześni odbiorcy stawiają konkretne wymagania co do jakości i zawartości produktów, a zwłaszcza ich jednolitości (powtarzalności),
 - w rolnictwie i agrobiznesie występują liczne oraz niezależne ogniwa pośredniczące w łańcuchu dostaw „od pola rolnika do stołu konsumenta”, co powoduje znaczne zakłócenia w przepływie informacji i kłopoty w „zgraniu” ich funkcjonowania oraz dostaw surowców i produktów do kolejnych ogniw łańcucha żywnościowego. Koncentracja po stronie przemysłu rolno-spożywczego sprzyja wprowadzaniu lepszych rozwiązań w zakresie logistyki, ale nie jest w pełni pożądana ze względu na rozdrobnienie dostawców, obsługę lokalnych rynków oraz zachowanie tradycyjnych technologii przetwórstwa.

Właściwa organizacja procesów logistycznych, uwzględniająca specyfikę sektora agrobiznesu, w tym szczególnie tej jego części, w której zachodzi przetwarzanie i dystrybucja wytworzonych w rolnictwie produktów, może zwiększyć konkurencyjność polskich przedsiębiorstw, zarówno poprzez optymalizację kosztów, jak i zaoferowanie odbiorcom wyższego poziomu obsługi dostawczej. Doskonała logistyka w pojedynczym przedsiębiorstwie nie wystarczy jednak do znaczącej poprawy konkurencyjności w skali regionalnej i międzynarodowej²¹. Współcześnie kluczowym aspektem jest efektywna współpraca i jej ciągłe doskonalenie we wszystkich ogniwach łańcucha dostaw przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, począwszy od skupu surowca poprzez sferę przetwórstwa pierwotnego, wtórnego aż do etapy dystrybucji produktów gotowych. Szansa na ekspansję polskich

²¹ Kuboń M., Krasnodębski A.: Logistic cost in competitive strategies of enterprises. *Agricultural Economics*. 56, s. 397-402, 2010.

produktów rolno-spożywczych na rynkach UE zależy od elastycznego dostosowywania się całych łańcuchów logistycznych do zmieniających się warunków otoczenia i stosowania najnowszych systemów, w tym wykorzystujących technologie elektroniczne, internetowe.

Biorąc pod uwagę specyfikę produktów rolno-spożywczych, jako towarów o niskiej podatności transportowej i magazynowej, istotna jest również właściwa organizacja zaopatrzenia i dystrybucji w łańcuchach dostaw, uwzględniająca zachowanie odpowiedniej jakości produktów świeżych, co ma następnie znaczący wpływ na lojalność klientów i dochodowość biznesu. W tym celu kluczową kwestią jest tworzenie przez przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem żywności zintegrowanych łańcuchów^{22,23,24}.

Procesy logistyczne jako podstawowe ogniwo w łańcuchu dostaw

Proces jest to sekwencja lub częściowo uporządkowany zbiór powiązanych za sobą działań (zintegrowanych przez czas, koszty, łączną ocenę wykonania) i realizowanych, aby osiągnąć określony cel organizacji. Większość autorów podaje, że proces jest to ciąg czynności zaprojektowanych, a następnie wykonanych w taki sposób, aby powstał produkt lub usługa²⁵.

Każdy proces musi być jasno określony w przedsiębiorstwie, aby każdy wiedział jaki proces i kiedy jest realizowany oraz kto jest za niego odpowiedzialny. Bendkowski wskazuje, iż prawidłowe określenie procesu logistycznego wymaga²⁶:

- wskazania kto zarządza procesem,
- określenia, co jest niezbędne do jego zapoczątkowania,
- określenia pożądanych lub oczekiwanych wyników końcowych,
- wskazania jednostek, które mają być odbiorcami wyników,
- identyfikacji czynników mogących stymulować względnie utrudniać realizację,
- przyporządkowania niezbędnych wykonawców i środków do realizacji,
- przyporządkowania uprawnień do kontrolowania i sterowania przebiegiem procesu,
- przemyślenia ewentualnych działań, umożliwiających odpowiednią reakcję na nieplanowane odchylenia.

W produkcji za podstawowe procesy wyróżnia się: rozwój produktu, sprzedaż, realizację zamówienia, zaopatrzenie, dystrybucję oraz obsługę posprzedażową. Odpowiednio zaprojektowany i wykonany proces, który ma osiągnąć określone cele, powinien zostać wyposażony w zestaw mierników, za pomocą których badana jest skuteczność i efektywność. Zestaw wskaźników powinien pozwalać na systematyczne zbieranie i gromadzenie informacji o wynikach procesu, stopniu osiągnięcia celu procesu, ocen zewnętrznych

²² Klepacki B.: Logistyka jako potrzeba i szansa rozwojowa gospodarki polskiej. *Wież Jutra*, nr 1, 24-25, 2010.

²³ Klepacki B.: Agrollogistyka – nowe wyzwanie dla nauki i praktyki. *Logistyka* 3, 12-13, 2011.

²⁴ Klepacki B., Rokicki T.: Logistyka w przedsiębiorstwach przetwórstwa owoców i warzyw. *Logistyka* 3, 26-29, 2011.

²⁵ Krawczyk S.: Zarządzanie procesami logistycznymi. PWE, Warszawa, 2001.

²⁶ Bendkowski J.: Logistyka jako strategia zarządzania produkcją. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Organizacja i Zarządzanie, zeszyt nr 63, 2013.

i wewnętrznych klientów oraz zapewnić komunikowanie tych informacji wszystkim osobom zaangażowanym w proces^{27,28}.

W przedsiębiorstwie produkcyjnym jako główne ogniwa łańcucha dostaw wyróżnić można^{29,30}:

- zaopatrzenie - jest zbiorem procesów logistycznych, będących ogniwem pośrednim między produkcją a dystrybucją, którego podstawowym celem jest zaspokajanie potrzeb materiałowych przedsiębiorstwa przy minimalnych kosztach tego procesu,
- logistyka produkcji - zajmuje się planowaniem, organizowaniem i kontrolowaniem przepływu surowców, materiałów, części i elementów kooperacyjnych podczas procesu produkcyjnego, począwszy od składów zaopatrzeniowych (magazynów głównych), poprzez pośrednie magazyny wydziałowe, gniazdowe, stanowiskowe, aż do końcowych magazynów, wyrobów gotowych i zbytu,
- dystrybucja - obok produkcji, jest jednym z najważniejszych ogniw łańcucha logistycznego, jej zadaniem jest udostępnienie produktu w miejscu i czasie odpowiadającym oczekiwaniom i potrzebom klientów,
- magazynowanie - jest logicznie powiązaniem zbiorem czynności logistycznych związanych z zarządzaniem zapasami od wejścia do wyjścia z magazynu realizowanym na każdym szczeblu organizacji i ocenianym wielokryterialnie,
- transport - jest działalnością, której celem głównym jest pokonywanie przestrzeni w określonym czasie przy określonych kosztach, w ujęciu ekonomicznym polega na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem finalnym ma być przemieszczanie osób i ładunków, jak również tworzenie usług pomocniczych związanych bezpośrednio z tą działalnością.

W warunkach rozdrobnienia sektora przetwórstwa rolno-spożywczego, uzyskiwanie przewagi konkurencyjnej jest w dużej mierze uwarunkowane stosowaniem odpowiednio wydajnych i zaawansowanych rozwiązań logistycznych oraz informatycznych. Dzięki nim możliwe jest nie tylko usprawnienie i kontroling przepływów produktów na całej długości łańcucha logistycznego od producenta do odbiorcy końcowego, czy poprawa efektywności zarządzania informacyjną, ale przede wszystkim kompleksowe zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa oraz jego powiązaniem kooperacyjnymi, które coraz częściej wykorzystują cyfrowe kanały komunikacji, głównie Internet. W konsekwencji cyfrowe technologie informacyjne IT (ang. *Information Technologies*) w bardzo dużym stopniu wpływają na kształt i rozwój współczesnych systemów logistycznych. Określane do niedawna mianem systemów logistyki komputerowo wspomaganej CAL (ang. *Computer Aided Logistics*), a obecnie coraz częściej jako e-Logistyka (ang. *e-Logistics*), zintegrowane systemy informacyjne stanowią jeden z najważniejszych czynników determinujących możliwość odniesienia sukcesu rynkowego. Z uwagi na możliwości w zakresie gromadzenia, przetwarzania, analizy danych i dostarczania różnorodnych informacji nt. przedsiębiorstwa, jego procesów

²⁷ Grajewski P.: Organizacja procesowa. PWE, Warszawa 2007.

²⁸ Skrzypek E., Hofman M.: Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie. Wolters Kluwer business. Warszawa 2010.

²⁹ Michłowicz E.: Zarys logistyki przedsiębiorstwa. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2012.

³⁰ Murphy P. R. Jr., Wood D.F.: Contemporary logistics. Pearson Education International, New Jersey 2011.

wewnętrznych, kooperacyjnych oraz otoczeniu rynkowym, w którym funkcjonuje, systemy takie stanowią także jeden z najważniejszych stymulatorów innowacyjności^{31,32}.

W działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego fundamentalnymi procesami logistycznymi są proces zaopatrzenia i proces dystrybucji, które wspomagają proces produkcyjny. Sam zaś proces produkcyjny stanowi podstawową działalność przedsiębiorstwa produkcyjnego, który jest wspomagany przez logistykę produkcji. Tak więc proces produkcyjny jest definiowany jako „uporządkowany ciąg działań, w wyniku którego konsument (użytkownik) otrzymuje produkty (wyroby lub usługi)”³³, a logistyka produkcji to system/podsystem wsparcia procesu produkcji we wszelkie niezbędne zasoby (materiały, informacje, zasoby ludzkie i pieniężne) drogą integracji czynności wspierających proces produkcji. Zatem procesy logistyczne łączą „proces biznesowy zaopatrzenia z procesem technicznym produkcji i produkcję z procesem biznesowym dystrybucji”³⁴. Blaik podzielił procesy na pierwotne oraz wspomagające (tabela 1)³⁵. Według niego procesy pierwotne łączą proces zaopatrzenia, produkcji oraz dystrybucji, transformując czasowe, przestrzenne, ilościowe, jakościowe oraz rodzajowe cechy towarów oraz informacji przez procesy przepływu materiałów, informacji i przepływów towarów, czyli wszystkie procesy, które są realizowane we wszystkich przedsiębiorstwach o charakterze produkcyjnym. Procesy wspomagające zależą zaś przede wszystkim od wprowadzonego w danym przedsiębiorstwie modelu zarządzania oraz dotyczą zarządzania i rozwoju procesów bazowych. Zatem obejmują administracyjne, strategiczne i operacyjne procesy planowania oraz podejmowania decyzji koniecznych do kształtowania, koordynacji oraz optymalizacji systemów logistycznych.

Procesy logistyczne spajają wszystkie działania przedsiębiorstwa produkcyjnego. Przede wszystkim nakierowane są na zwiększenie wartości użytkowej produktów o walory przestrzenne oraz czasowe. Walor przestrzenny oznacza, że procesy logistyczne dostarczają produkt do jego miejsca przeznaczenia, walor czasowy zaś uwzględnia ustalony moment dostaw, który wynika z aktualnego zapotrzebowania.

³¹ Sanders N.R., Premus R.: IT Applications in Supply Chain Organizations: A Link Between Competitive Priorities and Organizational Benefits. *Journal of Business Logistics*, 23(1), 65-82, 2002.

³² Bourlakis M., Bourlakis C.: Integrating logistics and information technology strategies for sustainable competitive advantage, *Journal of Enterprise Information Management*, 19(4), 389-402, 2006.

³³ Chwesiuk K.: System informatyczny wspierający logistykę produkcji. „Logistyka”, nr 3, 2012, s. 338.

³⁴ Kulińska E.: Aksjologiczny wymiar zarządzania ryzykiem procesów logistycznych. Modele i eksperymenty ekonomiczne. Politechnika Opolska, Opole, 83, 2011.

³⁵ Blaik P.: Klasyfikacja i identyfikacja procesów logistycznych, [w:] P. Blaik, R. Matwiejczuk, *Logistyczny łańcuch tworzenia wartości*. Uniwersytet Opolski, Opole 2008.

Tabela 1. Procesy pierwotne oraz wspomagające funkcjonowanie logistyki

Procesy pierwotne		Procesy wspomagające
Procesy przepływu towarów i materiałów	Procesy przepływu informacji	
Magazynowanie: – przyjmowanie i wydawanie z magazynu, przygotowanie powierzchni magazynowej, – składowanie, – komisjonowanie, – administrowanie magazynem. Transport: – przewozy, – przygotowanie urządzeń transportowych, – opracowanie zleceń transportowych, – alokacja pod kątem dalszego przetwarzania. Przyjmowanie towarów: – przyjęcie oraz kontrola towarów, – wyładunek i rozpakowywanie towarów, – przygotowanie dokumentacji przyjęcia towarów, – przepakowywanie na jednostki transportu, – przygotowanie do dalszego transportu. Wysyłka towarów: – załadowanie, – komisjonowanie przesyłek, – pakowanie, – sporządzanie dokumentacji dostaw. Gospodarowanie odpadami: – gromadzenie oraz składowanie surowców, – przygotowywanie pojemników transportowych, – pakowanie niewykorzystanych surowców, – przygotowanie do recyklingu, sporządzanie dokumentacji. Serwis, obsługa logistyczna: – przyjęcie zamówień klienta, – opracowanie harmonogramu realizacji zlecenia i obsługi, – realizacja usługi, – sporządzenie faktury za wykonaną usługę.	Planowanie dostaw, produkcji, zapasów: – planowanie programów zbytu i dostaw, – planowanie programów produkcji, – planowanie potencjału wytwarzania i logistyki, – planowanie zapotrzebowania materiałowego i zapasów. Wydawanie dyspozycji: – wydawanie dyspozycji dotyczącej liczby zamówień dostaw i wielkości produkcji, – dyspozycje dotyczące minimalnych zapasów, – dyspozycje dotyczące zleceń produkcji oraz zapasów, – korygowanie w wypadku błędów oraz zakłóceń. Sterowanie przepływem produktów: – potwierdzenie i zaplanowanie zleceń produkcji, – wycofywanie materiałów i wyrobów, – śledzenie terminów realizacji, – sterowanie wykorzystaniem zdolności produkcyjnych, – kontrola zleceń. Opracowanie zamówień klientów: – przyjęcie i potwierdzenie zleceń, – kontrola i koordynacja terminów dostaw, zaplanowanie zleceń klientów, – udzielenie zleceń do wydawania i wysyłki towarów, – dyspozycje i sterowanie dotyczące produkcji zamówionych towarów.	Zarządzanie logistyką: – kreowanie celów i strategii logistyki, – ocena oraz kierowanie personelem, – dbałość o zabezpieczenie efektywności oraz sprawności systemów logistyki. Kontroling logistyki: – planowanie i kontrola kosztów oraz świadczeń logistycznych, – prowadzenie rachunku efektywności inwestycji, – przygotowanie budżetu i sprawozdań. Badania i rozwój logistyki: – rozwój koncepcji przepływów materiałów oraz informacji, – wykonywanie projektów logistyki, – rozwój i stosowanie technologii w logistyce, – kształcenie i doskonalenie kadr. Przekrojowa koordynacja: – współdziałanie przy wprowadzaniu nowych produktów, – współdziałanie przy wprowadzaniu technologii informacji oraz produkcji.

Źródło: Kulińska E.: *Aksjologiczny wymiar zarządzania ryzykiem procesów logistycznych. Modele i eksperymenty ekonomiczne*. Politechnika Opolska, Opole 2011.

Procesy logistyczne głównie przyczyniają się do transformacji produktów, np. procesy magazynowania dotyczą zmian czasowych, procesy transportu realizują zmiany przestrzenne, procesy przeładunku wprowadzają zmiany ilości i gatunku^{36,37}.

Zarządzanie logistyką na przykładzie wybranych przedsiębiorstw branży rolno-spożywczej

Problematyka efektywności dotyczy nie tylko przedsiębiorstw produkcyjnych ale również usługowych, w których następowały głębokie przeobrażenia strukturalne form organizacyjnych. Ciągłe dążenie przedsiębiorstw do zwiększenia sprawności procesów logistycznych, opiera się w głównej mierze na założeniu, że niezależnie od tego jak doskonały jest proces, zawsze istnieją możliwości jego usprawnienia³⁸. Dlatego też przedsiębiorstwa powinny koncentrować uwagę na efektywności procesów logistycznych poprzez racjonalizację działań w zakresie kształtowania potencjałów i korzyści ekonomiczno-rynkowych. Efektywność procesów logistycznych powinna być czynnikiem integrującym partnerów działających w łańcuchu logistycznym i inspirującym do kreatywnego stosowania nowoczesnych metod i narzędzi zarządzania. Celem tej integracji będzie osiągnięcie optymalnego rezultatu działania przedsiębiorstwa w postaci wysokiej efektywności przepływów informacyjnych i możliwie najniższych kosztów przy zachowaniu jakości obsługi klienta.

Celem przeprowadzonych badań była ocena poziomu logistyki w przedsiębiorstwach branży rolno-spożywczej. Badane przedsiębiorstwa podzielono na 3 grupy (przedsiębiorstwa branży owocowo-warzywnej, przedsiębiorstwa branży mięsnej, przedsiębiorstwa branży mlecznej), a następnie wykonano analizę zebranych wyników, która objęła takie obszary funkcjonowania logistyki jak: organizację oraz zarządzanie przepływem informacji, gospodarkę magazynową i zaopatrzenie, transport, dystrybucję i opakowania oraz logistykę zwrotną.

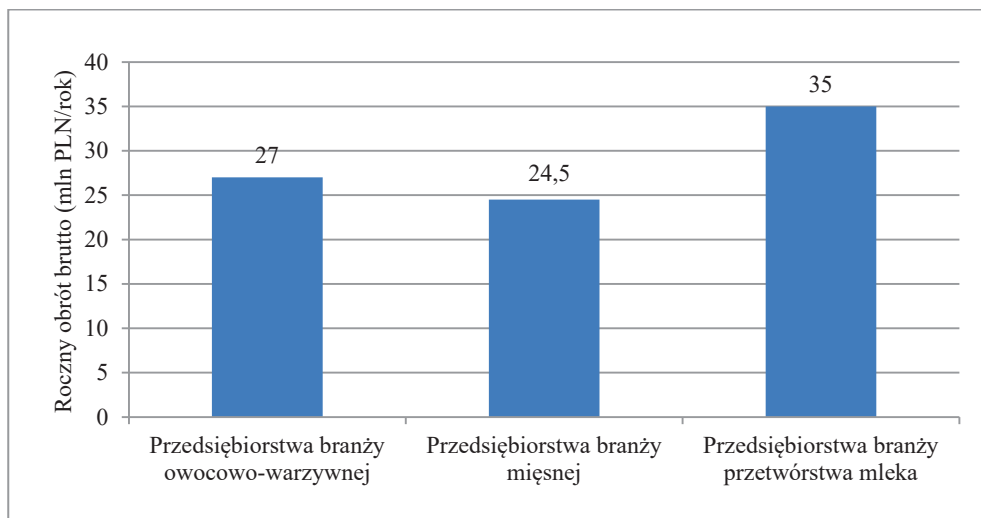
Przedsiębiorstwa były zlokalizowane w rejonie Małopolski, w powiatach brzeskim tarnowskim oraz dąbrowskim. Dzięki temu możliwe jest ich porównanie, ze względu na podobny zakres rozwoju infrastruktury transportowej, warunków środowiskowych oraz społecznych.

Analizowane przedsiębiorstwa należały do grupy przedsiębiorstw średnich. Deklarowane zatrudnienie wynosiło średnio 116 pracowników na zakład. Najwięcej zatrudnionych osób pracuje w branży przetwórstwa mleka, natomiast najmniejsze w przetwórstwie owoców i warzyw – średnio 100 osób. Roczny obrót brutto wyrażony w mln PLN jaki został zadeklarowany przez ankietowane przedsiębiorstwa zawierał się w przedziale od 12 do 36 mln PLN, a kondycja firmy określana była jako dobra lub bardzo dobra. W przeliczeniu średni obrót w rozbiciu na poszczególne branże przedstawiono na rysunku 1.

³⁶ Kulińska E.: Aspekt tworzenia wartości. Elementy ryzyka w procesach logistycznych. Eurologistic, nr 52, 2009.

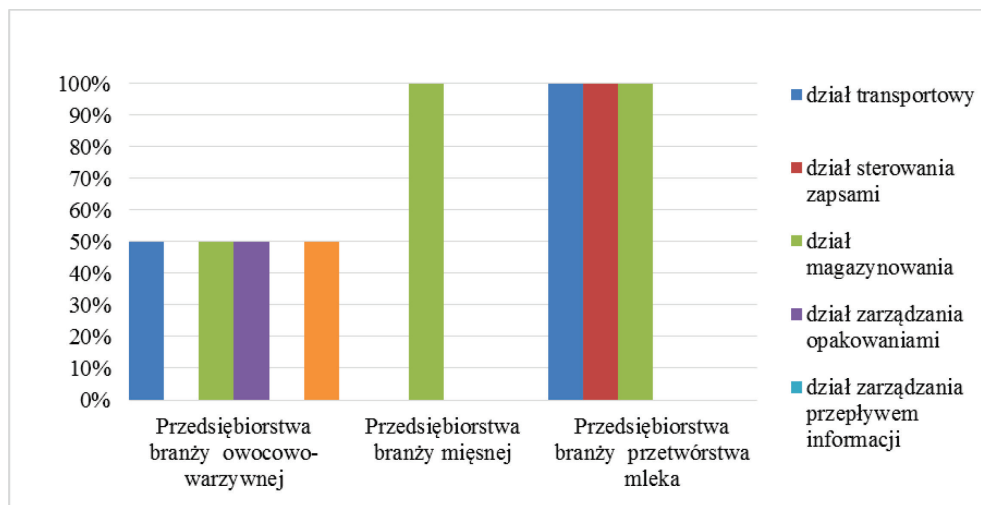
³⁷ Kulińska E.: Narzędzia analizy ryzyka w procesach logistycznych. Logistyka, nr 6, 2010.

³⁸ Dudek D.: Trade-off strategy in optimization of the processes of logistics customer service. IT Tools in Knowledge Management in Organizations, Selected Problems. Kiełtyka. The Publish Office of Czestochowa University of Technology. Czestochowa, 2011.



Rys. 1. Średni obrót brutto wg branży (mln PLN/rok)

W połowie badanych przedsiębiorstw występował dział, który kompleksowo zajmował się realizacją zadań logistycznych. Druga połowa deklarowała, że nie ma wydzielonego jednego działu, który zajmował się tymi zadaniami, ale istnieją osobne komórki/działy realizujące poszczególne zadania logistyczne (np. dział logistyki zaopatrzenia, produkcji, dział magazyn, dział gospodarki odpadami). Na rys. 2 przedstawiono częstotliwość występowania poszczególnych działów w analizowanych branżach.



Rys. 2. Występowanie poszczególnych działów logistyki w poszczególnych branżach

Organizacja oraz zarządzanie przepływem informacji

Zagadnienie wspierania procesów logistycznych w przedsiębiorstwach i w łańcuchach dostaw jest dość szeroko analizowane w literaturze^{39,40}. Istotny warunek to sprawny przepływ informacji i ujęcie systemowe tego procesu, ale też bardzo ważny jest sposób organizacji, wdrażania i funkcjonowania systemów logistycznych. W sektorze przetwórstwa rolno-spożywczego jest to ostatnio obszar wzbudzający duże zainteresowanie, tym bardziej ważniejszy, że systemy logistyczne w przedsiębiorstwie z tego sektora muszą uwzględniać szczególne wymagania związane z transportem, przechowywaniem towarów, w tym także produktów żywnościowych.

Współczesne systemy logistyczne w różnych podmiotach gospodarczych, przede wszystkim produkcyjnych, są wspomagane coraz częściej przez dedykowane zintegrowane systemy informatyczne. Systemy komputerowe z obszaru CAL (*Computer Aided Logistic*) oferują zwykle pięć podstawowych funkcjonalności: planowanie, koordynacja działania poszczególnych sfer firmy, kontrola, informacja i komunikacja oraz analizy⁴¹. Można tu wyróżnić co najmniej trzy podstawowe kategorie systemów:

- wspomagające tylko działalność podstawową (produkcję),
- wspomagające w sposób zintegrowany zaopatrzenie i produkcję,
- wspomagające kompleksowo zarządzanie całym łańcuchem logistycznym i integrujące wszystkich uczestników łańcucha dostaw.

Celem nadrzędnym wykorzystywanych technologii IT w przedsiębiorstwach, ale także stosowanie jednolitych standardów wymiany i identyfikacji danych (np. zgodnej ze standardami GS1) jest maksymalizacja sprawności łańcucha dostaw uzyskiwana dzięki zapewnieniu automatycznej identyfikacji jednostek logistycznych i zapewnieniu automatycznego tworzenia i wymiany dokumentów.

Do podstawowych technologii stosowanych w łańcuchach dostaw w celu uzyskania automatyzacji procesów odczytu i przetwarzania danych o przepływach logistycznych zaliczamy technologię kodów kreskowych i RFiD.

Wszystkie badane przedsiębiorstwa deklarowały posiadanie i wykorzystywanie systemów informatycznych wspomagających funkcjonowanie przedsiębiorstw oraz procesów logistycznych. Najczęściej wskazywano na programy finansowo-księgowe, w dalszej kolejności systemy ERP oraz MRP. Najmniej popularne są systemy elektronicznej wymiany danych oraz szeroko rozumiane business intelligence. Na poniższym (rys. 3) wykresie można zauważyć że najczęściej wspomaganym obszarem logistyki jest gospodarka magazynowa. W pozostałych przypadkach rozkład ten jest dość wyrównany.

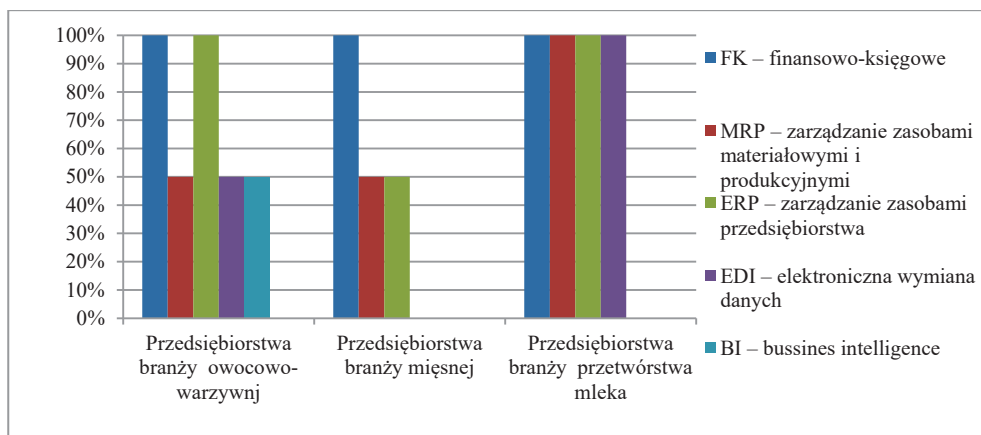
Wśród badanych przedsiębiorstw, wszystkie deklarowały, że wykorzystują przynajmniej jeden system informatyczny. We wszystkich przedsiębiorstwach wykorzystywano programy finansowo-księgowe. Dodatkowo zadeklarowano wykorzystanie systemów MRP (100% z przetwórstwa mleka, 50% z przetwórstwa owocowo-warzywnego i mięsnego) oraz systemów ERP (100% w przypadku firm przetwórstwa owocowo-warzywnego i mleka, 50% firm przetwórstwa mięsnego). Firmy z branży owocowo-warzywnej oraz mlecznej

³⁹ Kuboń M.: Poziom wyposażenia i wykorzystania elementów infrastruktury informatycznej w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 9(97), Kraków, 2007

⁴⁰ Kuboń M.: Koszty procesów teleinformacyjnych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, Nr 4(102), Kraków, 2008.

⁴¹ Jałowiecki P., Orłowski A.: Technologie informatyczne w logistyce. Wieś Jutra, 1(138), 36-37, 2010.

potwierdziły także użytkowanie systemów elektronicznej wymiany danych. Wśród udzielonych odpowiedzi w przedsiębiorstwach przetwórstwa owocowo-warzywnego wskazano także na wykorzystanie bussines intelligence.

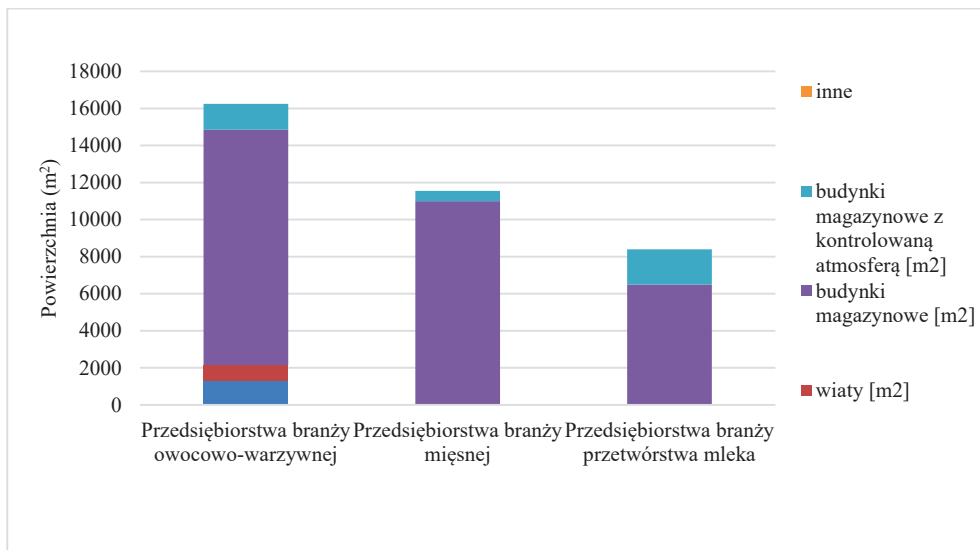


Rys. 3. Systemy informatyczne wspomagające logistykę w poszczególnych branżach

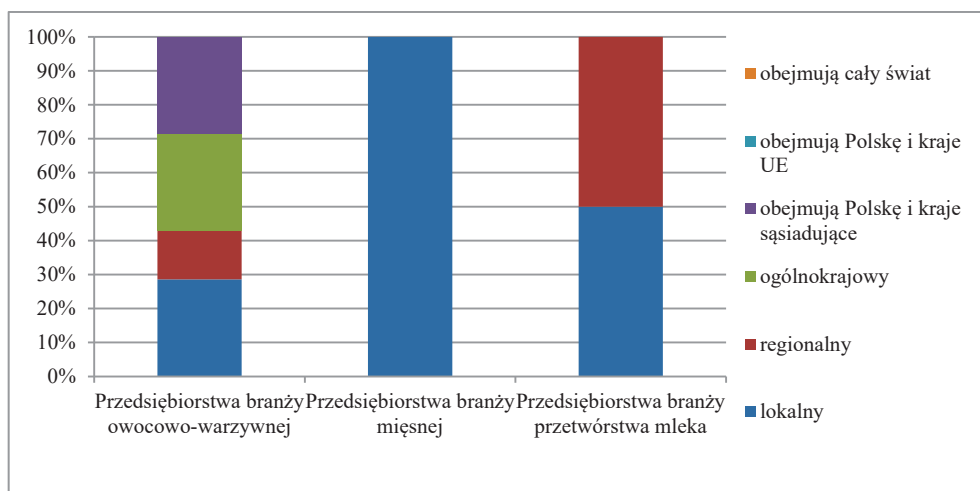
Gospodarka magazynowa i zaopatrzenie

Jednym z podstawowych działań logistycznych jest sprawne zarządzanie zaopatrzeniem, przepływami magazynowymi oraz zapasami z uwzględnieniem wszystkich wymagań pozwalających utrzymać wysoką jakość oraz świeżość surowców, półproduktów oraz wyrobów gotowych. Szczególnie ważne jest to w przypadku przedsiębiorstw rolno-spożywczych gdzie przedmiotem zakupu, obróbki oraz dystrybucji są surowce żywnościowe. Aby spełnić wymagania klientów w odpowiedni sposób należy dobrać dostawców, wyposażenie techniczne magazynów, środki transportu i manipulacji zachowywać łańcuch chłodniczy, oraz stosować odpowiednie metody zarządzania zapasami (np. FIFO, LIFO). Infrastrukturę magazynową tworzyły w przeważającej części budynki magazynowe służące do składowania opakowań, materiałów oraz wyrobów gotowych nie wymagających do przechowywania stosowania niskich temperatur, a ich udział w sumie wszystkich powierzchni wynosił 80%. Kolejno występowały chłodnie, place i wiaty. Wśród wymienionych budowli znalazły się także tanki służące do przechowywania różnego rodzaju cieczy. Rysunek 4 przedstawia ogólny udział powierzchni magazynowych występujących w badanych przedsiębiorstwach.

Rynek dostawców w analizowanych przedsiębiorstwach skupia się głównie na producentach lokalnych. Wszystkie przedsiębiorstwa zaopatrywały się w surowce u kontrahentów z rynków lokalnych i regionalnych. Tylko w 30% przedsiębiorstw z branży owocowo-warzywniej rynek zaopatrzenia obejmował terytorium Polski oraz kraje sąsiadujące (Słowacja, Czechy). Żadne z przedsiębiorstw nie kupowało surowców importowanych z dalszych krajów europejskich ani z innych kontynentów. Podyktowane było to głównie kosztami jakimi obarczony jest transport świeżych owoców, warzyw, mięsa i mleka (rys. 5).



Rys. 4. Struktura powierzchni magazynowych w poszczególnych branżach



Rys. 5. Główne rynki zaopatrzenia przedsiębiorstw w surowce

Wśród dostawców najliczniejszą grupą stanowili rolnicy indywidualni, których udział spośród wszystkich dostawców dostarczających surowce wynosił 93%. W dalszej kolejności przedsiębiorstwa zaopatrywały się bezpośrednio u hurtowników lub prywatnych firm skupujących płody rolne (odpowiednio 3% i 2%). Znikomą część dostarczały grupy produkcyjne oraz przedsiębiorstwa które dokonujące wstępną obróbkę surowców (tylko 1%). Spośród biorących udział w ankiecie przedsiębiorstw tylko 30% z nich prowadziło ewiden-

cje logistycznych kosztów zaopatrzenia, a ich średni wskaźnik w ogólnej wartości kosztów logistycznych wynosił 22,5%.

Organizacja transportu

Od sprawnego funkcjonowania transportu i logistyki uzależniona jest sytuacja gospodarki. Z drugiej strony rozwój transportu jest uzależniony od wzrostu gospodarczego i rosnącej wymiany handlowej. Potrzeby transportowe ciągle ewoluują i zmieniają się wraz z rozwojem społecznym i gospodarczym. W ostatecznym rozrachunku każdy wytworzony produkt zarówno o charakterze konsumpcyjnym, jak i zaopatrzeniowym nabiera wartości dopiero wówczas, kiedy na czas i w dobrym stanie znajdzie się u użytkownika. We wszystkich analizowanych przedsiębiorstwach transport odgrywa kluczową rolę. Jego odpowiednia organizacja oraz poziom pozwala na sprawny przepływ surowców, materiałów oraz wyrobów gotowych, dzięki czemu można zachować świeżość oraz wysoką jakość. Jak pokazały badania jest on również ważny dla przedsiębiorstw ze względu na ponoszone koszty⁴².

Tylko w jednym z ankietowanych przedsiębiorstw (z branży przetwórstwa mleka) nie prowadzono ewidencji kosztów transportu. W pozostałych firmach taka ewidencja była prowadzona, a wysokość wskaźnika kosztów transportu w ogólnych kosztach logistycznych wahał się od 2,11-3,66 mln PLN, co stanowiło odpowiednio ok. 32-40%. Wyniki te są zbieżne z wynikami badań innych autorów^{43,44,45,46}. Spośród wszystkich rodzajów transportu zdecydowanie przeważa transport drogowy. W uzyskanych odpowiedziach 17% ankietowanych wskazało dodatkowo, że w procesach transportowych związanych z dystrybucją wyrobów gotowych wykorzystywany był również transport morski w obrębie morza Bałtyckiego, natomiast całkowicie pomijany był transport kolejowy i lotniczy. Było to spowodowane przede wszystkim odległością do odbiorców wyrobów gotowych. W procesie zaopatrywania oraz dystrybucji wyrobów gotowych do klienta przedsiębiorstwa korzystały zarówno z własnych środków transportowych jak również z transportu firm zewnętrznych wspomaganych przez usługi firm transportowych i firmy spedycyjne (rys. 6).

Średnia liczba własnych środków transportowych jakimi dysponowały przedsiębiorstwa w procesie dystrybucji towarów wynosiła: w przedsiębiorstwach przetwórstwa owocowo-warzywnego – 7 pojazdów, mięsnych – 8 pojazdów, natomiast mleka – 10 pojazdów. Ładowność tych pojazdów wahała się od 7,5 tony do 24 ton. Z przedsiębiorstwami branży owocowo-warzywniej współpracowały średnio 2 firmy spedycyjne, natomiast w przypadku pozostałych jedna firma spedycyjna obsługuje wszystkie przewozy. Ponadto firmy z branży owocowo-warzywniej i mlecznej korzystały również z usług przewoźników indywidualnych

⁴² Kuboń M., Malaga-Toboła U.: Koszty przepływów surowcowo-towarowych w gospodarstwach specjalistycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3(69), Falenty, s. 67-75, 2010.

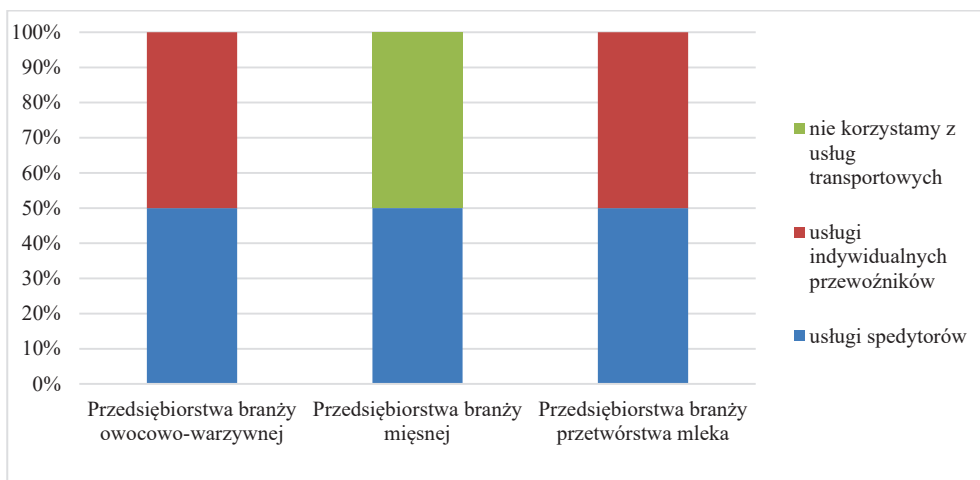
⁴³ Romanow P.: Zarządzanie transportem przedsiębiorstw przemysłowych. Wyd. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań, 5-7, 2003.

⁴⁴ Kuboń M.: Koszty eksploatacji środków technicznych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* nr 1, Warszawa, 2008.

⁴⁵ Kuboń M.: Koszty infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 10(108), Kraków, 2009.

⁴⁶ Kuboń M., Malaga-Toboła U.: Koszty przepływów surowcowo-towarowych w gospodarstwach specjalistycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3(69), Falenty, 67-75, 2010.

(w przypadku branży owocowo-warzywnej średnia liczba to 1 przewoźnik, w branży mlecznej to 5 przewoźników).

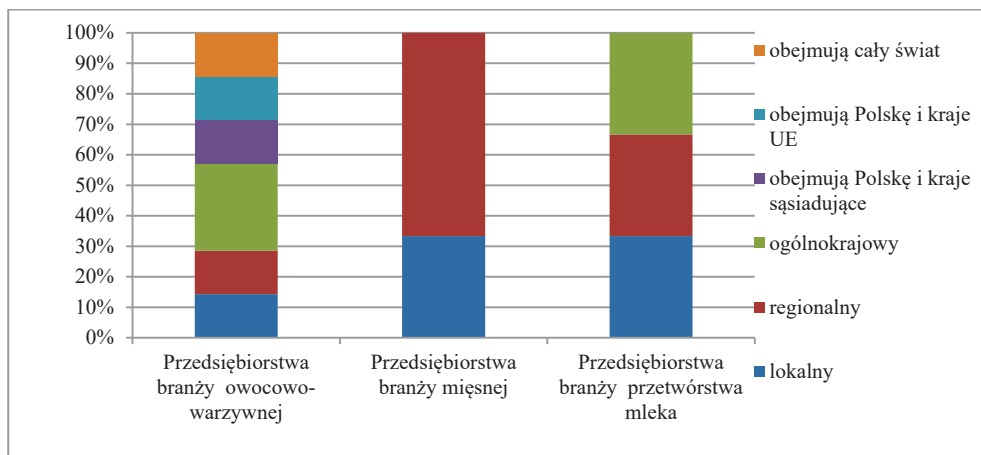


Rys. 6. Organizacji usług transportowych w badanych branżach

Dystrybucja towarów

Każda organizacja działa w sieci zależności, współdziałając z innymi jednostkami. I tak dana organizacja działa jako klient, gdy kupuje towary od swoich dostawców, ale również jako dostawca, gdy przesyła towary do swoich klientów. Towary na drodze od dostawcy surowców, aż do klienta końcowego przechodzą przez wiele jednostek działających w danym łańcuchu dostaw. Łańcuch dostaw, określany również jako sieć logistyczna, składa się z dostawców, centrów produkcyjnych, magazynów, centrów dystrybucji, punktów sprzedaży detalicznej, punktów składowania materiałów do produkcji, półproduktów oraz produktów końcowych. Dystrybucja wyrobów gotowych wytwarzanych w przedsiębiorstwach odbywa się głównie na rynek Polski (rys. 7). Zdecydowana większość produktów finalnych trafia na rynek lokalny, regionalny oraz ogólnokrajowy. Badane firmy (50% przedsiębiorstw przetwórstwa owocowo-warzywnego) sprzedaje swoje produkty poza granice kraju (Słowacja, Czechy, Niemcy, Rosja, USA). Na rys. 7 przedstawiono główne rynki zbytu.

Do odpowiedniego funkcjonowania tego działu logistyki istnieje potrzeba ciągłego monitorowania poziomu obsługi logistycznej klienta. Prowadzenie takiej ewidencji zadeklarowała tylko 1 ankietowana firma działająca na rynku przetwórstwa owocowo-warzywnego, która w tym celu wykorzystuje wskaźnik w pełni zrealizowanych zamówień kształtujący się na poziomie 98,7%. Pozostałe przedsiębiorstwa nie prowadzą żadnej analizy poziomu obsługi klienta. Żadna z branż reprezentowana przez ankietowane przedsiębiorstwa nie zadeklarowała pomiaru kosztów dystrybucji.



Rys. 7. Główne rynki zbytu w badanych przedsiębiorstwach

Opakowania i logistyka zwrotna

Zarządzanie opakowaniami, w tym opakowaniami zwrótnymi, staje się coraz ważniejsze. Sprawny przepływ towaru w kanale logistycznym w fazie użytkowania, a później w fazie recyklingu jest możliwy m.in. poprzez zestawienie ładunku w odpowiednie jednostki⁴⁷. Jednostki logistyczne formułuje się przez połączenie towarów w znormalizowane pod względem kształtów i wymiarów jednostki, w celu uproszczenia przepływu towarów i obniżenia powstających przy tym kosztów. Za podstawę tworzenia systemu wymiarowego opakowań przyjmuje się wymiar znormalizowanej palety ładunkowej płaskiej o wymiarach 1200 × 800 mm (euro) i 1200 × 1000 mm (ISO). Można stwierdzić, że palety stały się mostem między różnymi jednostkami transportowymi.

Koszty opakowań i logistyki zwrotnej monitorowane były tylko w 33% badanych przedsiębiorstwach, a średni wskaźnik wysokości kosztów opakowań wynosił 7,5% (dla branży owocowo-warzywnej średnio 0,59 mln PLN/rok, dla branży mlecznej 0,61 mln PLN/rok). Opakowania i zasoby zwrotne wykorzystywane były w 87% badanych przedsiębiorstwach. Wszystkie firmy zgodnie stwierdziły, że według nich udział opakowań zbiorczych (pudełek, kartonów itp.) wykorzystywanych w dystrybucji jest mało znaczący w ogólnych kosztach logistycznych. Poziom wykorzystania opakowań zwrótnych w ogólnej liczbie opakowań kształtował się na poziomie 67%. Podobnie jak w przypadku udziału opakowań zwrótnych tak i w przypadku standaryzacji opakowań wykorzystywanych w procesach logistycznych 87% przedsiębiorstw deklarowało, że wskaźnik standaryzacji opakowań kształtuje się na wysokim poziomie, a 13% wskazało na poziom niski. Jest to szczególnie ważne w przypadku optymalizacji przepływów towarowych oraz podczas czynności manipulacyjnych. Najwyższy wskaźnik standaryzacji opakowań odnotowano w przedsiębiorstwach branży przetwórstwa mięsa (89%). W firmach branży mlecznej jego

⁴⁷ Kuboń M.: Gospodarka opakowaniami w gospodarstwach rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 6(104), Kraków, 2008.

wartość była o 1% niższa, a przedsiębiorstwa branży owocowo-warzywniej zadeklarowały wysokość wskaźnika na poziomie 79%.

Podsumowanie

Rosnące wymagania w zakresie jakości żywności, śledzenia jej pochodzenia oraz właściwej organizacji dystrybucji produktów rolno-spożywczych powinny mobilizować przedsiębiorstwa z tego sektora do stosowania kompleksowych i nowoczesnych rozwiązań logistycznych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że poziom zaawansowania rozwiązań organizacyjno-technicznych w zakresie logistyki jest silnie zróżnicowany w poszczególnych branżach, a, przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- badane przedsiębiorstwa wykazują małą świadomość w zakresie funkcjonowania logistyki oraz potrzeby wyodrębniania działów logistycznych, w szczególności tych odpowiadających za prawidłową organizację przepływu towarów i informacji.
- zaobserwowano niski poziom wiedzy w zakresie controlingu kosztów logistycznych, w szczególności w podstawowych obszarach logistyki zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji.
- przedsiębiorstwa nie dostrzegają potrzeby monitorowania logistycznej obsługi klienta oraz nie dysponują danymi, które pozwoliłyby określić jakości działań w tym obszarze.

Badania wykazały, że w analizowanych branżach sektora rolno-spożywczego brak jest wykwalifikowanej kadry która odpowiadała by za procesy logistyczne. Istnieje zatem konieczność szybkiego szkolenia personelu w zakresie szeroko pojętej logistyki lub zatrudnienie osób mających kierunkowe lub specjalistyczne wykształcenie w tym zakresie.

Bibliografia

- Baran J.: Logistyka w przedsiębiorstwach agrobiznesu. Logistyka nr 3, 2011.
- Bendkowski J.: Logistyka jako strategia zarządzania produkcją. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Organizacja i Zarządzanie, zeszyt nr 63, 2013.
- Blackburn J., Scudder G.: Supply Chain Strategies for Perishable Products: the Case of Fresh Produce. *Production and Operations Management*, 18 (2): 129-137, 2009.
- Blaik P.: Klasyfikacja i identyfikacja procesów logistycznych, [w:] P. Blaik, R. Matwiejczuk, Logistyczny łańcuch tworzenia wartości. Uniwersytet Opolski, Opole 2008.
- Bourlakis M., Bourlakis C.: Integrating logistics and information technology strategies for sustainable competitive advantage, *Journal of Enterprise Information Management*, 19(4), 389-402, 2006.
- Chwesiuk K.: System informatyczny wspierający logistykę produkcji. „Logistyka”, nr 3, 2012, s. 338.
- Dudek D.: Trade-off strategy in optimization of the processes of logistics customer service. *IT Tools in Knowledge Management in Organizations, Selected Problems*. Kiełtyka. The Publish Office of Czestochowa University of Technology, Czestochowa 2011.
- Ficoń K.: Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie. Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001.
- Grajewski P.: Organizacja procesowa. PWE, Warszawa 2007.

- Hamprecht J., Corsten D., Noll M., Meier E.: Controlling the sustainability of food supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10 (1), 7-10, 2005
- Jałowicki P., Orłowski A.: Technologie informatyczne w logistyce. *Wiś Jutra*, 1 (138), 36-37, 2010
- Jutra, nr 1, 2010, 24-25.
- Kapusta F., Agrobiznes w służbie potrzeb człowieka, *Prace Naukowe* nr 901, Wyd. AE, Wrocław 2001.
- Klepacki B., Rokicki T.: Logistyka w przedsiębiorstwach przetwórstwa owoców i warzyw. *Logistyka* 3, 26-29, 2011.
- Klepacki B., Wicki L.: Systemy logistyczne w funkcjonowaniu przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, ISBN 978-83-7583-547-2, 2014.
- Klepacki B.: Agrologistyka – nowe wyzwanie dla nauki i praktyki. *Logistyka* 3, 2011, 12-13.
- Klepacki B.: Logistyka jako potrzeba i szansa rozwojowa gospodarki polskiej. *Wiś Jutra*, nr 1, 24-25, 2010.
- Klepacki B.: Rozwój logistyki jako czynnik wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw agrobiznesu. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 10 (3), 307-311, 2008.
- Krawczyk S.: Zarządzanie procesami logistycznymi. PWE, Warszawa 2001.
- Kuboń M., Malaga-Toboła U.: Koszty przepływów surowcowo-towarowych w gospodarstwach specjalistycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. 3(69), 67-75, 2010.
- Kuboń M.: Koszty eksploatacji środków technicznych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* nr 1. Warszawa. 2008
- Kuboń M.: Gospodarka opakowaniami w gospodarstwach rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 6(104). Kraków. 2008.
- Kuboń M.: Koszty infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 10(108). Kraków, 2009.
- Kuboń M., Krasnodębski A.: Logistic cost in competitive strategies of enterprises. *Agricultural Economics*. 56, 397-402, 2010.
- Kuboń M.: Poziom wyposażenia i wykorzystania elementów infrastruktury informatycznej w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza* 9(97). Kraków 2007
- Kuboń M.: Koszty procesów teleinformacyjnych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4(102). Kraków, 2008.
- Kuboń M.: Miejsce i rola infrastruktury logistycznej w funkcjonowaniu przedsiębiorstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza* 9(97). Kraków, 2007.
- Kuboń M.: Poziom i wykorzystanie infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Logistyka* 3, 2011, 30-33.
- Kulińska E.: Aksjologiczny wymiar zarządzania ryzykiem procesów logistycznych. Modele i eksperymenty ekonomiczne. *Politechnika Opolska*, 83, 2011.
- Kulińska E.: Aspekt tworzenia wartości. Elementy ryzyka w procesach logistycznych. „Eurologistic”, nr 52, 2009.
- Kulińska E.: Narzędzia analizy ryzyka w procesach logistycznych. *Logistyka*, nr 6, 2010.
- Michalek R., Kuboń M.: Poziom infrastruktury logistycznej a wyniki produkcyjne w wybranych gospodarstwach Polski południowej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* Nr 2. Warszawa, 33-38, 2009.
- Michłowicz E.: *Zarys logistyki przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2012.
- Murphy P. R. Jr., Wood D.F.: *Contemporary logistics*. Pearson Education International, New Jersey 2011.
- Pietrzak M., Baran J., Maciejczak M., Zakres i rola logistyki w przedsiębiorstwach mleczarskich, *Wiś Jutra*, nr 1(138), 2010.
- Priorities and Organizational Benefits. *Journal of Business Logistics*, 23 (1), 65-82.
- Romanow P.: *Zarządzanie transportem przedsiębiorstw przemysłowych*. Wyd. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań, 5-7, 2003.

- Rong A., Akkerman R., Grunow M.: An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421-429, 2011.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2012.
- Rocznik Statystyczny Handlu Zagranicznego, 2013.
- Sanders N.R., Premus R.: IT Applications in Supply Chain Organizations: A Link Between Competitive, 2002.
- Skrzypek E., Hofman M.: Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie. Wolters Kluwer business. Warszawa, 2010.
- Wicki L., Jałowiecki P.: Zróżnicowanie poziomu organizacji logistyki w wybranych branżach agrobiznesu, „Logistyka”, nr 3, 2010.

POZIOM OBSŁUGI KLIENTA JAKO PODSTAWOWY ELEMENT ZARZĄDZANIA LOGISTYKĄ MIEJSKĄ

Maciej Kuboń^{1,2}, Grzegorz Dzieniszewski², Elżbieta Olech¹, Paweł Leszczyński³

¹ Zakład Organizacji Produkcji i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyśle

³ MZK sp. z o.o. w Oświęcimiu

Wprowadzenie

Logistyka miejska należy do najnowszych dyscyplin badawczych, jakie pojawiły się na przełomie XX i XXI wieku. Przedmiotem badań logistyki miejskiej są zagadnienia celowo zorganizowanego i zintegrowanego przepływu materiałów, ludzi i informacji w aglomeracji miejskiej. Problemy te obejmują m.in.: zagadnienie dostępności komunikacyjnej miasta, zaopatrzenie sieci handlowych w towary, zaopatrzenie aglomeracji w wodę i energię, gospodarki ściekowej, usuwania i utylizacji odpadów, budowy i utrzymania sieci telekomunikacyjnych oraz dbałość o środowisko naturalne aglomeracji miejskiej i jej okolic¹.

Wzrostu znaczenia logistyki miejskiej we współczesnej gospodarce należy upatrywać wraz z pojawieniem się nowego paradygmatu internacjonalizacji miast. Wiąże się to bezpośrednio z przejściem od układów hierarchicznych do układów sieciowych miast. Ciągły rozwój aglomeracji mierzony przestrzennym rozrastaniem się miast, wzrostem gęstości zaludnienia, rosnącą liczbą lokalizowanych tam zakładów produkcyjnych i instytucji publicznych wymaga od władz miejskich stosowania zasad zarządzania logistycznego. Skupienie znacznej liczby osób i podmiotów gospodarczych na stosunkowo małym terytorium rodzi istotne problemy w zarządzaniu. Uznaje się, że ich rozwiązanie zależy może od przełożenia zasad z powodzeniem dotąd wykorzystywanej w biznesie logistyki na grunt zarządzania miastem. Na obszarach aglomeracji skupia się bowiem potencjał ekonomiczny i społeczny danego kraju, a ich sprawne funkcjonowanie decyduje zarówno o rozwoju kraju, jak i danego regionu. Zbiegło się to z zarysowywaniem się w logistyce nurtu społecznego. Logistyka nie jest tu postrzegana jako sposób zaspakajania potrzeb konkretnego podmiotu nastawionego na osiągnięcie zysku. W tym społecznym ujęciu może zostać bezpośrednio odniesiona do metod zarządzania aglomeracją. Zarządzanie miastem będącym jednocześnie miejscem pracy, zamieszkania, wypoczynku, dokonywania zakupów czy korzystania z dóbr kultury, musi mieć oprócz ekonomicznego, także swój wymiar społecz-

¹ Szymczak M.: Logistyka miejska, s. 23, 2008.

ny i ekologiczny. Musi ono być sprawne i skuteczne we wszystkich wymiarach. Szczególną bazę dla logistyki miejskiej stanowią miasta zorganizowane w układzie sieciowym. Zarządzanie taką strukturą wymaga znacznych kompetencji logistycznych, bardzo zbliżonych do tych, które niezbędne są w zarządzaniu złożonymi łańcuchami logistycznymi².

