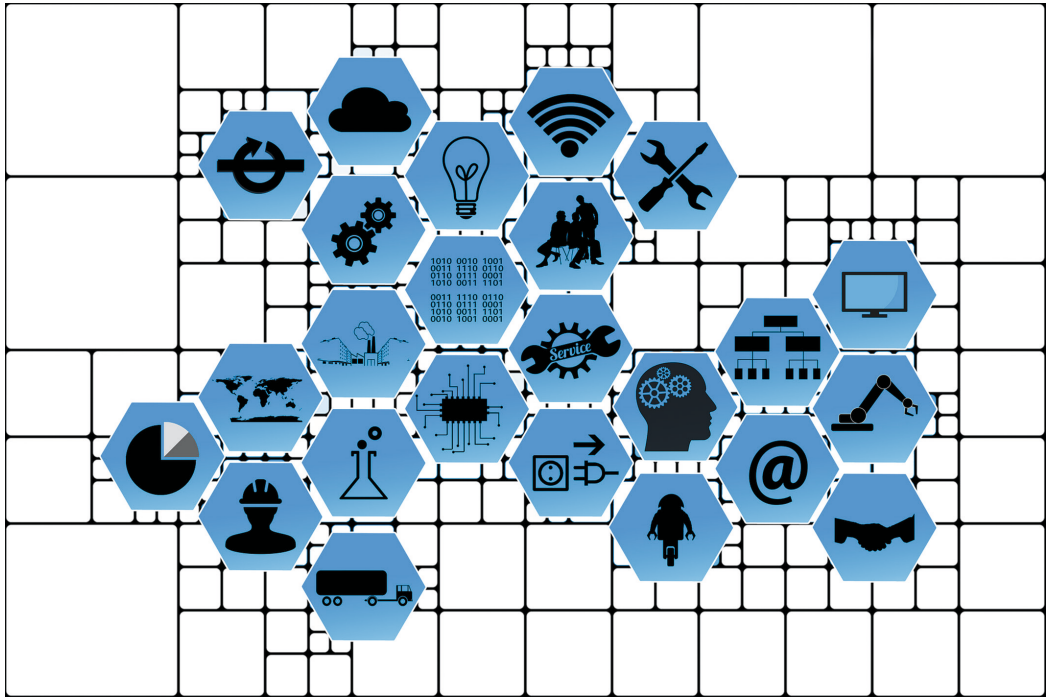


Monografia naukowa



TRANSPORT I LOGISTYKA W DOBIE INŻYNIERII MECHANICZNEJ

Tom I

**POD REDAKCJĄ
MACIEJA KUBONIA**

Kraków 2020

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

TRANSPORT I LOGISTYKA W DOBIE INŻYNIERII MECHANICZNEJ

MONOGRAFIA

pod redakcją
prof. dr hab. Macieja Kubonia

Kraków, 2020

Wydawca: Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej

Opracowanie redakcyjne:
Prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń

Recenzenci:
Prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira – UP Lublin
Dr hab. inż. Katarzyna Szwedziak, prof. Uczelni – Politechnika Opolska

Korekta i łamanie:
Zbigniew Szpila

Projekt graficzny okładki i stron tytułowych:
Zbigniew Szpila

Wszelkie prawa zastrzeżone.
Rozpowszechnianie i kopiowanie całości lub części publikacji zabronione bez pisemnej zgody autorów

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. 16,5; ark. druk. 15
Nakład: 150 egz.

© Copyright by Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków 2020
Wydanie I

ISBN 978-83-64377-46-4



Wydawnictwo „INŻYNIERIA ROLNICZA”
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków
www.wir.ptir.org
redakcja@ptir.org

Spis treści

Adryjańczyk S., Olech E., Kuboń M., Szelaǳ-Sikora A., Sikora J., Gródek-Szostak Z., Niemiec M., Stuglik J.: Wybrane aspekty logistyki serwisowej w przedsiębiorstwach produkcyjnych	5
Banaś K., Kuboń M., Kwaśniewski D., Malaga-Toboła U., Daniel Z., Kowalczyk Z., Tabor S., Sikora J., Matłok N., Gorzelany J.: Ocena jakości procesu transportowego w aspekcie dystrybucji produktu gotowego	19
Bejm D., Kuboń M., Kwaśniewski D., Kowalczyk Z., Malaga-Toboła U., Salamon J., Sikora J., Daniel Z.: Zarządzanie flotą pojazdów w wybranej firmie transportowej	35
Gielżecki J., Tabor J., Cupiał M., Molenda K.: Zastosowanie technologii informatycznych w logistyce i zarządzaniu źródłami energii odnawialnej	69
Grotkiewicz K., Kowalczyk Z., Tabor S.: Organizacyjne i ekonomiczne korzyści wynikające ze stosowania instrumentów marketingowych w branży TSL	81
Gródek-Szostak Z., Szelaǳ-Sikora A., Sikora J., Niemiec M., Stuglik J., Matłok N.: Transport autonomiczny – korzyści dla gospodarki opartej na innowacjach	89
Hebda T., Brzychczyk B., Matłok N., Gorzelany J.: Transport chłodniczy w produkcji rolno-spożywczej	99
Juliszewski T., Baran D.: Inżynieria mechaniczna w transporcie i logistyce	117
Kowalczyk M., Daniel Z., Kwaśniewski D., Kowalczyk Z., Olech E., Sikora J., Gliniak M.: Monitoring floty transportowej a koszty dystrybucji towarów	131
Kowalczyk Z., Malaga-Toboła U., Kwaśniewski D., Grotkiewicz K., Tabor S.: Logistyczne aspekty wybranych usług komunalnych	143
Latała H.: Planowanie zasobów przedsiębiorstwa ERP (Enterprise Resource Planning) z wykorzystaniem programu FlexSim	153
Malaga-Toboła U., Kwaśniewski D., Kuboń M., Tabor S.: Proces transportowy jako podstawowy element łańcucha dostaw – studium przypadku	183
Tomasik M., Lis S.: Projektowanie systemów transportowych i magazynowych z zastosowaniem rozszerzonej rzeczywistości	195
Tomasik M., Lis S., Bojdo K.: Systemy automatycznej identyfikacji RFID w logistyce	211

WYBRANE ASPEKTY LOGISTYKI SERWISOWEJ W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRODUKCYJNYCH

**Sebastian Adryjańczyk¹, Elżbieta Olech², Maciej Kuboń^{2,6}, Anna Szelaż-Sikora^{2,7},
Jakub Sikora³, Zofia Gródek-Szostak⁴, Marcin Niemiec⁵, Joanna Stuglik⁷**

¹ Dyplomant w Katedrze Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: elaolech@gmail.com, ORCID 0000-0003-4405-701X; maciej.kubon@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4847-8743; anna.szelaż-sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6017-4374

³ Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jakub.sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6215-6065

⁴ Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, e-mail: grodekz@uek.krakow.pl, ORCID 0000-0001-6283-6952

⁵ Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Wydział Rolno-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: marcin.niemiec@ur.krakow.pl, ORCID 0000-0001-9144-3728

⁶ Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska, Instytut Nauk Technicznych, e-mail: m.kubon@pwsu.eu

⁷ Małopolska Uczelnia Państwowa im. rtm. Witolda Pileckiego w Oświęcimiu, Instytut Zarządzania i Inżynierii Produkcji, e-mail: joanna.stuglik@pwsz-oswiecim.edu.pl

Adres do korespondencji: e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl

Wstęp

Logistyka dociera do ludzi codziennie, w wielu dziedzinach życia jak: robienie zakupów, jazda samochodem czy też segregacja śmieci. Spotykana jest przez nieustanne zmiany w otaczającym świecie, które wynikają z ciągłego rozwoju gospodarczego. Dotyczy nie tylko sfery gospodarki, ale służy w celu podwyższenia warunków życiowych populacji oraz chęci ciągłego doskonalenia. Dlatego logistyka umożliwia częstą pomoc w rozwiązywaniu problemów, starając się sprostać wymaganiom i potrzebom społeczeństwa.¹

¹ Jadczyk R., Stawiana S. Wyzwania współczesnej logistyki. Katedra Badań Operacyjnych Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 28-37. ISBN 978-83-63601-02-7, 2016

Tempo zmieniającego się świata, wielkość potrzeb, wymagań i oczekiwań powoduje kolosalną różnicę przy myśleniu o logistyce, jej celach oraz metodach rozwiązywania problemów. Przez to logistyka w szerokim rozumieniu powinna nieustannie i błyskawicznie odpowiadać na nowe potrzeby i wymagania społeczeństwa, przy pełnym wykorzystaniu najnowszych możliwości. Przy wszystkich sytuacjach w których może pomóc, powinna też przewidzieć nowe problemy, generując przy tym odpowiednie rozwiązania. Wyprowadzając potrzeby i wymagania przyszłych odbiorców pozwoli na pełne i dostateczne ich usatysfakcjonowanie, przez co przedsiębiorstwo będzie mogło optymalnie i efektywnie funkcjonować na rynku. Należy nadmienić, że logistyka ma coraz większy wpływ na gospodarkę i jej funkcjonowanie, przez co stwarza dla siebie kolejne szanse rozwoju.²

Trzeba jednak pamiętać, że wprowadzanie nowych metod, działań jak i decyzji jest czasochłonne. Należy zawsze przeznaczyć odpowiedni czas na ich wdrożenie i mieć świadomość, że nie wszystko da się zrobić tu i teraz. Dlatego lepiej jest wprowadzać zmiany jak najszybciej, wiedząc że konkurencja na rynku nie czeka, a raczej wzrasta. Priorytetem takich działań powinno być przeprowadzenie odpowiednich i rzetelnych badań rynku, rozważenie istniejących możliwości, stosowna ich analiza oraz podjęcie trafnych decyzji, które są kluczem do efektywnego funkcjonowania firmy wraz z uzyskaniem wysokich zysków.³

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na prawidłowe funkcjonowanie logistyki w przedsiębiorstwie jest umiejętność prognozowania zachodzących przemian. Ponadto nie jest to tylko poszukiwanie odpowiednich danych, różnorodnych metod i zapoczątkowanie na ich podstawie nowych szans rozwoju dla przedsiębiorstwa. Prawidłowe zrozumienie przyczyn, umiejętność ich interpretacji, znajdowanie poszczególnych powiązań, jak i odpowiednia ich manipulacja ma na celu osiągnięcie wymiernych korzyści w przedsiębiorstwie.⁴ W ostatnich latach możemy obserwować wzrost stopnia intensywności konkurowania, co zmusza przedsiębiorstwa do większej koncentracji na kliencie, jego potrzebach i jakości obsługi. Na obsługę klienta należy spojrzeć jak na całościowy proces, który obejmuje zarówno sferę logistyczną jak i marketingową. Z powodu wielowymiarowej natury obsługi klienta oraz ze względu na duże zróżnicowanie potrzeb poszczególnych rynków, w każdej działalności biznesowej konieczne okazuje się zidentyfikowanie elementów obsługi klienta przed, w trakcie i po sprzedaży.⁵

W klasycznym, standardowym podejściu logistyka przedsiębiorstwa kładzie przede wszystkim nacisk na działania realizowane w trakcie procesu podstawowego (etap produkcji a następnie transakcji), i z tego powodu elementy te uważane były do tej pory za mające najbardziej istotny wpływ na efektywność i skuteczność podejmowanych działań logistycznych oraz zadowolenie klientów. Obecnie można zauważyć wśród przedsiębiorstw tenden-

² Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J. Zarządzanie logistyczne. Wyd. PWE, Warszawa. ISBN: 978-83-208-1864-2, 2012

³ Hopeja M., Kral Z. Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011

⁴ Gołębiewska E. Zarządzanie w XXI wieku. Menedżer innowacyjnej organizacji. Przedsiębiorczość i Zarządzanie, Tom XIV, zeszyt 12, cz. II, Zarządzanie Logistyczne, Wyd. Społecznej Akademii Nauk, Łódź, 23-32, 2013

⁵ Vera J., Trujillo A. Service quality dimensions and superior customer perceived value in retail banks: an empirical study on Mexican consumers. J.Retail. Consum. Serv. 20(6), 579-586, 2013

cję do przywiązywania coraz większej wagi również do identyfikowania i zarządzania elementami obsługi klienta przed i po sprzedaży czyli logistyką serwisową.⁶

Zadowolenie klienta to pojęcie wielowymiarowe i rozległe; wiele różnych zmiennych może bezpośrednio wpływać na satysfakcję klienta i lojalność klientów przez cały cykl życia klienta (marka, jakość produktu lub usługi, itp.).⁷ Dlatego po to, aby klienci byli zadowoleni firmy muszą spojrzeć z perspektywy na wiele różnych czynników oraz rozważenie ciągłej oceny i doskonalenia różnych czynności serwisowych, takich jak odpowiadanie na zapytania klientów i reklamacje, spełnianie oczekiwań klientów itp.⁸

Usługi posprzedażowe, wśród wielu czynników wpływających na satysfakcję klientów, okazują się niewątpliwym dyktatorem satysfakcji i utrzymania klientów. Świadczenie usług posprzedażowych dotyczących produktów trwałych nie jest objęte tylko obowiązkowym wymogiem prawnym, ale także szansą dla firm aby zwiększyć ich konkurencyjność.^{9,10}

Logistyka serwisowa jako element poziomu obsługi klienta

Sprawne działanie systemu logistycznego w przedsiębiorstwie ma bardzo duże znaczenie. Cele funkcjonowania systemu logistycznego powinny być kompatybilne z celami przedsiębiorstwa. Gdyby nie były, to system logistyczny nie miałby sensu istnienia. Dlatego właśnie działania logistyczne występują w każdej komórce organizacji, a ich kompleks stanowi system logistyczny przedsiębiorstwa. Za system uważa się celowo zorganizowany i zintegrowany przepływ materiałów i produktów wraz z dokładną i odpowiednią informacją pozwalającą zoptymalizować zarządzanie łańcuchem dostaw.

Jednym z najważniejszych sensów istnienia i funkcjonowania systemu logistycznego w organizacji jest osiągnięcie przewagi konkurencyjności. Przedsiębiorstwo może to osiągnąć poprzez bardzo dobrą jakość produktów lub usług przy odpowiednio niskich cenach oraz przy jak najlepszym sposobie dostaw i wysokim poziomie obsługi klienta. Podstawowymi cechami systemu logistycznego są spójność i elastyczność. Pierwsza oznacza, że każda ingerencja w jeden podsystem wpływa na funkcjonowanie innych podsystemów. Jest to rezultat tego, że wszystkie podsystemy są ze sobą powiązane i zależne od siebie. Natomiast druga cecha ukazuje szybkość reakcji na zmiany otoczenia gospodarczego, łącznie ze zmianami cen i podatków.¹¹

Nie bez znaczenia w całościowej obsłudze klienta są również potransakcyjne elementy obsługi klienta, takie jak instalacja, gwarancja, zamiana, reperacja i dostawa części w fazie

⁶ Aliman N.K., Mohamad W.N. Perceptions of service quality and behavioral intentions: a mediation effect of patient satisfaction in the private health care in Malaysia. *Int.J.Mark.Stud.* 5(4), 15-29, 2013

⁷ Jap S., The strategic role of the salesforce in developing customer satisfaction across the relationship lifecycle. *J. Personal Sell. Sales Manag.* 21 (2), 95-108, 2013

⁸ Sivadas E., Baker Prewitt J. An examination of the relationship between service quality, customer satisfaction, and store loyalty. *Int. J. Retail Distrib. Manag.* 28 (2), 73-82, 2000

⁹ Kurata H., Nam S. After-sales service competition in a supply chain: optimization of customer satisfaction level or profit or both? *Int. J. Prod. Econ.* 127 (1), 136-146, 2010

¹⁰ Li G., Huang F., Cheng T., Zheng Q., Ji P. Make-or-buy service capacity decision in a supply chain providing after-sales service. *Eur. J. Oper. Res.* 239 (2), 377-388, 2014

¹¹ Biernacki M., Kowalak R. Rachunek kosztów logistyki w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław. ISBN: 9788376950051, 2010

posprzedażnej, a także analiza produktu w czasie eksploatacji, konsumpcji lub osobistym użytkowaniu. Pozwala to na uniknięcie ewentualnych strat w wyniku skarg i procesów sądowych.¹²

Proces obsługi klienta podporządkowany jest nadrzędnemu celowi, jakim jest uzyskanie zadowolenia klienta oraz osiągnięcie oczekiwanych efektów sprzedaży i pozytywnych rezultatów logistyki serwisowej. W procesie obsługi klienta można wyróżnić następujące etapy:¹³

- konfrontacja klienta z produktem,
- zgłoszenie przez klienta zapytania i zamówienia na produkt,
- obsługa wewnętrzna zamówienia u producenta,
- dostawa produktu do klienta,
- przepływ płatności od klienta do sprzedawcy,
- korzystanie z obsługi posprzedażowej,
- utylizacja opakowań i produktu po zakończeniu jego użytkowania.

Przygotowanie i realizacja procesu obsługi ma istotny wpływ w dużym stopniu na efektywność zarządzania logistycznego. Konieczne jest określenie wymaganego poziomu obsługi wpływającego na działalność całego przedsiębiorstwa. Postuluje się zwiększanie elastyczności, ale ta jest trudnym do zmierzenia wyznacznikiem poziomu obsługi. Ogólnie można powiedzieć, że poziom obsługi jest tym wyższy, im mniej ograniczona jest swoboda i możliwości wyboru przez klienta różnych warunków transakcji i obsługi potransakcyjnej. Możliwe jest określenie ilościowe tych elementów w odniesieniu do wymagań klienta i porównanie z wynikami konkurencji. W przedsiębiorstwach istnieją specjalne działy, które są odpowiedzialne za logistykę serwisową (obsługę posprzedażową). Podstawowe działania jakie spełnia ten dział to między innymi:

- przyjmowanie zgłoszeń reklamacyjnych,
- wsparcie techniczne,
- zarządzanie reklamacjami,
- serwis produktów będących na gwarancji,
- obsługą dotyczącą części zamiennych,
- usługi pogwarancyjne.

Poszczególne zadania są wykonywane przez różne grupy pracowników. Pierwsza grupa jest odpowiedzialna za prawidłowe sporządzenie protokołu reklamacyjnego. Jeżeli istnieje możliwość naprawy we własnym zakresie, to odsyłają klienta do osób zajmujących się wsparciem technicznym. W drugiej grupie znajdują się osoby odpowiednio wyszkolone do udzielania konkretnych informacji przy problemach w funkcjonowaniu lub użytkowaniu produktów. Następni pracownicy, zajmujący się zarządzaniem reklamacji, są zobowiązani za przekazanie do poszczególnych pododdziałów odpowiednich zgłoszeń, monitorują stan wykonania danej reklamacji oraz kontrolują pracę podległych ich grup. Również istotną czynnością, jaką wykonują, jest interpretacja danych z reklamacji. Jeżeli wykryta wada pochodzi z okresu produkcji to powinna być natychmiast zgłoszona odpowiedniej jednostce

¹² Berger R. Strategy Consultants. Truck aftersales: Roadmap to excellence. Munich: Roland Berger Strategy Consultants GmbH, 2014

¹³ Dombrowski U., Malorny C. Process Identification for Customer Service in the field of the After Sales, Service as a Basis for "Lean After Sales Service" Procedia CIRP 47, 246-251, 2016

w celu jej eliminacji.¹⁴ Tworzenie baz danych dotyczących reklamacji jest bardzo ważnym czynnikiem, który wykorzystuje dział konstrukcyjny przy projektowaniu a następnie produkcji nowych produktów. Kolejna grupa pracowników jest przeszkolona do profesjonalnego serwisu produktów, które są objęte okresem gwarancji. Współpracują oni ściśle z osobami odpowiedzialnymi za dystrybucję części zamiennych, którzy wykonują wszystkie czynności związane z zamówieniem i dostarczeniem właściwych komponentów. Ostatnia grupa pracowników odpowiada za wszelkie usługi związane z produktami po okresie gwarancyjnym. Wykonują sprawdzenie produktów pod względem technicznym, wycenę serwisu, wsparcie w poszukiwaniu części zamiennych oraz naprawę. Cały dział stanowi dobrze funkcjonujący zespół.

Istotną rolę w realizacji przyjętej przez przedsiębiorstwo strategii obsługi klienta związanej również z logistyką serwisową odgrywają stosowane systemy informatyczne. Przykładem tego typu rozwiązań może być system Synapsa firmy Union Systems 2000. Na uwagę zasługuje Procedura RMA (ang. *Return to Manufacturer Assignment*) stosowana przez dużych dostawców podzespołów, formalizująca proces przyjmowania towarów do serwisu. Proces ten przebiega w następujący sposób:¹⁵

- klient zgłasza serwisowi listę uszkodzonych produktów telefonicznie, pocztą elektroniczną lub przez Internet,
- serwis ręcznie lub automatycznie akceptuje listę i przydziela numer RMA,
- klient wysyła do serwisu paczkę oznaczoną numerem RMA,
- serwis przyjmuje paczkę, weryfikując zgodność zawartości ze zgłoszeniem RMA.

System wiąże operację przyjęcia ze zgłoszeniem RMA, dzięki czemu otrzymuje wszystkie informacje o towarach, ich uszkodzeniach, zgłaszającym i inne. Ten element należy do kompleksowego systemu zarządzania obsługą klienta tak, aby ustanowione standardy podlegały przejrzystej kontroli, a wszelkie odchylenia od deklarowanych parametrów obsługi klientów były szybko wykrywane i tym samym stały się punktem wyjścia dla działań korygujących. Systemy informatyczne, do których należy omawiany przykład są bardzo istotnym elementem kształtowania i realizacji strategii logistycznej obsługi klienta.

Serwis posprzedażowy może zapewnić wiele korzyści. Dla przykładu można nadmienić, że usługa posprzedażowa jest niezależna od sytuacji gospodarczej, oferuje ona wysokie marże i biznes tak stabilny w czasach kryzysu, gdyż klienci często po wygaśnięciu gwarancji są chętni naprawiać swój sprzęt w autoryzowanym serwisie uiszczając za tą usługę opłatę. Ponadto istnieje duży potencjał wzrostu przychodów, intensywnego kontaktu z klientami oraz możliwe do wdrożenia innowacje.¹⁶ Oprócz zalet serwisu posprzedażowego jest tam też kilka trudności. Na przykład dużo wariantów i złożoność procesów oraz rosnące oczekiwania klientów w stronę oferty usług i ich jakości. Nie tylko więcej oferowanych

¹⁴ Murali S., Pugazhendhi S., Muralidharan C. Modelling and Investigating the relationship of after-sales service quality with customer satisfaction, retention and loyalty – a case study of home appliances business. *J. Retailing Consum. Serv.* 30, 67-83, 2016

¹⁵ Grabara J., Nowakowska A. Realizacja strategii logistycznej obsługi klienta na przykładzie systemu zarządzania serwisem, 2010, www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf2010/57_Grabara_J.pdf+&cd=3&hl=pl&ct=clnk&gl=pl

¹⁶ Dombrowski U, Engel C. After Sales Strategies for the Original Equipment Manufacturer of Electric Mobiles. In: Nee AYC, Song B, Ong SH, editors. *Proceedings of 20th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*. Singapore: Springer Verlag;. p. 347-352, 2013

usług zwiększa złożoność procesów serwisowych, ale także złożoność i różnorodność wariantów podstawowych produktów są częścią obsługi posprzedażowej. Serwis posprzedażowy można zazwyczaj podzielić na trzy segmenty organizacyjne:¹⁷

- serwis części zamiennych,
- obsługa klienta,
- dział akcesoriów.

Zakres usług części zamiennych obejmuje dyspozycję, ceny, sprzedaż, logistykę, a także prognozę popytu na części. Zapewnia dostępność części zamiennych w okresie pełnego cyklu życia produktu przy użyciu części zamiennych w ramach strategii zarządzania w przedsiębiorstwie. Dział akcesoriów zawiera części i produkty w celu zapewnienia dla klientów dodatkowych możliwości nabycia towaru (np. produkty licencyjne lub wyposażenie techniczne).¹⁸

W kontekście logistyki serwisowej konserwacja, naprawa i przeglądy produktów są częścią obsługi klienta. Klienci oczekują nie tylko części zamiennych ale także terminowych realizacji napraw czy dostaw. Na przestrzeni czasu zmieniły się oczekiwania klientów do tego stopnia, że chcą mieć centralną osobę do kontaktu, która odpowie na wszelkie pytania lub problemy. Ta osoba kontaktowa musi być dostępna w dowolnym momencie, udziela informacji i może również pomóc, jak dbać o specyficzne problemy klienta.¹⁹ Innymi dodatkowymi usługami dla klientów w aspekcie logistyki serwisowej jest uruchomienie lub montaż urządzeń i maszyn, a także opcjonalnie w pakiecie, bądź za dodatkową opłatą, szkolenie pracowników.²⁰

Opiera się to na rosnących oczekiwaniach klientów, że producenci będą w stanie dostarczyć im dodatkowe usługi w ramach zakupu danego produktu.²¹ W konsekwencji w przyszłości te wymogi będą wywierać wyższą presję konkurencyjną, przez to będzie budowana empatia indywidualnych potrzeb i oczekiwań klienta.²² Ponadto złożoność obsługi klienta wzrośnie z powodu stale rosnącej liczby klientów.²³

¹⁷ Dombrowski U., Engel C., Schulze S. Impact of Electric Mobility on the after Sales Service in the Automotive Industry. In: ElMaraghy H, editor. Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems. Beijing: IEEE; p.152–157, 2011

¹⁸ Dombrowski U, Engel C, Schulze S. Scenario Management for Sustainable Strategy Development in the Automotive Aftermarket. In: Hesselbach J, Herrman C, editors. Proceedings of the 3rd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems. Berlin: Springer, p. 285-290, 2011

¹⁹ Schawalder M, Lenz V, Röllin H. Industrielle Services strategischoptimieren – Service Excellence. 1. ed. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2013

²⁰ Schreiber K. After-Sales-Management. 1st ed. München: TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2010

²¹ Wang G, Wang J, Ma X, Qiu RG. The Effect of Standardization and Customization on Service Satisfaction. Journal of Service Science; 2(1),1-23, 2010

²² Kastalli IV, Van Looy B. Servitization – Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. Journal of Operations Management; 31(4), p.169-180, 2013

²³ Lin CC., Lee CJ., Kuo HY. Case Study on Overhaul Performance of Excavator CAT 320 Series by Lean Production Program. Scholars Journal of Engineering and Technology; (4A), p.390-396, 2015

Dla wzbogacenia opracowania i przedstawienia zagadnienia na konkretnym przykładzie przedstawiona zostanie charakterystyka logistyki serwisowej dla wybranych rodzajów towarów w przedsiębiorstwie produkcyjno-usługowym wraz z analizą przyczyn zarejestrowanych wad lub uszkodzeń na podstawie protokołów reklamacyjnych. Zakresem pracy objęto jeden z podstawowych elementów produkcji podstawowej prowadzonej przez firmę – automaty do bram garażowych. Dane pochodzą z materiałów wewnętrznych przedsiębiorstwa prowadzącego działalność na terenie województwa małopolskiego w roku 2018. Zakład zatrudnia około 1500 pracowników, posiada własne linie produkcyjne w pełni zautomatyzowane oraz biuro konstrukcyjne pozwalające na zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w produkcji, co pozwala na bycie konkurencyjnym na światowych rynkach.

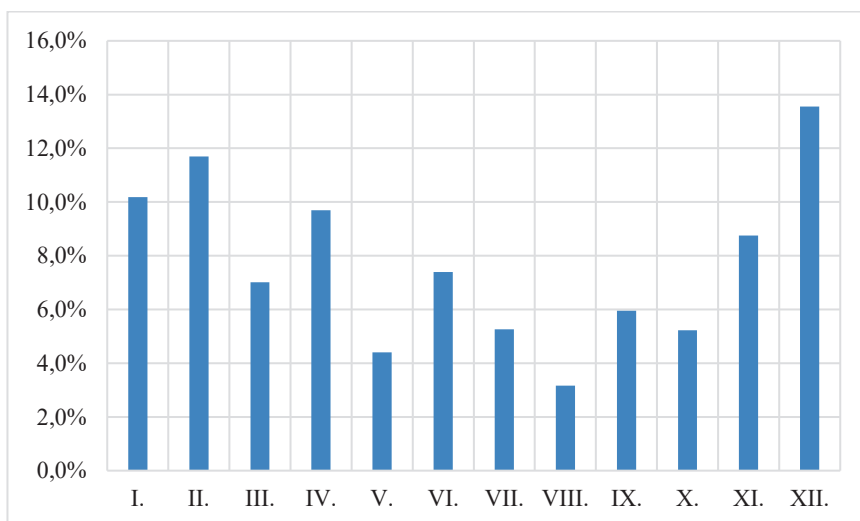
W pierwszej kolejności przedstawiono dane z protokołów reklamacyjnych z okresu gwarancyjnego za pełen rok (tabela 1). Liczbę reklamacji według rodzaju produktu podzielono na poszczególne miesiące.

Tabela 1. Zestawienie reklamacji z okresu gwarancyjnego

Rodzaj wyrobu	Miesięczna ilość reklamacji												Suma w roku	Średnia w roku
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
	(szt.)													
Automat do bram garażowych typu roletowego	86	46	49	57	41	62	57	26	74	65	79	36	678	57
Automat do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego	35	32	19	35	16	24	15	15	40	21	40	29	321	27
Automat do bram ogrodzeniowych	8	19	26	21	17	19	14	6	22	21	14	16	203	17
Automat do bram przemysłowych typu segmentowego	34	22	43	60	32	51	26	12	41	32	36	15	404	34
Suma (szt.)	163	119	137	173	106	156	112	59	177	139	169	96	1606	134
Sprzedaż (szt.)	1601	1018	1953	1784	2405	2111	2129	1863	2972	2659	1932	708	23135	1928

Z tabeli 1 wynika, że w sierpniu zarejestrowano najmniej protokołów reklamacyjnych – 59 sztuk, a najwięcej we wrześniu – 177 sztuki, czyli 3 razy więcej. Średnia liczba odnotowanych usterek dla wszystkich miesięcy w porządku malejącym wyniosła: 57 – automaty do bram garażowych typu roletowego, 34 – automaty do bram przemysłowych typu segmentowego, 27 – automaty do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego oraz 17 – automaty do bram ogrodzeniowych. Dodatkowo w tabeli została przedstawiona wielkość sprzedaży automatów do bram, która pokazuje, że w całym analizowanym okresie minimalna ich liczba występowała w grudniu – 708 sztuk, a maksymalna we wrześniu – 2972 sztuki.

Rysunek 1 określa wskaźnik reklamacji, jako iloraz liczby zarejestrowanych protokołów reklamacyjnych wszystkich rodzajów wyrobów w odniesieniu do ich wielkości sprzedaży.



Rys. 1. Wskaźnik reklamacji (%)

Średnia wielkość wskaźnika reklamacji wynosiła 7,69%, co świadczy o wysokiej jakości wyrobów, a tym samym wysokim poziomie obsługi klienta. Najmniejszy wskaźnik reklamacji odnotowano w sierpniu – 3,17%, natomiast największy w grudniu – 13,56%. Wynika to z faktu, że w grudniu sprzedano najmniej towarów – 708 sztuk. Niski wskaźnik reklamacji od maja do października spowodowany był prawdopodobnie okresem wakacyjno-wypoczynkowym.

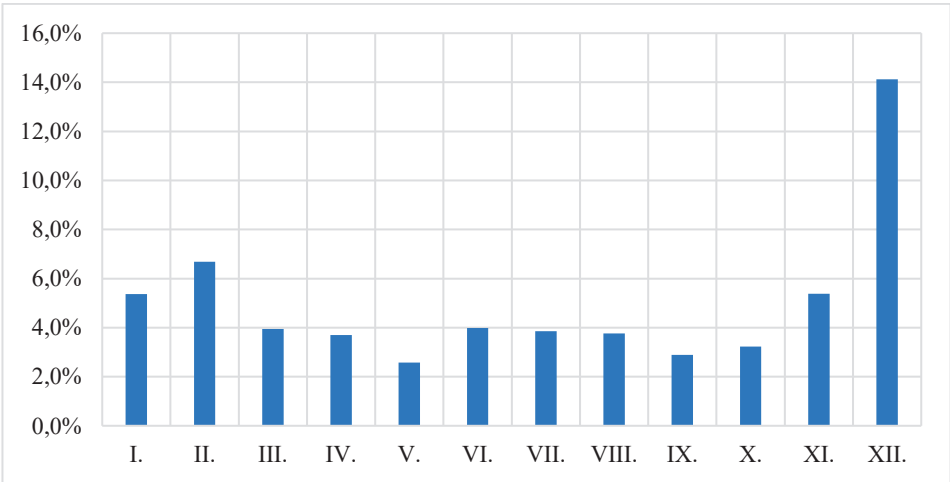
Dla porównania w tabeli 2 przedstawiono wykaz protokołów reklamacyjnych z okresu pogwarancyjnego.

Z analizy wynika, że najmniej protokołów zarejestrowano w maju – 62 sztuki, natomiast najwięcej w listopadzie – 104 sztuki. Średnia liczba zarejestrowanych protokołów ze wszystkich miesięcy dla poszczególnych rodzajów automatów w porządku malejącym wyniosła: do bram ogrodzeniowych – 39 sztuk, do bram garażowych typu roletowego – 32 sztuki, do bram przemysłowych typu segmentowego – 7 sztuk i do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego – 4 sztuki. Wielkość sprzedaży była identyczna jak w zestawieniu reklamacji z okresu gwarancyjnego.

Rysunek 2 przedstawia wskaźnik reklamacji dla wszystkich typów bram w aspekcie zgłoszeń gwarancyjnych. Najwyższy wskaźnik reklamacji wystąpił w miesiącu grudniu – 14,12%. Spowodowane było to najprawdopodobniej niskimi temperaturami i jej oddziaływaniem na układy elektroniczne, jak również wadami ukrytymi siłowników. Miała na to również wpływ niska sprzedaż bram w tym miesiącu – 708 sztuk. Najniższy wskaźnik reklamacji odnotowano w miesiącu maju – 2,58%. Niskie wskaźniki zarejestrowano przez cały rok (oprócz grudnia). Świadczą one o wysokiej jakości sprzedawanych produktów. Średnia ze wszystkich miesięcy wyniosła – 4,96%, co jest wynikiem bardzo dobrym.

Tabela 2. Zestawienie reklamacji z okresu pogwarancyjnego

Rodzaj wyrobu	Miesięczna liczba reklamacji												Suma	Średnia
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
	(szt.)													
Automat do bram garażowych typu roletowego	46	32	26	26	26	29	28	32	32	26	37	44	384	32
Automat do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego	3	3	2	2	4	5	1	4	3	3	8	4	42	4
Automat do bram ogrodzeniowych	28	29	39	32	25	42	44	31	45	52	55	43	465	39
Automat do bram przemysłowych typu segmentowego	9	4	10	6	7	8	9	3	6	5	4	9	80	7
Suma (szt.)	86	68	77	66	62	84	82	70	86	86	104	100	971	81
Sprzedaż (szt.)	1601	1018	1953	1784	2405	2111	2129	1863	2972	2659	1932	708	23135	1928



Rys. 2. Wskaźnik reklamacji (%)

W tabeli 3 przedstawiono sumaryczną liczbę zarejestrowanych protokołów reklamacyjnych z obu okresów oraz ich procentowy udział w analizowanym roku. W całym okresie zarejestrowano 31 różnych typów usterek, z których: 9 typów wystąpiło we wszystkich

czterech rodzajach automatów, również 9 typów w trzech rodzajach automatów, 8 typów w dwóch rodzajach automatów oraz 5 typów w jednym rodzaju automatu.

Tabela 3. Liczba reklamacji z obu okresów – wszystkie rodzaje automatów

Typ usterki	Automat do bram garażowych				Automat do bram				Ogółem	
	typu roletowego		typu uchylnego i segmentowego		ogrodzeniowych		przemysłowych typu segmentowego			
	Liczba (szt.)	Udział (%)	Liczba (szt.)	Udział (%)	Liczba (szt.)	Udział (%)	Liczba (szt.)	Udział (%)	Liczba (szt.)	Udział (%)
Braki w dostawie	4	0,16	2	0,08	1	0,04			7	0,27
Fotokomórki - uszkodzenie	15	0,58	1	0,04	34	1,32	12	0,47	62	2,41
Inne	11	0,43	2	0,08	3	0,12	7	0,27	23	0,89
Koło zębate - uszkodzenie			1	0,04	8	0,31			9	0,35
Kontakttron - uszkodzenie	1	0,04			4	0,16	2	0,08	7	0,27
Lampa LED - uszkodzenie			4	0,16	2	0,08	25	0,97	31	1,20
Listwa optyczna - uszkodzenie czujników FRABA							3	0,12	3	0,12
Listwa optyczna - uszkodzenie czujników WITT							134	5,20	134	5,20
Mechanizm napędu - głośna praca	42	1,63			3	0,12	4	0,16	49	1,90
Mechanizmu łańcuchowy - uszkodzenie			3	0,12					3	0,12
Montaż - regulacja napędu	17	0,66	3	0,12	7	0,27	7	0,27	34	1,32
Nieprawidłowy montaż napędu	2	0,08							2	0,08
Nieuzasadniona reklamacja	11	0,43	11	0,43	10	0,39	12	0,47	44	1,71
Niezgodność z zamówieniem	6	0,23	1	0,04	3	0,12	3	0,12	13	0,50
Obudowa centrali - uszkodzenie	1	0,04					1	0,04	2	0,08
Okresowy przegląd i konserwacja wyrobu	4	0,16			8	0,31	1	0,04	13	0,50
Przewód spiralny - uszkodzenie	82	3,18			1	0,04	16	0,62	99	3,84
Rolka prowadząca - uszkodzenie	10	0,39							10	0,39
Rozblokowanie - uszkodzenie	3	0,12					1	0,04	4	0,16
Siłownik - awaria	323	12,53	135	5,24	153	5,94	82	3,18	693	26,89
Spalony bezpiecznik	9	0,35			6	0,23	2	0,08	17	0,66
Sprzęgło - uszkodzenie	102	3,96	1	0,04					103	4,00
Sterowanie - awaria sterownika	307	11,91	98	3,80	361	14,01	154	5,98	920	35,70
Sterowanie - brak reakcji nadajnika	77	2,99	74	2,87	58	2,25	13	0,50	222	8,61
Sterowanie - przepięcie zewnętrzne	1	0,04	1	0,04	2	0,08	3	0,12	7	0,27
Szyna - uszkodzenie	2	0,08	1	0,04					3	0,12
Transformator - uszkodzenie	27	1,05	21	0,81	2	0,08			50	1,94
Transport - uszkodzenie wyrobu	1	0,04	1	0,04			2	0,08	4	0,16
Użytkownik - uszkodzenie wyrobu	1	0,04	1	0,04					2	0,08
Wózek jezdny - uszkodzenie			2	0,08	1	0,04			3	0,12
Wyłącznik krańcowy - uszkodzenie	3	0,12			1	0,04			4	0,16
Suma	1062	41,21	363	14,09	668	25,92	484	18,78	2577	
Sprzedaż	9701	41,93	4638	20,05	3759	16,25	5037	21,77	23135	

Źródło: opracowanie własne

Łącznie odnotowano 2577 protokołów dla wszystkich rodzajów automatów i typów usterek. Z danych wynika, że najwięcej usterek zarejestrowano dla automatów do bram garażowych typu roletowego – 1062 sztuki, a udział ich stanowił 41,21%. Kolejne pozycje zajęły: automaty do bram ogrodzeniowych – 668 sztuk z udziałem 25,92%, automaty do bram przemysłowych typu segmentowego – 484 sztuki z udziałem 18,78% oraz automaty do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego – 363 sztuki z udziałem 14,09%.

Dodatkowo w tabeli została przedstawiona wielkość sprzedaży poszczególnych rodzajów automatów. W wyżej ocenianym okresie sprzedano: 9701 sztuk automatów do bram garażowych typu roletowego, a udział ich w ogólnej sumie sprzedaży wynosił 41,93%, 5037 sztuk automatów do bram przemysłowych typu segmentowego (21,77%), 4638 sztuk automatów do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego (20,05%) oraz 3759 sztuk automatów do bram ogrodzeniowych (16,25%). Łączna wielkość sprzedaży wyniosła 23 135 sztuk. Miejsca w których nie występują wartości liczbowe, świadczą o niewystąpieniu danego typu usterki w wybranym rodzaju automatu.

Podsumowanie

W niniejszym rozdziale skupiono się na wybranych aspektach związanych z logistyką serwisową prowadzoną przez przedsiębiorstwo produkcyjne. Poruszono kwestie związane z obsługą klienta, jako najważniejszym podmiocie, który występuje w zależności przedsiębiorstwo-rynek i kształtuje popyt na produkty, a co za tym idzie jest głównym źródłem zysków przedsiębiorstwa, przez co jego zadowolenie z nabywanych towarów powinno dla przedsiębiorstwa być kwestią priorytetową.

Logistyka serwisowa stanowi końcowy etap procesu sprzedaży wyrobu. Obsługa posprzedażowa pozwala uzyskać informację o tym, czy nabywca jest zadowolony z zakupionego towaru, ewentualnie wykryć usterki lub ukryte wady, jakie wystąpiły w sprzedanym towarze. Jest również głównym elementem budowy wizerunku przedsiębiorstwa i wypracowania własnej marki, która będzie z nim kojarzona przez następne lata. Dział obsługi posprzedażowej w dużym stopniu może wpływać na pozyskiwanie nowych klientów, a tym samym uzyskać przewagę nad konkurencją.

Prezentowana analiza dotyczyła udokumentowanych protokołów reklamacyjnych z jednego roku z okresu gwarancyjnego i pogwarancyjnego dla 4 wybranych produktów: automatów do bram garażowych typu roletowego, automatów do bram garażowych typu uchylnego i segmentowego, automatów do bram ogrodzeniowych oraz automatów do bram przemysłowych typu segmentowego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że w okresie gwarancyjnym liczba zarejestrowanych protokołów była 1,65 razy większa aniżeli w okresie pogwarancyjnym. W okresie gwarancyjnym zarejestrowano 1606 protokołów, a w okresie pogwarancyjnym 971 protokołów. W przeliczeniu na 100 sztuk sprzedanego wyrobu dało to wielkość 7,0 dla okresu gwarancyjnego oraz 4,0 dla okresu pogwarancyjnego. Wskaźnik reklamacji w okresie gwarancyjnym kształtował się na poziomie - 10,96%, natomiast w okresie pogwarancyjnym – 6,73%, co świadczy o wysokiej jakości sprzedawanych wyrobów.

Prowadzenie działu logistyki serwisowej oraz archiwizacja raportów dokumentacji daje ogromne możliwości prowadzenia różnego typu analiz. Na podstawie uzyskanych danych, przedsiębiorstwo ma możliwość weryfikacji swoich uchybień w zakresie jakości wytwarzanych wyrobów i poszukiwania ich rozwiązania, tak aby przyszłościowo poziom reklamacji był jak najniższy, a co się z tym wiąże rosła pozycja przedsiębiorstwa na rynku.