Zainteresowanie logistyką miejską wynika również z przestrzennego rozrastania się miast, wzrostu gęstości zaludnienia, zwiększającej się liczby instytucji i firm. Miasto w ujęciu koncepcji logistycznych to socjalnie zurbanizowany teren, który można postrzegać w dwóch aspektach: jako ogniwo łańcucha logistycznego w systemie logistycznym kraju i jako samoistny system miejski. Na system logistyczny miasta składają się poszczególne systemy funkcjonalne. Są to: transport, obejmujący transport dóbr materialnych, w tym również przesył mediów, transport i składowanie odpadów komunalnych, komunikacja zbiorowa i indywidualna, składowanie dóbr materialnych w dzielnicach przemysłowo-handlowych i w sieciach handlowych miasta i sterowanie przepływami dóbr materialnych i osób. Współcześnie indywidualny transport zmotoryzowany zaczyna stanowić poważne zagrożenie dla sprawnego funkcjonowania miasta i płynnego przewozu osób i rzeczy. Dlatego tak ważne stają się działania mające doprowadzić do zmian przyzwyczajeń, preferencji i mentalności mieszkańców. Powinny one spowodować coraz większe zainteresowanie transportem zbiorowym³.

Założenia funkcjonowania logistyki miejskiej

Logistykę miejską można zdefiniować jako zbiór założeń dążących do optymalizacji systemu miasta pod kątem planowania, sterowania i nadzorowania wszelkich procesów uwarunkowanych ruchowo, przebiegających w tym systemie, w wymiarze ekonomicznym, ekologicznym, socjalnym i technologicznym⁴. Inna bardziej uproszczona definicja logistyki miejskiej określa ją jako ogół procesów zarządzania przepływami osób, ładunków i informacji wewnątrz systemu logistycznego miasta, zgodnie z potrzebami i celami rozwojowymi miasta, z poszanowaniem ochrony środowiska naturalnego, uwzględniających to, że miasto jest organizacją społeczną, której nadrzędnym celem jest zaspokajanie potrzeb swoich użytkowników⁵.

Istnieją różne podejścia do logistyki miejskiej, dzięki czemu można ją definiować pod kątem ogólnym i cząstkowym, przyjmując różne konwencje: klasyczną, systemową i ekologiczną. Przyjmując konwencję klasyczną (związaną z przemieszczeniami w sieci ulicznej), logistyka miejska obejmuje:

- logiczne porządkowanie czasowo-przestrzenne przepływu, zwłaszcza przez obszar centralny miast i aglomeracji, różnych rodzajów i natężeń strumieni ruchu samochodowego, autobusowego, tramwajowego, trolejbusowego),

² Szymczak M.: Logistyka miejska w: Kompendium wiedzy o logistyce, E. Gołębska / red. /Warszawa-Poznań, 293-299, 2001.

³ Zimon G., Gosik B.: Ocena logistyki miejskiej w zakresie transportu zbiorowego na przykładzie Tomaszowa Mazowieckiego i Rzeszowa, *Modern Management Review*, Vol. XX, 2/2015, s. 197-209

⁴ E. Gołębska, P. Czajak, D. Tomaszewska: Logistyka miejska XXI wieku, *EuroLogistics*, 3, 65-71, 2001.

⁵ Szoltysek J.: Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach, *Akademia Ekonomiczna Katowice*, Katowice, 105, 2005.

- formułowanie założeń dla optymalizacji systemu miasta w zakresie planowania, sterowania i nadzorowania przebiegających w tym systemie procesów w wymiarze ekonomicznym, ekologicznym, technicznym i socjalnym.

Według założeń konwencji systemowej, logistyka miejska to logiczne ukształtowanie urbanistycznej przestrzeni ekonomicznej człowieka wraz z przestrzeganiem zasad minimalizacji nakładów logistycznych. Z kolei według założeń konwencji ekologicznej, logistyka miejska obejmuje:

- logiczne ukształtowanie przepływów i funkcjonowania systemu transportowego w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju,
- stymulowanie i propagowanie działań służących redukcji kosztów zewnętrznych, oraz
- promocję czystego transportu miejskiego⁶.

Jednym z najważniejszych celów zarządzania logistyki miejskiej jest organizowanie procesów logistycznych tak, aby przyczyniały się do rozwoju miasta. Zadania logistyki miejskiej można podzielić na trzy podstawowe grupy⁷:

- zadania o charakterze organizacyjnym, czyli kształtowanie struktur i procesów logistycznych,
- zadania o charakterze technicznym, stosowane techniki sterowania, informatyczne i komunikowania,
- zadania o charakterze ekonomicznym, ustalenie cen, taryf i opłat.

Najważniejsze obszary wyodrębnione w ramach logistyki miejskiej stanowią transport ładunków i transport osobowy.

Głównymi zadaniami władz miasta są organizacja i kontrola transportu zbiorowego – pasażerskiego. Jest to transport miejski, który charakteryzuje się regularnością i częstotliwością. Gdy jest sprawnie zorganizowany, może zmniejszyć wielkość transportu indywidualnego, który w wielu miastach istotnie przyczynia się do powstania zatorów. W strategicznych porach dnia prowadzi do zablokowania najważniejszych punktów miasta. Natomiast podstawą do sprawnego funkcjonowania transportu ładunków i pasażerów jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury transportu. Infrastruktura transportu miejskiego składa się z następujących grup obiektów, które tworzą sieć transportową miasta: ulice, torowiska, napowietrzna sieć energetyczna, transformatory, dworce, przystanki, zajezdnie, parkingi, pozauliczne miejsca garażowania, miejsca wykonania czynności załadunkowych. Dodatkowo w celu usprawnienia komunikacji miejskiej bardzo często w wielu miastach można spotkać się z organizowaniem transportu rowerowego (rowery miejskie), podziałem miasta na specjalne strefy ruchu, czy też tworzeniem buspasów⁸.

Istota logistyki miejskiej a jakość życia

Zrównoważony rozwój to bardzo istotny cel logistyki miejskiej. Planowanie logistyki miejskiej powinno odbywać się w sposób zharmonizowany i przyjazny środowisku⁹.

⁶ Tundys B.: Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania, Difin, 141, Warszawa, 2008.

⁷ Sołtysik M.: O dynamice zmian w logistyce, [w:] Kierunki rozwoju logistyki w świetle tendencji światowych, red. M. Sołtysik, Akademia Ekonomiczna Katowice, Katowice 2004.

⁸ Ciesielski M., Długosz J., Gługsiewicz Z., Wyszomirski O., : Gospodarowanie w transporcie miejskim, Akademia Ekonomiczna, 28, Poznań 1992.

⁹ City logistics – network modelling and intelligent transport systems, aut. E. Taniguchi, R.G. Thompson, T. Yamada, R. van Duin, Pergamon, Oxford, 2011.

Na potrzeby tych rozważań przyjmuje się szerokie rozumienie zarządzania. Zarządzanie traktowane jest w tym znaczeniu jako proces oddziaływania organów i administracji samorządu terytorialnego na przedmiot zarządzania w taki sposób, aby jego działanie (zachowanie) zmierzało do osiągnięcia postawionych przed nim celów, czyli było zgodne z celami przyjętymi przez podmiot zarządzania. Obiekt zarządzania może obejmować takie osoby, organizacje oraz rzeczy, które są związane z planowaniem i realizacją zadań publicznych, a które w odróżnieniu od organizacji, niekoniecznie muszą być podległe zarządzającemu. W związku z tym poprzez zarządzanie kształtowane są zachowania osób oraz innych podmiotów gospodarczych, a samo zarządzanie jest przynależne do sfery procesów regulacyjnych¹⁰.

Istota transportu osobowego wiąże się z faktem prawie 100-procentowego wzrostu wskaźnika motoryzacji w polskich miastach w przeciągu ostatnich dwudziestu lat. W konsekwencji zauważalna jest, zwłaszcza w dużych miastach, coraz większa kongestia powodująca znaczne spowolnienie ruchu. Jednocześnie prognozy pokazują, iż może nastąpić dalszy wzrost transportu pasażerskiego – o 34% w 2030 r. i o 50% w 2050 r.¹¹. Można zatem przyjąć, iż „logistyka miejska skupia się przede wszystkim na planowaniu, koordynowaniu i kontrolowaniu procesów związanych z odbywającym się w obrębie danego miasta lub aglomeracji miejskiej przemieszczaniem osób i dóbr (surowców, półproduktów, towarów, odpadów itp.) oraz informacji z nimi związanych w sposób optymalizujący koszty, minimalizujący kongestię i podnoszący jakość życia mieszkańców”¹². Zdaniem E. Taniguchi, logistyka miejska stwarza okazję do zaimplementowania innowacyjnych rozwiązań w celu podniesienia jakości życia mieszkańców¹³. Głównymi jej celami są: mobilność, zrównoważony rozwój i jakość życia¹⁴. Mobilność dotyczy głównie łatwości przemieszczania osób i towarów w mieście¹⁵.

Poprawa jakości życia jest kolejnym istotnym celem logistyki miejskiej. Definicji jakości życia jest wiele i każda z nich wskazuje na istotne z punktu widzenia danego autora czynniki. Campbell uważa, iż jakość życia można opisać za pomocą określonego i jednokowego dla wszystkich zbioru kryteriów, takich jak: życie rodzinne, praca zawodowa, status materialny i zawodowy, zdrowie, sąsiedzi, znajomi, dzieci, poziom aktywności itp.^{16,17}. Zeliaś odróżnia natomiast poziom życia od jakości życia. Według niego jakość

¹⁰ Wojciechowski E.: Zarządzanie w samorządzie terytorialnym, Difin, Warszawa, 11, 2003.

¹¹ European Commission, Commission Staff Working Document Accompanying the White Paper: Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 28.3.2011, SEC, 391 final, 12-14, 2011.

¹² Witkowski J., Kiba-Janiak M.: Jakość życia mieszkańców jako kryterium budowy modelu referencyjnego logistyki miejskiej, [w:] Orientacja na klienta jako kryterium doskonałości, red. T. Borys i P. Rogala, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, 2011.

¹³ City logistics – network modelling and intelligent transport systems, aut. E. Taniguchi, R.G. Thompson, T. Yamada, R. van Duin, Pergamon, Oxford, 2011.

¹⁴ Taniguchi E, Thompson R.G., Yamada T.: Visions for city logistics in logistics systems for sustainable cities. Proceedings of the 3th International Conference on City Logistics, Madeira Portugal, 25-27 June 2003, Elsevier, Amsterdam, 2003.

¹⁵ Jones S.R.: Accessibility measures: A literature review, TRRL Report 967, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, [w:] Levine J., Grab Y., Congestion pricing's conditional promise: promotion of accessibility or mobility? „Transport Policy” vol. 9, 179-188, 1981.

¹⁶ Aleksiańska A.: Pojęcie jakości życia, 2011. Pozyskano z: <http://www.psychologia.net.pl/artykul.php?level=231>.

¹⁷ Kolman R.: Zespoły badawcze jakości życia, Problemy Jakości, nr 2, 2000.

życia najczęściej opisywana jest przez cechy jakościowe, a poziom życia za pomocą metod ilościowych¹⁸. Nieco podobne podejście do jakości życia przyjęli Borys i Rogal¹⁹, zdaniem których można wyróżnić obiektywną i subiektywną jakość życia. Obiektywna jakość życia opisywana jest za pomocą wskaźników, takich jak m.in. miesięczny dochód czy powierzchnia mieszkania. Subiektywna jakość życia natomiast to ocena stopnia zaspokojenia potrzeb, np. satysfakcja z osiągniętych dochodów, możliwość znalezienia atrakcyjnego spędzania czasu wolnego, sprawne przemieszczanie się po mieście, dostęp do edukacji, ochrony zdrowia, czy też wygodne robienie zakupów itp.

Jak wynika z powyższych rozważań, jednym z głównych celów logistyki miejskiej jest zaspokojenie potrzeb mieszkańców w zakresie jakości życia. Z drugiej strony wzrost jakości życia przyczynia się między innymi do rozwoju transportu indywidualnego, a co za tym idzie – wzrostu kongestii w transporcie samochodowym w miastach, która z kolei wpływa na obniżenie jakości życia. Zatem można wysunąć stwierdzenie, iż występuje związek korelacji między logistyką miejską a jakością życia²⁰. Jakość życia jest kategorią bardzo złożoną o trudnym do określenia zakresie przedmiotowym oraz interdyscyplinarnym charakterze. Kategorię tę tworzą wspólnie następujące elementy²¹:

- bogactwo rozumiane jako dobra materialne znajdujące się w posiadaniu ludzi,
- zdrowie i samopoczucie,
- bezpieczeństwo, zarówno w wymiarze zdrowotnym, jak i w aspekcie utraty mienia (przestępczość, klęski żywiołowe) oraz w sensie ekonomicznym (niezbędnych do życia środków finansowych),
- stan środowiska przyrodniczego,
- bogactwo duchowe związane z dostępem do edukacji i szeroko rozumianej kultury,
- poczucie przynależności do lokalnej społeczności, stosunki międzyludzkie i wpływ na decyzje dotyczące życia indywidualnego i zbiorowego.

Jakość życia obejmuje wiele obszarów związanych z codziennym funkcjonowaniem człowieka, np.: własną sytuacją życiową, miejscem zamieszkania, infrastrukturą, przestrzenią, poczuciem bezpieczeństwa, czasem wolnym, stanem i zasobami środowiska, pracą i dochodami, edukacją i instytucjami edukacyjnymi itp. Wśród dziedzin wpływających na jakość życia jest także aspekt związany z przemieszczaniem się po mieście. Potrzeby przemieszczania osób w mieście wynikają z wielu wyżej wymienionych przesłanek związanych z jakością życia. Te wszystkie czynniki, determinujące jakość życia, wpływają na organizację przemieszczania osób w mieście, w tym także na liczbę połączeń komunikacyjnych²².

Rola transportu w funkcjonowaniu miasta

Do głównych zadań transportu w systemie logistycznym miasta należą: przewóz osób (transport pasażerski), transport towarów (transport zaopatrzenia) oraz wywóz odpadów

¹⁸ Zeliaś Z.: Poziom życia w Polsce i w krajach Unii Europejskiej, PWE, Warszawa, 2004.

¹⁹ Borys, P. Rogal: Jakość życia na poziomie lokalnym – ujęcie wskaźnikowe, Wyd. UNDP, Warszawa, 2008.

²⁰ Kiba-Janiak M.: Logistyka miejska w obszarze przemieszczania osób a jakość życia mieszkańców Gorzowa Wielkopolskiego w latach 2007 i 2010, XIV Konferencja Logistyki Stosowanej „Total Logistic Management”, Zakopane, 2010.

²¹ Dmoch T., Rutkowski J.: Badanie poziomu i jakości życia, „Wiadomości Statystyczne”, 10, 27, 1985.

²² Witkowski K., Saniuk S.: Logistyka miejska a jakość życia mieszkańców Zielonej Góry – wstęp do badań. Strategie i logistyka w sektorze usług, ISSN 1899-3192, 171-179.

i nieczystości. Zadania te realizowane są poprzez transport: samochodowy publiczny (autobusy i trolejbusy) i indywidualny, szynowy (tramwaje, szybkie kolejki miejskie, metro), wodny (w szczególnych wypadkach kanały i przeprawy promowe).

Z analizy struktury transportu gospodarczego w miastach wynika, że 1/3 wszystkich ruchów transportowych w mieście to transport gospodarczy towarowy, a 2/3 to transport osobowy zarówno indywidualny, jak i publiczny²³. Przemieszczenia osobowe mogą się odbywać przy użyciu transportu indywidualnego albo przy użyciu komunikacji zbiorowej.

System miejskiego transportu zbiorowego stanowi jeden z podsystemów gospodarki miejskiej. Zaspokaja potrzeby miasta zarówno w zakresie miejskich, jak i podmiejskich przewozów mieszkańców²⁴. Sprawność jego funkcjonowania zależy zarówno od jakości świadczonych usług przewozowych, jak również od wysokości nakładów finansowych na komunikację miejską. Potrzeba przemieszczania się towarzyszy ludzkości od początków jej istnienia. Uciążliwość podróżowania pieszo zdeterminowała poszukiwania coraz to nowych rozwiązań technicznych w tej dziedzinie. Efektem są obecne możliwości transportu zarówno indywidualnego, jak i zbiorowego. Potrzeba komunikacyjna to chęć bądź konieczność jednostki lub określonej zbiorowości przemieszczania się z jednego miejsca w drugie za pomocą środka transportu. Potrzeby komunikacyjne, które powstają wewnątrz obszarów zurbanizowanych, i podróże z nich wynikające mają charakterystyczne właściwości. Zalicza się do nich²⁵:

- koncentrację na ograniczonej przestrzeni obszaru zurbanizowanego, co determinuje niewielką średnią odległość podróży;
- powszechność występowania, która wyraża się w dużej średniej liczbie przejazdów i podróży miejskich, realizowanych przez jednego mieszkańca;
- możliwość występowania, przejawiającą się w natężeniu ruchu pasażerskiego w jednym kierunku, w określonej jednostce czasu;
- nierównomierność występowania w czasie i przestrzeni.

Warto podkreślić, że charakter potrzeb zmienia się wraz z rozwojem społeczno-gospodarczym. Najogólniej wyróżnia się potrzeby przemieszczania się między strefą zewnętrzną a miastem, wewnątrzmięskie oraz między miastem a strefą zewnętrzną²⁶.

Samą istotę potrzeby można określić jako stan braku, związany z występującą różnicą pomiędzy stanem istniejącym a jego formą oczekiwaną czy preferowaną. Tak definiowana potrzeba wynika z różnic czasowych i przestrzennych między czynnikami niezbędnymi do realizacji działalności ludzkiej i utrzymywaniem więzi społecznych. Zatem potrzeby transportowe, rozumiane jako zmiany lokalizacji ładunków i osób w określonym czasie, to potrzeby realizowane w sposób zorganizowany i celowy²⁷. Rozpatrując preferencje transportowe, nie sposób pominąć zagadnienie jakości, definiowanej jako spełnienie lub przekroczenie oczekiwań klienta. Jakość w transporcie zbiorowym rozumiana jest jako poziom usług, determinujący zadowolenie klienta (pasażera) z nabytego dobra lub usługi (przejazdu). Jakość usług przewozowych zależy od różnorodnych czynników określanych

²³ Wagner T.: City-Logistik als Teil der Supply-Chain, Diss. Wissenschaft & Praxis, Sternenfels, 27, 2002.

²⁴ Tundys, B.: Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania, Difin, Warszawa, 119, 2008.

²⁵ Dziadek S.: Systemy transportowe ośrodków zurbanizowanych, PWN, Warszawa, 106, 1991.

²⁶ Meyer B.: Potrzeby komunikacyjne mieszkańców aglomeracji miejskich, ZNUS Ekonomiczne problemy Transportu, 287/2, 109, 2000.

²⁷ Gosik B., Zimon G.: Usługi transportowe w obsłudze ruchu turystycznego, Problemy Transportu i Logistyki, 28/843, 43, 2014.

jako kryteria jakości transportu miejskiego, czyli oczekiwania, wymagania klientów²⁸. Na podstawie wymagań konstruowane są tzw. postulaty przewozowe, zależne od preferencji użytkowników, ale także od czynników lokalnych. Najbardziej popularne są cztery podstawowe postulaty takie jak: koszt, czas, dostępność i wygoda²⁹. Bardzo często wymienia się jeszcze dodatkowe trzy³⁰:

- bezpieczeństwo – monitoring wnętrza pojazdu i przystanków, doświadczenie i odpowiednie umiejętności kierowców, odpowiedni stan autobusów;
- troskę o klienta – przyjazny stosunek personelu do pasażerów, odpowiednie kwalifikacje i prezencja personelu, stosowanie rekompensat za odstępstwa od obowiązujących standardów;
- ekologię – ekologiczny napęd oraz niski poziom hałasu generowanego przez pojazdy.

Wybrane rozwiązania w obszarze logistyki miejskiej

Jednym z najistotniejszych czynników wpływających na styl i sposób życia jest czas. Jest to kryterium rzutujące na wiele decyzji mieszkańców – np. na wybór miejsca zamieszkania w odległości od centrum miasta, wybór miejsca pracy, szkoły, przedszkola i innych ważnych instytucji. Czas jest także czynnikiem istotnym w planowaniu zagospodarowania przestrzennego miasta³¹.

Analiza preferencji mieszkańców może umożliwić decydentom miast wdrożenie odpowiednich rozwiązań – zarówno technologicznych, jak i organizacyjnych – w obszarze logistyki miejskiej podnoszących jakość życia mieszkańców. Wśród najbardziej popularnych rozwiązań w logistyce miejskiej można wyróżnić:

- preferencje dla transportu publicznego, np. wydzielony pas ruchu dla autobusów. W Europie wiele miast posiada dedykowane autobusom wydzielone pasy ruchu. Rozwiązanie to pozwala na wyeliminowanie opóźnień w ruchu środków transportu publicznego³²,
- wprowadzenie opłat za wjazd pojazdów do centrum miasta. Przykładem miasta, które wprowadziło opłaty za wjazd do centrum jest Londyn. W rezultacie wprowadzenia tego systemu, w centrum Londynu natężenie ruchu spadło o 16-20%³³,
- ograniczenie ruchu samochodów w centrum miasta. Czasowe ograniczanie wjazdu pojazdów ciężarowych w określonych godzinach jest jednym z najczęściej wykorzystywanych narzędzi przez planistów. Ograniczenia te dotyczą pojazdów ciężarowych na

²⁸ Milenkiewicz B.J., Halicka K.: Ocena jakości usług w transporcie zbiorowym na przykładzie Białostockiej Komunikacji Miejskiej, „Economy and Management” 4/11, 79, 2011.

²⁹ Jackiewicz J., Czech P., Barcik J.: Standardy jakości usług w komunikacji miejskiej, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 56, 2010.

³⁰ Wyszomirski O.: Transport miejski. Ekonomika i organizacja, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 108, 2008.

³¹ Kiba-Janiak M.: Wybrane rozwiązania w logistyce miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców, 2012, Studia miejskie, tom 6, 41-50.

³² Eichler M.D.: Bus lanes with intermittent priority: Assessment and design. A thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of City Planning In City and Regional Planning in the Graduate Division of the University of California, Berkeley, 2005.

³³ Kijewska K., Iwan S.: Przewóz ładunków przez obszary zurbanizowane – wybrane rozwiązania, Logistyka, nr 5, 2010.

- danym obszarze lub na danej ulicy o konkretnej porze dnia. Powyższe zakazy nie dotyczą jednostek ratunkowych typu: straż pożarna, pogotowie ratunkowe,
- zamknięcie centrum miasta dla samochodów ciężarowych. Przykładem takiego rozwiązania jest Nowy Jork, Kopenhaga gdzie wprowadzony został zakaz wjazdu dla samochodów ciężarowych³⁴.
- wyznaczenie godzin dostaw samochodami ciężarowymi (poza godzinami szczytu).
- stworzenie w mieście sieci stanowisk z rowerami do wypożyczenia. W wielu miastach w Polsce występuje możliwość wypożyczania rowerów w samoobsługowych wypożyczalniach zlokalizowanych w wielu miejscach w mieście. Jest to najbardziej popularna forma transportu w okresie wzmożonego ruchu turystycznego,
- wprowadzenie do komunikacji zbiorowej małych busów, poruszających się z większą częstotliwością niż autobusy,
- system rzeczywistej informacji pasażerskiej. System ten zapewnia w czasie rzeczywistym informacje o rozkładzie jazdy środków transportu publicznego (za pomocą tablic świetlnych, stron internetowych lub telefonów komórkowych). System ten został już wprowadzony w kilku polskich miastach, np. w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Zielonej Górze³⁵,
- system adaptacyjnego sterowania sygnalizacją świetlną. Przykład wdrożenia systemu kontroli sygnalizacji świetlnej można zobaczyć w mieście Kuala Lumpur w Malezji. System ten za pomocą czujników liczy samochody i pozwala na lepszą ocenę zmieniających się nasileń ruchu. Na przykład, jeśli istnieje duży ruch na danym skrzyżowaniu to następuje zmiana sygnału świetlnego – zostaje wydłużony czas zielonego sygnału³⁶.

Istnieje wiele rozwiązań usprawniających ruch osób i ładunków w mieście. W miastach średniej wielkości rozwiązania w obszarze logistyki miejskiej nie wymagają angażowania wysokich nakładów, jak to często bywa w przypadku dużych miast czy metropolii. Ostateczna decyzja o tym, które rozwiązanie należy wprowadzić w życie, powinna zostać podjęta po uzyskaniu opinii wszystkich stron zainteresowanych logistyką miejską (firmy transportowe, produkcyjne, handlowe, mieszkańcy, władze lokalne itp.)³⁷.

Rola i znaczenie poziomu obsługi klienta w logistyce miejskiej

Definiując obsługę klienta z perspektywy czynności można powiedzieć, iż jest to zdolność systemu logistycznego przedsiębiorstwa do zaspokojenia potrzeb klientów pod względem czasu, niezawodności, komunikacji i wygody. Każdy z tych elementów odgrywa istotną rolę³⁸.

³⁴ Kornhauser A.L., Morris A.G.: Urban goods movement model (UGMM) for Manhattan, http://www.nymtc.org/data_services/freight_model/files/ugmm.pdf (3 lipca 2011), 2011.

³⁵ Witkowski K., Saniuk S.: Logistics management aspects of the city infrastructure in trade and freight: from soil to consumer (M. Tanyas, M. Bamyaci), „Logistics Association Publication” nr 9: Istanbul, Proceedings of the 8th International Logistics and Supply Chain Congress 294-302, 2010.

³⁶ Tan K.K., Khalid M., Yusof R.: Intelligent traffic lights control by fuzzy logic, *Malaysian Journal of Computer Science*, vol. 9, nr 2, 1996.

³⁷ Kiba-Janiak M.: Wybrane rozwiązania w logistyce miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców, *Studia miejskie*, tom 6, 41-50, 2012.

³⁸ Markusik S.: Infrastruktura logistyczna w transporcie, Tom II. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej ISBN: 978-83-7880-113-9, 2013.

Obsługa klienta jest sztuką służenia klientowi, dlatego z pewnością jest to najistotniejsza strategia marketingowa, którą może zastosować przedsiębiorstwo w swojej walce o zdobycie i utrzymanie miejsca na rynku. Znaczenie jakości usług, w tym jakości obsługi klienta odgrywa bardzo wielką rolę w sposobie zarządzania firmą usługową. W procesie dążenia do efektywnej obsługi klienta niezbędna jest analiza głównych elementów zarządzania firmą, gdyż sukces firmy osiągany na polu kontaktów z klientem zależy w dużej mierze od właściwego zarządzania. Jakość w procesie obsługi klienta jest określana jako „...zespół cech charakterystycznych towaru lub obsługi podczas jego nabywania, które przyczyniają się do zaspokojenia potrzeb klienta”. W praktyce jakość obsługi często jest identyfikowana ze spełnianiem wymagań klienta³⁹.

We współczesnym świecie obsługa klienta jest nie zwykłe ważna, ponieważ często jej jakość decyduje o wyborze firmy do wykonania danej usługi. Na rynku powstaje coraz większa konkurencja, nabywcy są coraz bardziej wymagający i oczekują się obsługi na jak najwyższym poziomie. Obsługa klienta jest nieodłącznym elementem każdej kompleksowej oferty, a dobra jakość obsługi ma wielkie znaczenie – to właśnie ona sprawia że klient jest naprawdę zadowolony z wyboru danej oferty przedsiębiorstwa. Obsługa może przyczynić się do zwiększenia wiarygodności oferty dzięki odpowiednio wykwalifikowanym pracownikom, którzy potrafią właściwie oraz kompetentnie dostarczyć klientowi potrzebnych informacji. Obsługa klienta to również niezawodne dostarczenie klientowi dóbr i usług w uzgodnionym czasie i miejscu, stosownie do oczekiwań klienta⁴⁰.

Dążenie do właściwej obsługi klienta odbywa się poprzez zintegrowane działania logistyczne, a ich koordynacja jest możliwa dzięki zastosowaniu narzędzi informatycznych. Tworzenie standardów i ich przestrzeganie jest utrudnione między innymi przez trudności w prognozowaniu popytu, dużej liczby produktów, braku danych oraz długiego czasu cykli, dlatego też nieodzownym elementem zarządzania usługami jest stworzenie systemu controllingu logistycznego, który mierzyłby i monitorowałby wymagania klientów.

Elementami logistycznej obsługi klienta nazywa się te części (cechy) obsługi, które mają szczególne znaczenie dla klientów, przy czym przypisywana im waga przez klientów może ulegać zmianie w zależności od segmentu rynku, rodzaju produktów, sposobu dystrybucji czy wielkości konkurencji. Jednym z zadań logistyki jest uczynienie usługi dostępnej. Dostępność to pojęcie, na którego treść ma wpływ wiele czynników np. częstotliwość i niezawodność dostaw, składających się na obsługę klienta. Jest tak więc zdeterminowana przez współdziałanie wszystkich tych elementów, które kształtują proces udostępniania usług kupującemu. Logistyczna obsługa klienta powinna spełniać zasady zwane 7W, czyli ma polegać na tym, aby właściwa usługa znalazła się we właściwym miejscu, we właściwym czasie i była we właściwym stanie, we właściwej ilości, i po właściwym koszcie. Poza tym obsługa klienta powinna być rozumiana jako zbiór wszelkich aktywności na poziomie zarządzania⁴¹.

Strategia każdej firmy usługowej działającej na rynku, opiera się na zdobyciu, utrzymaniu i pozyskiwaniu kolejnych nabywców swojego produktu czy usługi. Tak, więc ze strategicznego punktu widzenia, najważniejsi dla firmy są klienci – to oni decydują o sukcesie

³⁹ Witek J.: Jakość obsługi klienta w aspekcie zarządzania firmą usługową, Katedra Marketingu Uniwersytet Szczeciński, 1999.

⁴⁰ Payne A.: Marketing usług, Wydawnictwo PWE ISBN: 83-208-1050-7, 1997.

⁴¹ Kowalska K.: Obsługa klienta w kształtowaniu konkurencyjności przedsiębiorstw na rynku usług transportowo-spedycyjno-logistycznych, Wyższa szkoła biznesu w Dąbrowie Górniczej, 2014.

firmy. Celem strategii przedsiębiorstwa powinno być dostosowanie firmy do obydwu tych elementów, czyli dopasowanie tego co mamy wewnątrz firmy do warunków otoczenia przedsiębiorstwa, po to, aby w efekcie utrzymywać się i rozwijać na rynku. Przede wszystkim musimy poznać, kto jest naszym klientem i jakie ma potrzeby. Długofalowy sukces przedsiębiorstwa i wysoka rentowność firmy zależą od poziomu zadowolenia klienta bezpośrednio po zakupie. Stopień satysfakcji jest, więc jednym z najlepszych wskaźników przyszłych zysków firmy. Wykorzystanie zdolności przedsiębiorstwa do dostarczenia klientowi maksymalnej wartości powinno być podstawowym celem w wytyczanych opcjach strategicznych firmy. Prowadzi to do zróżnicowania oferty rynkowej, a to z kolei do zdobywania przewagi konkurencyjnej. Bardzo ważnym dla procesu zarządzania jakością jest kontrola jakości wykonywanych usług. Ocena i kontrola jakości jest często traktowana zbyt wąsko jako ocena przedsiębiorstwa ze stopnia wywiązania się z założeń produkcyjnych. Jednak pogłębiona analiza informacji uzyskanych w procesie kontroli jakości pozwala pozyskać cenną wiedzę o rzeczywistych oczekiwaniach klientów⁴².

Ocena poziomu jakości usług na przykładzie wybranych miast

Jakość funkcjonowania zbiorowego transportu miejskiego nabiera coraz większego znaczenia z uwagi na ciągle rosnące wymagania ze strony pasażerów. W czasach, kiedy narasta konkurencja rynkowa, pojęcie jakości oferowanych usług jest bardzo ważne pod względem oceny dostawcy tych usług. Przedsiębiorca może uzyskać przewagę w konkurencji m.in. poprzez oferowanie usług, które cechują się wysoką jakością. Dlatego też przedsiębiorstwa transportowe walcząc o swoich klientów ulepszają jakość swoich usług tak, by zadowalały one klienta. Dzięki takim zabiegom pozyskują one większą ilość klientów, tym samym zdobywając przewagę nad konkurencją. Efektem tego typu działań jest uzyskanie większych dochodów, z czym bezpośrednio wiąże się wzrost zysków⁴³.

W celu poznania preferencji przewoźowych pasażerów w rejonie Polski południowej przeprowadzono badania na przykładzie komunikacji miejskiej w Oświęcimiu⁴⁴, Przemyśle i Rzeszowie⁴⁵.

Celem prowadzonych badań była ocena aktualnego poziomu obsługi klienta w ramach usług przewoźowych wykonywanych na terenie ww. miast oraz poznanie preferencji klientów w zakresie przyszłościowego modelu obsługi ruchu pasażerskiego. Poziom obsługi został dokonany poprzez:

- ocenę aktualnego poziomu obsługi pasażerów,
- wyznaczanie różnicy między dotychczasową oceną a oczekiwaniami pasażerów (luka jakościowa) podróżujących komunikacją miejską na terenie miasta Oświęcim,
- określenie wskaźniki CSI (CSI – *Customer Satisfaction Index*),
- opracowanie mapy jakości CSI.

⁴² Meżyk A., Zamkowska S.: Podnoszenie jakości usług w przewozach pasażerskich, Politechnika Radomska Wydział Transportu. Technika Transportu Szynowego, nr 3, 2004.

⁴³ Wyszomirski O.: Transport miejski. Ekonomia i Organizacja, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2008.

⁴⁴ Leszczyński P.: Poziom obsługi klienta na przykładzie MZK sp. z o.o. w Oświęcimiu. Praca magisterska. Maszynopis.

⁴⁵ Lejda K., Mądziel M.: Luka jakościowa w ujęciu wybranych postulatów przewoźowych w badaniach preferencji transportowych pasażerów komunikacji miejskiej, Logistyka, nr 5, 313-317, 2015.

W badaniach na terenie miasta Oświęcim udział wzięło 268 osób, z czego 55% osób to kobiety natomiast 45% to mężczyźni. Blisko 40% ankietowanej grupy stanowiły osoby w wieku 19-25 lat. W badaniach pominięto osoby powyżej 75 lat. Największą grupą stanowiły osoby z średnim wykształceniem (45,5%), z czego 47% to osoby pracujące zawodowo.

W tabeli 1 przedstawiono aktualny poziom obsługi funkcjonowania MZK Oświęcim Sp. z o.o., natomiast w tabeli 2 oczekiwany poziom obsługi funkcjonowania MZK Oświęcim Sp. z o.o..

Tabela 1. Aktualny poziomu obsługi pasażerów w MZK Oświęcim sp. z o.o.

Kryteria Oceny	Oceny					Ocena średnia	Odchylenie standardowe	Mediana	Dominanta	Ranking
	1	2	3	4	5					
	Bardzo zły	Zły	Średni	Dobry	Bardzo dobry					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Punktualność kursowania autobusów	23	28	96	89	27	3,26	1,07	3	3	12
Częstość kursowania autobusów	29	73	89	61	11	2,82	1,04	3	3	17
Niezawodność	15	23	82	110	33	3,47	1,01	4	4	7
Dostępność (czytelność) rozkładów jazdy	16	31	42	97	77	3,71	1,18	4	4	3
Prędkość, czas podróży	11	12	87	116	37	3,59	0,93	4	4	6
Bezpośredniość połączeń	12	36	86	98	31	3,38	1,01	3	4	8
Wygoda podróży	15	27	92	105	24	3,37	0,98	3	4	9
Bezpieczeństwo podróżowania	12	16	62	121	52	3,70	1,00	4	4	4
Cena biletu za przejazd	23	37	99	85	19	3,15	1,04	3	3	14
Dostępność punktów sprzedaży biletów	20	33	77	97	36	3,37	1,10	4	4	9
Czystość wewnętrzna i zewnętrzna autobusu	29	40	76	102	16	3,14	1,10	3	4	15
Stosunek kierowcy do pasażerów	32	34	72	88	37	3,24	1,21	3	4	13
Ubiór kierowcy	7	19	39	121	77	3,92	0,98	4	4	1
Oznaczanie kierunków jazdy autobusów	11	22	52	119	59	3,73	1,03	4	4	2
Kultura osobista kontrolerów biletów	55	49	80	62	17	2,76	1,21	3	3	18
Dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach	22	41	65	91	44	3,36	1,18	4	4	11
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży	25	62	92	67	17	2,96	1,06	3	3	16
Komunikaty głosowe w autobusach (SOLARIS)	18	25	61	88	71	3,64	1,17	4	4	5
Średnia =						3,37				

Pasażerowie, w 5-cio stopniowej skali, ocenili poziom obsługi na poziomie 3.37 co jest wynikiem dobrym. Najwyżej oceniony został ubiór kierowcy (3,92), natomiast najmniejsze zadowolenie sprawia respondentom kultura osobista kontrolerów biletów (2,76) i częstotliwość kursowania autobusów (2,82).

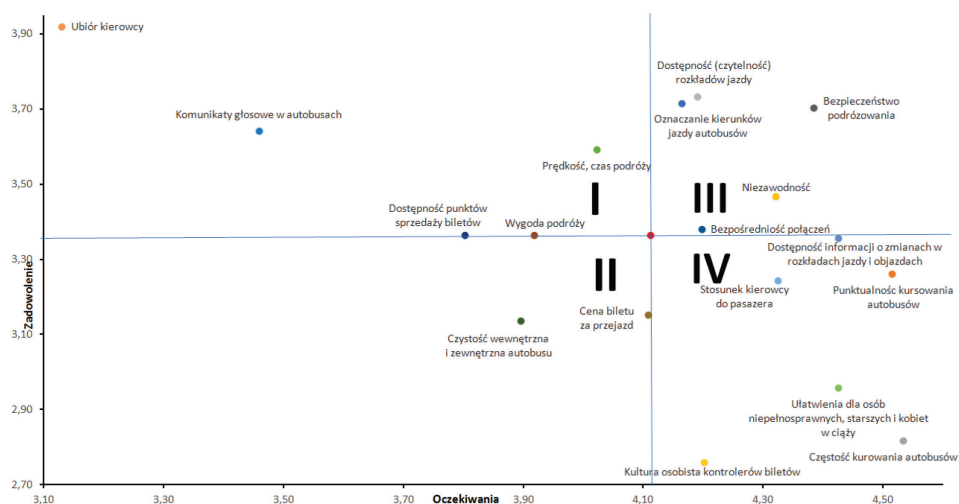
Tabela 2. Oczekiwania pasażerów co do przyszłej obsługi pasażerskiej

Kryteria oceny	Oceny						Odchylenie standardowe	Mediana	Dominanta	Ranking
	1	2	3	4	5	Ocena średnia				
	Nieważne	Raczej nieważne	Trudno powiedzieć	Ważne	Bardzo ważne					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Punktualność kursowania autobusów	2	8	14	70	174	4,51	0,79	5	5	2
Częstotliwość kursowania autobusów	1	5	11	84	167	4,53	0,70	5	5	1
Niezawodność	2	7	31	91	137	4,32	0,84	5	5	7
Dostępność (czytelność) rozkładów jazdy	5	11	38	95	119	4,16	0,95	4	5	11
Prędkość, czas podróży	2	15	40	129	82	4,02	0,87	4	4	13
Bezpośredniość połączeń	0	15	28	114	111	4,20	0,84	4	4	9
Wygoda podróży	3	18	52	120	75	3,92	0,92	4	4	14
Bezpieczeństwo podróżowania	2	9	19	92	146	4,38	0,82	5	5	5
Cena biletu za przejazd	4	16	36	103	109	4,11	0,95	4	5	12
Dostępność punktów sprzedaży biletów	8	29	49	104	78	3,80	1,07	4	4	16
Czystość wewnętrzna i zewnętrzna autobusu	2	20	57	114	75	3,90	0,92	4	4	15
Stosunek kierowcy do pasażerów	2	10	27	89	140	4,32	0,86	5	5	6
Ubiór kierowcy	40	57	51	68	52	3,13	1,35	3	4	18
Oznaczanie kierunków jazdy autobusów	5	9	29	112	113	4,19	0,89	4	5	10
Kultura osobista kontrolerów biletów	7	10	28	100	123	4,20	0,95	4	5	8
Dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach	2	8	13	96	149	4,43	0,78	5	5	3
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży	4	4	20	86	154	4,43	0,82	5	5	3
Komunikaty głosowe w autobusach	21	50	50	79	68	3,46	1,27	4	4	17
Średnia =							4,11			

Oczekiwania pasażerów kształtują się na poziomie 4,11 w 5-cio stopniowej skali oceny. Osoby biorące udział w badaniach oczekują w przyszłości przede wszystkim poprawy częstotliwości i punktualności kursowania autobusów (4,53) i (4,51) co jest jednoznaczne z poprawą jakości obsługi. Natomiast ubiór kierowców (3,13), komunikaty głosowe (3,46)

oraz dostępność punktów sprzedaży biletów (3,80) dla ankietowanych nie ma większego znaczenia dla podniesienia jakości obsługi przez analizowanego przewoźnika.

Indeks satysfakcji klienta jest wynikiem analizy poziomu zadowolenia klientów w odniesieniu do wybranych cech usługi, istotnych z ich punktu widzenia. Mierzy zarówno ważność jak i spełnienie różnych wymagań i oczekiwań klienta, a także aspektów dotyczących funkcjonowania organizacji. Mapa jakości CSI to metoda pozwalająca na graficzne zaprezentowanie ważności poszczególnych kryteriów oceny usługi dla klienta. U jej podstaw leży filozofia, sprowadzająca się do tego, iż w celu uzyskania poprawy ogólnej jakości z punktu widzenia nabywców, nie trzeba poprawiać wszystkich cech danej usługi – należy skupić się w głównej mierze na tych, które są ważne i istotne dla nabywców usług. Dlatego też wykreślona mapa może stanowić dla kadry menedżerskiej istotną wskazówkę dotyczącą tego, które obszary oferty wymagają podjęcia natychmiastowych działań dostosowawczych do wymogów rynkowych, a które mogą być rozpatrywane w dalszej kolejności. Na rys. 1 przedstawiono mapę jakości CSI opracowaną dla MZK Oświęcim.



Rysunek 1. Mapa jakości CSI

W tabeli 3 i na rys. 1 zamieszczona lokalizacja danego aspektu na mapie jakości. Jak łatwo zauważyć w IV części mapy leżą najpilniejsze aspekty do poprawy: punktualność i częstotliwość kursowania autobusów, stosunek kierowcy do pasażerów, kultura osobista kontrolerów biletów jak i ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży. Aspekty w I części nie mają większego znaczenia co do jakości obsługi oferowanych usług przez przewoźnika. Są to między innymi: prędkość, czas, wygoda podróży, dostępność punktów sprzedaży biletów, ubiór kierowcy jak i komunikaty głosowe w autobusach.

Punktem wyjścia do stworzenia tzw. luki jakościowej jest założenie, iż ocena jakości usługi dokonywana przez klienta stanowi różnicę pomiędzy oczekiwaniami, a rzeczywistymi spostrzeżeniami w zakresie uzyskanej usługi. Wyodrębnienie luki jakościowej w odniesieniu do konkretnych aspektów realizacji danej usługi wynikają z defektów kolej-

nych etapów przygotowania i świadczenia usługi co oznacza, iż podczas całego procesu świadczenia danej usługi mogą powstawać pewne rozbieżności pomiędzy usługodawcą a usługobiorcą. Luka jakościowa to przestrzeń występująca pomiędzy aktualnym poziomem obsługi klienta a oczekiwaniami wobec osób korzystających z usług.

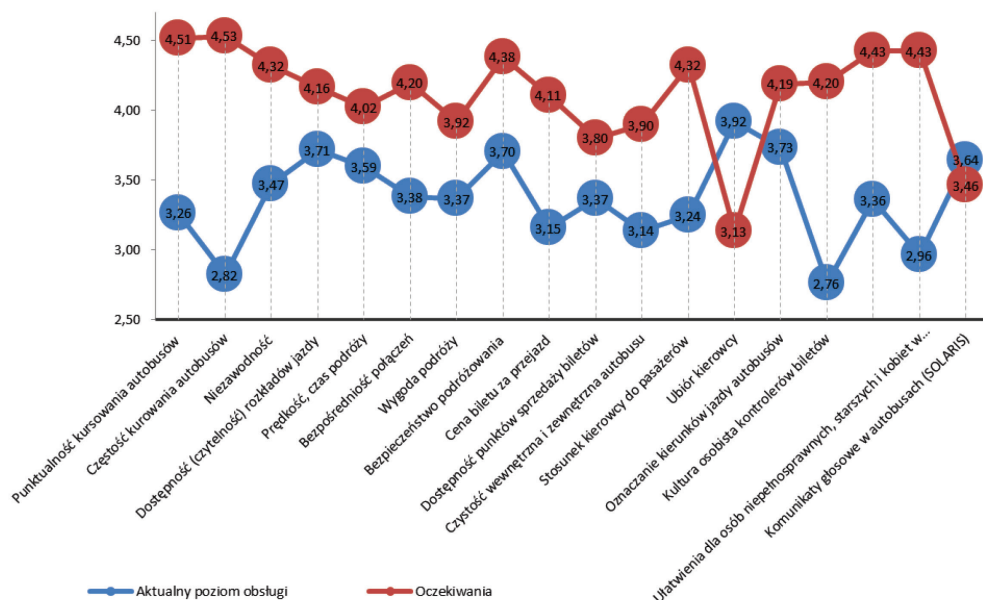
Na rysunku 2 przedstawiono różnice między aktualnym poziomem a oczekiwaniami co do jakości obsługi klienta (luka jakościowa). Stwierdzono, że największą różnicą między oczekiwaniami a aktualnym poziomem obsługi klienta występuje w przypadku: częstotliwości kursowania autobusów (1,72), ułatwieniu dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży (1,47), kultury osobistej kontrolerów biletów (1,44), punktualności kursowania autobusów (1,25), stosunku kierowcy do pasażerów (1,08) oraz dostępności informacji o zmianach w rozkładzie jazdy i objazdach (1,07). Brak „luki jakościowej” występuje w przypadku: ubioru kierowcy i komunikatów głosowych w autobusach.

Najmniejsza różnica między oczekiwaniami a aktualna ocena stanu obsługi występuje w przypadku: prędkości i czasu podróży (0,43), dostępności punktów sprzedaży biletów (0,44), dostępności (czytelność) rozkładów jazdy (0,45) oraz oznaczenia kierunku jazdy autobusów (0,46).

Tabela 3. Kategoryzacja wybranych aspektów oceny na mapie jakości CSI

Wyszczególnienie	Część mapy jakości CSI	Znaczenie
Prędkość, czas podróży	I	Mało ważne aspekty wysoko ocenione
Wygoda podróży	I	
Dostępność punktów sprzedaży biletów	I	
Ubiór kierowcy	I	
Komunikaty głosowe w autobusach	I	
Cena biletu za przejazd	II	Mało ważne aspekty nisko ocenione
Czystość wewnętrzna i zewnętrzna autobusu	II	
Niezawodność	III	Bardzo ważne aspekty wysoko ocenione
Dostępność (czytelność) rozkładów jazdy	III	
Bezpośredniość połączeń	III	
Bezpieczeństwo podróżowania	III	
Oznaczanie kierunków jazdy autobusów	III	
Dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach	III	Bardzo ważne aspekty nisko ocenione
Punktualność kursowania autobusów	IV	
Częstość kursowania autobusów	IV	
Stosunek kierowcy do pasażerów	IV	
Kultura osobista kontrolerów biletów	IV	
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży	IV	

W mieście Przemyśl badaniami objęto wybrane linie autobusowe. Były to linie nr 12, 16, 22 i 28. Badania przeprowadzono w roku 2016, a próba wynosiła 150 osób. Ankieterzy mieli za zadanie ocenić czynniki wpływające na poziom świadczonych usług przewozowych, jak też poznać oczekiwania pasażerów – mieszkańców miasta Przemyśl. Co do jakości usług przewozowych respondenci określali, jaki jest stopień zadowolenia w odniesieniu do szesnastu cech jakościowych charakteryzujących transport zbiorowy w zakresie funkcjonowania komunikacji zbiorowej. W tabeli 4 i 5 przedstawiono aktualny i oczekiwany poziom świadczenia usług w MZK Sp. z o.o. Przemyśl



Rys. 2. „Luka jakościowa” w ocenie pasażerów MZK Oświęcim sp. z o.o.

Tabela 4. Ocena aktualnego poziomu świadczenia usług w MZK Sp. z o.o. Przemyśl

Badana cecha	Średnia ocena	Liczba ocen za poszczególne cechy					Ranking
		Bardzo zły (1)	Zły (2)	Średni (3)	Dobry (4)	Bardzo dobry (5)	
Punktualność kursowania autobusów	4,02	2	4	17	57	33	2
Częstość kurowania autobusów	3,87	5	2	22	58	25	3
Niezawodność	3,71	7	13	18	41	33	6
Dostępność (czytelność) rozkładów jazdy	4,16	1	2	16	52	41	1
Prędkość, czas podróży	3,50	8	21	21	32	30	8
Bezpośredniość połączeń	3,56	6	5	37	48	16	7

Badana cecha	Średnia ocena	Liczba ocen za poszczególne cechy					Ranking
		Bardzo zły (1)	Zły (2)	Średni (3)	Dobry (4)	Bardzo dobry (5)	
Wygoda podróży	3,81	2	2	25	69	14	5
Bezpieczeństwo podróżowania	3,48	5	10	37	47	13	9
Cena biletu za przejazd	3,10	6	26	39	30	10	13
Dostępność punktów sprzedaży biletów	3,38	10	14	33	33	22	12
Czystość wewnętrzna i zewnętrzna autobusu	3,85	2	5	28	50	27	4
Stosunek kierowcy do pasażerów	3,08	10	22	41	28	11	14
Ubiór kierowcy	3,47	5	14	31	46	16	10
Oznaczanie kierunków jazdy autobusów	3,47	1	11	42	50	8	11
Kultura osobista kontrolerów biletów	3,00	20	17	25	43	7	15
Dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach	2,67	20	26	39	22	4	16
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży	2,64	22	31	28	26	5	17

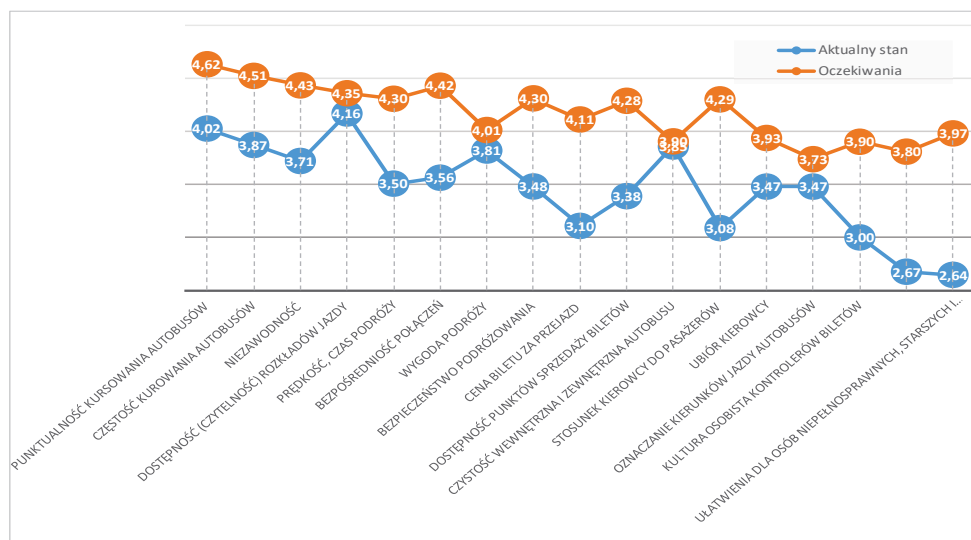
Tabela. 4. Oczekiwania pasażerów co do przyszłej jakości świadczonych usług przez MZK Sp. z o.o. Przemyśl

Badana cecha	Średnia ocena	Liczba ocen mających wpływ na poprawę jakości usług					Ranking
		Nie ważne (1)	Raczej nie-ważne (2)	Trudno powiedzieć (3)	Ważne (4)	Bardzo ważne (5)	
Punktualność kursowania autobusów	4,62	0	2	0	34	75	1
Częstość kurowania autobusów	4,51	1	3	6	29	73	2
Niezawodność	4,43	1	3	5	40	62	3
Dostępność (czytelność) rozkładów jazdy	4,35	2	10	0	36	64	5
Prędkość, czas podróży	4,30	1	12	1	37	61	7
Bezpośredniość połączeń	4,42	0	0	11	42	59	4
Wygoda podróży	4,01	1	3	33	33	42	11
Bezpieczeństwo podróżowania	4,30	2	4	2	54	50	6
Cena biletu za przejazd	4,11	0	6	12	58	36	10
Dostępność punktów sprzedaży biletów	4,28	2	4	2	57	47	9
Czystość wewnętrzna i zewnętrzna autobusu	3,90	2	15	15	40	40	14
Stosunek kierowcy do pasażerów	4,29	0	2	15	43	52	8
Ubiór kierowcy	3,93	1	6	27	44	34	13

Oznaczanie kierunków jazdy autobusów	3,73	1	18	22	40	31	17
Kultura osobista kontrolerów biletów	3,90	1	8	24	48	31	15
Dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach	3,80	3	12	20	43	33	16
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży	3,97	1	5	21	54	31	12

Oczekiwaniami pasażerów w 5-cio stopniowej skali oceny kształtują się na poziomie 4,17. Osoby biorące udział w badaniu oczekują w przyszłości przede wszystkim na poprawę punktualność i częstotliwości kursowania autobusów (4,62) i (4,51) co w opinii respondentów jest głównym kryterium jakości obsługi. Natomiast takie kryteria oceny jak: oznaczanie kierunków jazdy autobusów (3,73), dostępność informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach (3,8) oraz kultura osobista kontrolerów biletów (3,9) nie ma większego znaczenia dla podniesienia jakości obsługi przez przewoźnika.

Na rys. 3 przedstawiono różnice między aktualnym poziomem a oczekiwaniami co do jakości obsługi klienta. Stwierdzono, że największa „luka jakościowa” między oczekiwaniami a aktualnym poziomem obsługi klienta występuje w przypadku: ułatwień dla osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży – 1,33, stosunku kierowcy do pasażerów – 1,21 oraz dostępności informacji o zmianach w rozkładzie jazdy – 1,13.



Rys. 3. Różnice między aktualnym poziomem a oczekiwaniami co do jakości obsługi klienta

Do oceny „luki jakościowej” rzeszowskiej komunikacji miejskiej zebrano dane dotyczące oceny poszczególnych postulatów przewozowych. Analizę przeprowadzono w roku

2014⁴⁶. Proces oceny postulatów przewozowych polegał na wybraniu przez respondentów punktacji, która szeregowana jest od najniższego stopnia zadowolenia do najwyższego (odpowiednio od 0 do 5). Pozwala to określić, w jakim zakresie dany postulat jest istotny dla konkretnego pasażera.

W tabeli 4 przedstawiono ocenę dostarczanych postulatów przewozowych dotyczących rzeszowskiej komunikacji miejskiej w 2014 r., natomiast na rys. 4 porównano aktualny stan z oczekiwaniami jakie odnotowano w rzeszowskiej komunikacji miejskiej.

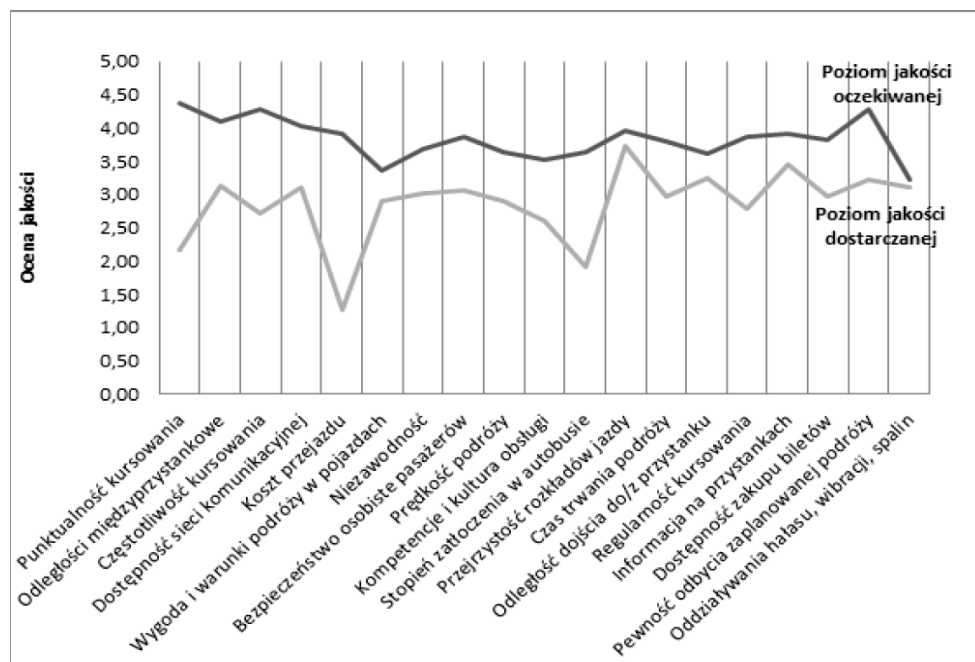
Tabela 4. Ocena dostarczanych postulatów przewozowych dotyczących rzeszowskiej komunikacji miejskiej w 2014 r.

Postulaty przewozowe	Średnia ocen respondentów
Punktualność kursowania	2,16
Odległości międzyprzystankowe	3,14
Częstotliwość kursowania	2,72
Dostępność sieci komunikacyjnej	3,11
Koszt przejazdu	1,26
Wygoda i warunki podróży w pojazdach	2,89
Niezawodność	3,02
Bezpieczeństwo osobiste pasażerów	3,05
Prędkość podróży	2,91
Kompetencje i kultura obsługi	2,59
Stopień zatłoczenia w autobusie	1,92
Przejrzystość rozkładów jazdy	3,73
Czas trwania podróży	2,96
Odległość dojścia do/z przystanku	3,25
Regularność kursowania	2,78
Informacja na przystankach	3,46
Dostępność zakupu biletów	2,97
Pewność odbycia zaplanowanej podróży	3,22
Oddziaływania hałasu, wibracji, spalin	3,10

Zgodnie z przedstawionym rysunkiem największe „luki jakościowe” dotyczą takich cech jak: koszty przejazdu – 2,66, punktualność kursowania – 2,22, stopień zatłoczenia w autobusie – 1,71 oraz częstotliwość kursowania – 1,57. Natomiast najmniejsze występują

⁴⁶ Zimon G., Gosik B.: Ocena logistyki miejskiej w zakresie transportu zbiorowego na przykładzie Tomaszowa Mazowieckiego i Rzeszowa. MMR, Vol. XX, 22 (2/2015), 197-209, 20015.

w takich sektorach świadczonych usług jak: oddziaływanie hałasu, wibracji, spalin – 0,13, przejrzystość rozkładów jazdy – 0,23, odległość dojścia do/z przystanku – 0,36 oraz informacja na przystankach – 0,46.



Rys. 4. „Luka jakościowa” w ocenie pasażerów rzeszowskiej komunikacji miejskiej w 2014 r.

Podsumowanie

Tworzenie jakości w przedsiębiorstwie usługowym jest procesem długofalowym i złożonym, nie dotyczy tylko wybranych aspektów, z którymi ma kontakt klient, ale także obejmuje cały proces zarządzania przedsiębiorstwem. Jakość usług powinna być zatem systematycznie monitorowana i dopasowywana do potrzeb pasażerów.

Dzięki przeprowadzonym badaniom można stwierdzić, iż jakość świadczonych usług w opinii badanych pasażerów świadczona jest na dobrym poziomie. Respondenci w większości przypadków swoje subiektywne odczucia względem poszczególnych kryteriów zaznaczali jako dobre.

Elementami, na które przedsiębiorstwa powinny zwrócić szczególną uwagę i podjąć działania doskonalące są przede wszystkim:

- dostosowanie środków przewozowych i infrastruktury punktowej (przystanki, zatoczki) do osób niepełnosprawnych, starszych i kobiet w ciąży,
- dostępność do informacji o zmianach w rozkładach jazdy i objazdach,
- kultura osobista kontrolerów biletów.

Te defekty można doskonalić np. poprzez: wymianę taboru samochodowego lub przebudowę przystanków lub zatok autobusowych, wprowadzenie na stronie internetowej działu aktualności z dostępem do aktualnych zmian w rozkładzie jazdy, obowiązkowe szkolenia dla kontrolerów na temat odpowiedniej komunikacji z ludźmi lub ewentualne wprowadzanie systemu kar czy nagród za realizowanie odpowiedniej jakości obsługi.

Drogą do podnoszenia jakości usług przewozowych dla ludności jest spełnienie nie tylko podstawowych wymagań pasażerów, ale poszukiwanie dodatkowych możliwości zadowolenia klienta poprzez np. szeroką i rzetelną informację, stosowanie nowoczesnych technologii umożliwiających zakup biletów, poprawę bezpieczeństwa podróży oraz ofertę usług dodatkowych⁴⁷.

Bibliografia

- Aleksińska A.: Pojęcie jakości życia, 2011. Pozyskano z: <http://www.psychologia.net.pl/artykul.php?level=231>.
- Borys T., Rogal P.: Jakość życia na poziomie lokalnym – ujęcie wskaźnikowe, Wyd. UNDP, Warszawa, 2008.
- Ciesielski M., Długosz J., Gługsiewicz Z., Wyszomirski O.: Gospodarowanie w transporcie miejskim, Akademia Ekonomiczna, Poznań, 28, 1992.
- City logistics – network modelling and intelligent transport systems, aut. E. Taniguchi, R.G. Thompson, T. Yamada, R. van Duin, Pergamon, Oxford, 2011.
- Dmoch T., Rutkowski J.: Badanie poziomu i jakości życia, „Wiadomości Statystyczne”, 10, 27, 1985.
- Dziadek S.: Systemy transportowe ośrodków zurbanizowanych, PWN, Warszawa, 106, 1991.
- Eichler M.D.: Bus lanes with intermittent priority: Assessment and design. A thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of City Planning In City and Regional Planning in the Graduate Division of the University of California, Berkeley, 2005.
- European Commission, Commission Staff Working Document Accompanying the White Paper: Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 28.3.2011, SEC, 391 final, 12-14, 2011.
- Gołębska E., Czajak P., Tomaszewska D.: Logistyka miejska XXI wieku, EuroLogistics, 3, 65-71, 2001.
- Gosik B., Zimon G.: Usługi transportowe w obsłudze ruchu turystycznego, Problemy Transportu i Logistyki, 28/843, 43, 2014.
- Jackiewicz J., Czech P., Barcik J.: Standardy jakości usług w komunikacji miejskiej, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 56, 2010.
- Jones S.R.: Accessibility measures: A literature review, TRRL Report 967, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, [w:] Levine J., Grab Y., Congestion pricing's conditional promise: promotion of accessibility or mobility? „Transport Policy” vol. 9, 179-188, 1981.
- Kiba-Janiak M.: Logistyka miejska w obszarze przemieszczania osób a jakość życia mieszkańców Gorzowa Wielkopolskiego w latach 2007 i 2010, XIV Konferencja Logistyki Stosowanej „Total Logistic Management”, Zakopane, 2010.
- Kiba-Janiak M.: Wybrane rozwiązania w logistyce miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców, Studia miejskie, tom 6, 41-50, 2012.
- Kijewska K., Iwan S.: Przewóz ładunków przez obszary zurbanizowane – wybrane rozwiązania, Logistyka, nr 5, 2010.

⁴⁷ Kuboń M., Dzieniszewski G.: Ocena jakości usług w transporcie zbiorowym na przykładzie MZK Przemysł, Logistyka nr 6, 2016.

- Kolman R.: Zespoły badawcze jakości życia, *Problemy Jakości*, nr 2, 2000.
- Kornhauser A.L., Morris A.G.: Urban goods movement model (UGMM) for Manhattan, http://www.nymtc.org/data_services/freight_model/files/ugmm.pdf (3 lipca 2011), 2011.
- Kowalska K.: Obsługa klienta w kształtowaniu konkurencyjności przedsiębiorstw na rynku usług transportowo- spedycyjno-logistycznych, Wyższa szkoła biznesu w Dąbrowie Górniczej, 2014.
- Kuboń M., Dzieniszewski G.: Ocena jakości usług w transporcie zbiorowym na przykładzie MZK Przemysł, *Logistyka* nr 6, 2016.
- Lejda K., Mądziel M.: Luka jakościowa w ujęciu wybranych postulatów przewozowych w badaniach preferencji transportowych pasażerów komunikacji miejskiej, *Logistyka*, nr 5, 313-317, 2015.
- Leszczyński P.: Poziom obsługi klienta na przykładzie MZK sp. z o.o. w Oświęcimiu. Praca magisterska. Maszynopis. 2015.
- Markusik S.: Infrastruktura logistyczna w transporcie, Tom II. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej ISBN: 978-83-7880-113-9, 2013.
- Meyer B.: Potrzeby komunikacyjne mieszkańców aglomeracji miejskich, *ZNUS Ekonomiczne problemy Transportu*, 287/2, 109, 2000.
- Mężyk A., Zamkowska S.: Podnoszenie jakości usług w przewozach pasażerskich, *Politechnika Radomska Wydział Transportu. Technika Transportu Szynowego*, nr 3, 2004.
- Milenkiewicz B.J., Halicka K.: Ocena jakości usług w transporcie zbiorowym na przykładzie Białostockiej Komunikacji Miejskiej, „*Economy and Management*” 4/11, 79, 2011.
- Payne A.: Marketing usług, Wydawnictwo PWE ISBN: 83-208-1050-7, 1997.
- Sołtysik M.: O dynamice zmian w logistyce, [w:] *Kierunki rozwoju logistyki w świetle tendencji światowych*, red. M. Sołtysik, Akademia Ekonomiczna Katowice, Katowice 2004.
- Szołtysek J.: Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach, *Akademia Ekonomiczna Katowice*, Katowice, 105, 2005.
- Szymczak M.: *Logistyka miejska*, 23, 2008.
- Szymczak M.: *Logistyka miejska w: Kompendium wiedzy o logistyce*, E. Gołomska/red. /Warszawa-Poznań, 293-299, 2001.
- Tan K.K., Khalid M., Yusof R.: Intelligent traffic lights control by fuzzy logic, *Malaysian Journal of Computer Science*, vol. 9, nr 2, 1996.
- Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., 2003, Visions for city logistics in logistics systems for sustainable cities. *Proceedings of the 3th International Conference on City Logistics*, Madeira Portugal, 25–27 June 2003, Elsevier, Amsterdam.
- Tundys B.: *Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania*, Difin, 141, Warszawa, 2008.
- Wagner T.: *City-Logistik als Teil der Supply-Chain*, Diss. Wissenschaft & Praxis, Sternenfels, 27, 2002.
- Witek J.: Jakość obsługi klienta w aspekcie zarządzania firmą usługową, *Katedra Marketingu Uniwersytet Szczeciński*, 1999.
- Witkowski J., Kiba-Janiak M.: Jakość życia mieszkańców jako kryterium budowy modelu referencyjnego logistyki miejskiej, [w:] *Orientacja na klienta jako kryterium doskonałości*, red. T. Borys i P. Rogala, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, 2011.
- Witkowski K., Saniuk S.: Logistics management aspects of the city infrastructure in trade and freight: from soil to consumer (M. Tanyas, M. Bamyaci), „*Logistics Association Publication*” nr 9: Istanbul, *Proceedings of the 8th International Logistics and Supply Chain Congress* 294-302, 2010.
- Witkowski K., Saniuk S.: *Logistyka miejska a jakość życia mieszkańców Zielonej Góry – wstęp do badań. Strategie i logistyka w sektorze usług*, ISSN 1899-3192, 171-179.
- Wojciechowski E.: *Zarządzanie w samorządzie terytorialnym*, Difin, Warszawa, 11, 2003.
- Wyszomirski O.: *Transport miejski. Ekonomia i organizacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 108, 2008.
- Zeliaś A.: *Poziom życia w Polsce i w krajach Unii Europejskiej*, PWE, Warszawa, 2004.
- Zimon G., Gosik B.: Ocena logistyki miejskiej w zakresie transportu zbiorowego na przykładzie Tomaszowa Mazowieckiego i Rzeszowa, *Modern Management Review*, Vol. XX, 2, 197-209, 2015.

LOGISTYKA SERWISOWA NA PRZYKŁADZIE FIRMY PRODUKCYJNO-USŁUGOWEJ

**Maciej Kuboń^{1,2}, Dariusz Kwaśniewski¹, Urszula Malaga-Toboła¹,
Wojciech Żuchowicz¹**

¹ Zakład Organizacji Produkcji i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemysłu

Wprowadzenie

Logistyka jest stosunkowo młodą dziedziną, a jej znaczenie w gospodarce i biznesie rośnie równoległe ze wzrostem konkurencji na rynku. Dotyka to nie tylko wielkie koncerny, ale również średnie, małe i mikro przedsiębiorstwa. Zadania stawiane logistyce w przedsiębiorstwach różnią się pomiędzy sobą w zależności od organizacji firmy, wielkości i struktury oraz wielości i zakresu zadań, które może ona objąć swym zasięgiem¹.

Nowe modele biznesu ukształtowane w wyniku rozwoju zarządzania procesowego opartego o współpracę z innymi podmiotami szeroko pojętego otoczenia biznesu i wychodzące naprzeciw wymaganiom wysoce konkurencyjnego rynku oraz produkcji i usług spersonalizowanych wymuszają na przedsiębiorstwach, aby zwiększyć rangę i znaczenie procesów logistyki zarówno w jej wymiarze wewnętrznym jak również zewnętrznym. Stąd systemy kształtowania i kontroli procesów fizycznego przepływu towarów oraz ich informacyjnych uwarunkowań, zmierzających do osiągnięcia możliwie najkorzystniejszych relacji między poziomem świadczonych usług (poziomem obsługi odbiorców) a poziomem i strukturą związanych z tym kosztów są w centrum zainteresowania kadry menedżerskiej². Dokładna, metodyczna analiza realizowanych procesów w firmie ma na celu zapewnienie rozwiązań pozwalających obniżyć koszty nie tylko produkcji ale również realizacji procesów transportowych oraz zapewnić wyższy poziom obsługi klienta, co jest warunkiem utrzymania lub też wzrostu przewag konkurencyjnych.

Zapewnienie konsumentom fizycznej dostępności do oczekiwanych towarów w określonych formach oraz spełniających ich wymagania jest podstawowym zadaniem każdego przedsiębiorstwa. Zagwarantowanie realnej dostępności w logistycznej drodze obsługi odbiorców i dostawców zazwyczaj określa się jako „logistyczna obsługa klienta”. Podczas definiowania terminu logistyki można odnieść wrażenie, że obok jej celów takich jak mi-

¹ Brzeziński M., Logistyka w przedsiębiorstwie, Wyd. Bellona, Warszawa 2006, s. 12.

² Dwiliński L.: Zarządzanie jakością i niezawodnością wyrobów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.

Dla lepszego zrozumienia pojęcia „logistyka” Twaróg⁴ przeanalizował 26 pojęć logistyki. Wyszczególnił 67 atrybutów słowa „logistyka”, podał transkrypcji sprowadzając do postaci dwóch słów kluczy. Posłużono się analizą ilościową aby zobrazować które słowa pojawiają się najczęściej. Rezultat został podany w formie graficznej pod postacią „chmury” (rys. 1).



Źródło: (Szoltysek, Twaróg, 2012)

³ Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J.: Zarządzanie logistyczne, PWE, Warszawa, 2007.

132

kontrola konieczna jest przy realizacji założonych celów jak i kontrolowania procesów produkcyjnych i dystrybucyjnych.

Logistykę można nazwać branżą, która we współczesnym świecie zyskuje coraz większe znaczenie. Ewoluuje po to, by sprostać wymaganiom innowacyjnego biznesu i nadążyć za zmianami, które następują w otoczeniu gospodarczym. Tempo życia oraz prowadzenia interesów wzrasta każdego roku, co wymusza na producentach niemal natychmiastową gotowość do dostarczenia na czas towarów i usług, a w przypadku firm usługowych również obsługę posprzedażową. Potrzebna do tego jest nie tylko wykwalifikowana kadra pracownicza ale też rozwinięte systemy logistyczne umożliwiające sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem. Wpływają one również na bezpieczeństwo działalności przedsiębiorstwa, przekładające się na zagwarantowanie płynności finansowej i dalszy jego rozwój. Logistyka w XXI w. nie jest szansą dla przedsiębiorstwa, lecz obowiązkiem, który umożliwia dostosowanie się do potrzeb kontrahentów poprzez zmniejszenie kosztów działalności w celu sprostania konkurencji rynkowej.

Logistyka w każdym aspekcie wiąże się z obsługą klienta. Jakość obsługi zależy w głównej mierze od umiejętnego zaprojektowanego i zarządzanego systemu logistycznego. Zatem ocena systemu logistycznego powinna być ukierunkowana na uchwycenie związków, jakie zachodzą pomiędzy jakością procesów logistycznych a poziomem obsługi klientów.

Obsługę klienta można scharakteryzować jako: antycypacja i przekraczanie oczekiwań klientów co do dostarczanej wartości dodanej, co umożliwia utrzymanie dotychczasowych i ekspansję na nowe rynki. Określenie polityki obsługi klienta, to: określenie głównych elementów, określenie relatywnej istotności, segmentacja rynku, ustalenie procedur i mierników pomiaru i kontroli, określenie optymalnych wartości miar logistycznych.

Logistyka serwisowa to nowe pojęcie, które jest wyzwaniem dla wszystkich firm produkcyjnych i produkcyjno-usługowych. Wiąże się ono ściśle z zapewnieniem przed i posprzedażowej obsługi, a także serwisu w okresie udzielonej gwarancji. Pojęcie to można zdefiniować jako zakres działań mających na celu zapewnienie klientom dostępu do punktów obsługi klienta, punktów serwisowych, naszym partnerom serwisowym odpowiednią pomoc na każdym etapie dostaw części zamiennych: zaopatrzenia – planowania – zarządzania systemami – magazynowania – zarządzania transportem – zarządzania zwrotami – zarządzania naprawami – obsługi gwarancji.

Usługi serwisowe wymagają wielu działań logistycznych, do których zalicza się między innymi: zaopatrywanie w części zamienne, materiały eksploatacyjne i akcesoria, dostarczanie urządzeń diagnostycznych, urządzeń obsługowo-naprawczych i narzędzi, kontrola jakości obsługi i napraw, gromadzenie i analiza informacji o naprawach, analiza zapotrzebowania na części i materiały oraz manipulowanie materiałami, doskonalenie logistycznej obsługi klientów, werbunek i zatrudnianie wykwalifikowanych pracowników, a także dostarczanie i gromadzenie informacji.

Poziom obsługi klienta jako podstawowy efekt funkcjonowania logistyki serwisowej

Trudnym do jednoznacznego określenia pojęciem stała się logistyczna obsługa klienta, która jest terminem wielowymiarowym. Najczęściej określa się jako czynności zmierzające do spełnienia wyznaczonych standardów obsługi klienta lub wyłącznie jako zbiór czynności logistycznych, których zadaniem jest doręczyć do nabywcy produkty materialne i usługi

logistyczne, co w obu kwestiach wiąże się z rozwijaniem potencjału konkurencyjnego firmy⁵.

Pojęcie to jest zbliżone lub wręcz tożsame z pojęciem wartości dostarczanej przez logistykę, które się można definiować w różny sposób. Np. można to pojęcie precyzować jako użyteczność wynikającą z realizacji postulatów „7W”. W wyniku zmian w otoczeniu biznesowym, do czynności dostarczających wartości dodanej zalicza się również: pakowanie, usługi operatorów logistycznych, automatyzację przemieszczenia i identyfikacji, udostępnianie informacji. W definicjach uwzględnia się również znaczenie kluczowych kompetencji. Bardzo użyteczną (przy *benchmarkingu*) definicją jest traktowanie wartości dodanej jako usług wykraczających poza standardy, implikujących przewagę konkurencyjną na danym rynku.

Pojęcie to obejmuje również wszystkie strefy materialne jak i niematerialne kontaktu z klientem. Obsługa klienta w związku z szerokim ujęciem jest obszarem zarówno marketingu jak i logistyki. W skład niej wchodzi również szeroko rozumiane ruchy przedsiębiorstwa wykonywane zarówno w trakcie jak i po zawarciu umowy z nabywcą. Ważnym elementem jest sposób utrzymywania długofalowych relacji z klientem, analizowanie jego potrzeb, opinii i zadowolenia ze współpracy. Określenie obsługi dotyczy również możliwości nawiązania kontaktu z przedsiębiorstwem wiąże się to z jego elastycznością, dostępnością a także pokazuje sposoby reagowania w rozmaitych sytuacjach⁶.

Obsługę klienta można zdefiniować jako:

- system rozwiązań, zapewniających klientowi satysfakcjonujące relacje między czasem złożenia zamówienia a czasem otrzymania produktu,
- wzajemnie sprzężone czynności logistyczne decydujące o satysfakcji klienta przy zakupie produktu (usługi), czyli ostatniej fazie procesu rozpoczynającego się złożeniem zamówienia, a kończącego się dostawą produktu do klienta,
- dodatkowe właściwości produktów, dające wartość dodaną kupującemu,
- antycypowanie i przekraczanie wymagań klientów poprzez dostarczanie wartości dodanej, co jest konieczne, aby utrzymać i rozwijać swoją pozycję rynkową,
- logistyczne czynności przynoszące klientowi użyteczność miejsca, czasu i formy, poprzez gwarantowanie tego, że nie uszkodzony produkt znajduje się we właściwym miejscu, w czasie preferowanym przez odbiorcę,
- kluczowe zagadnienie łączące funkcje logistyczne i marketingowe,
- czas zawarty pomiędzy otrzymaniem zamówienia a dokonaniem wysyłki z magazynu dostawcy – jest to wąskie rozumienie obsługi klienta jako standardu, sprowadzającego ją do czasu cyklu.

Osiągnięcie wysokiego poziomu obsługi klientów jest trudnym zagadnieniem ze względu na wiele wymiarów zagadnienia oraz wymóg koordynacji i integracji działań poszczególnych pionów funkcjonalnych, a w szczególności logistyki i marketingu. Dodatkowo należy zauważyć, że niekoniecznie tożsame są: oceny pragnień klienta, zamierzenia dotyczące obsługi klienta, rzeczywista realizacja polityki obsługi klienta, odbiór przez klienta starań przedsiębiorstwa, czy też rzeczywiste pragnienia klienta. Rolą obsługi klienta jest

⁵ Leland K., Bailey K.: Dla opornych: obsługa klienta, Warszawa, 1999.

⁶ DeVrye C.: Dobra obsługa to dobry interes. Siedem strategii osiągania sukcesu, Zyska i S-ka, Poznań 2007.

spełnienie użyteczności czasu i miejsca w procesie przemieszczania towarów i usług pomiędzy kupującym a sprzedającym. Poziom obsługa składa się z trzech elementów⁷:

- obsługa przed transakcyjna: w skład jej wchodzi wszystko to, co się dzieje przed wykonaniem transakcji. Składa się między innymi z dostępności asortymentu, opinii o przedsiębiorstwie i przejrzystości jej intencji a także możliwości komunikacji w obie strony (firma- klienta, klient- firma),
- obsługa transakcyjna: obszar związany z realizacją transakcji. Obejmuje: metody przedstawienia kryteriów współpracy, elastyczność i sposób budowania oferty, dostosowanie propozycji do rzeczywistych wymogów klienta oraz formę realizowania zlecenia,
- obsługa po transakcyjna: dotyczy sytuacji po zawarciu umowy. Jest to etap do którego większość firm nie przywiązuje uwagi. Dotyczy realizowania gwarancji, zwrotów oraz realizowanych reklamacji. Powiązana jest z serwisem konkretnego produktu/ usługi, daje możliwość pozyskania dodatkowych informacji na temat produktu.

Elementy przed transakcyjne, transakcyjne i po transakcyjne wiążą się z procesem obsługi klienta jako efektu następowania koncepcji zarządzania firmą zrealizowanej w przebiegu marketingowym (marketingowe uwarunkowania obsługi klienta) i logistycznych (logistyczne uwarunkowania obsługi klienta)⁸. Przedstawiony poniżej rysunek 2 ukazuje część przed transakcyjną jako działania przedsiębiorstwa dążących do przygotowania sprawnej obsługi klienta. Jej zakres dotyczący przedsięwzięć logistycznych wskazuje element transakcyjny, natomiast część po transakcyjna ma na celu działania dążące do satysfakcji klienta z eksploatacji i efektów zakupionego produktu czy usług.

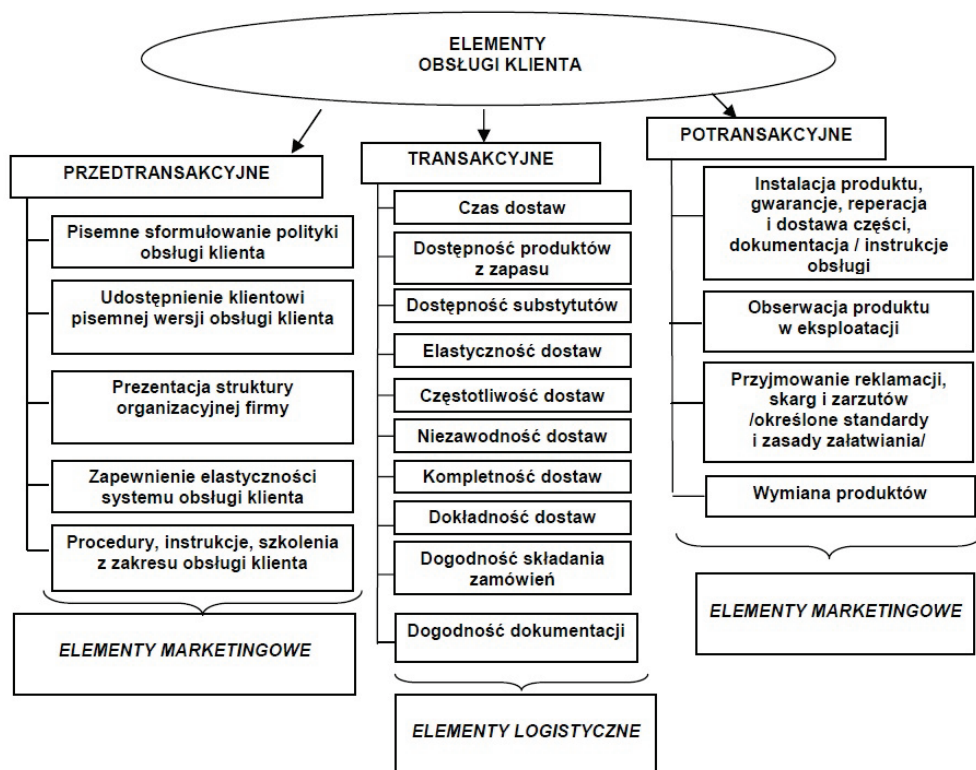
W przedstawionym podziale, elementy marketingowe występują w każdej pozycji, natomiast elementy logistyczne występują przede wszystkim w grupie elementów transakcyjnych. Pomimo tego zainteresowanie osób odpowiedzialnych w firmie za logistykę powinno być skierowane na każdą z grup, gdyż elementy bezpośrednio związane z zarządzaniem logistycznym znajdują się również w elementach przedtransakcyjnych i potransakcyjnych. Zaznaczyć również należy, że każdy z obszarów funkcjonalnych organizacji powinien wiedzieć i w miarę konieczności uczestniczyć w realizacji poszczególnych czynności w obszarach pozostałych. Jest to jedna z cech systemowego podejścia do zarządzania.

Najnowsze badania przeprowadzone przez magazyn Forbes⁹ mających na celu analizowanie postępów we wdrażaniu innowacyjnych procedur dotyczących obsługi klienta pokazują m.in. najpopularniejsze kanały porozumiewania się z klientem. Badania zostały zlecone przez Oracle (amerykańska firma produkująca oprogramowanie baz danych), w których wzięło udział 415 dyrektorów do spraw zarządzania obsługą klienta, reprezentujących firmy z dziesięciu różnych branż.

⁷ Obsługa klienta (on-line). Pozyskano z: <http://lean-management.pl/zarzadzanie-lancuchem-dostaw /poziom-obslugi-klienta-jako-podstawowy-efekt-funkcjonowania-systemu-logistycznego>.

⁸ Kolasińska-Morawska K.: Przedsiębiorczość i zarządzanie, Tom XI, zeszyt 6, Zarządzanie Logistyczne, Łódź, 2010.

⁹ Forbes Insight, Modern Customer Service: Are You Outpacing Your Executive Peers? 2014.



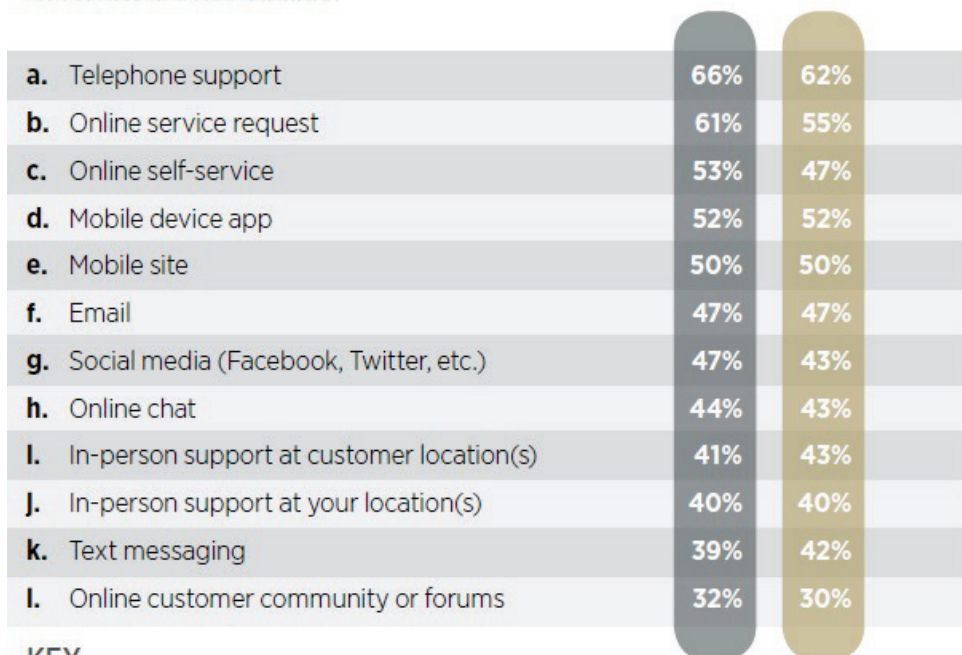
Rys. 2. Marketingowe i logistyczne elementy obsługi klienta

Źródło: Kempny, 2001

Rysunek 3 przedstawia 12 najpopularniejszych metod kontaktu z klientem. Idąc od góry są to: wsparcie telefoniczne, serwis internetowy, samoobsługa internetowa, aplikacja mobilna, strona mobilna, email, media społecznościowe, czat internetowy, wsparcie techniczne w wybranej lokalizacji, wsparcie techniczne w Twojej lokalizacji, wiadomość tekstowa sms oraz społeczność internetowa klientów lub fora.

Bardzo ważną kwestią w obsłudze klienta jest ustalenie zestawu łatwo mierzalnych przez klienta standardów. Powinny one uwzględniać potrzeby oraz oczekiwania klientów, a także być dopasowane do warunków i wymagań rynku. Właściwie określone standardy powinny być przez firmę zawsze dotrzymywane. Jest to jeden z najważniejszych czynników w aspekcie wyrobienia pozytywnej opinii o firmie. W przypadku niepewności co do zdolności do spełnienia kryteriów ustalonych w standardzie nie powinno się go stosować. Niedotrzymywanie własnych standardów z dużym prawdopodobieństwem skutkowało będzie odchodzeniem klienta do konkurencji, a tym samym utratą pozycji rynkowej. Standardy mogą być traktowane przez klientów jako bezwzględny wykładnik oferty firmy, ale także jako czynnik przemawiający za wybraniem określonej oferty na rynku. W pierwszym przypadku istotne jest spełnienie każdego ze standardów, w drugim, klienci dopuszczają pewne odstępstwa, które uzależnione są często od preferencji nabywcy i sytuacji na rynku.

Customer Service Channel



KEY

● Use (increase and significantly increase)

● Investment (increase and significantly increase)

Rys. 3. Kanały obsługi klienta

Źródło: (Forbes Insight, Modern Customer Service: Are You Outpacing Your Executive Peers?)

W przypadku kiedy kupowany produkt jest powszechnie dostępny, istotna z punktu widzenia klienta będzie jego jakość oraz czas dostawy, w przypadku produktu trudnodostępnego znacznie ważniejsza od czasu dostawy będzie faktyczna możliwość jego nabycia¹⁰. Wśród możliwych do przyjęcia standardów obsługi klienta wymienić można¹¹:

- czas cyklu realizacji zamówienia,
- dostępność poszczególnych pozycji asortymentowych zapasów,
- minimalną wielkość zamówienia,
- wygodę składania zamówienia,
- częstotliwość dostaw,
- niezawodność dostaw,
- jakość dokumentacji,
- procedury związane z obsługą reklamacji,
- kompletność zamówień,

¹⁰ Kempny D.: Logistyczna obsługa klienta, PWE, Warszawa 2001

¹¹ Logistyka dystrybucji. Praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2002.

- warunki pomocy technicznej,
- status realizacji zamówienia.

Idea i funkcje obsługi posprzedażowej (serwisowej)

Bezpośredni wpływ na poziom zadowolenia klientów firmy mają nie tylko czynności związane ze sprzedażą towarów czy usług, ale również działania podejmowane w związku z pojawiającymi się po ich sprzedaży uwagami. Niezadowolenie klienta objawia się: złożeniem reklamacji, skargą bądź zwrotem. Od podejścia pracownika oraz wypracowanych procedur w tym zakresie zależy w dużym stopniu to czy klient dalej będzie korzystać z oferty przedsiębiorstwa (zachęcając nowych potencjalnych klientów między innymi jakością świadczonych usług potransakcyjnych), czy też odejdzie do konkurencji (dając przy tym złe świadectwo odnośnie jakości świadczonych usług potransakcyjnych – co skutkować może utratą klientów).

Metodą budowania **przewagi konkurencyjnej jest długoterminowa budowa relacji partnerskich oraz zaufania między firmą a klientem**. Utrzymywanie doskonałych relacji ze stałymi klientami oraz zdobywanie nowych powoduje maksymalizację zysków przedsiębiorstwa. Głównym elementem zamykającym przebieg obsługi klienta jest prawidłowo zorganizowany i specjalistyczny proces reklamacyjny. Obsługa serwisowa dotyczy całego zbioru procedur administracyjnych mających na celu przyjmowanie i rozpatrywanie złożonych wniosków reklamacyjnych. Zajmuje się również aktywnością związaną z zarządzaniem, wykorzystywaniem i dystrybucją części zamiennych, jak również weryfikacją zwrotów oraz realizowaniem napraw¹².

Określanie „jakość w logistyce” charakteryzuje się zrealizowaniem przez firmę uzgodnionych oczekiwań i wymagań klienta w nawiązaniu do cech obsługi, w których skład wchodzi: pozyskanie niezbędnych informacji, składanie i zdobywanie zamówień, terminowość dostaw zamawianego asortymentu, dokładność w zamówieniach towarów, obsługa posprzedażowa odpowiadająca wymaganiom klientów.

W zakres obsługi posprzedażowej wchodzi następujące zadania¹³:

- odbieranie zgłoszeń reklamacyjnych,
- rozpatrywanie reklamacji,
- monitorowanie przebiegu naprawy,
- obsługę centrum telefonicznego,
- odbiór oraz wysyłka towaru konsumenta,
- serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- naprawa uszkodzonego towaru w serwisie naprawczym,
- eliminacja wadliwych towarów z partii,
- konsulting w zakresie prawnym dotyczącym gwarancji i rękojmi.

Interesowanie się klientem tylko podczas kupowania przez niego towaru lub usługi w erze konkurencyjności na wolnym rynku przestało być wystarczające. W celu zapewnienia sobie życzliwości i przywiązania klienta, ważne aby dbać o niego również po dokonaniu

¹² Kolasińska-Morawska K.: Przedsiębiorczość i zarządzanie, Tom XI, zeszyt 6, Zarządzanie Logistyczne, Łódź 2010.

¹³ Obsługa posprzedażna (on-line). Pozyskano z: <http://techbit.com.pl/oferta/obsługa-posprzedażna>.

nej transakcji. Powrót i ponowne zostawienie pieniędzy w przedsiębiorstwie jest uzależnione od jego długoterminowego zadowolenia, czyli tego czy zostały spełnione jego oczekiwania w stosunku do zakupionego towaru oraz możliwości zwrócenia się do przedsiębiorstwa w razie problemów z nim. Wadliwy towar zdarza się w każdym przedsiębiorstwie, a serwis jest doskonałym sposobem na udowodnienie, że firma jest na odpowiednim poziomie i szybko poradzi sobie z zgłoszonym problemem. Utrzymanie dobrych relacji jest konieczne, nawet, gdy sprzedany towar nie do końca odpowiada oczekiwaniom nabywcy. Jest to na tyle ważne, ponieważ pozyskanie nowego klienta jest trudne i kosztowne, podobnie jak odzyskanie utraconego zaufania. Z drugiej strony klient, który jest nabywcą towaru z dołączoną gwarancją dla własnego interesu powinien się z nią zapoznać. Gwarancja nie może być tylko chwytem marketingowym dla firm, ma być przede wszystkim zabezpieczeniem w egzekwowaniu praw konsumenckich. Ważną częścią obsługi posprzedażowej jest prowadzenie aktualnej bazy danych o klientach, dzięki której mamy wgląd do wszystkich aspektów dokonanych transakcji i możemy nadzorować ich przebieg. Inną formą zainteresowania klientem jest wyznaczenie „opiekuna pierwszego kontaktu” do którego klient może się zwrócić w razie problemu, bądź w celu wyjaśnienia wszelkich nieścisłości. Kolejnym sposobem utrzymania dobrych relacji po fazie transakcyjnej są wszelkie miłe gesty w stronę nabywcy. Klient chce by obchodzono się z nim wyjątkowo, dlatego dobrze odczuwalna jest personalizacja kontaktu klient – firma. Nie chodzi o drogie prezenty, lecz o sprawienie, że konsument będzie czuł, że przedsiębiorstwo dba o niego – taką formą życzliwości mogą być np. indywidualne życzenia świąteczne wysłane drogą mailową, zaproszenia na wydarzenia firmowe, lub pamięć w dniu urodzin. Przyszłościowym skutkiem może być zwiększona szansa na współpracę oraz zdobycie nowego grona klientów dzięki dobrej opinii w środowisku. Elementem, który najbardziej kojarzy się z obsługą posprzedażową jest serwis. Musi być on fachowy, szybki, żeby zagwarantować sprawną naprawę lub wymianę towaru¹⁴.

Do głównych zadań obsługi posprzedażowej zaliczamy¹⁵:

- poinformowanie nabywcy o detalach odnoszących się do transakcji: formie płatności, czasie i sposobie transportu produktu, możliwości zwrotu/ wymiany towaru oraz czasie w jakim odbywa się dana czynność, warunkach gwarancji oraz o sposobie zerwania umowy,
- stworzenie możliwości monitorowania przesyłki: od momentu otrzymania środków finansowych, wysłaniu towaru przez firmę aż po samo dostarczenie przesyłki do klienta. Może to być realizowane w formie mailowej bądź wiadomości tekstowej sms,
- reagowanie na negatywne opinie klienta – im szybsza reakcja przedsiębiorstwa i rozwiązanie problemu tym bardziej pozytywny odbiór przez klienta.

Funkcjonowanie w przedsiębiorstwie systemu posprzedażowej obsługi klienta wymaga nie tylko zaangażowania pracowników, ale również nakładów finansowych. Nie jest to jednak tylko strata pieniędzy, ale inwestycja w przyszłość, która na dłuższą metę nie przyniesie strat. Dodatkowym atutem jest zdiagnozowanie powstałego problemu co daje możliwość zapobiegnięcia w przyszłości usterki poprzez poprawę jakości produktu. Kluczem jest zorientowanie działań przedsiębiorstwa na potrzeby klienta, czyli rozwijanie satysfakcji

¹⁴ Marketing w praktyce. E-wydanie, wrzesień 2010.

¹⁵ Rut J., Kulińska E.: Zintegrowany system informatyczny racjonalizujący logistyczną obsługę sprzedaży i magazynowania w przedsiębiorstwach, Logistyka nr 6, 2012.

nabywcy przy każdym zetknięciu z firmą. Strategia ta powinna być traktowana jako wyznacznik prowadzenia przedsiębiorstwa, które uzależniając poziom obsługi od potrzeb klienta w każdej kategorii osiągnie lepsze wyniki. Wysoki poziom obsługi klienta powoduje, że kontrahent nawiąże współpracę z tą a nie inną firmą, a następnie jeśli będzie zadowolony przedłuży z nią kontrakt. W podejściu odznaczającym się nastawieniem na poprawną obsługę ważne jest to, żeby trzymać się w każdej sytuacji, bez wyjątków wcześniej uzgodnionych standardów. Siła przebicia firmy na wolnym rynku zależy od tego jakie otoczenie stworzy się wokół niej¹⁶.

Proces reklamacji z uwzględnieniem prawa konsumenckiego

Istotną kwestią w obszarze obsługi klienta są przepisy dotyczące umowy kupna-sprzedaży oraz procesu reklamacyjnego. Dużo zmian wniosła modyfikacja kodeksu cywilnego ważnego od 25 grudnia 2014r. powiązana z wejściem w życie ustawy z dnia 30 maja 2014r. o prawach konsumenta, odnosząca się do regulacji w zakresie rękojmi i gwarancji, dotknęła przedsiębiorców znajdujących się na rynku profesjonalnym. (Ustawa z dnia 30 maja 2014 r. o prawach konsumenta (Dz.U. z 2014 r. poz. 827)).

Jedną z najważniejszych zmian, które zostały wprowadzone w regulacji kodeksowej jest nowa definicja określania „wady fizycznej”. Po nowelizacji terminu jest definiowane jako „niezgodność rzeczy sprzedanej z umową”. W następstwie poszerzeniu uległ rejestr przypadków, w których towar zostanie uznany za uszkodzony. Określenie „wady fizycznej” uległo poszerzeniu m.in. w której towar nie będzie nadawał się do celu, o którym nabywca powiadomił sprzedawcę przed transakcją, zaś sprzedawca wiedząc, że sprzedawany towar nie będzie do tego celu użyteczna, nie powiadomił o tym kupującego. W rozpatrywanym przypadku nastąpi przeniesienie ciężaru winy za nieprzydatność towaru do wskazanego przez nabywcę użytku z kupującego na sprzedawcę.

Wada fizyczna towaru pojawi się również w przypadku, gdy dokonano jej niepoprawnego montażu lub uruchomienia, również w przypadku gdy czynność tą wykonywał samodzielnie nabywca. W omówionym przypadku istnieje możliwość uwolnienia się od odpowiedzialności sprzedawcy, w przypadku jeżeli udowodni, że nabywca postępował sprzecznie z instrukcją. Zatem istotną kwestią dla sprzedającego/ producenta stało się precyzyjne formułowanie wszystkich sugestii odnośnie montażu lub uruchomienia towaru, aby nie ryzykować się na roszczenia z tytułu rękojmi.

Zmianie uległo również prawo sprzedawcy do przeciwdziałania złożonemu przez nabywcę zawiadomieniu o odstąpieniu od umowy. Przedsiębiorca na prawo do uchylenia takiego zawiadomienia nie tylko, gdy bezzwłocznie towar wymieni lub usunie wadę, lecz również, gdy wymiana/ usunięcie wady nie będzie problematyczne dla nabywcy. Istnieje również zapis informujący iż w przypadku transakcji pomiędzy przedsiębiorcami, nabywca nie będzie uprawniony do wymiany lub naprawy towaru, jeżeli koszty czynności związanych z nimi przewyższałyby cenę kupionego towaru. Kupujący utraci również uprawnienia z rękojmi, jeżeli nie wykryje usterki w czasie, bądź nie bezzwłocznie nie powiadomi sprzedawcy o wadzie (Materiały wewnętrzne firmy, 2015).

Od 25 grudnia 2014r. zmieniły się również zapisy w zakresie gwarancji. Najważniejsza zmiana jest uniezależnienie udzielania gwarancji od wydania dokumentu gwarancyjnego,

¹⁶ Marketing w praktyce. e-wydanie, wrzesień 2010.

co dotychczas było wymogiem udzielenie gwarancji. Uległ również wydłużeniu okres obowiązywania gwarancji z roku do lat dwóch. Doprecyzowana została również kwestia wykonania przez gwaranta swoich obowiązków – 14 dni od dostarczenia mu towaru¹⁷.

Tabela 1. Postępowanie reklamacyjne do i od 25 grudnia 2014r.

Niezgodność towaru z umową	Gwarancja (karta gwarancyjna)	Reklamacje od 25 grudnia 2014r. (rękojmia)
Czas trwania- 2 lata	Określono w gwarancji	2 lata dla wszystkich (osób fizyczne i firmy)
Domniemanie 6 miesięcy	Brak	12 m- cy
Zgłoszenie do sprzedawcy- 2 m- ce	Zależnie od treści karty	12 m- cy
Termin na ustosunkowanie się- 14 dni	Brak	14 dni
Termin na załatwienie reklamacji- odpowiedni	Określono w gwarancji	Rozsądny termin

Udzielanie gwarancji jest dobrowolne od 1 października 1992r.. Osoba która wystawia gwarancje (gwarant), decyduje czy udziela gwarancji na swój towar, oraz formułuje jej zawartość. Przez złożenie oświadczenia gwarancyjnego zostaje udzielona gwarancja, która opisuje obowiązki gwaranta i prawa nabywającego w przypadku, kiedy towar nie ma właściwości określonych w podpisanym dokumencie. Deklaracja gwarancyjna może zostać przedstawiona w reklamie. Powinności gwaranta mogą polegać na wymianie, naprawie, zwrocie zapłaconej kwoty bądź zapewnienie innych usług. Jeżeli gwarancja została udzielona w stosunku do jakości sprzedanego towaru, gwarant jest zmuszony do usunięcia wady bądź wymiany na rzecz wolną od wady. Gwarancja obowiązuje przez okres dwóch lat od czasu przekazania towaru nabywcy, chyba że został zastrzeżony inny termin gwarancji.

Nabywca towaru może zażądać od sprzedającego wydania oświadczenia gwarancyjnego przedstawionego na papierze lub w innej formie trwałej. Podczas wydania nabywcy, sprzedający sprawdza zgodność znajdujących się na towarze oznaczeń z danymi w karcie gwarancyjnej oraz wydaje dokument nabywcy. Odpowiedzialność z tytułu gwarancji dotyczy tylko wad powstałych z powodów tkwiących w sprzedanym towarze, jeżeli nie zawarto w niej innych zastrzeżeń.

Nabywca korzystający z uprawnień gwarancyjnych powinien doręczyć towar na koszt gwaranta do punktu wyznaczonego w gwarancji lub miejsca, w którym towar został wydany przy przyznawaniu gwarancji. Jeżeli okoliczności nie pozwalają na dostarczenie towaru, gwarancja powinna być udzielona w miejscu, gdzie wadliwy towar znajdował się w czasie ujawnienia wady.

¹⁷ Materiały wewnętrzne firmy, 2015.

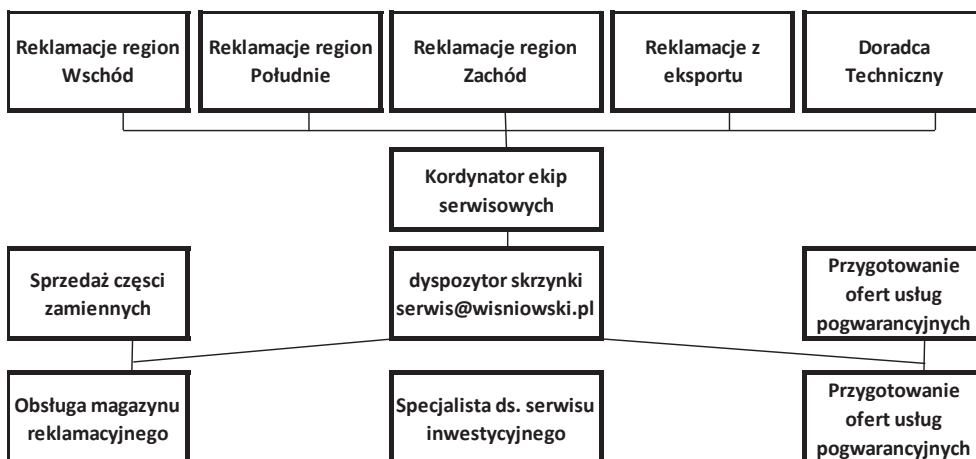
Tabela 2. Różnice między uprawnieniami wynikającym z ustawy a gwarancją

ZGODNOŚĆ Z UMOWĄ/ RĘKOJMIA	GWARANCJA
Kiedy ma zastosowanie?	
Zawsze po zawarciu umowy, obowiązuje z mocy prawa	Jeżeli zostanie udzielona przez gwaranta. Nie ma obowiązku udzielania gwarancji
Do kogo złożyć reklamację?	
Do przedsiębiorcy, od którego zakupiono towar	W miejscu wskazanym w gwarancji
W jakim terminie od daty zakupu można składać reklamację?	
W ciągu dwóch lat od daty wydania	Termin określony w gwarancji
Z jakich przyczyn konsument ma prawo złożyć reklamację?	
Niezgodność towaru z umową np.. Towar nie nadaje się do celu, do którego jest używany	Przyczyny są podawane w gwarancji. Gwarant również określa jakich usterek nie obejmuje gwarancja
W jakim terminie konsument ma być poinformowany tym, czy jego reklamacja została uznana?	
Jeśli sprzedawca nie ustosunkuje się do żądania konsument w ciągu 14 dni- uważa się, że reklamacja została przyjęta	Termin określony w gwarancji
Czego może żądać konsument?	
Może żądać naprawy, wymiany, obniżenia ceny, zwrotu gotówki	Możliwości określone w gwarancji
W jakiej formie należy składać reklamację?	
Najbezpieczniej złożyć reklamację na piśmie, wyraźnie precyzując swoje żądania	Zgodnie z postanowieniami gwarancji
W jakim terminie uznana reklamacja musi być zrealizowana?	
Reklamacja mu być zrealizowana w rozsądnym czasie	Termin określony w gwarancji

Wprowadzona ustawa o prawach konsumenckich nakłada nowe obowiązki na sprzedających, jednocześnie zwiększając ochronę kupujących. Zwiększono limit czasu z 10 do 14 dni, w którym konsument zawierający umowę na odległość (np. Internet) może zrezygnować z niej bez podania jakiegokolwiek powodu. Termin jest naliczany od dnia wydania towaru. Istnieje również możliwość odstąpienia od umowy w ciągu 12 miesięcy, jeżeli konsument nie zostanie poinformowany o możliwości zwrotu nabytej rzeczy.

Charakterystyka obsługi serwisowej na przykładzie wybranej firmy

Jednym z najważniejszych elementów obsługi klienta jest dobrze funkcjonująca polityka obsługi zarówno transakcyjnej jak i po transakcyjnej. Odpowiednio zarządzana obsługa posprzedażowa może stać się czynnikiem, który zdecyduje o tym czy klient zdecyduje się z pośród podobnych jakościowo ofert wybrać ofertę danej firmy. Zakład produkcyjny posiada w swoich strukturach osobny dział zajmujący się obsługą posprzedażową klienta, co pozwala na utrzymywaniu zaufania klientów, jak też ciągłym kontrolowaniem liczby i struktury zgłaszanych reklamacji.