Bibliografia

- Aliman N.K., Mohamad W.N.: Perceptions of service quality and behavioral intentions: a mediation effect of patient satisfaction in the private health care in Malaysia. *Int. J. Mark. Stud.* 5(4), 15-29, 2013
- Berger R.: *Strategy Consultants. Truck aftersales: Roadmap to excellence.* Munich: Roland Berger Strategy Consultants GmbH, 2014
- Biernacki M., Kowalak R.: *Rachunek kosztów logistyki w zarządzaniu przedsiębiorstwem.* Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław. ISBN: 9788376950051, 2010
- Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J.: *Zarządzanie logistyczne.* Wyd. PWE, Warszawa. ISBN: 978-83-208-1864-2, 2012
- Dombrowski U., Engel C., Schulze S.: Impact of Electric Mobility on the after Sales Service in the Automotive Industry. In: ElMaraghy H, editor. *Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems.* Beijing: IEEE; p.152-157, 2011.
- Dombrowski U., Engel C., Schulze S.: Scenario Management for Sustainable Strategy Development in the Automotive Aftermarket. In: Hesselbach J, Herrman C, editors. *Proceedings of the 3rd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems.* Berlin: Springer; p. 285-290, 2011
- Dombrowski U., Engel C.: After Sales Strategies for the Original Equipment Manufacturer of Electric Mobiles. In: Nee AYC, Song B, Ong SH, editors. *Proceedings of 20th CIRP Conference on Life Cycle Engineering.* Singapore: Springer Verlag; p. 347-352, 2013
- Dombrowski U., Malorny C.: Process Identification for Customer Service in the field of the After Sales Service as a Basis for "Lean After Sales Service" *Procedia CIRP* 47, 246-251, 2016
- Gołębiewska E.: *Zarządzanie w XXI wieku. Menedżer innowacyjnej organizacji. Przedsiębiorczość i Zarządzanie, Tom XIV, zeszyt 12, cz. II, Zarządzanie Logistyczne,* Wyd. Społecznej Akademii Nauk, Łódź, 23-32, 2013
- Grabara J., Nowakowska A.: Realizacja strategii logistycznej obsługi klienta na przykładzie systemu zarządzania serwisem, 2010 www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2010/57_Grabara_J.pdf + &cd=3&hl=pl&ct=clnk&gl=pl
- Hopeja M., Kral Z.: *Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011
- Jadczak R., Stawiana S.: Wyzwania współczesnej logistyki. *Katedra Badań Operacyjnych Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź*, 28-37. ISBN 978-83-63601-02-7, 2016
- Jap S.: The strategic role of the salesforce in developing customer satisfaction across the relationship lifecycle. *J. Personal Sell. Sales Manag.* 21(2), 95-108, 2013
- Kastalli IV, Van Looy B.: Servitization – Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. *Journal of Operations Management*; 31(4), p.169-180, 2013
- Kurata, H., Nam, S.: After-sales service competition in a supply chain: optimization of customer satisfaction level or profit or both? *Int. J. Prod. Econ.* 127(1), 136–146, 2010
- Li G., Huang F., Cheng T., Zheng Q., Ji P.: Make-or-buy service capacity decision in a supply chain providing after-sales service. *Eur. J. Oper. Res.* 239 (2), 377-388, 2014
- Lin CC, Lee CJ, Kuo HY: Case Study on Overhaul Performance of Excavator CAT 320 Series by Lean Production Program. *Scholars Journal of Engineering and Technology*; (4A): p.390-396, 2015
- Murali, S., Pugazhendhi, S., Muralidharan, C.: Modelling and Investigating the relationship of after-sales service quality with customer satisfaction, retention and loyalty – a case study of home appliances business. *J. Retailing Consum. Serv.* 30, 67-83, 2016
- Schwalder M, Lenz V, Röllin H.: *Industrielle Services strategisch optimieren – Service Excellence.* 1. ed. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag; 2013
- Schreiber K.: *After-Sales-Management.* 1st ed. München: TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG; 2010

- Sivadas E., Baker Prewitt J.: An examination of the relationship between service quality, customer satisfaction, and store loyalty. *Int. J. Retail Distrib. Manag.* 28 (2), 73-82, 2000
- Vera, J., Trujillo A.: Service quality dimensions and superior customer per-ceived value in retail banks: an empirical study on Mexican consumers. *J.Retail. Consum. Serv.* 20(6), 579-586, 2013
- Wang G, Wang J, Ma X, Qiu RG.: The Effeect of Standardization and Customization on Service Satisfaction. *Journal of Service Science*; 2(1), 1-23, 2010

OCENA JAKOŚCI PROCESU TRANSPORTOWEGO W ASPEKCIE DYSTRYBUCJI PRODUKTU GOTOWEGO

**Krzysztof Banaś¹, Maciej Kubon^{2,5}, Dariusz Kwaśniewski², Urszula Malaga-Tobola²,
Zbigniew Daniel², Zbigniew Kowalczyk², Sylwester Tabor², Jakub Sikora³,
Natalia Matłok⁴, Józef Gorzelany⁴**

¹ Dyplomant w Katedrze Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4847-8743; dariusz.kwasniewski@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-1873-1456, urszula.malaga-tobola@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-7918-8699; zbigniew.daniel@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-5507-8911; e-mail: zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8001-2092, sylwester.tabor@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4614-0247

³ Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jakub.sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6215-6065

⁴ Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: nmatlok@ur.edu.pl, ORCID 0000-0003-3658-7176; gorzelan@ur.edu.pl, ORCID 0000-0002-1028-097X

⁵ Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska, Instytut Nauk Technicznych, e-mail: m.kubon@pww.edu

Adres do korespondencji: e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl

Wstęp

Jakość powoli przestaje być wyróżnikiem towarów na współczesnym rynku, ale staje się niezbędnym elementem procesu konkurencji. Utrzymanie konkurencyjnej pozycji na rynku usług w logistyce wymaga zatem stałego dążenia do poprawy jakości obsługi klienta oraz innych procesów i elementów składających się na postrzeganą przez klienta wartość usługi¹.

Szczególną rolę w kształtowaniu jakości w przedsiębiorstwach usługowych odgrywa klient. Aktywne uczestnictwo usługobiorcy w procesie świadczenia usługi powoduje, że od jego umiejętności, wiedzy i chęci w dużym stopniu zależy końcowy efekt współpracy. Usługodawcy zatem dbając o jakość oferowanych usług, muszą mu nie tylko te usługi dostarczyć,

¹ Fraś J. Wybrane instrumenty pomiaru jakości usług logistycznych. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 803, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 66, 2014

ale też coraz częściej dysponować odpowiednim poziomem wiedzy². Punktem wyjścia określenia poziomu satysfakcji klienta (zadowolenia klienta) jest pomiar postrzeganej jakości usługi (percepcji usługi), która wynika na skutek konfrontacji oczekiwań klienta, z tym co jest mu dostarczane. Wówczas te subiektywne odczucia pojawiające się w trakcie korzystania z usługi, w zestawieniu z oczekiwaniami klienta dają pełny obraz postrzeganej jakości usług³.

Problematyka związana z obsługą klienta stanowi co prawda domenę marketingu, ale logistyka również zajmuje pewną część zgodnie z kompetencjami. Z punktu widzenia marketingu obejmuje m.in. takie obszary jak gwarancje, fachowość personelu, zapewnienie serwisu i części zamiennych, usługi instruktażowe i inne czynności kreujące popyt⁴. Natomiast logistyczna obsługa odbiorców koncentruje się na fizycznej dystrybucji produktów w sposób umożliwiający dostawę produktów zgodnie z zasadami 6W, czyli po właściwych kosztach, we właściwej ilości i właściwym stanie pozwalając na uzyskanie korzyści właściwemu klientowi we właściwym miejscu i czasie⁵. Poziom obsługi klienta, mierzony nawet często, nie zapewnia informacji na tyle szybko, aby w porę zareagować na powstający problem oraz zapobiec utracie klientów. Informacje dotyczące dokładnego poziomu obsługi klienta są dla dostawcy niezbędne, aby w porę zareagować na problemy i żeby działania zapobiegawcze nie zostały podjęte za późno. Skuteczny system mierzenia powinien⁶:

- zdefiniować potrzeby związane z poziomem obsługi pożądanym przez klientów, uwzględniając ich punkt widzenia,
- zmierzyć liczbę zarówno utraconych jak i pozyskanych klientów w kontekście obsługi klienta,
- zmierzyć obecny poziom obsługi klienta,
- porównać obsługę własną z oferowaną przez konkurencję.

Przedsiębiorstwa coraz częściej poszukują informacji dotyczących preferencji i odczuć swoich nabywców. Kluczem do sukcesu jest utrzymanie jak najlepszej jakości świadczonych usług, która nie jest tak łatwa do określenia, ponieważ proces produkcji i konsumpcji następuje jednocześnie⁷. Odpowiednie rozumienie jakości oraz umiejętne nią zarządzanie jest w stanie zagwarantować zapewnienie odpowiedniego poziomu jakości na każdym etapie przebiegu procesu usługowego, zarówno do wewnętrznego zarządzania jakością, jak i zapewnienia jej na zewnątrz przedsiębiorstwa.

Badanie jakości usług jest problemem skomplikowanym z uwagi na jej charakter. Jakość usług charakteryzuje się bowiem takimi cechami jak: niematerialność, nietrwałość, heterogeniczność, nierozłączność, indywidualność oraz brak przywłaszczenia. Z tego powodu

² Filipiak B., Panasiuk A. *Przedsiębiorstwo usługowe. Zarządzanie*, PWN, Warszawa, 2008

³ Biesok G., Wyród-Wróbel J. *Pojęcie satysfakcji*, *Problemy Jakości*, nr 1, 2011

⁴ Mentzer J. T., Gomez R., Krapfel R., *Physical Distribution Service. A Fundamental Marketing Concept*, "Journal of The Academy of Marketing Service", vol. 17, No.1, s. 27-41, 1989

⁵ Witkowski J. *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, PWE, Warszawa, s. 120, 2003

⁶ Merita S.C., Lalwani A.K., Hań S.L. *Service Quality in Retailing: relative efficiency of alternative measurement scales for different product - service environments*, *International Journal of Retail & Distribution Management*, vol.2 no.2, s. 63, 2000

⁷ Frąś J. *Wybrane instrument pomiaru jakości usług logistycznych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 803, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, nr 66, 2014

ocena jakości usług ma wymiar niezwykle subiektywny. Ciężko jest niejednokrotnie dokonać pomiaru jakości świadczonych usług wykorzystując w tym celu parametry ilościowe⁸.

Procesy decyzyjne w firmie mogą poprawnie funkcjonować jeżeli odpowiednio została określona efektywność działań poszczególnych podsystemów w łańcuchu logistycznym. Efektywność każdego podsystemu określa się poprzez porównanie nakładu, który obejmuje między innymi materiały, pracę ludzi i pieniądze, do efektów całego podsystemu. Do oceny efektywności wykorzystuje się odpowiednie mierniki i wskaźniki logistyczne⁹.

Logistyka umożliwia dostarczenie zamawianych produktów w odpowiednie miejsce, zachowując jak najniższe koszty i zapewniając najkrótszy możliwy czas dostawy¹⁰. Można więc stwierdzić, że logistyka to strategiczne podzielenie oraz dobranie zadań, które mają umożliwić osiągnięcie najefektywniejszej wydajności firmy, przy zminimalizowanych stratach i opóźnieniach w czasie.

Ważnym elementem w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa jest controlling, który pełni funkcję między innymi zabezpieczenia czasowo-przestrzennej dostępności materiałów. Jego celem jest również gromadzenie i przetwarzanie informacji, koordynowanie planowania oraz sterowanie kontrolą, tak aby zapewnić dostępność materiałów koniecznych do prawidłowego funkcjonowania działalności gospodarczej. Proces controllingu dąży do osiągnięcia¹¹:

- wyznaczonego poziomu obsługi klienta, optymalizacji ponoszonych kosztów,
- wzrostu zysku przedsiębiorstwa,
- wyższej wartości rynkowej działalności,
- maksymalnego wykorzystania zasobów.

Według Zimona¹² zgromadzone i przetworzone dane wykorzystywane są do przygotowania analiz oraz prognoz, do których zaliczane są:

- niezawodność – uwzględniająca opłacalność i bezpieczeństwo różnych konfiguracji zaopatrzenia,
- wartość zaopatrzenia – która obejmuje obniżenie kosztów materiałów i zaopatrzenia, poprawę stosunku ceny do jakości materiałów,
- jakość – do której zalicza się obsługę klienta, poziom wykorzystania infrastruktury magazynowej,
- koszty – obejmujące cenę zaopatrzenia, proces budżetowania oraz jego odchylenia.

Podsumowaniem powstałych analiz i prognoz jest zobrazowanie w postaci mierników i wskaźników. Umożliwiają one ocenę sprawności i wydajności przedsiębiorstwa, a także dają obraz efektywności działań w odniesieniu do poniesionych kosztów¹³.

Obecnie panujące reguły gospodarki, a także coraz większa konkurencja wymuszają na przedsiębiorstwach ciągłe rozwijanie i modernizację prowadzonej działalności. Nie można mieć wątpliwości, że dla firm produkcyjnych posiadanie własnego transportu, bądź też

⁸ Stoma M. Modele i metody pomiaru jakości usług. Q&R Polska sp. z oo. Lublin, 2012

⁹ Twaróg J. Mierniki i wskaźniki logistyczne, Poznań, ISBN: 83-87344-91-5, 2005

¹⁰ Brzeziński M. Logistyka w przedsiębiorstwie. Bellona, ISBN: 8311104573, 2006

¹¹ Kowalska K. Zastosowanie systemu mierników w controllingu logistycznym, Międzynarodowa konferencja LOGISTICS 98, Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998

¹² Zimon D. Zarządzanie jakością w logistyce. Warszawa, ISBN 978-83-7556-607-9, 2013

¹³ Kowalska K. Zastosowanie systemu mierników w controllingu logistycznym, Międzynarodowa konferencja LOGISTICS 98, Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998

oferowanie usługi dostarczenia towaru, zwiększa jej atrakcyjność na rynku oraz samodzielność¹⁴.

Transport odgrywa bardzo ważną rolę w życiu gospodarczym skupiając się na aspektach intensywności przepływu materiałów, a tym samym minimalizacji czasu upływającego pomiędzy kolejnymi etapami produkcji, aż do odbioru przez klienta. Masowa konsumpcja, ekonomiczne ujęcie produkcji, a także ścisła specyfikacja procesu wytwórczego coraz częściej sprawia, że wytwórnie produktów nie znajdują się tam gdzie jest popyt na dany asortyment. Dlatego transport pełni tak ważną rolę w komunikacji między sprzedawcą, a odbiorcą, zapewniając tym samym niezawodność, odpowiednią jakość dostawy i terminowość. Przedsiębiorstwa działające na rynku krajowym, a także globalnym zmuszone są do obrania odpowiedniej strategii doboru i wykorzystania środków transportowych. W tym celu przeprowadza się odpowiednie analizy mające przedstawić przydatność posiadanego taboru, uwzględniając również remonty i inne konieczne inwestycje. W zależności od sposobu gospodarowania firmą może ona dysponować taboru własnym, obcym, a często też mieszanym. Należy uwzględnić także odpowiedni udział poszczególnych rodzajów transportu. Decyzje te związane są między innymi ze świadczeniem usług przewozowych we własnym zakresie, lub też korzystania z doświadczenia wyspecjalizowanych przewoźników, zatrudnieniem odpowiednio wyspecjalizowanej kadry koordynatorów transportu, a także infrastruktury transportu. Dodatkowo strategię te muszą uwzględniać poziom realizacji usług w stopniu nie mniejszym niż proponuje to konkurencja¹⁵. Wspomniane wybory należą do jednych z najważniejszych decyzji logistycznych, uderzające w sektory jakości, konkurencyjności, a przede wszystkim w strefę budżetową.

Cel, zakres i metodyka prowadzonych badań

Na jakość dostaw wpływa wiele czynników, do których zalicza się przede wszystkim jej terminowość, brak uszkodzeń towaru, zgodność produktu z zamówieniem. Badania miały na celu przedstawienie wpływu rodzaju zastosowanego transportu (własny lub obcy) na jakość dostaw w procesie dystrybucji towaru, a tym samym na liczbę zgłaszanych reklamacji. Zakresem pracy objęto:

- charakterystykę istniejącego systemu logistycznego,
- charakterystykę floty transportowej w przedsiębiorstwie,
- określenie wskaźników jakości dostaw dla danego przedsiębiorstwa,
- analizę dystrybucji produktu gotowego w wybranym przedsiębiorstwie,
- porównanie transportu własnego i obcego w aspekcie wybranych wskaźników logistycznych.

Badania zostały zrealizowane w przedsiębiorstwie produkcyjnym, specjalizującą się produkcją rur oraz dystrybucją gotowego materiału do klienta. Dane do obliczeń uzyskano bezpośrednio z bazy raportowej przedsiębiorstwa, a zakres danych obejmował rok 2018.

¹⁴ Budzyński W. Transport w przedsiębiorstwie. Logistyka, spedycja, reklamacje, Poltext, ISBN 978-83-7561-712-2, 2016

¹⁵ Romanow P. Zarządzanie transportem przedsiębiorstw przemysłowych, Poznań, ISBN 83-917966-2-0, 2013

Oceną jakościową analizowanych procesów transportowych oparto na wybranych wskaźnikach logistycznych¹⁶:

Wskaźnik jakości dostaw:

$$\text{jakość dostaw} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych z parametrami}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\%$$

gdzie:

- *liczba dostaw zgodnych z parametrami* – transporty, które zostały wykonane zgodnie z zamówieniem,
- *całkowita liczba dostaw* - suma wszystkich wykonanych transportów,

Wskaźnik jakości dostaw zgodnych ilościowo:

$$\text{ilościowy} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych ilościowo}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\%$$

gdzie:

- *liczba dostaw zgodnych ilościowo* – transporty, które zostały wykonane zgodnie z ilością zamawianego towaru,
- *całkowita liczba dostaw* - suma wszystkich wykonanych transportów,

Wskaźnik jakości dostaw zgodnych jakościowo:

$$\text{jakościowy} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych jakościowo}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\%$$

gdzie:

- *liczba dostaw zgodnych jakościowo* – towar dostarczony bez uszkodzonych partii,
- *całkowita liczba dostaw* - suma wszystkich wykonanych transportów,

Wskaźnik jakości dostaw zgodnych terminowo:

$$\text{terminowy} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych z terminem}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\%$$

gdzie:

- *liczba dostaw zgodnych z terminowością* - towar dostarczony w określonym terminie, zaakceptowanym przez obie strony,
- *całkowita liczba dostaw* - suma wszystkich wykonanych transportów,

Wskaźniki te zostały określone dla wszystkich transportów w ujęciu ogólnym, a także z rozbiciem dla transportu własnego oraz obcego.

¹⁶ Twaróg J. Mierniki i wskaźniki logistyczne, Poznań, ISBN 83-87344-91-5, 2005

Udział reklamacji:

$$\text{udział reklamacji} = \frac{\text{liczba dango typu reklamacji}}{\text{całkowita liczba reklamacji}} \times 100\%$$

gdzie:

- *liczba dango typu reklamacji* - reklamacja jakościowa, ilościowa lub terminowa,
- *całkowita liczba reklamacji* – suma wszystkich reklamacji.

Wskaźnik ten został określony dla procesu transportowego ogółem, jak również dla transportu własnego oraz obcego. Dodatkowo określono udział reklamacji z podziałem na organ składający, klienta indywidualnego oraz punkt dystrybucji.

Wskaźnik OTIF

SLA (*Service Level Agreement*) jest to umowa utrzymania i konsekwentnego poprawiania, ustalonego w fazie początkowej z klientem poziomu jakości oferowanych usług na skutek stałego cyklu, który obejmuje uzgodnienia, monitoring usługi informatycznej, raportowanie oraz przegląd uzyskanych wyników.

Coraz częściej w SLA stosowane są wskaźniki skonsolidowane, będące zestawieniem oceny czynników wpływających na jakość oferowanych usług. Są one uwzględniane we wskaźnikach efektywności KPI. Przykładem jest wskaźnik OTIF (*On Time, In Full, Error Free*), w zakres którego wchodzi: terminowość dostaw, jej kompletność i brak uszkodzeń przesyłki. Szersze zastosowanie ma wskaźnik DIFOTAI (*Delivery In Full, Error Free, On Time, Accurately Invoiced*)¹⁷. Równie ważnym wskaźnikiem pomiaru niezawodności jest OTIF (*On-time, In-full, Error-free*) – na czas, kompletnie i bezbłędnie - bez uszkodzenia towaru. W tym przypadku perfekcyjnie wykonane zamówienie oznacza, że towar został dostarczony bez żadnego opóźnienia, dostarczono wszystkie zamówione części oraz żadna część nie została w procesie logistycznym uszkodzona.

Wskaźnik OTIF określa procentowy poziom perfekcji, który wykorzystuje iloczyn trzech danych¹⁸:

- jakości,
- zgodności ilości,
- terminowości.

Dla tego wskaźnika wprowadzono element wagi, który określa poziom niezgodności.

$$OTIF = J \times Z \times T$$

gdzie:

- J* – jakość dostarczonych części,
- Z* – kompletna dostawa,
- T* – dostawa dostarczona na czas.

¹⁷ Kopka M. Mechanizmy prawne w umowach SLA. Logistyka a Jakość, nr 6, 2011

¹⁸ Gajewska T. Wybrane metody i wskaźniki pomiaru jakości usług logistycznych. Autobusy, nr 6, Poznań, 2016

Zróżnicowanie istniejących wskaźników oceny jakości i efektywności oferowanych usług, określa operatorom oszacowanie potrzeb i kosztów wdrożenia oraz stosowanych procesów w celu zapewnienia wysokiego poziomu usług¹⁹.

Charakterystyka przedsiębiorstwa i jego systemu logistycznego

Przyjęte do badań przedsiębiorstwo jest producentem rur osłonowych w dziale telekomunikacyjnym, teleinformatycznym oraz energetycznym. Przedsiębiorstwo działa na rynku od 2010 roku, a miesięczna wydajność zakładu wynosi 500 ton. Specjalizuje się produkcją orurowania z wysokiej klasy materiałów polimerowych HDPE, które posiadają odpowiednią dokumentację oraz certyfikaty dopuszczające wyroby do stosowania na terenie RP, a także UE. Szeroka produkcja wyspecjalizowanych materiałów możliwa jest dzięki wykwalifikowanej kadrze pracowników (laborantów, technologów, chemików), a także doskonale wyposażonego w techniczne środki produkcji. Ciągłe rozwijające się laboratorium przemysłowe oraz linie produkcyjne pozwalają na produkcje asortymentu spełniającego oczekiwania klienta, a także wszystkie wymogi dopuszczalne do użytku. Dodatkowo firma wprowadziła technologię produkcji rur przepustowych, dzięki czemu otrzymuje produkt o bardzo dobrych właściwościach wytrzymałościowych, a także rozszerza zakres stosowania swoich wyrobów. Ponadto firma otwiera się na potrzeby klientów, doskonaląc jakość oferowanych przez siebie produktów oraz świadcząc usługę dostawy zamawianego wyrobu.

Przedsiębiorstwo posiada własny tabor transportowy w ilości dwóch samochodów ciężarowych o maksymalnej ładowności do 24 ton. W celu usprawnienia dostawy do klienta, firma korzysta z obcego taboru transportowego. Dział logistyki czuwa nad zorganizowaniem odpowiedniej liczby samochodów z transportu obcego, zaplanowaniem najkorzystniejszej trasy dostaw, a także zabezpieczeniem ładunków w drodze powrotnej.

Ważną rolę pełnią w przedsiębiorstwie również kupcy i handlowcy. To oni utrzymują spójność w przepływie towarowym. Poprzez badanie popytu na orurowania i utrzymywanie relacji z klientami określają dostępność materiału na rynku zachowując płynność sprzedaży, co przekłada się także na przepływ towaru w łańcuchach logistycznych. Koordynatorzy transportu (spedytorzy) dbają o kontakty z firmami transportowymi, a także odpowiednią organizację własnego taboru, tak aby zamówiony granulat dotarł na czas do przedsiębiorstwa, jak również towar opuścił zakład i został w czasie dostarczony do odbiorcy. Kierownicy magazynu zajmują się przygotowanym już produktem, miejscem i sposobem jego składowania, a także kolejnością załadunku i tworzeniem stosownej dokumentacji transportowej. Wyżej omówione działania i stanowiska pracy zostały stworzone na potrzeby istniejącej wewnątrz zakładu produkcji rur i złączek HDPE. Za cały proces produkcyjny odpowiedzialna jest kadra chemików i laborantów, ich zadaniem jest odpowiedni dobór mieszanek granulatu polimerowego, dobór temperatur i sposób przetwórstwa. Tak przygotowany materiał przechodzi serie prób laboratoryjnych w celu określenia jego cech mechanicznych, a następnie uruchamiany jest proces produkcji gotowego produktu. W dużej mierze to oni wyznaczają czas produkcji i realne przepustowości magazynu. Dodatkowym, bardzo ważnym elementem łańcucha logistycznego jest kontrola jakości gotowego produktu. Pełni ona funkcję gwarancji dla producenta, a także odbiorcy, że wytworzony towar spełnia wymogi europejskiej normy ISO co do właściwości mechanicznych, oraz działu przemysłowego w jakim ma mieć

¹⁹ Złoch M. KPI i SLA powszechnie na polskim rynku. *Logistyka a Jakość*, 6, 2011

zastosowanie (kanalizacja, telekomunikacja, budownictwo drogowe itd.). Na rys. 1 przedstawiono algorytm ogólnego przepływu surowcowo towarowego w zakładzie produkującym rury HDPE.

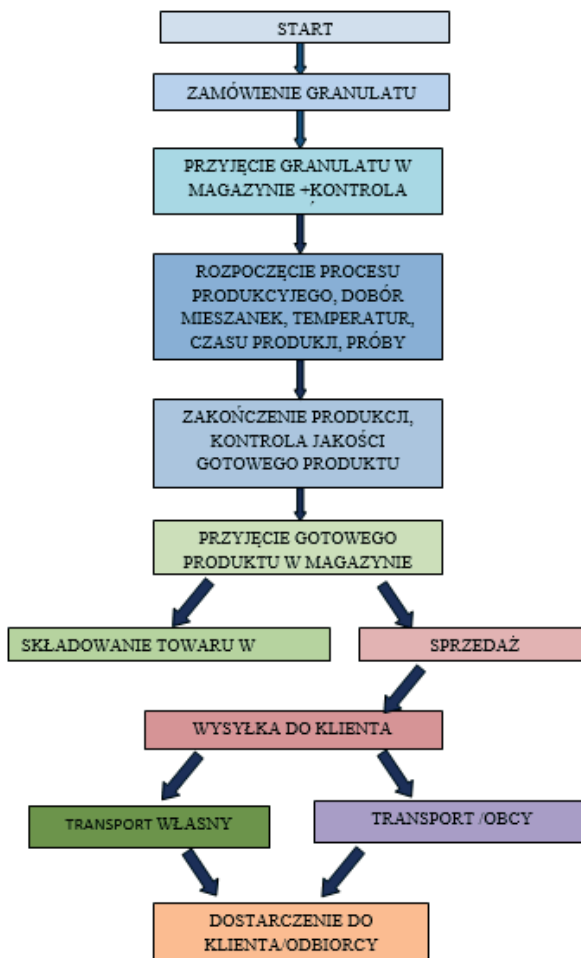
Materiały wsadowe do produkcji rur są dostarczane do zakładu średnio dwa razy w miesiącu. Podejście do zakupów materiałów produkcyjnych w ten sposób, wymaga dużego zorganizowania wszystkich działów zakładu, odpowiedniej współpracy, dotrzymania ustalonych terminów i założeń. Zarówno materiał wsadowy (granulat) i materiały pomocnicze przechowywane są w magazynie w opakowaniach typu BIG-BAG o pojemności 1 tony. Do produkcji wykorzystuje się nie tylko świeży materiał, ale również ten pochodzący z recyklingu. Cały proces logistyczny rozpoczyna się od wydania dyspozycji przez sektor produkcji, związanych z ilością, rodzajem materiału, a także czasu, w którym towar powinien być już dostępny w magazynie zakładowym. Następnie dział zakupów (handlowcy) określa: wysokość cen zakupowych, oczekiwania zapotrzebowania na materiał wsadowy i na gotowy produkt w najbliższych dwóch tygodniach, preferencje jakościowe, ilość zaplanowanych dostaw oraz dostępność towarów preferowanych.

Następnie, po wcześniejszej analizie i wybraniu najkorzystniejszych ofert, przystępuje się do generowania zamówienia. Po potwierdzeniu zakupu, odbiorca może we własnym zakresie odebrać materiał polimerowy, dysponując własnym taboru transportowym lub skorzystać z możliwości dostarczenia przez sprzedającego.

Materiały wsadowe i materiały pomocnicze, po wcześniejszej kontroli jakości, magazynowane są w opakowania o pojemności 1 tony. Towar przeznaczony do produkcji rur przechowywane są w magazynie surowcowych, natomiast wyrób końcowy lokowany jest w magazynie wyrobów gotowych.

Materiały wsadowe w celu przetworzenia ich, transportowane są z magazynu surowcowego za pomocą wózków widłowych na halę produkcyjną, gdzie jest wyznaczona strefa bieżących materiałów. Strefa ta znajduje się w bliskim sąsiedztwie zbiornika głównego linii produkcyjnej i maksymalnie może znajdować się w niej 10 opakowań z materiałem wsadowym o łącznej wadze 10 ton. Takie rozwiązanie również usprawnia proces produkcyjny, zapewniając optymalną ilość surowca w dogodnej odległości od zasobnika.

W magazynie wyrobu gotowego produkty przechowywane są zgonie z wytycznymi oraz w oparciu o zasady BHP. Rury składowane są częściowo w magazynie otwartym ułożone w stosach, jak również w magazynie częściowo zamkniętym umieszczone w specjalnych regałach. Rury w magazynach otwartych są składowane na wcześniej przygotowanym podłożu, które jest wyrównane i odpowiednio utwardzone. Na przygotowanym podłożu układane są stosy, które mogą mieć kształt graniastosłupa prawidłowego trójkątnego (pryzmy) lub prostopadłościanu. Rury składowane w pryzmach zabezpieczane są klinami zbliżonymi do zaprezentowanych na rysunku 5 lub drewnianymi, natomiast rury ułożone w stosy spina się pasami zabezpieczającymi. W magazynie częściowo zamkniętym produkt przechowuje się na odpowiednich stelażach najczęściej o konstrukcji drewnianej. Taka forma składowania umożliwia stworzenie korytarzy transportowych oraz maksymalne wykorzystanie powierzchni magazynowej. Jedyne ograniczeniem jest wysokość stelaża, ponieważ stos nie może przekraczać wysokości jego konstrukcji.



Rys. 1. Algorytm ogólnego przepływu surowcowo towarowego w zakładzie produkującym rury HDPE

Analiza ilościowa i jakościowa realizowanych procesów transportowych

Przedsiębiorstwo dysponuje własnym transportem samochodowym składającym się z dwóch zestawów. Pierwszy zestaw transportowy to ciągnik siodłowy marki Scania z naczepą o standardowych wymiarach. Maksymalna dopuszczalna ładowność pojazdu wynosi 24 tony. Naczepa kryta opończą charakteryzuje się objętością 90 m³ i maksymalnie może zmieścić 33 palety euro. Drugi zestaw to samochód ciężarowy marki Volvo z skrzynią ładunkową krytą opończą. Zestaw ten jest dużo mniejszy. Jego maksymalna ładowność nie

przekracza 11 ton. Objętość naczepy to 55 m³, w której znajdować się może 18 paletowych jednostek ładunkowych.

Przedsiębiorstwo w procesie dostaw towaru do klienta wykorzystuje również transport obcy. Pozyskiwanie w tym celu samochodów ciężarowych odbywa się za pośrednictwem giełdy transportowej, która umożliwia wymianę informacji pomiędzy przedsiębiorstwami spedycyjnymi, a przewoźnikami. W znacznym stopniu ułatwia ona komunikację, a także przyspiesza organizowanie przewozów w branży transportowej. Spedytorzy po opublikowaniu ładunku na platformie internetowej i wystawieniu wszystkich koniecznych wymagań, negocjują koszty przewozu towaru z zainteresowanymi przewoźnikami.

W tabelach 1-4 przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań na bazie których dokonano analizy ilościowej i jakościowej zrealizowanych procesów transportowych. Dodatkowo przedstawiono również udział reklamacji złożonych przez klienta indywidualnego i do punktu dystrybucji, jako pochodna jakości świadczonych usług – tabela 5.

Tabela 1. Liczba zadań transportowych w przedsiębiorstwie zgodnych z zamówieniem w skali roku

Nazwa	Liczba dostaw	Liczba dostaw zgodnych ilościowo	Liczba dostaw zgodnych jakościowo	Liczba dostaw zgodnych terminowo
Transport obcy	379	377	376	374
Transport własny	234	232	231	232
Transport ogółem	613	609	607	606

Tabela 2. Liczba zadań transportowych w przedsiębiorstwie zgodnych z zamówieniem w rozbiu kwartalnym

Kwartał	Transport ogółem				Transport własny				Transport obcy			
	Suma dostaw	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo	Suma dostaw	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo	Suma dostaw	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo
I	156	156	154	153	66	66	64	65	90	90	90	88
II	141	140	140	139	57	56	57	57	84	84	83	82
III	157	155	156	156	58	58	58	57	99	97	98	99
IV	159	158	156	158	53	52	52	53	106	106	105	105

Tabela 3. Liczba zadań transportowych w przedsiębiorstwie niezgodnych z zamówieniem w ujęciu rocznym

Nazwa	Liczba reklamacji	Reklamacje ilościowe	Reklamacje jakościowe	Reklamacje terminowe
Transport obcy	10	2	3	5
Transport własny	7	2	3	2
Transport ogółem	17	4	6	7

Tabela 4. Liczba zadań transportowych w przedsiębiorstwie niezgodnych z zamówieniem w ujęciu kwartalnym

Kwartał	Transport ogółem				Transport własny				Transport obcy			
	Ogólna liczba reklamacji	Reklamacje ilościowe	Reklamacje jakościowe	Reklamacje terminowe	Liczba reklamacji	Reklamacje ilościowe	Reklamacje jakościowe	Reklamacje terminowe	Ogólna liczba reklamacji	Reklamacje ilościowe	Reklamacje jakościowe	Reklamacje terminowe
I	5	0	2	3	3	0	2	1	2	0	0	2
II	4	1	1	2	1	1	0	0	3	0	1	2
III	4	2	1	1	1	0	0	1	3	2	1	0
IV	4	1	2	1	2	1	1	0	2	0	1	1

Tabela 5. Liczba reklamacji z uwzględnieniem miejsca zgłoszenia

Reklamacja do punktu dystrybucji	Reklamacja do klienta indywidualnego	Reklamacja ogółem
2	15	17

Oceny jakościowej zrealizowanych zadań transportowych dokonano w oparciu o przedstawioną wcześniej metodykę badań:

1. Wskaźnik jakości dostaw ogółem:

$$\text{jakość dostaw} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych z parametrami}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\% = \frac{596}{613} \times 100\% = 97,23\%$$

2. Wskaźnik jakości dostaw zgodnych ilościowo :

$$\text{ilościowy} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych ilościowo}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\% = \frac{609}{613} \times 100\% = 99,34\%$$

3. Wskaźnik jakości dostaw zgodnych jakościowo:

$$\text{jakościowy} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych jakościowo}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\% = \frac{607}{613} \times 100\% = 99,02\%$$

4. Wskaźnik jakości dostaw zgodnych terminowo:

$$\text{terminowe} = \frac{\text{liczba dostaw zgodnych terminowo}}{\text{całkowita liczba dostaw}} \times 100\% = \frac{606}{613} \times 100\% = 98,85\%$$

Tabela 6. Zbiornicze wyniki analizy jakościowej w skali roku (%)

Wskaźnik	Transport ogółem	Transport obcy	Transport własny
Liczba dostaw zgodnych ilościowo	99,34	99,47	99,15
Liczba dostaw zgodnych jakościowo	99,02	99,21	98,72
Liczba dostaw zgodnych terminowo	98,85	98,68	99,15

Tabela 7. Zbiórce wyniki analizy jakościowej w rozbiu kwartalnym (%)

Kwartał	Transport ogółem			Transport własny			Transport obcy		
	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo	Dostawy zgodne ilościowo	Dostawy zgodne jakościowo	Dostawy zgodne terminowo
I	100	98,7	98,1	100	97,0	98,5	100	100	97,7
II	99,3	99,3	98,6	98,2	100	100	100	98,8	97,6
II	98,7	99,4	99,4	100	100	98,3	98,0	99,0	100
IV	99,4	98,6	99,4	98,1	98,1	100	100	99,1	99,1

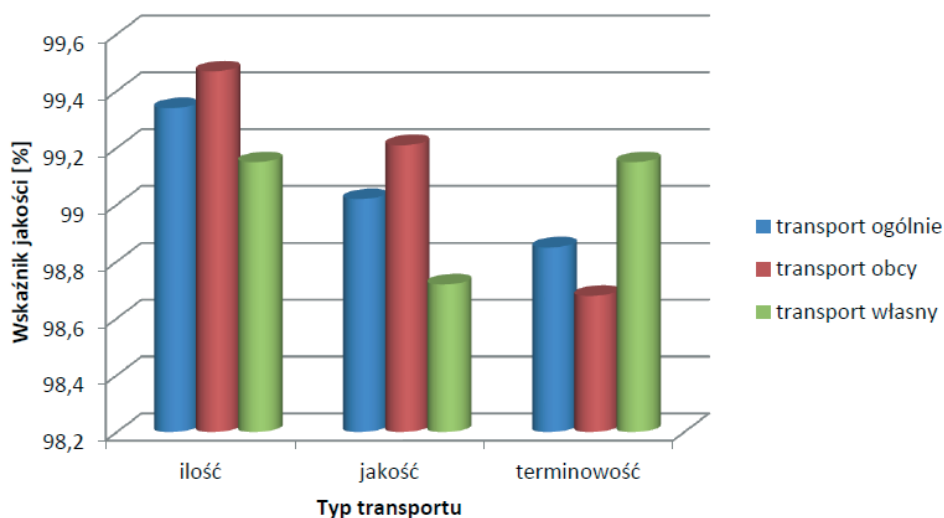
Wskaźniki jakości dostaw określono dla wszystkich rodzajów transportów, z wyszczególnieniem dostaw realizowanych transportem własnym i obcym. W ten sam sposób postąpiono przy określaniu jakości dostaw w systemie OTIF. Zgodnie założeniem systemu, w celu określenia wskaźnika przyjęto, zgodnie z wymogami firmy, wagi dla poszczególnych parametrów: jakość (waga – 3), zgodność ilościowa (waga – 5), terminowość (waga – 2). W tabeli 8 przedstawiono wartości wskaźnika OTIF.

Tabela 8. Wskaźniki OTIF dla poszczególnych rodzaj transportu

Wskaźnik	Transport ogółem	Transport obcy	Transport własny
OTIF	99,15%	99,23%	99,02%

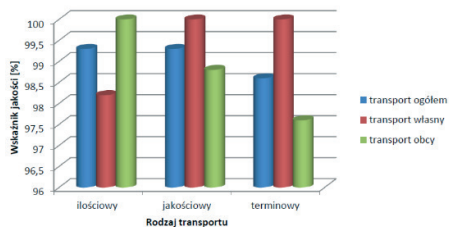
Na podstawie zebranych danych i wyliczonych wskaźników stwierdzono, że bardziej efektywny jest transport obcy aniżeli własny. Wskazuje na to wskaźnik OTIF, który dla tego rodzaju transportu wyniósł 99,23%. Należy jednak zaznaczyć, iż różnica między jakością świadczonych usług transportem własnym, a obcym jest niewielka, co świadczy o bardzo wysokiej jakości wykonywanych usług zarówno własnym jak i obcym taborem samochodowym.

Analizując poszczególne wskaźniki jakości realizowanych zadań transportowych stwierdzono, że najwyższą terminowością charakteryzują się transport własny przedsiębiorstwa. Terminowość dostaw kształtuje się na poziomie 99,15%. Wysoką jakość dostaw odnotowano również w przypadku transportu obcego, gdzie wskaźnik jakości wyniósł 99,47%.

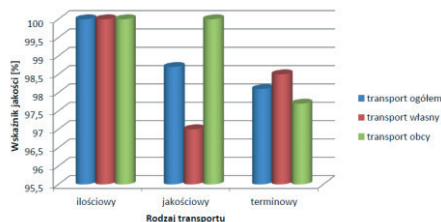


Rys. 2. Analiza jakościowa z rozbiciem na poszczególne wskaźniki

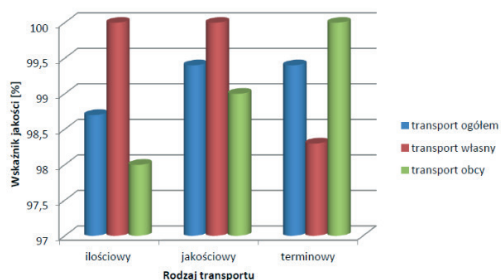
Z analizy uzyskanych obliczeń wynika, że większa liczba reklamacji w ujęciu rocznym dotyczy transportu własnego. Zarówno dotyczy to jakości w jakiej towar był dostarczany do klienta, jak i ilości zamawianego towaru. Dla dokładniejszego zobrazowania jakości dostaw w analizowanym przedsiębiorstwie analizę wykonano w ujęciu kwartalnym. Na rys. 3-6 zaprezentowano wyniki przeprowadzonych obliczeń.



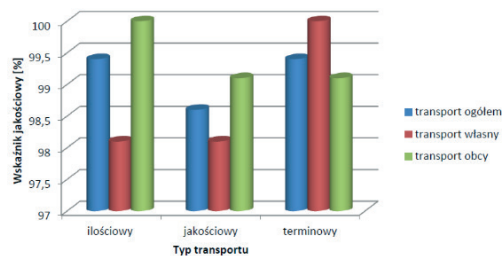
Rys.3. Analiza jakości transportu w I kw. 2018r.



Rys.4. Analiza jakości transportu w II kw. 2018r.



Rys.5. Analiza jakości transportu w III kw. 2018r



Rys.6. Analiza jakości transportu w IV kw. 2018r.

Na podstawie zebranych danych możliwe było określenie wybranych wskaźników reklamacji dla badanego przedsiębiorstwa. Wskaźniki reklamacji dostaw obliczono zgodnie z przyjętą metodyką.

1. Wskaźnik reklamacji ilościowej:

$$\text{ilościowa} = \frac{\text{reklamacje ilościowe}}{\text{całkowita liczba reklamacji}} \times 100\% = \frac{4}{17} \times 100\% = 24\%$$

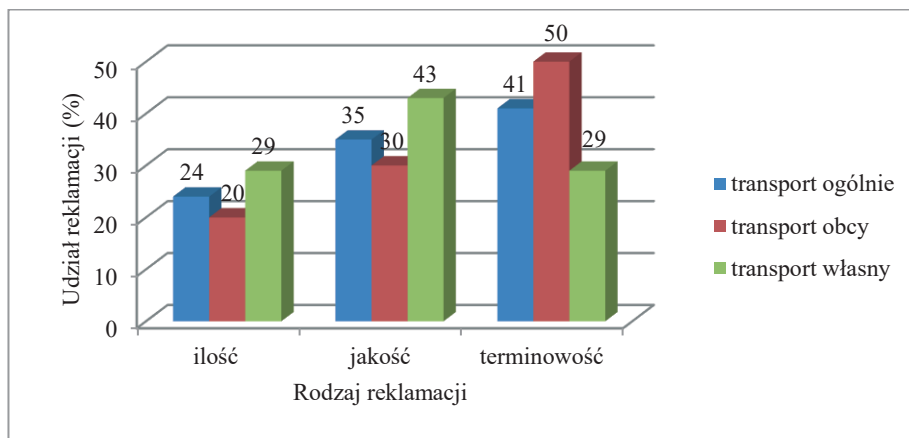
2. Wskaźnik reklamacji jakościowej:

$$\text{jakościowa} = \frac{\text{reklamacje jakościowej}}{\text{całkowita liczba reklamacji}} \times 100\% = \frac{6}{17} \times 100\% = 35\%$$

3. Wskaźnik reklamacji terminowej:

$$\text{terminowa} = \frac{\text{reklamacje terminowej}}{\text{całkowita liczba reklamacji}} \times 100\% = \frac{7}{17} \times 100\% = 41\%$$

Na kolejnym rysunku (rys.7) przedstawiono udział reklamacji w zrealizowanych procesach transportowych uwzględniając poszczególne parametry oceny. Biorąc pod uwagę niezgodności w ilości dostarczonego towaru stwierdzono, że w ciągu całego roku udział reklamacji dla zadań realizowanych transportem własnym wyniósł 29%, a w przypadku transportu obcego był o 9% mniejszy. Pod względem jakości świadczonych usług, największy udział reklamacji odnotowano również dla transportu własnego (43%), natomiast pod względem terminowości w zadaniach realizowanych transportem obcym (50%). Jednoznacznie można stwierdzić, że największy udział reklamacji spowodowany był niedotrzymaniem zakładanego czasu dostawy – 41%.



Rys. 7. Udział reklamacji w zrealizowanych procesach transportowych

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że w analizowanym przedsiębiorstwie 62% wszystkich dostaw zrealizowano transportem obcym, a pozostałe 38% wykorzystując własne środki transportowe. Jakość zrealizowanych dostaw była na bardzo wysokim poziomie o czym świadczy niski wskaźnik reklamacji. Jedynie 3% wszystkich dostaw stanowią przewozy niezgodne z zamówieniem klienta.

W strukturze zgłaszanych niezgodności odnotowano 3-krotnie więcej reklamacji w przypadku zadań realizowanych transportem obcym w stosunku do transportu własnego. Badania wykazały znacznie wyższą jakość świadczonych usług w przypadku transportu własnego, na co wpływ mogła mieć znajomość specyfiki przedsiębiorstwa przez kierowców taboru własnego. Przedsiębiorstwo aktualnie jest w posiadaniu dwóch zestawów samochodowych, dlatego w celu zmniejszenia ilości reklamacji i poprawy jakości powinna uwzględnić powiększenie własnej floty o kolejne zestawy transportowe. Dodatkowo należałoby zawęzić współpracę z obcymi przewoźnikami. Należałoby dokładnie przeanalizować ilość zgłaszanych reklamacji dla poszczególnych firm zewnętrznych i wyeliminować te w przypadku których zgłaszano największą liczbę reklamacji.

W celu zapewnienia wysokiego poziomu świadczonych usług mogą być wdrażane w działach logistyki systemy informatyczne, ułatwiające podejmowanie decyzji wyłącznie w oparciu o fakty.

Powszechnie stosowanymi rodzajami oprogramowania, wspierającego zarządzanie przedsiębiorstwem na polskim rynku są wskaźniki efektywności KPI (*Key Performance Indicators* - kluczowe wskaźniki efektywności) i umów SLA (*Service Level Agreement* – zapisy gwarantujące jakość świadczonych usług). Podstaw do zbudowania efektywnej struktury, dającej dostęp do wskaźników KPI czy SLA, należy szukać zarówno w danych jakimi

dysponuje firma, jak też w mechanizmach ich ewidencjonowania w systemach IT²⁰. KPI (*Key Performance Indicators*) są to wskaźniki wydajności lub efektywności stosowane jako mierniki oceny procesu realizacji celów przedsiębiorstwa. Odpowiednio sformułowane KPI oraz właściwe ustalenie celów umożliwiają sprawną komunikację komercyjną z klientami^{21,22}.

Zachowanie standardów jakościowych w realizacji usług zgodnie z obraną strategią logistyczną przedsiębiorstwa służy do realizacji jego celów, a wielce pomocne przy tym mogą się okazać narzędzia oceny jakościowej. Istnieją bowiem ścisłe zależności pomiędzy doskonaleniem procesów a sprawnością systemu logistycznego.

Bibliografia

- Biesok G., Wyród-Wróbel J.: Pojęcie satysfakcji, *Problemy Jakości*, nr 1, 2011
- Brzeziński M.: Logistyka w przedsiębiorstwie, Bellona, ISBN 8311104573, 2006
- Budzyński W.: Transport w przedsiębiorstwie. Logistyka, spedycja, reklamacje, Poltext, ISBN 978-83-7561-712-2, 2016
- Filipiak B., Panasiuk A.: Przedsiębiorstwo usługowe. Zarządzanie, PWN, Warszawa, 2008
- Fraś J.: Wybrane instrument pomiaru jakości usług logistycznych. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 803, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 66, 2014
- Gajewska T.: Wybrane metody i wskaźniki pomiaru jakości usług logistycznych. *Autobusy*, nr 6, Poznań, 2016
- Kępiński Z.: Wiarygodne wskaźniki na bazie wiarygodnych danych, "Logistyka a Jakość", nr 6, 2011
- Kopka M.: Mechanizmy prawne w umowach SLA. *Logistyka a Jakość*, nr 6, 2011
- Kowalska K.: Zastosowanie systemu mierników w controllingu logistycznym, Międzynarodowa konferencja LOGISTICS 98, Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998
- Mentzer J. T., Gomez R., Krapfel R.: Physical Distribution Service. A Fundamental Marketing Concept, "Journal of The Academy of Marketing Service", vol. 17, No.1, 27-41, 1989
- Merita S.C., Lalwani A.K., Hań S.L.: Service Quality in Retailing: relative efficiency of alternative measurement scales for different product - service environments, *International Journal of Retail & Distribution Management*, vol.2 no.2, s. 63, 2000
- Romanow P.: Zarządzanie transportem przedsiębiorstw przemysłowych, Poznań, ISBN 83-917966-2-0, 2013
- Stoma M.: Modele i metody pomiaru jakości usług. Q&R Polska sp. z.oo. Lublin, 2012
- Twaróg J.: Mierniki i wskaźniki logistyczne, Poznań, ISBN: 83-87344-91-5, 2005
- Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw, PWE, Warszawa, 120, 2003
- Zacirka A.: Wskaźniki dla działów logistyki, „Logistyka a Jakość”, 6, 2011
- Zimoń D.: Zarządzanie jakością w logistyce. CeDeWu, Warszawa, 2013
- Złoch M.: KPI i SLA powszechne na polskim rynku. *Logistyka a Jakość*, 6, 2011

²⁰ Kępiński Z. Wiarygodne wskaźniki na bazie wiarygodnych danych, "Logistyka a Jakość", nr 6, 2011

²¹ Zimoń D. Zarządzanie jakością w logistyce. CeDeWu, Warszawa 2013

²² Zacirka A. Wskaźniki dla działów logistyki, „Logistyka a Jakość”, nr 6, 2011

ZARZĄDZANIE FLOTĄ POJAZDÓW W WYBRANEJ FIRMIE TRANSPORTOWEJ

**Dominika Bejm¹, Maciej Kuboń², Dariusz Kwaśniewski², Zbigniew Kowalczyk²,
Urszula Malaga-Tobola², Jacek Salamon³, Jakub Sikora³, Zbigniew Daniel²**

¹ Dyplomantka w Katedrze Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4847-8743; dariusz.kwasniewski@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-1873-1456, zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8001-2092; urszula.malaga-tobola@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-7918-8699; zbigniew.daniel@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-5507-8911

³ Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jacek.salamon@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-8866-1879; jakub.sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6215-6065

Adres do korespondencji: e-mail: dariusz.kwasniewski@urk.krakow.pl

Wstęp

Dynamiczny rozwój rynku transportu drogowego na przestrzeni ostatnich lat jest spowodowany wzrostem międzynarodowej wymiany handlowej towarów. Na rynku powstało wiele małych, średnich i dużych firm, co spowodowało silny wzrost konkurencji. W celu utrzymania wysokiej pozycji na rynku krajowym oraz międzynarodowym, przedsiębiorstwa inwestują w nowoczesne systemy służące do zarządzania flotą oraz w coraz bardziej wydajne środki techniczne. Systemy telematyczne pozwalają usprawnić pracę spedytora, który posiada dostęp do informacji o aktualnej lokalizacji wszystkich samochodów swojej firmy i jest on w stanie sprawniej zaplanować rozkłady jazdy kierowców. Managerowie transportu mają wiedzę o czasie pracy kierowców oraz o eksploatacyjnych parametrach samochodu, takich jak zużycie paliwa, prędkość pojazdu czy średni nacisk na pedał gazu. Nowoczesne systemy pozwalają poinformować właściciela o włamaniu do pojazdu i jego kradzieży oraz zlokalizowaniu go dzięki systemom satelitarnym GPS i sieci GSM. Zainwestowanie kapitału w nowoczesne systemy daje korzyści właścicielom, spedytorom, kierowcom oraz zleceńodawcom. Właściciele, którzy posiadają Inteligentne Systemy Transportowe (ITS) dbają o bezpieczeństwo i korzyści ekonomiczne własnej firmy. Nabywcy usług transportowych chętniej korzystają z przedsiębiorstw, które posiadają takie systemy, ponieważ wtedy mogą mieć większą pewność, że ich towar zostanie przewieziony w stanie nienaruszonym.

Usługi przewozowe, oferowane przez firmy transportowe są częścią łańcucha dostaw. Koźlak¹ definiuje znaczenie transportu jako „podstawowego elementu, wchodzącego w skład systemu logistycznego. Potrzeba przemieszczania ładunków występuje na etapie zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, przy czym może być ona realizowana przy użyciu różnych środków transportu, w zależności od wymagań jakościowych formułowanych przez zleceniodawcę”. Rola usług transportowych jest bardzo ważnym aspektem dla usługobiorców z pozostałych działów gospodarki, ponieważ dzięki współpracy z firmami przewozowymi mogą zrezygnować z posiadania własnych pojazdów, a mimo to mogą prawidłowo i efektywnie funkcjonować na rynku. Usługi te odgrywają bardzo ważną rolę w sektorze TSL.

Sektor TSL (Transport, Spedycja i Logistyka) jest to jedna z najszybciej rozwijających się branż w Polsce. Przedmiotem działania systemu TLS są wszystkie czynności związane z przewozem ludzi i towarów. Według Mańkowskiego² „TSL jest to działalność gospodarcza polegająca na oferowaniu i realizacji na rynku usług: przemieszczania osób i dóbr materialnych (transport), organizacji przewozu ładunków (spedycja) oraz kompleksowego zarządzania i realizacji wszelkich procesów przepływu, włącznie z transportem, spedycją, magazynowaniem (logistyka)”. Połączenie wszystkich tych składowych pozwala na sprawny rozwój sektora TSL.

Pierwszą częścią systemu TSL jest transport, którego celem jest przemieszczanie osób lub dóbr materialnych przy pomocy środka technicznego. Rydzkowski i Wojewódzka-Król³ twierdzą, że: „Transport to działalność, która polega na odpłatnym (lub nieodpłatnym) świadczeniu usług, których efektem jest przemieszczanie osób i/lub ładunków z punktu nadania do punktu odbioru oraz świadczenie usług pomocniczych bezpośrednio z tymi usługami związanych”. Głównym zadaniem transportu jest przemieszczanie osób lub ładunków z punktu A do punktu B, natomiast czynnościami pomocniczymi mogą to być usługi ładunkowe oraz działania finansowe. Aby wykonać usługę transportową konieczny jest system transportowy, który według Liberadzkiego i Mindura⁴ składa się z :

- infrastruktury drogowej,
- środków transportowych,
- pracowników,
- logistycznych zasad przewożenia osób i ładunków.

Zbiór tych elementów pozwala w pełni realizować podstawową funkcję przedsiębiorstw transportowych jaką, jest przewożenie osób lub dóbr materialnych.

Kolejną częścią systemu TSL jest spedycja, która polega na organizowaniu przez spedytora usług transportu osób lub dóbr materialnych oraz przeprowadzeniu działań temu towarzyszących. Według Art.794 §1 Kodeksu Cywilnego⁵: „przez umowę spedycji spedytor zobowiązuje się za wynagrodzeniem, w zakresie działalności swego przedsiębiorstwa, do

¹ Koźlak A. Transport w logistyce, a logistyka w transporcie. Logistyka, 2, 2009

² Mańkowski C. Krajowy rynek usług TSL w warunkach ogólnoswiatowego kryzysu gospodarczego i finansowego. Logistyka, 1. s. 38-41, 2010

³ Rydzkowski, W., Wojewódzka-Król K. (red.). Transport. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009

⁴ Liberadzki B., Mindur L. Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski. Warszawa, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, 2006

⁵ Kodeks cywilny. Art. 794 &1. Warszawa, Wydawnictwo Prawnicze, 2009

wysyłania lub odbioru przesyłki albo do dokonania innych usług związanych z jej przewozem”, a spedytor to „podmiot, który zawodowo, za wynagrodzeniem podejmuje się we własnym imieniu lecz na rachunek zleceniodawcy lub w imieniu i na rachunek zleceniodawcy wysyłania lub odbioru przesyłki, zorganizowania całości lub części procesu przemieszczania przesyłki lub innych usług związanych z obsługą przesyłki i jej przemieszczaniem”. Spedytor jest organizatorem transportu, który jest zobowiązany do logistycznego jego zaplanowania.

Ostatnią składową TSL jest logistyka, która według Beier i Rutkowskiego⁶ definiowana jest jako: „zarządzanie działaniami przemieszczania i składowania, które mają ułatwić przepływ produktów z miejsc pochodzenia do miejsc finalnej konsumpcji, jak również związaną z nimi informacją w celu zaoferowania klientowi odpowiedniego poziomu obsługi po rozsądnych kosztach”. Logistyka jest odpowiedzialna za sprawność zarządzania w procesach usług transportowych i spedycyjnych w celu zaspokajania potrzeb zleceniodawcy. Do podstawowych zadań logistyki zalicza się :

- koordynację przepływu odpowiednich produktów do klientów,
- redukcję kosztów przepływu,
- zwiększenie efektywności w zarządzaniu przepływem produktów oraz obsługą klientów.

Logistyka występuje w obszarach zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, transporcie i magazynowaniu oraz w marketingu. Głównym celem logistyki jest osiągnięcie przewagi nad konkurencją, dzięki opracowaniu skutecznej strategii logistycznej przedsiębiorstwa.

Zmiany organizacyjne w przedsiębiorstwach transportowych i spedycyjnych sektora TSL są integralnie związane z rozwojem i rozbudową różnych systemów informatycznych.

Inteligentne Systemy Transportowe w zarządzaniu flotą (ITS)

Optymalne administrowanie parkiem pojazdów transportowych wymaga wspomagania profesjonalnym systemem informatycznym, który pozwala efektywniej realizować postawione zadania. Producenci i dostawcy sprzętu informatycznego obecni na krajowym rynku nieustannie udoskonalają swoje produkty, które rekomendują firmom posiadającym floty pojazdów. W tym zakresie bardzo istotną rolę odgrywają Inteligentne Systemy Transportowe.

Inteligentne Systemy Transportowe (ITS) stanowią szeroki zbiór różnorodnych narzędzi bazujących na technologii informatycznej. Oparte są na elektronice pojazdowej, umożliwiającej efektywne i sprawne zarządzanie infrastrukturą transportową. W takich systemach funkcjonowanie transportu jest w wysokim stopniu wspierane zintegrowanymi rozwiązaniami programowymi, telekomunikacyjnymi, informatycznymi a także informacyjnymi. Rozwiązania tego typu zintegrowane z fizycznymi systemami transportowymi, dostosowane do ich potrzeb i realizowanych przez nie zadań nazywane są telematyką transportu⁷.

W praktyce już od kilku lat funkcjonują systemy telematyczne. Są to narzędzia ułatwiające funkcjonowanie firm transportowych m.in. w zakresie kontroli przewozów, rozliczania

⁶ Beier F.J., Rutkowski K. Logistyka. Warszawa, Szkoła Główna Handlowa, 1995

⁷ Wydro K. B. Telematyka - znaczenia i definicje terminu. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, nr 1-2. 2005

czasu pracy kierowców, racjonalizacji kosztów, analizy tachografów, czy pozycjonowania pojazdów.

Transport drogowy w coraz większym stopniu uzależniony jest od narzędzi telematycznych. Do najbardziej poszukiwanych przez menagerów transportowych dóbr należy informacja o stanie i wynikach floty oraz o możliwościach zapobiegania szkodliwym czynnikom⁸.

Występujące potrzeby uzależnione są od: organizacji i sposobu zarządzania poszczególnymi podsystemami, zachodzących w podsystemach procesów oraz istniejącej infrastruktury. Technologie telematyczne wprowadzane są do elementów wyposażenia infrastruktury transportowej i pojazdów. Podstawowym celem tych działań jest takie zarządzanie pojazdami, ładunkami i trasami, które powodują skrócenie czasów przejazdu, ograniczenie zużycia paliwa oraz maksymalne wykorzystanie ładowności pojazdów transportowych.

Inteligentne Systemy Transportowe ułatwiają zarządzanie flotą pojazdów poprzez możliwość optymalizacji tras, monitorowanie lokalizacji pojazdów oraz ich parametrów eksploatacyjnych, w tym zachowania kierowców na drodze. Systemy zwiększają bezpieczeństwo kierowców oraz pojazdów na drodze oraz przynoszą korzyści oszczędnościowe właścicielom firm transportowych.

Inteligentne Systemy Transportowe umożliwiają:

- planowanie optymalnych tras przewozów, przy wykorzystaniu map cyfrowych i regularnie aktualizowanych danych o lokalizacji,
- zwiększenie efektywności ekonomicznej przedsiębiorstwa poprzez minimalizację kosztów bezpośrednich,
- analizę i kontrolę przemieszczania się pojazdów lub ładunków przez kierowcę i przez spedytora w firmie,
- ewidencje parametrów eksploatacyjnych pojazdu: prędkość, ilość przebytej drogi i trasy przejazdu, obrotów silnika, temperatury przewozu,
- kontrolę i analizę zużycia paliwa, dzięki której obniża możliwość kradzieży,
- monitorowanie przestrzeni ładunkowej, kontrolę pracy systemów pokładowych,
- kontrolę kierowcy w świetle przepisów prawa o maksymalnych okresach prowadzenia pojazdu, minimalnych przerwach i okresach odpoczynku,
- zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie kierowców, pojazdów oraz ładunków dzięki odpowiednim czujnikom,
- obniżenie zagrożenia terroryzmem poprzez kontrolę przestrzeni ładunkowej,
- precyzyjne określanie terminu dostaw,
- płynność ruchu, rozwiązuje problemy automatycznego poboru opłat za korzystanie z autostrad i dróg szybkiego ruchu⁹.

Systemy umożliwiają spedytorom planowanie najkorzystniejszych ekonomicznie tras przejazdu, dzięki optymalizacji opłat ponoszonych za przejazd drogami płatnymi. Operatorzy transportowi mają łatwy dostęp do lokalizacji wszystkich kierowców na mapie, bez

⁸ Wieteska S., Piechota A. Nowoczesne metody zarządzania flotami samochodów ciężarowych i dostawczych w Polsce. ASO.A.8(2). s. 105-119, 2016

⁹ Łacny J. Systemy telematyczne i informatyczne w nowoczesnych przedsiębiorstwach transportu drogowego. Poznań, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, 2008

konieczności wykonywania czasochłonnych rozmów, co umożliwia szybsze rozplanowanie rozkładów jazdy. Dyspozytorzy, którzy posiadają informację o lokalizacji pojazdów mogą w sytuacji kryzysowej powiadomić policję, straż pożarną czy służby ratownicze, gdzie znajduje się ich kierowca¹⁰. Ewidencja parametrów eksploatacyjnych pojazdu przez właściciela firmy powoduje, że kierowcy mają świadomość, że samochód jest monitorowany i starają się jeździć przepisowo, czyli nie przekraczać dozwolonych prędkości, co powoduje zmniejszenie liczby szkód i wypadków jakie mogą się wydarzyć na drodze. Ważną funkcją systemów jest monitorowanie stanu paliwa, dzięki której właściciel firmy może mieć pewność, że nie nastąpiła jego kradzież. Samochody ciężarowe specjalne na przykład chłodnie wyposażone są w czujniki, z których dane przesyłane są do systemu i wtedy kierowca oraz spedytorzy mogą kontrolować stan temperatury czy wilgotności przestrzeni ładunkowej¹¹.

Kolejnym ważnym aspektem jest zwiększenie bezpieczeństwa osób, pojazdów oraz ładunków w transporcie poprzez monitorowanie i śledzenie pojazdu. Przedsiębiorcy, którzy chcą zainwestować w system do zarządzania flotą mogą wybierać pomiędzy systemem w postaci oprogramowania na komputer lub wersjami bardziej mobilnymi jak na przykład serwer na stronie internetowej czy aplikacja na telefon lub tablet¹².

Zastosowanie ITS pozwala usprawnić wymianę informacji pomiędzy kierowcami, przewoźnikami i centrami logistycznymi. Użycie zaawansowanych programów wymiany informacji pozwala na podniesienie sprawności ruchu pojazdów, przy równoczesnym skróceniu czasu procedur przewozowych. Efektywność dystrybucji towarów zwiększa się poprzez lepsze planowanie dostaw, wyższe współczynniki obciążenia pojazdów oraz bardziej efektywne ich wykorzystanie. W tym celu stosuje się zintegrowane systemy łączące inteligentne planowanie trasy wspomagające kierowców, inteligentne pojazdy oraz interakcje z infrastrukturą¹³.

Resumując, należy podkreślić, że jednym z czynników dających gwarancję sukcesu firmom zajmujących się transportem i spedycją, są odpowiednio zintegrowane systemy informatyczne, które znacznie zwiększają wydajność pracy. Pozwalają one na efektywne zarządzanie procesami w firmie w zakresie magazynowania, kontaktu z kierowcą bądź klientem.

Branża TSL nie działałaby z wydajnością na wysokim poziomie bez wspomagania informatycznego. Cele decyzyjne oraz wykonawcze są osiągane poprzez wymianę danych w jak najkrótszym odcinku czasowym oraz we właściwej postaci. Szczegółowa oraz bezwzględna informacja jest zapewne fundamentem optymalnego systemu logistycznego¹⁴.

¹⁰ Goel A. Fleet Telematics: Real-time management and planning of commercial vehicle operations. Springer, 50, 2007

¹¹ Williams B. Intelligent Transport Systems Standards. London, Artech House, 2008

¹² Dmowski A. Praktyczne aspekty zarządzania flotą w przedsiębiorstwie branży spożywczej. Eksploatacja i niezawodność, nr 3, s. 62-68, 2008

¹³ Wojciechowski Ł., Cisowski T., Grzegorzczak P. Metody zarządzania flotą samochodową w firmie. Autobusy. Technika. Eksploatacja. Systemy transportowe, nr 6. s. 1-5, 2010

¹⁴ Ficoń K. Logistyka Techniczna, Infrastruktura logistyczna, Warszawa, 2009

Cel i zakres badań

Celem badań była analiza funkcjonalna systemu zarządzania flotą pojazdów w firmie transportowej i porównanie działalności firmy, gdzie zarządzanie flotą odbywa się z wykorzystaniem giełd transportowych, platform logistycznym, elektronicznych opłat kontroli drogowej, map Google oraz ręcznego raportowania. Na podstawie badań i analiz scharakteryzowano obszary funkcjonowania systemu i porównano je w różnych obszarach zarządzania flotą.

Zakresem badań objęto dwie firmy transportowe świadczące usługi transportowe w kraju i za granicą. Były to firmy UTRANS oraz Mar-Trans Transport i Spedycja.

Analizy zarządzania flotą pojazdów dokonano pod kątem strategii doboru floty, planowania i organizowania usług, kontrolowania eksploatacji środków technicznych i kierowców oraz raportowania.

Charakterystyka systemu GBOX oraz obszary zarządzania flotą pojazdów

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja korzysta z systemu do zarządzania flotą GBOX, który składa się z takich elementów jak: panel GBOX Online, komputer pokładowy GBOX Assist oraz urządzenia dodatkowe.

Panel GBOX Online jest to mobilna internetowa aplikacja służąca do zarządzania flotą pojazdów, z której spedytor może korzystać z dowolnego komputera czy urządzenia mobilnego z dostępem do Internetu. Zarządzający, dzięki systemowi może kontrolować bieżącą pracę pojazdu i kierowcy, planować optymalne trasy dla nowych zleceń, analizować raporty oraz wykresy z wybranego czasu pracy. System zapewnia bezpieczeństwo kierowcom oraz ładunkom.

W skład urządzeń dodatkowych wchodzi translator szyny CAN, sonda paliwowa, identyfikacja kierowcy, czujnik stanu urządzeń, przycisk stanu jazdy oraz GBOX Reader 2. Translator szyny CAN pozwala na uzyskanie danych o eksploatacji pojazdu w wybranym okresie czasu takie jak: przebieg, poziom paliwa, nacisk na pedał gazu, nacisk na oś, obroty silnika. Urządzenie umożliwia pobieranie danych z tachografu oraz informacji na temat awarii pojazdu. Spedytor, dzięki temu urządzeniu może kontrolować prawidłowość tankowań paliw, zwiększać bezpieczeństwo i efektywność ekonomiczną jazdy. Sonda paliwowa umożliwia sprawdzenie ilości paliwa w zbiornikach i wspomaga kontrolę nad ewentualnymi jego ubytkami. Identyfikacja kierowcy ułatwia rozliczenia czasu pracy oraz paliwa. Czujnik stanu urządzeń monitoruje m.in. otwarcie drzwi, obroty silnika, temperaturę kabiny oraz naczepy w przypadku chłodni, stan paliwa oraz pomp. Przycisk stanu jazdy pozwala na ustawienie przez kierowcę trybu jazdy, co pozwala na zwiększenie efektywności wykorzystania samochodów. GBOX Reader 2 jest urządzeniem, które pozwala na pobieranie danych z karty chipowej kierowcy i zdalne przesyłanie ich do panelu GBOX Online, dzięki czemu kierowca nie musi zjeżdżać do bazy w celu przekazania danych.

Komputer pokładowy GBOX Assist jest zamontowany w kabinie samochodu ciężarowego i jest on połączony za pomocą sieci GSM z systemem służącym do zarządzania flotą. Z komputera pokładowego kierowcy przesyłane są wszystkie dane do systemu GBOX Online, do którego ma dostęp spedytor.

Menu główne komputera pokładowego GBOX Assist składa się z funkcji: Wiadomości, Zlecenia, Nawigacja, Korytarze, Statusy, Czas pracy oraz Przesyłanie dokumentów.

Funkcja Wiadomości pozwala na stały kontakt kierowcy ze spedytorem nie wymagający wykonywania połączeń telefonicznych czy wysyłania manualnie wiadomości SMS.

Zakładka Zlecenia umożliwia łatwy dostęp do informacji dotyczących zlecenia oraz raportowania statusu jego wykonania przez kierowców na komputerze pokładowym.

Nawigacja pozwala na proste zaplanowanie trasy z zaznaczeniem opcji dla samochodów ciężarowych, dzięki której kierowcy mogą poruszać się trasą z pewnością, że nie ma na niej zakazu dla taboru ciężkiego.

Zakładka Korytarze jest widoczna dla komputera pokładowego GBOX Assist, w momencie gdy spedytor zaznaczy dokładną trasę jaką ma się poruszać kierowca i gdzie wykonywać postoje w przypadku przewozów cennych ładunków. W sytuacji, gdy kierowca opuści korytarz na wyznaczoną przez spedytora odległość to spowoduje włączenie się alarmu.

Funkcja Statusy informuje spedytora o aktualnej czynności wykonywanej przez kierowcę pojazdu. Kierowca ma do wyboru jedną z opcji statusów takich jak: nowa karta drogowa, obsługa pojazdu, odpinanie naczepy, odpoczynek, pobieranie naczepy, pociąg, podjęcie pojazdu, postój inny (pauza), postój u klienta, prom, rozładunek, sprawdź kartę drogową, stoję w korku, tankowanie, wylogowanie.

Funkcja Czas pracy ułatwia organizację i planowanie pracy kierowcom. Dzięki zdalnemu odczytowi z karty kierowcy i tachografu kierowca na komputerze pokładowym ma dostęp do informacji na temat pozostałego czasu jazdy dziennej oraz tygodniowej, czasu do rozpoczęcia odpoczynku dziennego oraz tygodniowego oraz aktualny czas odpoczynku.

Kolejną opcją komputera pokładowego GBOX Assist jest **przesyłanie dokumentów**. Dzięki tej opcji spedytor może wysłać kierowcy zlecenie transportowe oraz kierowca ma możliwość skanowania różnego rodzaju dokumentów za pomocą skanera i wysyłania ich do spedytora. Komputer pokładowy GBOX Assist umożliwia zdalne rozliczanie delegacji i ryczałtów i wyeliminowanie przy tym błędów ludzkiego.

Rysunek 1 przedstawia komputer pokładowy GBOX Assist montowany w kabinie kierowcy.

Zarządzanie flotą pojazdów w firmie transportowej jest to zespół poszczególnych elementów. W firmie Mar-Trans Transport i Spedycja pracownicy, którzy zajmują się zarządzaniem flotą pojazdów posiadają znaczne udogodnienie w postaci systemu GBOX, który wiele czynności wykonuje automatycznie. W firmie UTRANS pracownicy zarządzający flotą, nie posiadają systemu wspomagającego zarządzanie, więc większość czynności muszą wykonywać ręcznie np. komunikowanie się z kierowcami czy raportowanie.

Do podstawowych elementów zarządzania flotą pojazdów zaliczamy: strategię doboru floty, wyszukiwanie i dobór zleceń, planowanie i optymalizacja tras, kontrolowanie pracy kierowcy oraz pojazdu, komunikacja oraz raportowanie.



Rys. 1. Komputer pokładowy GBOX Assist

Źródło: www.viaon.pl

Strategia doboru floty

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja korzysta obecnie z modelu finansowania ciągników siodłowych i naczep w formie leasingu operacyjnego oraz wynajmu długoterminowego. Firma zawiera umowy ze spółkami córkami dealera leasingowego, dzięki temu są one na korzystniejszych warunkach cenowych oraz właściciel posiada dużo większe limity kwotowe do zaciągania zobowiązań. Ta forma finansowania jest dużo korzystniejsza dla firmy Mar-Trans Transport i Spedycja niż kredyt, ponieważ nie ogranicza firmy odnośnie waluty finansowania. Kredyt można otrzymać jedynie w złotych, natomiast leasing jest dostępny w wielu walutach. W przypadku firmy Mar-Trans Transport i Spedycja waluta finansowania jest bardzo istotną kwestią, ponieważ przychody w 95% są w walucie euro i dzięki możliwości płacenia w tej walucie, firma nie jest narażona na straty przy wymianie walut. Kolejną zaletą umowy leasingowej jest ograniczona dokumentacja, zatem jest łatwiejsza i szybsza w zawieraniu niż kredyt. Następną mocną stroną leasingu jest zabezpieczenie środka transportowego z tytułu własności, co w przypadku kredytu zabezpieczenie tak dużej ilości środków transportu byłoby problematyczne przy tak bardzo dużym zaangażowaniu firmy. Czas realizacji umów leasingowych jest kilkakrotnie krótszy niż uzyskanie kredytu. Zastosowanie obecnego modelu finansowania w firmie Mar-Trans Transport i Spedycja jest odpowiednim wyborem dla firmy, która dąży do szybkiego rozwoju technologicznego swojej floty i zdobywania jak największej ilości stałych kontrahentów.

Samochody ciężarowe w firmie UTRANS zostały zakupione z oszczędności właściciela firmy. Właściciel kupuje za granicą pojazdy w gorszym stanie technicznym i dokonuje ich napraw we własnym zakładzie mechanicznym. Naprawione pojazdy właściciel przeznacza do usług transportowych lub są one wystawione do sprzedaży. Zakup floty z oszczędności własnych jest najbezpieczniejszym wyborem, jednak pozwala tylko na ograniczony rozwój firmy. Właściciel firmy UTRANS, chcąc ją rozwijać powinien dokonać zakupu nowoczesnych ciągników siodłowych oraz naczep. Odpowiednim rozwiązaniem mogłoby być w takiej sytuacji zawarcie umowy leasingowej.

Wyszukiwanie zleceń transportowych

W firmie Mar-Trans Transport i Spedycja zlecenia transportowe podzielone są na cztery rodzaje. Pierwsze z nich są to zlecenia od stałych kontrahentów z którymi firma pracuje na zasadzie umów długoterminowych i takie zlecenia otrzymuje każdego dnia z systemu dla poszczególnych pojazdów. Drugi rodzaj zleceń to zlecenia z platform logistycznych typu Transporeon, Ticontrakt, DB Schenker, DHL i Gefco. Zlecenia z tych miejsc są to zlecenia również bezpośrednie, ale już dostępne dla większej grupy użytkowników i firm transportowo-spedycyjnych. W celu otrzymania dostępu do tego typu platform logistycznych firma musi przejść przez szereg procesów weryfikacyjnych. Trzeci rodzaj zleceń to zlecenia z giełd transportowych typu TimoCom, Trans, Tellerout, które udostępniają ładunki praktycznie wszystkim firmom po zarejestrowaniu się w systemie. Czwarty rodzaj to zlecenia spedycyjne, które przedsiębiorstwo otrzymuje na zasadzie mailingu od zaprzyjaźnionych spedycji.

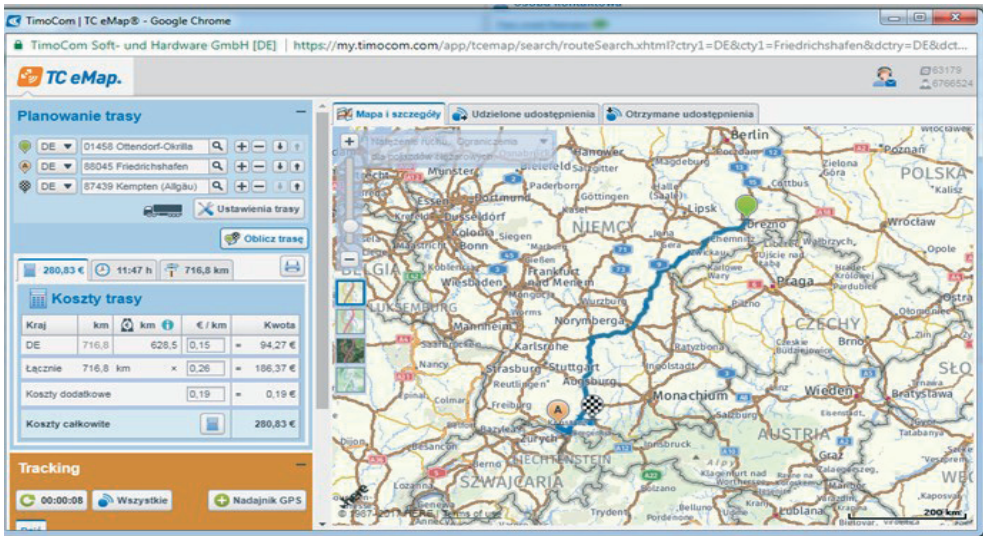
Rysunek 2 ukazuje zrzut z ekranu programu TC Truck&Cargo przedstawiający wyszukiwarkę zleceń. Szukanie zleceń w przypadku konieczności doboru dodatkowego zlecenia na platformach odbywa się poprzez ustawienie odpowiedniego filtra, dzięki któremu precyzyjnie określa się:

- rodzaj i wagę ładunku,
- rodzaj naczepy i pojazdu,
- datę załadunku i rozładunku,
- miejsce załadunku i rozładunku.

Rysunek 3 przedstawia zrzut z ekranu programu TC Truck&Cargo pokazuje dane kontaktowe wybranego zleceniodawcy oraz szczegóły zlecenia transportowego takie jak: wymagany typ pojazdu, wagę i długość ładunku, wysokość stawki oraz miejsce załadunku i rozładunku. W tym miejscu można obliczyć trasę oraz rozpocząć rozmowę ze zleceniodawcą.

Rysunek 4 pokazuje zrzut z ekranu programu TC Truck&Cargo ukazujący funkcję programu: Oblicz trasę z automatu, dzięki której system pokazuje trasę przejazdu danego zlecenia, wylicza jej koszty i ilość kilometrów.

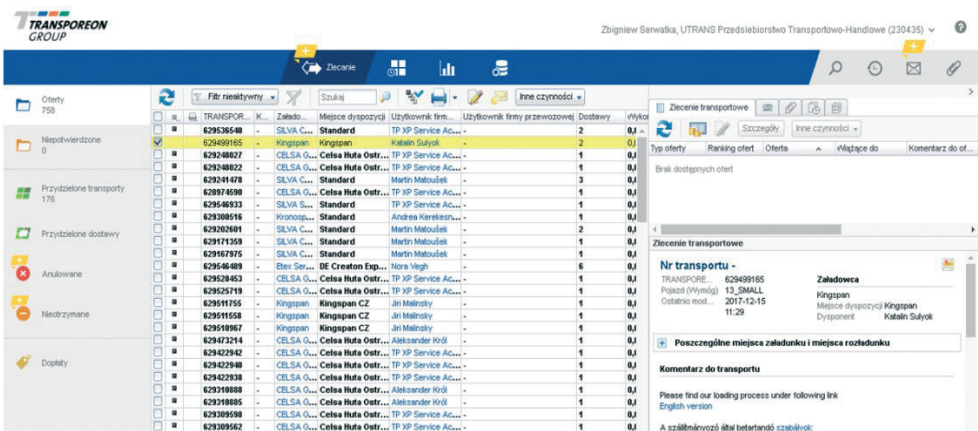




Rys. 4. Zrzut z ekranu programu TC Truck&Cargo – trasa przejazdu wybranego zlecenia

Firma UTRANS podczas wyszukiwania zleceń transportowych korzysta z platform logistycznych takich jak TRANSPOREON, TICONTRACT, CMC Poland oraz z giełdy transportowej Trans.eu.

Rysunek 5 to zrzut z ekranu platformy logistycznej TRANSPOREON, który ukazuje wyszukiwarkę zleceń oraz ich szczegóły: datę i miejsce załadunku oraz wyładunku, ofertę cenową, komentarz, wagę ładunku, rodzaj zlecenia oraz wymogi dotyczące pojazdu. Po kliknięciu na wybraną ofertę w programie pojawia się okno ze szczegółami zlecenia.



Rys. 5. Zrzut z ekranu platformy logistycznej TRANSPOREON – wyszukiwarka zleceń

Rysunek 6 przedstawia zrzut z platformy logistycznej TRANSPOREON, który ukazuje okno składania oferty cenowej dla wybranego zlecenia. W podanym oknie spedytor ma możliwość napisania komentarza .

TRANSPOREON-ID	629499165
Załadowca	Kingspan
Start	HU-2367 Újhartyán
Destynacja	AT-4813 Altmünster
Waga	0,00 kg
Pojazd (Wymóg)	13_SMALL
Termin składania ofert	*

Typ oferty: **Oferta**

Oferta: EUR ☐ Użyj ceny referencyjnej transportu

Wiążące do: ☐ 2017-12-16 10:56

Komentarz do oferty:

Rys. 6. Zrzut z ekranu platformy logistycznej TRANSPOREON – składanie oferty

Rysunek 7 pokazuje zrzut z ekranu platformy logistycznej TRANSPOREON, który ukazuje funkcję: Planowanie terminu załadunku. W tej funkcji spedytor ma możliwość zarezerwowania czasu załadunku dla wybranego kierowcy w wolne okno czasowe w harmonogramie firmy, która ma dokonać załadunku. Dzięki tej funkcji programu TRANSPOREON, spedytor ma możliwość zorganizowania załadunku dla kierowców, w taki sposób, aby nie musieli czekać w długich kolejkach i nie marnowali czasu pracy. Na rysunku 7 można zauważyć, że spedytor firmy UTRANS zarezerwował dwa okna czasowe na dzień 18.12.2017r. dla załadunku dwóch pojazdów w firmie Kingspan Lipsko.

Okno czasowe: Pon., 2017-12-18 15:30 - 17:30

Rezerwacja | Status | Dziennik transakcji | Otwarte rezerwacje

Zapisz | Zapisz i zamknij | Przenieś | Zamień | Domyślne | Anuluj

Dla firmy: UTRANS Przedsiębiorstwo | Typ załadunku: Odbiór

Numer transportu: 8026798 | Status: Planowany

Liczba okien czasowych: 1 | Miasto rozładunku: SIGSHOARAR | Kraj rozładunku: RO

Pojazd

Imię i nazwisko kierowcy: Pabis Szczepan | Numer tablicy rejestracyjnej: TBU FK70/TBU 9Y85

Nr tel. kom. kierowcy: 0048503133801

Własność SMS: virtualGate | GateA

Norma emisji spalin: Proszę wybrać | Norma emisji spalin sprawdzona

Komentarz

Komentarz

* Obowiązkowe pola

Rys. 7. Zrzut z ekranu platformy logistycznej TRANSPOREON – okno czasowe

Kolejną platformą logistyczną z której korzysta firma UTRANS jest TICONTRACT. Spedytor po otrzymaniu zaproszenia z linkiem do oferty przetargu na email od kontrahenta może przejść na stronę platformy i zapoznać się z wszystkimi warunkami współpracy.

Rysunek 8 pokazuje zrzut z ekranu programu TICONTRACT, który ukazuje warunki załadowcy dotyczące przetargu.

Rysunek 9 ukazuje zrzut z ekranu programu TICONTRACT, który przedstawia zakładkę składanie ofert. W podanym oknie można złożyć ofertę cenową dla danego zlecenia transportowego. Dodatkowym miejscem na wyszukiwanie zleceń transportowych w firmie UTRANS jest giełda transportowa Trans.eu.

Rysunek 10 przedstawia zrzut z ekranu systemu Trans.eu, który przedstawia listę zleceń transportowych. Spedytor może po ustawieniu odpowiedniego kraju oraz miasta załadunku oraz wyładunku wyszukać właściwe zlecenia. Funkcja ta jest bardzo przydatna dla spedytorów w celu znalezienia zlecenia transportowego dla kierowcy, który wyjechał do konkretnego miejsca rozładunku i nie posiada zlecenia w drodze powrotnej. Powrót samochodu ciężarowego bez wykonania zlecenia powrotnego na bazę jest nieopłacalny ekonomicznie dla firmy transportowej.

TICONTRACT Liczba nieprzeczytanych odpowiedzi 37 PRZETARGI Preselekcja/RFI ADMINISTRACJA ▼ POMOC ▼

Przetarg na obsługę transportu całopojazdowego w kraju dla SINIAT Polska i CREATON Polska w roku 2018
 ★★★★★ - > brak uczestnictwa

warunki załadowcy Przegląd składanie ofert

warunki załadowcy

UWAGA WAŻNE - PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO PRZETARGU NALEŻY ZAPOZNAC SIĘ I ZAAKCEPTOWAĆ WARUNKI WSPÓŁPRACY OBOWIAZUJĄCE W SINIAT SP. Z O.O. oraz CREATON Polska sp. z o.o. (załączniki)

Załączniki

Wszystkie

Warunki_wsp_2017_Draft_CREATON.doc (887 KB - 20.11.2017 08:48 CET)

Umowa Transport Krajowy 2018 SINIAT- warunki do zaakceptowania.doc (104 KB - 27.11.2017 13:56 CET)

Załącznik do umowy Transport krajowy 2018 SINIAT.doc (9 MB - 27.11.2017 14:11 CET)

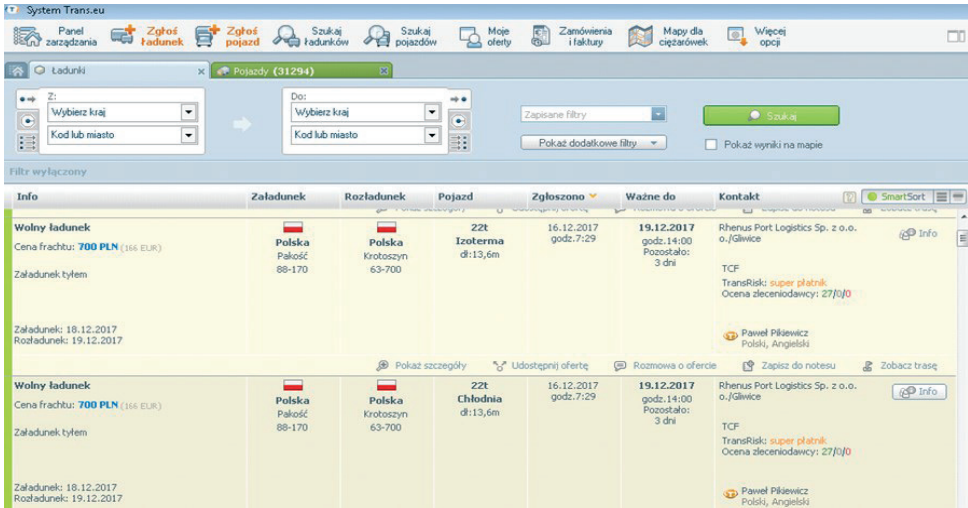
☐ Zapoznałem się z powyższymi warunkami. Zgadzam się z nimi w imieniu "R.T.H. "UTRANS" Stanisław Brachowicz".

Rys. 8. Zrzut z ekranu programu TICONTRACT – warunki załadowcy

TICONTRACT Liczba nieprzeczytanych odpowiedzi 37 PRZETARGI Preselekcja/RFI ADMINISTRACJA ▼ POMOC ▼

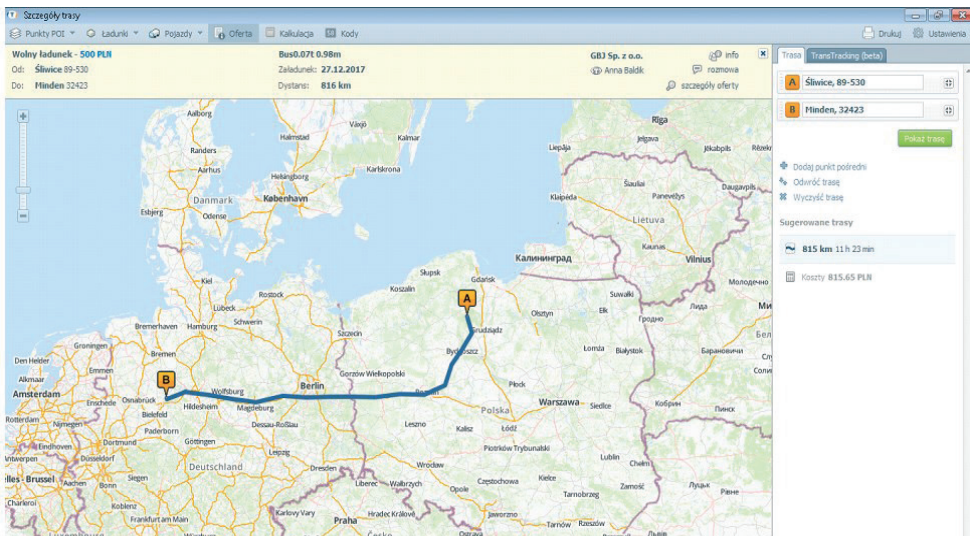
Pakiet usług	[Wiersze] / [Kolumny]	opis pola	Destination country code	Price per Truck (Std. 13,6 m 24 t)
From PL Lipsko	Hungary - Baja	Państwa oferta	HU	1,100 EUR / Transp.
		Ilość		1 Transp.
		Grupa		11
From PL Lipsko	Hungary - Bekescsaba	Państwa oferta	HU	990 EUR / Transp.
		Ilość		1 Transp.
		Grupa		11
From PL Lipsko	Hungary - Budapest	Państwa oferta	HU	920 EUR / Transp.
		Ilość		1 Transp.
		Grupa		11
From PL Lipsko	Hungary - Debrecen	Państwa oferta	HU	820 EUR / Transp.
		Ilość		1 Transp.
		Grupa		11
From PL Lipsko	Hungary - Eger	Państwa oferta	HU	800 EUR / Transp.
		Ilość		1 Transp.
		Grupa		11

Rys. 9. Zrzut z ekranu programu TICONTRACT – okno składania ofert



Rys. 10. Zrzut z ekranu systemu Trans.eu – wyszukiwanie zleceń

Rysunek 11 przedstawia zrzut z ekranu systemu Trans.eu, który ukazuje zaproponowaną przez system trasę z miejsca A do B i przedstawia jej dystans, czas podróży oraz koszty przewozu. Dzięki tej funkcji systemu, spedytor może określić czy kwota jaką oferuje klient jest opłacalna.