Rys.4. Struktura działu logistyki serwisowej

Dział serwisu posiada strukturę funkcjonalną tzn. stanowisko lub grupa stanowisk spełniają określone funkcje. Po przeanalizowaniu rynku zbytu Polska została podzielona przez dyrektorów handlowych na trzy części: Zachód, Wschód i Południe. Każdą częścią zajmuje się odpowiednio wykwalifikowany pracownik biura serwisu. Osobny pracownik przyjmuje zlecenia z eksportu, obejmującego całą Europę.

Pracownicy zajmujący się przyjmowaniem zgłoszeń reklamacyjnych korzystają z wyspecjalizowanych systemów komputerowych, wspomagających ich pracę, w których zakładają oddzielne protokoły dla każdego zgłoszenia. Funkcja doradcy technicznego polega obsłudze klientów indywidualnych, którzy w sposób bezpośredni zgłaszają się do fabryki oraz na weryfikacji poprawności zamówień produkcyjnych tworzonych przez innych pracowników. Wyżej wymienieni pracownicy współpracują z koordynatorem ekip serwisowych, który dysponuje czterema grupami pracowników, po dwie osoby każda. Jego funkcją jest rozdysponowanie grup, wyjeżdżających do zgłoszeń serwisowych na terenie całej Polski. Kolejna osoba zajmuje się sprzedażą części zamiennych i wysyłką ich na fakturę na 49 dni. Współpracuje z osobą odpowiedzialną za magazyn reklamacyjny, który jest magazynem pozabilansowym. Do jego zadań należą przyjmowanie towarów do naprawy, wydanie ich po naprawie oraz zajmowanie się cennikiem części zamiennych. Dwóch pracowników odpowiedzialnych jest za tworzenie ofert usług pogwarancyjnych tzn. przygotowanie wy-

cen i kosztorysów oraz tworzeniem zleceń produkcyjnych. Istnieje również funkcja jaką jest specjalista do spraw serwisu inwestycyjnego, zajmująca się wszelkimi przetargami, kontraktami, wyceną usług dodatkowych oraz wydłużeniem gwarancji w określonych przypadkach. W przypadkach dużych przetargów np. obiektów przeszłowych ma on za zadanie dopiłowanie parametrów umowy o współpracy z dilerem w zakresie serwisów. Ostatnim stanowiskiem jest dyspozytor skrzynki mailowej, którego zadaniem jest kontrola wpływającej poczty oraz dokonywanie rozdziału jej do osób zajmujących się danym problemem.

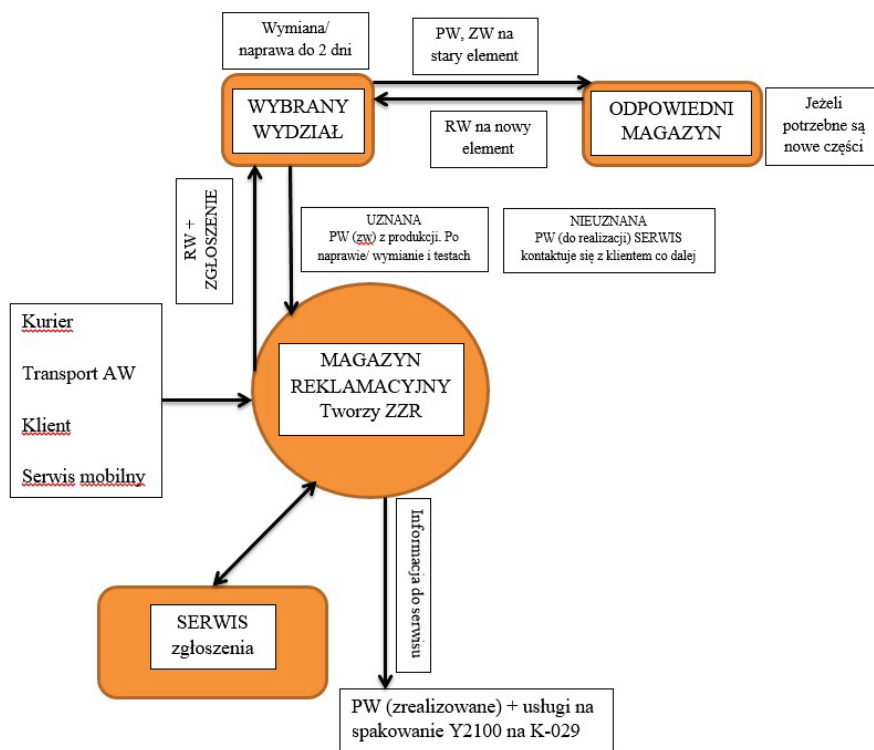
Klient zgłaszając reklamację zobowiązany jest do wskazania wykrytej usterki i określenia sposobu rozwiązania problemu np. usunięcie usterki, obniżenie ceny towaru, wymiany na nowy lub zwrotu zakupionego asortymentu. Nabywca ma prawo do złożenia reklamacji z kilku tytułów. Najpowszechniejszą formą składania jest reklamacja z tytułu uprawnień gwarancyjnych producenta, której podstawowy okres gwarancyjny wynosi 24 miesiące – w szczególnych przypadkach może być on wydłużany, bądź skracany. Producent zobowiązuje się, że produkt będzie pracował w sposób niezakłóconym oraz nie ma w nim wad jawnych jak i ukrytych. Warunki umowy znajdują się na karcie gwarancyjnej, którą diler sprzedaży wraz z produktem jest zobowiązany do przekazania klientowi. Klient chcąc zgłosić nieprawidłowość udaje się do punku sprzedaży wraz z kartą gwarancyjną oraz fakturą sprzedaży, gdzie określa co jest niezgodne z warunkami umowy. W przypadku, gdy sprzedawca nie reaguje na zgłoszenia klienta, bądź nastąpiły zaszłości między kupujący – sprzedający, klient ma prawo bezpośrednio zwrócić się do firmy powołując się na warunki gwarancji. Obowiązkiem diler jest przyjęcie zgłoszenia, zaprotokołowanie i zweryfikowanie zasadności u klienta. Jeżeli jest możliwość rozwiązania problemu na miejscu, diler naprawia niedziałający mechanizm i sprawa jest zakończona. W przypadku, kiedy defekt jest poważniejszy sprzedawca zobowiązany jest do dokumentacji zdjęciowej, opisanie wady i wraz z protokołem reklamacyjnym wysłać w formie elektronicznej na maila. Jest to materiał wyjściowy do rozpoczęcia procedury reklamacyjnej. W przypadku zakończenia postępowania reklamacyjnego pracownik serwisu wprowadza do systemu datę zakończenia postępowania protokołu reklamacyjnego, jednak nie jest to faktyczny termin zakończenia prac u klienta. Ewidencjonowanie następuje w okresie późniejszym. Spowodowane jest to okresowym uzupełnianiem zakończonych postępowań.

W przypadku drobnych, małowartościowych przedmiotów firma wysyła części zamiennie a diler nie musi ich dokumentować i odsyłać, ponieważ generuje to dodatkowe koszty. W sytuacji uszkodzenia elementów wartościowych firma może zażyczyć sobie wysłania uszkodzonej części w celu ustalenia przyczyn usterki. Firma wysyła część zamienną z magazynu wyrobów gotowych na fakturę „49 dni” i w tym czasie diler ma obowiązek wymiany części u klienta i odesłanie do firmy uszkodzonego elementu. Wadliwa część trafia z powrotem na magazyn wyrobów gotowych, skąd transportowana jest na odpowiedni wydział produkcyjny w celu przeanalizowania zasadności zgłoszenia. Pracownik serwisu dostaje informacje z odpowiedniego wydziału z którą może się zgodzić, bądź w szczególnych przypadkach ma prawo „weta”. Polega ono na utrzymaniu prawidłowej współpracy z dilerem przez uznanie zasadności zgłoszenia reklamacyjnego. W systemie nie wskazuje się winy produkcji tylko tzw. względy polityczne.

W przypadku kiedy diler nie jest w stanie określić usterki lub nie może sobie poradzić z naprawieniem uszkodzonego elementu wysyła dokumentację zdjęciową wraz z opisem do

biura serwisu a koordynator ekip serwisowych decyduje o wysłaniu grupy. Członek ekipy serwisowej informuje diler o terminie wizyty, który ma obowiązek pojawienia się na miejscu zdarzenia. Jeżeli na miejscu ekipa nie zastanie diler a zostanie stwierdzony wadliwy montaż to sprzedawca zostaje poinformowany o tym fakcie w sposób telefoniczny a grupa serwisowa nie usuwa tych błędów. Po powrocie ekipa rozlicza się z wyjazdów i jeśli zostaje podjęta decyzja o nieuzasadnionej reklamacji, zostaje wystawiona faktura na zgłaszającego reklamację. Istnieje możliwość napraw pogwarancyjnych, co wiąże się z opłatami na dojazd, naprawę i ewentualne części zamienne.

Na potrzeby obsługi posprzedażowej został stworzony wirtualny magazyn reklamacyjny, który jest magazynem pozabilansowym (rys. 5). Napływają do niego wszelkie towary powierzone przez diler, bądź bezpośrednio przez klienta w ramach gwarancji jak i po gwarancji. Nie są w nim realizowane żadne sprawy księgowe. Towar do magazynu reklamacyjnego może być dostarczany za pośrednictwem: transportu firmowego, kuriera (DHL – podpisana umowa transportowa), serwisu mobilnego lub przez samego klienta. Przyjmowany jest dokumentem ZZR (zwrot zewnętrzny reklamacyjny) a następnie tworzone są przez pracownika serwisu zgłoszenia serwisowe przychodzącego produktu zawierające numer danego roku, co to za wyrób, kiedy trafił, od kogo pochodzi oraz jego numer seryjny, kierowany jest do odpowiedniego wydziału w którym powstał, gdzie jest naprawiany, wymieniany bądź zgłoszenie zostaje uznane za nieuzasadnione.



Rys. 5 Magazyn reklamacyjny

Towar przekazywany do wydziału jest rozpisany dokumentem RW (rozchód wewnętrzny) w celu wewnętrznego panowania asortymentem. Wydział wydaje opinie na temat dostarczonego produktu i jeśli reklamacja jest zasadna, naprawia dany towar, korzystając z części z odpowiedniego magazynu. Następnie produkt wraca do magazynu reklamacyjnego z dokumentem PW (przyjęcie wewnętrzne) oraz zostaje powiadomiony pracownik biura serwisu, że dana czynność została zakończona. W przypadku kiedy reklamacja została pomyślnie uwzględniona, reklamowany towar zostaje spakowany i odesłany do klienta. W sytuacji kiedy reklamacja zostaje nieuznana, nienaprawiony towar trafia z powrotem na magazyn reklamacyjny z informacją dlaczego reklamacja została odrzucona i co trzeba zrobić, aby dany towar został przywrócony do użyteczności. W takim przypadku pracownik biura serwisu jest zobowiązany do kontaktu z klientem i poinformowaniu go o zaistniałej sytuacji. Klient może zgodzić się na naprawę odpłatnie, w takim przypadku jest tworzone zlecenie RW do odpowiedniego wydziału i powtarzana zostaje procedura dostarczenia towaru. Klient może również nie wyrazić zgody na odpłatną naprawę, w tej sytuacji towar jest bezpłatnie odsyłany do klienta z uzasadnieniem odmowy naprawy bezpłatnej.

Dla wybranej grupy produktów w tabeli 1 zestawiono wyniki zgłoszeń gwarancyjnych i pogwarancyjnych jakie miały miejsca w roku 2015. Dane dotyczą segmentu bram garażowych uchylnych, garażowych segmentowych, przemysłowych segmentowych oraz bram garażowych roletowych. Tabela przedstawia listę wszystkich 24 zdiagnozowanych usterek pochodzących z każdego analizowanego segmentu. Przy każdej usterce odnotowano liczbę zgłaszanych reklamacji oraz procentowy jej udział w liczbie wszystkich przyjętych zgłoszeń reklamacyjnych. Suma sprzedanego asortymentu dla wszystkich analizowanych segmentów w ciągu roku wynosiła 66 812 sztuk, natomiast liczba przyjętych reklamacji zarówno gwarancyjnych jak i pogwarancyjnych równa się 2464 zgłoszeń. Pola puste, oznaczają, że dla poszczególnego segmentu konkretna usterka nie występowała lub nie dotyczy badanej grupy.

Największy udział w zgłoszeniach stanowią wady paneli stanowiące 25,28%. Następnie zgłoszenia niestandardowe według opisu klienta stanowiące 13,19%, wady w osprzęcie drzwi z liczbą 250 zgłoszeń w ciągu roku, co stanowiło 10% zgłoszeń reklamacyjnych. Zgłoszenia usterek w przedziale pomiędzy 5 do 8% to: niezgodności wyrobu z zamówieniem, nieuzasadnionej reklamacji oraz uszkodzenia mechanicznego wyrobu. Liczbę zgłoszeń poniżej 10 sztuk zanotowano odnośnie „Blacha-wada” oraz „Wał-nieprawidłowości” odpowiednio 9 i 5 zgłoszeń. Wykres zamyka awaria elektroniki z wynikiem 0,12% całości, odpowiadająca liczbie 3 zgłoszeń. Najniższy wskaźnik zgłoszeń napraw występował w przypadku bram garażowych uchylnych – 2,6%. Dla bram garażowych segmentowych przy sprzedaży towaru w liczbie 37 139 sztuk odnotowano wskaźnik na poziomie 3,26%. Ponad dwukrotnie wyższy wynik – 6,93% należy do bram przemysłowych segmentowych, przez które wpłynęło dwukrotnie mniej zgłoszeń. Najwyższy wskaźnik odnotowano w przypadku bram garażowych roletowych, gdzie wskaźnik napraw kształtował się na poziomie 9,89%.

Tabela 1. Zgłoszenia usterek w ramach reklamacji gwarancyjnych i pogwarancyjnych

Rodzaj usterek	Bramy garażowe uchylne		Bramy garażowe segmentowe		Bramy przemysłowe segmentowe		Bramy garażowe roletowe		Suma
	Liczba [szt.]	Udział [%]	Liczba [szt.]	Udział [%]	Liczba [szt.]	Udział [%]	Liczba [szt.]	Udział [%]	
Blacha- wada	9	0,37%							9
Brak w dostawie	25	1,01%	59	2,39%	27	1,10%	2	0,08%	113
INNE wg opisu	46	1,87%	132	5,36%	101	4,10%	46	1,87%	325
Korozja	5	0,20%	8	0,32%	3	0,12%			16
Montaż - nieprawidłowość	24	0,97%	34	1,38%	56	2,27%	3	0,12%	117
Napęd - awaria elektroniki			3	0,12%					3
Nowozasadniona reklamacja	48	1,95%	62	2,52%	32	1,30%	11	0,45%	153
Panele - wada			544	22,08%	79	3,21%			623
Polityczna	1	0,04%	7	0,28%	5	0,20%	2	0,08%	15
Produkcja - niezgodność wyrobu			8	0,32%	3	0,12%			11
Profile - nieprawidłowości							13	0,53%	13
Prowadnica, zabezpieczenie - wada			6	0,24%	7	0,28%	3	0,12%	16
Przełącznik konserwacja	4	0,16%	16	0,65%	19	0,77%	1	0,04%	40
Przekładnia łańcuchowa - awaria					36	1,46%			36
Silownik - uszkodzenie							50	2,03%	50
Skrzydło - nieprawidłowość	41	1,66%							41
Sprężyna - wada			13	0,53%	37	1,50%			50
Transport - uszkodzenie	48	1,95%	21	0,85%	4	0,16%	2	0,08%	75
Uszczelka - wada			87	3,53%	23	0,93%			110
Uszkodzenie mechaniczne wyrobu	74	3,00%	39	1,58%	70	2,84%	12	0,49%	195
Użytkownik - uszkodzenie wyrobu	11	0,45%	18	0,73%	19	0,77%	5	0,20%	53
Wady w osprzęcie drzwi	141	5,72%	86	3,49%	22	0,89%	1	0,04%	250
Wzrost - nieprawidłowości					4	0,16%	1	0,04%	5
Zamówienie - niezgodność wyrobu	34	1,38%	66	2,68%	37	1,50%	8	0,32%	145
suma	511	20,74%	1209	49,07%	584	23,70%	160	6,49%	2464
sprzedaż w ciągu roku	19629		37139		8427		1617		66812

Podsumowanie

Zarządzanie w obszarze obsługi klienta jest jednym z najważniejszych problemów decyzyjnych w organizacji gospodarczej, niezależnie od tego czy jest to przedsiębiorstwo usługowe, handlowe czy produkcyjne. Procesy pozyskiwania nowych klientów oraz utrzymywania tych, którzy nawiązali już współpracę warunkują w dużym stopniu pozycję konkurencyjną firmy.

Obsługa posprzedażowa klienta stanowi ona elementarną część budowania wizerunku firmy na rynku, jak i pomaga w utrzymywaniu partnerskich relacji z klientami. Prawdłowo zorganizowany i zarządzany dział reklamacji lub serwisu może stać się ważnym czynnikiem w konkutowaniu o względy potencjalnego nabywcy. Klient mający do wyboru produkt dwóch firm, podobnej jakości i cenie, skłoni się ku ofercie zapewniającej mu kompleksową obsługę posprzedażową oraz gwarancje dotyczące nabywanego produktu.

Do najważniejszych czynności w sferze kontaktów z klientami zalicza się obsługę, reklamacji skarg oraz zwrotów. Obszar ten często traktuje się jako miejsce, w którym klienci składają niesłuszne zażalenia na produkt lub usługi, które nabyli. W wielu firmach panuje błędne przekonanie, że to klient jest najczęściej winny przyczynom reklamacji czy zażaleń, w rzeczywistości jest inaczej. Kolejnym częstym błędem jest traktowanie obsługi potransakcyjnej jako zła koniecznego, które nie może przynieść organizacji nic pożytecznego. Badania wykazują jednak, że obsłużony zgodnie z oczekiwaniami, składający zażalenie klient jest bardziej lojalny wobec firmy niż ten, który w ogóle nie napotkał problemów związanych z nabyciem produktu czy usługi. Jednocześnie istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że niezadowolony z załatwienia reklamacji czy zażalenia klient nie podejmie z firmą ponownej współpracy.

Reklamacje, skargi i zwroty stanowią również dla firmy istotne źródło informacji na temat posiadanej oferty oraz oczekiwań klientów w tym zakresie. Dzięki tym informacjom firma może zaproponować klientom lepszą niż konkurencja ofertę. Tylko niewielki procent niezadowolonych klientów decyduje się na złożenie reklamacji czy skarg. Spowodowane jest to między innymi przez brak wiary w pozytywne jej rozpatrzenie, niekompetencje pracowników, niejasno zdefiniowane i wdrożone procedury¹⁸.

Tworzenie standardów i ich przestrzeganie jest utrudnione min. przez trudności w prognozowaniu popytu, dużą liczbę produktów, brak danych oraz długie czasy cykli. Często popełnianym błędem jest sporadyczne kontrolowanie logistyki w sposób wycinkowy. Nieodzownym elementem zarządzania łańcuchem dostawczym jest stworzenie systemu controllingu logistycznego, który mierzyłby i monitorował wymagania klientów, zakres ich spełnienia przez dane przedsiębiorstwo oraz jego konkurentów. Szczególnie po ustanowieniu standardów i zakomunikowaniu ich klientom, wszelkie odchylenia od deklarowanych parametrów obsługi klientów muszą być szybko wykrywane, co jest punktem wyjścia dla działań korygujących. Tworząc system logistyczny należy również uwzględnić sprzeczności między interesariuszami procesów przepływu zasobów, które najczęściej rozgrywają się na dwóch głównych płaszczyznach: poziomie obsługi logistycznej i kosztach obsługi logistycznej.

¹⁸ Lis T.: Reklamacje w logistycznej obsłudze klienta w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Logistyka-Nauka, 6, Warszawa, 2011

Bibliografia

- Brzeziński M.: Logistyka w przedsiębiorstwie, Wyd. Bellona, Warszawa 2006, s. 12.
- Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J.: Zarządzanie logistyczne, PWE, Warszawa 2007
- DeVrye C.: Dobra obsługa to dobry interes. Siedem strategii osiągania sukcesu, Zyska i S-ka, Poznań 2007.
- Dwiliński L.: Zarządzanie jakością i niezawodnością wyrobów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
- Forbes Insight. Modern Customer Service: Are You Outpacing Your Executive Peers? 2014
- Kempny D.: Logistyczna obsługa klienta, PWE, Warszawa 2001
- Kolasińska-Morawska K.: Przedsiębiorczość i zarządzanie, Tom XI, zeszyt 6, Zarządzanie Logistyczne, Łódź 2010
- Leland K., Bailey K.: Dla opornych: obsługa klienta, Warszawa, 1999
- Lis T.: Reklamacje w logistycznej obsłudze klienta w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Logistyka-Nauka, 6, Warszawa, 2011
- Logistyka dystrybucji. Praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2002
- Materiały wewnętrzne firmy. 2015Marketing w praktyce, e-wydanie, wrzesień 2010
- Obsługa klienta, Pozyskano z: <http://lean-management.pl/zarządzanie-lancuchem-dostaw/poziom-obslugi-klienta-jako-podstawowy-efekt-funkcjonowania-systemu-logistycznego>
- Obsługa posprzedażna. Pozyskano z: <http://techbit.com.pl/oferta/obsługa-posprzedażna>
- Rut J., Kulińska E.: Zintegrowany system informatyczny racjonalizujący logistyczną obsługę sprzedaży i magazynowania w przedsiębiorstwach, Logistyka nr 6, 2012
- Szołtysek J., Twaróg S.: Koncepcja logistyki społecznej na tle paradygmatu logistyki, Uniwersytet Ekonomiczny, Katowice 2013

LOGISTYKA DOSTAW A KOSZTY PRODUKCJI PALIW KOMPAKTOWYCH

Dariusz Kwaśniewski, Maciej Kuboń, Urszula Malaga-Tobola

Zakład Organizacji Produkcji i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Adres do korespondencji: dariusz.kwasniewski@ur.krakow.pl

Wprowadzenie

Roczny potencjał energetyczny biomasy w Polsce, która jest wykorzystywana w energetyce to:

- 20 mln ton słomy odpadowej,
- około 6 mln ton osadów ściekowych z przemysłu celulozowo-papierniczego oraz spożywczych i miejskich odpadów komunalnych,
- około 4 mln ton odpadów drzewnych.

W warunkach polskich jest to znaczący potencjał energetyczny oraz stanowi on szansę dla rozwoju rolnictwa i wejścia na rynek surowców do produkcji energii¹.

Biomasa, w zależności od sposobu przetworzenia, może być wykorzystywana do produkcji ciepła, energii elektrycznej i paliw transportowych. Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna występująca w postaci polan, zrębków, wiór, trocin. Odrębną grupę stanowią paliwa z biomasy rolniczej pochodzące z plantacji przeznaczonych na cele energetyczne (wierzba, miskant, malwa, topola i in.) oraz pozostałości organiczne z rolnictwa, produkcji zwierzęcej i przetwórstwa rolno-spożywczego. W tej grupie ogromne rezerwy tkwią w energetycznym wykorzystaniu słomy. Biomasa jako surowiec energetyczny jest silnie zróżnicowana pod względem stanu skupienia, ciężaru właściwego, wilgotności, zawartości, wartości opałowej. W większości jest to surowiec o dużej objętości i zawartości wody, wytwarzany na rozproszonych przestrzennie polach i lasach. Z tych względów wymaga dużych nakładów na zbiór, transport, magazynowanie i dosuszenie. Wymaga zatem sprawnego systemu organizacyjnego i logistycznego celem maksymalnego ograniczenia kosztów transportu i dalszego przetworzenia².

¹ Wyszomierski R., Będycka-Bórawska A., Bórawski P., Jankowski K.: Ocena opłacalności wykorzystania biomasy na cele energetyczne ze szczególnym uwzględnieniem peletu. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. 18(2). s. 296-302. Poznań, 2016.

² Gostomczyk W.: Organizacja systemu logistycznego w produkcji i wykorzystaniu biomasy energetycznej Logistyka 4, 939-946 2012.

Pelety a logistyka dostaw surowca i koszty produkcji

Najbardziej rozpowszechnioną w Polsce formą przetworzonej biomasy są biopaliwa kompaktowe czyli brykiety oraz pelety. Są to paliwa zbudowane z suchego, rozdrobnionego materiału roślinnego pod wpływem działania wysokiego ciśnienia, najczęściej bez dodatku sztucznych lepiszczy³.

Poprzez peletowanie rozumiemy proces zagęszczania biomasy w celu zmniejszenia koncentracji masy i energii w jednostce objętości oraz znacznego podniesienia komfortu dystrybucji i komfortu użytkowania tego typu paliwa. W czasie tego zabiegu rozdrobniony materiał roślinny ulega zagęszczeniu pod wpływem sił zewnętrznych i wewnętrznych, a końcowy produkt w postaci peletu uzyskuje określoną stałą formę geometryczną^{4,5,6}. Produkcja peletów polega na poddaniu biomasy trzem kolejnym procesom: rozdrabniania, mielenia i prasowania. Istotnym elementem w ocenie działalności firm zajmujących się przetwarzaniem biomasy są koszty produkcji peletów⁷ i ich wpływ na efektywność ekonomiczną⁸.

Proces produkcji peletów z biomasy nie jest zbyt skomplikowany i wywodzi się ze sposobu produkcji pasz granulowanych dla zwierząt. Jednak ze względu na większe opory podczas peletyzacji biomasy, elementy linii produkcyjnej muszą charakteryzować się wyższą wytrzymałością⁹.

Pelety to małe granulki o kształcie cylindrycznym, o średnicy 6-25 mm i długości do kilku cm. Bardzo duże siły działające podczas wyciskania powodują, że w małej objętości zostaje upakowana duża ilość produktu. Proces peletowania odbywa się w granulatorach zwanych potocznie pelciarkami. Odpowiednio rozdrobniony i nawilżony powierzchniowo materiał jest przeciskany przez specjalnie wyprofilowane kanały, w których na skutek oporów tarcia następuje wzrost ciśnienia i temperatury, a w konsekwencji aglomeracja surowca. Paliwo to charakteryzuje się niską zawartością wilgoci od 8 do 12%, popiołów do 0,5% oraz wysoką wartością energetyczną. Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne dla środowiska, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji¹⁰.

Prawie każdy rodzaj biomasy stałej można poddać procesowi peletyzacji. Na skalę przemysłową peletyzuje się przede wszystkim: wióry, trociny i zrębki z wybranych gatun-

³ Frączek J. (redakcja) i inni: Optymalizacja procesu produkcji paliw kompaktowych wytwarzanych z roślin energetycznych. Wyd. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-930818-0-6. Kraków, 2010.

⁴ Hejft R.: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Wyd. Instytut Technologii Eksploatacji. ISBN 83-7204-251-9. Radom. 2002.

⁵ Heim A. (redakcja) i inni: Wpływ parametrów procesowo-aparaturowych na właściwości złoża podczas granulacji bębnowej. Materiały VII Ogólnopolskiego Seminarium Granulacja 2005. Stan techniki oraz nowe zastosowania procesów i aparatury do granulacji: 15-21. 2005.

⁶ Frączek J. (redakcja) i inni: Optymalizacja procesu produkcji paliw kompaktowych wytwarzanych z roślin energetycznych. Wyd. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-930818-0-6. Kraków, 2010.

⁷ Kwaśniewski D.: Technologia oraz koszty produkcji brykietów i peletów z wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza 5(103). Kraków. s. 37-42. 2008.

⁸ Łucak J.: Analiza techniczno-ekonomiczna procesu produkcji peletów w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Maszynopis. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach. 2012.

⁹ Jakubiak M. i Kordylewski W.: Pelety podstawowym biopaliwem dla energetyki. Archiwum Spalania. 8(3-4). s. 108-118. 2008.

¹⁰ Szpryngiel M. (redakcja) i inni: Zrównoważone wykorzystanie surowców roślinnych i przemysłowych do produkcji peletów. Towarzystwo Wydawnictw Naukowych „Libropolis”. Lublin. ISBN 978-83-63761-39-4. 2014.

ków drewna oraz słomę pszeniczną oraz rzepakową. Peletyzacja wymaga materiału o wyższej jakości, trwałość peletów zwiększa udział żywicy w materiale wyjściowym.

Poddawana procesowi peletyzacji biomasa, powinna cechować się następującymi właściwościami:

- brakiem zanieczyszczeń mechanicznych – (najczęściej są nimi: piasek i kamienie), których obecność w surowcu pogarsza jakość peletów i zagraża działaniu urządzeń linii produkcyjnej,
- określoną wilgotnością (12-14%) – z tego powodu, materiał przeznaczony do peletyzacji musi być wcześniej sezonowany, a następnie suszony lub nawilgocony,
- odpowiednim rozdrobnieniem – skład granulometryczny materiału powinien zapewnić maksymalne wypełnienie pustych przestrzeni międzyziarnowych, lepsze rozdrobnienie zwiększa powierzchnię zewnętrzną zapewniając lepsze sprasowanie¹¹.

Bez względu na rodzaj wytwarzanych wyrobów (pelety, brykiety), odległości od źródeł pozyskania surowców, lokalizacji miejsc produkcji w stosunku do rynku zbytu czy też innych uwarunkowań trzeba liczyć się z wystąpieniem tzw. luki czasowo-przestrzennej. Istnienie takiej luki wymaga usprawnienia procesów logistycznych polegających na dostarczeniu właściwego produktu, we właściwej ilości, we właściwym stanie, we właściwym miejscu, we właściwym czasie, dla właściwego klienta, po właściwym koszcie. Spełnienie tych warunków określa się w literaturze mianem 7R¹².

Każdy rodzaj biomasy wymaga innego procesu logistycznego i rodzi inne problemy związane ze zbiorem, przetwarzaniem, magazynowaniem czy dostawą. Z innymi urządzeniami i barierami ma się do czynienia w przypadku przetwarzania biomasy stałej, a z innymi w przypadku biopaliw płynnych czy produkcji biogazu. Utrudnienia te wynikają z różnorodności surowców przetwarzanych na produkty finalne¹³.

W grupie surowców odpadowych na cele energetyczne wykorzystywane są najczęściej słoma zbóż, siano łakowe¹⁴.

Istotnym zagadnieniem jest logistyka pozyskiwania i transportu biomasy w postaci białotów ze słomy zbóż. Logistyka wykorzystania słomy do produkcji energii jest dość skomplikowana: słoma jest powszechnie przechowywana w postaci dużych bel, które mają niską zawartość energii. Bele wymagają przechowywania na dużych przestrzeniach i dużej ilości energii do przeładunku oraz transportu. Słoma jest zazwyczaj sprasowana w bele bezpośrednio po zbiorach. Do ich przewozu potrzebne są różnego rodzaju maszyny i platformy transportowe. Kompleksowa i nie sprawiająca dużych trudności logistyka i transport białotów z pola jest w dzisiejszych czasach głównym powodem dużego zainteresowania i chęci rozwoju tego procesu na coraz większą skalę¹⁵.

¹¹ Jakubiak M. i Kordylewski W.: Pelety podstawowym biopaliwem dla energetyki. *Archiwum Spalania*. 8(3-4). s. 108-118. 2008.

¹² Coyle J. J., Bardi E.J., Langley Jr C.J.: *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

¹³ Jasiulewicz M., Janiszewska D.A.: Problem logistyki agro-biomasy do celów energetycznych. *Logistyka* 4, 981-987, 2012.

¹⁴ Kraszkiewicz A.: *Wpływ właściwości fizycznych i chemicznych biopaliw pochodzenia roślinnego na emisję produktów spalania i efektywność energetyczną*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego. Lublin. ISSN 1899-2374. 2016.

¹⁵ Obernberger I, Thek G., *The Pellet Handbook – The Production and Thermal Utilisation of Biomass Pellets*. UK, Earthscan, London, 2010.

Słoma wykorzystywana do celów energetycznych jest zbierana za pomocą pras. Głównym warunkiem jej zebrania jest wilgotność surowca, która nie powinna przekraczać 15%. Najczęściej stosowanymi prasami, którymi posługują się gospodarstwa rolne, są prasy formujące małe bele prostopadłościennne o stopniu zagęszczenia do 130 kg/m^3 oraz wielkowymiarowe bele cylindryczne o stopniu zagęszczenia do 150 kg/m^3 i do 180 kg/m^3 . Najbardziej rozpowszechniona jest prasa do małogabarytowych kostek, która prasuje słomę w bele o wymiarach $42 \times 42 \times (80-120) \text{ cm}$ i masie 8-15 kg. Wadą takich pras jest mała wydajność i większe zapotrzebowanie na pracę przy transporcie i składowaniu słomy. Zaletą natomiast jest powszechność występowania i niskie zapotrzebowanie mocy od współpracującego ciągnika. Bela okrągła stosowana jest do większych kotłów „wsadowych o mocy od 300 do 500 kW. Prasa zwijająca formuje słomę w bele cylindryczną o średnicy 1,2-1,8 m i masie od 250 do 350 kg. Zaletą prasy jest powszechność występowania i stosunkowo nieduże zapotrzebowanie mocy współpracującego ciągnika, natomiast wadą jest kłopotliwy transport oraz mniejsze wykorzystanie powierzchni składowej. Największą wydajnością charakteryzuje się prasa formująca wielkowymiarowe bele prostopadłościennne o masie 200 – 550 kg. Zaletą tych pras jest wysoka wydajność dochodząca nawet do 5 ha/h oraz kształt bel który w pełni wykorzystuje środki transportu i powierzchnie transportową, wadą natomiast konieczność stosowania ciągników dużej mocy. Bez względu na rodzaj prasy „wąskim gardłem jest transport, ponieważ w tym miejscu wydajność całej technologii ulega znacznemu obniżeniu. Przyczyną niskiej wydajności transportowej jest fakt, iż podczas całego procesu transportowego połowa czasu jest przeznaczana na załadunek, a następnie na rozładunek. Słomę należy składować natychmiast po sprasowaniu, aby uchronić ją przed zawilgoceniem oraz zamakaniem. Tylko sucha słoma jest uznawana jako surowiec dobrej jakości. Składowanie słomy odbywa się na stertach przykrytych od góry luźną słomą lub plandeką w tradycyjnych stodołach lub wiatach. Bardzo istotną rzeczą jest, aby miejsce składowania miało suche, przepuszczalne lub odwadniane podłoże i by był możliwy do niego dojazd przez cały rok bez względu na warunki atmosferyczne.

Transport słomy odbywa się z wykorzystaniem tradycyjnych lub specjalnych przyczep. Sprasowana słoma ma gęstość ok. $120-160 \text{ kg/m}^3$, więc do transportu wymagane są pojazdy o dużej powierzchni ładunkowej. Przy organizacji transportu należy uwzględnić takie warunki jak:

- odległość do miejsca składowania,
- stan dróg dojazdowych,
- konieczność przejazdu przez różne miejscowości¹⁶¹⁷.

W przypadku wytwarzania produktów z biomasy ważnym aspektem zarówno ze względu na jakość jak i opłacalność dostarczanego surowca jest odległość między miejscem wytwarzania, a ostatecznym odbiorcą. Idealną sytuacją byłoby wykorzystywać surowiec w miejscu jego powstania, jednak w wielu przypadkach jest to niemożliwe, dlatego ta odległość powinna być jak najmniejsza. Duże koszty generuje, także magazynowanie, aby uniknąć tych obciążeń należy zapewnić odpowiednią płynność surowcową na podstawie umów handlowych z odbiorcami. Odbiorca w podpisanej umowie z producentem surowca określa wszelkie wymagania dostarczanego produktu. Ma wpływ na rodzaj środków trans-

¹⁶ Jasiulewicz M., Janiszewska D.A.: Problem logistyki agro-biomasy do celów energetycznych. Logistyka 4, 981-987, 2012.

¹⁷ Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma – energetyczne paliwo. Warszawa. 2001.

portowych do realizacji dostaw biomasy na teren zakładu energetycznego i sposobu rozładunku, a także harmonogram i rozmiary dostaw. Ponadto proces produkcji, poszczególne ogniwa łańcucha logistycznego pozyskania oraz przetwarzania biomasy rolniczej na cele energetyczne muszą, także uwzględniać wymagania końcowego odbiorcy produktu. A końcowymi produktami biomasy z upraw roślin energetycznych mogą być: zrębki, brykiety, pelety jak również bele słomy¹⁸.

Koszty produkcji paliw kompaktowanych oraz logistyka dostaw surowców do ich produkcji są obecnie częstym przedmiotem badań w różnych firmach produkujących pelety i brykiety. Prowadzone badania pozwalają na dokładną charakterystykę realizowanych procesów produkcji paliw kompaktowanych oraz umożliwiają wskazanie sposobów obniżenia kosztów ich produkcji i sposobów rozwiązań organizacyjnych związanych z dostawą surowca.

Przykładowo, w opracowaniu, na podstawie badań przeprowadzonych w zakładzie przetwarzania biomasy, który zlokalizowany jest na terenie Polski południowej dokonano oceny opłacalności produkcji peletów ze słomy żytniej i pszennej. Surowiec do produkcji pochodził z okolicznych gospodarstw rolnych, które są położone w promieniu do 20 km od siedziby zakładu.

Najważniejszymi elementami wykorzystywanej linii technologicznej w analizowanym przedsiębiorstwie są: sieczkarnia, młyn do mielenia, granulator oraz chłodnica. W skład procesu produkcyjnego peletów wchodzi następujące czynności:

- segregacja zgromadzonego surowca pod względem zawartej ilości wody,
- mieszanie suchych balotów z mokrymi tak, aby uśredniona wilgotność nie przekraczała 13-16%,
- rozdrobnienie wstępne surowca (słomy) do wielkości najkorzystniejszej, tj. 15-40 mm i częściowe odseparowanie grubego piasku,
- rozdrobnienie właściwe (ostateczne),
- przemieszczenie wymieszanego surowca do zbiornika technologicznego granulatorów-częściowa stabilizacja substratu po rozdrobnieniu ostatecznym (w celu uśrednienia wilgotności) i wstępne wymieszanie surowca w zbiorniku buforowym,
- kompaktowanie surowca do postaci granulek (peletów),
- ochłodzenie i obniżenie poziomu wilgotności peletów do około 8-12%,
- wykorzystanie odsiewek i pyłów do procesu granulacji (obniżenie wilgotności surowca),
- ekspedycja luzem lub pakowanie peletów do worków.

Efektem końcowym produkcji są pelety o średnicy 5-8 mm i długości 8-20 cm¹⁹.

Charakterystykę surowca oraz linii technologicznej przedstawiono w tabeli 1. Natomiast koszty produkcji peletów w przeliczeniu na tonę produktu zamieszczono w tabeli 2, a na rysunku 1 pokazano ich strukturę.

¹⁸ Grzybek A., Muzalewski A., Logistyka przetwarzania biomasy na biopaliwa, „Czysta energia”, 2/2010.

¹⁹ Szul T.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2. Poznań. s. 17-19. 2013.

Tabela 1. Charakterystyka surowca oraz linii technologicznej do produkcji peletów

Wyszczególnienie	
Materiał wyjściowy:	Słoma pszenna lub żytnia
Wilgotność surowca w czasie zbioru (%)	14-15
Wilgotność surowca po zmieleniu (%)	12
Nominalna wydajność linii technologicznej (t/h)	2,5-3,0
Produkcja peletów (t/dzień)	33
Produkcja peletów (t/miesiąc)	825
Produkcja peletów (t/rok)	4200
Wilgotność produktu (%)	10-11
Wartość opałowa (GJ/t)	ok. 15

Źródło: Szul T.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2. Poznań. s. 17-19. 2013.

Tabela 2. Koszty jednostkowe produkcji peletów ze słomy

Wyszczególnienie	Koszty jednostkowe (zł/t)
Koszty zakupu surowca (średnie)	170
Koszty transportu	40
Koszty składowania	10
Koszty energii elektrycznej	50
Koszty amortyzacji maszyn	25
Koszty remontowe i konserwacji maszyn	30
Koszty administracyjne	25
Płace	30
Razem koszty produkcji 1 tony	380

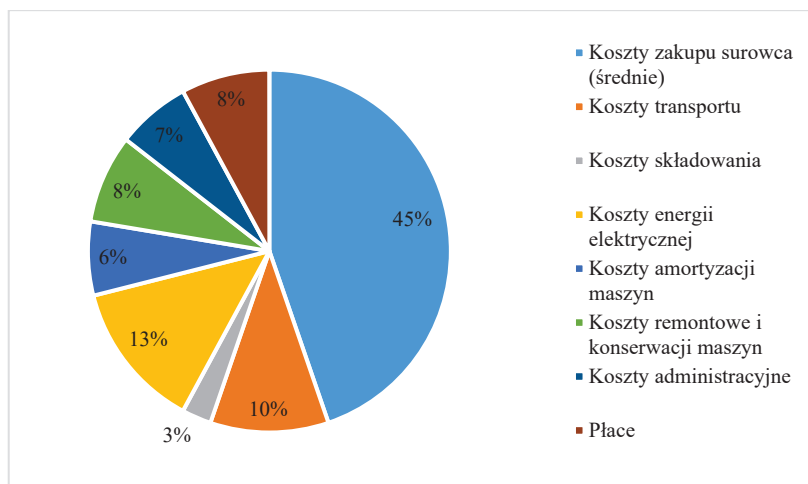
Źródło: Szul T.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2. Poznań. s. 17-19. 2013.

Odbiorcą peletów ze słomy wyprodukowanych w ocenianym zakładzie jest jedna z większych elektrowni zawodowych w Polsce. Cena sprzedaży 1 tony peletów w analizowanym okresie wynosiła 30,50 zł za 1 GJ. Zakładając średnią wartość opałową tony peletów na poziomie 15 GJ – cena sprzedaży jednej tony peletów wyniosła 457,50 zł/t. Po uwzględnieniu ponoszonych kosztów produkcji (380,0 zł/t) oraz podatku od zysku (19% - 14,70 zł.) dochód za wyprodukowanie 1 tony peletów wynosił 62,80 zł.²⁰

Inny przykład dotyczy badań przeprowadzonych w zakładzie przetwarzania biomasy roślinnej, który zlokalizowany jest we wschodniej części województwa lubelskiego gdzie

²⁰ Szul T.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2. Poznań. s. 17-19. 2013.

dokonano analizy kosztów produkcji peletów z odpadowej biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego oraz przedstawiono organizację procesu produkcji. W zakładzie tym produkowane są pelety ze słomy pszennej, żytniej, pszenżytniej, jęczmiennej oraz siana.



Rys. 1. Struktura kosztów produkcji peletów ze słomy

Źródło: opracowanie własne na podstawie Szul T.: *Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2. Poznań. s. 17-19. 2013.*

W organizacji procesu produkcji peletów można wyróżnić trzy powiązane ze sobą etapy:

- I etap – zabezpieczenie zasobów surowca do produkcji,
- II etap – proces produkcji peletów (linia produkcyjna),
- III etap – dystrybucja produktów.

Za dostarczenie surowca do zakładu odpowiedzialna jest zewnętrzna firma. Zapewnia ona zarówno kontraktację surowca, jak i jego transport do zakładu. Należy podkreślić, że słoma i siano skupywana jest z powierzchni około 2,5 tysiąca ha i dowożona z odległości maksymalnej ok. 50 km. Dostarczony surowiec (bele słomy i siana) składowany jest na placu o powierzchni 2 ha znajdującym się w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu produkcyjnego. Przy zakładzie możliwe jest zmagazynowanie około 13 tysięcy ton biomasy w formie 8-12 pryzm o wysokości około 5-6 metrów, szerokości 4-5 metrów i długości 200-400 metrów. Surowiec ten jest przykrywany jesienią folią budowlaną obciążoną ciężarkami. Maksymalna odległość transportu surowców z miejsca składowania do linii peletującej wynosi 500 metrów. Transport odbywa się za pomocą ładowarek teleskopowych.

Najważniejszymi elementami składowymi linii technologicznej w analizowanym przedsiębiorstwie są: rozdrabniacz wstępny surowca (szarpacz słomy), rozdrabniacz właściwy surowca (młyn do mielenia słomy), granulatory, chłodnica z odsiewaczem i odciąganiem pyłu oraz urządzenia transportowe surowców i produktów. Miesięczna wydajność rozpatrywanej linii technologicznej wynosiła od 850 do 1150 ton produktu (w zależności od rodzaju i jakości surowca), przy organizacji pracy ciągłej 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygo-

dniu bez dni świątecznych. W analizowanym okresie (lipiec 2013-czerwiec 2014) całość produkcji była dostarczana do elektrociepłowni zawodowej oddalonej od zakładu produkcyjnego o około 350 km. Przy średniej kaloryczności produktu 14,5 GJ/t uzyskana średnia cena wynosiła 325 zł/t²¹. Koszty produkcji peletów przedstawiono w tabeli 3, a strukturę kosztów produkcji na rysunku 2.

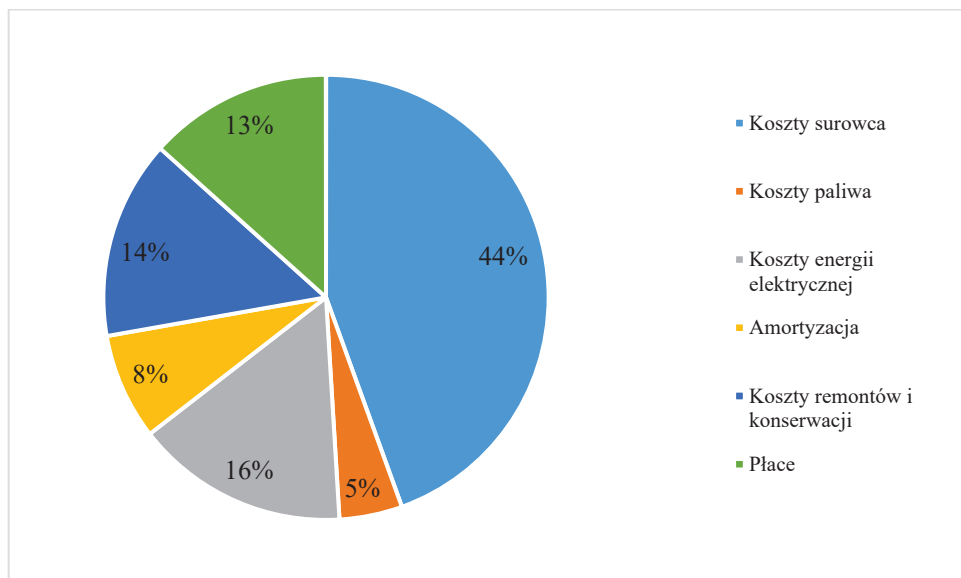
Tabela 3. Koszty produkcji peletów

Wyszczególnienie kosztu	Koszty miesięczne (zł)			Średnie koszty jednostkowe (zł/t)
	Minimalne	Maksymalne	Średnie	
Koszty surowca	102000	138000	120000	120,00
Koszty paliwa	10455	14145	12300	12,3
Koszty energii elektrycznej:				
– rozdrabniania wstępnego	5406	7314	6360	6,36
– rozdrabniania właściwego	11909	16112	14010	14,01
– granulowania	12164	16457	14310	14,31
– chłodzenia	578	782	680	0,68
– transportu wewnętrznego	5432	7349	6390	6,39
Amortyzacja	17680	23920	20800	20,80
Koszty remontów i konserwacji	33150	44850	39000	39,00
Płace	30600	41400	36000	36,00
Razem koszty produkcji	229373	310328	269850	269,85
Koszty produkcji w (zł/GJ)	X	X	18,61	X

Źródło: Kraszkiewicz A., Lorencowicz E., Kachel-Jakubowska M.: Koszty produkcji peletów z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego. 2015. http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2015/T1/t1_0470.pdf

Podsumowując, należy stwierdzić, że najważniejszą sprawą przy produkcji peletów jest dobór surowca do produkcji oraz zabezpieczenie zapasów tego surowca do produkcji. Istotną rolę odgrywa także dobrana technologia produkcji uwzględniająca skalę produkcji i zapewnienie dostaw surowca. Nie bez znaczenia jest także lokalizacja zakładu biorąc pod uwagę źródła z których dostarczany i skupowany jest surowiec (słoma zbóż). Przeprowadzone badania, które można spotkać w literaturze przedmiotu oraz potrzeba kontynuacji tych badań pozwoli na dokładną analizę systemu organizacji procesu produkcyjnego, zastosowanej technologii oraz poniesionych kosztów produkcji peletów.

²¹ Kraszkiewicz A., Lorencowicz E., Kachel-Jakubowska M.: Koszty produkcji peletów z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego. 2015. Pozyskano z: http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2015/T1/t1_0470.pdf



Rys. 2. Struktura kosztów produkcji peletów ze słomy

Źródło: opracowanie własne na podstawie Kraszkiewicz A., Lorencowicz E., Kachel-Jakubowska M.: *Koszty produkcji peletów z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego*. s. 470-479. 2015.

Cel, zakres i metodyka pracy

Celem pracy była ocena organizacji procesu produkcji peletów ze słomy zbóż z uwzględnieniem logistyki dostaw i gromadzenia zapasów surowca do produkcji na przykładzie wybranego zakładu produkcyjnego. W pracy przedstawiono również charakterystykę technologii produkcji peletów. Określono koszty i efektywność ekonomiczną produkcji peletów ze słomy zbóż. Dokonano porównania kosztów produkcji i efektywności ekonomicznej produkcji peletów w 2015 i 2016 roku.

Zakresem pracy objęto badania przeprowadzone w 2016 roku w firmie produkującej pelety EKO-BIOMASA, która znajduje się w miejscowości Biechów (województwo świętokrzyskie). Firma głównie specjalizuje się w produkcji peletów ze słomy zbóż, a początek jej działalności to rok 2006. Na dzień dzisiejszy jest ona jednym z przodujących producentów peletów opałowych w rejonie południowo-wschodniej Polski.

Wywiad kierowany z właścicielem firmy pozwolił zebrać informacje, dotyczące organizacji dostaw surowca, stosowanej technologii produkcji, działania linii technologicznej do produkcji peletów. Umożliwił także zebranie danych niezbędnych do określenia następujących składowych kosztów produkcji peletów:

- koszty zakupu surowca (słoma zbóż – pszenna i jęczmienna),
- koszty transportu wewnętrznego z wykorzystaniem ładowarki teleskopowej,
- amortyzacja linii technologicznej,
- koszty remontów i konserwacji linii,
- koszty zużycia energii elektrycznej,
- koszty wynagrodzenia pracowników.

W obliczeniach kosztów produkcji peletów w 2016 roku przyjęto:

- cenę zakupu surowca (słomy zbóż): średnio 105 zł/t,
- cenę ładowarki teleskopowej JCB 531-70 - 235000 zł,
- amortyzację ładowarki teleskopowej JCB 531-70 na poziomie 18% w skali roku,
- obciążenie ładowarki teleskopowej JCB 531-70 na poziomie 70%,
- zużycie paliwa przez ładowarkę teleskopową JCB 531-70: 6 l/rbh,
- cenę paliwa: 3,39 zł/l (podpisana umowa z PKN ORLEN na indywidualną dostawę paliwa),
- cenę linii technologicznej z pełnym wyposażeniem: 1500000 zł,
- amortyzację linii technologicznej na poziomie 20% w skali roku,
- obciążenie urządzeń wchodzących w skład linii technologicznej na poziomie 80%,
- moc elektryczną zainstalowaną: 760 kW,
- cenę energii elektrycznej: 0,47 zł/kWh,
- wynagrodzenie pracowników: 13 zł/h,
- koszty remontów i konserwacji maszyn i urządzeń wchodzących w skład linii technologicznej: 54000 zł/rok dla systemu jednozmianowego, 110000 zł/rok dla systemu dwuzmianowego oraz 160000 zł/rok dla systemu trzyzmianowego.

Koszty produkcji peletów w 2016 roku zostały określone w skali jednego roku, analiza obejmowała trzy warianty:

- wariant 1: praca na jedną zmianę, wydajność linii 2600 kg/h, roczna produkcja peletów ok. 5800 ton,
- wariant 2: praca na dwie zmiany, wydajność linii 2600 kg/h, roczna produkcja peletów ok. 11600 ton,
- wariant 3: praca na trzy zmiany, wydajność linii 2600 kg/h, roczna produkcja peletów ok. 16700 ton.

W stosowanej przez firmę technologii produkcji peletów ze słomy zbóż można wyróżnić następujące etapy:

- transport surowca z miejsca składowania do linii technologicznej,
- przygotowanie surowca – rozrywanie i zdejmowanie siatek z balotów,
- rozdrabnianie wstępne surowca, separacja kamieni, stabilizacja wilgotności, rozdrabnianie właściwe (mielenie),
- przetransportowanie wymieszanego surowca do zbiornika technologicznego granulatora,
- naparowanie i zmiękczenie surowca – nadanie właściwej sprężystości oraz kleistości, co ułatwia peletowanie,
- aglomeracja surowca do postaci peletów,
- chłodzenie gotowych peletów oraz obniżanie poziomu ich wilgotności,
- ekspedycja luzem.

Organizacja skupu i dostaw surowca do produkcji peletów

Zakup surowca (słomy pszennej i jęczmiennej) do produkcji peletów prowadzony jest przez cały rok, na podstawie umów kontraktacyjnych z rolnikami w ilościach pozwalających na produkcję, bez przestojów spowodowanych brakiem surowca. Słoma skupowana

jest od lokalnych rolników oraz z gospodarstw rolnych zlokalizowanych w promieniu 50-100 km od siedziby firmy. Taki zasięg prowadzenia skupu spowodowany jest brakiem wystarczającej ilości surowca wśród lokalnych dostawców, ponieważ powierzchnia większości gospodarstw znajdujących się w niewielkiej odległości od firmy nie przekracza kilku hektarów użytków rolnych.

W 2015 roku surowiec skupowany był z 49 miejscowości (Błotnowola 12 km, Borowa 36 km, Chrzanów 3 km, Cudzynowice 48 km, Donosy 51 km, Folwarki 12,5 km, Grabki Duże 30 km, Grabowica 10 km, Grotniki Małe 27 km, Gruszów Wielki 30 km, Iwaniska 60 km, Kamieńczyce 56 km, Komorów 11,5 km, Konieczno 95 km, Kowalów Dolny 76 km, Łubnice 18 km, Malice 75 km, Miel 7 km, Obledoń 6,5 km, Obrazów 72 km, Okalina-kolonia 69 km, Oksa 94 km, Orzelec Duży 16 km, Pacanów 7 km, Piestrzec 5,5 km, Podolany 44 km, Przeuszyn 74 km, Radwan 20 km, Rataje Słupskie 9,5 km, Rzędzianowice 41 km, Sadowie 73 km, Stary Głochów 43 km, Starzyny 98 km, Strzeżów Drugi 83 km, Strzeżów Pierwszy 79 km, Suchowola 6,5 km, Szczeka 34 km, Szwagrów 36 km, Świniary 5,5 km, Trzebica 6,5 km, Tuczępy 21,5 km, Wadowice Dolne 28 km, Wiśniowa 45 km, Wola Mielecka 38 km, Wójcza 2 km, Wymysłów 52 km, Zielonki 7,5 km, Złota 40 km, Życiny 39 km). Średnia odległość od miejsca skupu do siedziby firmy wynosiła około 36,7 km (min. 2 km; max. 98 km).