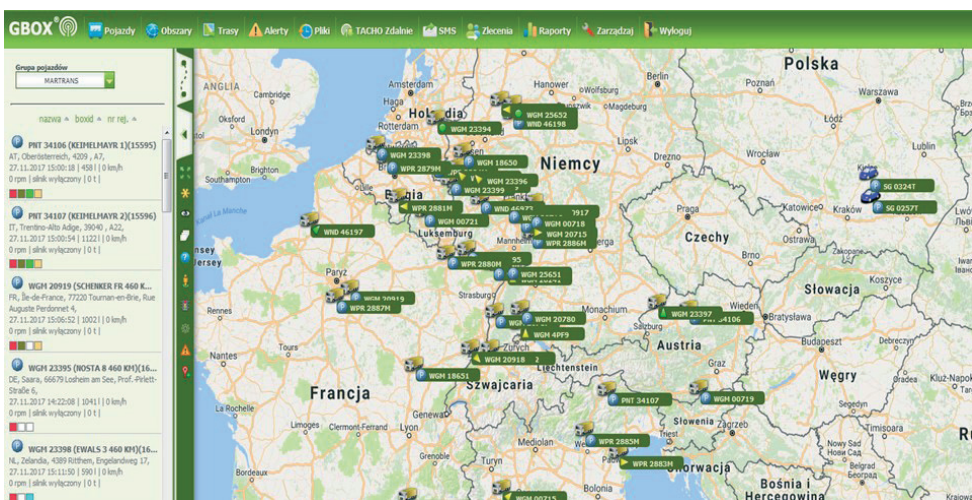


Rys. 11. Zrzut z ekranu systemu Trans.eu – planowanie trasy

Planowanie i optymalizacja tras

Planowanie tras w firmie Mar-Trans Transport i Spedycja odbywa się w systemie telematycznym GBOX, który jest zintegrowany z GPS i umożliwia monitorowanie floty w panelu GBOX Online.

Rysunek 12 ukazuje zrzut z ekranu programu GBOX, na którym widać mapę Europy z zaznaczonymi pojazdami firmy. Numery tablic rejestracyjnych odróżniają poszczególne pojazdy na mapie, dzięki czemu można określić dokładne ich położenie i odległość względem adresu zlecenia.

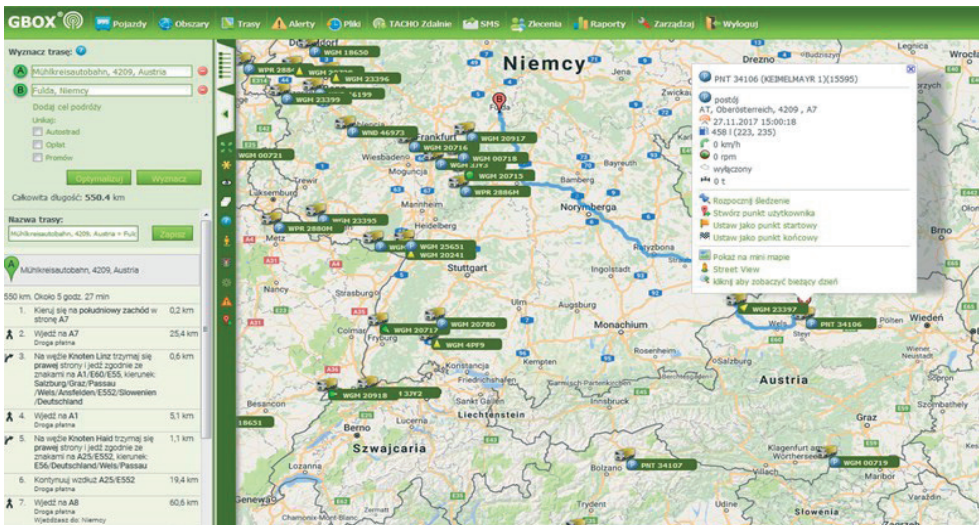


Rys. 12. Zrzut z ekranu programu GBOX – mapa Europy

Rysunek 13 przedstawia zrzut z ekranu programu GBOX, który pokazuje przebieg automatycznie przez system stworzonej trasy na mapie dla wybranego zlecenia. W programie istnieje możliwość ręcznego zaplanowania trasy lub jej poprawy. Zaplanowanie efektywnej trasy odbywa się za pomocą filtrów i ustawień, według których spedytor chce zaplanować przejazd. W systemie można zaznaczyć omijanie płatnych dróg, autostrad, promów, w zależności od preferencji podczas wyznaczania trasy.

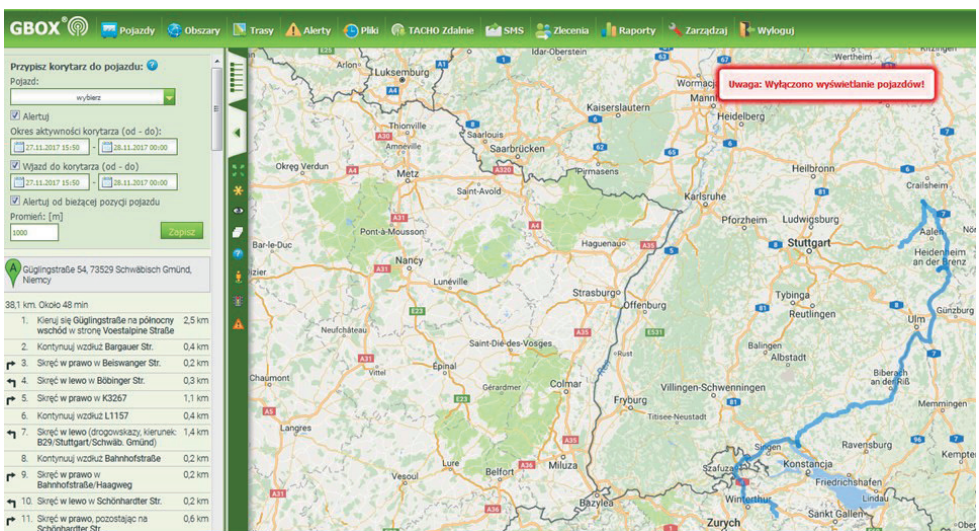
Spedytor planujący przewozy transportowe szczególnie drogich lub ważnych produktów ma możliwość utworzenia własnej trasy na mapie z punktu A do punktu B i skorzystania z funkcji tworzenia korytarzy transportowych. Funkcja ta pozwala na zaznaczenie dokładnej trasy oraz miejsc parkingowych, w których kierowca ma wykonać pauzę. Utworzona przez spedytora trasa, przesyłana jest do komputera pokładowego GBOX Assist zamontowanego w samochodzie kierowcy, który po rozpoczęciu pracy będzie prowadzony dokładnie po określonej trasie przez spedytora. Podczas tworzenia korytarzy planista może skorzystać z opcji Alertuj od bieżącej pozycji pojazdu, która w sytuacji gdy kierowca oddali się na odległość powyżej wybranego promienia np. 1000 metrów od wyznaczonej trasy, spowoduje automatyczne włączenie się alarmu w systemie. Dzięki tej opcji, spedytor może kontrolować bezpieczeństwo przewożonego ładunku. Funkcję korytarzy transportowych

wykorzystuje się przy przewożeniu drogiego i cennych ładunków takich jak np. sprzęt elektroniczny, wyroby alkoholowe czy artykuły kosmetyczne.



Rys. 13. Zrzut z ekranu programu GBOX – planowanie trasy

Rysunek 14 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, na którym stworzony został korytarz transportowy. Korytarz przedstawia trasę z Niemiec do Szwajcarii.



Rys. 14. Zrzut z ekranu programu GBOX – korytarz transportowy

Spedytor po wybraniu odpowiedniego zlecenia musi przydzielić je wybranemu kierowcy. W firmie Mar-Trans Transport i Spedycja przydzielanie zleceń dla kierowców odbywa się w systemie GBOX. W tym celu spedytor wybiera zakładkę Zlecenia, która po rozwinięciu uruchamia szablon w którym należy wypełnić poszczególne pola, które wymagane są do wykonania zlecenia. W odpowiednich polach spedytor musi ustawić odpowiednie parametry, wybrać pojazd i zapisać zlecenie. Zapisane zlecenie zostaje przydzielone konkretnemu kierowcy i samochodowi oraz wysłane do jego komputera pokładowego.

Rysunek 15 pokazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje funkcję tworzenia nowego zlecenia. W tym miejscu spedytor powinien wpisać informacje na temat numeru zlecenia, datę tworzenia zlecenia, wybranego samochodu, dane zleceniodawcy, miejsce załadunku i rozładunku oraz ich datę i godzinę, dane dotyczące ładunku oraz specjalne uwagi.

Dane zlecenia

numer zlecenia: 689/2017 z dnia: 27.11.2017

numer obcy zlec.: 3332154 samochód: WGM 4PF9 (HAAF 3) (19255)

ZLECENIODAWCA

nazwa zleceniodawcy: Kormoran Polska

34-165 Rzeszów Sołtysa 16

osoba kontaktowa: Kowalski Stanisław telefon: 600 555 666

Dołącz zdarzenie

lp	mięjsce	Typ	data plan.	opcje
1	Flexi 34-165 Rzeszów Komara 115 Uwagi: Załadunek soli na paletach, 33 palety ładunku	załadunek	27.11.2017 11:00	
Dane ładunku ładunek: Sól waga lub ilość: 24 jednostki: Tony Dołącz ładunek				
2	Bravo 36548 Venlo Jilca 654/23 Uwagi: Rozładunek od godziny 8:00 do 10:00, Rozładunek tyłem	rozładunek	29.11.2017 08:00	
Dane ładunku ładunek: waga lub ilość: 24 jednostki: Tony Dołącz ładunek				

Rys. 15. Zrzut z ekranu programu GBOX – tworzenie zleceń

Firma UTRANS nie posiada systemu, dzięki którym spedytorzy mogliby zaplanować i optymalizować trasy. Firma posiada doświadczonych kierowców, którzy od wielu lat jeżdżą na tereny obsługiwane przez firmę. Jeśli kierowca nie wie jak dotrzeć do konkretnej lokalizacji to korzysta z nawigacji satelitarnej w którą jest wyposażony każdy pojazd. W sytuacji, gdy jakaś droga jest zablokowana, kierowcy kontaktują się ze spedytorami, którzy po sprawdzeniu dostępnych tras na Google Maps decydują, jaką drogą mają jechać kierowcy. W niektórych sytuacjach, kierowcy są jednak zmuszeni wstrzymać ruch pojazdu na wiele godzin, z powodu braku możliwości zmiany trasy. Dyspozytorzy w firmach, które posiadają systemy telematyczne mają możliwość sprawdzenia aktualnych utrudnień na drogach i w razie konieczności wyznaczenia korytarza jakim kierowca ma się poruszać, aby dotrzeć do celu bez konieczności stania w korkach i wydłużania czasu realizacji zlecenia. Firmy transportowe, posiadające systemy transportowe są pewniejszym wyborem ze względu na terminowość dostaw.

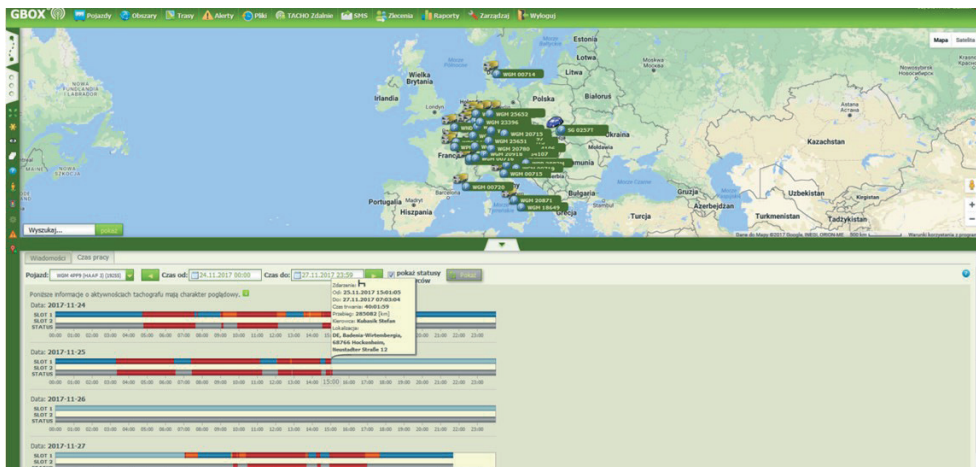
Kontrola kierowcy i pojazdu

Zarządzający flotą w panelu GBOX Online ma możliwość pobrania danych z tachografu wybranego pojazdu. Dane zawierają informacje o czasie pracy i odpoczynku oraz wymaganej przerwie w kolejnym cyklu. Spedytor może analizować dokładnie te same dane, które kierowca obserwuje w pojeździe na tachografie oraz na komputerze pokładowym. Dyspozytor posiadając wiedzę o czasie pracy danego kierowcy, może w sposób zgodny z przepisami planować dla niego kolejne zlecenia.

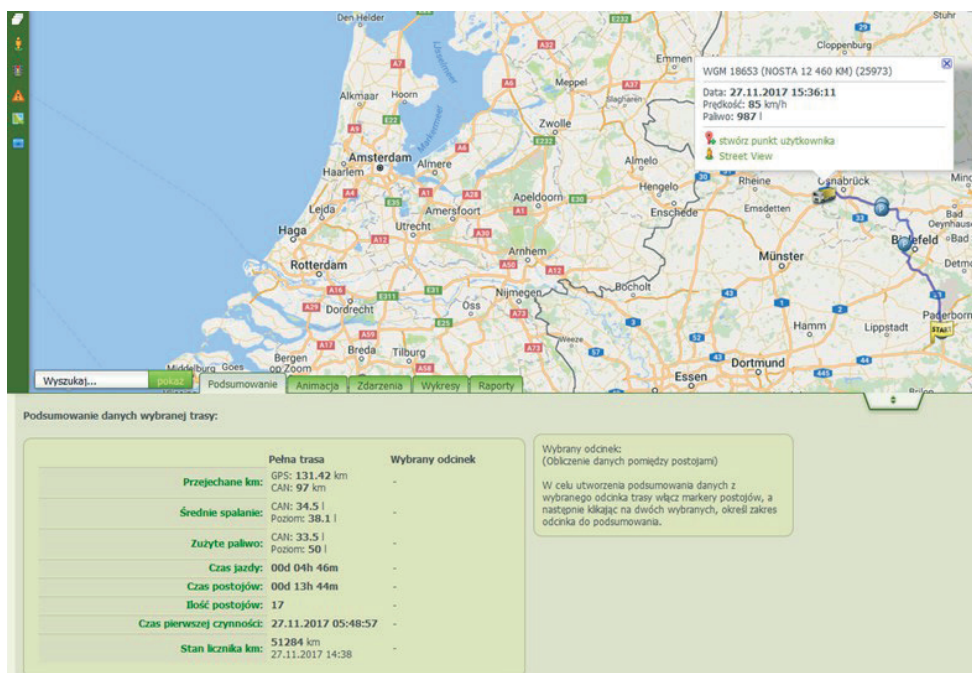
Rysunek 16 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje na wykresie słupkowym dane dotyczące czasu pracy kierowcy oraz jego statusu. Wszystkie dane wyświetlane są według filtra daty i godziny, którą ustawia spedytor w zależności od potrzeb. Wykresy SLOT 1 i SLOT 2 przedstawiają dane zarejestrowane przez tachograf, natomiast wykresy o nazwie STATUS ukazują statusy pracy kierowcy ustawiane na komputerze pokładowym. Poszczególne kolory na wykresach odpowiadają odpowiednim czynnościom:

- kolor czerwony – jazda,
- kolor niebieski – postój,
- kolor pomarańczowy – inna praca,
- kolor żółty – dyspozycja.

Rysunek 17 to zrzut ekranu z programu GBOX, który opisuje podsumowanie niektórych danych z widocznej trasy na mapie. Spedytor dzięki tej funkcji może skontrolować parametry ruchu pojazdu takie jak: przejechane kilometry, średnie spalanie, zużyte paliwo, czas jazdy, czas postojów i ich ilości, czas pierwszej czynności, stan licznika kilometrów dla pełnej trasy i dla wybranego odcinka trasy.



Rys. 16. Zrzut z ekranu programu GBOX – wykres czasu pracy

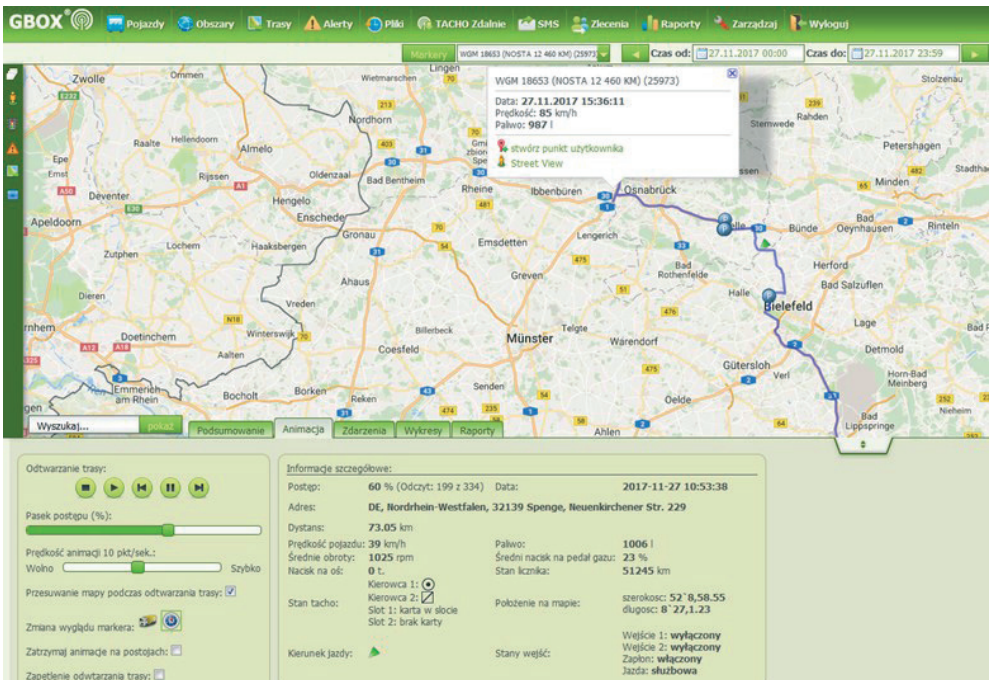


Rys. 17. Zrzut z ekranu programu GBOX – zakładka Podsumowanie

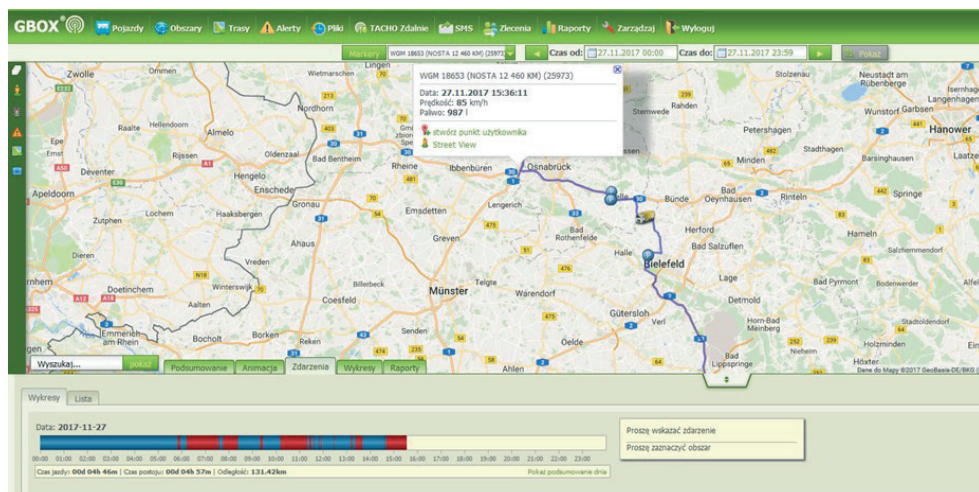
Za pomocą funkcji Animacja, spedytor może prześledzić szczegółowo przejazd pojazdu z punktu A do B. Dyspozytor może dowolnie ustawić opcję animacji oraz monitorować informacje w danym momencie trasy kierowcy. Zarządzający może zaobserwować w danym postępie trasy prędkość pojazdu, średnie obroty, nacisk na oś, stan tachografu, kierunek jazdy, stan paliwa w zbiorniku, średni nacisk na pedał gazu, stan licznika oraz położenie na mapie i stany wejść.

Rysunek 18 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje funkcję animacji trasy, dzięki której spedytor może prześledzić eksploatację pojazdu podczas przejazdu pojazdu z punktu A do B.

Rysunek 19 ukazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który przedstawia zakładkę Zdarzenia, dzięki której spedytor może dokładnie przeanalizować czas jazdy, czas pracy oraz wykonaną odległość w danym dniu. Czas pracy na wykresie jest oznaczony kolorem czerwonym, natomiast czas przerw kolorem niebieskim.



Rys. 18. Zrzut z ekranu programu GBOX – zakładka Animacja



Rys. 19. Zrzut z ekranu programu GBOX – zakładka Zdarzenia

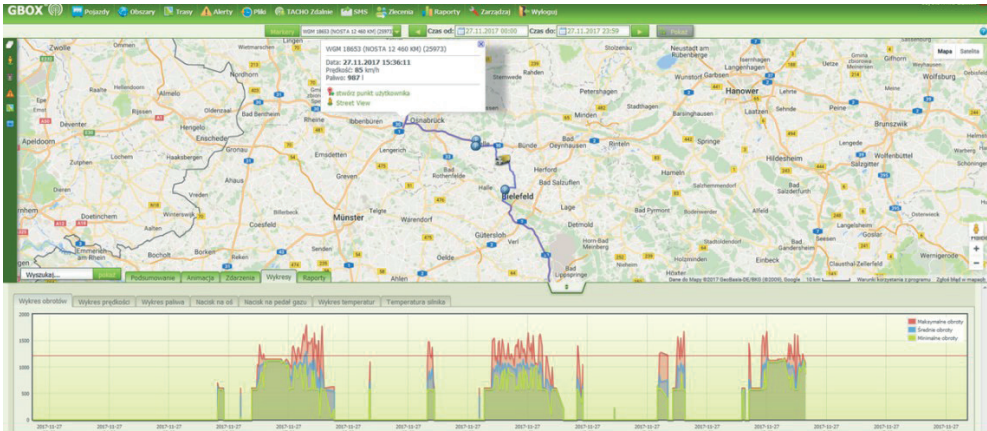
Rysunek 20 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje zakładkę Wykresy. W zakładce tej spedytor może przeanalizować wykresy obrotów, prędkości, paliwa, nacisku na oś, nacisku na pedał gazu, temperatury oraz temperatury silnika na wybranym przez siebie odcinku trasy. Za pomocą zakładki Wykresy zarządzający może przeanalizować technikę jazdy zaczynając od analizy obrotów pojazdu ukazaną na rysunku 20, sprawdzając w jakim zakresie kierowca operował najczęściej podczas wykonywania trasy. Wykres prędkości daje możliwość dokładnej analizy prędkości pojazdu podczas przejazdu. Kolejną możliwością analizy jest to wykres paliwa, dzięki któremu można przeanalizować stan paliwa początkowego, tankowania, upusty oraz stan końcowy po zakończeniu trasy. Następny wykres dotyczy nacisku na oś, który umożliwia spedytorowi analizę obciążenia pojazdu. Kolejną zakładką to wykresu użycia przez kierowcę pedału gazu, która pozwala na ocenę stylu jazdy kierowcy. Ostatnimi zakładkami są wykres temperatury oraz temperatury silnika, która pozwala na analizę temperatury silnika podczas przejazdu daną trasą.

Kolejną funkcją systemu służącą do kontrolowania pracy kierowcy oraz pojazdu jest ustawienie profilu alarmów, które będą ostrzegały spedytora o zaistniałych zdarzeniach. Do tego celu służy funkcja Reguły Alertów w której dyspozytor może ustawić dowolny alert z listy ukazanej na Rysunku 21, który będzie informował go o nieprawidłowościach. Alerty można konfigurować według potrzeb danego dyspozytora oraz specyfiki wykonywanych zleceń.

Rysunek 21 obrazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje listę alertów dostępnych w programie GBOX.

Alert można tak skonfigurować, aby wysyłał powiadomienia na trzy sposoby:

- wyświetlanie powiadomienia w Panelu GBOX Online,
- otrzymanie powiadomienia za pomocą wiadomości SMS,
- otrzymanie powiadomienie za pomocą e-mail.



Rys. 20. Zrzut z ekranu programu GBOX – zakładka Wykresy

GBOX		
dodaj nową regułę Pokaz/Ukryj filtry		
Nazwa:	pojazd	typ
Pokazuj ostrzeżenia przekroczenia prędkości	Alert ogólny	Przekroczenie prędkości
Pokazuj ostrzeżenia tankowania	Alert ogólny	Pokazuj ostrzeżenia tankowania
Pokazuj ostrzeżenia uruchamiania urządzeń GBOX	Alert ogólny	Uruchomienie nadajnika
Pokazuj ostrzeżenia pobrania nowego odczytu	Alert ogólny	Pobranie nowego odczytu/skanu
Pokazuj ostrzeżenia braku autoryzacji kierowcy	Alert ogólny	Nieautoryzowana jazda
Pokazuj ostrzeżenia o zmianie stanu urządzeń	Alert ogólny	Zmiana stanu urządzeń
Pokazuj ostrzeżenia nieautoryzowanego otwarcia naczepy	Alert ogólny	Nieautoryzowane otwarcie naczepy
Pokazuj ostrzeżenia o opuszczeniu lub wjeździe do wyznaczonego obszaru	Alert ogólny	Pokazuj ostrzeżenia o opuszczeniu lub wjeździe do wyznaczonego obszaru
Pokazuj ostrzeżenia o opuszczeniu lub wjeździe do wyznaczonego korytarza	Alert ogólny	Pokazuj ostrzeżenia o opuszczeniu lub wjeździe do wyznaczonego korytarza
Pokazuj ostrzeżenia o wjeździe do wyznaczonego korytarza poza wskazanymi godzinami	Alert ogólny	Pokazuj ostrzeżenia o wjeździe do wyznaczonego korytarza poza wskazanymi godzinami
Pokazuj ostrzeżenia geofencingu	Alert ogólny	Pokazuj ostrzeżenia geofencingu
Nazwa:	pojazd	typ

Rys. 21. Zrzut z ekranu programu GBOX – rodzaje alertów

Rysunek 22 ukazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który przedstawia funkcję edycji alertu. Spedytor w tym oknie może ustawić typ i nazwę alertu, pojazdy których ma dotyczyć alert, oraz w sposób w jaki będzie otrzymywał powiadomienia.

Bardzo ważną funkcją systemu służącym do zarządzania flotą GBOX jest geofencing, który pozwala na śledzenie pojazdów. Spedytor może wyznaczyć dowolny punkt na mapie np. miejsce rozładunku i ustawić w tym miejscu alarm, który w momencie przyjazdu samochodu w dany obszar automatycznie wyśle wiadomość do zarządzającego przewozem. Funkcja geofencingu jest bardzo przydatna, w sytuacji gdy spedytor chce otrzymywać wiadomości o przekroczeniu przez pojazdy danego punktu na mapie na przykład przejeżdżania granicznego. System pozwala na połączenie funkcji geofencingu z telefonem komórkowym, dzięki czemu w sytuacji, gdy pojazd wjedzie do zaznaczonej strefy, to wiadomość

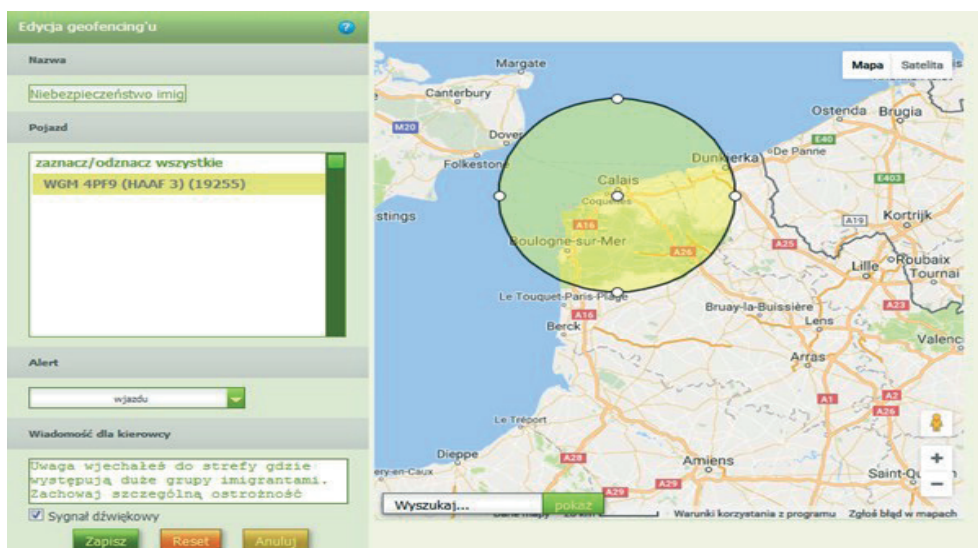
SMS pojawi się na telefonie spedytora. To udogodnienie pozwala na mobilne kontrolowanie pojazdów bez konieczności monitorowania kierowców w systemie korzystającym z Internetu. Za pomocą funkcji geofencingu, spedytor może zaznaczyć na mapie obszary o ewentualnym zagrożeniu np. terrorystycznym. Dzięki temu rozwiązaniu, kierowca otrzyma informację ostrzegawczą na komputerze pokładowym GBOX Assist lub wiadomość SMS o tym, że pojazd wjechał do strefy niebezpiecznej i będzie musiał zachować szczególną ostrożność przebywając na tym terenie. Istnieje również opcja ustawienia sygnału dźwiękowego, który będzie wydawany przez komputer pokładowy w czasie przebywania pojazdu w zakazanej strefie lub obszarze.

Rys. 22. Zrzut z ekranu programu GBOX – edycja alertu

Rysunek 23 przedstawia opcję wprowadzania funkcji geofencingu w programie GBOX. Spedytor ma opcję wyboru dla których pojazdów będzie ona włączona oraz może ustawić obszar jej działania.

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja korzysta z dwóch kart paliwowych głównej i pomocniczej. Karty służą do płatności za paliwo i inne usługi typu mosty, tunele, promy, serwisy, parkingi, które mają formę płatności bezgotówkowej. Operator, który wydaje takie karty dokładnie bada kontrahenta i na podstawie badania gospodarczego przyznaje mu limit

kredytowy. Dzięki korzystaniu z systemu BP ON-LINE firma Mar-Trans Transport i Spedycja usługi związane z płatnościami drogowymi na terenie Europy wykonuje poprzez urządzenia pokładowe, które są dostarczane po dokonaniu rejestracji pojazdu w systemie. Wykaz wszystkich operacji zostaje przekazany wraz z fakturą za usługi oraz elektronicznie poprzez panel Online do którego każdy kontrahent otrzymuje login i hasło. Dodatkowym ułatwieniem jest też uproszczona procedura zwrotu podatku VAT w innych państwach Europy, ponieważ podpisanie odpowiedniego aneksu z operatorem kart gwarantuje firmie uproszczone procedury zwrotu za pomocą specjalnej komórki organizacyjnej operatora działającej w tym zakresie. Każda karta zabezpieczona jest w zależności od operatora kodem pin karty oraz dodatkowym kodem pin identyfikującym kierowcę. Aby transakcja była skuteczna muszą zostać podane obydwa kody pin, które pozwalają akceptować transakcję. Każda transakcja jest rejestrowana w systemie Online w czasie rzeczywistym. System pozwala na ustawienie wielu zabezpieczeń takich jak limity ilościowe tankowania, limity wysokości kwoty tankowania, limity dzienne, tygodniowe i miesięczne. Można również ustawić godziny w których za pomocą karty kierowca może zatankować pojazd. System pozwala również na ustawienie alertów dotyczących użycia karty, ilości zatankowanego paliwa, daty i godziny, kwoty oraz miejsca. Dzięki korzystaniu z tego rodzaju kart, kierowcy mają możliwość swobodnego poruszania się po całej Europie i dokonywania opłat nie martwiąc się o gotówkę, którą każdy z nich musiałby mieć przy sobie podczas podróży.



Rys. 23. Zrzut z ekranu programu GBOX – wprowadzanie funkcji geofencingu

Rysunek 24 pokazuje zrzut ekranu z programu BP ON-LINE, który ukazuje historię transakcji z karty paliwowej.

Data transakcji	Nr wystawcy karty	Numer Klienta	Numer serjiny karty	Stan licznika	Stacja	Nazwa stacji	Liczba produktów	Nazwa produktu	Ilość	Wartość Brutto
27/11/2017 10:54	700679	70081	273	7	BP	O-ARTZROHEM - AUTOBARN (AB) - Fellerstein	2	olej napędowy	490	5,732.15
27/11/2017 14:16	700679	70081	620	104455	BP	BP CAPELLEN - LKW - Capellen - LKW 1	1	olej napędowy	640.03	2,768.46
27/11/2017 12:55	700679	70081	422	159195	BP	ST-SEBERSDORF - Sebersdorf	2	olej napędowy	312	3,084.16
27/11/2017 06:33	700679	70081	950	18209	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	Ad Blue	64.15	174.09
27/11/2017 08:46	700679	70081	950	18200	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	olej napędowy	792.39	4,571.98
27/11/2017 05:57	700679	70081	628	33777	BP	BP CAPELLEN - LKW - Capellen - LKW 2	2	olej napędowy	780	3,546.07
								Ad Blue	53.46	
25/11/2017 10:17	700679	70081	190	0	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	Ad Blue	70.10	190.25
25/11/2017 10:10	700679	70081	190	0	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	olej napędowy	390.06	2,251.42
25/11/2017 10:03	700679	70081	190	0	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	olej napędowy	526.92	3,041.37
25/11/2017 09:01	700679	70081	636	32121	AR	ARAL SERVICES LUXEMBOURG S.A.R. - Berchem Ouest - LKW1	3	Ad Blue	61	3,692.99
								olej napędowy	260	
								olej napędowy	550	
25/11/2017 08:17	700679	70081	687	1	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	Ad Blue	40.27	109.25
25/11/2017 08:04	700679	70081	687	1	GV	COURCELLES - COURCELLES	1	olej napędowy	917.94	5,286.34
25/11/2017 04:25	700679	70081	190	0	AR	RHEDA-WIEDENBRUCK - Rheda-Wiedenbruck	1	HS Diesel	180.01	914.81
24/11/2017 15:16	700679	70081	687	15	AR	LADBERGEN - Ladbergen	1	HS Diesel	122.04	636.14
24/11/2017 15:11	700679	70081	471	164500	BP	K-VILLACH/MARIA G.STR. - Villach	2	olej napędowy	200	1,155.07
								Ad Blue	59.07	
24/11/2017 11:04	700679	70081	737	1	GV	MEER - MEER	1	Ad Blue	39.41	107.01
24/11/2017 10:46	700679	70081	737	1	GV	MEER - MEER	1	olej napędowy	609.20	5,020
24/11/2017 10:32	700679	70081	34	111111	BP	S-BERGHEM / LENDFELDEN - Berghem / Lendfelden	3	olej napędowy	300.62	4,204.66
								olej napędowy	450.01	

Rys. 24. Zrzut ekranu z programu BP ON-LINE – karta paliwowa

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja oraz firma UTRANS korzystają z tachografów cyfrowych, którego przykład jest przedstawiony na Rysunku 25. Celem używania tachografów jest rejestracja czasu pracy i przerw kierowców. Tachograf zbudowany jest z wyświetlacza, drukarki, czytników kart chipowych oraz przycisków do obsługi menu tachografu.



Rys. 25. Tachograf cyfrowy

Każdy kierowca firmy rozpoczynając pracę samochodu musi uzupełnić odpowiednie dane w menu tachografu, aby zapis jego pracy był prawidłowy. Karta chipowa kierowcy prowadzącego pojazd w czasie aktualnym musi znajdować się w lewym wejściu, a karta drugiego kierowcy w prawym wejściu. Zarejestrowane przez tachograf dane, kierowca może wydrukować dzięki wbudowanej w urządzeniu drukarce. Obowiązkiem kierowcy jest posiadanie przy sobie papieru do drukarki, ponieważ w sytuacji zatrzymania go przez kontrolę drogową funkcjonariusz poprosi go o taki wydruk, w celu skontrolowania jego czasu pracy.

W przypadku firmy Mar-Trans Transport i Spedycja tachografy w pojazdach są połączone z komputerami pokładowymi GBOX Assist. Połączenie to umożliwia zdalny odczyt danych zarejestrowanych na karcie kierowcy na komputerze pokładowym, z którego spedytor w panelu GBOX Online może pobrać odpowiednie dane. Zgodnie z przepisami prawa dane z karty kierowcy muszą być odczytywane przez przedsiębiorstwo co 28 dni, a z tachografu co 90 dni. W przypadku firmy Mar-Trans Transport i Spedycja jest to niemożliwe

do wykonania, ponieważ samochody ciężarowe w tej firmie nie wracają do bazy przedsiębiorstwa, tylko prawie cały czas znajdują się poza granicami państwa, zatem to połączenie tachografu z systemem do zarządzania flotą GBOX jest dla właściciela bardzo istotną zaletą.

Rysunek 26 przedstawia urządzenie TACHODRIVE 2, które posiada firma UTRANS. Urządzenie to służy do odczytu danych zapisanych przez tachograf na karcie kierowcy oraz za pomocą kabla USB z tachografu cyfrowego. Po podłączeniu urządzenia TACHODRIVE 2 do komputera stacjonarnego czy laptopa można przenieść z niego dane. Firma UTRANS przesyła skopiowane dane do współpracującej z nimi firmy, zajmującej się odczytem danych z tachografu i tworzeniem odpowiednich raportów. Firma po otrzymaniu raportu może przeanalizować czas pracy kierowców i podejmować odpowiednie działania w razie jakichś nieprawidłowości. Dzięki temu urządzeniu spedytorzy firmy UTRANS mogą zgodnie z przepisami co 28 dni odczytywać dane z karty kierowcy oraz co 90 dni z tachografu.

Firma UTRANS nie posiada systemu, dzięki któremu spedytorzy mogliby kontrolować i monitorować pojazdy. Jedynym sposobem otrzymania informacji o lokalizacji pojazdu jest dla spedytorów korzystanie z elektronicznych systemów poboru opłaty drogowej.

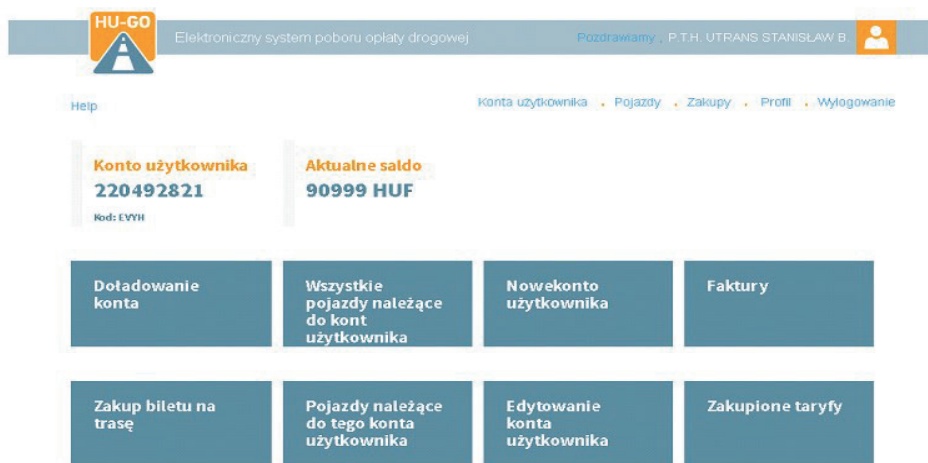


Rys. 26. Urządzenie TACHODRIVE 2

Rysunek 27 ukazuje zrzut z ekranu systemu HU-GO, na którym ukazana jest strona główna użytkownika, w której widoczne jest aktualne saldo i numer konta użytkownika oraz poszczególne funkcje programu.

Rysunek 28 przedstawia urządzenie pokładowe HU-GO, za pomocą którego następuje pobór opłaty drogowej na terytorium Węgier. Urządzenie to jest odbiornikiem sieci GPS, dzięki czemu spedytor może śledzić lokalizację pojazdu w wybranym momencie.

W przypadku korzystania z elektronicznego poboru opłaty drogowej HU-GO na Węgrzech, spedytorzy mogą monitorować w którym miejscu pobierana jest opłata drogowa, a tym samym znać aktualną lokalizację kierowców na mapie.



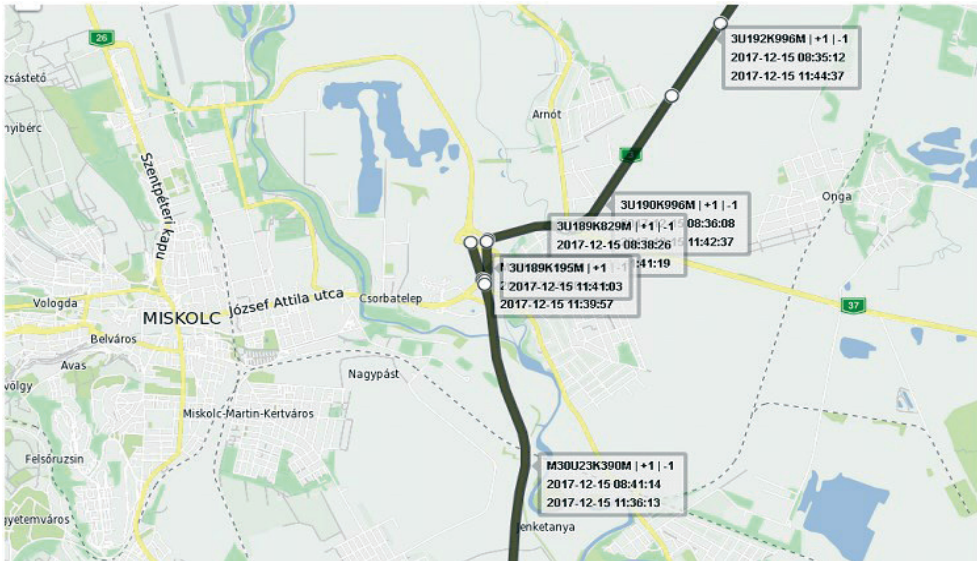
Rys. 27. Zrzut z ekranu systemu HU-GO – strona główna użytkownika



Rys. 28. Urządzenie pokładowe firmy HU-GO

Rysunek 29 pokazuje zrzut z ekranu systemu HU-GO, który ukazuje informację o przekroczeniu przez pojazd danego odcinka drogi płatnej o danej godzinie i dacie.

Rysunek 30 przedstawia zrzut z ekranu systemu EMYTO, który ukazuje szczegółowy opis transakcji opłat drogowych na terenie Słowacji. W przypadku tego programu informację o terminie przekroczenia przez pojazd konkretnego płatnego odcinka drogi, spedytör może odnaleźć na liście transakcji opłat drogowych.



Rys. 29. Zrzut z ekranu programu HU-GO – monitorowanie pojazdu na mapie Węgier

STRONA GŁÓWNA | DOLADOWANIE RACHUNKU | **KONTROLA SALDA** | FAKTURY I PŁATNOŚCI | DANE KLIENTA | USŁUGI | PODANIA | POMOC

Szczegółowy wypis transakcji opłat drogowych

Ustaw własny filtr i uzyskaj informacje o transakcjach opłat drogowych swoich pojazdów. Wypis transakcji możesz pobrać kiedykolwiek i za darmo w wybranym przez siebie formacie.