Natomiast w roku 2016 liczba miejscowości zmalała do 37 (Błotnowola 12 km, Borowa 36 km, Ceber 48 km, Chrzanów 3 km, Czechów 45 km, Folwarki 12,5 km, Galów 36 km, Gruszów Wielki 30 km, Karsy Dolne 8,5 km, Karsy Małe 7 km, Komorów 11,5 km, Koniełoty 25 km, Krzyżanowice Dolne 43 km, Lubania 40 km, Maśnik 23,5 km, Miel 7 km, Obledoń 6,5 km, Ogłędów 30,5 km, Piestrzec 5,5 km, Rataje Słupskie 9,5 km, Ruszcza 20,5 km, Sichów Duży 22,5 km, Sobowice 50 km, Stary Głuchów 43 km, Stropieszyn 33 km, Sulisławice 50 km, Szwagrów 36 km, Tuczępy 21,5 km, Wadowice Dolne 28 km, Wiązownica Duża 47 km, Wojsławice 44 km, Wójcza 2 km, Zabrze 18 km, Zielonki 7,5 km, Złota 40 km, Zofijówka 18,5 km, Zrecze Duże 36 km). Średnia odległość od miejsca skupu do siedziby firmy spadła do 25,9 km (min. 2 km; max. 50 km). Spowodowane było to m.in. mniejszym zapotrzebowaniem na surowiec, ponieważ produkcja peletów w firmie została zmniejszona z 3000 kg·h⁻¹ (rok 2015) do 2600 kg·h⁻¹ w roku 2016.

Zakupiona słoma dostarczana była do firmy przez samych rolników lub transportem samochodowym własnym z inicjatywy firmy (rys. 3).

Dostarczony surowiec (bele słomy), składowany jest na placu o powierzchni 3 ha, który znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie linii produkcyjnej. Słoma w postaci balotów magazynowana jest w formie pryzm o wysokości około 7-9 metrów, szerokości 7-9 metrów i długości około 30 metrów (rys. 4). Maksymalna odległość transportu surowca z miejsca składowania do linii produkcyjnej nie przekracza 500 metrów. Transport wykonywany jest za pomocą ładowarki teleskopowej JCB 531-70 (rys. 5). Rozrywanie i zdejmowanie siatek z balotów oraz załadunek surowca na stół podawczy wykonuje dwóch pracowników.



Rys. 3. Transport własny zakupionego surowca w postaci bel słomy

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 4. Zapas surowca w formie przyzm w postaci bel słomy na terenie firmy

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 5. Dostarczenie surowca na linię produkcyjną ładowarką teleskopową

Źródło: Opracowanie własne

Efektywność ekonomiczna produkcji peletów ze słomy zbóż

W tabeli 4 pokazano charakterystykę produkcji peletów na linii technologicznej dla trzech wariantów produkcji (rok 2015 oraz 2016).

Tabela 4. Charakterystyka produkcji peletów dla badanych wariantów w roku 2015 oraz 2016

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Rok 2015*			Rok 2016		
			Wariant			Wariant		
			1	2	3	1	2	3
1.	Wydajność linii produkcyjnej	(kg/h)	3000	3000	3000	2600	2600	2600
2.	Liczba zmian	(-)	1	2	3	1	2	3
3.	Godziny pracy w ciągu dnia	(h)	8	16	23	8	16	23
4.	Pracujące pelecarki	(szt.)	1	1	1	1	1	1
5.	Pracownicy	(szt.)	4	8	12	4	8	12
6.	Moc zainstalowana	(kW)	760	760	760	760	760	760
7.	Produkcja peletów (średnio)	(t/dzień)	18,5	37	53	16	32	46
8.		(t/miesiąc)	558	1116	1600	408	816	1210
9.		(t/rok)	6700	13400	19200	5800	11600	16700

*Źródło: Opracowanie własne, *Rok 2015 – na podstawie Kwaśniewski D., Kuboń M.: Economic effectiveness of straw pellets production. Agricultural Engineering 4 (160), ISSN 2083-1587. s. 147-155. 2016.*

Poszczególne składowe kosztów produkcji peletów przedstawiono w tabeli 5. Natomiast na rysunkach 6-8 zamieszczono strukturę tych kosztów dla poszczególnych wariantów odpowiednio dla 2015 i 2016 roku. Całkowite koszty wytworzenia jednej tony peletów w roku 2015 wyniosły: 310,2 zł (wariant 1), 285,4 zł (wariant 2) oraz 278,9 zł (wariant 3). Natomiast w roku 2016 koszty te kształtowały się następująco: dla wariantu 1: 349,1 zł, dla wariantu 2: 319,7 zł oraz dla wariantu 3: 311,7 zł. W głównej mierze spowodowane było to obniżeniem godzinowej wydajności linii produkcyjnej z 3000 kg (rok 2015) do 2600 kg w roku 2016. Przyczyną zmniejszenia produkcji peletów było niższe zapotrzebowanie na to paliwo przez jedynego kontrahenta firmy, którym jest elektrownia w Połańcu.

Tabela 5. Koszty produkcji peletów dla badanych wariantów w 2015 i 2016 roku

L.p.	Wyszczególnienie	Rok 2015*			Rok 2016		
		Wariant			Wariant		
		1	2	3	1	2	3
		(zł/t peletów)					
1.	Koszty zakupu słomy	100	100	100	105	105	105
2.	Koszty transportu wewnętrznego	13,8	10,6	9,7	14,4	10,8	9,6
3.	Amortyzacja urządzeń	44,8	22,4	15,6	51,7	25,9	18,0
4.	Remonty i konserwacje	7,5	8,2	7,8	9,3	9,5	9,6
5.	Energia elektryczna	118,3	118,3	118,6	142,7	142,7	142,5
6.	Wynagrodzenie pracowników	25,9	25,9	27,2	26,0	26,0	27,1
7.	Koszty produkcji peletów	310,2	285,4	278,9	349,1	319,7	311,7

Źródło: Opracowanie własne, *Rok 2015 – na podstawie Kwaśniewski D., Kuboń M.: *Economic effectiveness of straw pellets production. Agricultural Engineering 4 (160), ISSN 2083-1587. s. 147-155. 2016.*

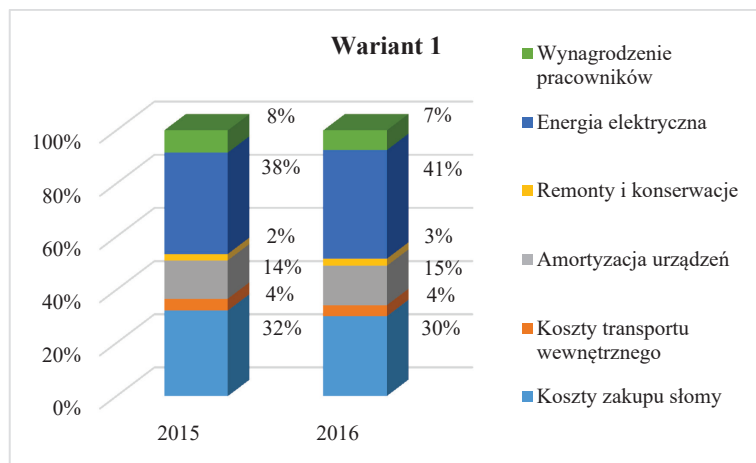
W analizowanych kosztach produkcji peletów (dla wszystkich wariantów zarówno w 2015 jak i 2016 roku) największe koszty związane były ze zużyciem energii elektrycznej. Dla roku 2015 wynosiły one 118,3 zł/t peletów (wariant 1 i 2) oraz 118,6 zł/t (wariant 3), co w strukturze kosztów produkcji stanowiło odpowiednio 38%, 41% i 43%. Natomiast dla porównania w 2016 roku koszty te kształtowały się na poziomie 142,7 zł/t dla wariantu 1 i 2 oraz 142,5 zł/t dla wariantu 3. W strukturze kosztów produkcji jest to 41%, 45% oraz 46%.

Najkorzystniejszym wariantem produkcji peletów zarówno w 2015 jak i w 2016 roku jest wariant 3 (koszty produkcji są najniższe). Oprócz kosztów zużycia energii elektrycznej znaczącą rolę odgrywały koszty zakupu surowca. Wynosiły one 100 zł/t w roku 2015 (36% w strukturze), a w roku 2016 jest to 105 zł/t (34% w strukturze).

Następne miejsce w strukturze kosztów produkcji peletów zajmuje amortyzacja związana z eksploatacją linii produkcyjnej. W związku z intensywnym wykorzystywaniem linii produkcyjnej (praca na 3 zmiany, praktycznie całą dobę), koszty amortyzacji wynoszą 15,6 zł/t peletów w roku 2015 oraz 18 zł/t w 2016 roku, co w strukturze kosztów dało odpowiednio po 6% (rys. 7). Koszty poniesione na amortyzację maszyn i urządzeń dla wariantu 1 zarówno w roku 2015 jak i roku 2016 są prawie trzykrotnie większe niż dla wariantu 3 i wynoszą odpowiednio 44,8 oraz 51,7 zł/t peletów. Istotną przyczyną tak znaczącej

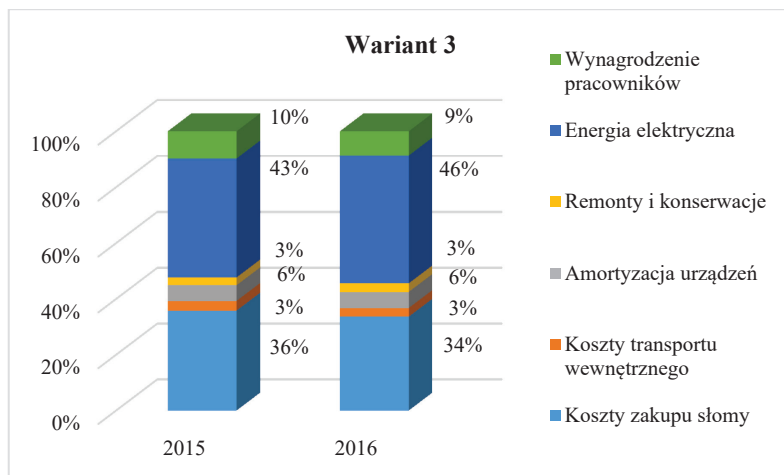
różnicy jest fakt, że linia technologiczna, której koszt zakupu wynosił 1 500 000 zł w wariantcie 1 jest wykorzystywana w mało efektywny sposób. Produkcja w tym wariantcie prowadzona jest jedynie przez 8 godzin (jedna zmiana).

Kolejne wydatki, które składają się na całkowite koszty produkcji peletów to wynagrodzenie dla pracowników. Dla wariantów 1 i 2 zarówno w roku 2015 jak i w roku 2016 były takie same i wynosiły odpowiednio 25,9 oraz 26 zł/t peletów. Z kolei dla wariantu 3 wynoszą one 27,2 (rok 2015) i 27,1 zł/t (rok 2016).



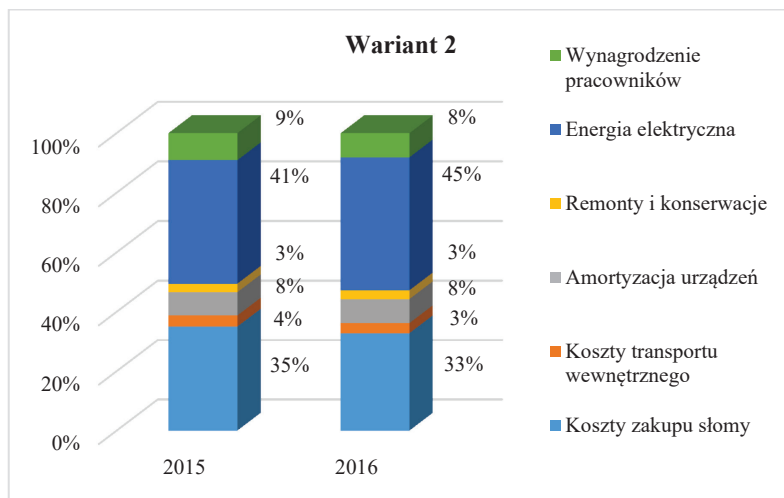
Rys. 6. Struktura kosztów produkcji peletów dla wariantu 1

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 7. Struktura kosztów produkcji peletów dla wariantu 2

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 8. Struktura kosztów produkcji peletów dla wariantu 3

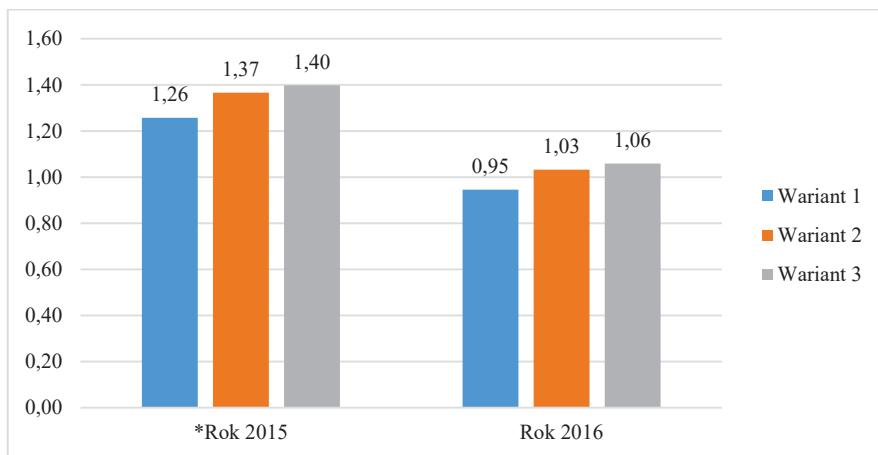
Źródło: Opracowanie własne

W ocenianych kosztach produkcji peletów ze słomy zbóż, najmniejsze wydatki ponoszone były na remonty i konserwacje. W strukturze kosztów dla roku 2015 to odpowiednio: 2% dla wariantu 1 oraz po 3% dla wariantów 2 i 3. Natomiast w roku 2016 dla wszystkich trzech wariantów było to 3%. Równie niskie koszty generowały wydatki związane z transportem wewnętrznym z wykorzystaniem ładowarki teleskopowej. W 2015 roku ich udział w strukturze kosztów wynosił: 4% dla wariantów 1 i 2 oraz 3% dla wariantu 3. Natomiast dla roku 2016 było to: 4% dla wariantu 1 oraz po 3% dla wariantów 1 i 2.

Reasumując należy stwierdzić, że dzięki zastosowanej technologii produkcji peletów, firma EKO-BIOMASA w 2016 roku prowadziła produkcję na poziomie ponad 16,5 tysiąca ton w skali roku. Wartość ta jest mniejsza niż w roku 2015, gdzie wielkość produkcji wynosiła ponad 19 tysięcy ton rocznie. Wynikało to ze zmniejszenia godzinowej wydajności pracy pelecarki. Zmiana ta spowodowała zwiększenie jednostkowych kosztów produkcji peletów.

Pod pojęciem efektywności ekonomicznej produkcji peletów rozumie się stosunek ceny jednostkowej peletów w zł/t do kosztów jednostkowych produkcji peletów w zł/t. Opracowane wskaźniki efektywności ekonomicznej przedstawiono na rysunku 9.

Z informacji otrzymanych od właściciela firmy EKO-BIOMASA ustalono, że cena jednostkowa peletów sprzedawanych w 2016 roku wynosiła średnio 330 zł/t. Jednostkowe koszty produkcji peletów w roku 2016 oszacowane w niniejszej pracy wynosiły odpowiednio: 349,1 zł/t (wariant 1), 319,7 zł/t (wariant 2) oraz 311,7 zł/t (wariant 3). Natomiast w roku 2015 sprzedawano pelety po średniej cenie 390 zł/t, a jednostkowe koszty produkcji przedstawiały się następująco: 310,2 zł/t (wariant 1), 285,4 zł/t (wariant 2) oraz 278,9 zł/t (wariant 3).



Rys. 9. Efektywność ekonomiczna produkcji peletów dla badanych wariantów

Źródło: Opracowanie własne, *Rok 2015 – na podstawie Kwaśniewski D., Kuboń M.: *Economic effectiveness of straw pellets production. Agricultural Engineering 4 (160), ISSN 2083-1587. s. 147-155. 2016.*

Oceniając otrzymane wyniki, należy stwierdzić, że w przypadku roku 2016 wytwarzanie peletów opłacalne było tylko dla wariantów 2 i 3, gdzie produkcja prowadzona była odpowiednio w systemie dwu i trzymianowym. Warto podkreślić, że w obu tych przypadkach nieznacznie przekroczony został próg dochodowości. W przypadku wariantu 1 (praca na jedną zmianę) produkcja jest nieopłacalna, wskaźnik efektywności ekonomicznej jest mniejszy od jedności. Porównując uzyskane wyniki z rokiem 2015, należy stwierdzić znaczący spadek efektywności ekonomicznej produkcji peletów w badanej firmie. Głównym powodem takiego stanu rzeczy, jest znaczna obniżka ceny po jakiej sprzedawany jest wyprodukowany pelet oraz zmniejszona produkcja.

Podsumowanie

Logistyka dostaw substratów do produkcji peletów spełnia oczekiwania właściciela firmy. Zgromadzone zapasy pozwalają na ciągłą realizację produkcji bez przerw spowodowanych brakiem substratów. Skup surowca (słomy pszennej i jęczmiennej) prowadzony jest przez cały rok z gospodarstw rolnych położonych w promieniu 50-100 km od siedziby firmy. W roku 2015 słoma skupowana była z 49 miejscowości, a średnia odległość od miejsca skupu do siedziby firmy wynosiła około 36,7 km. Natomiast w roku 2016 liczba ta zmalała do 37 miejscowości, a średnia odległość miejsc skupu od siedziby firmy spadła do 25,9 km.

Najbardziej dochodowym wariantem wytwarzania peletów w roku 2016, podobnie jak w 2015 był wariant 3. Produkcja prowadzona była wtedy w systemie trzymianowym. W tym przypadku koszty wytworzenia 1 tony peletów był najmniejszy i wynosił odpowiednio 278,9 zł/t (2015) oraz 311,7 zł/t (2016).

We wszystkich trzech wariantach zarówno dla 2015 jak i 2016 roku największe koszty produkcji peletów ponoszone były na energię elektryczną. Natomiast najmniejsze koszty generowane były przez remonty i konserwacje maszyn i urządzeń wchodzących w skład linii produkcyjnej.

W firmie EKO-BIOMASA w 2016 roku produkcja peletów dochodowa była tylko dla wariantów 2 i 3 (praca na 2 oraz 3 zmiany). W przypadku wariantu 1 (praca przez 8 godzin na 1 zmianę) wskaźnik efektywności ekonomicznej jest mniejszy od jedności, co świadczy że produkcja była nieopłacalna. Dla porównania w roku 2015 wszystkie 3 warianty prowadzenia produkcji były opłacalne dla właściciela firmy.

Bibliografia

- Coyle J. J., Bardi E.J., Langley Jr C.J.: Zarządzanie logistyczne. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.
- Frączek J. (redakcja). Optymalizacja procesu produkcji paliw kompaktowych wytwarzanych z roślin energetycznych. Wyd. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-930818-0-6. Kraków, 2010.
- Gostomczyk W. Organizacja systemu logistycznego w produkcji i wykorzystaniu biomasy energetycznej Logistyka 4, 939-946 2012.
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma – energetyczne paliwo. Warszawa. 2001.
- Grzybek A., Muzalewski A., Logistyka przetwarzania biomasy na biopaliwa, „Czysta energia”, 2/2010.
- Hejft R.: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Wyd. Instytut Technologii Eksploatacji. ISBN 83-7204-251-9. Radom. 2002.
- Heim A. (redakcja) i inni: Wpływ parametrów procesowo-aparaturowych na właściwości złoża podczas granulacji bębnowej. Materiały VII Ogólnopolskiego Seminarium Granulacja 2005. Stan techniki oraz nowe zastosowania procesów i aparatury do granulacji: 15-21. 2005.
- Jakubiak M. i Kordylewski W.: Pelety podstawowym biopaliwem dla energetyki. Archiwum Spalania. 8(3-4). s. 108-118. 2008.
- Jasiulewicz M., Janiszewska D.A.: Problem logistyki agro-biomasy do celów energetycznych. Logistyka 4, 981-987, 2012.
- Kraszkiewicz A., Lorencowicz E., Kachel-Jakubowska M.: Koszty produkcji peletów z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego. 2015. http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artlyk_pdf_2015/T1/t1_0470.pdf
- Kraszkiewicz A.: Wpływ właściwości fizycznych i chemicznych biopaliw pochodzenia roślinnego na emisję produktów spalania i efektywność energetyczną. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego. Lublin. ISSN 1899-2374. 2016.
- Kwaśniewski D.: Technologia oraz koszty produkcji brykietów i peletów z wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza 5(103). Kraków. s. 37-42. 2008.
- Kwaśniewski D., Kuboń M.: Economic effectiveness of straw pellets production. Agricultural Engineering 4 (160), ISSN 2083-1587. s. 147-155. 2016.
- Łucak, J.: Analiza techniczno-ekonomiczna procesu produkcji peletów w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Maszynopis. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach. 2012.
- Obernberger I, Thek G., The Pellet Handbook – The Production and Thermal Utilisation of Biomass Pellets. UK, Earthscan, London, 2010.
- Szpryngiel M. (redakcja) i inni: Zrównoważone wykorzystanie surowców roślinnych i przemysłowych do produkcji peletów. Towarzystwo Wydawnictw Naukowych „Libropolis”. Lublin. ISBN 978-83-63761-39-4. 2014.
- Szul T.: Ocena opłacalności produkcji peletów ze słomy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2/2013. Poznań. s. 17-19. 2013.
- Wyszomierski R., Będycka-Bórawska A., Bórawski P., Jankowski K. : Ocena opłacalności wykorzystania biomasy na cele energetyczne ze szczególnym uwzględnieniem peletu. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. 18(2). s. 296-302. Poznań, 2016.

ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHAMI DOSTAW W LOGISTYCE

Elżbieta Olech, Maciej Kuboń, Anna Szelań-Sikora

Zakład Organizacji Produkcji i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy
w Krakowie

Adres do korespondencji: elaolech@gmail.com

Wprowadzenie

Zarządzanie łańcuchem dostaw można powiedzieć, że jest stosunkowo nową koncepcją. Historia wskazuje, że pierwszy raz termin „zarządzanie łańcuchem dostaw” został wykorzystany przez konsultantów we wczesnych latach osiemdziesiątych¹. Od tamtego czasu pojęcie to pojawiało się coraz częściej w naukowych opracowaniach, które dotyczyły logistyki oraz zarządzania. Mimo to naukowcy zajmujący się zarządzaniem łańcuchami dostaw odwołują się nawet do dorobku z końca lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych². Tyczy się to publikacji Fostera, który zajmując się badaniem przepływ dóbr między dostawcami a odbiorcami wskazywał na problemy związane z nadmiernymi zapasami, które znów związane są z przekłamaniami informacyjnymi w relacjach pomiędzy uczestnikami. Następnie o praktycznym wykorzystaniu tej koncepcji może mówić fakt, gdzie wyniki badań, które zostały przeprowadzone w 1993 roku w USA wśród 325 ekspertów logistyki, członków Amerykańskiego Towarzystwa Logistycznego zwróciły uwagę na wzrost znaczenia kooperacji przedsiębiorstw.

Charakterystyka łańcuchów dostaw - pojęcia specyfika

Geneza definicji łańcuch dostaw rozpoczyna się faktem, że firmy wykorzystywały zamiast niego pojęć takich jak logistyka czy zarządzanie operacyjne. Obecnie pojęcie to jest definiowane między innymi jako: „Łańcuch dostaw to sieć organizacji zaangażowanych, poprzez powiązania z dostawcami i odbiorcami, w różne procesy i działania, które tworzą wartość w postaci produktów i usług dostarczanych ostatecznym konsumentom”³.

¹ Mangan J., Hannigan K.: Logistics, supply chain management and economic success: a brief review of the case of Ireland. LERC, Cardiff 2000, s. 383.

² Witkowski J.: Prekursorzy logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw. Gospodarka Materiałowa i Logistyka, Nr 9, s. 3, 2003.

³ Christopher M.: Logistics and supply chain management: Strategies for reducing costs and improving service. Financial Times – Prentice Hall, London 1998, s. 14.

Bardzo podobnie definicja ta podawana jest przez Bagchi⁴, który w swoich publikacjach pisze: „Łańcuch dostaw składa się z sieci zakładów i wykonawców, którzy dostarczają surowce i komponenty, następnie przerabiają je w półprodukty i podzespoły, potem produkują z nich wyrób finalny, a następnie umożliwiają ich konsumpcję przez konsumenta finalnego”. Bagchi zwraca uwagę na to, iż niejednokrotnie nacisk na stronę fizycznego zaopatrzenia jak i fizycznej dystrybucji w przypadku bezpośrednich dostawców czy nabywców jest mało istotny. Zauważalne jest to, że często należy go wywierać na dostawców dostarczających do dostawców czy nabywców kupujących od nabywców.

W szczególności w łańcuchu dostaw można wyróżnić cztery odmienne strumienie przepływów⁵:

- informacji o zapotrzebowaniu od nabywcy do sprzedawcy, który powoduje wszystkie inne działania,
- przemieszczanie dóbr od sprzedających do nabywców,
- transfer praw własności od sprzedającego do kupującego,
- strumienie pieniężne od nabywcy do sprzedającego.

Koordinacja przepływów w sieci wymaga integracji. Ma to na celu zapewnienie płynnych przepływów w każdej z wielu faz dostawca-nabywca w łańcuchu dostaw. Łańcuch ten, w swej najprostszej postaci, składa się z firmy, dostawców oraz klientów firmy. Jest to najprostsza forma łańcucha dostaw jaka jest obecnie wyróżniana. Rozbudowane łańcuchy zawierają trzy dodatkowe typy uczestników:

1. Pierwszy z nich to „dostawcy dostawców” lub dostawcy znajdujący się na samym początku łańcucha dostaw.
2. Następnym typem są „klienci klientów” lub klienci znajdujący się na samym końcu łańcucha dostaw.
3. Ostatnią kategorią to grupa firm świadczących usługi dla innych firm objętych łańcuchem dostaw.

Są to firmy, które zapewniają obsługę logistyczną, finansową, marketingową czy informatyczną. Każdy dowolny łańcuch dostaw charakteryzuje się pewną kombinacją firm, przy czym każda z nich spełnia określoną rolę. Firmy takie mogą być producentami, dystrybutorami, hurtownikami, detalistami lub klientami w postaci przedsiębiorstw i osób fizycznych czy końcowymi konsumentami dóbr. Inne firmy wspierają działalność tych firm, będąc dostawcami szerokiego zakresu niezbędnych usług.

Natomiast producenci to organizacje zajmujące się wytwarzaniem wyrobów. Obejmują one firmy są producentami surowców oraz zajmują się produkcją wyrobów gotowych. Producenci surowców to przykładowo kopalnie wydobywające minerały, przedsiębiorstwa prowadzące odwierty ropy oraz gazu czy zajmujące się wycinką drzew i produkcją drewna. Obejmują one również organizacje rolnicze zajmujące się uprawą ziemi, hodowlą zwierząt czy połowem flory i fauny morskiej.

Z kolei dystrybutorzy to firmy, które przejmują od producentów duże ilości zapasów a następnie dostarczają je do klientów w grupach, jako asortyment produktów. Zazwyczaj sprzedają oni je innym przedsiębiorstwom. Często jest tak, że transakcje zachodzą w ilo-

⁴ Bagchi P.K.: On measuring supply chain competency of nations: A developing country perspective. LERC, Cardiff 2000, s. 28.

⁵ Bolt P.W.: Zarządzanie przepływem produktu (Pipeline Management) [w:] Problemy magazynowania i transportu, Zeszyt specjalny, 1992, s. 33.

ściach większych niż miałyby to miejsce w przypadku indywidualnego odbiorcy. Stanowią oni rodzaj bufora dla producentów, który chroni ich przed wahaniami w popycie na wyroby poprzez przejście części zapasów a następnie obsługę sprzedaży w zakresie pozyskiwania i obsługi klientów. Coraz częściej zauważalne jest, że dystrybutorzy spełniają misję „Time and Place” – czyli dostarczają oni produkty dokładnie tam, gdzie klient ich potrzebuje i dokładnie wtedy, gdy ich potrzebuje.

Natomiast detaliści gromadzą zapasy a następnie sprzedają je w mniejszych ilościach dla szerokiego kręgu społeczeństwa. Organizacje te mają także na celu dokładne śledzenie oraz analizowanie preferencji i popytu wśród klientów, którym sprzedają wyroby. Prowadzą one również reklamę bezpośrednią często stosując kombinacje cenowe, dobór wyrobów, oraz świadczą usługi zapewniając komfort kupującego. W ten sposób, mają możliwość przyciągnięcia uwagi klientów na produkty, które sprzedają.

Klienci czy konsumenci to dowolne organizacje, które kupują lub używają produktów. Z tymi pojęciami mi związana jest także organizacja kliencka, która ma możliwość dokonywać zakupu produktów. Wszystkie te działania mają na celu włączenie produktu w inny produkt, który stanowi przedmiot sprzedaży dla innych klientów. Klientem może też być końcowy użytkownik wyrobu, który kupuje go w celu bezpośredniej konsumpcji.

Nawiązując do tego tematu trudno pominąć dostawców usług. Są to organizacje, które świadczą usługi dla producentów, dystrybutorów, detalistów oraz klientów. Są to firmy, które osiągnęły wysoką specjalizację, a także zdobyły duże umiejętności w ramach pewnego obszaru działalności, która konieczna jest dla funkcjonowania łańcucha dostaw.

Jako powszechnym typ dostawców usług wskazuje się dostawców usług transportowych i magazynowych. Są to najczęściej przedsiębiorstwa spedycyjne oraz magazyny, które potocznie zwane są także operatorami logistycznymi. Kolejną grubą są dostawcy usług finansowych. Świadczą oni usługi takie jak udzielanie kredytów i pożyczek, analizy kredytowe i realizacja wierzytelności. Są to najczęściej banki, domy kredytowe oraz agencje windykacyjne. Niektórzy z nich zapewniają analizy rynku oraz reklamę, podczas gdy inni zajmują się projektowaniem wyrobów, usługami inżynierskimi, prawnymi oraz związanymi z zarządzaniem przedsiębiorstwem. Wszystkie te grupy są zintegrowane, w mniejszym lub większym stopniu, w ramach bieżących działań przebiegających u producentów, dystrybutorów, detalistów i konsumentów wewnątrz łańcucha dostaw⁶.

Patrząc z szerszej perspektywy łańcucha dostaw, dodatkowe czynności są obecnie widziane jako część pracy, która niezbędna jest do spełnienia oczekiwań klienta. Zarządzanie łańcuchem dostaw postrzega sam łańcuch i organizacje w jego obrębie jako całość. Przynosi ono podejście systemowe, które ma za zadanie ułatwić zrozumienie i zarządzanie różnymi czynnościami niezbędnymi do koordynowania przepływu produktów i usług zapewniających najwyższej jakości obsługę konsumenta końcowego.

Sposób podejścia do zarządzania łańcuchem dostaw jest związany z ilością funkcji a także ilością zadań jakie powinien ten rodzaj zarządzania zawierać. Opierając się na tej

⁶ Kot S. i in.: Zarządzanie łańcuchami dostaw, Częstochowa 2009, WWZPCz.

plaszczyźnie można wskazać dwa rodzaje podejścia do zarządzania łańcuchem dostaw. Pierwszym jest podejście „redukcjonistyczne”, gdzie analiza problemu odbywa się poprzez podzielenie go na prostsze części. Drugie podejście „holistyczne”, które opiera się na założeniu istnienia powiązań między funkcjami, zadaniami i rozpatrywaniu problemów w sposób kompleksowy.

W podejściu „redukcjonistycznym” występuje zajmowanie się wybranymi funkcjami łańcucha dostaw. Najczęściej należy do nich zaopatrzenie, zarządzanie zapasami, transport, magazynowanie czy obsługa klienta⁷.

Łańcuch dostaw w gospodarce żywnościowej

Sektor przetwórstwa rolno-spożywczego jest jednym z ważniejszych ogniw gospodarki. W tym miejscu należy zaznaczyć, że Polska jest szóstym producentem żywności w Unii Europejskiej, co umacnia ważność tego sektora. W kontekście analiz łańcucha dostaw żywności istotne jest, że w polskim przetwórstwie rolno-spożywczym dokonały się głębokie przemiany, które obejmują procesy restrukturyzacji i konsolidacji przedsiębiorstw, przebiegające w różnym tempie w zależności od branży do jakiej należą. Należy jednak zauważyć, że mimo znacznych przeobrażeń, polski sektor rolno-spożywczy podlega kolejnym wyzwaniom a co z tym idzie umacnia swoją pozycję w gospodarce rynkowej.

W tym kontekście istotnym obszarem rozwoju sektora rolno-żywnościowego może okazać się współpraca w łańcuchu dostaw, rozumiana jako systemowe koordynowanie działaniami przemieszczania oraz składowania towarów, jak również związaną z nimi informacją. Omawiając to zagadnienie, należy zwrócić również uwagę, iż między ogniwami w dół i w górę łańcucha podaży w Polsce ciągle panują raczej stosunki konkurencyjne niż zachowania o charakterze kooperacji⁸. Przy tym negocjacje między kupującymi i sprzedającymi prowadzone są głównie w sposób niejawni, rynek jest mało przejrzysty i brak jest rynkowych narzędzi stabilizacji cen⁹. Łańcuch dostaw żywności łączy trzy ważne sektory gospodarki, tzn. rolnictwo, przetwórstwo spożywcze oraz dystrybucję. Mają one istotny wpływ na poziom dobrobytu gospodarczego, sytuację społeczną oraz ekologiczną obywateli¹⁰.

Łańcuch dostaw żywności charakteryzuje się dużą różnorodnością podmiotów wchodzących w jego skład. Jak i ogólny łańcuch dostaw obejmuje on producentów, dostawców, firmy transportowe, magazyny, sprzedawców hurtowych i detalicznych, organizacje usług

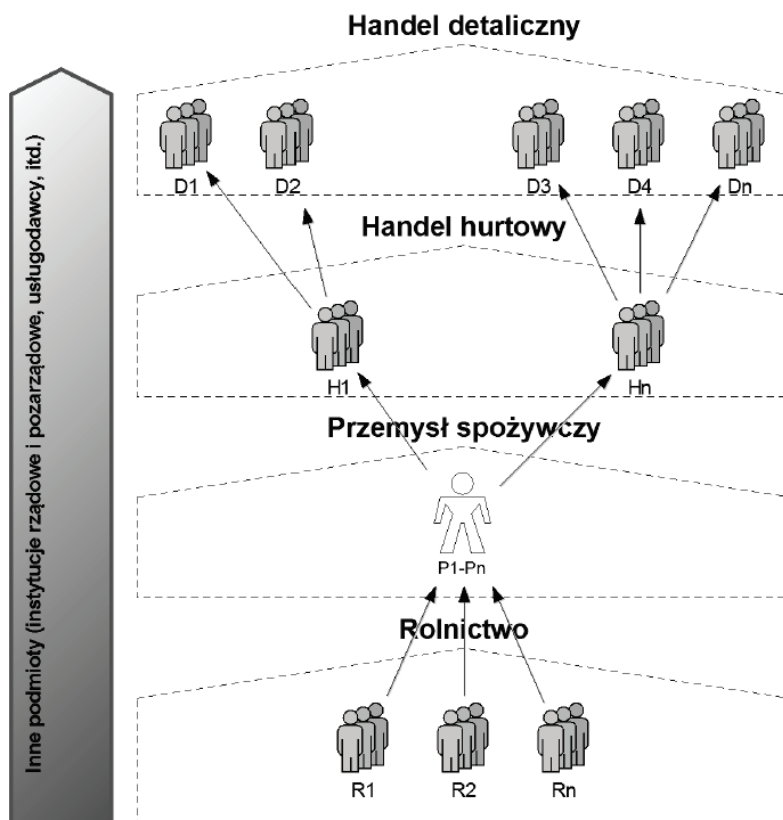
⁷ Jones T.C., Riley D.W.: Using inventory for competitive advantage through supply chain management. *Journal of Physical Distribution and Materials Management*, vol. 15, no. 5, 1985.

⁸ Guba W., Majewski E.: Priorities for Eastern EU Agriculture from an income stabilization point of view, [w]: Berg E. (red), Huirne R., Majewski E., Meuwissen M. *Income Stabilization in a Changing Agricultural World*, Warszawa, 2008.

⁹ Seremak-Bulge J.: Monitorowanie oraz analiza zmian polskiego łańcucha żywnościowego, [w]: Kowalski A. (red.): *Ekonomiczne i społeczne uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa, 2010.

¹⁰ Czyżewski A.: *Współczesne problemy agrobiznesu w Polsce*, Wyd. AE, Poznań, 2001.

gowe oraz konsumentów¹¹. Stanowią one sieć organizacji zaangażowanych, przez powiązania z dostawcami i odbiorcami, w różne procesy i działania, które tworzą wartość w postaci produktów i usług dostarczonych ostatecznym konsumentom¹². Najlepszym zobrazowaniem tych działań jest rysunek 1 obrazujący strukturę podmiotową żywnościowego łańcucha dostaw.



Rys. 1. Struktura podmiotowa żywnościowych łańcuchów dostaw

Źródło: Sebastian J., Bogdan K., 2014 Łańcuchy dostaw w gospodarce żywnościowej

¹¹ Gołębiewski J.: Systemy marketingowe produktów roślinnych – aspekty organizacyjne i instytucjonalne, w: Gołębiewski J. (red.), Systemy marketingowe produktów żywnościowych – aspekty teoretyczne, Wyd. SGGW, Warszawa, 2007.

¹² Rutkowski K.: Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką, GMiL, nr 12, 2004.

W strukturze łańcucha żywnościowego wyodrębnić można różne typy podmiotów, tj.:

- rolnictwo,
- przemysł spożywczy,
- hurtowy i detaliczny handel żywnością.

W literaturze znaleźć można również inne systematyki. Uwzględniani są np. producenci rolni, skup artykułów rolnych, przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego, hurt wtórny, detal, finalni nabywcy oraz instytucje wspomagające¹³.

Chcąc sprostać wyzwaniom rynku, przedsiębiorstwa muszą posiadać zintegrowane łańcuchy dostaw. Powinny dążyć do poprawy ekonomicznych relacji między kosztami w stosunku do jakości produktów oraz do optymalizacji przez wszystkie ogniwa łańcucha dostaw. Wiąże się to z koncepcją zrównoważonego rozwoju, która w dobie globalizacji nabiera coraz większego znaczenia. Produkty konsumpcyjne trafiają na rynek dzięki procesom, które obejmują: pozyskanie i przetworzenie surowca, dostarczenie produktu do miejsc sprzedaży, akt wyboru i zakupu, a także utylizację odpadów na każdym z tych etapów.

W odpowiedzialnym łańcuchu dostaw żywności na każdym z etapów według koncepcji zrównoważonego rozwoju istotne są aspekty społeczne, środowiskowe i ekonomiczne. Odpowiedzialny łańcuch dostaw żywności to taki, który zorganizowany jest w sposób umożliwiający harmonijne połączenie tych aspektów. Zaś w wymiarze praktycznym oznacza to, iż w ramach procesu dąży się do minimalizacji negatywnego wpływu na otoczenie, jak również do maksymalizacji pozytywnego, bez zaniechania dbałości o efektywność i rentowność podejmowania działań¹⁴.

Do osiągnięcia zrównoważonego łańcucha dostaw potrzebna jest współpraca wszystkich jego uczestników: zaopatrzeniowców, producentów, dystrybutorów, konsumentów. Każda z tych grup w odpowiedni sposób może realizować zasady zrównoważonego rozwoju. Należy jednak zaznaczyć, że największa odpowiedzialność przypisywana jest producentom, którzy w największym stopniu oddziałują na otoczenie oraz mogą mieć wpływ na zachowania pozostałych grup. W związku z tym producenci, w tym szczególnie producenci żywności, zachęcani są do wprowadzania w organizacji zasad społecznej odpowiedzialności, która definiowana jest jako „odpowiedzialność przedsiębiorstw za ich wpływy na społeczeństwo”¹⁵.

¹³ Karasiewicz G.: Systemy dystrybucji artykułów rolno-spożywczych na rynku polskim. Diagnoza i koncepcja zmian, Wyd. Naukowe Wydziału Zarządzania UW, Warszawa, 2001.

¹⁴ Faliński M.A. i in.: Zrównoważony łańcuch dostaw, Wydaw. Ministerstwa Gospodarki i Zespołu do spraw społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw, Warszawa 2012.

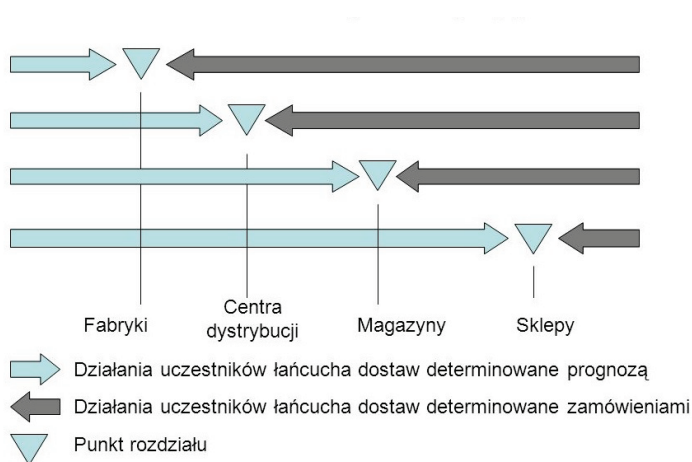
¹⁵ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A Renewed EU Strategy 2011–2014 for Corporate Social Responsibility, Brussels, 25.10.2011 COM(2011) 681 final.

Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie w ogniwach łańcucha dostaw

Podstawą do podejmowania decyzji w systemach zarządzania w przedsiębiorstwie również w łańcuchach dostaw oraz innych ogniwach jest informacja. Aby stała się ona użyteczna oraz przynosiła korzyści musi spełniać następujące warunki¹⁶:

- dokładność - rozumiana jako wiarygodne odzwierciedlenie rzeczywistości tak aby można było na niej polegać podczas podejmowania decyzji,
- aktualność - dostępna w czasie, w którym podejmowane są określone działania,
- kompleksowość - musi zawierać niezbędne fakty oraz szczegóły, które przedstawiają dokładny i przejrzysty obraz,
- odpowiedniość - powinna odpowiadać niezbędnym wymagom oraz zapotrzebowaniu.

Kluczowym jest aby systemy wykorzystywane były odpowiednim systemem wspomagania oraz planowania. Systemy te w ogniwach łańcucha dostaw wspomagają sterowanie zapasami, gdzie ma to na celu dostarczenie klientowi zarówno wewnętrznemu jak i zewnętrznemu obsługi na pożądanym poziomie w zakresie ilości i w określonej kolejności oraz spełnienie obecnych a zarazem przyszłych wymogów w odniesieniu do wszystkich rodzajów zapasów, a także utrzymanie kosztów minimalizujących różnicowanie poziomu. Najlepszym przykładem przedstawienia konieczności informatycznego sterowania zapasami jest rysunek 2 obrazujący tradycyjny cykl zamówień wraz z punktem rozdzielającym.



Rys. 2. Tradycyjny cykl zamówień a punkt rozdzielający

Źródło: Opracowanie na podstawie Szymanowski W., 2008, Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Wyd. Difin, Warszawa

Przepływ towarów poniżej punktu rozdzielającego jest ustalany przez zamówienia klienta i musi koncentrować się na dotrzymaniu terminu a zarazem elastyczności dostawy. Powyżej tego punktu przepływ jest determinowany przez prognozę oraz planowanie. Na ich podstawie steruje się efektywnością działań.

¹⁶ Szymanowski W.: Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Wyd. Difin, Warszawa, 2008.

Z systemu zarządzania gospodarką magazynową powstał system Planowania Zapotrzebowania Materiałowego (*Material Requirement Planing – MRP*). Polegał on na tworzeniu planu zakupów materiałów na podstawie harmonogramu produkcji, informacji o strukturze wyrobu oraz stanie zapasów materiałów. Następnie metodologia MRP została rozszerzona na planowanie pozostałych, poza materiałami, rzeczowych zasobów przedsiębiorstwa – takich jak środki trwałe czy zasoby ludzkie. Działanie tego programu polega na sprzężeniu zwrotnym pomiędzy procesem planowania a procesem produkcji. Systemem MRP jest tak zintegrowany system informatyczny, który umożliwia jej odzwierciedlenie informacyjne i obsługę działalności przedsiębiorstwa¹⁷.

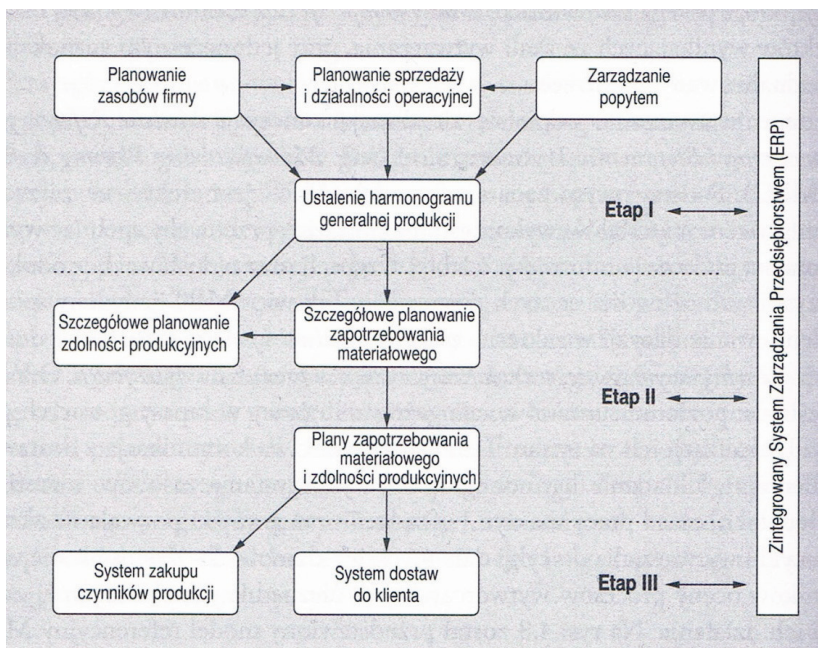
Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie powinny cechować się nie tylko wzrostem efektywności poprzez przyspieszenie przepływu informacji w przedsiębiorstwie, ale również usprawnieniem procesu produkcyjnego. Funkcjonalność systemu ERP z punktu widzenia zarządzania produkcją powinna dotyczyć następujących zagadnień¹⁸:

- tworzenia, modyfikowania i korzystania z poszczególnych pozycji technologii wyrobu,
- tworzenia i zarządzania zleceniami produkcyjnymi poprzez: generowanie struktury produkcyjnej dla zlecenia; tworzenie harmonogramu produkcji dla zlecenia; tworzenie zapotrzebowania dla zlecenia,
- przeprowadzania analiz zleceń produkcyjnych uwzględniających koszty realizacji zleceń,
- harmonogramowania krótkookresowego i długookresowego procesów produkcyjnych, automatycznego generowania zamówień w oparciu o istniejące stany magazynowe i rotację towarów oraz na podstawie niezrealizowanych zamówień klientów.

Skupiając uwagę na wykorzystaniu systemu informatycznego klasy ERP w przedsiębiorstwie czy następnie w łańcuchu dostaw i zarządzaniu, należy podkreślić znaczenie procesu jego wdrożenia. Główną zaletą systemu tej klasy jest modułowość, umożliwiająca informatyzację wybranych procesów. Pozwala to dostosować wdrażany system do potrzeb i wymagań oraz skomponowanie własnego modelu. Wdrożenie systemu wpływa również na reorganizację realizowanych procesów i nowe spojrzenie kierownictwa na ich nadzór. Zadaniem systemu informatycznego jest integracja działów objętych jego zasięgiem, a także zwiększenie skuteczności przepływu informacji i kontrolowania przebiegu procesów gospodarczych w relacjach wewnętrznych i zewnętrznych. Przykład wykorzystania systemów ERP przedstawia rysunek 3. System ten obejmuje trzy fazy. Pierwsza określa zbiór działań określający relacje pomiędzy popytem sprzedażą i planowaniem zasobów firmy. Ich wynik zależy od przyjętej strategii wytwarzania oraz staje się podstawą do harmonogramowania produkcji w przyszłości. Faza druga przedstawia planowanie zdolności produkcyjnych i ich planowanie materiałowe w postaci głównego harmonogramu produkcji. Natomiast faza trzecia dotyczy części wykonawczej systemu czyli zlecenia zakupu czynników produkcji oraz dostaw wyrobów do klientów określanych na podstawie oczekiwanych potrzeb pozyskiwanych z posiadanych baz danych uzupełnianych danymi pozyskiwanymi w czasie rzeczywistym. Budowa takich systemów odbywa się na podstawie najlepszych praktyk.

¹⁷ Lech P.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP – charakterystyka, wykorzystanie w biznesie, Difin Warszawa, 2003.

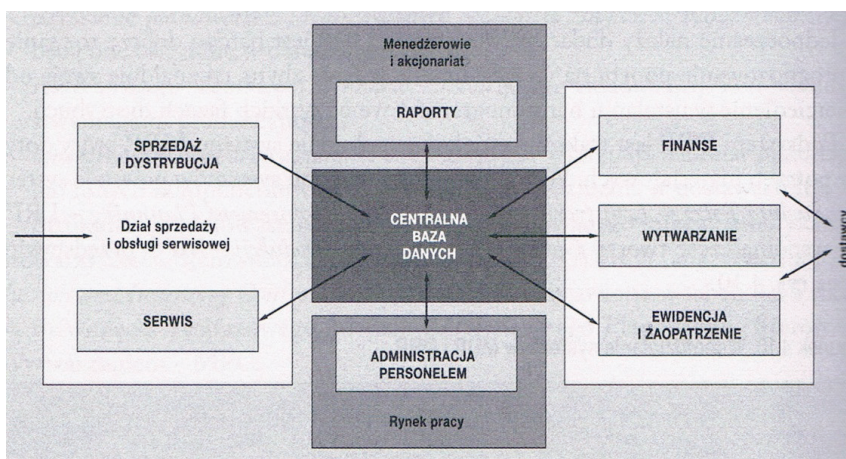
¹⁸ Kiperska-Moroń D., Krzyżaniak S.: Logistyka, Wyd. Biblioteka Logistyka, 2009, Poznań.



Rys. 3. Model referencyjny planowania i sterowania z wykorzystaniem ERP

Źródło: Szymanowski W., 2008, Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Wyd. Difin, Warszawa

Natomiast budowę samego systemu ERP przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Budowa systemu ERP

Źródło: Szymanowski W., 2008, Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Wyd. Difin, Warszawa

System ma strukturę modułową, która opiera się na wspólnej centralnej bazie danych. Do funkcji poszczególnych modułów można zdefiniować:

- przepływ towarów od przyjęcia do realizacji łącznie z transportem co nadzorowane jest przez moduł dystrybucja,
- posiadając dane zamówień z działu dystrybucji oraz dane aktualne o zdolności produkcyjnych przez moduł produkcja generowane oraz proponowane są warianty planu produkcyjnego,
- kolejny moduł magazyn związany z działem zaopatrzenia ewidencjonuje stan zapasu oraz pomaga kontrolować stan magazynów początkowych i sugeruje zamówienie potrzebnej ilości surowca na określony termin,
- moduł finanse wspiera księgowanie i raportowanie, obsługuje kooperantów. W jego działaniach zapisana jest również współpraca z modułami magazyn i dystrybucja uwzględniając operacje związane z zakupem surowców i sprzedażą towarów.

W systemach ERP nie ma problemu z komunikacją pomiędzy działami, zanika przekazywanie pisemnych raportów, gdyż wszystkie informacje znajdujące się w centralnej bazie danych dostępne dla wszystkich komórek organizacyjnych.

Innowacje w logistyce łańcucha dostaw

Poszukiwanie źródeł przewag konkurencyjnych w łańcuchach dostaw nie powinno być zawężane jedynie do działań polegających na ograniczaniu kosztów i ryzyka współpracy. Jednakże w dobie gospodarki wiedzy powinno się opierać na poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań, które przyspieszą przepływy produktów o wysokiej wartości do finalnego klienta¹⁹. Innowacje w logistyce a zarazem w łańcuchach dostaw odgrywają coraz większą rolę w funkcjonowaniu przedsiębiorstw, które chcą dotrzeć do rynku w krótszym czasie, wyprzedzając konkurencję oraz budując dodatkowe wartości dla klienta. Logistyka jest istotnym elementem budowania przewagi konkurencyjnej opartej na wartości. W kontekście zarządzania łańcuchem dostaw szczególnego znaczenia nabiera innowacyjność przedsiębiorstw TSL²⁰. Operatorzy logistyczni to znaczące ogniwa łańcucha dostaw – zapewniają oni ciągłość przepływu, dostarczają rozwiązań logistycznych współpracującym przedsiębiorstwom, a coraz częściej zarządzają całą strukturą łańcucha. Problem innowacyjności w łańcuchu dostaw i przedsiębiorstw TSL jest jednak słabo rozpoznany w literaturze²¹. Innowacyjność przedsiębiorstw TSL opiera się na unikalnych zasobach organizacyjnych i dotyczy zasadniczo oferowanych usług.

Innowacyjność wiąże się zatem z zaangażowaniem w realizację procesów innowacyjnych. Oznacza to umiejętność generowania lub wyszukiwania, a następnie adaptowania nowych produktów, procesów, technologii oraz rozwiązań organizacyjnych²². Wprowadzanie innowacji wymaga dysponowania zasobami materialnymi i niematerialnymi, w tym

¹⁹ Presutti Jr W.D.: Supply chain management and e-procurement: creating value added in the supply chain. "Industrial Marketing Management", 2003, Vol. 32(2), p. 219-226.

²⁰ Kooistra W.M.: Drivers and obstacles for innovation in logistics. Case study in Dutch Logistics, Report 2008. Heerlend: Faculty of Management Sciences, Open University of Netherlands, 2008.