Filtr

Okres czasu: Ostatni tydzień (7 dni od akt. daty)

Pokaż zerowe transakcje: ☐

Pokaż tylko transakcje wybranych pojazdów: ☒ Rachunek opłaty drogowej numer 3154497009 (Przedpłacone)
☒ TBUHN27 (Aktywny)

Znajdź pojazd z nr rej.: TBUHN27

Pokaż tylko aktywne pojazdy: ☐ [zaczekaj wszystko](#) [odznacz wszystko](#)

[znajdź](#) albo [anuluj filtr](#)

Data i czas utworzenia	Numer orientowanego płatnego odcinka drogi: Początek – koniec	Nr rej. pojazdu	Zniżka	Cena bez VAT
2017-12-15 18:03:55	021-024g: (MK-f2, I/21) - hranica SK/PL	TBUHN27	3,00%	0,1511 €
2017-12-15 18:02:53	021-A024f: Vyšný Komárnik-sever - (MK-f2, I/21)	TBUHN27	3,00%	0,1053 €
2017-12-15 18:01:48	021-024e: (MK-d, I/21) - Vyšný Komárnik-juh	TBUHN27	3,00%	0,1044 €
2017-12-15 18:01:11	021-024d: (MK-c2, I/21) - (MK-d, I/21)	TBUHN27	3,00%	0,1115 €

Rys. 30. Zrzut z ekranu programu Emyto – szczegółowy opis transakcji opłat drogowych

Komunikacja

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja dzięki systemowi GBOX ma możliwość komunikowania się z kierowcami za pomocą Panelu GBOX Online, w którym znajduje się specjalna zakładka do wysyłania wiadomości SMS oraz wiadomości na komputer pokładowy GBOX Assist.

Rysunek 31 pokazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje funkcje wysyłania wiadomości SMS. Za pomocą przycisku Wyślij spedytorka ma możliwość wysyłania wiadomości SMS o utworzonej przez siebie treści na numer telefonu wybranego kierowcy.

W sytuacji kiedy spedytorka chce wysłać wiadomość kierowcy wybranego pojazdu z panelu GBOX Online na komputer pokładowy GBOX Assist, musi skorzystać z interfejsu do komunikacji z komputerem pokładowym, który znajduje się w dolnej części programu i po jego rozwinięciu pojawiają się dostępne funkcje komunikacji. Spedytorka ma możliwość wysyłania informacji na komputer pokładowy, jak również kierowca ma możliwość wysyłania wiadomości do systemu, dzięki funkcji znajdującej się na komputerze pokładowym. Cała historia korespondencji jest przechowywana w programie zgodnie z datą i godziną nadania i otrzymania.

Wyślij SMS

Dane ogólne pojazdu

Wybierz kierowcę
WITKOWSKI MARIUSZ

Numer telefonu:
600 5555 4444

Treść

Załadunek Berlin 6548-665, Towar palety, Ilość 33 sztuki, Załadunek godzina 8:00

Ilość znaków: 81/400, Ilość smsów: 1

Wyślij **Reset** **Anuluj**

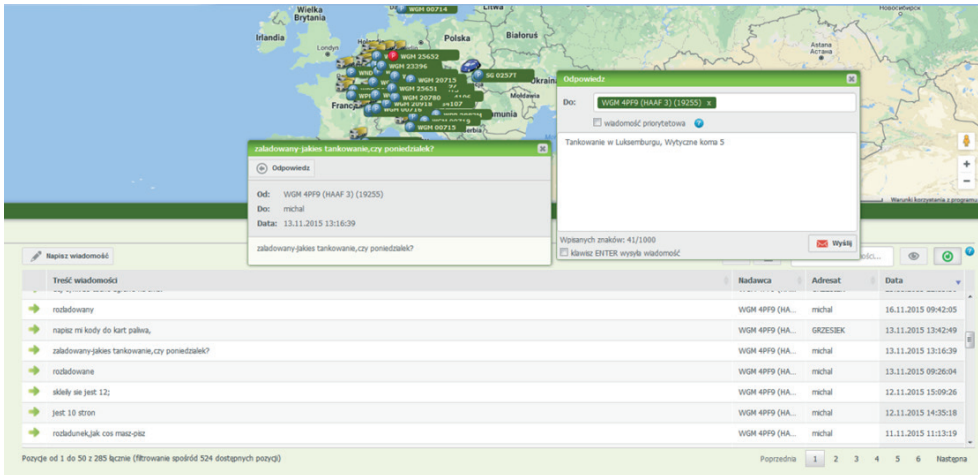
Uwaga! Treść wiadomości może zostać automatycznie zmodyfikowana. (Usuwane są znaki diakrytyczne oraz niektóre znaki specjalne)

Rys. 31. Zrzut z ekranu programu GBOX – wysyłanie wiadomości SMS

Rysunek 32 ukazuje zrzut ekranu z programu GBOX, który przedstawia funkcje wysyłania wiadomości na komputer pokładowy GBOX Assist wybranego pojazdu.

Podane funkcje programu GBOX w znaczny sposób poprawiają szybkość i efektywność komunikacji pomiędzy pracownikami zarządzającymi w siedzibie firmy, a kierowcami. Obie funkcje programu pozwalają za darmo kontaktować się z kierowcami, co jest bardzo dużą zaletą systemu.

Spedytorki w firmie UTRANS kontaktują się telefonicznie z kierowcami, w celu otrzymania informacji o ich lokalizacji, stanu wykonania operacji załadunku czy rozładunku pojazdu oraz innych wiadomości. Zarządzający flotą przekazują informację o miejscu i czasie załadunku oraz wyładunku wysyłając wiadomość SMS kierowcom.



Rys. 32. Zrzut z ekranu programu GBOX – funkcja wysyłania wiadomości na komputer pokładowy GBOX Assist

Raportowanie

Raportowanie pojazdów odbywa się w systemie GBOX poprzez funkcje raportu, dzięki której firma Mar-Trans Transport i Spedycja może wykonywać niezbędne analizy, które są potrzebne do prawidłowego zarządzania flotą w firmie. W tym celu spedytor powinien ustawić właściwe parametry raportu oraz zaznaczyć pojazdy dla których ma zostać wykonany.

Rysunek 33 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, który ukazuje ustawienia raportu. Osoba zarządzająca flotą zaznacza w tym oknie dane potrzebne do wykonania raportu takie jak: dla jakiego samochodu ma być wykonany raport, rodzaj raportu, czas pracy i postoju, liczbę postojów, typ jazdy, dystans, dane dotyczące spalania, stanu paliwa oraz średnia prędkość czy nacisk na oś.

Rysunek 34 przedstawia zrzut ekranu z programu GBOX, który przedstawia raport z wybranymi wcześniej atrybutami przez spedytora na rysunku 24 dla kierowców firmy Mar-Trans Transport i Spedycja w dniach od 13.11.2017 roku do 27.11.2017 roku.

Spedytorzy w firmie UTRANS prowadzą ręczne raporty dla każdego z kierowców. W każdym z raportów znajdują się informacje o: dacie rozpoczęcia i zakończenia trasy, miejscu rozpoczęcia trasy, załadunku oraz rozładunku np. Busko-Zdrój-Lipsko-Bukareszt-Ozd-Rzeszów, ilości przejechanych kilometrów, przebiegu pojazdu przed rozpoczęciem trasy, daty tankowania, ilości zużytego paliwa oraz jego normy.

Oprócz podanych informacji spedytorzy wykonują obliczenia, dzięki którym wiedzą czy dane zlecenie jest korzystne ekonomicznie dla firmy UTRANS. Dzięki tym zapisom spedytorzy mogą również kontrolować zużycie paliwa na danej trasie, dzięki porównaniu danych kilku kierowców jadących tą samą trasą. Jeśli zużycie paliwa jest znacząco większe u któregoś z kierowców prawdopodobnie oznacza to, że nastąpiła jego kradzież. Właściciel firmy dostając informację o tym, że u pojedynczego kierowcy często zużycie paliwa jest znacznie większe niż u pozostałych powinien porozmawiać z pracownikiem i wyciągnąć odpowiednie konsekwencje.

Ustawienia raportu

Wskaz zakres do raportowania

Czas od: 27.11.2017 00:00 Czas do: 27.11.2017 23:59

Lista pojazdów Lista kierowców

zaznacz/odznacz wszystkie (4039)

- do usunięcia (do usunięcia) (4852)
- do usunięcia (do usunięcia) (4850)
- do usunięcia (do usunięcia) (4851)
- PNT 34106 (KEIMELMAYR 1) (15595)
- PNT 34107 (KEIMELMAYR 2) (15596)
- SG 0257T (VOLKSWAGEN) (27755)
- SG 0258T (VOLKSWAGEN) (27754)
- SG 0259T (VOLKSWAGEN) (27756)
- SG 0260T (VOLKSWAGEN) (27753)

zaznacz/odznacz wszystkie

- MARTRANS
- Maciek
- Ilona
- Leszek
- Łukasz
- Rafał
- HAAF
- Keimelmayr
- Raben Mönchengladbach
- ...

Dodatkowe ustawienia

☒ Dane podstawowe: ☐ Typ jazdy: ☒ Dystans: ☒ Spalanie: ☐ Stan paliwa: ☐ Inne:

☒ Czas jazdy ☐ Jazda / km ☒ Zużyte paliwo: poziom ☒ Ilość tankowań ☐ Średnia prędkość

☒ Czas postoju ☐ Inna / puste ☒ Zużyte paliwo: CAN ☐ Ilość paliwa: na początku ☐ Średni nacisk na os

☒ Czas razem ☐ Składowa / pełna ☒ Średnie spalanie: poziom ☐ Ilość paliwa: na końcu

☒ Liczba postojów ☒ Średnie spalanie: CAN ☒ Ilość paliwa: zatankowanego ☒ Ilość paliwa: zrzut paliwa

Raport

- Aktywność kierowców
- Sumaryczna
- Analityczna
- Aktywność pojazdów
- Sumaryczna
- Analityczna
- Czas pracy
- Pojazdów
- Kierowców
- Przekroczenia granic
- Pojazdów
- Kierowców
- Raport statusów z GBOX Assist

Rys. 33. Zrzut z ekranu programu GBOX – ustawienia raportu

Ustawienia raportu 

Pokaż ustawienia  

Aktywność pojazdów - sumaryczna

Data od: 13.11.2017 00:00

Data do: 27.11.2017 23:59

Pojazd	Czas jazdy	Czas postoju	Czas razem	Liczba postojów	Jazda / km	Inna / puste	Składowa / pełna	Km/Km CAN	Zużyte paliwo poziom	Średnie spalanie poziom	Ilość tankowań	Ilość tank.	Ilość paliwa zrzut	Średnia prędkość GPS/CAN	Średni nacisk na os.	
PNT 34106 (KEIMELMAYR 1) (15595) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 410559 - 415792	03d 12h 05m	11d 06h 10m	14d 18h 15m	212	Jazda	0.0	4843.4	4843.4 4833	1677	1494.0	36.8	30.9	6	1032	56.1 57.5	7.4 t
PNT 34107 (KEIMELMAYR 2) (15596) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 410683 - 416671	04d 04h 48m	10d 12h 24m	14d 17h 13m	190	Jazda	0.0	5793.7	5793.7 5988	1760	1672.5	30.4	27.9	3	1904	55.9 59.4	7.9 t
SG 0257T (VOLKSWAGEN) (27755) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 2330 - 6001	01d 17h 26m	12d 09h 30m	14d 03h 57m	53	Jazda	0.0	3599.9	3599.9 3691		354.4		9.6	0	0	84.2 89.1	
SG 0258T (VOLKSWAGEN) (27754) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 205 - 5932	02d 13h 49m	11d 13h 48m	14d 03h 38m	84	Jazda	0.0	5607.9	5607.9 5727		532.6		9.3	0	0	89.5 92.6	
SG 0259T (VOLKSWAGEN) (27756) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 220 - 3696	01d 15h 47m	12d 13h 00m	14d 04h 48m	63	Jazda	0.0	3577.7	3577.7 3676		357.2		9.7	0	0	89.3 92.4	
SG 0260T (VOLKSWAGEN) (27752) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 2220 - 6139	01d 23h 05m	12d 06h 27m	14d 05h 33m	69	Jazda	0.0	3821.1	3821.1 3919		382.4		9.8	0	0	75.9 83.2	
SG 0261T (VOLKSWAGEN) (27753) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 212 - 3095	01d 13h 17m	12d 15h 08m	14d 04h 25m	49	Jazda	0.0	2790.1	2790.1 2853		261.3		9.2	0	0	74.3 76.5	
VGM 00754 (DHL DK) (22189) ▶ Stan licznika pocz.-kon. 160492 - 165399	03d 14h 27m	11d 06h 13m	14d 20h 47m	106	Jazda	0.0	4824.2	4824.2 4907	1290	1292.0	26.7	26.3	2	962	55.3 56.8	

Rys. 34. Zrzut z ekranu programu GBOX – raport wybranych kierowców firmy od 13.11.17r. do 27.11.2017r.

Podsumowanie

Zarządzanie flotą pojazdów wymaga wieloaspektowej oceny każdego z poszczególnych jej elementów. W wyniku przeprowadzonych analiz w wybranych firmach transportowych można zauważyć, jak ważną rolę pełni posiadanie systemu do zarządzania flotą pojazdów.

Firma Mar-Trans Transport i Spedycja, posiadająca system wspomagający zarządzanie GBOX, ma nadzór nad efektywnością ekonomiczną wykonywanych zleceń transportowych oraz ma możliwość minimalizacji liczby pustych przewozów, dzięki wiedzy o aktualnej lokalizacji wszystkich pojazdów oraz integracji z giełdami transportowymi. Posiadanie oprogramowania telematycznego jest dużym ułatwieniem w zarządzaniu firmą, ponieważ pozwala ono w prosty sposób zorganizować pracę kierowców oraz kontrolować właściwości eksploatacyjne pojazdów. System informuje firmę o aktualnych problemach kierowców oraz pojazdów, dzięki czemu ma ona możliwość natychmiastowej reakcji. Użytkownicy posiadający dostęp do systemu telematycznego mogą w łatwy sposób tworzyć raporty i przeglądać dokumentację firmy. Badania firm transportowych wykazały, iż współcześnie znaczący rozwój firm transportowych jest uzależniony od posiadania systemu do zarządzania flotą.

Firmy nie posiadające takiego systemu, jakim przykładem jest firma UTRANS muszą zatrudniać większą ilość pracowników zarządzających, są bardziej narażone na wyższe koszty działalności spowodowane np. kradzieżą paliwa czy włamaniami do pojazdów, oraz nie mają możliwości kontrolowania czasu pracy oraz dokładnej lokalizacji kierowców.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury, badań oraz własnych obserwacji należy stwierdzić, że w ostatnich latach nastąpił bardzo szybki rozwój systemów informatycznych wspomagających procesy logistyczne, w tym zarządzanie flotą pojazdów. Trudno sobie dziś wyobrazić firmę, w której nie ma systemu informatycznego wspomagającego jej funkcjonowanie. Posiadanie takiego narzędzia jakim jest system zarządzania flotą pojazdów jest odpowiedzią na wymagania nie tylko klienta czy też kierowcy, ale całego rynku usług TSL.

Bibliografia

- Beier F.J., Rutkowski K.: Logistyka. Warszawa, Szkoła Główna Handlowa. 1995
- Dmowski A.: Praktyczne aspekty zarządzania flotą w przedsiębiorstwie branży spożywczej. Eksploatacja i niezawodność nr 3, s. 62-68, 2008
- Ficoń K.: Logistyka Techniczna, Infrastruktura logistyczna, Warszawa, 2009
- Goel A.: Fleet Telematics: Real-time management and planning of commercial vehicle operations. Springer, 50, 2007
- Kodeks cywilny. Art. 794 & 1. Warszawa, Wydawnictwo Prawnicze, 2009
- Koźlak A.: Transport w logistyce, a logistyka w transporcie. Logistyka, 2, 2009
- Liberadzki B., Mindur, L.: Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski. Warszawa, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, 2006
- Łacny J.: Systemy telematyczne i informatyczne w nowoczesnych przedsiębiorstwach transportu drogowego. Poznań, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, 2008
- Mańkowski C.: Krajowy rynek usług TSL w warunkach ogólnosiwiatowego kryzysu gospodarczego i finansowego. Logistyka, 1, s. 38 - 41, 2010

- Rydzkowski, W., Wojewódzka-Król K. (red.): Transport. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009
- Wieteska S., Piechota A.: Nowoczesne metody zarządzania flotami samochodów ciężarowych i dostawczych w Polsce. ASO.A.8(2), s. 105-119, 2016
- Williams B.: Intelligent Transport Systems Standards. London, Artech House. 2008
- Wojciechowski Ł., Cisowski T., Grzegorzczak P.: Metody zarządzania flotą samochodową w firmie. Autobusy. Technika. Eksploatacja. Systemy transportowe. nr 6, s. 1-5, 2010
- Wydro K. B.: Telematyka - znaczenia i definicje terminu. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne nr 1-2, 2005

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH W LOGISTYCE I ZARZĄDZANIU ŹRÓDŁAMI ENERGII ODNAWIALNEJ

Jan Gielzecki¹, Janusz Tabor¹, Michał Cupiał², Krzysztof Molenda²

¹ Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatykacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jan.gielzecki@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-4996-4252; janusz.tabor@urk.edu.pl

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy, e-mail: michal.cupial@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-1984-6861; krzysztof.molenda@urk.edu.pl ORCID 0000-0002-1019-7519

Adres do korespondencji: jan.gielzecki@urk.edu.pl

Wstęp

Na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w ramach projektu pod tytułem „Opracowanie innowacyjnych technologii magazynowania energii w produkcyjnych tunelach foliowych” powstało laboratorium „Eksploracji źródeł energetyki odnawialnej”. Celem projektu było zbadanie możliwości wykorzystania zasobów energii odnawialnej do ogrzewania obiektów produkcyjnych oraz rozwijanie technik pozyskiwania i gromadzenia energii odnawialnej.

Zarządzanie logistyczne oznacza zarządzanie powiązаныmi ze sobą przepływami informacji, środków finansowych i materiałów od źródeł surowców, poprzez produkcję energii do dystrybucji finalnych produktów. Uruchomiony program badawczy pozwolił na analizę działania i zarządzania pozyskanymi odnawialnymi źródłami energii. Uzyskane informacje i doświadczenie przy magazynowaniu i rozdziale energii elektrycznej oraz ciepłej stanowią podstawę dla rozwoju sektora energetycznego OZE szczególnie przy uprawach roślin pod osłonami. Dzięki efektywnej logistyce dystrybucji, także zmagazynowane lub pozyskiwane na bieżąco zasoby energetyczne mogą być racjonalnie wykorzystane. Zastosowane planowanie logistyczne oparte na pozyskanych w trakcie badań doświadczalnych rezultatach pozwoliło na realizację projektów związanych z energią słoneczną.

Dział logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego, obejmującego produkcję roślinną pod osłonami, zajmuje się nie tylko magazynowaniem, transportem, planowaniem oraz zakupami, ale ma do czynienia z bardzo dużym przepływem danych dotyczących produkcji (np. warunki klimatyczne, zrównoważona gospodarka energetyczna). Wszystkie te informacje w dużych przedsiębiorstwach produkcyjnych muszą być przetwarzane i obsługiwane przez

system informatyczny firmy. Jest to jednym z istotnych czynników sprawiających, że informatyka staje się niezastąpionym elementem funkcjonowania logistycznego przedsiębiorstwa. Koniunktura na aplikacje magazynowe i logistyczne jest jedną z najintensywniej rozwijających się obszarów w branży IT. Koniunktura na aplikacje magazynowe i logistyczne w systemie informatycznym firmy jest jednym z najintensywniej rozwijających się obszarów w branży IT. W branży logistycznej wykorzystuje się szereg różnorodnych rozwiązań informatycznych. W większości są to klasyczne rozwiązania stosowane także w innych gałęziach produkcyjnych, ale część aplikacji ma charakter ściśle specjalistyczny¹. Przedstawione w niniejszym opracowaniu technologie i rozwiązania, są wynikiem praktycznych doświadczeń zrealizowanych w latach od 2010 do chwili obecnej, które wg opinii autorów mogą w przyszłości odegrać istotną rolę w sektorze logistyki odnawialnych źródeł energii.

System pomiaru i rejestracji danych w laboratorium „Eksplotacji źródeł energii odnawialnej” do przekazywania informacji wykorzystuje wydziałową sieć Ethernet oraz protokół komunikacyjny ModBus RTU (*Real Time Unit*). Integralną częścią systemu jest autorski program komputerowy KSP V 3.20 (Komputerowy System Pomiarowy) umożliwiający wizualizację tworzonych tzw. „profilu” (wybór danych pomiarowych oraz sygnałów wykonawczych). „Profile” to zbiór algorytmów nadzorujących sterowanie elementami wykonawczymi oraz archiwizujących dane pomiarowe pobierane z czujników pomiarowych, w zadanych odstępach czasowych, które następnie zostają zapisane w dataloggerach. Profil „KSP to zbiór algorytmów za pomocą których można odczytać wartości z zainstalowanych czujników pomiarowych, a także za pośrednictwem utworzonych funkcji logicznych sterować poszczególnymi urządzeniami wykonawczymi. Wszystkie zmiany są zapisywane w dataloggerach w zadanych odstępach czasowych.

KSP to program opracowany przez firmę DKR Elektronik w języku Borland C++ Builder² – jest to narzędzie programistyczne typu RAD (*Rapid Application Development*). Zaletą tego IDE (*Integrated Development Environment*) jest wykorzystanie w pełni obiektowej biblioteki VCL (*Visual Component Library*), znacznie ułatwiającej budowę interfejsu użytkownika w systemie Windows. Program KSP został opracowany na potrzeby laboratorium badawczo rozwojowego wydziału WPIE. W trakcie wdrażania dodawano nowe moduły i funkcjonalności do programu. W aktualnej wersji administrator, za pośrednictwem sieci internetowej, może z dowolnego miejsca na ziemi modyfikować i implementować nowe „profile”.

Protokół komunikacyjny ModBus

Protokół Modbus opracowany przez firmę Modicon ze względu na łatwość wdrożenia stał się standardem przyjętym przez wielu producentów sterowników przemysłowych.

Protokół ten został podzielony ze względu na rodzaj przesyłanych danych:

¹ Cupiał M., Szeląg-Sikora A., Sikora J., Gródek-Szostak Z. Zintegrowane systemy zarządzania w logistyce, w: Aktualne problemy logistyki: Podkarpackie Forum Transportu i Logistyki: monografia / Dzieniszewski Grzegorz, Kuboń Maciej (red.), Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, ISBN 978-83-60184-96-7, 2017

² Pozyskano z: https://pl.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B_Builder

- *System ASCII* - jest oparty na kodowaniu heksadecymalnym 0-9, A-F, dane wysyłane szesnastkowo, a każdy znak zajmuje 4 bity.
- *System RTU* – oparty na kodowaniu dwójkowym 0/1 lub Hex16. Dane wysyłane binarnie jako liczby 16-bitowe.
- *TCP* – dane wysyłane za pośrednictwem lokalnej sieci internetowej zgodnie z protokołem TCP/IP.

W latach 80 ubiegłego wieku opracowano dla potrzeb automatyki przemysłowej standard RS 485, który jest wykorzystywany jako warstwa fizyczna dla wielu protokołów sieciowych między innymi dla Profibus, DLMS czy Modbus. Podstawą systemu RS 485 jest szyna danych (magistrala) gdzie nadawanie i odbiór danych pomiędzy urządzeniami typu Master i Slave realizowane są naprzemiennie w trybie półdupleksowym. RS 485 zapewnia szybką transmisję danych, dużą odporność na zakłócenia nawet przy znacznych odległościach pomiędzy urządzeniami podłączonymi do wspólnej magistrali.

INTERFEJS RS 485 – zestawienie parametrów

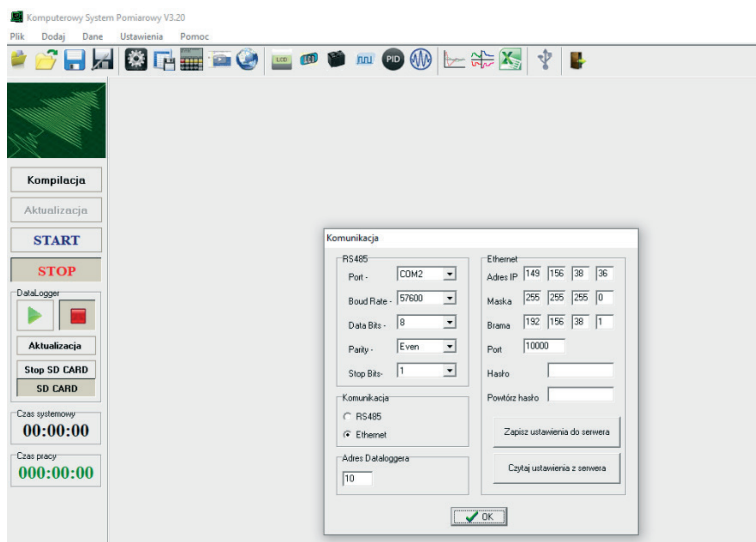
Zaimplementowane w urządzeniach Master i Slave protokoły muszą być ze sobą zgodne w przeciwnym wypadku wymiana danych nie będzie możliwa.

Do podstawowych parametrów złącza szeregowego³ zaliczamy:

- adres miernika od 1 do 247,
- prędkość transmisji 4.8, 9.6, 19.2, 38.4 kbit/s,
- tryb pracy Modbus RTU,
- jednostka informacyjna 8N2, 8E1, 8O1, 8N1,
- maksymalny czas odpowiedzi np. 600 ms,
- maksymalna ilość odczytanych rejestrów w jednym zapytaniu,
- 41 rejestrów – 4 bajtowych,
- 82 rejestrów – 2 bajtowych,
- zaimplementowane funkcje 03, 04, 06, 16, 17,
- 03, 04 odczyt rejestrów,
- 06 zapis jednego rejestru,
- 16 zapis n - rejestrów,
- 17 identyfikacja urządzenia.

Rysunek 1 przedstawia ustawienie parametrów komunikacji w systemie KSP dla Modbus Rtu RS 485 oraz TCP/IP Ethernet.

³ Pozyskano z: <http://jedrzej.ulasiewicz.staff.iiar.pwr.wroc.pl/KomputeroweSystSter/wyklad/Port-szeregowy-6.pdf>



Rys. 1. Ustawienie parametrów komunikacji w systemie KSP

Źródło: Opracowanie własne

Realizacja połączeń

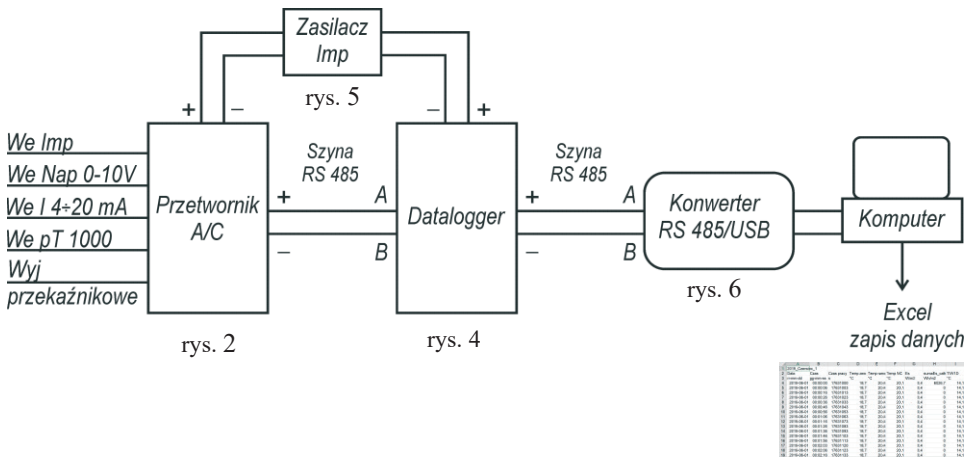
Stosując specjalistyczne urządzenia takie jak konwertery cyfrowo-analogowe przedstawione na rysunku 2 możemy rozbudować sieć od 1 do 247 urządzeń - jest to związane z zakresem indywidualnych adresów zespołów elementów typu Slave.



Rys. 2. Przetworniki analogowo-cyfrowe

Źródło: Zdjęcia własne, 2020

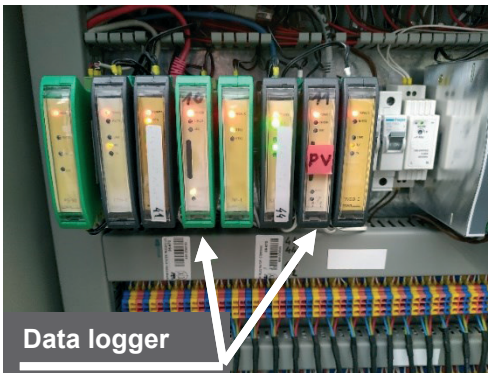
Schemat na rysunku 3. przedstawia konwersję analogowych danych pomiarowych w sieci przemysłowej opartej na protokole ModBus Rtu.



Rys. 3. Schemat rejestracji danych

Źródło: Opracowanie własne

Sygnał analogowy z urządzenia pomiarowego konwertowany jest w przetworniku A/C (rys. 2) na sygnał cyfrowy a następnie zapisany w formacie tekstowym w rejestratorze – *Datalogger* (rys. 4). Dane do komputera przekazywane są z wykorzystaniem konwertera złącza szeregowego RS 485 na USB. Całość układu pomiarowego jest zasilana stabilizowanym źródłem napięcia (rys.5).



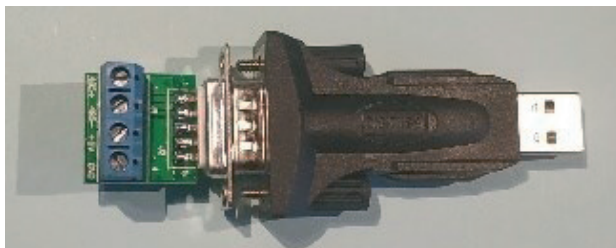
Rys. 4. Konwertery ModBus RTU (RS 485) na TCP oraz datalogery (zapis danych pomiarowych)



Rys. 5. Zasilacze impulsowe szaf sterowniczych

Źródło: Zdjęcia własne, 2020

Źródło: Zdjęcia własne, 2020



Rys. 6. Konwerter złącza szeregowego RS 485 na USB

Źródło: Zdjęcia własne, 2020

W końcowym etapie przetwarzania uzyskiwane są pliki z danymi pomiarowymi, odpowiednie do zastosowanych profili. Wynikiem są pliki w formacie *CSV* (wartości w pliku rozdzielone są przecinkami), które można edytować i analizować w programie Excel. Przygotowane w ten sposób dane pomiarowe umożliwiły analizę wpływu różnorodnych parametrów zewnętrznych oraz sterowania na możliwości wykorzystania zasobów energii odnawialnej do ogrzewania obiektów produkcyjnych oraz rozwijanie technik pozyskiwania i gromadzenia energii odnawialnej. Opracowane tą metodą wyniki badań zostały opisane w publikacjach naukowych.^{4,5,6,7,8}

Przy projektowaniu systemu pomiarowego, należy pamiętać o odpowiednim dobraniu przewodów, które będą łączyć poszczególne urządzenia. Mogą tu być stosowane przewody typu: skrętka 1-parowa (UTP), alternatywnie przewód komunikacyjny ekranowany (FTP). Długość magistrali szeregowej nie powinna przekraczać 1200 metrów.

⁴ Kurpaska S, Latała H., Sporysz M. i in. Some Aspects of the Analysis during Heating Plastic Tunnel by the Use of Heat from Stone Accumulator, *Journal of Environmental Science and Engineering A* 4 154-160, doi:10.17265/2162-5298/2015.03.007, 2015

⁵ Kurpaska S, Latała H., Baran D. i in. Heat storing effectiveness with the use of a Recuperator in the liquid type battery, *Agricultural Engineering*, 3(155):47-57, DOI: 10.14654/ir.2015.155.135, 2015

⁶ Kurpaska S, Lis W., Vogelgesang J. Methodical aspects of determination of parameters which characterize thermal balance of a plastic tunnel, *Agricultural Engineering Volume 20: Issue 3*, DOI: 10.1515/agriceng-2016-0046, 2016

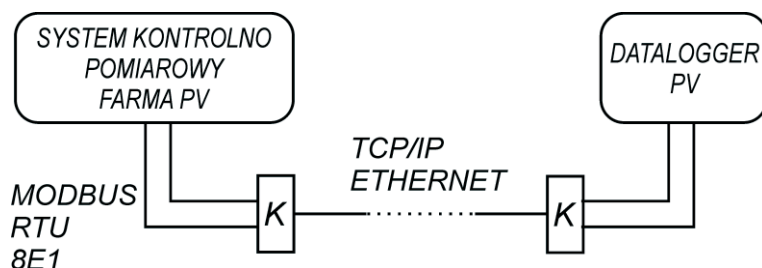
⁷ Kurpaska S, Latała H., Giełżecki J. The Effectiveness of the Membrane a Heat Exchanger Heated by a Forced Air Flow, *TEKA Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa*, ISSN 1641-7739, 2015

⁸ Kurpaska S., Sikora J., Mudryk K. i in. The effects of storing heat excess in a stone battery in a horticultural premise, w: *E3S Web of Conferences*, nr 10, ss. 1-4, Numer artykułu:00052, DOI:10.1051/e3sconf/20161000052, 2016

Rys. 7. Skrętka 1-parowa (UTP)⁹

Źródło: <https://docplayer.pl/7372143-Protokol-modbus-rtu-siec-rs-485.html>

W celu zwiększenia odległości należy stosować wzmacniacze sygnału tj. konwertery RS 485 na TCP/IP ewentualnie konwerter RS485 na WiFi. Przykład połączenia sieciowego przesyłania danych z farmy fotowoltaicznej do dataloggera z wykorzystaniem sieci LAN, zgodnego ze standardem dwuprzewodowym RS 485 ModBus Rtu 8E1 (8E1 – 1 bit startu, 8 bitów danych, bit parzystości typu „Even”, 1 bit stopu), przedstawia rysunek 8.



Rys. 8. Schemat przesyłania danych z farmy fotowoltaicznej (K-konwerter)

Źródło: Opracowanie własne

Laboratoria techniczne Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki

W chwili obecnej w laboratoriach wydziału wykorzystywane są trzy równoległe pracujące sieci przemysłowe, oparte na protokole ModBus Rtu, administrowane programem KSP. Łącznie program nadzoruje około 400 elementów pomiarowych i wykonawczych.

Spersonalizowane „profile” zostały zaimplementowane do Komputerowego Systemu Pomiarowego, który obsługuje:

- tunel foliowy Horti oraz farmę fotowoltaiczną,
- tunel poliwęglanowy wraz pompą ciepła, panelami i kolektorami słonecznymi ogrzewającymi tunel,
- wiatę z pompą ciepła.

Na rysunku 9 przedstawiono szafy pomiarowe I, II i III z rejestracją danych oraz komputer klimatyczny (z prawej strony) znajdujące się w tunelu foliowym rysunek 10.

⁹ Pozyskano z: <https://docplayer.pl/7372143-Protokol-modbus-rtu-siec-rs-485.html>



Rys. 9. System pomiaru i rejestracji danych w tunelu foliowym



Rys. 10. Laboratorium „Eksploracji źródeł energetyki”

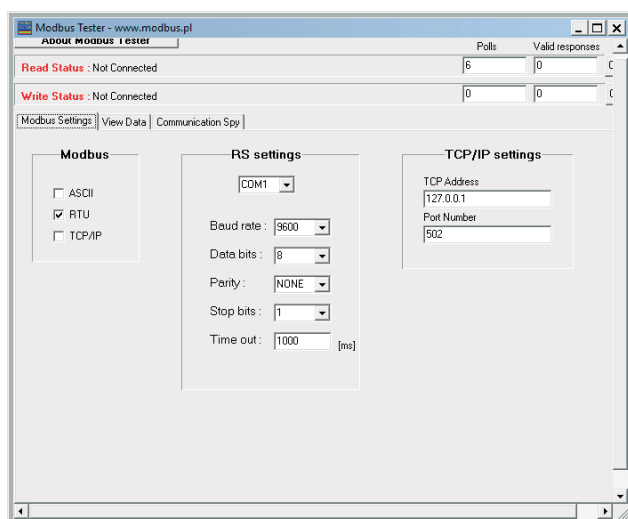
Kontrola transmisji ModBus RTU - program ModBus Tester

Korzystanie z programów sprawdzających działanie systemu pomiarowego, pozwala na lepsze zrozumienie protokołu ModBus, jak też zapewnia możliwość wykrycia przyczyn

ewentualnych problemów. Znajomość szczegółów i obserwacja transmisji dostarcza znacznie więcej informacji, niż sam efekt końcowy typu działa/nie działa. Podobnie, jak fizyczne urządzenia i programy testujące, które mogą być stroną master albo slave.

Program ModBus Tester

Korzystając z programu *ModBus Tester* można testować komunikację z urządzeniami slave sieci ModBus. Można również odczytywać i zapisywać dane do urządzeń z zaimplementowanym protokołem ModBus. Program umożliwia odczyt rejestrów: wejść i wyjść oraz ich zapis. Dane odczytywać i zapisywać można w różnych formatach (Decimal, Hex, Bin, Float itp.) Na zakładce Communication Spy można podglądać binarne ramki, które są wysyłane i odbierane przez port RS. Na rysunku 11 przedstawiono przykładowy zrzut ekranu podczas testowania urządzenia PLC (*programmable logic controller*) programem *ModBus Tester* oraz KSP.

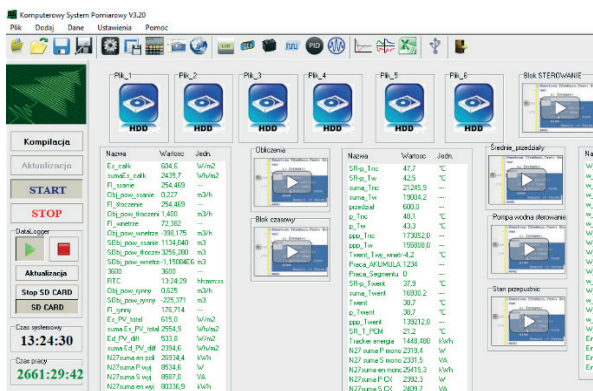


Rys. 11. Przykładowy ekran programu testującego ModBus Tester

Źródło: Opracowanie własne

Program KSP v3.20

Na kolejnych rysunkach od 12 do 14 przedstawiono wyniki działania oprogramowania, w ramach utworzonych przez administratora różnych „profilu”. Na ekranie przedstawiona jest wizualizacja wyników pomiarowych, stanów elementów wykonawczych, parametrów pracy, a także preferencje zapisu danych, do których należą: interwał czasowy zapisu, kolejność zapisu zmiennych, udostępnianie danych na serwerze jak również sposób ich zapisu.



Rys. 12. Okno bloków sterowania wraz z wizualizacją parametrów pracy, pliki zapisu danych (1-6)

Źródło: Opracowanie własne

Rozkaz	Linia	099
043 SETB (PK_Z_PCM);		//Włączenie stycznika wentylatora PCM
044 DELAY (60[1]);		
045 IF MINI T_wyj_PCM_grzałk < 80,000		//sprawdzenie czy temperatura grzałek jest tr
046 IF PK_WentPCM = 0,000		//warunek sprawdzający czy wentylator PCM jest włącz
047 IF ZM SR_T_PCM > 80,000		// Sprawdzenie temperatury parafiny
048 GOTO 064		
050 IF ZM SR_T_PCM < 80,000		// Sprawdzenie temperatury parafiny
051 IF LCD z_T_wew > 18,000		//warunek ładowania PCM
052 GOTO 054		
053 ENDIF 051		
054 CLRB (PK_Z_PCM);		//przepruśnica w pozycję ładowanie
055 DELAY (150[1]);		//czas na zamknięcie przepustnicy
056 SETB (PK_PCM_grzałki);		//Włączenie stycznika zasilającego grzałki
057 SETB (PK_1 Stycznik PCM);		//Włączenie stycznika zasilającego grzałkę 1
058 SETB (PK_2 Stycznik PCM);		//Włączenie stycznika zasilającego grzałkę 2
059 SETB (PK_3 Stycznik PCM);		//Włączenie stycznika zasilającego grzałkę 3
060 ENDIF 045		
061 ENDIF 046		
062 ENDIF 050		
063 IF MINI T_wyj_PCM_grzałk > = 80,000		//sprawdzenie czy temperatura grzałek jest
064 CLRB (PK_PCM_grzałki);		
065 CLRB (PK_1 Stycznik PCM);		
066 CLRB (PK_2 Stycznik PCM);		
067 CLRB (PK_3 Stycznik PCM);		
068 ENDIF 063		
069 IF LCD z_T_wew < 18,000		//warunek rozładowania PCM
070 SETB (PK_Z_PCM);		//przepruśnica w pozycję rozładowanie
071 CLRB (PK_PCM_grzałki);		
072 CLRB (PK_1 Stycznik PCM);		
073 CLRB (PK_2 Stycznik PCM);		
074 CLRB (PK_3 Stycznik PCM);		
075 DELAY (150[1]);		//czas na zamknięcie przepustnicy
076 GOTO 069		
077 ENDIF 069		
078 GOTO 045		//Pętla ładowania PCM

Rys. 13. Jeden z bloków sterowania

Źródło: Opracowanie własne

Serwer WEB	
Nazwa serwera: Serwer WEB	Adres IP: 149 156 38 46
Adres ModBus: 247	Port: 80
Dane do zapisu	Dostępne dane
MINI E_s PV	LCD U_L1/ND20
MINI Temp zew PV	LCD U_L2/ND20
MINI N27 moc P 1,5CX	LCD U_L3/ND20
ZM N27 suma P mono	LCD Moc P1/ND20
ZM N27 suma P CX	LCD Moc P2/ND20
ZM N27 suma P poli	LCD Moc P3/ND20
ZM N27 suma P wyj	LCD T_wymiernik_wy
	LCD T_zbiornik-G
	LCD L_L1/ND20
	LCD L_L2/ND20
	LCD L_L3/ND20
	LCD Moc P1/ND20

Rys. 14. Serwer WEB - dostępne dane oraz dane do zapisu

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikowi zasady działania sieci przemysłowej opartej na protokole Modbus Rtu wraz z wykorzystaniem sieci typu Ethernet - LAN (*local area network*) do przesyłu na duże odległości danych pomiarowych z laboratoriów odnawialnych źródeł energii.

Odpowiednie skonfigurowanie programu nadzorującego KSP sprawia, że laboratoria stają się laboratoriami autonomicznymi i wykonują polecenia, zgodnie z algorytmami określonymi przez administratora. Dane zbierane w wyniku działania systemów pomiarowych są gromadzone i wykorzystywane do analiz, symulacji oraz prac związanych z modelowaniem systemów energetyki odnawialnej. W wyniku wykorzystania opisywanych układów pomiarowych powstało w ostatnim czasie wiele opracowań naukowych.^{10,11,12,13,14,15}

Zebranie oraz przechowywanie odpowiednich danych jest bardzo ważnym elementem pracy badawczej. Dla naukowca bardzo istotna jest możliwość takiego skonfigurowania urządzenia pomiarowego, aby pozwalało na gromadzenie wybranego zakresu danych zgodnie z założonym formatem danych wyjściowych. Takie rozwiązanie znacznie ułatwia sposób prowadzenia późniejszej obróbki i analizy danych. W tego typu układach pomiarowych równie ważna jest możliwość prowadzenia zapisu danych w sposób autonomiczny, nie wymagający bezpośredniego nadzoru człowieka.

Te wszystkie cechy posiada prezentowany system pomiarowy, oparty na protokole Modbus Rtu, wykorzystujący sieć typu Ethernet. Obszerny oraz silnie konfigurowalny zakres zbierania danych stwarza wiele możliwości analitycznych oraz ułatwia wizualizację uzyskanych wyników. Przedstawione technologie i rozwiązania są wynikiem praktycznych doświadczeń autorów, które mogą w przyszłości odegrać istotną rolę na styku obszaru logistyki oraz odnawialnych źródeł energii.