²¹ Flint J.D., Larsson E., Gammelgard B.: Logistics innovation: A customer value-oriented social process. "Journal of Business Logistics", 2005, Vol. 26(1), p. 113-147.

²² Kimberly J.R., Evanisko M.J.: Organizational innovation: the influence of individual, organizational and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations. "Academy of Management Journal", 1981, Vol. 24(4), p. 689-713.

zwłaszcza informacyjnymi. W przypadku, gdy występuje niewystarczająca zasobów organizacji często wchodzi w różnego rodzaju relacje i porozumienia, które pozwalają na realizację innowacyjnych przedsięwzięć²³. Uwzględniając powyższe, należy zwrócić uwagę na wpływ, jaki wywierają ogniwa łańcucha dostaw, a zwłaszcza operatorzy logistyczni, na proces generowania innowacji. Innowacje w logistyce wyrażają się we wprowadzaniu nowych usług lub procesów logistycznych, które są ukierunkowane na realizację potrzeb klienta i wiążą się z dostarczeniem jak najwyższej wartości²⁴.

Analizując literaturę^{25,26} można zauważyć, że podawane są różne podziały innowacji. Dzieli się je na techniczne oraz administracyjne. Pierwsze dotyczą wyrobów, usług i technologii procesu produkcyjnego, natomiast drugie wiążą się ze zmianami w strukturze organizacyjnej. Realizowane w procesach biznesowych i relacjach z dostawcami oraz odbiorcami, w tym zwłaszcza z klientami finalnymi²⁷. Inny podział innowacji jest opisem przez pryzmat skali zmian, jaką wywołują. Wyróżnia się innowacje²⁸:

- radykalne, które powodują zastąpienie dotychczasowego produktu i procesu biznesowego. Wywołują one tym samym zmianę o przełomowym charakterze,
- semiradykalne, które powodują zastąpienie dotychczasowego produktu albo procesu biznesowego,
- inkrementalne, które prowadzą do małych udoskonaleń w istniejących produktach i procesach.

Każdy z typów innowacji a także metody, jakie obowiązują przy ich wprowadzaniu, są wynikiem przyjętej przez przedsiębiorstwo strategii działania. Innowacje radykalne i semiradykalne są charakterystyczne dla organizacji, które poszukują metod szybkiego wzrostu konkurencyjności i przez to są nastawione na podejmowanie ryzykownych zachowań.

Dostarczanie innowacyjnych rozwiązań pojedynczym ogniwom jest niewystarczające i nie zapewni wzrostu lub utrzymania pozycji konkurencyjnej całemu łańcuchowi. Innowacyjność w zintegrowanym łańcuchu dostaw powoduje, że menedżerowie poszukują nowych rozwiązań. Ma to na celu efektywne zarządzanie wszystkimi fazami łańcucha. Rozwiązania te mają zapewnić generowanie i adaptację innowacji we wszystkich ogniwach łańcucha. Innowacyjność w obrębie łańcucha dostaw może zostać osiągnięta przez działania w trzech różnych wymiarach²⁹: nowe technologie, nowe formy współpracy, nowe wiedza i umiejętności.

²³ Roy S., Sivakumar K., Wilkinson I.F.: Innovation generation in supply chain relationships: A conceptual model and research proposition. "Journal of the Academy of Marketing Science", 2004, Vol. 32(6), p. 61-79.

²⁴ Duraj J., Papiernik-Wojdera M.: Przedsiębiorczość i innowacyjność. Difin, Warszawa, 2010.

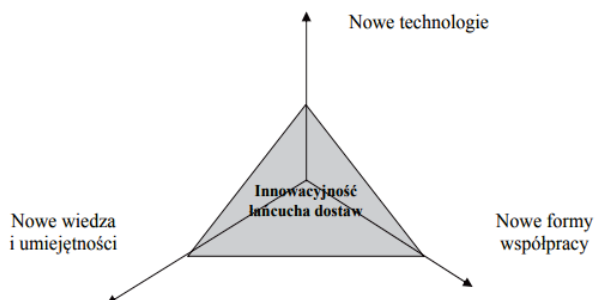
²⁵ Mena C., Christopher M., Johnson M. et al.: Innovation in logistics services. Cranfield School of Management, Bedford, 2007.

²⁶ Dammanpour F.: Organizational innovation. A meta – analysis of effects of determinants and moderators. "Academy of Management Journal", 1999, Vol. 34(3), p. 254.

²⁷ Mena C., Christopher M., Johnson M. et al.: Innovation in logistics services. Cranfield School of Management, Bedford, 2007.

²⁸ Oke A.: Innovation types and innovation management practices in service companies. "International Journal of Operations & Production Management", 2007, Vol. 27(6), p. 564-587.

²⁹ Chapman R.L., Soosay C., Kandampully J.: Innovation in logistic service and the New business model: a conceptual Framework. "Managing Service Quality", 2002, Vol. 12(6), p. 358-371.

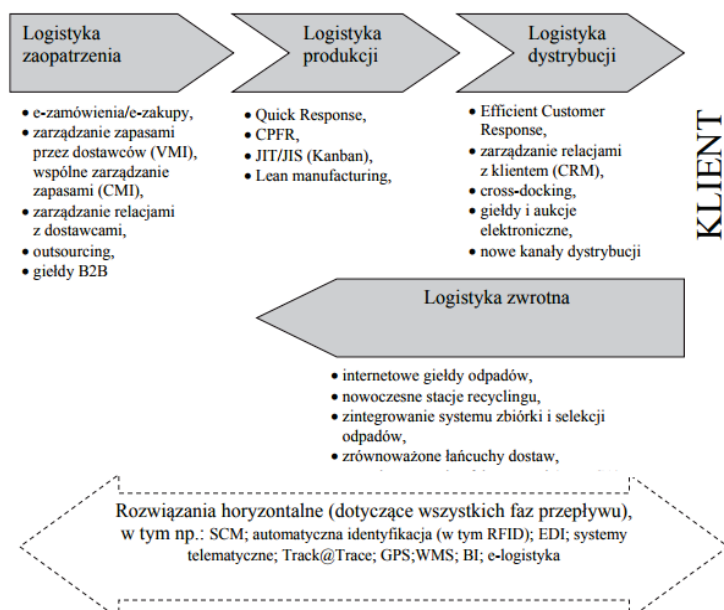


Rys. 5. Wymiary innowacyjności łańcucha dostaw

Źródło: Kruczek M., Przybylska E., Żebrucki Z., *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2015 Organizacja i zarządzanie z. 78 Nr kol. 1928*

Nowe technologie w łańcuchu dostaw to najdynamiczniejszy wymiar innowacyjności. W obszarze tym dochodzi do wielu wdrożeń nowych rozwiązań związanych z technologiami: identyfikacji, wymiany danych i zbierania danych. Wdrożenie tych technologii niesie ze sobą wiele korzyści dla uczestników łańcucha dostaw; do najważniejszych należy zaliczyć ograniczenie kosztów przepływu informacji i poprawę jakości usług.

Analizując strukturę łańcucha dostaw, można w niej wyróżnić cztery obszary, które są zgodne z ujęciem fazowym logistyki:



Rys. 6. Innowacje w fazach przepływu łańcucha dostaw

Źródło: Kruczek M., Przybylska E., Żebrucki Z., *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2015 Organizacja i zarządzanie z. 78 Nr kol. 1928*

Obszar zaopatrzenia zarówno w przypadku pojedynczego przedsiębiorstwa, jak i łańcucha dostaw jest uznawany za jeden z istotniejszych, gdyż powstają tutaj największe koszty, które wiążą się z zakupem surowców lub półproduktów.

Podsumowanie

Odpowiedzialny a zarazem prosperujący łańcuch dostaw powinien być na każdym kroku udoskonalany. Począwszy od zarządzania, które jest podstawą jego odpowiedniego funkcjonowania. Praca jest przeglądem zagadnień, które dotyczą zarządzania łańcuchem dostaw w logistyce. Przedstawia możliwości innowacyjne, systemy komputerowe i ich funkcjonowanie. Ważne jest ciągle prowadzenie badań gospodarki rynkowej, uaktualnianie systemowych baz danych oraz wdrażanie innowacji. Do opracowania i wdrożenia skutecznych innowacji niezbędne są silne przywództwo, zapewnienie odpowiednich zasobów, w tym zwłaszcza finansowych, silna współpraca w łańcuchu dostaw, współdziałanie oparte na zaufaniu, podziale ryzyka i korzyści itp. Jakość i liczba innowacji realizowanych w ogniwach łańcuchów dostaw zależą od prawidłowego doboru i łączenia różnych rozwiązań innowacyjnych. W odniesieniu do systemów niezależnie od wykorzystywanego systemu informatycznego (jednego ogólnego lub wielu dedykowanych) oraz powiązań przepływu informacji między działami (oraz systemami informatycznymi), im jest on bardziej z informatyzowany, tym łatwiejszy do kontrolowania i reagowania na wszelkie odchylenia oraz zakłócenia zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne z punktu widzenia zarządzania łańcuchem a także całym przedsiębiorstwem.

Bibliografia

- Bagchi P.K.: On measuring supply chain competency of nations: A developing country perspective. LERC, Cardiff 2000, 28.
- Bolt P.W.: Zarządzanie przepływem produktu (Pipeline Management) [w] Problemy magazynowania i transportu, zeszyt specjalny, 1992, s. 33.
- Chapman R.L., Soosay C., Kandampully J.: Innovation in logistic service and the New business model: a conceptual Framework. "Managing Service Quality", Vol. 12(6), 2002, p. 358-371.
- Christopher M.: Logistics and supply chain management: Strategies for reducing costs and improving service. Financial Times – Prentice Hall, London 1998, s. 14.
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A Renewed EU Strategy 2011–2014 for Corporate Social Responsibility, Brussels, 25.10.2011 COM(2011) 681 final.
- Czyżewski A.: Współczesne problemy agrobiznesu w Polsce, Wyd. AE, Poznań, 2001.
- Dammanpour F.: Organizational innovation. A meta – analysis of effects of determinants and moderators. "Academy of Management Journal", Vol. 34(3), 1991.
- Duraj J., Papiernik-Wojdera M.: Przedsiębiorczość i innowacyjność. Difin, Warszawa 2010.
- Faliński M.A. i inni, Zrównoważony łańcuch dostaw, Wydaw. Ministerstwa Gospodarki i Zespołu do spraw społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw, Warszawa 2012.
- Flint J.D., Larsson E., Gammelgard B.: Logistics innovation: A customer value-oriented social process. "Journal of Business Logistics", Vol. 26(1), 2005, p. 113-147.

- Gołębiewski J. 2007: Systemy marketingowe produktów roślinnych – aspekty organizacyjne i instytucjonalne, w: Gołębiewski J. , Systemy marketingowe produktów żywnościowych – aspekty teoretyczne, Wyd. SGGW, Warszawa.
- Guba W., Majewski E. 2008: Priorities for Eastern EU Agriculture from an income stabilization point of view, w: Berg E. (red), Huirne R., Majewski E., Meuwissen M. 2008: Income Stabilization in a Changing Agricultural World, Warszawa.
- Jones T.C., Riley D.W.: Using inventory for competitive advantage through supply chain management. *Journal of Physical Distribution and Materials Management* 1985, vol. 15, no. 5.
- Karasiewicz G.: Systemy dystrybucji artykułów rolno-spożywczych na rynku polskim. Diagnoza i koncepcja zmian, Wyd. Naukowe Wydziału Zarządzania UW, Warszawa, 2001.
- Kimberly J.R., Evanisko M.J.: Organizational innovation: the influence of individual, organizational and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations. *“Academy of Management Journal”*, Vol. 24(4), 1981, p. 689-713.
- Kiperska-Moroń D., Krzyżaniak S.: Logistyka, Wyd. Biblioteka Logistyka, 2009.
- Kooistra W.M.: Drivers and obstacles for innovation in logistics. Case study in Dutch Logistics, Report 2008. Heerlend: Faculty of Management Sciens, Open University of Netherlands, 2008.
- Kot S. i in.: Zarządzanie łańcuchami dostaw, Częstochowa, WWZPCZ, 2009.
- Kruczek M., Przybylska E., Żebrucki Z.: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2015 Organizacja i Zarządzanie z. 78 Nr kol. 1928.
- Lech P.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP - charakterystyka, wykorzystanie w biznesie, Difin Warszawa, 2003.
- Mangan J., Hannigan K.: Logistics, supply chain management and economic success: a brief review of the case of Ireland. LERC, Cardiff 2000, s. 383
- Mena C., Christopher M., Johnson M. et al.: Innovation in logistics services. Cranfield School of Management, Bedford, 2007.
- Oke A.: Innovation types and innovation management practices in service companies. *“International Journal of Operations & Production Management”*, Vol. 27(6), 2007, p. 564-587.
- Presutti Jr W.D.: Supply chain management and e-procurement: creating value addend in the supply chain. *“Industrial Marketing Management”*, Vol. 32(2), 2003, p. 219-226.
- Roy S., Sivakumar K., Wilkinson I.F.: Innovation generation in supply chain relationships: A conceptual model and research proposition. *“Journal of the Academy of Marketing Science”*, Vol. 32(6), 2004, p. 61-79.
- Rutkowski K. 2004: Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką, GMiL nr 12.
- Seremak-Bulge J. 2010: Monitorowanie oraz analiza zmian polskiego łańcucha żywnościowego, w: Kowalski A. (red.): Ekonomiczne i społeczne uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej, Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Szymanowski W.: Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Wyd. Difin, Warszawa, 2008.
- Witkowski J.: Prekursorzy logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, 2003, Nr 9, 3.

„ODCHYLENIA PRAKTYCZNE” JAKO NIETYPOWOŚĆ DZIAŁAŃ W LOGISTYCZNYM ŁAŃCUCHU ZRÓWNOWAŻONEGO STOSOWANIA PESTYCYDÓW

Józef Sawa¹, Alaa Subr², Sławomir Kocira³

¹ Instytut Nauk Technicznych, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska
w Przemyślu

² University of Baghdad, Irak

³ Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi, Uniwersytet
Przyrodniczy w Lublinie

Adres do korespondencji: j.sawa@pwsu.eu

Wprowadzenie

Aplikacja pestycydów jest ciągle ważnym zabiegiem w procesie produkcji rolniczej, umożliwiającym uzyskanie wysokich plonów i poprawiającym komfort pracy rolnika. Pestycydy są truciznami i ich stosowanie, podejmowane w celu zwalczania organizmów rolniczo niepożądanych (agrofagów), może nieść wielorakie zagrożenia. Poziom tych zagrożeń jest warunkowany kwalifikacjami i doświadczeniem operatora, stanem technicznym stosowanych urządzeń (z zasady opryskiwaczy), warunkami terenowymi i atmosferycznymi. Równocześnie pestycydy wykazują wysoką aktywność biologiczną i związane z tym wielorakie oddziaływanie np. na zdrowie człowieka, aktywność środowiska glebowego i wodnego oraz czystość powietrza, co sprawia, że są one uznawane za czynnik produkcji rolniczej o wysokim stopniu ryzyka^{1,2}. Podejmowane próby ograniczenia ryzyka dla stosowania pestycydów w ochronie roślin dotyczą takich działań jak: opracowanie standardów jakościowych, wymagań norm i uregulowań prawnych, doskonalenie składu chemicznego i form stosowania pestycydów, doskonalenie konstrukcji sprzętu oraz szkolenie jego operatorów.

Te ostatnie działania nabierają szczególnego znaczenia, gdyż punkt ciężkości w zakresie kształtowania odpowiedzialności za inicjowanie czynników ryzyka przesunął się z czynników technicznych i technologicznych na czynnik ludzki, głównie zarządzanie

¹ Schampheleire M., Spanoghe P., Brusselman E., Sonik S.: Risk assessment of pesticide spray drift damage in Belgium. *Crop Protection*, 602-611, 2007.

² Maroni M., Fait A., Colosio C.: Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. *Toxicology Letters*, 145-153, 1993.

zasobami, w tym działania organizacyjne. Przyczyną tych zmian jest postęp naukowo-techniczny oraz zmieniające się uwarunkowania społeczno-gospodarcze powodujące wzrost efektywności produkcji rolniczej, co jest związane z jej intensyfikacją wyrażającą się wdrażaniem „przemysłowych metod produkcji” i zwiększaniem jej skali.

Celem tak rozwijanego rolnictwa jest maksymalizacja efektów produkcyjnych, co następuje poprzez systematyczny wzrost nakładów materiałowo-energetycznych, ale proces ten wiąże się z koniecznością doskonalenia dotychczasowych i wdrażaniem nowych technologii produkcji rolniczej. Jedną z ważnych technologii, warunkującą proces produkcji rolniczej jest ochrona roślin, ściśle związana z aplikacją agrochemikaliów, w tym pestycydów. Należy jednak stwierdzić, że stosowanie pestycydów (także innych agrochemikaliów) może przyczyniać się do występowania zagrożeń dla środowiska przyrodniczego w tym dla człowieka. Poziom tych zagrożeń jest warunkowany motywacją działania, kwalifikacjami i doświadczeniem rolników, które powinny uwzględniać stan techniczny stosowanych opryskiwaczy, warunki terenowe i atmosferyczne. Ponadto ważnym czynnikiem jest predyspozycja operatora opryskiwacza do wykonania zabiegu ochrony roślin, o czym zazwyczaj decydują dwa parametry, z których jeden dotyczy precyzji wykonania czynności, a drugi kontroli zdatności procesu. Precyzja wykonania danej czynności obejmuje takie pojęcia jak: powtarzalność i odtwarzalność gdzie:

- powtarzalność – jest to zmienność dla danego pomiaru, realizowanego kilka razy przez tego samego operatora w krótkim okresie czasu,
- odtwarzalność – jest to zmienność dla danego pomiaru realizowanego kilka razy przez różnych operatorów w długim okresie czasu³.

Zdatność procesu to zdolność do spełnienia określonych wymagań jakościowych, która umożliwia nadzorowanie jego przebiegu⁴.

Ochrona roślin jak każda technologia produkcji ma „charakter biznesowy” i można założyć, że producent będzie dążył (niekiedy podświadomie) do uzyskania korzystnego wyniku ekonomicznego lub produkcyjnego, poprzez minimalizację kosztów albo maksymalizację efektów przy zachowaniu poziomu kosztów.

Powyższa sytuacja kształtuje postępowanie osób i ich odpowiedzialność (np. operatora opryskiwacza), co może się wyrażać specyficznym zachowaniem w odniesieniu do stawianych (zakładanych w technologii) standardów i będzie skutkowała brakiem dbałości o dotrzymywanie precyzji i właściwej oceny zdatności realizowanego procesu.

Zabiegi ochrony roślin są wykonywane okresowo, w określonych stadiach rozwoju roślin, co powoduje, że operatorzy opryskiwaczy nie mają utrwalonych wyżej wymienionych predyspozycji i mogą na „swój” sposób modyfikować proces aplikacji pestycydów (dokonując tzw. „odchyłeń praktycznych”). Ten stan był podstawą do opracowania przez władze UE uregulowań prawnych oraz podjęcia szeregu zaleceń dla państw członkowskich, łącznie z wprowadzeniem obowiązkowych szkoleń operatorów i badania stanu technicznego opryskiwaczy^{5,6}.

³ Huyghebaert B., Planchon V.: Repeatability and intra-lab reproducibility of the nozzles spray pattern measurement. IV International Scientific Symposium. Farm Machinery and Process Management in Sustainable Agriculture. Lublin. Poland 19-20 November. str. 35-36. 2009.

⁴ Zalewski R.: Zarządzanie jakością w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego. Dom Organizatora TNOiK Toruń. Toruń 1998.

⁵ Huyghebaert B., Mostade O., Sawa J.: EU Management of the plant protection. Teka IV, p. 76-82. 2004.

Ramowe regulacje dla zapewnienia zrównoważonego stosowania pestycydów

Środowiskowe i zdrowotne zagrożenia powodowane stosowaniem pestycydów są podstawą do opracowywania zasad i regulacji mających zapobiegać tym zagrożeniom. Dotychczas każde z tych zagrożeń było oceniane indywidualnie, co ograniczało możliwości szacowania poziomu ryzyka, występującego w procesie ochrony roślin. Obecnie w szeregu państw, a także w Polsce, podejmowane są próby kompleksowego uregulowania zasad postępowania przy wykonywaniu zabiegów ochrony roślin. Przykładem tych działań w UE jest Dyrektywa 2009/128/WE (tzw. Dyrektywa „pestycydowa”), która nawiązuje do innych uregulowań UE i w tym zakresie ustanawia ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. Celem tych regulacji jest wyznaczenie podstawowego zakresu działań na rzecz zmniejszenia ryzyka zagrożeń dla człowieka i środowiska oraz upowszechnienia zasad integrowanej ochrony roślin⁷.

W artyku 1 Dyrektywy 2009/128/WE ustalono ramy działań dla osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów, poprzez zmniejszenie zagrożenia związanego ze stosowaniem pestycydów i wpływu ich stosowania na zdrowie ludzi i na środowisko, a także poprzez zachęcanie do stosowania integrowanej ochrony roślin oraz alternatywnych podejść i technik, takich jak np. niechemiczne zwalczanie agrofagów. Kompleksowość działań zawartych w ww. Dyrektywie wynika z ich odniesienia do innych uregulowań zalecanych w dokumentach UE i dotyczących np.:

Punkt 1

- DECYZJI nr 1600/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lipca 2002 r. ustanawiającej szósty wspólnotowy program działań w zakresie środowiska naturalnego.

Punkt 12

- DYREKTYWY RADY 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy i dyrektywą 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych i mutagenów podczas pracy.

Punkt 13

- DYREKTYWY 2006/42/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn.

Punkt 23

Art. 37 Karty Praw Podstawowych Unii Europejskiej, co ma zapewnić włączenie do polityk Wspólnoty wysokiego poziomu ochrony środowiska, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, określoną w tej Karcie.

Wymienione w Dyrektywie 2009/128/WE dokumenty stanowią ważny składnik badań opryskiwaczy rolniczych i powinny służyć wdrażaniu: Zintegrowanych Systemów Zarządzania Jakością w tym: systemowego zarządzania procesem w Stacjach Kontroli Opryskiwaczy (SKO)

⁶ Huyghebaert B.: Verification of measurement methods of flat fan nozzles working parameters used in agriculture, PhD Thesis, University of Life Sciences in Lublin, Poland. 149, 2015.

⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.

Należy zaznaczyć, że zintegrowane systemy zarządzania (ujęte w normach ISO: 9001; ISO 14001; ISO 18001) to trzy, współdziałające ze sobą i uzupełniające się podsystemy dotyczące:

- zapewnienia jakości produktu (wyrobu / usługi),
- zarządzania środowiskiem,
- zarządzania bezpieczeństwem pracy.

Definicja pojęć

Stosowanie środków ochrony roślin wymaga wielorakich działań (rys. 1), w których używane są zasoby intelektualne i materialne, przy czym ich zastosowanie wymaga identyfikacji, informacji i przemieszczenia zasobów, co nadaje tym działaniom charakter procesu logistycznego (jakkolwiek z zasady obejmującego jednego odbiorcę), a odrębność powiązań pomiędzy tymi elementami tworzy tzw. łańcuch logistyczny (dostaw).



Rys. 1. Uproszczony logistyczny łańcuch dostaw w zrównoważonym stosowaniu pestycydów

Źródło: badania własne, foto: foldery firm

Logistyka jest nauką i sztuką zarządzania, ukierunkowaną na planowanie, organizowanie, sterowanie i kontrolę procesów, dla sprawnego, efektywnego ekonomicznie i niezakłóconego przepływu materiałów i produktów oraz odpowiadających im informacji w całym łańcuchu dostaw⁸. Bardziej praktyczna definicja logistyki wskazuje, iż logistyka jest proce-

⁸ Mroczko F.: Logistyka, WSZiP Wałbrzych, 26, 2016.

sem zarządzania całym łańcuchem dostaw, rozumianym jako sekwencja czynności powodujących przepływ surowca od źródła jego pozyskania, poprzez proces przetwarzania, aż do postaci, w której wyrób gotowy używany jest przez ostatecznego nabywcę⁹.

Natomiast każde działanie lub zespół działań mogą być uważane za proces, w którym podczas działań operacyjnych, używane zasoby są przekształcane z wkładu w rezultat. Należy zaznaczyć, że operacje są działalnością, na którą składa się cała aktywność człowieka, związana bezpośrednio z wytwarzaniem produktu, którym mogą być zarówno dobra materialne jak i usługi.

W procesach logistycznych jest wymagane kompleksowe ujmowanie występujących tam działań, poprzez wdrażanie tzw. podejścia procesowego, czyli identyfikacji powiązanych procesów, które mają pewną odrębność, ale jest ona ograniczona „zobowiązaniami” wobec procesu poprzedzającego i następującego, co tworzy łańcuch powiązań tzw. łańcuch logistyczny. Brak podejścia procesowego względem zaprojektowanych działań może prowadzić do odstępowania od stawianych wymagań i takie zachowania można nazwać „odchyleniami praktycznymi” (*practical deviations*), które mogą mieć charakter:

- błędu operacyjnego,
- naruszenia operacyjnego, a nawet
- wykroczenia.

Wymienione „odchylenia praktyczne” można zdefiniować w następujący sposób:

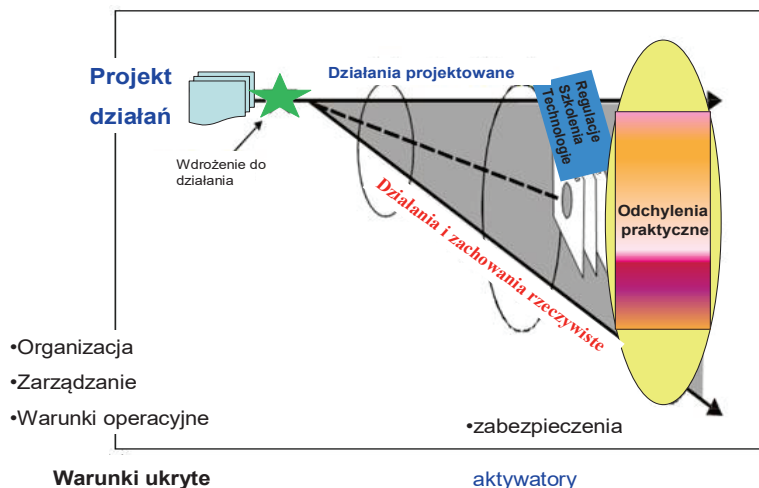
- błędy operacyjne są działaniami niezamierzonymi i wynikają zazwyczaj z niewłaściwej techniki, braków w szkoleniach lub przepisach (w tym w procedurach),
- naruszenia są działaniami dokonanymi świadomie, ale nie zawsze w złej wierze, gdyż mogą wynikać z sytuacji działania, działań rutynowych, decyzji organizacyjnych np. nierealność procedur,
- wykroczenie jest działaniem świadomym i społecznie szkodliwym¹⁰.

Każdy proces działania jest poprzedzony opracowaniem założeń dla realizowanego projektu, które są warunkowane (rys. 2) tzw. warunkami ukrytymi, obejmującymi: poziom zarządzania, organizację oraz operacyjne warunki pracy. Warunki te powinny mieć odniesienie w aktywatorach lub inaczej zabezpieczeniach procesu operacyjnego: technologii działań, szkoleniach oraz opracowanych uregulowaniach. Wystąpienie każdego z ww. rodzajów „odchyień praktycznych” generuje wielorakie zagrożenia dla realizowanego procesu logistycznego np. w przypadku ochrony roślin uniemożliwia osiągnięcie zrównoważonego stosowania pestycydów, poprzez zwiększenie zagrożenia dla zdrowia ludzi, środowiska oraz efektywność zabiegu, a także występowanie kosztów zewnętrznych.

Zrównoważone stosowanie pestycydów jest ważnym fragmentem koncepcji rolnictwa zrównoważonego (*sustainable agriculture*) rozumianego jako trwałe, uwzględniające potrzeby współczesnych i przyszłych pokoleń, gospodarowanie warunkami i środkami produkcji rolniczej, w sposób zapewniający efektywność produkcji rolniczej oraz samoodnawianie się ekosystemów, przy uwzględnieniu aktualnych osiągnięć postępu naukowo-technicznego, technologicznego i instytucjonalnego.

⁹ Michalski, E.: Marketing. Podręcznik akademicki, PWN, Warszawa, 255-256, 2012.

¹⁰ Safety Management Manual SMM. International Civil Aviation Organization. Doc 9859 AN/474 Order Number: 9859 ISBN 978-92-9249-214-4, 2009.

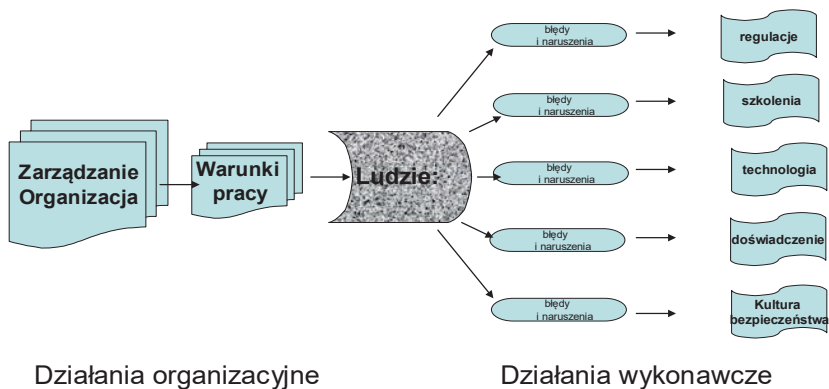


Rys. 2. Schemat występowania „odchyłeń praktycznych” w działaniach operacyjnych każdego realizowanego procesu

Źródło: badania własne na podstawie Safety Management Manual 2009

Na każdym etapie łańcucha logistycznego mogą wystąpić *odchylenia praktyczne* (błędy operacyjne, naruszenia operacyjne, wykroczenia) o różnym poziomie zagrożeń dla: środowiska; bezpieczeństwa człowieka; jakości surowców rolniczych („wyrobu”).

Z zasady przyczyny zagrożeń (wystąpienia odchyłeń praktycznych) są związane z występowaniem (rys. 3) tzw. warunków ukrytych (działania organizacyjne i miejsce pracy), które mają swoje przeniesienie na wykonawcze działanie pracownika, wyposażanego lub nie w tzw. linię obrony (regulacje, szkolenia, technologie, doświadczenie itp.).



Źródło: badania własne

Rys. 3. Działania organizacyjne, zapewniające poziom przygotowania procesu logistycznego i ich wpływ na wystąpienie „odchyłeń praktycznych” w trakcie działań wykonawczych

Działania organizacyjne można zaliczyć do tzw. warunków ukrytych, z zasady obecnych w systemie jeszcze przed wystąpieniem odchyłeń praktycznych, ale ich adekwatność objawia się dzięki aktywatorom w trakcie działań wykonawczych, wyzwalających powstanie zagrożeń.

Cel i zakres oraz metoda

Podane we wstępie informacje i definicja pojęć użytych w tytule prezentacji pozwalają zasugerować, że problem „*odchyłeń praktycznych*” możemy odnieść do każdej dziedziny działalności człowieka, szczególnie w zakresie „*kultury zarządzania bezpieczeństwem*”.

Przyjęcie za podstawę badań analizę fragmentaryczną łańcucha logistycznego, właściwego dla ochrony roślin (jednego z zabiegów występujących w procesie produkcji rolniczej) wynika z przekonania autorów o szczególnym znaczeniu i odpowiedzialności producentów za surowce rolnicze wprowadzone do obrotu handlowego (możliwość *generowanie kosztów zewnętrznych*).

Celem opracowania jest próba wskazania i punktowej oceny miejsc i możliwości wystąpienia odchyłeń praktycznych w łańcuchu logistycznym zrównoważonego stosowania pestycydów, czyli miejsc (punktów krytycznych) niosących zagrożenia dla operatora, środowiska i produktu.

Identyfikacja zachowań sprzyjających wystąpieniu „*odchyłeń praktycznych*” i określeniu punktów ich występowania są podstawą do doskonalenia ogniw łańcucha logistycznego (dostaw), zarówno w zakresie zarządzania jak i realizacji procesu.

Zasady poprawnego wykonania zabiegów w ochronie roślin są prezentowane w ww. Dyrektywie 2009/128/WE oraz systematycznie publikowane w poradniku „Dobra praktyka ochrony roślin”, w materiałach Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW), a także dostępne w pracy Lipa i Bratkowski (1996)¹¹.

W pracy wykorzystano wyniki badań własnych, realizowanych w UP Lublin oraz wyniki badań realizowanych w latach 2008-2010 przez Centralną Stację Rolniczą, CRA-W Gembloux (Belgia)^{12,13}.

Wyniki badań

Konfiguracje łańcucha logistycznego (dostaw) w ochronie roślin (Tabela 1) z zasady ma charakter bezpośredniego łańcucha dostaw w wariacie wielu dostawców jeden odbiorca. Na każdym etapie łańcucha logistycznego mogą wystąpić „*odchylenia praktyczne*”, których przyczyną mogą być działania organizacyjne lub wykonawcze.

¹¹ Lipa J., Bratkowski J.: Dobra praktyka ochrony roślin: rekomendacja EPPO. Progress in plant protection/Postępy w ochronie roślin, Vol.36 (1). Poznań 1996.

¹² Wójcicki Z.: Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. NCBR nr NR 120043 06/2009. 2009.

¹³ Declercq J., Hughebaert B., Nuytens D.: An overview of the defects on tested field sprayers in Belgium. Therd European Workshop on Standardised Oricideure for the Inspection o Sprayers –SPISE-Brno, Brno 2009.

Tabela 1. Kształtowanie się zależności dla łańcucha dostaw w ochronie roślin, przy uwzględnieniu dostawców pierwszego rzędu

Dostarczane zasoby i informacje	Odbiorca zasobów i informacji	Przeznaczenie zasobów
Regulacje prawne i zalecenia Agrochemikalia Środki techniczne Wyniki badań sprzętu do aplikacji pestycydów Informacja i szkolenia	Producent surowców rolniczych (Rys.1)	Zabiegi ochrony roślin
przepływ zasobów	przepływ informacji	

Przykład odchyłań praktycznych w odniesieniu do działań organizacyjnych

Przykładem „odchyłań praktycznych” w trakcie działań organizacyjnych są zatwierdzone przez MRiRW i upowszechniane przez Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa (GIORiN) regulacje ustawowe, dotyczące obowiązkowych badań stanu technicznego używanych opryskiwaczy w tym oceny stanu technicznego tam zamontowanych rozpylaczy rolniczych. Powyższe badania są realizowane zgodnie z Dyrektywą 2009/128/WE oraz normą ISO 16122-2, które w odniesieniu do kontroli rozpylaczy zalecają prowadzenie badań dwoma metodami:

- 1 – pomiaru nierównomierności opadu rozpylonej cieczy z belki polowej opryskiwacz, na stół rowkowy (pomiar CV),
- 2 – pomiar natężenia wypływu cieczy z indywidualnego rozpylacza.

W Polsce do roku 2020 obie metody (rys. 5) są dopuszczone do realizacji obowiązkowych badań opryskiwacza. Po tym czasie decyzją MRiRW druga metoda zostanie wykluczona, czyli zostanie wyeliminowany pomiar poprzez badania natężenia wypływu z indywidualnego rozpylacza, ale będzie pozostawiona metoda pomiaru CV na stołach rowkowych. Decyzja ta jest niezrozumiała, gdyż z badań realizowanych w UP Lublin oraz w CRA-W Gembloux (Belgia) wynika, że wyniki kontroli stanu technicznego rozpylaczy metodą CV są niejednoznaczne dla praktyki rolniczej (stopień zużycia rozpylacza nie ma wpływu na pogorszenie wskaźnika CV), a jej stosowanie jest związane z podwyższeniem zagrożeń ekologicznych. Wnioski takie są związane z nieznanym sposobem zagospodarowania wody zużytej do mycia opryskiwacz i procesu badań oraz ryzykiem (rys. 6) zagrożenia zdrowia pracowników prowadzących badania w Stacji Kontroli Opryskiwaczy (SKO)^{14,15,16}. Zagrożenie to wynika z faktu, że są badane opryskiwacze używane, skażone

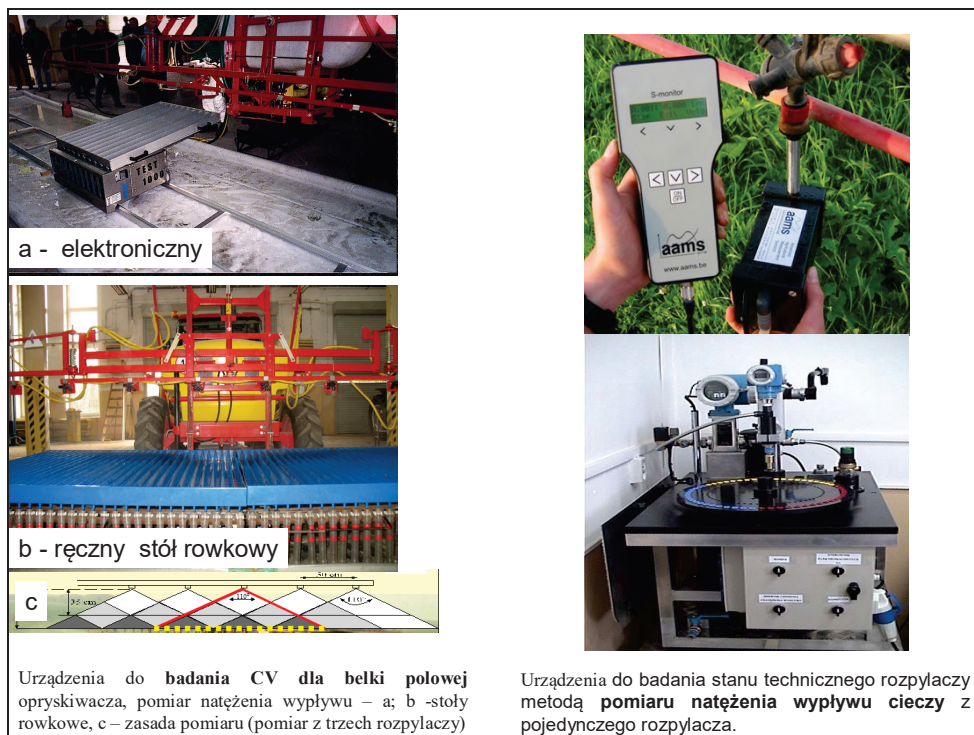
¹⁴ Sawa J.: Assessment of the usefulness of patternators for the control of the technical state of the crop sprayers in use. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Agricultural Engineering, 2(02), 1999.

¹⁵ Huyghebaert B.: Verification of measurement methods of flat fan nozzles working parameters used in agriculture, PhD Thesis, University of Life Sciences in Lublin, Poland. 149 p., 2015

¹⁶ Kamel Subr Alaa. Characteristics of flat fan nozzles spray to ensure sustainable use of pesticides on field crops, Ph.D Thesis, University of Life Sciences in Lublin, Poland. 52 p., 2017.

pestycydami w trakcie wielokrotnej eksploatacji. Odrębnym problemem jest zobowiązanie rolników do dokładnego umycia opryskiwaczy, a więc pozostawienie tego procesu poza oceną SKO, co jest sprzeczne z podstawowymi wymaganiami Zintegrowanego Systemu Zarządzania Jakością.

Badanie rozpylaczy jest szczególnie ważne, gdyż wymaga specjalistycznej aparatury pomiarowej (podobnie jak badanie manometru opryskiwacza), ale jako jedyne badanie zespołów roboczych w używanych opryskiwaczach rolniczych niesie szczególne zagrożenia ekologiczne. Oba wymienione zespoły robocze opryskiwacza decydują o jakości ochrony roślin, ale równocześnie są zespołami, których stan techniczny jest najczęściej kwestionowany w trakcie okresowych badań kontrolnych np. wg CRA-W Gembloux w latach 2008-2010 zastrzeżenia budziło 12% rozpylaczy i 20% manometrów¹⁷.



Rys. 5. Podstawowe urządzenia do kontroli stanu technicznego rozpylaczy rolniczych

¹⁷ Declerg J., Hughebaert B., Nuytens D.: An overview of the defects on tested field sprayers in Belgium. Therd European Workshop on Standarised Oricedure for the Inspection o Sprayers –SPISE-Brno, Brno 2009.



Rys. 6. Warunki pracy personelu Stacji Kontroli Opryskiwaczy (SKO) podczas kontroli stanu technicznego rozpylaczy rolniczych.

Przykład odchyień praktycznych w odniesieniu do działań wykonawczych

Odstępstwa od założonych działań mogą być skutkiem wiele przyczyn, które doprowadzają do naruszeń standardów i mogą wpływać na indywidualnego operatora lub zbiorowość. Z zasady są to błędy ludzkie w działaniach wykonawczych, realizowanych w rzeczywistości operacyjnej, która jest kształtowana przez ukryte warunki, związane z procesem zarządzania i działaniami organizacyjnymi. Konsekwencje ukrytych warunków mogą pozostać nieujawnione przez dłuższy czas, gdyż w ocenie indywidualnej nie są traktowane jako błędy, a jako pewne nieszkodliwe uchybienia w precyzji wykonania działań.

W zabiegu ochrony roślin przykładem wykonawczych odchyień praktycznych mogą być działania oraz prace przygotowawczo zakończeniowe, do których można zaliczyć:

- prace wstępne związane z zakupem i magazynowaniem pestycydów,
- przygotowanie opryskiwacza i roztworu cieczy do wykonania zabiegu ochrony roślin,
- wykonanie zabiegu ochrony roślin,
- prace zakończeniowe i porządkowe.

W każdym z ww. podstawowych działań mogą występować „odchylenia praktyczne” o bardzo różnorodnym poziomie ryzyka. Operacje ryzyka i możliwości wystąpienia „odchyień praktycznych” w zabiegach ochrony roślin nasilają się w przypadkach ignorowaniu zaleceń Głównego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa (GIORiN). Przykłady zagrożeń oraz przyczyny ich występowania podano w tabelach 2, 3, 4.

Tabela 2 Operacje ryzyka i możliwości wystąpienia „odchylen praktycznych” w zabiegach ochrony roślin przy ignorowaniu zaleceń GIORiN dla prac wstępnych i magazynowych

Czynności związane z zabiegiem ochrony roślin	Opis możliwego zagrożenia	Zalecane działania zapobiegawcze zagrożeniom (stosować się do zaleceń GIORiN) ¹⁾	Rodzaj możliwego zagrożenia ²⁾ (+)			Łącznie rodzajów zagrożeń	Punkt krytyczny „+” - nie „++” - tak „+++” - tak
			A	B	C		
Dobór pestycydów oraz zakup środków ochrony roślin	Przypadkowe spożycie	Zakup tylko w oryginalnych nie uszkodzonych opakowaniach zaopatrzonych w etykietę przez osoby posiadające świadectwa przeszkolenia	+			+	nie
Transport środka ochrony roślin	Skazanie środków ludzi, zwierząt, art. Spożywczych, pasz,	Brak możliwości kontaktu z żywnością zwierzętami, ludźmi, pojemniki pestycydów dodatkowo opakowane na czas transportu	+			+	nie
Magazynowanie środków ochrony roślin	Zatrucie ludzi, zwierząt, środków	W pomieszczeniach do tego celu przeznaczonych (pod zamknięciem)	+	+		++	tak
Przygotowanie opryskiwacza do pracy	Stwierdzenie uszkodzeń sprzętu, niewłaściwe oprzyrządowanie	Sprawdzenie stanu technicznego prawidłowości działania opryskiwacza, w celu eliminacji skażenia środowiska i wadliwego wykonania oprysku zagrożeń		+		+	nie
Dobór parametrów pracy opryskiwacza	Niewłaściwa dawka środka	Przeprowadzić próbę działania opryskiwacza, kalibracja	+	+	+	+++	tak

1) GIORiN - Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa

2) A - Środowiskowe; B - Bezpieczeństwa ludzi; C - Jakości surowca rolniczego „wyrobu”

Źródło: badania własne

Tabela 3. Operacje ryzyka i możliwości wystąpienia „odchylen praktycznych” w zabiegach ochrony roślin przy ignorowaniu zaleceń GIORiN podczas przygotowanie roztworu cieczy i wykonania zabiegu ochrony

Czynności związane z zabiegiem ochrony roślin	Opis możliwego zagrożenia	Zalecane działania zapobiegawcze zagrożeniom (stosować się do zaleceń GIORiN) ¹⁾	Rodzaj możliwego zagrożenia ²⁾ (+)			Łącznie rodzajów zagrożeń	Punkt krytyczny „+” - nie „++” - tak „+++” - tak
			A	B	C		
Przygotowanie cieczy roboczej	Skazenie operatora lub środowiska. Niewłaściwe źródło poboru wody	Stosowanie odzieży ochronnej, przestrzeganie zaleceń i instrukcji przygotowania cieczy roboczej i sposobu korzystania z ujęć wody do napełniania zbiornika opryskiwacza.	+	+	+	+++	tak
Wykonanie zabiegu opryskiwania	Skazenie operatora, skażenie środowiska, skażenie upraw, dryf kropel	Używać odzieży ochronnej, wykonywać zabieg w sprzyjających warunkach atmosferycznych. W szczególnych przypadkach informować sąsiadów o planowanym zabiegu.	+	+	+	+++	tak
Kontrola pracy opryskiwacza podczas wykonywania zabiegu	Wady ukryte sprzętu. Przesłój techniczne.	Okresowe badania techniczne sprzętu, właściwe przechowywanie w okresie postoju, bieżące przeglądy i naprawy.					nie
Postępowanie z pozostałościami roztworu cieczy lub środka ochrony roślin	Skazenie środowiska	Rozcieńczyć i opryskać właściwe uprawy. Przechowywać ze środkami ochrony roślin lub w miejscach do tego wyznaczonych przez władze terenowe	+	+		++	tak

1) GIORiN - Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa

2) A - Środowiskowe; B - Bezpieczeństwa ludzi; C - Jakości surowca rolniczego „wyrobu”

Źródło: badania własne

Tabela 4. Operacje ryzyka i możliwości wystąpienia „odchyłen praktycznych” w zabiegach ochrony roślin przy ignorowaniu zaleceń GIORiN podczas prac zakończeniowych i porządkowych

Czynności związane z zabiegami ochrony roślin	Opis możliwego zagrożenia	Zalecane działania zapobiegawcze zagrożeniom (stosować się do zaleceń GIORiN) ¹⁾	Rodzaj możliwego zagrożenia ²⁾			Łącznie rodzajów zagrożeń	Punkt krytyczny „+” - nie „++” - tak „+++” - tak
			A	B	C		
Płukanie opryskiwacza	Skażenie środowiska	Popłuczyny rozprawać na polu lub nieużytkach (zgodnie z zaleceniami). Unikać skażeń punktowych	+			+	nie
Utylizacja i zagospodarowanie opakowań	Skażenie środowiska	Trzykrotnie płukać pojemniki po środkach. Postępować zgodnie z informacją na opakowaniu lub zaleceniami GIORiN	+			+	nie
Mycie opryskiwacza i konserwacja na czas przechowywania.	Powstawanie niebezpiecznych mieszanin, zagrożenie dla otoczenia, korozja zespołów	Myć z dodatkiem specjalnych środków myjących, używać odzieży ochronnej, prace wykonać na odpowiednich stanowiskach. Ciecz myjąca nie może dostać się do cieków wodnych. Unikać skażeń punktowych. Wykonać konserwację zgodnie z instrukcją opryskiwacza.		+		+	nie
Przygotowanie opryskiwacza do poszezonego przechowywania	Uszkodzenie elementów na skutek zamarznięcia pozostałości cieczy roboczej.	Odwodnienie pompy zaworu sterującego filtrów, zabezpieczenie zespołów roboczych przed działaniem warunków atmosferycznych		+		+	nie

1) GIORiN - Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa

2) A - Środowiskowe; B – Bezpieczeństwa ludzi; C - Jakości surowca rolniczego „wyrobu”

Źródło: badania własne

Dokonany wykaz oraz szacunkowa ocena punktowa podstawowych czynności występujących w zabiegach ochrony roślin pozwoliła na określenie tzw. punktów krytycznych, w których są możliwości wystąpienia „odchyień praktycznych”, podczas prac wykonawczych operatora.

Za czynności krytyczne należy uznać:

- magazynowanie środków ochrony roślin,
- dobór parametrów pracy opryskiwacza,
- przygotowanie cieczy roboczej,
- proces wykonanie opryskiwania,
- postępowanie z pozostałością roztworu cieczy lub środka ochrony roślin.

Trzy pierwsze ww. czynności są w znacznym stopniu zależne od operatorów wykonujących zabieg ochrony roślin ich predyspozycji i doświadczenia w zakresie realizacji procesu pracy opryskiwaczem rolniczym i czynności związanych np. zakup pestycydów. W tym przypadku jest ważne dotrzymanie precyzji w wykonaniu czynności, do których można zaliczyć: dbałość o miejsce składowania pestycydów, przygotowania roztworu cieczy roboczej i opryskiwacza, w tym zachowanie precyzji nastaw parametrów jego pracy. W ochronie roślin czynności te są powtarzalne przez pracownika dla jednego zabiegu w krótkim okresie czasu, ale są niekiedy odtwarzane przez innych pracowników w okresie trwania procesu produkcyjnego.

Wykonanie oprysku jest także związane z precyzją wykonania występujących w nim czynności, ale o jakości aplikacji pestycydów decyduje stabilność parametrów pracy agregatu maszynowego (ciągnika i opryskiwacza), w szczególności jakość pracy rozpylaczy, mocowanych na belce polowej opryskiwacza. Za czynność krytyczną uznano także sposób postępowania z pozostałością środka ochrony roślin lub roztworu cieczy opryskowej po zabiegu. W tym przypadku jest dyskusyjne zalecenie, że pozostałości cieczy opryskowej w zbiorniku opryskiwacza (możliwe do wystąpienia z powodu nieprecyzyjnej kalibracji opryskiwacza lub jej braku) będą rozcieńczone i dodatkowo rozpylone na chronionej uprawie.

Działania wykonawcze zajmują szczególne miejsce w łańcuchu logistycznym, gdyż stanowią ostatnie ogniwo, w którym możemy wyeliminować zagrożenia inicjowane w ogniwach poprzednich lub zwiększyć poziom „odchyień praktycznych” i tym samym pogorszyć efekty realizowanego zabiegu produkcyjnego, realizowanego w rzeczywistych warunkach operacyjnych.

Podsumowanie

Wzrost świadomości ekologicznej oraz występowanie szeregu czynników ryzyka dla zrównoważonego stosowania pestycydów skłaniają do ciągłego poszukiwania naukowych i praktycznych rozwiązań w procesie ochrony roślin. Proces ten jest uważany za niosący zagrożenia dla człowieka i środowiska naturalnego, dlatego jest konieczne zwracanie uwagi na możliwość występowania „odchyień praktycznych” w działaniach, które mogą mieć miejsce zarówno na poziomie zarządzania i organizacji jak i w trakcie prac wykonawczych. Wyniki badań wykazały, że w aplikacji pestycydów szczególne znaczenie mają zarządca i organizacyjne regulacje ustawowe, które narzucają np. zasady dopuszczenia sprzętu technicznego do wykonania zabiegów ochrony roślin. Różny (poprzednio wymieniony) charak-

ter „praktycznych odchyleń” organizacyjnych może ulec eliminacji w procesie działań wykonawczych, co stawia określone wymagania operatorom sprzętu do ochrony roślin (rolnikom). Egzekwowanie tych wymagań powinny poprzedzać działania edukacyjne, gdyż należy liczyć się z faktem, że coraz częściej konsumenci (także przemysł rolno-spożywczy) będą żądali uwiarygodnienia metod produkcji, a producenci żywności będą musieli wykazać, że w prowadzonym procesie produkcji rolniczej takie metody opanowali, wdrożyli i konsekwentnie stosują.

Proponowanym rozwiązaniem jest wdrażanie procesu zrównoważonego stosowania pestycydów w którym zostanie ograniczone występowanie „odchyleń praktycznych” poprzez dotrzymywanie zakładanych parametrów procesu, uwzględnianie działań w zakresie zrównoważonych systemów zarządzania, do których jest także zaliczana produkcja integrowana i dobra praktyka w ochronie roślin, edukacja ekologiczna a także systematyczne podnoszenie *kultury bezpieczeństwa* w procesach produkcji rolniczej.

Bibliografia

- Declerg J., Hughebaert B., Nuytens D.: An overview of the defects on tested field sprayers in Belgium. Therd European Workshop on Standarised Oricedure for the Inspection o Sprayers –SPISE-Brno, Brno 2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.
- Maroni M., Fait A., Colosio C.: Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. *Toxicology Letters*, 145-153, 1993.
- Michalski E.: Marketing. Podręcznik akademicki, PWN, Warszawa, s. 255-256, 2012
- Mroczko F. Logistyka, WSZiP Wałbrzych, s. 26, 2016.
- Huyghebaert B., Planchon V.: Repeatability and intra-lab reproducibility of the nozzles spray pattern measurement. IV International Scientific Symposium. Farm Machinery and Process Management in Sustainable Agriculture. Lublin. Poland 19-20 November. str. 35-36. 2009.
- Huyghebaert B., Mostade O., Sawa J.: EU Management of the plant protection. *Teka IV*, p. 76-82. 2004.
- Huyghebaert B.: Verification of measurement methods of flat fan nozzles working parameters used in agriculture, PhD Thesis, University of Life Sciences in Lublin, Poland. 149, 2015.
- Kamel Subr Alaa. Characteristics of flat fan nozzles spray to ensure sustainable use of pesticides on field crops, Ph.D Thesis, University of Life Sciences in Lublin, Poland. 52 p., 2017.
- Lipa J., Bratkowski J.: Dobra praktyka ochrony roślin: rekomendacja EPPO. Progress in plant protection/ Postępy w ochronie roślin, Vol.36 (1). Poznań 1996.
- Safety Management Manual SMM. International Civil Aviation Organization. Doc 9859 AN/474 Order Number: 9859 ISBN 978-92-9249-214-4, 2009.
- Sawa J.: Assessment of the usefulness of patternators for the control of the technical state of the crop sprayers in use. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Agricultural Engineering*, 2(02), 1999.
- Schamphelre M., Spanoghe P., Brusselman E., Sonik S.: Risk assessment of pesticide spray drift damage in Belgium. *Crop Protection*, 602-611, 2007.
- Wójcicki Z. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. NCBR nr NR 120043 06/2009. 2009.
- Zalewski R.: Zarządzanie jakością w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego. Dom Organizatora TNOiK Toruń. Toruń 1998.

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI TEKTUR WIELOWARSTWOWYCH W PRODUKCJI OPAKOWAŃ

Agnieszka Wójtowicz, Paulina Pawelczyk, Karol Kupryaniuk

Katedra Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Adres do korespondencji: agnieszka.wojtowicz@up.lublin.pl

Wstęp

Dynamiczny rozwój produkcji wiążący się z powiększającym się zużyciem dóbr materialnych sprawiają, że wraz z nowymi potrzebami konsumentów oraz postępem technicznym w transporcie wzrasta zapotrzebowanie na opakowania. Mają one za zadanie zarówno przyciągać wzrok konsumenta, który wzrokiem "kupi" dany produkt, jak i chronić umieszczony w nim towar. Opakowalnictwo jest jednym z ważniejszych sektorów gospodarki, a udział opakowań papierowych w ogólnej produkcji tego typu asortymentu jest największy.

Tektura jest to wytwór papierniczy o gramaturze wyższej niż 315 g m^{-2} . W zależności od struktury wyróżnia się tekturę litą oraz tekturę falistą. Tektura lita jest wytworem papierniczym produkowanym przez łączenie warstw na mokro lub za pomocą kleju kilki warstw kartonu. Tektury lite można podzielić na dwuwarstwowe jednostronnie kryte (duplex), trzywarstwowe dwustronnie kryte (triplex), cztero- i więcej warstwowe (multiplex). Tektura lita wykorzystywana jest do produkcji pudeł do pakowania produktów spożywczych. Tektura falista jest to wytwór papierniczy składający się z na przemian ułożonych i sklejonych płaskich i pofalowanych warstw papieru lub kartonu. W zależności od tego, ile warstw posiada dana tektura, wyróżnia się tekturę dwu-, trzy-, cztero- pięcio- i siedmiowarstwową. Tektura falista w zależności od ilości warstw ma różne zastosowania. Tektury dwuwarstwowe stosowane są do owinięć i jako wkładki amortyzacyjne. Pozostałe służą do produkcji pudeł¹. Ciągłe rosnące zainteresowanie tekturą falistą powoduje wzrost zapotrzebowania na informacje dotyczące jej wytwarzania i właściwości. Tektura falista zaliczana jest do najczęściej używanych na całym świecie materiałów opakowaniowych. Swoje zastosowania znajduje w produkcji opakowań zbiorczych i jednostkowych. Jej cechy, takie jak wysokie właściwości wytrzymałościowe, łatwość wykorzystania do celów marketingowych, niskie koszty transportu i magazynowania, łatwa utylizacja i wtórne wykorzystanie sprawiają, że wzrasta produkcja tego materiału².

¹ Jakowski, S.: Tektura falista. Opakowanie, 7, 6-8, 2005.

² Riley A.: Paper and paperboard packaging. w: Packaging Technology, 178-239, Woodhead Publishing Limited, 2012.

Tektura falista jest to materiał opakowaniowy, składający się z na przemian ułożonych oraz sklejonych warstw płaskich o pofalowanych. W zależności od ilości warstw wyróżnia się tektury faliste dwu-, trzy-, cztero-, pięcio- i siedmiowarstwowe. Dzięki swoim właściwościom tektura falista jest wysoko cenionym materiałem opakowaniowym. Podstawową zaletą, jaką posiada jest jej lekkość, mała materiałochłonność oraz bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i amortyzacyjne. Opakowania z tektury falistej służą do pakowania wielu wyrobów, głównie przemysłu spożywczego, elektronicznego, lekkiego, farmaceutycznego i kosmetycznego, a także mebli, zabawek czy sprzętu gospodarstwa domowego³.

Tektura falista to wytwór papierniczy, który powstał przez sklejenie ze sobą na przemian płaskich i pofalowanych warstw papieru lub kartonu⁴. Ze względu na ilość warstw wchodzących w skład tektury falistej wyróżnia się:

- tektury faliste dwuwarstwowe, składające się z jednej warstwy pofalowanego papieru przyklejonej do jednej warstwy pokrycia, służą do produkcji wkładek amortyzacyjnych i owinięć,
- tektury faliste trójwarstwowe, składające się z trzech warstw, jedna warstwa pofalowanego papieru wklejona jest między dwie warstwy pokrycia, służą do produkcji pudeł,
- tektury faliste czterowarstwowe, składające się z czterech warstw, dwóch warstw płaskich zewnętrznych oraz dwóch sklejonych ze sobą grzbietowo fal warstw pofalowanych,
- tektury faliste pięciowarstwowe, składające się z pięciu warstw, gdzie dwie warstwy pofalowane wklejone są na przemian między trzy warstwy pokrycia, służą do produkcji pudeł,
- tektury faliste siedmiowarstwowe, składające się z siedmiu warstw, trzy warstwy pofalowane wklejone są na przemian między cztery warstwy pokrycia, charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi. Wykonane są z nich pudła o specjalnych konstrukcjach lub bębny ośmioboczne.

Występują również, choć rzadziej, tektury faliste dziewięciowarstwowe.

Dodatkowo, wyróżnia się tektury specjalne, ze względu na zastosowanie. Należą do nich:

- tektury hydrofobowe (impregnowane z klejem wodoodpornym),
- tektury z taśmą (taśma zrywająca lub wzmacniająca),
- tektury barierowe (wodoodporne, tłuszczoszczelne),
- tektury pre-print,
- tektury ognioodporne.

Tektury faliste różnią się kształtem warstwy pofalowanej. Kształt określa się wysokością fali i jej podziałką. Wysokość fali (h) jest to odległość od podstawy fali do jej wierzchołka. Wysokość fali ma wpływ na grubość tektury falistej. Im fala wyższa, tym tektura ma lepsze właściwości amortyzacyjne, a wykonane z niej pudło większą sztywność⁵.

Podziałka fali (a) to odległość między sąsiednimi wierzchołkami fal, przylegającymi do tej samej warstwy. Cechą charakterystyczną profili fal jest również współczynnik pofalo-

³ Pathare P., Opara U.: Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review. *Biosystems Engineering*, 125, 128-140, 2014.

⁴ Czerniawski, B., Michniewicz, J.: *Opakowania żywności*. AFT, Czeladź, 1998.

⁵ Emblem, A., Emblem, H.: *Technika opakowań: podstawy, materiały, procesy wytwarzania*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa, 2014.

wania. Jest to stosunek długości papieru przed pofalowaniem do długości pofalowanej wstęgi⁶. Najczęściej spotykane kształty warstw pofalowanych to fale sinusoidalne oraz trójkątne (klinowe)⁷.

W zależności od wysokości fali wyróżnia się kilka rodzajów tektury falistej⁸. Najbardziej znane to:

- z falą B o wysokości od 2,5 mm do 3,0 mm z podziałką $6,1 \pm 0,3$ mm, tektura z tą falą wykazuje dużą odporność na zgniecenia warstwy pofalowanej, powinna być stosowana do wyrobu pudeł do pakowania wyrobów wielosztukowych o dużej masie, a także do produkcji pudeł o małych wymiarach,
- z falą C o wysokości od 3,0 mm do 3,7 mm z podziałką $7,3 \pm 0,3$ mm. Tektura z tą falą (średnią) charakteryzuje się właściwościami pośrednimi, jest najczęściej stosowanym materiałem tego typu, szczególnie w transporcie w konstrukcjach, gdzie opakowanie z tektury falistej musi unieść część lub całość ładunku stosu,
- z falą N (mikrofala) o wysokości od 1,1 mm do 1,7 mm z podziałką $3,2 \pm 0,4$ mm. Tektura z tą falą ma walory raczej estetyczne i nadaje się do opakowań małych, które nie zawierają ciężkich towarów.

Rzadziej spotykane to:

- z falą A o wysokości od 3,6 do 3,5 mm z podziałką $8,6 \pm 0,3$ mm, charakteryzuje się dobrymi właściwościami amortyzacyjnymi i zapewnia dużą sztywność konstrukcji pudeła. Zaleca się stosować w pudełach przeznaczonych do pakowania produktów podatnych na uszkodzenia mechaniczne. Obecnie zmniejsza się produkcję tektury z tą falą, jest wycofywana i rzadko spotykana.
- z falą N o wysokości od 0,55 do 0,6 mm, stosowana jest do małych opakowań jednostkowych, charakteryzuje się dużą wytrzymałością mechaniczną przy małej grubości;
- faliste siedmiowarstwowe, składające się z siedmiu warstw, trzy warstwy pofalowane wklejone są na przemian między cztery warstwy pokrycia. Charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi. Wykonane są z nich pudeła o specjalnych konstrukcjach lub bębny ośmioboczne;
- z falą X czterowarstwową składającą się z dwóch warstw zewnętrznych i dwóch warstw pofalowanych stykających się wierzchołkami^{9,10}.

Proces technologiczny produkcji tektury falistej jest procesem skomplikowanym. Cały przebieg wytwarzania tektury odbywa się w tak zwanej tekturnicy. Jest to maszyna, której długość sięga nawet do 150 m. Rozpoczynając proces trzeba dostarczyć wodę, energię elektryczną, sprężone powietrze, klej oraz ciepło potrzebne do procesu klejenia. Energię cieplną wytwarza się w kotłach zasilanych gazem lub olejem opałowym o ciśnieniu nawet do 17-18 barów. Wykorzystuje się ją do regulacji i sterowania ogrzewaniem w elementach

⁶ Panfil-Kunciewicz, H., Kunciewicz, A., Juśkiewicz, M.: Wybrane zagadnienia z opakowalnictwa żywności. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn, 2012.

⁷ Barcik, R., Wyród-Wróbel, J.: Opakowania produktów. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała, 2002.

⁸ Pathare P., Opara U.: Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review. Biosystems Engineering, 125, 128-140, 2014.

⁹ Lisińska-Kuśnierz, M., Ucherek, M.: Współczesne opakowania. Wydawnictwo Naukowe Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków, 2003.

¹⁰ Czechowski, J., Jakubiszyn, M.: Ogólna charakterystyka papierów do produkcji tektury falistej. Opakowanie, 7, 12-15, 2003.

tekturnicy. Produkcję w tekturnicy dzieli się na dwa bloki: część mokrą – Wet End oraz część suchą – Dry End.

Na część mokrą tekturnicy składają się sklejkarki, moduł do łączenia wstęgi i odwijak, most transportowy i podgrzewacz. Część sucha natomiast to stół grzewczy, separator wstęgi, noże poprzeczne i krótkiego cięcia. Część mokra rozpoczyna się w sklejarce pojedynczej. Zadaniem jej jest połączenie (sklejenie) dwóch arkuszy papieru gładkiego na płaską część tektury oraz papieru makulaturowego, tak zwanego flutingu, na warstwę pofalowaną, który po obróbce przechodząc przez dwa walce ryflowe zostaje odkształcony do postaci fali. Rodzaj zastosowanych wałów decyduje o rodzaju wytworzonej tektury i jej cechach użytkowych. W ten sposób uformowana dwuwarstwowa tektura falista może być gotowym wyrobem lub poddana dalszej obróbce.

Drugim etapem obróbki w części mokrej tekturnicy jest doklejenie drugiej zewnętrznej warstwy papieru gładkiego. Tutaj wyprodukowana tektura dwuwarstwowa przy pomocy specjalnego mostu przenoszona jest na sklejkarkę podwójną. Po stronie niezabezpieczonych grzbietów części falistej nakładany jest klej i tak przygotowany arkusz transportowany jest na stół grzewczy – suszący, czyli do części suchej Dry End. W tym samym momencie pod wstęgą tektury wprowadzany jest gładki papier na warstwę zewnętrzną. Ostatecznie papier gładki łączy się z flutingiem, a wysoka temperatura utrwala spoinę klejową. W ten sposób powstaje tektura falista trójwarstwowa. Gotowa tektura trafia do przekrawaczy. Tam cięta jest wzdłużnie w zespole noży wzdłużnych, a jednocześnie odcina się krawędź boczną wstęgi, aby krawędzie skrajne arkuszy były równe. Na tym etapie może odbywać się bigowanie, które pozwoli na łatwiejsze zginanie gotowego arkusza, np. przy produkcji opakowań klapowych. Następnie tektura cięta jest w poziomie zgodnie z kierunkiem fali, a gotowe arkusze transportowane są do urządzenia, które segreguje je automatycznie w stopy o odpowiedniej liczbie arkuszy. Tak wyprodukowana tektura układana jest na palety do sprzedaży lub przewożona do dalszego przetwarzania na opakowania. Należy wspomnieć, że można wyprodukować tekturę falistą składającą się z większej ilości warstw, ale tektur-nicę należy wyprodukować w większą liczbę sklejek pojedynczych¹¹.

Najważniejszym zadaniem opakowań wykonanych z tektury falistej jest ochrona zawartości przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie transportu i składowania¹². W związku z tym konieczne jest poznanie właściwości mechanicznych tektur wielowarstwowych oraz gotowych form konstrukcyjnych w postaci pudełek o różnym kształcie, które można monitorować podczas określonych warunków składowania¹³. Prowadzonych jest wiele badań dotyczących właściwości mechanicznych tektur wielowarstwowych. Hung i in.¹⁴ prowadzili testy odporności na ściskanie i rozciąganie w warunkach zmiennej wilgotności oraz przy obniżonej temperaturze powietrza symulując warunki przechowywania podczas składowanie świeżych warzyw i owoców. W 4-warstwowych tekturach wyznaczyli właściwości mechaniczne pudełek do przechowywania brokułów oraz truskawek wyznaczając niemal

¹¹ Drzewińska, E., Czechowski, J., Stanisławska, A.: *Technologia wytwarzania tektury falistej*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2006.

¹² Hou S., Shu C., S., Liu T., Han X., Li Q.: Experimental and numerical studies on multi-layered corrugated sandwich panels under crushing loading. *Composite Structures*, 126, 371-385, 2015.

¹³ Hamzeh Y., Sabbaghi S., Ashori A., Abdulkhani A., Soltani F.: Improving wet and dry strength properties of recycled old corrugated carton (OCC) pulp using various polymers. *Carbohydrate Polymers*, 94, 577-583, 2013.

¹⁴ Hung D., Nakano Y., Tanaka F., Hamanaka D., Uchino T.: Preserving the strength of corrugated cardboard under high humidity condition using nano-sized mists. *Composites Science and Technology*, 70, 2123-2127, 2010.

3-krotne obniżanie odporności na ściskanie przy zwiększającej się wilgotności tektury wraz z wydłużaniem czasu przechowywania.

Z kolei Allaoui i in.¹⁵ oceniali wpływ wilgoci w zakresie 35-90% wilgotności względnej na wytrzymałość na rozciąganie wyznaczając niemal dwukrotnie niższe wartości modułu elastyczności oraz znaczne zwiększenie wydłużenia próbek tektury trójwarstwowej przy zwiększaniu wilgotności otoczenia. Ci sami autorzy¹⁶ oceniali również wytrzymałość tektury na rozciąganie w dwóch kierunkach: wzdłuż i w poprzek kierunku formowania taśmy w maszynie papierniczej. Obserwowano znacznie lepszą, nawet 3-krotnie wyższą wytrzymałość na rozciąganie materiału z próbek wycinanych wzdłuż kierunku formowania tektury w porównaniu do wyników dla próbek poprzecznych.

Cel pracy

Celem pracy było wyznaczenie wybranych cech wytrzymałościowych tektur wielowarstwowych pozyskanych od firmy SCOPAK S.A. stosowanych do wytwarzania pudeł zbiorczych. Badania przeprowadzono w Katedrze Inżynierii Procesowej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Materiał i metody

Materiały

Materiał badawczy stanowiły tektury trzywarstwowe o różnej gramaturze i różnych grubościach oraz tektury dwuwarstwowe, czterowarstwowe i pięciowarstwowe. Materiały użyte w badaniach zostały podzielone na grupy ze względu na ilość warstw. Zestawienie materiałów przedstawiono w tabeli 1.

Metodyka badań

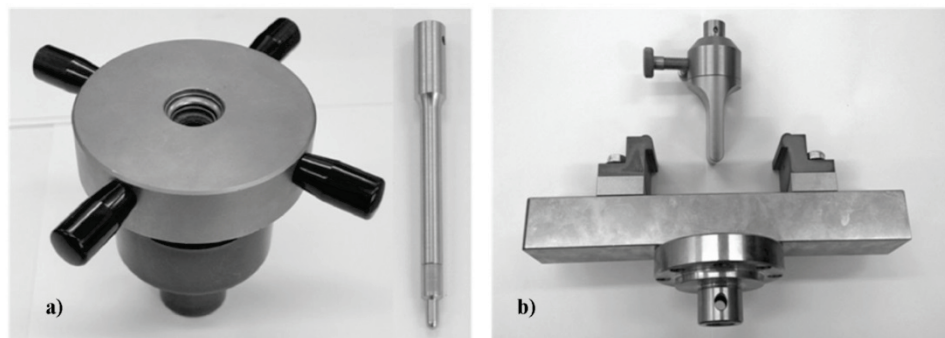
Badania wybranych cech mechanicznych tektur wielowarstwowych zostały przeprowadzone z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej ZwickRoell typ BDOFB0.5TH (Ulm, Niemcy) wyposażonej w głowicę 0,5 kN oraz odpowiednie przystawki do badania cech mechanicznych (rys. 1).

¹⁵ Allaoui S., Aboura Z., Benzeggagh M.L.: Effects of the environmental conditions on the mechanical behavior of the corrugated cardboard. *Composites Science and Technology*, 69, 104-110, 2009.

¹⁶ Allaoui S., Aboura Z., Benzeggagh M.L.: Phenomena governing uni-axial tensile behaviour of paperboard and corrugated cardboard. *Composite Structures*, 87, 80-92, 2009.

Tabela 1. Zestawienie badanych tektur falistych z uwzględnieniem gramatur

Rodzaje tektur	Gramatura ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)
Tektura pięciowarstwowa	600
	626
	704
Tektura czterowarstwowa	540
Tektura trzywarstwowa	349
	366
	374
	396
	432
	447
	449
	462
Tektura dwuwarstwowa	479
	482
	296

Źródło: Opracowanie własne

Rys. 1. Przystawki wykorzystane w testach tektur wielowarstwowych: a) głowica i trzpień do badania siły przebicia, b) przystawka do zginania 3-punktowego.

Badania odporności materiału na przebicie oraz odporności materiału na zginanie zostały przeprowadzone na maszynie wytrzymałościowej ZwickRoell zgodnie z normą DN EN 14477¹⁷ opisującą warunki tekstu przebijania materiałów oraz procedurą prostego badania na zginanie do określenia wytrzymałości na zginanie w metodzie 3-punktowej. Badanie odporności tektury falistej na przebicie wykonano przy użyciu przystawki do maszyny wytrzymałościowej ZwickRoell w postaci trzpienia do przebijania tego typu materiałów. Probki o wymiarach 10x2 cm zostały umieszczone na stoliku aparatu wyposażonego

¹⁷ DIN EN 14477:2004. Packaging. Flexible packaging material. Determination of puncture resistance. The methods.

w uchwyt umożliwiający stabilne zamocowanie podczas przeprowadzania pomiaru. Trzpień znajdował się bezpośrednio nad otworem stolika. Badanie wykonane zostało z prędkością $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Przy przeprowadzaniu badania odporności na przebicie została wyznaczona siła przebicia (N). Wyniki rejestrowano postaci zapisu danych i wykresów wygenerowanych przez program współpracujący z maszyną wytrzymałościową. Pomiary zostały wykonane w pięciu powtórzeniach dla każdego rodzaju tektury.

Badanie odporności tektury falistej na zginanie wykonano za pomocą prostego badania na zginanie do określenia wytrzymałości na zginanie w metodzie 3-punktowej z zastosowaniem odpowiedniej przystawki testującej z dwoma podporami i jednym trzpieniem do zginania próby zamocowanym centralnie pomiędzy podporami (rys. 1b). Próba zginania polegała na tym, że próbkę materiału podpartą na końcach obciążano punktowo, prostopadle do jej osi podłużnej. Odległość między punktami podparcia była określona i wynosiła 10 cm. Badanie zostało przeprowadzone w pięciu powtórzeniach dla każdego rodzaju tektury z prędkością $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Przy przeprowadzaniu badania odporności materiału na zginanie została wyznaczona wytrzymałość na zginanie (MPa). Pomiary zostały wykonane w pięciu powtórzeniach dla każdego rodzaju tektury.

Omówienie wyników badań i dyskusja

W tabeli 2 przedstawiono wyniki pomiarów siły przebicia podczas badania odporności na przebicie dla tektur pięciowarstwowych, czterowarstwowych, trzywarstwowych oraz dwuwarstwowych. W tabeli umieszczono wartości średnie ($\bar{x}$) z pomiarów, wartości odchylenia standardowego (s) oraz wartości wariancji wyznaczone podczas pomiarów (v). Badania tektury pięciowarstwowej wykonane zostały dla trzech różnych gramatur, różnica między najwyższą a najniższą wartością gramatury wyniosła $78 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Badana tektura czterowarstwowa miała gramaturę $540 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Tektura trzywarstwowa była badana przy dziesięciu różnych gramaturach, różnica między najwyższą a najniższą wartością gramatury wyniosła $133 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Tektura dwuwarstwowa natomiast miała gramaturę $296 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Przykładowy przebieg badania siły przebicia tektury trzywarstwowej przedstawiono na rys. 2.

Na wykresie obserwować można powstawanie dwóch pików o różnych wysokościach, co ilustruje przemieszczanie się trzpienia przystawki testującej najpierw przez pierwszą zewnętrzną warstwę tektury wielowarstwowej, nieznaczne obniżenie przy przechodzeniu przez zazwyczaj cieńszą warstwę falistą, z której wykonany jest rdzeń tektury oraz drugi pik, świadczący o penetracji trzpienia przez drugą warstwę tektury podczas testu przebicia. Przy badaniu tektur o większej ilości warstw wykresy przebiegu badania odporności na przebicie są bardziej nierównomierne i powstaje więcej pików sygnalizujących opór przy przekłuwaniu kolejnych warstw tektury podczas testu.

Jak ilustruje tabela 2, opisująca wartości siły przebicia dla badanych tektur, średnia wartość siły przebicia wzrastała wraz ze wzrostem gramatury tektury. Wartości siły przebicia wynosiły od 57,1 do 92,5 N. Zaobserwowano, że im wyższa była gramatura tektury, tym większa była wartość siły przebicia, co świadczy o większej odporności tektury na zniszczenie. Odchylenie standardowe dla siły przebicia nie było jednoznacznie zależne od wartości gramatury i wynosiło 6,288-19,659; największe odchylenie oraz wartość wariancji obserwowano podczas pomiarów tektury o gramaturze $626 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, co wskazuje na duże rozbieżności pomiędzy wynikami pomiarów siły przebicia.

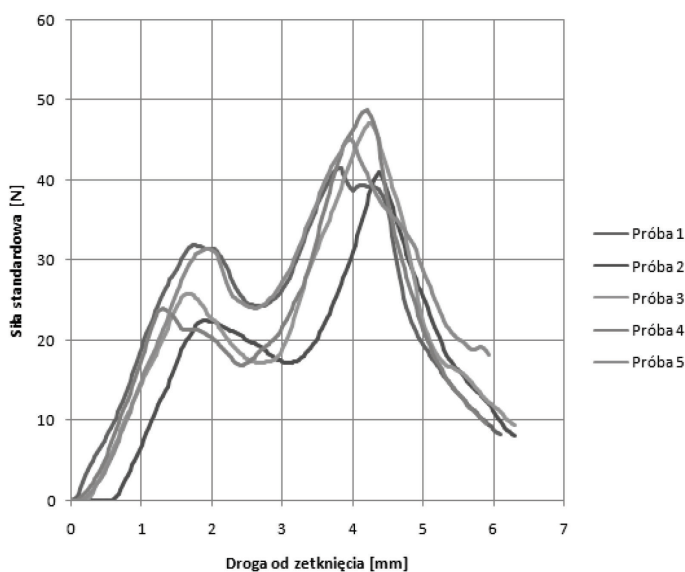
Tabela 1. Wynik pomiarów siły przebiccia dla tektury pięciowarstwowej

Rodzaje tektur	Gramatura ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	Siła przebiccia (N)		
		x	s	v
Tektura pięciowarstwowa	600	57,137	19,659	34,406
	626	64,871	6,282	9,684
	704	92,484	16,322	17,649
Tektura czterowarstwowa	540	49,531	3,255	6,572
Tektura trzywarstwowa	349	33,924	2,096	6,178
	366	34,199	2,031	5,940
	374	37,161	4,615	12,420
	396	48,487	3,258	6,719
	432	44,917	6,585	14,662
	447	45,818	1,797	3,922
	449	42,027	4,167	9,915
	462	57,577	1,836	3,189
	479	43,439	4,261	9,809
	482	44,457	3,102	6,979
Tektura dwuwarstwowa	296	36,189	1,684	4,654

Wartość siły przebiccia dla tektury czterowarstwowej o gramaturze $540 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ wynosiła 49,531 N. Była to wartość niższa niż dla tektur pięciowarstwowych, co świadczy o mniejszej odporności tektury na zniszczenie. Odchylenie standardowe dla badanej tektury czterowarstwowej było co najmniej dwa razy niższe niż dla tektur pięciowarstwowych, co świadczy o bardziej równomiernej strukturze tektury. Wariancja także była niższa niż dla tektur pięciowarstwowych i wynosiła 6,572.

Wartości siły przebiccia tektur trzywarstwowych uzyskane podczas badania wskazały, że średnia wartość siły przebiccia dla badanych tektur nie była jednoznacznie zależna od wartości gramatury. Porównując wyniki badań tektury trzywarstwowej z wynikami badań tektury czterowarstwowej, nie różniły się one znacząco, jednak dla tektur pięciowarstwowych wyniki były blisko dwukrotnie wyższe. Odchylenie standardowe podczas badania siły przebiccia tektur trzywarstwowych wynosiło 1,797-6,585, a więc wartość jego była porównywalna do wartości odchylenia wyznaczonego dla tektury czterowarstwowej, zaś w porównaniu do tektur pięciowarstwowych jego wartość była prawie trzykrotnie niższa, co wskazuje na bardziej jednorodną strukturę tektury trzywarstwowej i mniejsze rozbieżności pomiędzy wynikami pomiarów. Może to wynikać z mniejszej ilości warstw, a tym samym bardziej stabilnej struktury tektury.

Wyniki uzyskane zostały podczas badania siły przebiccia tektury dwuwarstwowej o gramaturze $296 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ wykazały dużo mniejszą wartość siły przebiccia (36,189 N) niż dla tektur pięciowarstwowych i czterowarstwowych, zaś porównywalna do wartości siły przebiccia tektur trzywarstwowych. Świadczy to o tym, iż im mniej warstw w tekturze, tym siła przebiccia malała. Odchylenie standardowe dla tektury dwuwarstwowej wynosiło 1,684 i było niewiele niższe niż wyznaczone dla tektur trzywarstwowych o gramaturze 447 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ oraz 462 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Wariancja zaś wynosiła 4,654 i była to wartość porównywalna z rezultatami otrzymanymi podczas badania tektur trzywarstwowych oraz czterowarstwowych, jednak wartość wariancji dla tektur pięciowarstwowych była co najmniej dwukrotnie wyższa, co wskazuje na lepszą powtarzalność wyników i bardziej jednorodną strukturę tektury podczas pomiarów siły przebiccia.



Rys. 2. Przykładowy przebieg badania odporności na przebici tektury falistej trzywarstwowej o gramaturze $482 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$

Sztywność tektur wielowarstwowych może być oceniana za pomocą testów wywołujących nacisk na materiał za pomocą trójpunktowego lub czteropunktowego zginania przy zastosowaniu odpowiednich przystawek testujących¹⁸. W tabeli 3 przedstawiono wyniki pomiarów wytrzymałości na zginanie wyznaczone za pomocą testu trójpunktowego zginania. Przebieg testu odporności na zginanie tektury dwuwarstwowej o gramaturze $296 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ przedstawiono na rys. 3 dla pięciu próbek tektury o tej samej gramaturze.

Wykresy w układzie siła-przemieszczenie lub siła odkształcenie, powstające podczas 3-punktowego zginania materiałów sztywnych, jakimi są tektury wielowarstwowe, wskazują na powstawanie deformacji materiału w trzech fazach: deformacja powodując ugięcie tektury (jednostajny i gładki przebieg wykresu), faza znacznego zwiększenia siły przy deformacji ze względu na współwystępowanie ugięcia i naprężenia osiowego na pasku tektury (najwyższy punkt na wykresie) oraz faza deformacji polegająca jedynie na ugięciu uszkodzonej struktury materiału, co daje znacznie niższą siłę (widoczne na wykresie jako jednostajne obniżanie siły podczas ugięcia)¹⁹.

¹⁸ Dayyani I., Shaw A.D., Saavedra Flores E.I., Friswell M.I.: The mechanics of composite corrugated structures: A review with applications in morphing aircraft. *Composite Structures*, 133, 358-380, 2015.

¹⁹ Dayyani I., Ziaei-Rad S., Salehi H.: Numerical and experimental investigations on mechanical behavior of composite corrugated core. *Applied Composite Materials*, 19(3-4), 705-721, 2012.

Tabela 3. Wynik pomiarów wytrzymałości na zginanie dla tektury pięciowarstwowej

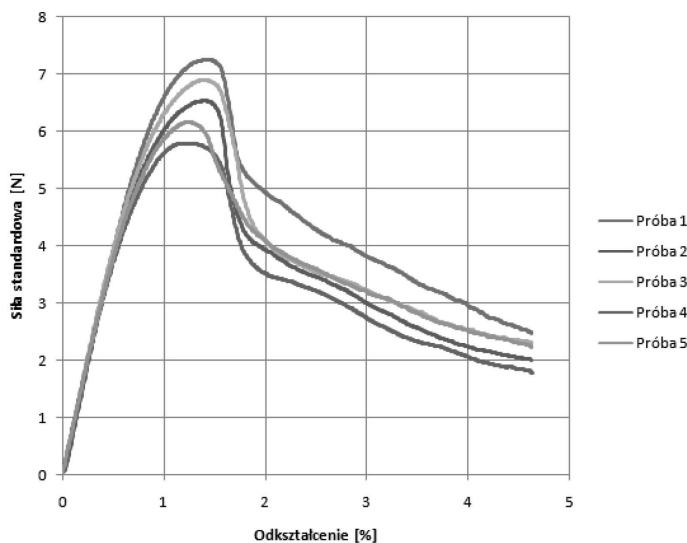
Rodzaje tektur	Gramatura ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	Wytrzymałość na zginanie (MPa)		
		x	s	v
Tektura pięciowarstwowa	600	1,898	0,119	13,306
	626	4,563	1,401	30,708
	704	2,147	0,180	8,406
Tektura czterowarstwowa	540	3,303	0,291	8,826
Tektura trzywarstwowa	349	3,541	0,103	2,922
	366	6,044	0,364	6,027
	374	4,308	0,402	9,339
	396	8,204	0,371	4,524
	432	6,768	0,194	2,872
	447	4,351	0,194	4,466
	449	2,775	0,299	10,780
	462	5,965	0,249	4,185
	479	3,492	0,391	11,204
	482	5,124	0,225	4,398
Tektura dwuwarstwowa	296	5,080	0,155	3,064

Średnia wytrzymałość na zginanie dla tektur pięciowarstwowych nie była zależna jednoznacznie od wzrostu wartości gramatury. Najniższą wytrzymałością na zginanie (1,898 MPa) charakteryzowała się tektura o gramaturze $600 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, najmniej odporna na nacisk spośród badanych materiałów pięciowarstwowych, zaś spośród tektur pięciowarstwowych najwyższą wytrzymałość na zginanie wyznaczono dla tektury o gramaturze $626 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Potwierdza to wyniki uzyskane w teście na przebicie, tektura o tej właśnie gramaturze wykazywała najlepsze cechy mechaniczne, a jednocześnie podczas bigowania czy składania maszynowego wymaga użycia znacznie większego nacisku elementów bigujących czy formujących opakowanie. Możliwości poprawy właściwości mechanicznych wytworów papierniczych można modyfikować przez zastosowanie powłok zewnętrznych w postaci polimerów²⁰, zastosować dodatki materiałów odpadowych z recyklingu innych opakowań²¹ lub odnawialne surowce inne niż pulpa drzewna²².

²⁰ Pathare P., Opara U.: Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review. Biosystems Engineering, 125, 128-140, 2014.

²¹ Ayırlmis N., Candan Z., Hiziroglu S.: Physical and mechanical properties of cardboard panels made from used beverage carton with veneer overlay, Materials and Design, 29, 1897-1903, 2008.

²² Jeetah P., Golaup N., Buddynauth K.: Production of cardboard from waste rice husk. Journal of Environmental Chemical Engineering, 3, 52-59, 2015.



Rys. 3. Przykładowy przebieg badania wytrzymałości na zginanie tektury falistej dwuwarstwowej o gramaturze $296 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$.

Średnia wartość wytrzymałości na zginanie tektury czterowarstwowej wynosiła $3,30 \text{ MPa}$ i nie różniła się znacząco od wyników badań dla tektur pięciowarstwowych, co świadczy o podobnych właściwościach wytrzymałościowych na zginanie dla tektur czterowarstwowych i pięciowarstwowych. Odchylenie standardowe oraz wariancja nie różniły się od siebie znacząco, co wskazuje na małe rozbieżności pomiędzy otrzymanymi wynikami podczas badania.

Podczas badania wytrzymałości na zginanie tektur trzywarstwowych średnia wartość nie zależała od gramatury tektury i wynosiła od $2,775$ do $8,204 \text{ MPa}$. Zaobserwowano jednak, że dla tektur o większej grubości wytrzymałość na zginanie była wyższa, co świadczy o ich lepszej odporności na zginanie. Wartości odchylenia nie różniły się od siebie znacząco dla tektur trzywarstwowych, co oznacza małe rozbieżności wyników uzyskanych podczas badań. Wyniki wytrzymałości na zginanie tektury dwuwarstwowej o gramaturze $296 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (Rys. 3) były porównywalne z rezultatami otrzymanymi podczas badania tektur pięciowarstwowych, czterowarstwowych oraz trzywarstwowych, co świadczy o zbliżonej odporności tych tektur na zginanie.

Podsumowanie

Właściwości tektury wielowarstwowej związane z jej odpornością w trakcie transportu, przechowywania i użytkowania są uzależnione od rodzaju i konstrukcji materiału opakowaniowego. Przeprowadzając testy odporności materiałów na przebicie zaobserwowano, że największe wartości siły przebicia zostały wyznaczone podczas badania tektur o wyższej liczbie warstw oraz o wyższych gramaturach. Stwierdzono, że siła przebicia była zależna od wartości gramatury tektury. Wytrzymałość na zginanie nie różniła się znacząco dla

wszystkich badanych tektur pięciowarstwowych, czterowarstwowych, trzywarstwowych oraz dwuwarstwowych.

Bibliografia

- Allaoui S., Aboura Z., Benzeggagh M.L.: Effects of the environmental conditions on the mechanical behavior of the corrugated cardboard, "Composites Science and Technology" 69, 104-110, 2009.
- Allaoui S., Aboura Z., Benzeggagh M.L.: Phenomena governing uni-axial tensile behaviour of paper-board and corrugated cardboard, "Composite Structures" 87, 80-92, 2009.
- Ayrlimis N., Candan Z., Hizirolu S.: Physical and mechanical properties of cardboard panels made from used beverage carton with veneer overlay, "Materials and Design" 29, 1897-1903, 2008.
- Barcik R., Wyród-Wróbel J.: Opakowania produktów, Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała, 2002.
- Czechowski J., Jakubiszyn M.: Ogólna charakterystyka papierów do produkcji tektury falistej, „Opakowanie” 7, 12-15, 2003
- Czerniawski, B., Michniewicz, J.: Opakowania żywności, AFT, Czeladź, 1998.
- Dayyani I., Ziaei-Rad S., Salehi H.: Numerical and experimental investigations on mechanical behavior of composite corrugated core, "Applied Composite Materials" 19(3-4),705-721, 2012.
- Dayyani I., Shaw A.D., Saaavedra Flores E.I., Friswell M.I.: The mechanics of composite corrugated structures: A review with applications in morphing aircraft, "Composite Structures" 133, 358-380, 2015.
- DIN EN 14477:2004. Packaging. Flexible packaging material. Determination of puncture resistance. The methods.
- Drzewińska E., Czechowski, J., Stanisławska, A.: Technologia wytwarzania tektury falistej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2006.
- Emblem A., Emblem H.: Technika opakowań: podstawy, materiały, procesy wytwarzania. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa, 2014.
- Hamzeh Y., Sabbaghi S., Ashori A., Abdulkhani A., Soltani F.: Improving wet and dry strength properties of recycled old corrugated carton (OCC) pulp using various polymers, "Carbohydrate Polymers" 94, 577-583, 2013.
- Hou, S., Shu, C., Zhao, S., Liu, T., Han, X., Li, Q.: Experimental and numerical studies on multi-layered corrugated sandwich panels under crushing loading, "Composite Structures" 126, 371-385, 2015.
- Hung D., Nakano Y., Tanaka F., Hamanaka D., Uchino T.: Preserving the strength of corrugated cardboard under high humidity condition using nano-sized mists, "Composites Science and Technology" 70, 2123-2127, 2010.
- Jakowski S.: Tektura falista, "Opakowanie" 7, 6-8, 2005.
- Jeetah P., Golaup N., Buddynauth, K.: Production of cardboard from waste rice husk, "Journal of Environmental Chemical Engineering" 3, 52-59, 2015.
- Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M.: Współczesne opakowania, Wydawnictwo Naukowe Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków, 2003.
- Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Juśkiewicz, M.: Wybrane zagadnienia z opakownictwa żywności, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn, 2012.
- Pathare P., Opara U.: Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review. "Bio-systems Engineering" 125, 128-140, 2014.
- Riley A.: Paper and paperboard packaging, (w): Riley A. (red.), Packaging Technology, Woodhead Publishing Limited, 2012.

OPTIMALIZACJA ŁAŃCUCHA DOSTAW BIOMASY

Grzegorz Zając, Joanna Szyszlak-Bargłowicz, Wojciech Gołębiowski

Katedra Energetyki i Środków Transportu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Adres do korespondencji: grzegorz.zajac@up.lublin.pl

Wprowadzenie

Energia oraz surowce energetyczne są produktem strategicznym, mającym realny wpływ niemal na wszystkie elementy prawidłowego funkcjonowania gospodarki. Zależność od paliw i energii jest wprost proporcjonalna do rozwoju cywilizacyjnego danego kraju, regionu lub wspólnoty. Eksploatacja i wykorzystanie tradycyjnych nośników energii takich jak węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny i uran nie jest obojętna dla środowiska. Ich oddziaływanie w skali krótkoterminowej jest praktycznie niewielkie i przez to niedoceniane i lekceważone. Jednak w dłuższych okresach ekspozycji produktów spalania dochodzi do ich kumulacji w powietrzu, wodzie i glebie. Pogłębiające się systematyczne skażenie środowiska po przekroczeniu krytycznych wartości może doprowadzić do trwałych, nieodwracalnych zmian a w konsekwencji do zapaści cywilizacyjnej¹.

W celu zmniejszenia zależności od paliw kopalnych i łagodzenia zmian klimatu coraz więcej uwagi w badaniach naukowych poświęca się potencjałowi alternatywnych i odnawialnych źródeł energii². Oczekuje się, że bioenergia odgrywać będzie dominującą rolę, ponieważ biomasa jest uniwersalnym źródłem energii, które może być przechowywane i zamienione na energię autonomicznie, niezależnie od czynników zewnętrznych³. Ponadto, uważa się, że jej wykorzystanie przyczynia się do: aktywizacji i przeciwdziałania bezrobociu na obszarach wiejskich; zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego i dywersyfikacji źródeł nośników energii; przeciwdziałania nadprodukcji żywności; rozwoju paliw proekologicznych i zmniejszenia efektu cieplarnianego. Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne wymaga jednak dodatkowych nakładów związanych z wykonywaniem zabiegów produkcyjnych z zastosowaniem środków mechanizacji rolnictwa, nawożeniem, nawadnianiem i ochroną roślin, magazynowaniem i przetwarzaniem.

¹ Lewandowski W.M., Ryms M.: Biopaliwa: proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwo WNT 2013.

² Cherubini F., Strømman A.H.: Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges, „Bioresource Technology”, 2011, t. 102, nr 2, s. 437-451.

³ Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulos I.P.: Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2009, t. 13, nr 4, s. 887-894.

Ograniczona dostępność biomasy, nieciągłość dostaw i stosunkowo wysokie koszty logistyki nadal zagrażają rentowności produkcji energii z biomasy na dużą skalę i jej komercjalizacji⁴. Pojawiają się również krytyczne opinie na temat wielkoskalowego wykorzystania biomasy jako odnawialnego źródła energii. Argumentuje się to nieopłacalnością produkcji, wzrostem cen żywności, negatywnym wpływem biopaliw transportowych na pracę i trwałość silników, wyjałowieniem gleb na skutek prowadzenia monoupraw roślin energetycznych oraz małą efektywnością produkcji bioenergii ze względu na niską zawartość energii w biomase⁵. Niska gęstość biomasy i nieprzewidywalna jakość, sprawia, że koszty wytwarzania energii z biomasy są wyższe niż w przypadku konwencjonalnych źródeł energii.

Jedną z najważniejszych barier w rozwoju silnego sektora bioenergii są koszty dostaw biomasy⁶, transport biomasy z lokalizacji źródłowej do zakładu przetwarzania niesie ze sobą wiele skutków ekonomicznych, energetycznych i środowiskowych. Wysokie koszty dostaw biomasy uniemożliwiają rozwój rynku i hamują uczciwą konkurencję w stosunku do tradycyjnych źródeł energii, takich jak paliwa kopalne⁷. Tworzenie łańcuchów dostaw biomasy utrudniają także wątpliwości dotyczące dostaw biomasy, transportu, logistyki, produkcji, eksploatacji, popytu i ceny⁸. Aby przezwyciężyć te bariery i ograniczenia niezbędna jest optymalizacja łańcucha dostaw biomasy. Optymalizacja odnosi się do^{9,10}:

- wyboru wysoko wydajnych upraw nieżywnościowych,
- koordynacji transportu, obróbki wstępnej i przechowywania na poziomie operacyjnym, taktycznym i strategicznym,
- wykorzystania zaawansowanych energooszczędnych technologii konwersji biomasy na energię, aby umożliwić odpowiednie zmniejszenie kosztów produkcji i ochrony środowiska.

Biomasa – jej istota, definicja, surowce i zasoby

Biomasa jest najstarszym i najszerzej wykorzystywanym odnawialnym źródłem energii. Jest to cała istniejąca na Ziemi materia organiczna, wszystkie substancje pochodzenia roślinnego i zwierzonego ulegające biodegradacji. Biomasa jest produktem reakcji fotosyntezy, jest to złożony proces przetwarzania ditlenku węgla i wody z wykorzystaniem energii światła słonecznego w związki organiczne. W procesie fotosyntezy energia promieniowania słonecznego, po przejściu jej przez chloroplasty, jest gromadzona w postaci wiązań chemicznych w wyniku redukcji ditlenku węgla do molekuł węglowodanowych, lipidów

⁴ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2014, t. 31, s. 657-670.

⁵ Bravo M. de L., Naim M.M., Potter A.: Key issues of the upstream segment of biofuels supply chain: a qualitative analysis, „Logistics Research”, 2012, t. 5, nr 1-2, s. 21-31.

⁶ Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulos I.P.: Logistics issues of biomass..., op. cit.

⁷ H.-M. Wee i in., Renewable energy supply chains, performance, application barriers, and strategies for further development, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2012, t. 16, nr 8, s. 5451-5465.

⁸ Awudu I., Zhang J.: Uncertainties and sustainability concepts in biofuel supply chain management: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2012, t. 16, nr 2, s. 1359-1368.

⁹ Baños R. i in.: Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2011, t. 15, nr 4, s. 1753-1766.

¹⁰ Bravo M. de L., Naim M.M., Potter A.: Key issues of the upstream segment of biofuels supply chain..., op. cit.

i protein. Energia zgromadzona w formie organicznej, powstałej w wyniku fotosyntezy, stanowi potencjalną energię zasobów biomasy¹¹.

Zgodnie z definicją [Dz.U.2010.34.182] biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji. Natomiast biogaz to gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów. Mieszané paliwo wtórne to z kolei paliwo będą mieszkanką biomasy lub biogazu oraz innych paliw, przygotowane poza jednostką wytwórczą zużywającą to paliwo.

Wszystkie rodzaje biomasy są nośnikami energii chemicznej (zawierają węgiel i wodór). W zależności od kierunku pochodzenia wyróżnia się biomasę pochodzenia leśnego, rolniczego i biomasę odpadową¹². Biomasa stanowi źródło energii na każdym etapie przemian, którym ulega. Ze względu na stopień przetworzenia można wyróżnić surowce energetyczne:

- nieprzetworzone: drewno, słoma, rośliny energetyczne,
- wtórne: odpady organiczne, osady ściekowe, odchody zwierząt, makulatura, trociny,
- przetworzone, nośniki energii uzyskane w wyniku zastosowania procesów technologicznych: biogaz, bioetanol, biometanol, oleje roślinne, gaz drzewny.

Biopaliwo to biomasa, która przy użyciu metod fizycznych (zagęszczanie), chemicznych (estryfikacja) lub biochemicznych (fermentacja) została przygotowana do wykorzystania w celach energetycznych. Ze względu na stan skupienia wyróżnia się:

1. Biopaliwa stałe:

- drewno opałowe, trociny, wióry, brykiety,
- pozostałości z rolnictwa: słoma zbóż, rzepaku,
- rośliny energetyczne zielne, krzewiaste i drzewiaste
- odwodnione osady ściekowe.

2. Biopaliwa gazowe:

- biogaz: rolniczy, wysypiskowy, z fermentacji osadów ściekowych, z fermentacji odpadów przetwórstwa spożywczego,
- gaz drzewny.

3. Biopaliwa ciekłe:

- oleje roślinne,
- biodiesel (estry metylowe kwasów tłuszczowych),
- biometanol, bioetanol,
- paliwa płynne z upłynnienia biomasy: benzyna, bioolej i inne pochodne np. wodór.

W polskich warunkach znaczenie mają następujące źródła biomasy¹³:

- drewno pochodzące z lasów, przesiek, sadów, specjalnych upraw oraz drewno odpadowe z przemysłu drzewnego,
- plantacje roślin uprawnych z przeznaczeniem na cele energetyczne,
- nasiona roślin oleistych przetwarzane na estryfikowane oleje stanowiące materiał pędny,

¹¹ Grzybek A., Pawlak J.: Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie [Potential and use of renewable energy sources in agriculture]. Inżynieria w Rolnictwie, „Monografie”, 2015, nr 19.

¹² Grzybek A.: Zapotrzebowanie na biomasę i strategię energetycznego jej wykorzystania, „Studia i raporty IUNG-PIB”, 2008, t. 11, s. 9-23.

¹³ Janowicz L.: Biomasa w Polsce, „Energetyka”, 2006, nr 8, s. 601-604.

- ziemniaki, zboża etc. przetwarzane na alkohol etylowy dodawany do benzyn,
- organiczne pozostałości i odpady:
 - słoma i inne pozostałości roślinne stanowiące materiał odpadowy przy produkcji rolniczej,
 - odpady powstające w przemyśle rolno-spożywczym,
 - gnojowica lub obornik wykorzystywane do fermentacji metanowej,
 - organiczne odpady komunalne,
 - organiczne odpady przemysłowe, np. z przemysłu papierniczego-celulozowego.

Do podstawowych źródeł biomasy stałej zalicza się: słomę (np. pszeniczną, jęczmienną, rzepakową) traktowaną jako materiał odpadowy przy produkcji rolniczej; drewno oraz odpady powstałe z jego przeróbki, np. kora, trociny, zrębki; rośliny uprawiane na cele energetyczne (np. wierzba, mискant olbrzymi)¹⁴.

W Polsce posiadamy prawie 2 miliony hektarów gruntów o niższej przydatności produkcyjnej, które rolnictwo – po zaspokojeniu potrzeb żywnościowych – mogłoby przeznaczyć na alternatywne cele, np. energetyczne. Zgodnie z badaniami Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w Polsce można wykorzystać ok. 450 tys. ha gruntów o niskiej wartości i nieużytków rolnych pod uprawy roślin energetycznych, co przełoży się na roczny plon w postaci 8 mln ton biomasy¹⁵.

Rośliny energetyczne

Rośliny energetyczne oznaczają rośliny dostarczane zasadniczo na potrzeby produkcji: paliw biologicznych oraz energii elektrycznej i termalnej. Według wskazań naukowych, uprawa roślin energetycznych powinna obejmować jak najwięcej gatunków, dostosowanych do różnicowanych warunków klimatyczno-glebowych. Uwzględniając warunki agroklimatyczne w Polsce, zaleca się uprawę następujących roślin wysokoenergetycznych^{16,17}:

1. Rośliny zielne:

- ślaziowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*),
- słonecznik bulwiasty (topinambur) (*Helianthus ruberosus*),
- konopie siewne (*Cannabis sativa*),
- róża wielokwiatowa (*Rosa multiflora*),
- rożnik przerośnięty (*Silphium perfoliatum*).

2. Rośliny drzewiaste szybkiej rotacji: (SRC *Short Rotation Coppice*)

- wierzba wiciowa (*Salix viminalis*),
- topola (*Populus*),
- robinia akacjowa (*Robina pseudacacia*).

¹⁴ Kruczek H., Tatarek A.: Wykorzystanie różnego typu biomasy do współspalania w energetyce małej i dużej – zalety i problemy, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szanse i problemy, Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa 2007.

¹⁵ Rubczyński A. i in.: Plantacje roślin energetycznych – korzyści dla gospodarki i energetyki, „Czysta energia”, 2013, t. 6, s. 26-29.

¹⁶ Krzyżanowska Z.: Wsparcie dla roślin uprawianych na cele energetyczne, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szanse i problemy, Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa 2007.

¹⁷ Zajac G. i in.: Charakterystyka biomasy roślinnej jako paliw kotłowego, [w:] Energia i środowisko w produkcji, zarządzaniu i logistyce – wybrane problemy. Piekarski W. (red.), Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin 2016.

3. Rośliny trawiaste:

- miskant olbrzymi (*Miscanthus sinensis gigantea*),
- miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*),
- spartina preriowa (*Spartina pectinata*),
- palczatka gerarda (*Andropogon gerardi*),
- mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*),
- manna mielec (*Glyceria maxima*),
- tymotka łąkowa (*Phleum pratense*),
- kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea*),
- trzcina pospolita (*Phragmites australis*),
- rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*),
- proso różgowe (*Panicum virgatum*).

Minister Środowiska zwraca uwagę by nie wprowadzać do uprawy roślin gatunków obcych. Według Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie inwazyjne gatunki obce stanowią obecnie największe, poza utratą siedlisk, zagrożenie dla różnorodności biologicznej. Z podanej wyżej listy roślin wskazanej przez instytuty naukowe na liście roślin inwazyjnych znajdują się: robinia akacjowa, róża wielokwiatowa, topinambur i rdest sachaliński.

Drewno

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego z 2016 r. powierzchnia lasów w Polsce wynosi 9,2 mln ha, co odpowiada lesistości 29,5%. Sytuuje to Polskę w grupie krajów kontynentu europejskiego (bez Skandynawii) o największej powierzchni lasów w naszym regionie, zaraz po Francji, Niemczech i Ukrainie. Tym nie mniej jest to znacznie poniżej nie tylko lesistości Europy, ale również mniej od średniej lesistości krajów Unii Europejskiej, która wynosi 37%. Lesistość Polski jest jedną z najmniejszych w grupie nowych członków Unii Europejskiej. Z wagi na zasoby zasadnicze znaczenie ma nie tylko wielkość powierzchni leśnej, ale i jej rozmieszczenie oraz struktura własności. W strukturze własnościowej lasów w naszym kraju dominują lasy publiczne – 81%, w tym lasy pozostające w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe 77%. Lasy prywatne zajmują obszar ok. 1,6 mln ha, co stanowi 17,3% powierzchni leśnej kraju. Pozyskanie drewna (grubizny) wynosi 423,9 m³ na 100 ha powierzchni lasu. Lasy, które ze względu na swoje położenie pełnią funkcje wodochronne, glebochronne, uzdrowiskowo-klimatyczne, krajobrazowe itp., nazywane są lasami ochronnymi. W Polsce w 2015 r. ich łączna powierzchnia wyniosła 3,8 mln ha, co stanowiło 41,2% wszystkich lasów.

Rozmieszczenie lasów mierzone wskaźnikami lesistości, jak i struktura własności leśnej na terenie naszego kraju jest bardzo zróżnicowana. To samo dotyczy struktury gatunków panujących. Poza obszarem górskim, gdzie w składzie gatunkowym dominuje świerk (zachód) oraz świerk z bukiem (wschód), przeważają drzewostany z sosną jako gatunkiem panującym. Gatunki iglaste dominują na 75,8% powierzchni lasów. Sosna łącznie z modrzewiem zajmuje 67,6% areалу leśnego. Takie gatunki jak wspomniany już świerk z jodłą zajmują 8,2% powierzchni. Dąb łącznie z jesionem, klonem i wiązem 6,6%, brzoza 6,3%, olsza 5,3%, buk 4,9%.

Lasy Państwowe szacują możliwość pozyskania 2 mln m³ drewna energetycznego rocznie. Ogólnie rzecz biorąc, na drewno użytkowe przeznacza się ok 60% biomasy wytworzonej w lesie, a pozostałe części to w 30% niewykorzystana przemysłowo nadziemna część

drzew, a w 10% karpina. W Lasach Państwowych na opał przeznacza się około 3 mln m³ drewna rocznie. Do tego należy dodać 6-10 mln m³ odpadów przemysłowych i drewna pochodzącego z recyklingu¹⁸.

Nie mniej jednak pozyskanie całej możliwej do pobrania masy drewna na cele energetyczne nie wpłynie w sposób istotny na bilans energetyczny kraju, globalną poprawę jakości środowiska naturalnego, czy stanu zatrudnienia na terenach wiejskich. Jednak zamiana opalania węglem na drewno może mieć duże znaczenie lokalne w osadach i wsiach, czy małych kotłowniach miejskich. Bez wątpienia pozytywne znaczenie dla środowiska może mieć zmiana postaci drewna umożliwiająca spalanie go w nowoczesnych kotłach fluidalnych¹⁹.