¹⁰ Kurpaska S, Latała H., Konopacki P. Storage of heat excess from a plastic tunnel in a rock-bed accumulator: Tomato yield and energy effects , w: Renewable energy sources: engineering, technology, innovation : ICORES 2017 / Mudryk Krzysztof, Werle Sebastian (*red.*), Springer Proceedings in Energy, ISBN 978-3-319-72370-9, ss. 549-560, DOI:10.1007/978-3-319-72371-6_54, 2018

¹¹ Kurpaska, S., Knaga, J., Latała, H., Cupiał, M., Konopacki, P. and Holownicki, R. The Comparison of Different Types of Heat Accumulators and Benefits of Their Use in Horticulture, *Sensors*, 20(5), 2020

¹² Latała H., Nęcka K., Kurpaska S. i in. Theoretical and Real Efficiency of the Solar Power Plant in a 2-Year Cycle, w: Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES/ Wróbel Marek, Jewiarz Marcin, Szlęk Andrzej (*red.*), Springer Proceedings in Energy, 2020, ISBN 978-3-030-13887-5, ss. 501-510, DOI:10.1007/978-3-030-13888-2_49, 2018

¹³ Kurpaska S., Kielbasa P., Sobol Z. i in. Analysis of air flow resistance through a porous stone bed, w: Biosystems Engineering, vol. 198, ss. 323-337, DOI:10.1016/j. biosystems eng. 2020.08.002, 2020

¹⁴ Kurpaska S., Knaga J., Latała H. i in. The Comparison of Different Types of Heat Accumulators and Benefits of Their Use in Horticulture, w: *Sensors*, vol. 20, nr 5, ss. 1-27, DOI:10.3390/s20051417, 2020

¹⁵ Kurpaska S., Latała H., Malinowski M. i in. Efficiency of solar conversion in flat plate and vacuum tube solar collectors, w: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 214, nr conference 1, ss. 1-7, DOI:10.1088/1755-1315/214/1/012033, 2019

Bibliografia

- Cupał M., Szelaǳ-Sikora A., Sikora J., Gródek-Szostak Z.: Zintegrowane systemy zarządzania w logistyce, w: Aktualne problemy logistyki: Podkarpackie Forum Transportu i Logistyki: monografia / Dzieniszewski Grzegorz, Kuboń Maciej (red.), Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, ISBN 978-83-60184-96-7, ss. 5-14, 2017
- Lewandowski F.: Zarys informacji o protokole ModBus RTU, 4 III 2016, Pozyskano z: <http://www.telmatik.pl>, 2016
- Kurpaska Sławomir, Latała Hubert, Sporysz Maciej: Analysis of thermal efficiency of vertical ground exchangers cooperating with a compressor heat pump, w: Bioenergy and Other Renewable Energy Technologies and Systems, nr 1, ss. 83-92, 2014
- Kurpaska S, Latała H., Sporysz M. i inni: Some Aspects of the Analysis during Heating Plastic Tunnel by the Use of Heat from Stone Accumulator, Journal of Environmental Science and Engineering A 4, 154-160, doi:10.17265/2162-5298/2015.03.007, 2015
- Kurpaska S, Latała H., Baran D. i inni: Heat storing effectiveness with the use of a Recuperator in the liquid type of battery, Agricultural Engineering, 3(155), 47-57, DOI: 10.14654/ir.2015.155.135, 2015
- Kurpaska S, Lis W., Vogelgesang J.: Methodical aspects of determination of parameters which characterize thermal balance of a plastic tunnel, Agricultural Engineering Volume 20: Issue 3, DOI: 10.1515/agriceng-2016-0046, 2016
- Kurpaska S, Latała H., Konopacki P.: Storage of heat excess from a plastic tunnel in a rock-bed accumulator: Tomato yield and energy effects, w: Renewable energy sources: engineering, technology, innovation: ICORES 2017 / Mudryk Krzysztof, Werle Sebastian (red.), Springer Proceedings in Energy, ISBN 978-3-319-72370-9, ss. 549-560, DOI:10.1007/978-3-319-72371-6_54, 2018
- Kurpaska S, Latała H., Giełżecki J.: The Effectiveness of the Membrane a Heat Exchanger Heated by a Forced Air Flow, TEKA Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, ISSN 1641-7739, 2015
- Kurpaska Sławomir, Sikora Jakub, Mudryk Krzysztof [i in.] : The effects of storing heat excess in a stone battery in a horticultural premise, w: E3S Web of Conferences, nr 10, ss. 1-4, Numer artykułu:00052, 2016
- Kurpaska S., Latała H., Malinowski M. i in.: Efficiency of solar conversion in flat plate and vacuum tube solar collectors, w: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 214, nr conference 1, ss. 1-7, DOI:10.1088/1755-1315/214/1/012033, 2019
- Kurpaska, S., Knaga, J., Latała, H., Cupiał, M., Konopacki, P. and Holownicki, R., The Comparison of Different Types of Heat Accumulators and Benefits of Their Use in Horticulture, Sensors, 20(5), 2020
- Kurpaska S., Kiełbasa P., Sobol Z. i in.: Analysis of air flow resistance through a porous stone bed, w: Biosystems Engineering, vol. 198, ss. 323-337, DOI:10.1016/j. biosystems eng. 2020.08.002, 2020
- Kurpaska S., Knaga J., Latała H. i in.: The Comparison of Different Types of Heat Accumulators and Benefits of Their Use in Horticulture, w: Sensors, vol. 20, nr 5, ss. 1-27, DOI:10.3390/s20051417, 2020
- Latała H., Nęcka K., Kurpaska S. i in.: Theoretical and Real Efficiency of the Solar Power Plant in a 2-Year Cycle, w: Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2018 / Wróbel Marek, Jewiarz Marcin, Szłęk Andrzej (red.), Springer Proceedings in Energy, ISBN 978-3-030-13887-5, ss. 501-510, DOI:10.1007/978-3-030-13888-2_49, 2020

Źródła internetowe:

Pozyskano z: https://pl.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B_Builder

Pozyskano z: <http://jedrzej.ulasiewiczz.staff.iia.pwr.wroc.pl/KomputeroweSystSter/wykklad/Port-szeregowy-6.pdf>

ORGANIZACYJNE I EKONOMICZNE KORZYŚCI WYNIKAJĄCE ZE STOSOWANIA INSTRUMENTÓW MARKETINGOWYCH W BRANŻY TSL

Katarzyna Grotkiewicz, Zbigniew Kowalczyk, Sylwester Tabor

Katedra Inżynierii Produkcji Logistyki i Informatyki Stosowanej w Krakowie, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: katarzyna.grotkiewicz@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8564-0928; zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8001-2092; sylwester.tabor@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4614-0247

Adres do korespondencji: e-mail: katarzyna.grotkiewicz@urk.edu.pl

Wstęp

Transport jest działem gospodarki, który zaspokaja potrzeby przemieszczania osób i towarów. Transport ładunków jest podstawowym elementem systemów logistycznych, realizującym zadania związane z przemieszczaniem materiałów, komponentów, wyrobów gotowych w podsystemach zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. Z punktu widzenia uczestników wymiany handlowej sprawnie działający transport może stanowić o efektywności transakcji handlowej, zarówno w handlu międzynarodowym, jak i krajowym. Z kolei w odniesieniu do osób transport zapewnia realizację potrzeb związanych z życiem człowieka¹. Znajomość podstawowych zagadnień związanych z funkcjonowaniem poszczególnych gałęzi transportu ważna jest nie tylko dla dysponentów ładunków reprezentujących popyt na usługi przewozowe ale również dla przedsiębiorstw transportowych i logistycznych stanowiące stronę podażową, która zobowiązana jest do posiadania wiedzy dotyczącej mechanizmów rynkowych oraz narzędzi marketingowych aktywnie oddziaływujących na rynek docelowy. Zagadnienia te są przedmiotem badań ekonomiki transportu, która w zakresie makroekonomicznym zajmuje się m.in. relacjami między transportem a otoczeniem i polityką transportową. W ujęciu mikroekonomicznym ekonomika transportu zajmuje się funkcjonowaniem przedsiębiorstw transportowych oraz zrachowaniami usługoborców².

Tempo życia oraz prowadzenia interesów powoduje, że zarządzanie firmą w gospodarce rynkowej powinno uwzględniać wieloaspektowe elementy wpływające na strategię firmy.

¹ Fajczak-Kowalska A. Transport w gospodarce, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, ISBN 978-83-7837-067-3, 2018

² Sepkowska Z. Podstawy mikro- i makroekonomii, Warszawa, ISBN 978-83-7641-987-9, 2013

Interdyscyplinarność zarządzania przedsiębiorstwem powoduje, że niezbędna jest znajomość wielu dziedzin, w tym istotnej roli marketingu. Jedną z cech charakterystycznych dla nowoczesnego przedsiębiorstwa branży TSL jest umiejętność prowadzenia procesów logistycznych w sposób pozwalający na uzyskanie oczekiwanych wyników ekonomicznych oraz organizacyjnych charakteryzujących się maksymalizacją zysków przy jednoczesnej minimalizacji kosztów^{3,4,5}. Marketing i branża TSL to dwa ściśle powiązane obszary działalności człowieka. Oba oddziałują na kierunek rozwoju sfery gospodarczej i społecznej, wspierają rozwój nauki, praktyki oraz życia prywatnego i zawodowego ludności⁶. Marketingowe wsparcie procesów logistycznych za pomocą jego instrumentów jest przedmiotem badań nad poprawą konkurencyjności przedsiębiorstw, w szczególności w zakresie wykorzystania nowoczesnych metod zarządzania. Połączenie marketingu i logistyki w firmie pozwala na realizację celów biznesowych, których efekty zaspokoją potrzeby klientów zgodnie z definicją twórcy marketingu Philipa Kotlera⁷.

Z uwagi na ważność poruszanych zagadnień tematem opracowania jest zaprezentowanie wybranych obszarów odnoszących się do poszczególnych gałęzi transportu w zakresie organizacji i ekonomiki mających istotny wpływ na osiągnięte korzyści organizacyjne i ekonomiczne z wykorzystaniem wybranych instrumentów marketingowych w ujęciu makroekonomicznym.

Rola instrumentów marketingowych w branży TSL

Przedsiębiorcy utrzymujący się na rynku z zrealizowanych przychodów ze sprzedaży wyrobów bądź usług muszą mieć świadomość, że umiejętnie prowadzony marketing jest niczym innym jak możliwością zdobywania przewagi konkurencyjnej na rynku a tym samym decydujący o maksymalizacji zysku. Są więc to podstawowe elementy, które będą kreować przyszłość firm w każdym segmencie gospodarczym. Strategiczna analiza oraz kontrola działań rynkowych firmy gwarantuje przedsiębiorstwu prowadzenie efektywnej polityki rynkowej w zakresie marketingu mix (Formuła 4P, Formuła 7P) będącego najlepszą formą komunikacji przedsiębiorcy z konsumentem⁸. Koncepcje marketingowe oraz stosowane zasady marketingowe kształtują dyscyplinę myślenia i podejmowania decyzji a systematycznie pozyskiwane dane zarówno wewnętrzne jak również zewnętrzne w ramach badań rynkowych i marketingowych sprzyjają w ograniczeniu skutków błędnych decyzji⁹. Tak zsynchronizowany zestaw instrumentów marketingowych ułatwia zrozumie-

³ Kuboń M. Koszty oraz formy obsługi transportowej gospodarstw rolniczych, *Inżynieria rolnicza*, 13, 233-240, 2006

⁴ Kauf S. i in. Zarządzanie marketingowo-logistyczne. Kontekst zrównoważonego rozwoju, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ISBN 978-83-01-20534-8, 2019

⁵ Fajczak-Kowalska A. Transport w gospodarce, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, ISBN 978-83-7837-067-3, 2018

⁶ Koźlak A. The role of the transport system in stimulating economic and social development. *Transport Economics and Logistics*, 72, 19-33, 2017

⁷ Kotler P. Marketing 4.0. Era cyfrowa, Warszawa, ISBN 978-83-8087-190-8, 2019

⁸ Krajewska R., Łukasik Z. Komunikacja marketingowa jako czynnik aktywizujący sprzedaż na rynku usług TSL, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 18/6, 1715-1721, 2017

⁹ Czubała A. Marketing w przedsiębiorstwie-ujęcie operacyjne, PWE, Warszawa, ISBN 978-83-208-2381-3, 2020

nie a w konsekwencji kształtowanie rynkowej misji i celów strategicznych własnego przedsiębiorstwa.

Przedsiębiorstwa transportowe zmagają się z wieloma trudnościami pomimo narastającej od dłuższego czasu ekspansji na rynkach międzynarodowych. Pandemia wywołana wirusem SARS-CoV-2 i zamknięcie granic europejskim krajom uznawanym za kluczowe centra biznesu i handlu międzynarodowego wpłynęła na sektor tej branży. Zamknięte granice, ograniczenie ładunków eksportowanych i importowanych, skrócenie tras realizowanych przez firmy transportowe w pierwszym okresie pandemii przyczyniły się do braku możliwości zaspokojenia popytu na usługi transportowe co spowodowało wzrost stawek za ładunek i ogólny wzrost kosztów transportu, która wpłynęła ostatecznie na wzrost cen towarów i usług do roku poprzedniego w skali 3,6%¹⁰. Ponadto według danych z Głównego Urzędu Statystycznego wolumen ładunków liczony w tysiącach ton w II kwartale 2020 był 13% mniejszy w stosunku do roku poprzedniego dla wszystkich gałęzi transportu tj. kolejowego, samochodowego, rurociągowego i morskiego. Skutki epidemii koronawirusa szczególnie dostrzegalne są w przewozach pasażerskich, w których liczba podróży z udziałem wszystkich gałęzi transportu przyczyniła się do 72% spadku przewozów pasażerskich zarówno drogą morską, lotniczą, jak i lądową¹¹. Niepewna sytuacja ekonomiczna w branży TSL wywołana epidemią wirusa SARS-CoV-2 wymaga opracowania przez przedsiębiorców strategii działania, która zapewni ciągłość funkcjonowania firmy. Szansą na bycie niewykluczonym z rynku jest zapewnienie płynności finansowej. Przedsiębiorstwa TSL swoją płynność finansową w trudnym okresie gospodarczym mogą zawdzięczyć min. wsparciu z tarczy anty kryzysowej a w głównej mierze badaniom rynku starając się dostosować do obecnych warunków funkcjonowania. Jedną z metod zapewniającą utrzymanie pozycji rynkowej są badania marketingowe w zakresie dotarcia do klienta i rozpoznania jego potrzeb wykorzystując przy tym marketing cyfrowy będący najkorzystniejszą formą komunikacji marketingowej w dobie marketingu 4.0¹². Tradycyjny marketing dokonuje klasyfikacji rynku docelowego na podstawie danych demograficznych, geograficznych, ekonomicznych oraz behawioralnych dokonując tym samym segmentację rynkową¹³. Segmentacja rynkowa daje możliwość podziału rynku na jednorodne grupy odbiorców, które różnią się reakcjami na dany produkt, usługę oraz pozostałe elementy kompozycji marketingowej (m.in. cena, dystrybucja, komunikacja marketingowa). Wybór jednego lub kilku segmentów do których przedsiębiorca chce dotrzeć dokonuje za pomocą targowania i pozycjonowania, umożliwiając mu tym samym wybór najbardziej atrakcyjnego segmentu dopasowując charakter marki do potrzeb potencjalnych klientów. Takie dopasowanie zapewnia przedsiębiorstwu zaspokojenie potrzeb wśród segmentu a tym samym do stworzenia równowagi pomiędzy podażą a popytem na usługi transportowe.

¹⁰ Główny Urząd Statystyczny. GUSa. Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 15 października 2020 r. w sprawie wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych w okresie pierwszych trzech kwartałów 2020r.

¹¹ Główny Urząd Statystyczny. GUSb. Biuletyn statystyczny, Transport, Nr 5(751), ISSN 0006-4025, 2020

¹² Kotler P. Marketing 4.0. Era cyfrowa, Warszawa, ISBN 978-83-8087-190-8, 2017

¹³ Dziekoński M., Kozielski R. Jak szybko napisać profesjonalny plan marketingowy, Wolters Kluwer SA, Warszawa, ISBN 978-83-264-4419-7, 2014

Natomiast w czasie marketingu cyfrowego (marketing 4.0) segmenty rynku nazywane są społecznościami¹⁴. Społeczności te w przeciwieństwie do marketingu tradycyjnego są odporne na promocje i reklamę dostosowując potrzeby do charakteru grupy, dzięki czemu relacje między przedsiębiorcą a klientem mogą służyć umocnieniu w warunkach narastającej konkurencji. Wytyczenie tzw. ścieżki zakupowej przez potencjalnego klienta jest ważnym elementem decyzyjnym wpływającym na pozycję rynkową w zakresie ekonomiki i organizacji przedsiębiorstwa branży TSL dlatego w warunkach dynamicznie rozwijającej się branży i penetracji rynku, wiedza o konsumentach i poziom ich satysfakcji zyskują rangę kluczowych instrumentów marketingowych w budowaniu przewagi konkurencyjnej^{15,16}.

Przedsiębiorcy kierując się potrzebami klienta przyjmują, że najważniejszą istotą marketingu jest dostarczanie wartości dla klienta czyli tzw. wartości konsumenckiej. Wartościami konsumenckimi w odniesieniu do przewozów jest jakość produktu, marka, dostępność, terminowość, poziom obsługi klienta, czy tzw. obsługa posprzedażowa. Taki sposób podejścia przedsiębiorcy, który jest skoncentrowany na procesie zaspokojenia potrzeb nabywcy daje możliwości osiągnięcia zamierzonych przez firmę celów i powinno być centralnym punktem każdego przedsięwzięcia.

Poznanie procesów oraz zjawisk rynkowych jak również dostarczenie informacji ważnych z perspektywy funkcjonowania przedsiębiorstwa na arenie krajowej i międzynarodowej są możliwe za pomocą wykorzystywanych narzędzi w ramach badań rynkowych i marketingowych. Różnica pomiędzy badaniami rynkowymi i marketingowymi wynika z ich odmiennego zastosowania. Dzięki badaniom rynkowym opierającymi się na danych liczbowych możemy poznać otaczającą nas rzeczywistość oraz prognozować rozwój w odniesieniu do popytu i podaży na daną usługę, analizować pojemność rynku oraz dokonywać analizy elastyczności cenowej. Z kolei badania marketingowe pozwalają wpływać na przyszłe losy rynku, w którym funkcjonujemy wykorzystując do tego dane opisowe. Ponadto dzięki badaniom marketingowym możemy dokonać analizy skuteczności stosowanych działań promocyjnych, analizować wizerunek marki w odniesieniu do postrzegania firmy przez konsumentów oraz dokonywać segmentacji rynku. Badania marketingowe oraz rynkowe polegające na zebraniu zarówno danych opisowych jak i wartościowych są bardzo dobrym narzędziem komunikacji, umożliwiają identyfikację pojawiających się na rynku okazji i problemów, wpływają na minimalizację ryzyka a w konsekwencji pozwalają zdobyć opinię klienta, która w perspektywie czasu wpływa na lepsze efekty ekonomiczne i organizacyjne przedsiębiorstwa z branży TSL.

Aby móc podejmować wysokiej jakości decyzje biznesowe, które będą przekładać się na korzyści w sferze organizacyjnej i ekonomicznej każda firma, stając przed wyborem strategii konkurencyjnej, powinna określić swoje słabe i mocne strony oraz szanse i zagrożenia występujące w otoczeniu rynkowym posługując się np. Analizą SWOT lub metodą PEST która jest narzędziem planowania i polega na analizowaniu czynników społecznych, politycznych, ekonomicznych i technologicznych¹⁷. Właściwe zastosowanie tych instru-

¹⁴ Kotler P. Marketing 4.0. Era cyfrowa, Warszawa, ISBN 978-83-8087-190-8, 2017

¹⁵ Kotler P. Marketing 4.0. Era cyfrowa, Warszawa, ISBN 978-83-8087-190-8, 2017

¹⁶ Mitrega M.: Marketing relacji. Teoria i praktyka. Wyd. III, Warszawa, ISBN 978-83-8102-172-2, 2019

¹⁷ Dziekoński M., Kozielski R. Jak szybko napisać profesjonalny plan marketingowy, Wolters Kluwer SA, Warszawa, ISBN 978-83-264-4419-7, 2014

mentów wymaga od osób zaangażowanych w działalność usług transportowych zwrócenie uwagi na wymagania, które stawia przed nim rynek a w szczególności w odniesieniu do świadczenia wyższego poziomu usług (np. dostawa w wyznaczonym terminie), dodatkowe usługi logistyczne (magazynowanie, pakowanie, etykietowanie itp.) jak również w zakresie zwiększonego poziomu inwestycji (powiększenie taboru). Ponadto przedsiębiorstwa powinny również zwrócić uwagę, na fakt że w związku ze zwiększoną koncentracją przemysłu i produkcji na poziomie globalnym, rośnie wolumen transakcji dla potencjalnego klienta lub kontrahenta. Takie podejście umożliwia redukcję zagrożeń na rynku konkurencyjnym z jednoczesnym wykorzystaniem szans dzięki umiejętności związanej z analizą czynników zewnętrznych co w konsekwencji przełożyć się może na ekspansję przedsiębiorstw na rynki międzynarodowe.

Transport, logistyka i spedycja są jedną z ważniejszych branż, która ma istotny wkład w rozwój polskiej gospodarki. Z danych GUS wynika, że branża TSL generuje ok. 6% polskiego PKB, co przekłada się na olbrzymi wpływ tego sektora na polską gospodarkę¹⁸. Jednak na podstawie danych pochodzących z badań Logistics Performance Index przeprowadzonych przez Bank Światowy wskazują na znacznie gorszą wydajność logistyki w Polsce na tle krajów z którymi mamy najważniejsze dwustronne relacje w drogowym transporcie towarów¹⁹. Przeprowadzone analizy rynkowe są bardzo cennym źródłem informacji, mającym pokazać jaka jest pozycja Polski na tle potentatów rynkowych i co należy zrobić aby im dorównać gdyż perspektywy dla polskiej branży TSL są powiązane z sytuacją gospodarczą w kraju i u jej najważniejszych partnerów handlowych. Wspomniana sytuacja epidemiologiczna Covid-19 spowiadała ograniczenia w produkcji, został przerwany łańcuch dostaw między poszczególnymi punktami logistycznymi stąd tym bardziej branża TSL zmuszona jest podejmować szybkie działania strategiczne aby zachować jej płynność. W zachowaniu płynności i kondycji branży TSL szczególną uwagę przykładają się właśnie komunikacji marketingowej będącej bardzo ważnym instrumentem marketingowym w podcas lockdownu.

Narastająca konkurencja, dążenie do coraz szybszych dostaw, wspieranie klientów w zakresie optymalizacji kosztów, automatyzacja procesów logistycznych, rosnące wymagania klientów i partnerów handlowych itp. przyczyniają się do optymalizowania instrumentów marketingowych, stosując niestandardowe działania w zakresie komunikowania się przedsiębiorcy z rynkiem wykorzystując wpływ krytycznego nastawienia przedsiębiorcy na udoskonalenia.

Rynek usług logistycznych znajduje się w fazie transformacji m.in. z uwagi na szybko postępującą cyfryzację kładąc tym samym nacisk na komunikację marketingową w formie działań marketingowych online (e-commerce) będących jedną z najbardziej efektywnych sposobów dotarcia do klienta. Marketing cyfrowy to cały szereg korzyści zarówno dla sprzedawców, jak i klientów. Dla tych pierwszych najważniejszą zaletą jest bez wątpienia redukcja kosztów. W przeciwieństwie do tradycyjnego handlu, nie jest koniecz-

¹⁸ Główny Urząd Statystyczny. GUSb. Biuletyn statystyczny, Transport, Nr 5(751), ISSN 0006-4025, 2020

¹⁹ BigData (on-line): Pozyskano: [https://databank.worldbank.org/source/logistics-performance-index-\(lpi\)/Type/TABLE/preview/on_\[dostęp: 02.10.2020\]](https://databank.worldbank.org/source/logistics-performance-index-(lpi)/Type/TABLE/preview/on_[dostęp: 02.10.2020])

ne prowadzenie punktów sprzedaży detalicznej, zatrudniania dużej liczby pracowników czy utrzymywania dużych magazynów. W e-commerce można na bieżąco aktualizować ofertę i niemal natychmiastowo odpowiadać na potrzeby klientów. Potencjalny klient weryfikując spedytora, czy przewoźnika poszukuje informacji o firmie nt. ceny za usługę, jakość usługi i dostępność usługi korzystając z takich narzędzi jak: Portale przeznaczone dla biznesu (giełdy elektroniczne), E-mail marketing, content marketing, reklama internetowa, strony internetowe²⁰. Według statystyk 90 % przedsiębiorstw transportowych w Europie korzysta z giełd transportowych²¹.

Analiza efektywności marketingu może być poparta pogłębionymi analizami za pomocą wybranych mierników skuteczności komunikacji marketingowej w skład, których wchodzi m.in. wskaźnik znajomości marki/firmy, wskaźnik lojalnych klientów, zasięg reklamy, wskaźnik zamówień, wskaźnik kosztu dotarcia do odbiorców (CPT) lub kosztu pozyskania klienta (CPS)^{22,23}. Ponadto biorąc pod uwagę, ekonomiczne aspekty procesu przepływu materiałów, ładunków i osób można wyodrębnić następujące mierniki produktywności wspomagających właściwe zarządzanie transportem: mierniki strukturalne i ramowe (wielkość masy wolumenu); mierniki gospodarcze (koszty transportu), mierniki produktywności (wydajność środków transportu); mierniki jakościowe (jakość usługi, terminowość, dostępność)²⁴. Kompleksowy zbiór danych ekonomicznych przyczynia się do poznania poziomu i struktury kosztów a tym samym umożliwi stworzenie i zastosowanie odpowiednich instrumentów oddziaływania na redukcję kosztów transportu, dzieląc koszty z uwagi na ich rodzaje, miejsca powstawania i czas. Analiza i ocena efektywności w przedsiębiorstwie umożliwia ocenę wyników osiągniętych przez przedsiębiorstwo w porównaniu z innymi przedsiębiorstwami w odniesieniu do wybranych elementów kompozycji marketingowej w tym głównie w odniesieniu do ceny, która opiera się w głównej mierze na głębokiej analizie wolumenu i sektora rynku.

W oparciu nowe zagadnienia związane z marketingiem 4.0 wyodrębniły się dwa wskaźniki efektywności marketingowej PAR (*Purchase Action Ratio*) oraz BAR (*Brand Advocate Ratio*), pokazujące jak skutecznie można przekształcić świadomość marki w zakup (PAR) oraz świadomość marki w jego poparcie (BAR) (rys. 1).

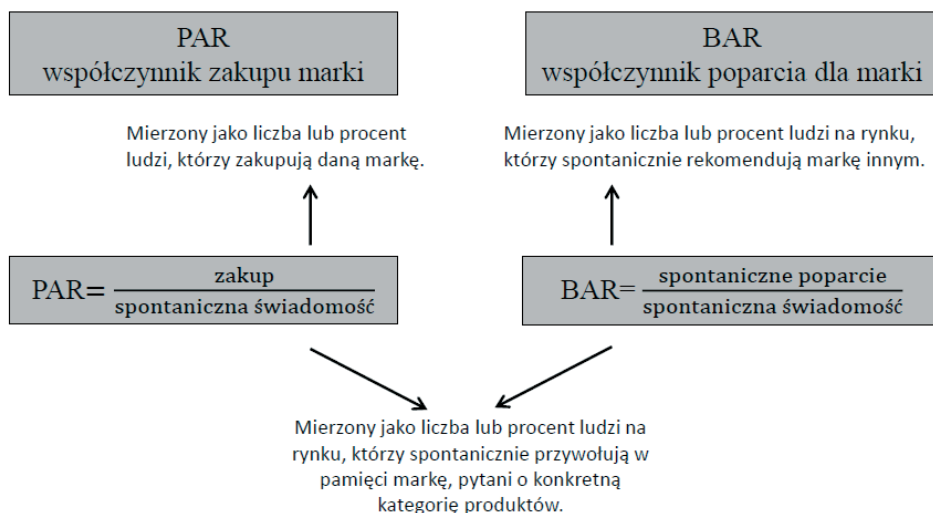
²⁰ Krajewska R., Łukasik Z. Komunikacja marketingowa jako czynnik aktywizujący sprzedaż na rynku usług TSL, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 18/6, 1715-1721, 2017

²¹ Giełdy transportowe (on-line). Pozyskano <https://www.truck.pl> [opublikowano: 29.11.2019] [dostęp: 15.09.2020]

²² Czubała A. Marketing w przedsiębiorstwie-ujęcie operacyjne, PWE, Warszawa, ISBN 978-83-208-2381-3, 2020

²³ Dziekoński M., Kozielski R. Jak szybko napisać profesjonalny plan marketingowy, Wolters Kluwer SA, Warszawa, ISBN 978-83-264-4419-7, 2014

²⁴ Fajczak-Kowalska A. Transport w gospodarce, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, ISBN 978-83-7837-067-3, 2018



Rys. 1 Współczynniki efektywności marketingowej (PAR i BAR)

Podsumowanie

W opracowaniu skoncentrowano się na wybranych aspektach dotyczących badań rynkowych i marketingowych analizujących kwestie czynników zewnętrznych i wewnętrznych mających wpływ na podejmowane decyzje w przedsiębiorstwach branży TSL w świetle nowych potrzeb rynku docelowego i w obliczu zmieniających się uwarunkowań społeczno-gospodarczych. W pracy dokonano przeglądu wybranych elementów marketingowych wykorzystujących odpowiednie instrumenty w celu właściwego zarządzania pod kątem organizacyjno-ekonomicznym w obszarze analizy strategicznej, analizy rynku, segmentacji rynku oraz wybranych elementów marketingu mix.

Badania wykazały, że dobrze ukierunkowane działania marketingowe mogą zmniejszyć lukę między marketingiem a logistyką oraz pomóc osiągnąć równowagę między podażą a popytem na rynku świadczących usługi w zakresie transportu, logistyki i spedycji. Zarządzanie instrumentami marketingowymi wykorzystywane przez firmy TSL stanowią bardzo ważne narzędzie decydujące o maksymalizacji zysku całkowitego wynikającego z strategicznych działań wewnątrz firmy a umiejętność do generowania innowacji w zakresie komunikacji marketingowych z rynkiem docelowym stanowi obecnie strategiczny zasób każdej instytucji i jest miarą postępu.

W myśl nowej koncepcji marketingowej kluczowe staje się zrozumienie rynku i dostosowanie do niego właściwych działań strategicznych. Zarządzanie marketingowe w tym ujęciu obejmuje analizowanie rynku poprzez badania marketingowe, planowanie, wdrożenie i kontrolę. Właściwie dobrana kompozycja marketingowa umożliwia równowagę ekonomiczną na rynku TSL a potrzeby klientów są zaspokojone dzięki informacją podażowym leżące po stronie przedsiębiorcy podnosząc tym samym wartość konsumencką.

Reasumując powyższe treści zarządzanie marketingowe w odniesieniu do stosowanych instrumentów marketingowych, sprowadza się do wdrażania takiej koncepcji marketingowej, której wynikiem jest sprawność i skuteczność działalności organizacyjnej w zakresie poprawny rozpoznania potrzeb rynku, określenie docelowej grupy nabywców (segmentów), przygotowanie oferty pożądanego asortymentu towarów i usług pod preferencje nabywców a w konsekwencji osiągnięcia sukcesu finansowego a efektywność marketingu, rozumianą jako stosunek efektów (skuteczności działalności marketingowej) do nakładów ponoszonych na instrumenty marketingowe, warunkuje stabilność otoczenia.

Bibliografia

- BigData. (on-line): Pozyskano: https://databank.worldbank.org/source/logistics-performance-index-lpi/Type/TABLE/preview/on_ [dostęp: 02.10.2020]
- Czubała A.: Marketing w przedsiębiorstwie-ujęcie operacyjne, PWE, Warszawa, ISBN 978-83-208-2381-3, 2020
- Dyczkowska J.: Marketing usług logistycznych, Difin, Warszawa, ISBN 978-83-7930-240-6, 2014
- Dziekoński M., Kozielski R.: Jak szybko napisać profesjonalny plan marketingowy, Wolters Kluwer SA, Warszawa, ISBN 978-83-264-4419-7, 2014
- Fajczak-Kowalska A.: Transport w gospodarce, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, ISBN 978-83-7837-067-3, 2018
- Giełdy transportowe (on-line). Pozyskano <https://www.truck.pl> [opublikowano: 29.11.2019] [dostęp: 15.09.2020]
- Główny Urząd Statystyczny. GUSa. Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 15 października 2020 r. w sprawie wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych w okresie pierwszych trzech kwartałów 2020 r.
- Główny Urząd Statystyczny. GUSb. Biuletyn statystyczny, Transport, Nr 5 (751), ISSN 0006-4025, 2020
- Janczewska D.: Methods and Marketing Instruments of Logistic Processes, *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 16(1), 51-64, 2015
- Kauf S. i in.: Zarządzanie marketingowo-logistyczne. Kontekst zrównoważonego rozwoju, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ISBN 978-83-01-20534-8, 2019
- Kotler P.: Marketing 4.0. Era cyfrowa, Warszawa, ISBN 978-83-8087-190-8, 2017
- Koźlak A.: The role of the transport system in stimulating economic and social development. *Transport Economics and Logistics*, 72, 19-33, 2017
- Krajewska R., Łukasik Z.: Komunikacja marketingowa jako czynnik aktywizujący sprzedaż na rynku usług TSL, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 18/6, 2017, 1715-1721
- Kuboń M. Koszty oraz formy obsługi transportowej gospodarstw rolniczych, *Inżynieria rolnicza*, 13, 233-240, 2006
- Mitręga M.: Marketing relacji. Teoria I praktyka. Wyd. III, Warszawa, ISBN 978-83-8102-172-2, 2019
- Przybylska, E. i in.: Typologia Innowacji w branży TSL. *Zeszyty naukowe PŚ. Organizacja i zarządzanie*, z. 99, 399-409, 2013
- Sepkowska Z.: Podstawy mikro- i makroekonomii, Warszawa, ISBN 978-83-7641-987-9, 2013

TRANSPORT AUTONOMICZNY – KORZYŚCI DLA GOSPODARKI OPARTEJ NA INNOWACJACH

Zofia Gródek-Szostak¹, Anna Szelaǵ-Sikora^{2,5}, Jakub Sikora³, Marcin Niemiec⁵,
Joanna Stuglik⁵, Natalia Matlok⁶

¹ Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, e-mail: grodekz@uek.krakow.pl ORCID 0000-0001-6283-6952

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: anna.szelaǵ-sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6017-4374

³ Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jakub.sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6215-6065

⁴ Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: marcin.niemiec@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-9144-3728

⁵ Małopolska Uczelni Państwowa im. rtm. Witolda Pileckiego w Oświęcimiu Instytut Zarządzania i Inżynierii Produkcji, e-mail: joanna.stuglik@pwsz-oswiecim.edu.pl

⁶ Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: nmatlok@ur.edu.pl, ORCID 0000-0003-3658-7176;

Adres do korespondencji: e-mail: anna.szelaǵ-sikora@urk.edu.pl

Wstęp

Zmiany w obszarze transportu są możliwe dzięki dynamicznemu rozwojowi nowych technologii, pozwalających na wprowadzanie usprawnień. Autonomizacja transportu opiera się w ostatnich latach na sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence, AI*), a w szczególności technologii maszynowego uczenia się (*Machine Learning, ML*) opartego na (Big Data) tj. dużych zbiorach danych¹. Jak podaje raport PWC², pojazdy osobowe w Europie wykonują łącznie prawie 3,7 bln km rocznie. Przy średnim wskaźniku obłożenia wynoszącym 1,3 osoby na pojazd, oznacza to prawie 4,8 bln km podróży osób indywidualnych. Szacowane prognozy² PWC, 27 mln pojazdów autonomicznych (13 proc. ogólnej liczby) dzięki efektywniejszemu użyciu może być odpowiedzialnych za ponad 40 proc. przejazdów w 2030 r., co przy utrzymaniu obecnej liczby podróży oznaczałoby 1,9 bln km rocznie przejechanych przez pasażerów pojazdów autonomicznych.

¹ PIE. Autonomiczny transport przyszłości. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2020

² PWC. Five trends transforming the Automotive Industry, https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/eascy-five-trends-transforming-the-automotive-industry_2018.pdf [dostęp: 20.01.2021]

Zastosowania przemysłowe pojazdów autonomicznych są specyficznym obszarem użycia z uwagi na uregulowania w zakresie infrastruktury i świadomości użytkowników. W przemyśle pojazdy autonomiczne, tzw. AGV (*Automated Guided Vehicles*), są stosowane od wielu lat, pierwotnie jako rozwiązania dla logistyki wewnętrznej oparte na technologii śledzenia linii, a obecnie zastępowane autonomicznymi systemami nawigacyjnymi. W zakresie technologii nawigacyjnych systemy opierają się głównie na rozwiązaniach SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) używanych technologii Lidar do skanowania otoczenia³. Zastosowanie pojazdów autonomicznych ma miejsce w procesach logistycznych, a także w formie mobilnych platform montażowych.

Zachodzące zmiany w obszarze transportu są możliwe dzięki dynamicznemu rozwojowi nowych technologii, pozwalających na wprowadzanie usprawnień. Autonomiczny transport opiera się na czujnikach analizujących otoczenie. Czujniki w samochodach autonomicznych stanowią duży odsetek kosztu produkcji urządzenia, czyniąc te pojazdy drogimi, generują też olbrzymi strumień danych, którego analiza wymaga zaangażowania dużej mocy obliczeniowych komputera, a co za tym idzie zwiększa zużycie energii⁴. Wiek XXI to czas dynamicznego rozwoju i transformacji środków transportu, modeli biznesowych w przedsiębiorstwach transportowych oraz implementacji przełomowych rozwiązań w tym obszarze. Nie brakuje futurystycznych pomysłów na rozwój koncepcji w zakresie rozwoju transport przyszłości np. hyperloop⁴. Jednak większość ekspertów dopatruje się rewolucji właśnie w zmianie sposobu funkcjonowania i organizacji transportu⁵. Samochody autonomiczne mają potencjał zrewolucjonizowania sposobu podróżowania oraz funkcjonowania współczesnych miast. Szacuje się, że oszczędności wynikające z prowadzenia samochodów autonomicznych (związane z wypadkami drogowymi, zmniejszeniem czasu podróży, zwiększeniem oszczędności paliwa itp.) wyniosą około 2000–3000 USD rocznie na jeden pojazd⁶.

Istnieje kilka definicji pojazdów autonomicznych i trudno wybrać tylko jedną reprezentatywną⁷. Zatem pojazdy autonomiczne to pojazdy z funkcjami autonomicznej jazdy. Międzynarodowe Stowarzyszenie Inżynierów Motoryzacji (SAE) zasugerowało, że poziom funkcji autonomicznej jazdy można sklasyfikować od 0 (brak automatyzacji) do 5 (pełna automatyzacja), w zależności od tego, ile osób potrzebuje do sterowania pojazdem. Biorąc pod uwagę, że większość wypadków samochodowych jest spowodowanych błędami ludzkimi, oczekuje się, że pojazdy autonomiczne stworzą bezpieczniejsze środowisko transportowe poprzez zminimalizowanie błędów ludzkich podczas jazdy.

³ PIE Autonomiczny transport przyszłości. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2020

⁴ Chaidez E., Bhattacharyya Shankar P., Karpets Adonios N. Levitation Methods for Use in the Hyperloop High-Speed Transportation System. *Energies* 12(21), 4190, 2019

⁵ Bösch, P., Becker, F., Becker, H., Axhausen, K. Cost-based analysis of autonomous mobility services, *Transport Policy* 64, 1-16, 2017

⁶ Fagnant D., Kockelman K. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on self-driven vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 2015

⁷ Wachenfeld W., Winner H., Gerdes J.C., Lenz B., Maurer M., Beiker S., Winkle T. Use cases for autonomous driving [w:] M. Maurer, J.C. Gerdes, B. Lenz, H. Winner (Eds.), *Autonomous driving*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2016

Pojazdem autonomicznym może być zarówno samochód osobowy, ciężarówka i dron; istotne jest to, że dany pojazd musi opierać się na sztucznej inteligencji przy różnym stopniu wkładu człowieka. Przetwarzając i analizując w każdej sekundzie miliardy danych pochodzących z szeregu czujników, kamer i systemów radarowych, pojazdy autonomiczne mogą lepiej reagować na zmieniające się warunki lub pokonywać przeszkody. Z powodu rozwijającej się automatyzacji, w wielu państwach wprowadzono prawne definicje samochodu bądź pojazdu autonomicznego⁸. Zgodnie z panującym w Polsce prawem samochodem autonomicznym jest pojazd, który dzięki zastosowaniu komputerowych systemów porusza się bez udziału kierowcy. Dopuszczone są jedynie testy, a także prace badawcze, jednak prawo polskie nie pozwala na korzystanie z aut autonomicznych komercyjnie przez społeczeństwo. Do dopuszczenia samochodu autonomicznego do ruchu są niezbędne pozwolenia wydawane przez upoważnione do tego organy, na podstawie dokumentacji zgłaszanego testu auta, trasy, czy nawet przekazania informacji mieszkańcom danego miejsca testu. Dokładne określenie tego pojazdu, a także przeprowadzanych badań aut autonomicznych można odnaleźć w ustawie o elektro-mobilności i paliwach alternatywnych⁹.

Celem pracy jest zwrócenie uwagi na zmiany w modelach biznesowych przedsiębiorstw wynikające z postępującej autonomizacji transportu.

Innowacje w modelu biznesowym

Rosnąca globalizacja operacji biznesowych stwarza ogromne możliwości tworzenia innowacji modeli biznesowych, tj. rekonfiguracji ustalonych modeli biznesowych^{10, 11}. Model biznesowy można rozumieć jako przedstawienie tego, w jaki sposób organizacja tworzy, dostarcza i rejestruje wartość w porozumieniu z partnerami transakcyjnymi¹². Innowacje w modelu biznesowym coraz częściej uznawane za równie lub czasami bardziej istotne niż innowacje w produktach i usługach, ale mimo to napędzane głównie przez technologie^{13,14}. Kluczowym jest, aby przedsiębiorstwa, a nawet całe łańcuchy dostaw były przygotowane na przyszłe zmiany w krajobrazie konkurencyjnym, nawet jeśli takiego konkurenta obecnie nie

⁸ Chęć M., Stoma M. Perspektywa rozwoju rynku samochodów autonomicznych. Problemy Współczesnej Inżynierii Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki przemysłowej. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 52-62, 2020

⁹ Jarocki Ł., Jurczenia K. Regulacje prawne odnoszące się do testowania samochodów autonomicznych na drogach publicznych w Polsce i Kalifornii, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rzeszowskiego, Zeszyt 107, 211-226, 2019

¹⁰ Johnson M.W., Christensen C.M., Kagermann H. Reinventing your business model. Harv. Bus. Rev., 86(12), 57-68, 2018

¹¹ Adamczyk J., Gródek-Szostak Z., Kulisa B. Współczesne determinanty efektywności i rozwoju przedsiębiorstw. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Kraków, 2017

¹² Skrzek Lubasińska M., Gródek-Szostak Z. Różne oblicza samozatrudnienia. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, 2019

¹³ Economist Intelligence Unit. Agents of Change: the Future of Technology Disruption in Business. Economist Intelligence Unit, London, 2012

¹⁴ Pohle G., Chapman M. IBM's global CEO report 2006: business model innovation matters. Strategy Leadersh., 34(5), 34-40, 2006

widać¹⁵. Technologia jest bez wątpienia kluczowym czynnikiem wpływającym na wskaźnik BMI, który jest niezbędny do uchwycenia wartości tworzonej przez postęp technologiczny. Tym bardziej dotyczy to technologii sieciowej, która angażuje kilku interesariuszy i tworzy nowe relacje między dostawcami a klientami. Wprowadzenie takiej przełomowej technologii może być opóźnione zarówno przez niepewność rynku i niedobór zasobów, jak i przez propozycję słabej wartości w modelu biznesowym^{16,17} szczególnie w przypadkach, gdy istniejący model biznesowy jest oparty na starszej technologii¹⁸.

Kluczowe dla tego postępu są również kwestie regulacyjne, ponieważ nowe technologie muszą zostać zatwierdzone i zweryfikowane nowe struktury rynkowe^{19,20}. Dla samej organizacji innowacyjny model biznesowy często wymaga wewnętrznej restrukturyzacji oraz nowych zewnętrznych relacji i partnerstw, aby zachować wartość. Tak więc, podczas gdy tworzenie wartości – często za pomocą technologii - i nowa propozycja wartości oparta na tym tworzeniu są istotnymi składnikami innowacyjnego modelu biznesowego, nowe podejście do przechwytywania wartości jest prawdziwym kluczem. Przechodząc od modelu biznesowego produktu do modelu usługowego, tego drugiego nie można postrzegać w ramach tego samego modelu przechwytywania wartości, co poprzedni²¹. Wynika to po części z nowej formy tworzenia wartości, z której częścią trzeba się dzielić z klientami i partnerami, ale także z powodu zwiększonego niebezpieczeństwa nowego podmiotu na rynku, który nie wymaga dużych inwestycji w aktywa.