Słoma

Słoma jest odpadem pochodzącym z upraw zbożowych. Słoma z rzepaku jest również włączona do całkowitej produkcji. Ilość produkowanej słomy zależy od zarządzania glebą i obszarem rolniczym oraz produkcji zbóż. Na wielkość produkcji słomy wpływa wiele czynników. Do najważniejszych należy zaliczyć: powierzchnię upraw roślin, plony, gatunek roślin, odmiany, nawożenie, warunki klimatyczne. Do uprawy wprowadzane są również nowe odmiany zbóż: sztywno- i krótkosłome²⁰. Ilość uzyskiwanej słomy w Polsce szacuje się na 25-33 mln ton rocznie^{21,22,23}. Słoma jest najczęściej wykorzystywanym materiałem ściółkowym, stanowi pokarm dla zwierząt, wykorzystywana jest do nawożenia pól. Po odliczeniu zapotrzebowania na ściółkę i paszę oraz niezbędnej ilości na przyoranie pozostają nadwyżki do alternatywnego zagospodarowania. Wielkość nadprodukcji słomy według różnych źródeł określone są na poziomie ok. 8-13 mln ton rocznie^{24,25}.

Warunkiem istnienia kotłowni na biomasę jest gwarancja wieloletnich dostaw paliwa. Struktura upraw i zapotrzebowanie na słomę na cele rolnicze pozwala w zasadzie we wszystkich rejonach Polski planować budowę i eksploatację kotłowni na słomę o mocy 1-3 MW. Niezależnie od słomy, traktowanej jako paliwo podstawowe, pod uwagę należy brać również zastosowanie innych paliw uzupełniających²⁶.

Ograniczeniem w powszechnym wykorzystaniu słomy w energetyce jest jej rozproszenie, różnicowanie właściwości zależne od gatunku rośliny, odmiany, nawożenia, warunków środowiska oraz pogody co generuje specjalne wymagania w stosunku do regulacji

¹⁸ Płotkowski L.: Bilans biomasy z lasów, stan obecny i prognoza średnio- i długookresowa, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szane i problemy, Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa 2007.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Rybak W.: Spalanie i współspalanie biopaliw stałych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2006.

²¹ F. Adamczyk i in., Problematyka badawcza w procesie zagęszczania słomy przeznaczonej na opał, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering”, 2005, t. 50, nr 4, s. 5-8.

²² Gradziuk P.: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele energetyczne w lokalnych systemach grzewczych, „Acta Agrophysica”, 2006, t. 8, nr 3, s. 591-601.

²³ Gradziuk P. i Kościuk K.: Analiza możliwości i kosztów pozyskania biomasy na cele energetyczne na potrzeby energetycznego wykorzystania w gminie Clomas, „Opracowanie na zlecenie Urzędu Gminy Clomas”, 2007.

²⁴ Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma: energetyczne paliwo, Wydaw. Wieś Jutra 2001.

²⁵ Denisiuk W.: Słoma-potencjał masy i energii, „Inżynieria Rolnicza”, 2008, t. 12, s. 23-30.

²⁶ Jabłoński W., Wnuk J.: Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii: aspekty ekonomiczno-techniczne, Oficyna Wydawnicza „Humanitas” 2009.

powietrza w kotłach do jej spalania. Ponadto słoma jest materiałem objętościowym, co rzutuje na koszty jej transportu i przechowywania^{27,28}.

Podczas żniw kombajn pozostawia słomę jako pokos na polu. Następnie jest ona zbierana i dla potrzeb energetycznych prasowana w bele lub baloty. Słoma jest zazwyczaj transportowana do miejsca składowania natychmiast po belowaniu. Słoma składowana w stanie suchym jest bardziej przydatna do produkcji energii oraz może być dłużej przechowywana. Różne metody składowania słomy mają wpływ na jej wilgotność i jakość oraz na koszty składowania. Składowanie słomy może odbywać się w stodołach, stogach i stertach. Ze względu na duże ilości słomy używanej do opalania dużych i średnich kotłowni należy wykluczyć możliwość składowania w stodołach. Z informacji uzyskanych od rolników i firm eksploatujących kotłownie opalane słomą wynika, że w naszych warunkach klimatycznych jest dopuszczalne składowanie na wolnym powietrzu w stogach i stertach. Składowanie małych balotów w stogach powoduje niewielki wzrost zawilgocenia wierzchnich warstw stogu. Przykrycie stogu folią lub brezentem powinno zapewnić możliwość wykorzystania całej słomy na potrzeby grzewcze²⁹.

Technologie konwersji biomasy

W każdej z metod konwersji biomasy uczestniczy konwersja chemiczna, ponieważ punktem wyjścia jest energia chemiczna zawarta w biomasie. Podczas spalania, zgazowania, fermentacji i pozostałych metod konwersji zachodzą reakcje chemiczne. Są to głównie reakcje utleniania, gdyż w biomasie najwięcej jest reduktorów węgla i wodoru³⁰.

Energię z biomasy można uzyskać w wyniku bezpośredniego spalania jej nieprzetworzonych form bądź w wyniku zastosowania przetworzonych form biomasy. Konwersja biomasy na energię może odbywać się metodami: termofizycznymi, fizykochemicznymi i biochemicznymi. Bezpośrednie spalanie biomasy jest najbardziej rozpowszechnioną i zarazem najprostszą formą pozyskania zwartej w niej energii³¹. Wykorzystanie biomasy do produkcji ciepła w procesie bezpośredniego spalania polega na konwersji zwartej w niej energii chemicznej związków węgla, wodoru i tlenu w energię cieplną w kotłach. Biomasa może być spalana we wszystkich stanach skupienia, od jej rodzaju zależą warunki spalania i konstrukcja instalacji.

Przetworzona biomasa nabywa wiele pozytywnych cech, takich jak: zwiększenie koncentracji energii, ujednoludnienie, usunięcie odorów, zwiększenie udziału pożądanych składników i jednocześnie pozycie się szkodliwych balastów. W wyniku mechanicznego, termicznego lub chemicznego przetworzenia biomasy uzyskuje się biopaliwo, które może być wykorzystane w energetyce, komunikacji, rolnictwie, budownictwie i przemyśle. Pali-

²⁷ Gradziuk P., Kościuk K.: Analiza możliwości i kosztów pozyskania biomasy na cele energetyczne na potrzeby energetycznego wykorzystania w gminie Clomas..., op. cit.

²⁸ Kowalczyk-Jusko A.: Uciążliwa, ale bardzo atrakcyjna, „Agroenergetyka. Kwartalnik Ogólnopolski”, 2009, nr 4.

²⁹ Jabłoński W., Wnuk J.: Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii: aspekty ekonomiczno-techniczne..., op. cit.

³⁰ Lewandowski W.M., Ryms M.: Biopaliwa: proekologiczne odnawialne źródła energii..., op. cit.

³¹ Grzybek A., Pawlak J.: Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie [Potential and use of renewable energy sources in agriculture]. Inżynieria w Rolnictwie..., op. cit.

wo to w wyniku konwersji zwartej w nim energii chemicznej można przetworzyć na energię cieplną, elektryczną lub mechaniczną³².

Biopaliwa stałe mogą być zużywane w procesach bezpośredniego spalania, współspalania, gazyfikacji oraz pirolizy w postaci między innymi: drewna i odpadów drzewnych, słomy (zbożowej, z roślin oleistych lub roślin strączkowych), ziaren, makulatury. Do celów energetycznych można wykorzystać również odpady organiczne (gnojowicę, odpady komunalne itp.), biopaliwa ciekłe (np. oleje roślinne, bioetanol z gorzelnii), biogaz z gnojowicy, osady ściekowe i z wysypisk komunalnych, jak również mieszanek odpadów komunalnych i biomasy, co może stanowić jedno z rozwiązań problemu rosnącej ilości odpadów różnego pochodzenia. Znaczna część segregowanych odpadów może być wykorzystana jako źródło energii³³.

Biopaliwa ciekłe otrzymywane są między innymi w postaci etanolu, produkowanego w wyniku fermentacji alkoholowej węglowodanów, butanolu, uzyskiwanego z fermentacji butylowej biomasy oraz biodiesla, otrzymywanego w wyniku estryfikacji olejów roślinnych³⁴.

Łańcuch dostaw – podstawowe definicje

Pojęcie „łańcuch dostaw” posiada wiele różnorodnych definicji i często są to mało spójne definicje. Niemniej korzeni pojęcia łańcucha dostaw i zarządzania łańcuchem dostaw należy szukać w logistyce. Ogólnie łańcuch dostaw można zdefiniować jako cały cykl życia wyrobu poczynając od momentu pozyskania surowców i materiałów, poprzez ich przetwarzanie i montaż, na dystrybucji i sprzedaży produktów finalnych kończąc³⁵.

Nawiązując bezpośrednio do nazwy, można stwierdzić, że łańcuch to połączenie poszczególnych jego ogniw w procesie dostarczania produktów (materiałnych i usług) na rynek³⁶. Łańcuch dostaw, w najprostszej postaci, składa się z trzech ogniw: firmy, dostawców oraz klientów. Rozbudowane łańcuchy dostaw zawierają trzy dodatkowe typy uczestników. Pierwszy z nich to dostawcy znajdujący się na samym początku łańcucha dostaw (dostawcy dostawców). Następnym typem są klienci znajdujący się na samym końcu łańcucha dostaw (klienci klientów). Ostatnią kategorią to grupa firm świadczących usługi dla innych firm objętych łańcuchem dostaw. Są to firmy, które zapewniają obsługę logistyczną, finansową, marketingową czy informatyczną³⁷.

Rozwój łańcuchów dostaw jest konsekwencją nasilenia potrzeby współpracy przedsiębiorstw w dążeniu do realizacji celów każdego z nich, w otoczeniu, w którym tempo i skala zmian znacznie się zwiększyły. W łańcuchu dostaw decyzje dotyczące ukształtowania i rozwoju działalności poszczególnych jednostek powinny uwzględniać powiązania z innymi jednostkami na rynku.

³² Lewandowski W.M., Ryms M.: Biopaliwa: proekologiczne odnawialne źródła energii..., op. cit.

³³ Wisz J., Matwiejew A.: Biomasa-badania w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania, „Energetyka”, 2005, nr 9, s. 631-636.

³⁴ Grzybek A., Pawlak J.: Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie [Potential and use of renewable energy sources in agriculture]. Inżynieria w Rolnictwie..., op. cit.

³⁵ Kawa A.: Łańcuch dostaw, [w:] Strategie łańcuchów dostaw, red M. Ciesielski, J. Długosz, Wyd. PWE, Warszawa 2010.

³⁶ Sitek P., Wikarek J.: Model matematyczny optymalizacji kosztów w łańcuchu dostaw, „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2012, t. 16, s. 137-140.

³⁷ Kot S., Starostka-Patyk M., Krzywdą D.: Zarządzanie łańcuchami dostaw, Wyd. Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2009.

Koncepcja łańcucha dostaw, powstała jako alternatywa wobec tradycyjnego sposobu postrzegania relacji między dostawcami i odbiorcami, które charakteryzują antagonizmy, wykorzystywanie własnej siły przetargowej oraz związane z tym przesuwanie obowiązku ponoszenia zwiększonych kosztów na kooperanta³⁸.

W łańcuchu dostaw, w którym jednostki współpracują w wytwarzaniu i dostarczaniu produktów ostatecznym nabywcom, zależności pomiędzy osiągnięciami poszczególnych przedsiębiorstw odgrywają szczególną rolę. Podejście takie związane jest z koniecznością dostosowania sposobów dostarczania towarów, jak również późniejszej obsługi posprzedażowej do indywidualnych potrzeb zgłaszanych przez każdego nabywcę. Spełnienie takich oczekiwań jest tym bardziej utrudnione, gdyż dostawcy dążą równocześnie do zapewnienia szybkiego obrotu zapasami i niskiego poziomu kosztów działalności³⁹.

Rozwój łańcuchów dostaw pociągnął za sobą koncepcje zarządzania nimi. Zarządzanie łańcuchem dostaw można zdefiniować jako planowanie i zarządzanie wszystkimi czynnościami związanymi z zaopatrzeniem i zamówieniami oraz wszystkich działań w zakresie zarządzania logistyką⁴⁰. Proces zarządzania łańcuchem dostaw to proces decyzyjny, który nie tylko integruje wszystkich jego uczestników, ale również koordynuje jego podstawowe przepływy: produkty/usługi, informacje oraz środki finansowe. Do głównych celów zarządzania łańcuchami dostaw możemy zaliczyć:

- skrócenie czasu realizacji zamówień,
- zapewnienie niezawodności, odpowiedniej częstotliwości, jakości i elastyczności dostaw,
- optymalizacja poziomów zapasów,
- minimalizacja całkowitych kosztów przepływu dóbr.

Zmiany zachodzące w gospodarce światowej oraz coraz powszechniejsza globalizacja prowadzi do powszechnego stosowania narzędzi teleinformatycznych, które umożliwiają ciągłą i prowadzoną w czasie rzeczywistym komunikację między poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw.

Cechą charakterystyczną łańcucha dostaw biomasy jest jego złożoność. Składa się on z powiązanych ze sobą i wzajemnie różnych sektorów, produktów i rynków. W przeciwieństwie do paliw kopalnych, produkcja biomasy nie jest skoncentrowana, a ponadto biomasa charakteryzuje się niską gęstością energetyczną. Cechy te przyczyniają się do wysokich kosztów i złożoności logistyki dostaw biomasy. Koszt transportu w niektórych przypadkach może stanowić nawet 50% całkowitego kosztu dostawy biomasy, a system logistyczny wymaga różnego rodzaju środków transportu. Ważnym czynnikiem w łańcuchu dostaw jest sezonowość pozyskiwania biomasy i związana z tym konieczność magazynowania która może mieć wpływ na jakość biomasy. Wpływ na stabilność łańcucha dostaw ma również szereg innych czynników takich jak uwarunkowania polityczne, niestabilność rynku, ale i zmiany klimatyczne czy klęski żywiołowe.

Czynniki te powodują, że łańcuch dostaw jest niestabilny i narażony na ryzyko, co z kolei sprawia, że właściwe planowanie staje się bardzo trudne. Wszystkie te wyzwania przyczyniają się do wyższych kosztów pozyskania energii z biomasy w porównaniu z innymi źródłami energii. Jednym ze sposobów radzenia sobie z niektórymi z tych wyzwań jest wykorzystanie

³⁸ Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia, PWE 2010.

³⁹ Małkus T., Wiśniowska S.: Łańcuch dostaw, <https://mfiles.pl/>, 23.09.2017.

⁴⁰ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

bardziej zaawansowanych technologii. Innym rozwiązaniem dla poprawy funkcjonowania łańcucha dostaw biomasy jest optymalizacja jego projektowania i zarządzania.

Struktura łańcucha dostaw biomasy

Typowy łańcuch dostaw biomasy składa się z kilku oddzielnych procesów. Procesy te obejmują: pozyskanie biomasy, przechowywanie i przetwarzanie. Wynikają one z typowych cech biomasy (np. fragmentacja przestrzenna, sezonowość i zmienność pogody, wysoka zawartość wilgoci, niska zawartość energii, mała gęstość nasypowa), które różnicują łańcuch dostaw biomasy od bardziej tradycyjnych łańcuchów dostaw. Wszystkie te operacje występują w miejscach produkcji biomasy lub w obiektach połączonych infrastrukturą transportową i przeładunkową^{41,42,43,44,45}.

Należy jednak mieć na uwadze, że dokładna struktura łańcucha dostaw biomasy zależy od rodzaju i charakterystyki biomasy, od zaprojektowanego systemu transportu i magazynowania oraz od stosowanej technologii konwersji energii. Biomasa jest zazwyczaj pozyskiwana w formie, która nie jest odpowiednia do bezpośredniego wykorzystania w transporcie, stąd też konieczność jej wstępnego przetworzenia (rozdrobienie, belowanie). Ponadto, technologia wykorzystywana do konwersji energii zazwyczaj określa formę, kształt, rozmiar i jakość paliwa wejściowego, a wielkość i lokalizacja obiektów konwersji musi być zgodna z sekwencją procesów, zapewniając dostarczenie biomasy we właściwym czasie⁴⁶.

Ponadto wymaga się, aby łańcuchy dostaw biomasy były elastyczne, aby móc przystosować się do zmian związanych z pogodą, trwałością biomasy i warunków rynkowych⁴⁷.

Pozyskanie biomasy

Jest to proces początkowy w łańcuchu dostaw biomasy (pomijając typowe czynności rolnicze związane z uprawą). W pozyskaniu biomasy podstawowe znaczenie ma zastosowana technologia zbioru. Dobór technologii zbioru zależy od rodzaju zbieranej biomasy, ale również wpływ mają inne czynniki takie jak zawartość wilgoci i sposób końcowego wykorzystania biomasy. Ponadto technologia zbierania biomasy może mieć wpływ na przechowywanie i transport.

Zazwyczaj na tym etapie realizowane są niektóre formy wstępnej obróbki, takie jak rozdrabnianie lub prasowanie, w celu ujednolodnienia lub zmniejszenia rozmiaru zebrane-

⁴¹ Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulou I.P.: Logistics issues of biomass..., op. cit.

⁴² Gold S., Seuring S.: Supply chain and logistics issues of bio-energy production, „Journal of Cleaner Production”, 2011, t. 19, nr 1, s. 32-42.

⁴³ Rentizelas A.A.: Biomass supply chains, [w:] Biomass combustion science, technology and engineering. eg. Rosendahl L., Elsevier 2013.

⁴⁴ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

⁴⁵ De Meyer A. i in.: A reference data model to support biomass supply chain modelling and optimisation, „Environmental Modelling & Software”, 2016, t. 83, s. 1-11.

⁴⁶ Mirkouei A. i in.: A review and future directions in techno-economic modeling and optimization of upstream forest biomass to bio-oil supply chains, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2017, t. 67, s. 15-35.

⁴⁷ Iakovou E. i in.: Waste biomass-to-energy supply chain management: A critical synthesis, „Waste Management”, 2010, t. 30, nr 10, Anaerobic Digestion (AD) of Solid Waste Anaerobic Digestion, s. 1860-1870.

go materiału. Ma to na celu ułatwienie transportu i zapobieżenie znacznej utracie materiału podczas transportu.

Etap ten ma duży wpływ na efektywność i koszty. Przy opracowaniu modelu optymalizacji należy wziąć pod uwagę takie czynniki jak: częstotliwość zbiorów, niepożądane ekologiczne oddziaływanie maszyn do zbioru, itd.

Magazynowanie

Magazynowanie biomasy jest bardzo istotnym ogniwem w łańcuchu dostaw i stanowi szczególne wyzwanie dla logistyki. Biomasa charakteryzuje się dostępnością sezonową, jest ona zbierana w określonych porach roku, ale popyt na biomasę trwa przez cały rok stąd też należy ją przechowywać. Dodatkowym problemem jest zmienne plonowanie, co wpływa na roczną podaż biomasy.

Punkty magazynowania muszą zapewnić systematyczny przepływ tego surowca od producenta, poprzez punkty składowania, punkty wstępnej obróbki do zakładu konwersji. Mogą one znajdować się w miejscach pozyskania biomasy, gospodarstwach rolniczych, przy obiektach konwersji lub w miejscu pośrednim. Ponadto system magazynowania powinien zapewnić ochronę przed utratą suchej masy i zmianą jakości biomasy.

Odpowiednia lokalizacja punktów magazynowania, ich pojemność oraz konieczność stosowania magazynów pośrednich będzie miała wpływ na stosowane środki transportu i odległości dostaw, a więc będzie wpływała na koszty.

Przetwarzanie biomasy

Biomasa jest przetwarzana w celu albo poprawy wydajności obsługi i ilości, które mogą być transportowane albo w celu przygotowania do dalszego przetwarzania.

Przetwarzanie może obejmować zwiększenie gęstości objętościowej biomasy (np. przekształcanie drewna leśnego lub roślin energetycznych w zrębki) lub kompaktowanie (np. formowanie słomy w bele, peletowanie lub brykietowanie). Przetwarzanie może wystąpić na każdym etapie łańcucha dostaw, ale często jest etapem poprzedzającym transport drogowy.

Przetwarzanie może być wymagane także zanim biomasa wejdzie do obiektu konwersji energii. Biomasa musi posiadać dokładną specyfikację wymaganą przez urządzenia do konwersji energii, pod względem jakości, wilgotności i wielkości. Ten rodzaj przetwarzania może być wykonany przed lub po przechowywaniu.

Transport

Biomasa może być transportowana na wiele sposobów. Wybór optymalnego sposobu ze względu na aspekty ekonomiczno-ekologiczne formy transportu zależy od wielu czynników: rodzaju i postaci biomasy, jej ilości, odległości do miejsca docelowego i wymagań odbiorcy.

Transport biomasy może być realizowany za pomocą transportu drogowego, kolejowego, wodnego lub ich kombinacji. Transport drogowy jest zwykle wykorzystywany na krótkich odległościach, transport kolejowy jest wykorzystywany na większych odległościach, natomiast transport wodny jest odpowiedni dla długich dystansów. W zależności od rodzaju

biomasy, kształtu, odległość do pokonania i wymagań klientów, można wybrać jeden lub kilka środków transportu.

Biorąc pod uwagę typowe lokalizacje miejsc pozyskania i magazynowania biomasy oraz istniejącą infrastrukturę, to transport drogowy charakteryzuje się największym potencjałem. Inne czynniki sprzyjające zastosowaniu transportu drogowego to stosunkowo krótkie odległości, na których paliwo jest transportowane oraz większa elastyczność, jaką może oferować transport drogowy w porównaniu z innymi rodzajami transportu.

Należy jednak pamiętać, że środki transportu są źródłem emisji zanieczyszczeń i tym samym przyczyniają się do zmniejszenia w pewnym stopniu korzyści środowiskowych wynikających z stosowania odnawialnych źródeł energii. Zatem czynnik ten powinien być szczególnie uważnie analizowany przy planowaniu łańcucha dostaw biomasy.

Koszt dostawy biomasy zależą zatem od wielu czynników, takich jak: metody zbiorów i operacje przetwarzania, odległości, wykorzystywane środki transportu, rodzaj drogi i warunki drogowe (prędkość przemieszczenia), typ biomasy (gęstość nasypowa).

Optymalizacja łańcuchów dostaw biomasy

Jedną z najważniejszych przeszkód w rozwoju silnego sektora bioenergii jest koszt łańcucha dostaw biomasy, ponieważ transport biomasy z miejsca pochodzenia do obiektu konwersji wywołują różne konsekwencje ekonomiczne, energetyczne i środowiskowe. Poza tymi barierami funkcjonowanie łańcuchów dostaw biomasy utrudnia niepewność dotycząca dostaw, transportu, logistyki, produkcji, eksploatacji, popytu i cen biomasy⁴⁸. Samo wystąpienie powiązań materiałowo – informacyjnych między określonymi podmiotami nie oznacza, że relacje te są optymalne, a więc właściwie zaplanowane, zorganizowane i realizowane. Całościowa optymalizacja powiązań natury logistycznej, występujących między grupą podmiotów, tworzy organizacyjną podstawę kształtowania łańcuchów dostaw⁵⁰.

Ze względu na istniejące bariery w rozwoju sektora bioenergii optymalizacja łańcucha dostaw biomasy ma zasadnicze znaczenie. Optymalizacja obejmuje koordynację transportu, wstępnej obróbki i składowania na poziomie operacyjnym, taktycznym i strategicznym^{51,52,53}.

Techniki optymalizacji są wykorzystane do modelowania łańcuchów dostaw w różnych branżach, w tym do modelowania łańcuchów dostaw biomasy. Korzystanie z technik optymalizacji w projektowaniu i zarządzaniu łańcuchem dostaw biomasy może zaowocować większą wydajnością, dzięki czemu biomasa może stać się opłacalnym źródłem energii⁵⁴. Jednym z najważniejszych i najtrudniejszych celów łańcucha dostaw biomasy jest zaprojektowanie całego systemu logistycznego, w tym sieci transportowej, dostarczania

⁴⁸ Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulou I.P.: *Logistics issues of biomass...*, op. cit.

⁴⁹ De Meyer A. i in.: *Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains...*, op. cit.

⁵⁰ Świerczek A.: *Od łańcuchów dostaw do sieci dostaw, „Logistyka”, 2007, nr 1, s. 74-77.*

⁵¹ Baños R. I in.: *Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review...*, op. cit.

⁵² Bravo M. de L., Naim M.M., Potter A.: *Key issues of the upstream segment of biofuels supply chain...*, op. cit.

⁵³ De Meyer A. i in.: *Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains...*, op. cit.

⁵⁴ Shabani N., Akhtari S., Sowlati T.: *Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2013, t. 23, s. 299-311.*

surowców, wstępnej obróbki, rozkładu biomasy i taktycznych harmonogramów operacyjnych.

Konwencjonalne metody optymalizacji oparte na projektowaniu sieci łańcucha dostaw biomasy zakładają, że parametry operacyjne, a tym samym parametry konstrukcyjne są deterministyczne. Jednakże kluczowe parametry, takie jak zapotrzebowanie, ceny i zasoby biomasy są zwykle niepewne. Źródła niepewności procesu decyzyjnego wynikają z trzech różnych warunków: braku wiedzy, na przykład o jakości dostępnych surowców biomasy; zakłóceń, na przykład błędy pomiaru lub niekompletne dane; i wydarzeń, które jeszcze się nie pojawiły, takie jak przyszłe zapotrzebowanie na energię lub niedobory zapasów surowców. Niepewność tworzy szereg problemów związanych z niestabilnością jednej decyzji w powiązaniu z innymi⁵⁵.

W celu sklasyfikowania badań w dziedzinie łańcuchów dostaw biomasy, można rozważyć różne kryteria które spełniają założone cele. Obiektywna funkcja lub kryterium optymalizacji może być wynikiem wysiłku wyrażającego cel biznesowy w kategoriach matematycznych do wykorzystania w analizie decyzji, badaniach lub optymalizacji. W łańcuchach dostaw biomasy można osiągnąć różne ogólne cele. Najczęstszym celem wśród modeli łańcucha dostaw biomasy jest minimalizacja kosztów ogólnych. Inne modele koncentrują swoje cele na maksymalizacji ogólnego zysku biorąc pod uwagę sprzedaż produktów, koszt surowców, koszt transportu, wstępne przetwarzanie biomasy, lokalizacje magazynów oraz inne koszty operacyjne dla lokalizacji. Kolejnym celem może być maksymalizacja wartości bieżącej netto (NPV). W celu znalezienia kompromisu pomiędzy sprzecznymi kryteriami można zastosować cele wielokryterialne. Cele te mogą obejmować maksymalizację ogólnego zysku uwzględniającego koszty surowców, produktów i przetwarzania oraz minimalizowanie oddziaływania na środowisko⁵⁶.

Zgodnie z definicją zarządzania łańcuchem dostaw i logistyki, istnieje wiele zmiennych, które mogą mieć wpływ podczas podejmowania decyzji, takich jak lokalizacja, planowanie zapasów, zarządzanie flotą i tak dalej. Istnieją trzy główne poziomy podejmowania decyzji^{57,58}:

1. Decyzje strategiczne – odnoszą się do dłuższej perspektywy czasowej (np. kilka lat), często są decyzje inwestycyjne. Zwykle koncentrują się na projektowaniu sieci dostaw – wyborze dostawców biomasy, lokalizacji, pojemności i rodzaju magazynów, wstępnej obróbki i lokalizacji obiektów konwersji.
2. Decyzje taktyczne – horyzont planowania średniookresowego (od jednego do kilku miesięcy). Koncentrują się na planowaniu zapasów (np. ilość zbiorów), oraz zarządzania flotą (np. środki transportu, wielkość przesyłki, trasa i harmonogram)
3. Decyzje operacyjne – dotyczą podejmowanych decyzji dla celów krótkoterminowych (np. tygodniowych, dziennych lub godzinowych). Koncentrują się na planowaniu zapa-

⁵⁵ Zamar D.S. i in.: A quantile-based scenario analysis approach to biomass supply chain optimization under uncertainty, „Computers & Chemical Engineering”, 2017, t. 97, s. 114-123.

⁵⁶ Atashbar N.Z., Labadie N., Prins C.: Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look, „8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2016”, 2016, t. 4 9, nr 12, s. 604-615.

⁵⁷ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

⁵⁸ Atashbar N.Z., Labadie N., Prins C.: Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look..., op. cit.

sów, planowaniu i harmonogramowaniu pojazdów w celu zapewnienia ciągłości pracy urządzeń konwersji i innych procesów w łańcuchu dostaw.

Techniki optymalizacji są stosowane w celu zarządzania dostawami biomasy z poziomów strategicznych, taktycznych i operacyjnych. Metody rozwiązań można podzielić na pięć grup^{59,60}:

- programowanie matematyczne,
- heurystyki,
- Decyzja Analiza wielokryterialna (MCDA),
- Systemy Informacji Geograficznej (GIS),
- symulacja.

Programowanie matematyczne obejmuje opracowywanie modeli matematycznych, które reprezentują sytuacje w świecie rzeczywistym i mogą być wykorzystane do określenia optymalnego wyniku. Ogólnie rzecz biorąc, model programowania matematycznego obejmuje obiektywną funkcję, warianty decyzji i ograniczenia. Oznacza to, że wartości zmiennych decyzyjnych są określone w taki sposób, że obiektywna funkcja jest zoptymalizowana, a wartości spełniają określone w granicach ograniczenia⁶¹. Różnice w specyficznych charakterystykach wariantów, funkcji obiektywnych i ograniczeń pozwalają wyodrębnić cztery metody: programowania liniowego (LP), programowania całkowitego (IP), mieszane programowania liniowego całkowitego (MILP) i programowania nieliniowego (NLP).

Modele programowania liniowego są modelami programowania matematycznego, mającą liniową funkcję celu i ograniczenia liniowe. Modele matematyczne są uważane za modele programowania całkowitego, gdy wszystkie zmienne decyzyjne są ograniczone do liczb całkowitych. Zmienne modele liniowe mieszane łączą cechy charakterystyczne modeli programowania liniowego i programowania całkowitego. Model programowania matematycznego nazywany jest nieliniowym, jeśli cel lub niektóre z ograniczeń zawierają nieliniowe funkcje. Wśród technik programowania matematycznego najczęstsze jest mieszane programowanie liniowe całkowite^{62,63,64,65}.

Podejście heurystyczne poszukuje zadowalających, ale niekoniecznie optymalnych rozwiązań do rozwiązywania problemów w krótszym czasie⁶⁶. W literaturze zajmującej się optymalizacją zarządzania dostaw biomasy można wyróżnić trzy różne algorytmy heurystyczne; tj. algorytm genetyczny (GA), optymalizacja rojem cząstek (PSO) i algorytm pszczoły (BA).

⁵⁹ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

⁶⁰ Atashbar N.Z., Labadie N., Prins C.: Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look..., op. cit.

⁶¹ Winston W.L., Goldberg J.B.: Operations research: applications and algorithms, Thomson Brooks/Cole Belmont 2004, t. 3.

⁶² Iakovou E. i in.: Waste biomass-to-energy supply chain management..., op. cit.

⁶³ Judd J. i in.: An optimal storage and transportation system for a background/motivation, 2010, t. 300, s. 1-15.

⁶⁴ Awudu I., Zhang J.: Uncertainties and sustainability concepts in biofuel supply chain management..., op. cit.

⁶⁵ Bai Y., Ouyang Y., Pang J.-S.: Biofuel supply chain design under competitive agricultural land use and feed-stock market equilibrium, „Energy Economics”, 2012, t. 34, nr 5, s. 1623-1633.

⁶⁶ Pezzini P., Gomis-Bellmunt O., Sudrià-Andreu A.: Optimization techniques to improve energy efficiency in power systems, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2011, t. 15, nr 4, s. 2028-2041.

Algorytm genetyczny (GA) naśladuje proces naturalnej ewolucji i pozwala populacji ewoluować pod określonymi zasadami do stanu maksymalizującego wybrane kryteria⁶⁷. GA stosuje binarne kodowanie zmiennych decyzyjnych reprezentujących lokalizacje dostaw i lokalizacje docelowe. Poza wieloma zaletami GA (np. duża liczba zmiennych ciągłych i dyskretnych, jednoczesna ocena dużej populacji zamiast pojedynczego punktu, optymalizacja funkcji nieliniowych, nieciągłych i nie różniczkowych), wadą GA jest to, że w pewnym punkcie algorytm ten bardzo wolno znajduje rozwiązanie zbliżone do optymalnego.

Algorytm optymalizacji rojem cząstek (PSO), jest stochastycznym algorytmem obliczeniowym naśladującym zachowanie przemieszczającego się stada ptaków. Algorytm PSO pracuje ze zbiorem (nazywanym rojem) potencjalnych rozwiązań problemu (nazywanych cząstkami)⁶⁸. Metoda optymalizacji okazała się być skuteczna w wielowymiarowych problemach optymalizacyjnych^{69,70}.

Algorytm pszczeni i jego odmiana – binarne poszukiwanie pszczół miodnych (BHBF) jest algorytmem optymalizacyjnym zainspirowanym poprzez proces poszukiwania pożywienia jaki stosują roje pszczół miodnych. Algorytm BHBF jest potencjalnie odpowiedni do problemów multimodalnych, w których wykrywane są wszystkie szczyty powyżej pewnej wysokości, a także dynamicznie zmieniające się środowiska, w którym położenie i wysokość pików mogą się zmieniać^{71,72,73}.

Wielokryterialna analiza decyzyjna MCDA jest zbiorem metod i narzędzi matematycznych umożliwiających porównywanie wariantów decyzyjnych z uwzględnieniem różnych, często sprzecznych ze sobą kryteriów. Metody wielokryterialne można sklasyfikować na dwie grupy: metody ukierunkowane na rozwiązywanie problemów dyskretnych oraz ciągłych. Zadania dyskretne to takie, w których istnieje skończony zbiór wariantów decyzyjnych oraz skończony zbiór kryteriów i w oparciu o nie należy podjąć decyzję. Dzięki integracji metod MCDA z systemami GIS jest możliwe uzyskanie funkcjonalności łączącej zalety metod wielokryterialnych z możliwościami przetwarzania, analiz i wizualizacji danych przestrzennych⁷⁴.

System informacji geograficznej (GIS) jest to środowisko informatyczne służące do prowadzenia analiz przestrzennych. Z tego względu coraz częściej wykorzystywane jest w logistyce. Metody optymalizacji są regularnie połączone z GIS. Z jednej strony GIS jest używany do przetwarzania i wizualizacji danych wejściowych i wyników. Z drugiej strony funkcje GIS pozwalają na obliczanie odległości transportowych, określanie najkrótszych ścieżek między obiektami, określenie potencjalnych miejsc budowy obiektów, itp. Nastę-

⁶⁷ Rentizelas A.A., Tatsiopoulos I.P., Tolis A.: An optimization model for multi-biomass tri-generation energy supply, „Biomass and Bioenergy”, 2009, t. 33, nr 2, s. 223-233.

⁶⁸ Figielska E., Wiatrak M.: Zastosowanie algorytmu optymalizacji rojem cząstek do znajdowania ekstremów globalnych wybranych funkcji testowych, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki”, 2015.

⁶⁹ Izquierdo J. i in.: Particle Swarm Optimization for the biomass supply chain strategic planning, 2008.

⁷⁰ López P.R. i in.: A Method for Particle Swarm Optimization and its Application in Location of Biomass Power Plants, „International Journal of Green Energy”, 2008, t. 5, nr 3, s. 199-211.

⁷¹ Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulos I.P.: Logistics issues of biomass..., op. cit.

⁷² Vera D. i in.: A Honey Bee Foraging approach for optimal location of a biomass power plant, „Applied Energy”, 2010, t. 87, nr 7, s. 2119-2127.

⁷³ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

⁷⁴ Malczewski J.: GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, „International Journal of Geographical Information Science”, 2006, t. 20, nr 7, s. 703-726.

nie te informacje geograficzne mogą być zastosowane do parametryzacji modelu optymalizacji^{75,76,77}.

Symulacja komputerowa jest skuteczną metodą badania złożonych systemów. Proces symulacji obejmuje wybór modelu, konstruowanie implementacji modelu w komputerze, obliczanie wyników algorytmu i wizualizowanie danych wyjściowych. W porównaniu do programowania matematycznego, symulacja pozwala na precyzyjne modelowanie wzmocnienia i łatwo radzi sobie ze zdarzeniami losowymi⁷⁸.

Podsumowanie

Biomasa może być elastycznym źródłem energii, umożliwiającym konwersję do energii elektrycznej, ciepłej, biopaliw ciekłych lub gazowych lub ich kombinacji. Zaletą wykorzystania biomasy do wytwarzania energii jest jej możliwość przechowywania i używania na żądanie. Jest to energia czysta i odnawialna a jej wykorzystanie zamyka obieg ditlenku węgla i może wpłynąć na zmniejszenie zależności od paliw kopalnych, które są głównymi źródłami uwalniania tego gazu do atmosfery.

W warunkach polskich technologie wykorzystujące biomasę stanowią będą nadal podstawowy kierunek rozwoju odnawialnych źródeł energii. Wykorzystanie biomasy w znaczącym stopniu będzie wpływało na poprawę gospodarki rolnej oraz leśnej i stanowić powinno istotny element polityki rolnej. Zakłada się, że pozyskiwana na ten cel biomasa w znacznym stopniu pochodzić będzie z upraw energetycznych. Przewiduje się użyteczne wykorzystanie szerokiej gamy biomasy zawartej w różnego rodzaju odpadach przemysłowych i komunalnych, także spoza produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ma to stworzyć nowe możliwości dla dynamicznego rozwoju lokalnej przedsiębiorczości⁷⁹.

Pomimo zalet wykorzystywania biomasy do celów energetycznych, w celu skutecznego jej wykorzystania, należy pokonać wiele barier w tym: dostępności biomasy, kosztów i jakości, wydajności konwersji, kosztów transportu i skuteczności systemu logistycznego⁸⁰. Wszystkie te bariery wpływają na wysokie koszty zarządzania łańcuchem dostaw biomasy. Stosowanie zaawansowanych technologii, takich jak wstępna obróbka lub sprawny system transportu są jednym ze sposobów radzenia sobie z niektórymi z tych wyzwań. Jednak w celu obniżenia kosztów energii wytworzonej z biomasy i zwiększenia jej konkurencyjności konieczna jest poprawa łańcucha jej dostaw i jego optymalizacja.

⁷⁵ D'Amours S., Rönnqvist M., Weintraub A.: Using Operational Research for Supply Chain Planning in the Forest Products Industry, „INFOR: Information Systems and Operational Research”, 2008, t. 46, nr 4, s. 265-281.

⁷⁶ Alam M., Pulkki R., Shahi C.: Road network optimization model for supplying woody biomass feedstock for energy production in northwestern Ontario, „The open forest science Journal”, 2012, t. 5, s. 1-14.

⁷⁷ De Meyer A. i in.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains..., op. cit.

⁷⁸ Atashbar N.Z., Labadie N., Prins C.: Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look..., op. cit.

⁷⁹ Roguska M.: Rynek biomasy stalej w Polsce i perspektywy rozwoju, „Czysta energia”, 2010, nr 6.

⁸⁰ Shabani N., Akhtari S., Sowlati T.: Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production..., op. cit.

Do planowania i zarządzania łańcuchami dostaw biomasy, opracowano praktyczne modele za pomocą narzędzi takich jak badania operacyjne i optymalizacja matematyczna w oparciu o algorytmy komputerowe.

Przy rosnącym wykorzystaniu biomasy przez zakłady energetyczne optymalizacja logistyki dostaw tego paliwa wymagać będzie właściwego zaplanowania, organizacji oraz zarządzania bazą surowcową i flotą samochodów dostawczych lub innych środków transportu w czasie semirzeczywistym. Na podstawie optymalnych, modelowych dla danej technologii pozyskania biomasy, rodzaju surowca i nośnika końcowego, strategii logistycznych można określić wskaźniki redukcji emisji gazów cieplarnianych i odnieść je do technologii rzeczywistych. Mnogość surowców, które mogą być wykorzystane energetycznie, różne rodzaje transportu, różnorodność technologii przetwarzania biomasy i odmienne postacie fizyczne nośników końcowych wymagają stworzenia opisujących je modeli⁸¹.

W ocenie i optymalizacji łańcuchów dostaw biomasy rozwija się tendencja do integracji aspektów gospodarczych, środowiskowych i społecznych. W badaniach tych, emisja gazów cieplarnianych jest najczęściej stosowanym wskaźnikiem kosztów środowiskowych, produkcja i kapitał są wskaźnikami ekonomicznymi a liczba utworzonych miejsc pracy jest najbardziej uznanym kryterium społecznym.

Bibliografia

- Adamczyk F., Frąckowiak P., Mielec K., Kośmicki Z.: Problematyka badawcza w procesie zagęszczania słomy przeznaczonej na opał, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering”, 2005, t. 50, nr 4, s. 5-8.
- Alam M., Pulkki R., Shahi C.: Road network optimization model for supplying woody biomass feedstock for energy production in northwestern Ontario, „The open forest science Journal”, 2012, t. 5, s. 1-14.
- Atashbar N.Z., Labadie N., Prins C., Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look, „8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2016”, 2016, t. 49, nr 12, s. 604-615.
- Awudu I., Zhang J.: Uncertainties and sustainability concepts in biofuel supply chain management: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2012, t. 16, nr 2, s. 1359-1368.
- Bai Y., Ouyang Y., Pang J.-S.: Biofuel supply chain design under competitive agricultural land use and feedstock market equilibrium, „Energy Economics”, 2012, t. 34, nr 5, s. 1623-1633.
- Baños R., Manzano-Agugliaro F., Montoya F.G., Gil C., Alcayde A., Gómez J.: Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2011, t. 15, nr 4, s. 1753-1766.
- Bravo M. de L., Naim M.M., Potter A.: Key issues of the upstream segment of biofuels supply chain: a qualitative analysis, „Logistics Research”, 2012, t. 5, nr 1-2, s. 21-31.
- Cherubini F., Strømman A.H.: Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges, „Bioresource Technology”, 2011, t. 102, nr 2, s. 437-451.
- D'Amours S., Rönnqvist M., Weintraub A.: Using Operational Research for Supply Chain Planning in the Forest Products Industry, „INFOR: Information Systems and Operational Research”, 2008, t. 46, nr 4, s. 265-281.

⁸¹ Rogulska M. i in., Powiązanie rolnictwa i energetyki w kontekście realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej w Polsce, „Polish Journal of Agronomy”, 2011, t. 7, s. 92-101.

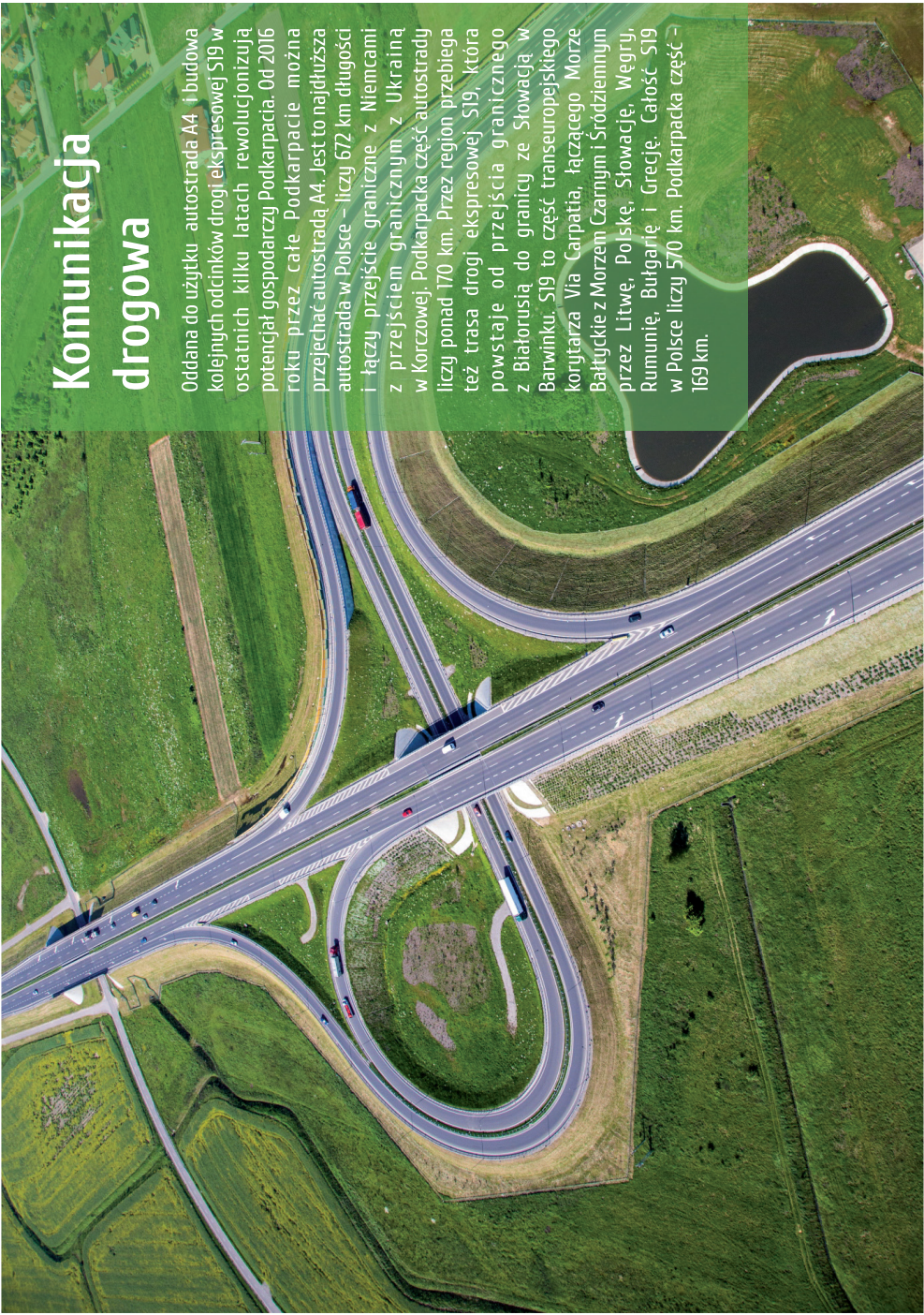
- De Meyer A., Cattrysse D., Rasinmäki J., Van Orshoven J.: Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2014, t. 31, s. 657-670.
- De Meyer A., Snoeck M., Cattrysse D., Van Orshoven J.: A reference data model to support biomass supply chain modelling and optimisation, „Environmental Modelling & Software”, 2016, t. 83, s. 1-11.
- Denisiuk W.: Słoma-potencjał masy i energii, „Inżynieria Rolnicza”, 2008, t. 12, s. 23-30.
- Figielska E., Wiatrak M., Zastosowanie algorytmu optymalizacji rojem cząstek do znajdowania ekstremów globalnych wybranych funkcji testowych, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki”, 2015.
- Gold S., Seuring S.: Supply chain and logistics issues of bio-energy production, „Journal of Cleaner Production”, 2011, t. 19, nr 1, s. 32-42.
- Gradziuk P.: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele energetyczne w lokalnych systemach grzewczych, „Acta Agrophysica”, 2006, t. 8, nr 3, s. 591-601.
- Gradziuk P., Kościuk K.: Analiza możliwości i kosztów pozyskania biomasy na cele energetyczne na potrzeby energetycznego wykorzystania w gminie Clomas, „Opracowanie na zlecenie Urzędu Gminy Clomas”, 2007.
- Grzybek A.: Zapotrzebowanie na biomasę i strategię energetycznego jej wykorzystania, „Studia i raporty IUNG-PIB”, 2008, t. 11, s. 9-23.
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma: energetyczne paliwo, Wydaw. Wieś Jutra 2001.
- Grzybek A., Pawlak J., Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie. Inżynieria w Rolnictwie, „Monografie”, 2015, nr 19.
- Iakovou E., Karagiannidis A., Vlachos D., Toka A., Malamakis A.: Waste biomass-to-energy supply chain management: A critical synthesis, „Waste Management”, 2010, t. 30, nr 10, Anaerobic Digestion (AD) of Solid Waste Anaerobic Digestion, s. 1860-1870.
- Izquierdo J., Minciardi R., Montalvo I., Robba M., Tavera M.: Particle Swarm Optimization for the biomass supply chain strategic planning, 2008.
- Jabłoński W., Wnuk J.: Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii: aspekty ekonomiczno-techniczne, Oficyna Wydawnicza Humanitas 2009.
- Janowicz L., Biomasa w Polsce, „Energetyka”, 2006, nr 8, s. 601-604.
- Judd J., Sarin S., Cundiff J., Grisso R.: An optimal storage and transportation system for a background/motivation, 2010, t. 300, s. 1-15.
- Kawa A.: Łańcuch dostaw, [w:] Strategie łańcuchów dostaw, red M. Ciesielski, J. Długosz, Wyd. PWE, Warszawa 2010.
- Kot S., Starostka-Patyk M., Krzywda D.: Zarządzanie łańcuchami dostaw, Wyd. Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2009.
- Kowalczyk-Juśko A.: Uciążliwa, ale bardzo atrakcyjna, „Agroenergetyka. Kwartalnik Ogólnopolski”, 2009, nr 4.
- Kruczek H., Tatarek A.: Wykorzystanie różnego typu biomasy do współspalania w energetyce małej i dużej - zalety i problemy, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szanse i problemy, Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa 2007.
- Krzyżanowska Z.: Wsparcie dla roślin uprawianych na cele energetyczne, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szanse i problemy, Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa 2007.
- Lewandowski W.M., Ryms M.: Biopaliwa: proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwo WNT 2013.
- López P.R., Galán S.G., Reyes N.R., i Jurado F.: A Method for Particle Swarm Optimization and its Application in Location of Biomass Power Plants, „International Journal of Green Energy”, 2008, t. 5, nr 3, s. 199-211.
- Malczewski J.: GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, „International Journal of Geographical Information Science”, 2006, t. 20, nr 7, s. 703-726.
- Małkus T., Wiśniowska S.: Łańcuch dostaw, <https://mfiles.pl/>, 23.09.2017.

- Mirkouei A., Haapala K.R., Sessions J., Murthy G.S.: A review and future directions in techno-economic modeling and optimization of upstream forest biomass to bio-oil supply chains, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2017, t. 67, s. 15-35.
- Pezzini P., Gomis-Bellmunt O., Sudrià-Andreu A.: Optimization techniques to improve energy efficiency in power systems, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2011, t. 15, nr 4, s. 2028-2041.
- Płotkowski L.: Bilans biomasy z lasów, stan obecny i prognoza średnio- i długookresowa, [w:] Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa szanse i problemy, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2007.
- Rentizelas A.A.: Biomass supply chains, [w:] Biomass combustion science, technology and engineering, eg. Rosendahl L., Elsevier 2013.
- Rentizelas A.A., Tatsiopoulou I.P., Tolis A.: An optimization model for multi-biomass tri-generation energy supply, „Biomass and Bioenergy”, 2009, t. 33, nr 2, s. 223-233.
- Rentizelas A.A., Tolis A.J., Tatsiopoulou I.P.: Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2009, t. 13, nr 4, s. 887-894.
- Rogulska M., Grzybek A., Szlachta J., Tys J., Krasuska E., Biernat K., Bajdor K.: Powiązanie rolnictwa i energetyki w kontekście realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej w Polsce, „Polish Journal of Agronomy”, 2011, t. 7, s. 92-101.
- Roguska M.: Rynek biomasy stałej w Polsce i perspektywy rozwoju, „Czysta energia”, 2010, nr 6.
- Rubczyński A., Teper A., Małyńska P., Matyka M.: Plantacje roślin energetycznych – korzyści dla gospodarki i energetyki, „Czysta energia”, 2013, t. 6, s. 26-29.
- Rybak W.: Spalanie i współspalanie biopaliw stałych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2006.
- Shabani N., Akhtari S., Sowlati T.: Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2013, t. 23, s. 299-311.
- Sitek P., Wikarek J.: Model matematyczny optymalizacji kosztów w łańcuchu dostaw, „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2012, t. 16, s. 137-140.
- Świerczek A.: Od łańcuchów dostaw do sieci dostaw, „Logistyka”, 2007, nr 1, s. 74-77.
- Vera D., Carabias J., Jurado F., Ruiz-Reyes N.: A Honey Bee Foraging approach for optimal location of a biomass power plant, „Applied Energy”, 2010, t. 87, nr 7, s. 2119-2127.
- Wee H.-M., Yang W.-H., Chou C.-W., Padilan M.V.: Renewable energy supply chains, performance, application barriers, and strategies for further development, „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 2012, t. 16, nr 8, s. 5451-5465.
- Winston W.L., Goldberg J.B.: Operations research: applications and algorithms, Thomson Brooks/Cole Belmont 2004, t. 3.
- Wisł J., Matwiejew A.: Biomasa-badania w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania, „Energetyka”, 2005, nr 9, s. 631-636.
- Witkowski J., Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia, PWE 2010.
- Zając G., Szyszlak-Bargłowicz J., Słowik T., Gołębiowski W.: Charakterystyka biomasy roślinnej jako paliw kotłowego, [w:] Energia i środowisko w produkcji, zarządzaniu i logistyce – wybrane problemy. Piekarski W. (red.), Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin 2016.
- Zamar D.S., Gopaluni B., Sokhansanj S., Newlands N.K.: A quantile-based scenario analysis approach to biomass supply chain optimization under uncertainty, „Computers & Chemical Engineering”, 2017, t. 97, s. 114-123.



Centra logistyczne na Podkarpaciu

W ciągu ostatnich lat na Podkarpaciu powstało kilka centrów logistycznych zlokalizowanych w pobliżu Rzeszowa oraz przy wschodniej granicy. Są to rozległe powierzchnie magazynowe wykorzystujące najnowsze rozwiązania technologiczne w zakresie logistyki. W czerwcu br. na Podkarpaciu został otwarty Waimea Cargo Terminal Rzeszów-Jasionka. To główny terminal cargo w regionie i jedyny zintegrowany z płytą lotniska. Wartość inwestycji wyniosła ponad 30 mln. zł. Waimea Cargo Terminal Rzeszów-Jasionka to węzłowy punkt przeładunku towarów i zmiany środków transportu. Spełnia wszystkie wymagania niezbędne do organizacji transportu lotniczego i kołowego.



Komunikacja drogowa

Oddana do użytku autostrada A4 i budowa kolejnych odcinków drogi ekspresowej S19 w ostatnich kilku latach rewolucjonizują potencjał gospodarczy Podkarpacia. Od 2016 roku przez całe Podkarpacie można przejechać autostradą A4. Jest to najdłuższa autostrada w Polsce – liczy 672 km długości i łączy przejście graniczne z Niemcami z przejściem granicznym z Ukrainą w Korczowej. Podkarpacka część autostrady liczy ponad 170 km. Przez region przebiega też trasa drogi ekspresowej S19, która powstaje od przejścia granicznego z Białorusią do granicy ze Słowacją w Barwinku. S19 to część transeuropejskiego korytarza Via Carpatia, łączącego Morze Bałtyckie z Morzem Czarnym i Śródziemnym przez Litwę, Polskę, Słowację, Węgry, Rumunię, Bułgarię i Grecję. Całość S19 w Polsce liczy 570 km. Podkarpacka część – 169 km.