Obecny model systemu transportowego można zilustrować za pomocą tradycyjnego modelu opracowanego w OECD²², zapewniającego elementarną konceptualizację systemu transportowego (rys. 1).

¹⁵ Trkman P., Budler M., Groznik A. (2015). A business model approach to supply chain management. *Supply Chain Manage.*, 20 (6), 587-602.

¹⁶ Richter M. (2013). Business model innovation for sustainable energy: German utilities and renewable energy, *Energy Policy*, 62, 1226-1237.

¹⁷ Habtay S.R. (2012). A firm-level analysis on the relative difference between technology-driven and market-driven disruptive business model innovations. *Creativity Innov. Manage.*, 21 (3), 290-303.

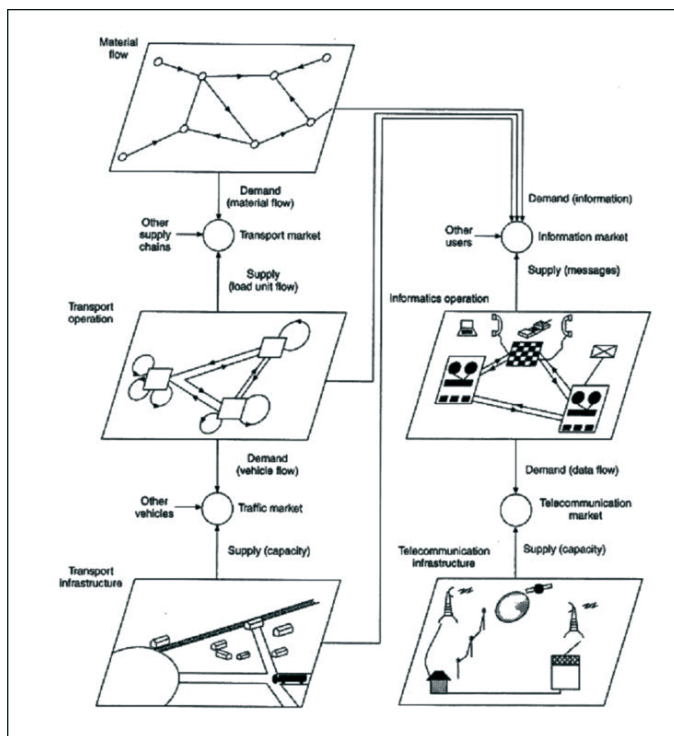
¹⁸ Chesbrough H. (2010). Business model innovation: opportunities and barriers. *Long Range Plann.*, 43 (2010), 354-363

¹⁹ Hossain M. (2017). Business model innovation: past research, current debates, and future directions. *J. Strategy Manage.*, 10 (3), 342-359.

²⁰ Skeete J.-P. (2018). Level 5 autonomy: the new face of disruption in road transport. *Technol. Forecasting Social Change*, 134, 22-34.

²¹ Kastalli I.V., van Looy B. (2013). Servitization: disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. *J. Oper. Manage.*, 31 (4), 169-180.

²² OECD (1992). *Advanced Logistics and Road Freight Transport, Report of an OECD Scientific Expert Group*, Organisation for Economic Co-Operating and Development.



Rys. 1. Pięciowarstwowy model systemu transportowego

Źródło: Monios, Bergqvist (2020)

Model opisuje system transportowy jako składający się z pięciu warstw: przepływu materiałów, operacji transportowych, eksploatacji informacyjnej, infrastruktury transportowej i infrastruktury telekomunikacyjnej. Zastosowano model^{23,24} jako ramy do analizy struktur i funkcji logistycznych. Warstwy w modelu oddziałują na siebie i są warunkami wstępnymi dla każdego ruchu transportowego. Krótko mówiąc, przepływ materiałów jest konsolidowany i obsługiwany przez odpowiednie środki transportu. Rynek ruchu to miejsce, w którym następuje połączenie między przepływami pojazdów generowanymi przez operacje transportowe i dostawców usług logistycznych a przepustowością infrastruktury w celu umożliwienia ruchu transportowego²⁵. Koordynację i obsługę przepływów materiałowych wspiera wymiana informacji z wykorzystaniem infrastruktury telekomunikacyjnej. Wydajność systemu

²³ Bergqvist R. Studies in regional logistics – the context of public-private collaboration and road-rail intermodality, logistics and transport research group, department of business administration, bas publishing, Göteborg, Sweden, 2007

²⁴ Hansen L.G. Transportation and coordination in cluster networks, capabilities, and role of transportation in the Salling furniture cluster. Int. Stud. Manage. Organ., 4(31), 73-88, 2002

²⁵ Szeląg-Sikora A., Gródek-Szostak Z., Sikora J. Rozpoznanie instrumentów marketingu przedsiębiorstw działających w sektorze TSL [w:] A. Niemczyk, M. Tyrańska (Eds.), Wiedza, gospodarka,

transportowego jest określana przez wydajność każdej warstwy i skuteczność wzajemnych połączeń między warstwami. Tradycyjny model oddziela rynek komunikacyjny od rynku transportowego, podczas gdy nowy system transportowy najlepiej ilustruje struktura sieci, w której technologia informacyjna i inteligentne oprogramowanie będą stanowić sedno rynku transportowego, a nie wspierającą rolę, jaką pełni w obecnym modelu. Kluczowymi składnikami ewolucji tego nowego systemu będą rozwój i wdrażanie technologii, projektowanie i wdrażanie systemu, rozwój modelu biznesowego i dojrzałość regulacyjna. Biorąc pod uwagę obecny poziom technologii opracowanej przez podmioty branżowe, dwoma głównymi składnikami, których nadal brakuje w fazie pełnej dystrybucji, są kwestie modeli biznesowych i dojrzałości regulacyjnej.

Transport autonomiczny – korzyści dla innowacyjnej gospodarki

Branża motoryzacyjna zatrudnia w Polsce ponad 300 tys. osób i przyczynia się do wytwarzania ponad 8 proc. produkcji narodowej²⁶, tym samym stanowi jedną z kluczowych gałęzi przemysłu. Potencjalne korzyści gospodarcze z rozwoju technologii autonomicznych można rozpatrywać na trzech płaszczyznach¹:

- poprawy efektywności istniejących gałęzi przemysłu przy wykorzystaniu nowych technologii.
- wykształcenia nowych modeli biznesowych przy wykorzystaniu nowych autonomicznych technologii.
- rozwoju nowych gałęzi przemysłu zdolnych do eksportu technologii autonomicznych.

We współczesnej gospodarce nie ma potrzeby wytwarzania urządzeń i technologii, żeby bazując na nich tworzyć innowacyjne przedsiębiorstwa. Dlatego też upowszechnienie się autonomicznych środków transportu może stanowić podstawę do poszukiwania i tworzenia nowych modeli biznesowych²⁷. Upowszechnienie inteligentnych środków transportu stanowi również przestrzeń dla nowych przedsiębiorstw, zajmujących się analizowaniem danych i dostarczaniem usług cyfrowych opierających się na dokładnym dopasowaniu do potrzeb odbiorcy. W swej pracy²⁸ przedstawia wybrane zagadnienia planistyczno-organizacyjne związane z samochodami autonomicznymi oraz potencjalne kierunki ich rozwoju, obrazując je zestawieniem tabelarycznym (tab.1).

społeczeństwo: wybrane instrumenty zarządzania marketingiem, jakością i turystyką, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa. Dom Organizatora, Toruń, 59-70, 2020

²⁶ PIE. Automotive Industry In The Visegrad Group, http://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/08/PIE-Raport_Automotive.pdf [dostęp: 14.01.2021], 2019

²⁷ Raijn J. Data and cyber security in autonomous vehicle networks. *Transport and Telecommunication*, 19(4), 325-334, 2018

²⁸ Jaroszyński M. Pojazdy autonomiczne: scenariusze organizacyjne oraz szanse i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju. *Prace naukowe politechniki warszawskiej, Transpotr* 120, 133-142, 2018

Tabela. 1. Wybrane zagadnienia planistyczno-organizacyjne związane z samochodami autonomicznymi oraz potencjalne kierunki ich rozwoju

Zagadnienie	Scenariusz optymistyczny	Scenariusz pesymistyczny
Model własnościowy	Pojazdy współdzielone	Pojazdy prywatne o wysokich kosztach zakupu i utrzymania
Dostępność	Dostępne dla wszystkich grup społecznych	Jak wyżej – dostęp ograniczony dla osób o wysokim statusie majątkowym
Ochrona środowiska	Silny nacisk na kwestie ochrony środowiska przy projektowaniu i organizacji ruchu	Pomijanie kwestii środowiskowych, zwiększenie zużycia surowców nieodnawialnych
Koordinacja systemów sterowania ruchem	Systemy pojazdów autonomicznych tworzone na zasadzie kooperacji i współpracy różnych firm i instytucji	Agresywna konkurencja pomiędzy producentami i operatorami, brak koordynacji różnych systemów
Transport publiczny	Pojazdy autonomiczne włączone w obecne systemy transportu publicznego, kontynuacja wsparcia finansowego	Instytucje państwowe skupiają się na promowaniu rozwoju samochodów autonomicznych, ignorując systemy komunikacji zbiorowej.
Planowanie przestrzenne	Zwiększanie jakości życia na terenach zurbanizowanych za pomocą przyjaznych mieszkańcom układów przestrzennych	Układ przestrzenny dostosowywany do ruchu potrzeb pojazdów autonomicznych.

Źródło: Jaroszyński, 2018 za Litman, 2018

Rozwój nowych obszarów przemysłu (np. drony) odgrywa kluczową rolę dla poprawy efektywności polskiej gospodarki i przeniesienia produkcji do wysokomarżowych i zaawansowanych prac. W obliczu postępującej automatyzacji pracy ważne jest zapewnienie rozwoju sektorów opierających się na zaawansowanych technologiach¹. Transport autonomiczny może być motorem do transformacji przemysłowej Polski, należy tylko – jak postuluje Polski Instytut Ekonomiczny – właściwie określić priorytety i ustanowić programy flagowe. Jedną z najczęściej wymienianych zalet wprowadzenia w życie idei autonomicznych pojazdów jest zwiększenie bezpieczeństwa, a w efekcie zmniejszenie liczby kolizji i wypadków na drodze, tym samym zmniejszenie liczby rannych i zgonów. Od lat trwają próby zniwelowania skutków zdarzeń na drodze. Stosowane są różne technologie, takie jak poduszki powietrzne, system ABS, system ostrzegający o kolizji etc. W jednej z prac Mach i Skrzypek²⁹ piszą, że wprowadzenie cichych silników pozwoli również na podniesienie komfortu życia mieszkańców dużych aglomeracji zmniejszając zanieczyszczenie akustyczne. Jeśli wszelkiego rodzaju testy się powiodą, a miasta zaczną wdrażać systemy smartcity, ryzyko kolizji

²⁹ Mach B., Skrzypek M. Możliwości oraz perspektywy wdrożenia autonomicznej komunikacji miejskiej w Polsce. *Journal of TransLogistics*, 5,1,11-23, 2019

drogowych stanie się marginalnym procentem. Badania wykazują, że wykorzystanie autobusów połączonych ze sobą za pomocą systemów informatycznych pozwala na zmniejszenie odległości między pojazdami. Dzięki wykluczeniu elementu niepewności i nieprzewidywalności zachowania kierowców, przepustowość ulic wzrośnie o co najmniej 50%. Zmniejszenie poziomu kongestii doprowadzi również do znacznego przyspieszenia przemieszczania się drogą kołową. Autonomiczne autobusy przestrzegać będą przepisów m.in. nie będą wyprzedzały na wzniesieniach czy zakrętach. Technologia nie bywa także zmęczona, rozkojarzona czy pod wpływem emocji i środków odurzających. Faktem jest, że najważniejszą przyczyną wypadków drogowych nie są braki technologiczne, ale czynnik ludzki. Nie oznacza to jednak, że po wprowadzeniu autonomicznych pojazdów kolizje znikną na zawsze, ponieważ technologia również bywa zawodna. Korzyścią takich sytuacji byłby fakt, że wypadki te będą miały miejsce przy przepisowej prędkości i nie będą związane z brawurowym poruszaniem się po ulicy. Pojazd wyposażony w szereg kamer, czujników oraz nowoczesnej technologii potrafi zebrać więcej informacji niż człowiek, oraz zinterpretować je w szybszy sposób³¹. Proces wprowadzenia takich rozwiązań do większości ogółu poruszających się na drogach pojazdów zajmuje około trzy dekady, počawszy od pojazdów luksusowych, kończąc na modelach budżetowych³⁰. Według raportu przygotowanego przez Victoria Transport Policy Institute (międzynarodowy instytut naukowy zajmujący się opracowywaniem innowacyjnych rozwiązań dla problemów związanych z transportem) tylko część korzyści związanych z wprowadzeniem autonomicznych samochodów będzie obserwowana w najbliższych dwóch dekadach (lata 20. i 30. XXI wieku). Największe zmiany (takie, jak zmniejszone natężenie ruchu, efektywniejsze przestrzenie parkingowe, zwiększone bezpieczeństwo czy ograniczenie zanieczyszczeń) będziemy mogli dostrzec dopiero w latach 2040–2050, kiedy autonomiczne pojazdy staną się powszechne oraz znacznie tańsze niż obecnie³¹.

Wnioski

Modele biznesowe i motywy zysku wpływają na technologię, regulacje i społeczną akceptację autonomicznej jazdy. Jest to gra ekosystemowa z wartością stworzoną poza tradycyjnymi producentami samochodów, takimi jak technologia, media, telekomunikacja, ubezpieczenia, opieka zdrowotna, energia i rząd. W obszarze systemów zarządzania ważną rolę odgrywają zmiany modelach biznesu i procesach biznesowych. Nowe idee biznesowe przekładają się na konkretny model będący strategiczną i operacyjną podstawą zmiany konfiguracji produktów i procesów w przedsiębiorstwie, umożliwiających konkurowanie na rynku. Wykorzystywanie innowacji przełomowych zmienia strategię przedsiębiorstwa i umożliwia tworzenie nowej przestrzeni rynkowej.

³⁰ Neumann T. Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce, *Autobusy*, nr 12, 787-794, 2018

³¹ Sztokfisz B. Rynek samochodów autonomicznych: wyzwanie dla gospodarki cyfrowej. *Napędy i sterowanie* 10, 102-107, 2018

Warto zaznaczyć, że skala tych korzyści zależy przede wszystkim od stopnia upowszechnienia się samochodów autonomicznych. Jako najważniejsze³² Szymczak podaje:

- lepsze wykorzystanie pojemności elementów infrastruktury drogowej (dzięki możliwości utrzymania mniejszych odstępów między pojazdami oraz bardziej efektywnemu parkowaniu);
- bardziej efektywne poruszanie się (systemy wybierają możliwie najszybsze i najkrótsze trasy przejazdu);
- ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery (ze względu na większą płynność jazdy);
- zwiększenie estetyki otoczenia drogowego (poprzez eliminację znaków drogowych i innych elementów infrastruktury);
- zmniejszenie liczby wypadków drogowych;
- brak ograniczeń dotyczących prowadzenia samochodu (mogą nim podróżować osoby nieposiadające prawa jazdy oraz osoby niepełnosprawne).

Bibliografia

- Adamczyk J., Gródek-Szostak Z., Kulisa B.: Współczesne determinanty efektywności i rozwoju przedsiębiorstw. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Kraków, 2020
- Bergqvist R.: Studies in regional logistics – the context of public-private collaboration and road-rail intermodality, logistics and transport research group, department of business administration, bas publishing, Göteborg, Sweden, 2007
- Bösch, P., Becker, F., Becker, H., Axhausen, K.: Cost-based analysis of autonomous mobility services, Transport Policy 64, 1-16, 2017
- Chaidez E., Bhattacharyya Shankar P., Karpets Adonios N.: Levitation Methods for Use in the Hyperloop High-Speed Transportation System. Energies 12, (21), 4190, 2019
- Chesbrough H.: Business model innovation: opportunities and barriers. Long Range Plann., 43 (2010), 354-363, 2010
- Chęć M., Stoma M.: Perspektywa rozwoju rynku samochodów autonomicznych. Problemy Współczesnej Inżynierii Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki przemysłowej. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 52-62, 2020
- Economist Intelligence Unit.: Agents of Change: the Future of Technology Disruption in Business Economist Intelligence Unit, London, 2012
- Habtay S.R.: A firm-level analysis on the relative difference between technology-driven and market-driven disruptive business model innovations. Creativity Innov. Manage., 21(3), 290-303, 2012
- Hansen L.G.: Transportation and coordination in cluster networks, capabilities, and role of transportation in the Salling furniture cluster. Int. Stud. Manage. Organ., 4(31), 73-88, 2002
- Hossain M.: Business model innovation: past research, current debates, and future directions. J. Strategy Manage., 10(3), 342-359, 2017
- Fagnant D., Kockelman K.: Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on self-driven vehicles. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 77, 2015

³² Szymczak M. W oczekiwaniu na autonomiczne samochody. Czy spełnią oczekiwania kierowców i jak wpłyną na miasta? „Transport miejski i regionalny,” 10, 2013

- Johnson M.W., Christensen C.M., Kagermann H.: Reinventing your business model. *Harv. Bus. Rev.*, 86(12), 57-68, 2008
- Jarocki Ł., Jurczenia K.: Regulacje prawne odnoszące się do testowania samochodów autonomicznych na drogach publicznych w Polsce i Kalifornii, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rzeszowskiego*, Zeszyt 107, 211-226, 2019
- Jaroszyński M.: Pojazdy autonomiczne: scenariusze organizacyjne oraz szanse i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju. *Prace naukowe politechniki warszawskiej*, *Transpotr* 120, 133-142, 2018
- Kastalli I.V., van Looy B.: Servitization: disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. *J. Oper. Manage.*, 31(4), 169-180, 2013
- Litman, T.: *Autonomous Vehicle Implementation Predictions – Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria (Kanada), 2018
- Mach B., Skrzypek M.: Możliwości oraz perspektywy wdrożenia autonomicznej komunikacji miejskiej w Polsce. *Journal of TransLogistics*, 5,1,11-23, 2019
- Monios J., Bergqvist R.: Logistics and the networked society: A conceptual framework for smart network business models using electric autonomous vehicles (EAVs). *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119824, 2020
- Neumann T.: Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce, *Autobusy*, nr 12, 787-794, 2018
- OECD.: *Advanced Logistics and Road Freight Transport*, Report of an OECD Scientific Expert Group, Organisation for Economic Co-Operating and Development, 2012
- PIE.: *Autonomiczny transport przyszłości*. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2020
- PIE.: *Automotive Industry In The Visegrad Group*, http://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/08/PIE-Raport_Automotive.pdf [dostęp: 14.01.2021], 2019
- Pohle G., Chapman M.: IBM's global CEO report 2006: business model innovation matters. *Strategy Leadersh.*, 34(5), 34-40, 2006
- PWC.: *Five trends transforming the Automotive Industry*, https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/eascy-five-trends-transforming-the-automotive-industry_2018.pdf [dostęp: 20.01.2021], 2018
- Raijn J.: Data and cyber security in autonomous vehicle networks. *Transport and Telecommunication*, 19(4), 325-334, 2018
- Richter M.: Business model innovation for sustainable energy: German utilities and renewable energy, *Energy Policy*, 62, 1226-1237, 2013
- Skeete J.P.: Level 5 autonomy: the new face of disruption in road transport. *Technol. Forecasting Social Change*, 134, 22-34, 2018
- Skrzek-Lubasińska M., Gródek-Szostak Z.: *Różne oblicza samozatrudnienia*. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, 2019
- Szeląg-Sikora A., Gródek-Szostak Z., Sikora J.: Rozpoznanie instrumentów marketingu przedsiębiorstw działających w sektorze TSL [w:] A. Niemczyk, M. Tyrańska (Eds.), *Wiedza, gospodarka, społeczeństwo: wybrane instrumenty zarządzania marketingiem, jakością i turystyką*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa. Dom Organizatora, Toruń, 59-70, 2020
- Sztokfisz B.: Rynek samochodów autonomicznych: wyzwanie dla gospodarki cyfrowej. *Napędy i sterowanie* 10,102-107, 2020
- Szymczak M.: W oczekiwaniu na autonomiczne samochody. Czy spełnią oczekiwania kierowców i jak wpłyną na miasta? „Transport miejski i regionalny,” 10, 2013
- Teece D.J.: Business models, business strategy and Innovation. *Long. Range Plan.*, 43(2),172-194, 2010
- Trkman P., Budler M., Groznik A.: A business model approach to supply chain management. *Supply Chain Manage.*, 20(6), 587-602, 2015
- Wachenfeld W., Winner H., Gerdes J.C., Lenz B., Maurer M., Beiker S., Winkle T.: Use cases for autonomous driving [w:] M. Maurer, J.C. Gerdes, B. Lenz, H. Winner (Eds.), *Autonomous driving*, Springer, 2016

TRANSPORT CHŁODNICZY W PRODUKCJI ROLNO-SPOŻYWCZEJ

Tomasz Hebda¹, Beata Brzychczyk¹, Natalia Matlok², Józef Gorzelany²

¹ Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: tomasz.hebda@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-9128-164X; beata.brzychczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-3873-1664;

² Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: nmatlok@ur.edu.pl, ORCID 0000-0003-3658-7176; gorzelan@ur.edu.pl, ORCID 0000-0002-1028-097X

Adres do korespondencji: e-mail: tomasz.hebda@urk.edu.pl

Wstęp

W produkcji rolniczej oraz przetwórstwie rolno-spożywczym (PRS) jednym z ważniejszych i bardzo kosztochłonną gałęzią jest transport. Jak szacuje¹ stanowi on nawet do 50% całkowitych kosztów produkcji a wynika w głównej mierze z konieczności przemieszczania dużych ilości produktów wytwarzanych przez gospodarstwo oraz materiałów potrzebnych do produkcji a także dystrybucji surowców, półproduktów i gotowych wyrobów, często na znaczne odległości przy wykorzystaniu specjalistycznych środków technicznych.

Ta różnorodność wykorzystywanych w rolnictwie i PRS środków transportowych wynika z konieczności przewozu:

- żywych ładunków (zwierzęta, ryby),
- towarów objętościowych w postaci stałej (nawozy, płody rolne),
- towarów objętościowych w postaci płynnej (gnojowica, środki ochrony roślin),
- towarów szybko psujących (kwiaty, półtusze zwierzęce),
- ładunków o bardzo dużych gabarytach (maszyny rolnicze, wyposażenie zakładów przemysłowych)²¹.

Specyfika transportu w omawianych działach gospodarki wynika nie tylko z rodzaju i właściwości fizycznych przewożonych ładunków ale również z zastosowanych środków transportowych, wykorzystywanych dróg (transport wewnętrzny w gospodarstwie i zewnętrzny) oraz cykliczności przejazdów i konieczności ich zsynchronizowania ze współpracującymi maszynami. Odrębnym ale nie mniej ważnym czynnikiem jest sezonowość tego transportu. W literaturze przedmiotu zwraca się szczególną uwagę na nierównomierne

¹ Flinda-Dawidowicz L., Wienconek K. Wybrane zagadnienia związane z przewozami ładunków szybko psujących się na terenie Unii Europejskiej, Logistyka 4, 2013

obciążenie transportowe w gospodarstwach rolnych. Według szacunków na transport zewnętrzny przypada 25% masy przewozowej, a na transport wewnętrzny około 75%.

Dodatkowo w PRS na każdym etapie produkcji zwraca się szczególną uwagę na jakość surowca i gotowego produktu, poczynwszy od producenta (np. rolnika, sadownika) aż do konsumenta. Dlatego tak ważne jest aby w jak najkrótszym czasie dostarczyć surowiec od producenta do zakładu przetwórczego.

Główne grupy ładunków wymagające specjalnych środków transportu i szybkich dostaw to produkty:

- pochodzenia zwierzęcego – mięso, drób, mleko, jaja, produkty mieszane, w skład których wchodzi składniki pochodzenia zwierzęcego;
 - pochodzenia roślinnego – ziarna zbóż, mąka, syropy, owoce, warzywa, kwiaty, sadzonki.
- Ze względu na charakter ich transportowania wyróżnia się produkty przewożone luzem bądź w opakowaniach jednostkowych i zbiorczych.

Optymalny sposób przemieszczania towarów szybko psujących się stanowi transport samochodowy, a w przypadku najbardziej wymagającego transportu produktów szybko psujących się samochody izotermy i chłodnie².

Nadwozia izotermiczne

Nadwozia izotermiczne to izolowane nadwozia o zamkniętej konstrukcji, które można podzielić na:

- lodownie (mroźnie),
- chłodnie,
- nadwozia ogrzewane³.

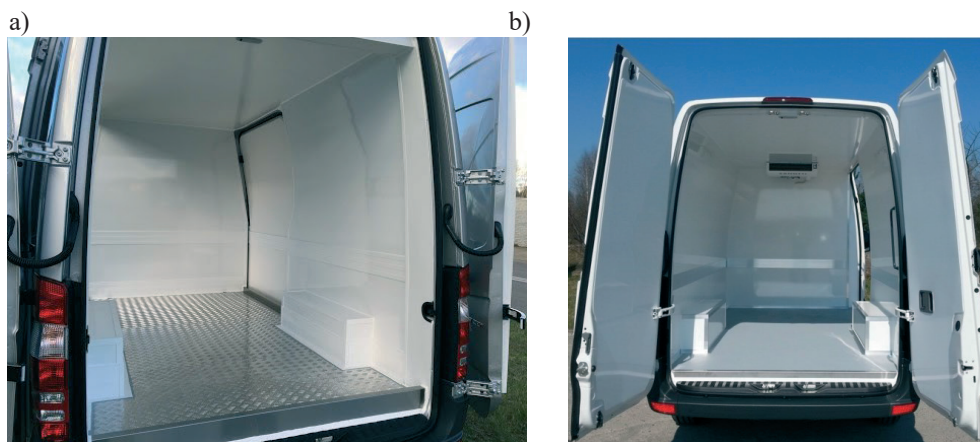
Nadwozia izotermiczne są podstawowym elementem konstrukcyjnym w każdej z tych grup (rys. 1), które w miarę potrzeb mogą być uzupełniane o dodatkowe elementy i urządzenia, nadające im funkcje chłodni lub nadwozi ogrzewanych⁴.

Nadwozia izotermiczne to z konstrukcyjnego punktu widzenia zamknięta struktura w formie prostopadłościanu mająca wszystkie boki (ściany, podłogę, dach oraz drzwi) wykonane z materiałów o niskim współczynniku przewodzenia ciepła. Wykonuje się je z wielowarstwowych paneli o konstrukcji przekładkowej z laminatów wypełnionych materiałem termoizolacyjnym np. poliestrowo-szklanym lub polistyrenem ekstrudowanym ograniczając do minimum stosowanie elementów metalowych⁴. Średnia grubość warstwy materiału izolacyjnego w panelu mieści się w przedziale od 40 do 60 mm. W konstrukcjach przeznaczonych do transportu lodów i mrozonek wykorzystuje się ścianki wypełnione materiałem izolacyjnym o grubości nawet 150 mm. Zwiększanie grubości ścianek (w celu obniżenia współczynnika przenikalności cieplnej) prowadzi jednak do zwiększenia masy własnej pojazdu a tym samym zmniejszenia jego ładowności. Dlatego ważne jest aby do produkcji nadwozi izotermicznych wykorzystywać materiały najwyższej jakości, pamiętając również o tym, że im lepsza jakość paneli tym rzadziej i krócej będzie pracować agregat chłodniczy utrzymujący temperaturę w jego wnętrzu. Materiały stosowane do wewnętrznego wykończenia paneli

² Rodzeń A. Transport żywności i transport płodów rolnych jako podstawowe działy gospodarki, *Acta Sci. Pol. Technica Agraria*, 17(1-2), 3-11, DOI: 10.24326/aspta.2018.1-2.1, 2018

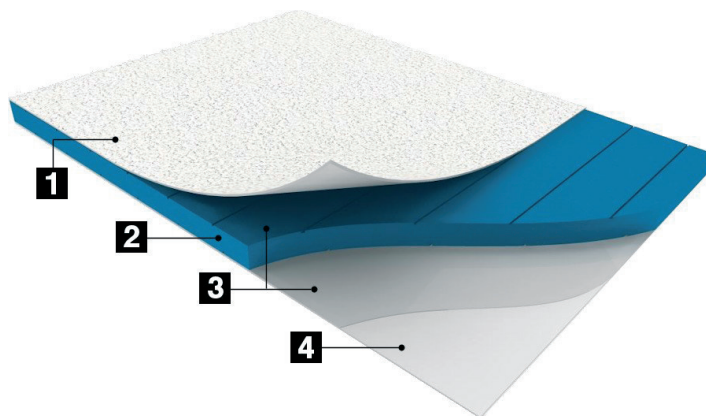
³ Prochowski L., Żuchowski A. Pojazdy samochodowe, *Technika transportu ładunku*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, ISBN: 978-83-206-1977-5, 2016

posiadają atesty do kontaktu z żywnością. Przykładowy panel termoizolacyjny typu „Sandwich” firmy **TrailBOX** przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 1. Nadwozia izolowane: a – izotermiczne, b - chłodnie

Źródło: thermocars.pl⁴



Rys. 2. Panel izotermiczny typu „Sandwich”

Źródło: trailbox.pl⁵

⁴ Pozyskano z: www.thermocars.pl/galeria (05.12.20202)

⁵ Pozyskano z: www.trailbox.pl/zabudowy-podwozi/plyty-warstwowe-sandwich/ (05.12.2020)

Panel izotermiczny typu „Sandwich” zbudowany jest przeważnie z:

- wewnętrznej warstwy laminatu – np. poliestrowo-szklanego o grubości 1,5 lub 2 mm,
- wypełnienia XPS - ekstrudowana pianka polistyrenowa wykonana z materiału o zamkniętej strukturze komórkowej, spieniany CO₂, posiadającego bardzo dobre właściwości mechaniczne i termiczne,
- warstwy kleju - wysokiej jakości kleje zapewniają trwałe połączenie laminatu i wypełnienia,
- zewnętrznej warstwy laminatu - laminat poliestrowo-szklany z lekko widoczną strukturą włókien szklanych, o gładkiej powierzchni pokrytej wysokiej jakości żelkotem, który zabezpiecza panel przed wpływem promieniowania UV. Grubość laminatu: 1,5 lub 2 mm⁶.

Głównym zadaniem a także wspólną cechą nadwozi izotermicznych jest zapewnienie przewozu towarów w kontrolowanej temperaturze a więc ograniczenie wymiany ciepła pomiędzy atmosferą panującą wewnątrz i na zewnątrz takiego nadwozia. Dodatkowo powinno się ona charakteryzować dużą odpornością na zawilgocenia.

Nadwozia izotermiczne podlegają klasyfikacji wynikającej z treści konwencji ATP (konwencji o międzynarodowych przewozach szybko psujących się artykułów żywnościowych i specjalnych środkach transportu do tych przewozów). Klasę pojazdu (nadwozia) charakteryzuje symbol składający się z trzech liter, z których:

- pierwsza określa jego rodzaj;
 - I – izotermiczne zwykłe,
 - R – izotermiczne chłodzone niemechanicznie, czyli za pomocą innego źródła chłodu niż urządzenie mechaniczne lub absorpcyjne,
 - F – izotermiczne, wyposażone w urządzenia chłodnicze,
 - C – izotermiczne, wyposażone w urządzenia grzewcze.
- druga litera oznacza typ izolacji:
 - N – normalna, $k \leq 0,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$,
 - R – wzmocniona, $k \leq 0,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$,
 - k – współczynnik wnikania ciepła przez ściankę nadwozia,
- trzecia litera oznacza przedział temperatur pracy:
 - dla klasy A - $0^\circ\text{C} \leq t < +12^\circ\text{C}$,
 - dla klasy B - $10^\circ\text{C} \leq t < +12^\circ\text{C}$,
 - dla klasy C - $20^\circ\text{C} \leq t < +12^\circ\text{C}$,
 - dla klasy E $t \leq -10^\circ\text{C}$,
 - dla klasy F $t \leq -20^\circ\text{C}$ ⁶.

Jednym z bardziej wymagających transportów jest przewóz produktów pochodzenia zwierzęcego. Wynika to m. in. z podatności tych produktów na fizyczne zanieczyszczenia zewnętrzne oraz skażenie mikrobiologiczne podczas załadunku jak i transportu w nieodpowiednich warunkach.

Temperaturę transportu, na każdym etapie łańcucha dostaw produktów pochodzenia zwierzęcego definiują przepisy prawa, a w szczególności Rozporządzenie (WE) 853/2004

⁶ Pozyskano z: www.chlodnie.eu/transport-chlodniczy-normy-prawne/ (05.12.20202)

z dnia 29 kwietnia 2004 r.⁷. Temperatura określonych rodzajów produktów pochodzenia zwierzęcego definiowana w tym rozporządzeniu wynosi odpowiednio:

- mięso świeże (czerwone) – poniżej +7°C,
- mięso drobiowe (białe) – poniżej +4°C,
- mięso podrobowe – poniżej +3°C,
- produkty z mięsa mielonego – poniżej +2°C.

Określone w rozporządzeniu (WE) 853/2004 wymagania nie odnoszą się do produktów pochodzenia zwierzęcego, transportowanych w opakowaniach jednostkowych lub zbiorczych, tj. wędlin, podrobów³.

Grupę specjalizowanych nadwozi izotermicznych do przewożenia produktów pochodzenia zwierzęcego stanowią lodownie (mroźnie) (rys. 3), które są wyposażone w urządzenia do schładzania ładunku w czasie jazdy i postoju. Jednakże samo zastosowanie mroźni - lodowni nie zmniejsza odpowiedzialności przewoźnika za utrzymanie jakości transportowanych produktów. Postępowanie z nimi jest podobne jak obchodzenie się z towarem przewożonym przy pomocy chłodzi^{3,4}.



Rys. 3. Lodownie

Źródło: thermocars.pl⁴

Warunki temperaturowe dla żywności przewożonej w mroźniach wynoszą nie więcej niż -18°C, z maksymalnym odchyleniem od normy o +3°C. Obniżenie temperatury wewnątrz

⁷ Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego

nadwozia uzyskuje się za pomocą suchego lodu, cieczy eutektycznej lub skroplonych gazów z układem do regulacji parowania⁸.

Rozróżnia się następujące klasy lodowni:

- [1]. klasa A (RNA, RRA), temperatura wnętrza nie wyższa niż $+7^{\circ}\text{C}$,
- [2]. klasa B (RRB), temperatura wnętrza nie wyższa niż -10°C ,
- [3]. klasa C (RRC), temperatura wnętrza nie wyższa niż -20°C ^{3,4}.

Źródło chłodu powinno mieć zdolność obniżenia temperatury powietrza w pustym nadwoziu do poziomu przewidzianego dla danej klasy i utrzymywania jej przez okres co najmniej 12 godzin bez konieczności uzupełniania czynnika chłodzącego, przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 30°C .

Naczepy typu lodownie wymagają wstępnego przygotowania przed załadunkiem towaru – wychłodzenia nadwozia za pomocą ładunku lodu lub przez podłączenie agregatu chłodniczego do zewnętrznej instalacji elektrycznej. Dopiero po wychłodzeniu nadwozia następuje załadunek.

Wnętrza nadwozi wyposażone są w liczne uchwyty i zaczepy ułatwiające ustawienie i zabezpieczenie ładunku. Wiele firm produkujących nadwozia izotermiczne montuje w nich szyny do załadunku dwupoziomowego, zapobiegając tym niekontrolowanemu przesuwaniu się towaru, a jednocześnie nie osłabiają własności izolacyjnych nadwozia. Innym dodatkowym wyposażeniem są przesuwne ścianki działowe (rys. 4) (ustawione poprzecznie lub wzdłużnie), umożliwiające przewóz ładunku w dwóch różnych strefach temperaturowych oraz zawiesia sufitowe. W przypadku transportu towaru zawieszonego pod sufitem np. półtusz istotne jest również wzmocnienie konstrukcji dachu, bo to właśnie dach i ściany będą przenosiły cały ciężar wiszącego towaru⁹.

Ważna jest również wytrzymała podłoga, bo chłodnie ładowane są tylko przez tylne drzwi z użyciem wózków widłowych lub wózków paletowych.

Wśród chłodni (rys. 4) rozróżnia się sześć klas nadwozi chłodniczych, a kryterium ich podziału jest zdolność do utrzymywania określonej temperatury wewnątrz pustego pojazdu:

1. klasa A (FNA, FRA) od $+12^{\circ}\text{C}$ do 0°C przy (temp. zew. $+30^{\circ}\text{C}$),
2. klasa B (FNB, FRB) od $+12^{\circ}\text{C}$ do -10°C ,
3. klasa C (FNC, FRC) od $+12^{\circ}\text{C}$ do -20°C ,
4. klasa D (FND, FRD) nie wyższa niż $+2^{\circ}\text{C}$,
5. klasa E (FNE, FRE) nie wyższa niż -10°C ,
6. klasa F (FNF, FRF) nie wyższa niż -20°C , (Prochowski, Żuchowski, 2016).

⁸ Sarnacka M., Solecka P. Transport materiałów wymagających specjalnych warunków podczas przewozu, TransLogistics, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław, 2014

⁹ Piernikarski D. Zimne trendy, Samochody specjalne, nr 4, ISSN 1428- 5495, 2017



Rys. 4. Ściana działowa Krone Isowall Plus do naczep Cool Liner

Źródło: www.krone-trailer.com¹⁰

Powierzchnia produktów jest podatna na fizyczne zanieczyszczenia zewnętrzne i mikrobiologiczne. Te ostatnie warunkuje nieodpowiednia temperatura w trakcie załadunku lub transportu. Wymagania dotyczące zakresu temperatury dyktują przepisy prawa, nakazujące wszystkim podmiotom utrzymanie łańcucha chłodniczego na każdym etapie łańcucha dostaw żywności. Temperatura określonych rodzajów produktów pochodzenia zwierzęcego definiowana jest przez Rozporządzenie (WE) 853/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. i wynosi kolejno:

- mięso świeże (czerwone) – poniżej $+7^{\circ}\text{C}$;
- mięso drobiowe (białe) – poniżej $+4^{\circ}\text{C}$;
- mięso podrobowe – poniżej $+3^{\circ}\text{C}$;
- produkty z mięsa mielonego – poniżej $+2^{\circ}\text{C}$ ³.

Nawet niewielkie odchylenia od wskazanych wymagań prowadzą do łamania powszechnie obowiązujących przepisów, co skutkuje pogorszeniem jakości i sankcjami karnymi ze strony urzędowej kontroli żywności. Warto podkreślić, że przepisy prawa dopuszczają odstępstwo od normy, kiedy temperatura produktów pochodzenia zwierzęcego nie musi być ściśle kontrolowana – podczas przygotowywania towarów do załadunku i w czasie załadunku. Określone powyżej warunki nie odnoszą się do produktów pochodzenia zwierzęcego, transportowanych w opakowaniach jednostkowych lub zbiorczych, np. wędlin. Odpowiedzialność i określenie wymagań względem tej grupy wyrobów spoczywa na producentach³.

¹⁰ Pozyskano z: www.krone-trailer.com/english/news/iaa-2016-special/iaa-novelties/new-isowall-plus-for-the-cool-liner/ (05.12.20202)



Rys. 5. Nadwozie izotermiczne typu chłodnia

Źródło: www.chlodnie.eu¹¹

Kolejną grupę nadwozi izotermicznych stanowią nadwozia ogrzewane, których zadaniem jest utrzymanie temperatury przewożonego ładunku powyżej temperatury otoczenia, dzięki wyposażeniu nadwozi w urządzenia grzewcze. Umożliwiają one nagrzanie wnętrza skrzyni ładunkowej do temperatury nawet 12°C i jej utrzymaniu przez 12 godzin. Ogrzewane nadwozia izotermiczne również możemy podzielić na klasy:

- klasa A – środek transportu w którego nadwoziu jest możliwe osiągnięcie i utrzymanie temperatury wnętrza co najmniej +12°C przy temperaturze zewnętrznej -10°C,
 - klasa B – środek transportu w którego nadwoziu jest możliwe osiągnięcie i utrzymanie temperatury wnętrza co najmniej +12°C przy temperaturze zewnętrznej -20°C⁴.
- Ogrzewane nadwozia izotermiczne są znaczone pierwszą literą C.

Agregaty chłodnicze

Aby spełnić wymagania odnośnie temperatury podczas realizacji transportu, naczepy izotermiczne wyposaża się w agregaty chłodnicze, które mogą być zasilane przez:

- silnik spalinowy o zapłonie samoczynnym (najczęściej silniki wysokoprężne) pracujący niezależnie od silnika pojazdu,
- prądnice napędzaną silnikiem spalinowym samochodu lub ciągnika siodłowego,
- napęd hydrauliczny sprężarki agregatu chłodzącego od pompy umieszczonej w układzie napędowym samochodu,
- urządzenia kriogeniczne, w których środkiem chłodniczym jest CO₂.

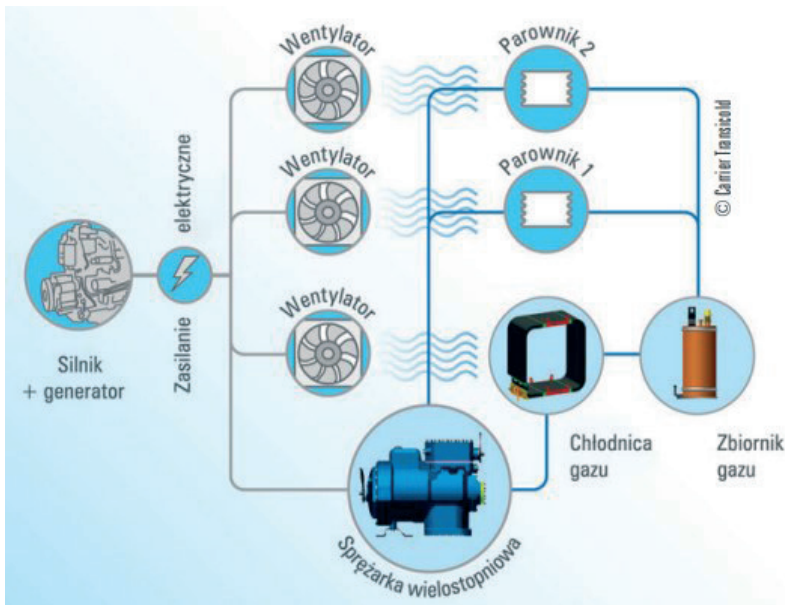
¹¹ Pozyskano z: www.chlodnie.eu/chlodnia/(05.12.2020)

Bardzo ważnym etapem projektowania naczip izotermicznych jest właściwy dobór urządzenia chłodniczego, mającego bezpośredni wpływ na zapewnienie odpowiedniej jakości żywności podczas transportu. Najczęściej kryterium stosowanym przy wyborze agregatów jest wydajność chłodnicza, która powinna być na tyle duża aby w jak najkrótszym czasie odprowadzić lub doprowadzić z i do przestrzeni ładunkowej ilość ciepła niezbędną do utrzymania założonej temperatury ładunku.

Dodatkowo przy wyborze agregatów chłodniczych trzeba zwrócić uwagę na sposób ich zasilania. Większość obecnie stosowanych agregatów napędzanych jest silnikami wysokoprężnymi, które pracują przez dłuższy czasu trwania transportu generując przy tym duże koszty związane ze spalaniem paliwa. Dodatkowo nie bez znaczenia jest tu ich szkodliwy wpływ na środowisko naturalne w postaci emisji spalin i innych toksycznych związków np. sadzy. Producenci agregatów chłodniczych muszą spełnić również wymagania związane z ochroną środowiska a dokładnie do ograniczania ilości stosowanego w agregatach czynnika chłodniczego, który niekorzystnie wpływa na tworzenie się efektu cieplarnianego.

W agregatach chłodniczych coraz częściej stosuje się czynnik R744 (CO₂), który choć znany z rozwiązań stacjonarnych ze względu na prawie czterokrotnie wyższe ciśnienie robocze w samochodowych agregatach chłodniczych nie był stosowany.

Firma Carrier Transicold jest jedną z niewielu, która opracowała naczipowy układ chłodniczy, w którym w obiegu zamkniętym krąży czynnik R744 (rys. 6 i 7).



Rys. 6. Schemat agregatu Vector z napędem E-Drive, napelnionego czynnikiem R-744

Źródło: www.carrier.com¹²

¹² Pozyskano z: www.carrier.com/truck-trailer/pl/pl/products/eu-truck-trailer/trailer/



Rys. 7. Prototypowa przyczepa z naturalnym czynnikiem chłodniczym firmy Carrier Transicold

Źródło: www.news.cision.com¹³

Od 2010 roku również firma Thermo King oferuje w sprzedaży agregaty napełnione czynnikiem R744 (modele z rodziny CT CryoTech). Agregaty te są dostępne do ciężarówek i naczep oraz zastosowań jedno i wielotemperaturowych. Czynnik R744 w tym rozwiązaniu jest w ciekłym stanie skupienia, co zapewnia, że parowniki CryoTech charakteryzują się większą wydajnością chłodzenia w porównaniu do napędzanych silnikami spalinowymi. Producent deklaruje, że obniżenie temperatury pustej skrzyni ładunkowej jest czterokrotnie krótsze. Wydaje się więc, że stosowanie takiego rozwiązania jest najlepszą alternatywą w przypadku dystrybucji towarów wymagającej częstego otwierania skrzyni ładunkowej.

Hybrydowe agregaty chłodnicze (rys. 8) to urządzenia w których silnik spalinowy napędza sprężarkę oraz alternator w czasie jazdy a podczas postoju korzystają z zewnętrznego zasilania elektrycznego. Takie rozwiązanie, w którym dysponujemy alternatywnym źródłem zasilania (zasilanie elektryczne) zwiększa bezpieczeństwo przewożonych produktów, szczególnie głęboko mrożonych lub wymagających stałej cyrkulacji powietrza (np. warzywa, kwiaty).

Zastosowanie hybrydowych agregatów chłodniczych ma wiele zalet a do najważniejszych z nich można zaliczyć:

¹³ Pozyskano z: news.cision.com/carrier-transicold/i/carrier-transicold-iaa-natural-refrigerant-trailer-prototype,c1973339/ (05.12.2020)

- energooszczędność – nawet 26% oszczędności przy zachowaniu większej wydajności chłodniczej i mniejszym zapotrzebowaniu na moc do jej uzyskania,
- możliwość pracy agregatu chłodniczego podczas za i wyładunku lub podczas obowiązkowych przerw w pracy kierowcy (zasilanie z sieci energetycznej),
- cichsza praca w porównaniu do silników spalinowych,
- zmniejszony zakres czynności obsługowych¹⁰.



Rys. 8. Agregat Thermo King SLXi 300 wyposażono w hybrydowy napęd Enviro Drive FRIGOBLOCK

Źródło: www.thermoking.com.pl¹⁴

Hybrydowe napędy agregatów chłodniczych mają też i wady. Jedną i chyba najważniejszą jest dłuższy czas schłodzenia ładowni w porównania do agregatu zasilanego silnikiem wysokoprężnym.

Inne rozwiązania odnośnie agregatów chłodniczych proponuje firma Mitsubishi. Ze względu na to, że w pełni wyposażony agregat ma masę ponad 600 kg i jest montowany na przedniej ścianie lub dachu naczepy mocno obciąża koła jezdne ciągnika siodłowego. Dlatego też firma Mitsubishi zaproponowała montaż agregatów pod podłogą nadwozia, między osiami samochodu (rys. 9). Zaletą takiego rozwiązania konstrukcyjnego jest przede wszystkim lepsze rozłożenie obciążenia pojazdu, obniżenie głośności pracy agregatu a także łatwiejsza kontrola przez kierowcę stanu płynów eksploatacyjnych oraz stanu technicznego

¹⁴ Pozyskano z: www.thermoking.com.pl/frigoblock (05.12.2020)

urządzenia. Również emisja hałasu jest dużo mniejsza (56–69 dB(A)) w porównaniu do innych rozwiązań konstrukcyjnych.

Agregaty chłodnicze umieszczone pod podłogą są narażone na działanie wielu niekorzystnych dla nich czynników. Wymaga się zatem od nich dużej odporności na kurz, sól, wodę a także wysokie temperatury.



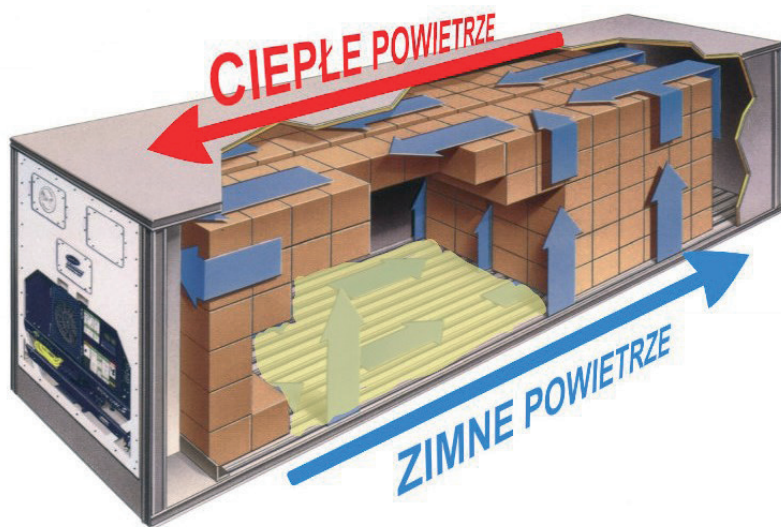
Rys. 9. Podpodłogowy agregat chłodniczy TU85SA firmy Mitsubithi

Źródło: *mhi-tte.com*¹⁵

Systemy chłodnicze w transporcie morskim i lotniczym

Przewozy kontenerowe to jedna z najpopularniejszych form transportu ładunków drogą morską. Duża część tych przewozów jest realizowana przy pomocy kontenerów chłodniczych, wykorzystywanych do transportu towarów wymagających kontrolowanych warunków a szczególnie temperatury powietrza (rys. 10). Podobnie jak w transporcie samochodowych wykorzystuje się je głównie do transportu owoców, warzyw, mięsa i ryb a także produktów mlecznych i leków. Również jak w przypadku samochodowych nadwozi izolowanych tak kontenerom chłodniczym stawiane są wysokie wymagania odnośnie konstrukcji oraz odpowiednich warunków termicznych.

¹⁵ Pozyskano z: *mhi-tte.com/products/underfloor-units/tu-85-and-tu-100* (05.12.2020)



Rys. 10. Kontener chłodniczy do transportu morskiego

Źródło: www.swiat-kontenerow.pl¹⁶

Ze względu na czas transportu, który może wynieść od kilku dni do kilku tygodni, kontenery chłodnicze automatycznie utrzymują zaprogramowaną, za pomocą układu sterującego, temperaturę w zakresie od -30 do $+25^{\circ}\text{C}$ (pod warunkiem, że różnica między temperaturą w kontenerze a temperaturą zewnętrzną nie przekroczy 42°C dla ogrzewania lub 65°C dla chłodzenia)¹⁷. Żądana temperatura w kontenerze jest utrzymywana dzięki jednostce chłodzącej – agregatowi wbudowanemu w konstrukcję kontenera. Agregat ten musi być podłączony do prądu, co na statku nie stanowi problemu.

Nowoczesne rozwiązania w tej dziedzinie pozwalają na elektroniczny zapis parametrów pracy agregatu podczas transportu a nawet ich odczytywanie przez przewoźnika w sposób on-line.

Dodatkowo sam kontener jest tak skonstruowany aby zapewnić jak najlepszą cyrkulację powietrza. I tak np. rama kontenera jest zbudowana z profili aluminiowych o przekroju litery T, co ułatwia przepływ powietrza i obmywanie towaru od dołu a także odbiór ciepła a ściany wypełnione są pianką poliuretanową (rys. 11). W celu zapewnienia odpowiedniej recyrkulacji powietrza w kontenerze chłodniczym nie wolno ustawiać towarów powyżej linii wysokości. Przed użyciem kontener chłodniczy jest testowany pod kontem obniżania temperatury do -18°C , poprawności pracy grzałki, wentylatora oraz pozostałych systemów. Sprawdzeniu podlegają również wewnętrzne i zewnętrzne elementy konstrukcyjne (poszycie) kontenera. Test ten nazywany jest Pre Trip inspection (PTI).

¹⁶ Pozyskano z: swiat-kontenerow.pl/budowa-kontenerow/rodzaje-kontenerow-morskich/ (05.12.2020)

¹⁷ Pozyskano z: net-cargo.pl/blog-net-cargo/specyfika-kontenerow-chlodniczych-morskiego-transportu-ladunkow/ (05.12.2020)



Rys. 11. Podłoga kontenera chłodniczego wykonana z profili w kształcie litery T

Źródło: www.container-xchange.com¹⁸

Transport towarów wymagających utrzymania określonej temperatury jest bardzo ryzykowny ze względu na dużą liczbę krytycznych punktów kontroli w łańcuchu logistycznym stanowiące zagrożenie dla całego łańcucha chłodniczego. Można tu wymienić choćby tylko czas oczekiwania na załadunek, czas oczekiwania na pozwolenia startu i dojazdu do pasa startowego lub też nieoczekiwane i nieplanowane odwołanie lotu.

Do realizacji transportu chłodniczego drogą powietrzną, w zależności od rodzaju produktu, czasu trwania lotu i czasu przesiadki możemy wykorzystać:

– pojemniki izotermiczne:

- refrigerated containers – kontenery w których źródłem zimna jest suchy lód. Wyposażone są w termostat i wentylator potrzebne do utrzymania wymaganej temperatury. Suchy lód zlokalizowany w osobnym pojemniku i nie ma styczności z towarem, chyba, że zaistnieje potrzeba zapewnienia bardzo niskich temperatur. Potrzeba taka może wystąpić w przypadku transportu zamrożonych produktów spożywczych.
- Heat and Cool containers – możemy wyróżnić (rys. 12):
 - unicol cooler – to kontener posiadający możliwość zarówno grzania, jak i chłodzenia. Jako czynnik chłodzący zastosowany jest suchy lód w połączeniu z systemem cyrkulacji powietrza i układem elektrycznego grzania,
 - optocol cooler – to kontener, który wyposażony jest w system wentylacji z układem elektrycznego grzania oraz kompresorem stosowanym w celu obniżenia temperatury. Dodatkowo zaopatrzony jest w zewnętrzne i wewnętrzne czujniki temperatury.

¹⁸ Pozyskano z: container-xchange.com/blog/reefer-containers-meaning-and-how-they-work/ (05.12.2020)

- envirotainer – to kontener który do osiągnięcia żądanej temperatury wykorzystuje system elektrycznego grzania oraz kompresor zimna¹⁹.
- **opakowania izolowane** – to różnego rodzaju opakowania kartonowe wyłożone styropianem lub folia aluminiową, często w połączeniu z innym chłodziwem. Takie opakowania wykorzystuje się w lotach krótkich czasowo i na trasach bezpośrednich.
- **chłodziwa** – najczęściej jako chłodziwo wykorzystywany jest suchy lód w postaci bloków lub granulatu. W transporcie lotniczym, ze względu na szybkie parowanie, uważany za niebezpieczny. Innym stosowanym chłodziwem są opakowania żelowe, które dobrze pochłaniają ciepło i utrzymują temperaturę.

a)



b)



c)



Rys. 12. Heat and Cool containers: a – unicolor, b – opticooler, c – envirotainer

Źródło: www.envirotainer.com²⁰

Przepisy międzynarodowe oraz krajowe dotyczące transportu chłodniczego wymagają od przewoźnika zamontowania na środkach transportowych urządzeń rejestrujących

¹⁹ Pozyskano z: inforfk.pl/cykle-tematyczne/tresc,inforfk,00,INF0000000000000579375, Transport - lotniczy-Jak-wybrac-kontener-z-kontrolowana-temperatura.html (05.12.2020)

²⁰ Pozyskano z: www.envirotainer.com/products/ (05.12.2020)

temperaturę powietrza w naczepie. Według tych przepisów dane te, w zależności od transportowanego produktu, muszą być opatrzone datą oraz przechowywane nawet przez okres roku a sam rejestrator posiadać świadectwo homologacji.

Wykorzystywane obecnie rejestratory (termografy) można podzielić na mechaniczne i elektroniczne. Te pierwsze ze względu na swoje wady, w tym małą dokładność pomiarową są wycofywane z użycia i zastępowane termografami elektronicznymi. Rejestratory te składają się z czujników (najczęściej termistorowych zapewniających dokładność wskazań na poziomie $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), układu analogowo-cyfrowego do przetwarzania danych oraz układu archiwizująco-wizualizującego dane. Termografy ze względu na wymaganą niezawodność działania muszą posiadać niezależne źródło zasilania.

Dokładność działania rejestratora wynika nie tylko z jakości zastosowanych czujników temperatury, ale również ich ilości i miejsca zamontowania. Najczęściej stosuje się minimum dwa czujniki, pierwszy umieszczony jest na powrocie powietrza do parownika a drugi pod sufitem około jednej czwartej od końca skrzyni ładunkowej i minimum 0,75 metra od ściany bocznej.

Elektroniczne termografy wyposażone są także w mikroprocesorowy sterownik pozwalający na:

- sekwencyjne przełączanie kanałów pomiarowych (kolejne czujniki temperatury),
- automatyczny odczyt daty i czasu pomiaru.

Najnowsze urządzenia rejestrujące temperaturę w nadwoziu izolowanym pozwalają monitorować także czas otwarcia drzwi, odszraniania czy nastawy termostatu a wyposażenie ich w zestawy GSM lub GPS dodatkowo kontrolować te parametry w czasie rzeczywistym²¹.

Podsumowanie

Widocznym trendem wśród ofert naczep izotermicznych jest kompleksowa usługa jednego producenta. Dotyczy ona nie tylko budowy izotermicznej skrzyni ładunkowej, wraz z dodatkowymi akcesoriami (ułatwiającymi wykonanie danego zadania transportowego) ale również wyposażenia jej w agregat chłodniczy, często z zintegrowanym układem kontrolno-pomiarowym. Natomiast od systemów sterowania tym układem wymaga się automatyzacji zarządzania i sterowania parametrami pracy agregatu chłodniczego, łatwości obsługi i konserwacji. W efekcie końcowym ma to zwiększyć niezawodność naczep izotermicznych.

W przypadku agregatów chłodniczych najważniejsze obecnie kwestie są związane z zmniejszeniem zużycia paliwa przez silniki wysokoprężne napędzające agregaty oraz negatywnego ich oddziaływania na środowisko naturalne poprzez zmniejszenie emisji spalin, sadzy i hałasu oraz zmniejszenie ilości używanego w instalacji chłodniczej czynnika. Przyczyni się to do zminimalizowania jego negatywnego wpływu na tworzenie się dziury ozonowej.

²¹ Zwierzycki W., Bieńczyk K., Rochata T., Stachowiak A., Tyczewski P. Badania pojazdów chłodniczych oraz kontrola temperatury w ładowni (wg międzynarodowej umowy ATP). Samochodowy transport chłodniczy. Wydawnictwo EuroMedia. Warszawa, 2008

Bibliografia

- Kuziemska B., Trębicka J., Pieniak-Lendzion K.: Logistyka transportu w rolnictwie Transport Logistics in Agriculture, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego w Siedlcach, Seria: Administracja i Zarządzanie, nr 109, 2016
- Piernikarski D.: Zimne trendy. Samochody specjalne, nr 4, ISSN 1428- 5495, 2017
- Prochowski L., Żuchowski A.: Pojazdy samochodowe. Technika transportu ładunku, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, ISBN 978-83-206-1977-5, 2016
- Rodzeń A.: Transport żywności i transport płodów rolnych jako podstawowe działy gospodarki. Acta Sci. Pol. Technica Agraria, 17(1-2), 3-11, DOI: 10.24326/aspta.2018.1-2, 2018.
- Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.
- Sarnacka M., Solecka P., Transport materiałów wymagających specjalnych warunków podczas przewozu, TransLogistics, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław 2014
- Transport lotniczy: Jak wybrać kontener z kontrolowaną temperaturą (on-line): Pozyskano z: <https://inforfk.pl/cykle-tematyczne/tresc,inforfk,00,INF0000000000000579375,Transport-lotniczy-Jak-wybrac-kontener-z-kontrolowana-temperatura.html>
- Zwierzycy W., Bieńczyk K., Rochata T., Stachowiak A., Tyczewski P.: Badania pojazdów chłodniczych oraz kontrola temperatury w ładowni (wg międzynarodowej umowy ATP). Samochodowy transport chłodniczy. Wydawnictwo EuroMedia. Warszawa, 2008

Źródła internetowe:

- www.carrier.com/truck-trailer/pl/pl/products/eu-truck-trailer/trailer/ (05.12.2020)
- www.chlodnie.eu/chlodnia/ (05.12.2020)
- www.container-xchange.com/blog/reefer-containers-meaning-and-how-they-work/ (05.12.2020)
- www.envirotainer.com/products/ (05.12.2020)
- www.krone-trailer.com/english/news/iaa-2016-special/iaa-novelties/new-isowall-plus-for-the-cool-liner/ (05.12.2020)
- www.mhi-tte.com/products/underfloor-units/tu-85-and-tu-100 (05.12.2020)
- www.net-cargo.pl/blog-net-cargo/specyfika-kontenerow-chlodniczych-morskiego-transportu-ladunkow/ (05.12.2020)
- www.news.cision.com/carrier-transicold/i/carrier-transicold-iaa-natural-refrigerant-trailer-prototype,c1973339 (05.12.2020)
- www.swiat-kontenerow.pl/budowa-kontenerow/rodzaje-kontenerow-morskich/ (05.12.2020)
- www.thermocars.pl/galeria (05.12.2020)
- www.thermoking.com.pl/frigoblock (05.12.2020)
- www.trailbox.pl/zabudowy-podwozi/plyty-warstwowe-sandwich/ (05.12.2020)

INŻYNIERIA MECHANICZNA W TRANSPORCIE I LOGISTYCE

Tadeusz Juliszewski, Dariusz Baran

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: tadeusz.juliszewski@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4038-4283; dariusz.baran@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-7548-3180

Adres do korespondencji: e-mail: Tadeusz.Juliszewski@urk.edu.pl

Wstęp

Określenie ostrych, wyraźnych granic pomiędzy dyscyplinami naukowymi nie jest możliwe¹. Naukowe metody rozwiązywania współczesnych problemów badawczych i konstrukcyjnych wywodzą się powszechnie z różnych dyscyplin i wymagają często tworzenia interdyscyplinarnych zespołów badawczych. Rozwiązywanie problemów badawczych i konstrukcyjnych i ich pomyślne zakończenie jest relacjonowane publicznie poprzez publikacje naukowe przypisane formalnie do poszczególnych dyscyplin².

Ustawa o nauce i szkolnictwie wyższym (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych) wprowadziła od 2018 roku nowy podział na dziedziny i dyscypliny naukowe: Inżynieria mechaniczna³, oraz Inżynieria lądowa i transport są w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Logistyka, jako samodzielna dyscyplina naukowa nie jest wyodrębniona formalnie w aktualnym, urzędowym, podziale nauki, ani nie była też wyodrębniona wcześniej.

Kompetencje zawodowe pracownika naukowo-dydaktycznego uniwersytetu jak wskazuje sama nazwa(naukowo – dydaktyczny) określone są poprzez umiejętności posługiwania

¹ Autor zdaje sobie sprawę, że stwierdzenie to jest dyskusyjne w środowisku naukowym. Procedury awansu naukowego (np. recenzje doktoratów, habilitacji, profesorskie) wymagają wskazania w jakiej, konkretnie, dyscyplinie mieści się dorobek kandydata. Podobnie jest z recenzowaniem artykułów naukowych. Subiektywna opinia recenzenta, uznaniowość, bywa wtedy decydująca. Brak powszechnie akceptowanych definicji dyscyplin naukowych jest wciąż nierozwiązanym problemem (Juliszewski 2020), niestety nie podejmowanym w środowisku naukowym.

² Chodzi tu o listę czasopism, które administracyjnie przypisano każdej z dyscyplin naukowych na potrzeby tzw. oceny parametrycznej.

³ Inżynieria mechaniczna powstała z połączenia następujących, dotychczasowych (przed 2018 rokiem) dyscyplin: Mechanika, Inżynieria rolnicza, Włókiennictwo, Budowa i eksploatacja maszyn, Inżynieria produkcji.

się metodami, metodyką i metodologią badań naukowych⁴ oraz poprzez umiejętności przekazywania wiedzy studentom. Jest dość oczywiste, że połączenie prowadzonych badań naukowych z treścią wykładów i ćwiczeń jest uzasadnione i potrzebne. Publikacje naukowe są fragmentarycznym potwierdzeniem tych kompetencji zawodowych – obok umiejętności pedagogicznych, organizacyjnych i innych⁵.

Kierunki studiów oferowane studentom na poszczególnych uniwersyteckich wydziałach powinny być zatem powiązane z badaniami naukowymi i publikacjami naukowymi pracowników, którzy prowadzą zajęcia dydaktyczne na tych kierunkach. Artykuł ten jest zarysem zagadnień jakie łączą nową dyscyplinę naukową, tj. Inżynierię mechaniczną, z popularnym wśród studentów – także relatywnie nowym kierunkiem studiów - jakim jest Transport i logistyka.

Definicje

Bez uzgodnienia znaczenia słów, oraz definicji, porozumiewanie się i porozumienie pomiędzy osobami jest utrudnione, a niekiedy niemożliwe – po prostu. Brzmi to banalnie, lecz nie jest to problem banalny, gdyż powszechnie uznanych definicji współczesnych dyscyplin naukowych wciąż nie ma. Autor zaproponował w różnych miejscach (seminaria, konferencje naukowe, spotkania środowiskowe), aby współczesna Inżynieria mechaniczna rozumiana była następująco:

Inżynieria mechaniczna jest dyscypliną naukową, której domeną jest projektowanie, budowanie i eksploataowanie systemów mechanicznych łącznie z systemami produkcji i przetwarzania surowców pochodzenia biologicznego.

Produkcja surowców pochodzenia biologicznego – roślinnych i zwierzęcych -(żywnościowych i nieżywnościowych- obejmuje ich wytwarzanie w systemach upraw rolniczych, ogrodnich, leśnych i hydroponicznych z zastosowaniem urządzeń mechanicznych.

Przetwórstwo surowców pochodzenia biologicznego – roślinnych i zwierzęcych, żywnościowych i nieżywnościowych – obejmuje ich technologiczne przetwarzanie w produkty rynkowe, włączając w to także suszenie, chłodzenie, przechowywanie oraz transport.

Przyjmijmy, niejako encyklopedycznie⁶, że pod określeniem *Transport* rozumiemy wyodrębniony zespół czynności związanych z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych przy użyciu odpowiednich środków (np. samochodu, samolotu, kolei, statku itp.).

Za tym samym źródłem (Encyklopedia zarządzania), że *Logistyka* jest to proces planowania, realizowania i konstruowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów do produkcji, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta.

⁴ Pabis S. Metodologia i metody nauk empirycznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985.

⁵ Ocena pracy nauczyciela akademickiego jest dwutorowa: z jednej strony jest to ocena przełożonych (hospitacje zajęć), z drugiej zaś strony jest to ocena studentów (ankiety). Autor ma krytyczną opinię o tym dwutorowym, krajowym, systemie oceny w zasadzie nieporównywalnym z systemami oceny pracowników w wiodących uniwersytetach europejskich i amerykańskich.

⁶ Encyklopedia zarządzania: Pozyskane z: https://mfiles.pl/pl/index.php/Strona_g%C5%82%C3%B3wna (dostęp: 03.11.2020)

Definicji *Inżynierii mechanicznej*⁷, *Transportu i logistyki* jest wiele – w dalszej części tego artykułu stosowana terminologia będzie rozumiana jak przytoczona powyżej.

Specyfika transportu rolniczego

Specyficzną cechą transportu rolniczego jest to, że przeważają – asortymentowo – w przewożonych materiałach obiekty biologiczne: roślinne i zwierzęce (rys.1 i rys. 2).

Oczywiście przewożone są także środki produkcji przemysłowego pochodzenia, takie jak nawozy sztuczne, paliwa i środki ochrony roślin itp. Zasadniczo przewożona masa to jednak biomasa (biomateria), której charakterystyka fizyko – chemiczno – biologiczna jest też zasadniczo różna od fizyko – chemiczno – biologicznej charakterystyki nie biologicznych produktów i surowców przemysłowych (np. rud metali, węgla czy paliw silnikowych). Biomasa ta może mieć charakter surowca (jak, na przykład mięso do dalszego przetwarzania – por. rys. 3), lub już być przetworzoną biomasą (jak sól jęczmienny przetwarzany na piwo – rys. 4).



Rys. 1. Transport ziemiopłodów

Źródło: (<http://www.koluszki-ubezpieczenia.pl/2018/10/pzu-gospodarstwo-rolne.html>)

⁷ Autor spotyka się niekiedy z opinią, że określenie *Mechanika* i *Inżynieria mechaniczna* oznaczają to samo. Z opinią tą autor się nie zgadza, tak jak nie może zgodzić się, że *Genetyka* i *Inżynieria genetyczna* lub *Chemia* i *Inżynieria chemiczna* oznaczają to samo. Nowa dyscyplina o nazwie *Inżynieria mechaniczna* nie jest „starą” dyscypliną naukową o nazwie *Mechanika*



Rys. 2. Przyczepa do transportu drobiu

Źródło: (<http://www.animaltransportguides.eu/wp-content/uploads/2017/03/PL-Guides-to-Good-practices-for-the-Transport-of-Poultry.pdf>)



Rys. 3. Zautomatyzowany magazyn tusz

Źródło: (<https://euro-pan.pl/pl/branza-miesna>)



Rys. 4. Linia technologiczna do napełniania puszek piwa z przenośnikami

Źródło: (fot. D. Baran)

Jeśli przyjąć, orientacyjnie, że plon ziarna pszenicy wynosi 10 ton z powierzchni 1 hektara uprawy, a stosunek masy ziarna do masy słomy 1:1, to oznacza, że z powierzchni 1 hektara należy przemieścić 20 ton biomasy (ziarna i słomy). Plon buraków cukrowych może osiągnąć współcześnie nawet 80 ton z powierzchni 1 hektara⁸, a ziemniaków ok 50 ton. O ilości przewożonych płodów rolnych wskazuje tabelaryczne zestawienie na podstawie danych GUS (Rocznik statystyczny 2019)⁹.

Tabela 1. Powszechnie uprawy i średnie plony wybranych roślin

Lp.	Roślina	Powierzchnia uprawy (mln ha)	Średni plon (dt/ha)	Iloczyn powierzchni i średniego plonu (mln dt)
1	Pszenica	2,5	46,4	116,00
2	Jęczmień	1,0	42,5	42, 50
3	Kukurydza na zielonkę	0,111	495,0	54, 94
4	Rzepak	0,860	27,9	23, 99
5	Burak cukrowy	0,241	570,0	137, 37
6	Ziemniaki	0,304	215,0	65, 36

Źródło: (GUS 2019)

⁸ Plony ziemniaków w Kombinacie Rolnym w Kietrze, z którym współpracuję od lat autor, wynosiły w 2019 roku (pogodowo niekorzystnym – nadmierne opady) : pszenica ok. 8,7 t/ha, kukurydza (ziarno) ok. 14 t/ha (przy wilgotności ok. 33%), buraki cukrowe ok. 70 t/ha, rzepak ok. 3,8 t/ha.

⁹ GUS. Rocznik Statystyczny 2019. Pozyskane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnictwo/wstepny-szacunek-glownych-ziemniakow-rolnych-i-ogrodnictwa-w-2019-roku,3,13.html>

Warto tu przypomnieć, że jeszcze kilkadziesiąt lat temu załadunek i rozładunek surowców i produktów rolniczych odbywał się ręcznie, przede wszystkim, a transport z użyciem żywej siły pociągowej (koni). Mechanizacja prac transportowych jest jednym z spektakularnych sukcesów mechanizacji rolnictwa i ergonomii minionego wieku¹⁰.

Mleko, jakie należy przewozić od stada 1000 krów o wydajności – przykładowo – 50 litrów dziennie od 1 krowy ma objętość 50 tysięcy litrów. Z fermy kur niosek, np. 10 tysięcy sztuk, tyle samo jajek, tj. ok 10 tysięcy sztuk – 500 tzw. „wytlóczek” po 20 jajek na każdej.

Transport materiałów biologicznych – roślinnych i zwierzęcych – to w istocie problem nie masy, czy ilości sztuk obiektów, lecz podatność tych obiektów na destrukcyjne oddziaływanie czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych jakie występują podczas przemieszczania tych materiałów. Wymieńmy kilka przykładów dla podkreślenia tego problemu:

- owoce miękkie (truskawki, wiśnie) poddane oddziaływaniu drgań mechanicznych (na platformach transportowych pojazdów) mogą ulec uszkodzeniom, które spowodują, że owoce nie znajdą nabywcy, ani nawet nie będą nadawały się do przetwórstwa,
- mleko przetworzone od producenta do mleczarni w nieodpowiedniej temperaturze może ulec fermentacji,
- ziemniaki lub buraki uszkodzone mechanicznie na przenośnikach maszyn zaczynają gnić w przechowalni lub na stertach obok cukrowni,
- zwierzęta przewożone do rzeźni w nieodpowiednich warunkach mogą paść przed ubojem.

Obiekt biologiczny jest więc podatny na oddziaływanie czynników (fizycznych, chemicznych i biologicznych) w znacznie większym stopniu niż surowce i towary nie biologiczne (np. węgiel kamienny, ropa naftowa, ruda żelaza, lodówki, radioodbiorniki etc.). Środki transportowe powinny być zatem dostosowane do specyficznych właściwości żywych organizmów – w skali mikro (komórkowo - tkankowej) i w skali makro (pojedyncze ziarno, bulwa czy zwierzę) – (rys. 5).



Rys. 5. Cysterny do przewożenia paliwa i mleka (odbijająca powierzchnia cysterny do przewożenia mleka ogranicza jej nagrzewanie się od promieniowania słonecznego, a zatem i wzrost temperatury mleka schłodzonego u producenta).

Źródło: (www.portalspozywczy.pl)

¹⁰ Juliszewski T. Transport w rolnictwie - uwarunkowania ergonomiczne. (w): Praca zbiorowa pod red. Marek T., Ogińska H., Pokorski J. Ergonomia Transportu. Praca zbiorowa KPZiE_Iz, UJ Kraków, ISBN 83-908842-8-3, 2001

Określenie „środki transportowe” obejmuje nie tylko obiekty kołowe (samochody, pociągi) ale także transport lotniczy, wodny¹¹. Do środków transportowych należy zaliczyć także rurociągi, przenośniki (mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne) wykorzystywane w tzw. transporcie wewnętrznym oraz do załadunku (rys. 6) i rozładunku. Te mechaniczne „środki transportowe” zostały skonstruowane, zbudowane i są eksploatowane przez inżynierów mechaników. Inżynieria mechaniczna, wspólnie z inżynierią budowlaną, opracowuje obiekty do chwilowego lub docelowego przechowywania (magazynowania) obiektów biologicznych. Bez znajomości podstaw agrofizyki, biologii, mikrobiologii, reologii, fizjologii, biochemii nie jest zatem możliwe konstruowanie i racjonalne eksploatowanie środków transportowych w rolnictwie i gospodarce żywnościowej.

Konstrukcja i eksploatacja urządzeń transportowych powinna uwzględniać ich oddziaływanie na środowisko ich pracy. Kołowe środki transportowe do przewozu ziemiopłodów – samochody, ciągniki z przyczepami – poruszają się często po nieutwardzonym, naturalnym, podłożu jakim jest uprawna gleba. Wiemy, że naciski jednostkowe opon powodują¹², że głębokie naprężenia przenoszone są nawet do głębokości 1 metra. Na tej głębokości nie oddziałują już żadne elementy robocze maszyn, które mogłyby rozluźnić nadmiernie zagęszczoną glebę. Nawet głębosze (rys. 7) – maszyny do głębokiego spulchniania gleby – nie potrafią doprowadzić do optymalnych dla rozwoju roślin proporcji: faza stała - faza wodna – faza powietrzna.



Rys. 6. Zmechanizowany załadunek buraków cukrowych na środki transportowe z wykorzystaniem oczyszczarko-ładowarki

Źródło: (D. Baran)

¹¹ Warto pamiętać, że w wielu regionach świata transport surowców i produktów (roślinnych i zwierzęcych) odbywa się przy użyciu żywej siły pociągowej (koni) i zwierząt jucznych (jaki, wielbłądy, osły). W rejonach trudno dostępnych jest to jedyna możliwość przemieszczania surowców, produktów a także ludzi.

¹² Ciągnik z dwoma przyczepami ziarna ma masę ponad 20 ton, a ciągnik z przyczepami ziemniaków lub buraków cukrowych ma masę ponad 30 ton.



Rys. 7. Głębosz do spulchniania gleby; jego głębokość robocza sięga zwykle ok. 0,7 m

Źródło: (<https://investrol.pl/produkty/expom-krosniewice/>)

Przenoszenie napędu w układzie koło – podłożę, zwłaszcza na terenie rolniczym, wiąże się z występowaniem poślizgu kół, który oddziałuje destrukcyjnie na zewnętrzną warstwę gleby i rosnące tam rośliny (rys. 8).



Rys. 8. Uszkodzone darni łąki po przejeździe ciągnika

Źródło: (fot. T. Juliszewski)

Jeden z podstawowych problemów współczesnej inżynierii rolniczej – wciąż nierozwiązany – to redukcja destrukcyjnego oddziaływania układów jezdnych środków transportowych na podłoże rolnicze. Warto tu podkreślić, że łączna powierzchnia śladów kół jest

większa niż uprawiana powierzchnia rośliny; na powierzchni orki 1 ha, pługiem 3-skbowym o szerokości roboczej 1,05 m, ciągnik o szerokości opon 14,9 cala (ok. 0,75 m) zostawia ślady na powierzchni ok. 71% wykonywanego zabiegu uprawowego(tj. orki). Zabiegów uprawowych, łącznie ze zbiorem płodów rolnych, jest niekiedy kilkanaście w ciągu roku co powoduje, że powierzchnia gleby jest ugniatana wielokrotnie.

Te dwa przykłady oddziaływania urządzeń transportowych na środowisko przyrodnicze wskazują z jednej strony na poważny i groźny problem destrukcyjnego oddziaływania środków transportu rolniczego na przyrodnicze środowisko produkcyjne, z drugiej, zaś strony na możliwości rozwiązania problemu z zastosowaniem wiedzy z zakresu inżynierii mechanicznej. Przykłady takich rozwiązań przedstawiają rysunek 9 i rysunek 10, gdzie układy jezdne ciągników umożliwiają poruszanie się po terenach rolniczych bez ich nadmiernego ugniatania.



Rys. 9. Gąsienicowy układ napędowy

Źródło: (fot. T. Juliszewski)



Rys. 10. Opony ciągnika do pracy na terenach bagiennych.

Źródło: (fot. T. Juliszewski)

Zużycie energii na procesy transportowe

Transport rolniczy wykonywany jest, przede wszystkim, przy zastosowaniu ciągników rolniczych i samochodów ciężarowych. Są to środki transportowe wyposażone zwykle w silniki Diesla. Zużycie oleju napędowego przez współczesne, nowoczesne, silniki ciągnikowe – wyrażone tzw. jednostkowym zużyciem paliwa¹³ – wynosi poniżej 200 g/kWh. Zatem – przykładowo – silnik o mocy 100 kW, wykorzystujący podczas pracy pełną moc, zużyje w ciągu 1 godziny pracy 20 kilogramów oleju napędowego (tj. ponad 22 litry paliwa).

Współczesne technologie produkcji rolniczej wymagają od kilkunastu do kilkudziesięciu godzin pracy maszyn w ciągu roku, na powierzchni 1 hektara (KTBL)^{14 15}. Jest to uzależnione od wielu czynników, spośród których gatunek uprawianej rośliny, technologia produkcji, warunki glebowe i konfiguracja terenu odgrywają rolę zasadniczą. Ograniczenie dostaw paliw płynnych dla rolnictwa, lub zakłócenie tych dostaw, stwarza ryzyko załamania się produkcji surowcowej i niechybną klęskę zaopatrzenia żywnościowego.

¹³ Jednostkowe zużycie paliwa wyraża masę paliwa (w gramach) jaka jest zużywana do wytworzenia 1 kilowatogodziny energii w silniku wysokoprężnym.

¹⁴ Przykładowo: nakłady robocizny na uprawę pszenicy ozimej w systemie konwencjonalnym wynoszą od 4,5 do 13,1 roboczogodzin (w zależności od powierzchni uprawy), kukurydzy na ziarno od 5,4 do 12,2 roboczogodzin, rzepaku od 4,2 do 11,8 roboczogodzin, ziemniaków od 19,9 do 39,4 roboczogodzin, a buraków cukrowych od 4,1 do 8,2 roboczogodzin.

¹⁵ Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. 2004, Kuratorium für Technik Und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) Darmstadt

Wyzwaniem dla Inżynierii mechanicznej jest więc dalsze doskonalenie konstrukcji silników spalinowych ukierunkowane na redukcję zużycia paliwa. Minione 30 lat doskonalenia konstrukcji ciągnikowych silników wysokoprężnych spowodowało ponad dwukrotne zmniejszenie zużycia jednostkowego paliwa (z ok. 400 g/kWh do poniżej 200 g/kWh), ale wciąż jest możliwa redukcja tego zużycia.

Całkiem nowym wyzwaniem jest budowa pojazdów elektrycznych do transportu towarowego w rolnictwie. Jak wiadomo, obecnie są to, przede wszystkim, pojazdy do transportu osobowego (rys. 11).



Rys. 11. Autobus miejski napędzany elektrycznie

Źródło: (fot. T. Juliszewski)

Charakterystyczną cechą rolnictwa jest produkcja surowców, półproduktów i wyrobów gotowych z materiałów biologicznych z przeznaczeniem na cele żywnościowe i nieżywnościowe. W tej działalności szczególne znaczenie ma produkcja pokarmu czyli paszy i żywności. W prawodawstwie Unii Europejskiej¹⁶ pojęcia te definiowane są następująco:

- „pasza” (lub „materiały paszowe”) oznacza substancje lub produkty, w tym dodatki, przetworzone, częściowo przetworzone lub nieprzetworzone, przeznaczone do karmienia zwierząt;

¹⁶ Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (CELEX: 32002R0178)

- „żywność” (lub „środek spożywczy”) oznacza jakiegokolwiek substancje lub produkty, przetworzone, częściowo przetworzone lub nieprzetworzone, przeznaczone do spożycia przez ludzi lub, których spożycia przez ludzi można się spodziewać. „Środek spożywczy” obejmuje napoje, gumę do żucia i wszelkie substancje, łącznie z wodą, świadomie dodane do żywności podczas jej wytwarzania, przygotowania lub obróbki.

Zanim pasza czy żywność trafią do klienta docelowego i staną się dobrem konsumpcyjnym muszą zostać przetransportowane, czasami na znaczne odległości mierzone w setkach czy tysiącach kilometrów. Takie dystanse stanowią duże wyzwania, w szczególności jeśli transportowane są żywe zwierzęta.

Od 1991 roku w Unii Europejskiej istnieją wspólne ramy prawne w dziedzinie transportu zwierząt, które od tego czasu zostały zaktualizowane przez Rozporządzenie (WE) 1/2005 w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu i związanych z tym działań. Rozporządzenie weszło w życie 1 stycznia 2007 r. i miało na celu dostarczenie wspólnych reguł działania podmiotów przy jednoczesnym zapewnieniu wystarczającej ochrony dla transportowanych zwierząt. Rozporządzenie miało korzystny wpływ na dobrostan zwierząt podczas transportu, choć wciąż istniały obszary do poprawy¹⁷.

Komisja Europejska, w ramach projektu Animal Transport Guides, zleciła opracowanie i rozpowszechnienie Poradników Dobrych Praktyk w transporcie zwierząt do stosowania w Europie i krajach trzecich przez firmy transportujące zwierzęta na ubój, do tuczu lub hodowli. Przewodniki zostały opracowane na potrzeby transportu bydła, koni, świń, drobiu oraz owiec¹⁸. Stosowanie się do wytycznych zawartych w przewodnikach ma na celu poprawę dobrostanu podczas transportu. Ma to wpływ na jakość technologiczną surowca mięsnego pozyskiwanego ze zwierząt przeznaczonych do uboju.

Transport rolniczy a środowisko pracy

Transport surowców i produktów rolniczych odbywa się nie tylko w środowisku rolniczym, tj. na polach uprawnych i zabudowaniach gospodarczych. Transport ten odbywa się także po drogach publicznych, koleją, samolotami, statkami morskimi i rzecznyymi. Tutaj zwróćmy uwagę na dwa uciążliwe aspekty transportu rolniczego, mianowicie hałas pojazdów mechanicznych i maszyn roboczych oraz skażenie powietrza spalinami.

Jeszcze do niedawna hałas ciągników i samobieżnych maszyny rolniczych (kombajnów) uchodził za problem marginalny, przede wszystkim dlatego, że te pojazdy mechaniczne prze-mieszczały się w otwartej przestrzeni, odległej, na ogół, od terenów zamieszkałych. Dwie działalności zmusiły jednak konstruktorów do zmiany podejścia do hałasu ciągników i samobieżnych maszyn: po pierwsze potrzeba zmniejszania ekspozycji kierowców na szkodliwe oddziaływanie hałasu a po drugie wzrost proekologicznych poglądów w społeczeństwie. Pewne znaczenie na to miała także migracja ludności miejskiej - jako miejsce zamieszkania, nie pracy - na wieś i oczekiwanie, że będzie to środowisko mniej hałaśliwe niż w miastach.

Ciągniki rolnicze, testowane według procedury OECD, sprawdzane są zakresie tzw. hałasu wewnętrznego (na stanowisku pracy kierowcy) i hałasu zewnętrznego (mierzonego

¹⁷ Pozyskane z: <http://www.animaltransportguides.eu/wp-content/uploads/2017/03/PL-Guides-to-Good-practices-for-the-Transport-of-Cattle.pdf>

¹⁸ Pozyskano z: <http://www.animaltransportguides.eu/pl/o-projekcie/>

w odległości 7,5 m od ciągnika). Postęp w redukcji hałasu ciągników jest wyraźny¹⁹ w takim stopniu, że jest on porównywalny z hałasem samochodów osobowych, a z pewnością samochodów ciężarowych.

Badania emisji spalin silników ciągnikowych dotyczą takich składników, jak tlenki azotu, tlenek węgla oraz węglowodory. W tym zakresie należy oczekiwać dalszych prac konstrukcyjnych, które zmniejszą emisję szkodliwych składników spalin do środowiska (rys. 12).



Rys. 12. Węglowodory (sadza zebrana do szklanego pojemnika) po godzinie pracy silnika spalinowego do napędu kosiarki do traw.

Źródło: (fot. T. Juliszewski)

Podsumowanie

Transport wyróżnia - spośród innych rodzajów transportu surowców i towarów – to, iż przemieszczane ładunki to obiekty biologiczne (roślinne i zwierzęce). Podatność tych obiektów na uszkodzenia jest większa niż obiektów nie biologicznych. Uszkodzenie ziarna, owoców, czy jajek drobiu zmniejsza ich wartość użytkową i handlową – niekiedy w stopniu, który towar staje się odpadem wymagającym utylizacji. Uszkodzenia te zmniejszają też zdolność przechowalniczą surowców i produktów biologicznych, gdyż sprzyja to infekcji drobnoustrojami, które znajdują sprzyjające warunki rozwoju na uszkodzonych powierzchniach.

¹⁹ Adamczyk F. Praca doktorska: Rozprzestrzenianie się hałasu ciągników rolniczych w środowisku ich pracy. Kraków, 2003

Przemieszczanie surowców i towarów pochodzenia biologicznego odbywa się obecnie przy pomocy mechanicznych środków transportowych oraz załadunkowych i rozładunkowych. Ich wydajność jest niekiedy imponująca, jeśli – przykładowo – wskazać iż tzw. rata załadunkowa statku do przewozu ziarna wynosi 10 tysięcy ton na dobę. Duża wydajność urządzeń załadunkowych i rozładunkowych, a także duże prędkości transportowe po drogach publicznych czy torach kolejowych, sprzyjają powstawaniu uszkodzeń przewożonych materiałów. Dążenie do wzrostu wydajności pracy urządzeń transportowych oraz załadunkowo-rozładunkowych jest permanentnym zadaniem konstruktorów i producentów tych urządzeń.

Inżynieria mechaniczna, wykorzystując fizyko-chemiczno-biologiczne parametry obiektów biologicznych umożliwia z jednej strony uzyskanie pożądaných przez użytkowników parametrów wydajnościowych urządzeń transportowych przy jednoczesnym redukowaniu ryzyka niepożądanych oddziaływań tych urządzeń na przewożone materiały. W czasach globalizacji zagadnienia optymalizacji konstrukcji tych urządzeń, łącznie ze śledzeniem ich chwilowego położenia na trasach transportu towarów (*traceability*), będzie wyzwaniem dla inżynierii mechanicznej ulokowanej obecnie w nowych strukturach urzędowego podziału dyscyplin naukowych.

Bibliografia

- Adamczyk F.: Praca doktorska: Rozprzestrzenianie się hałasu ciągników rolniczych w środowisku ich pracy. Kraków, 2003
- Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05, Kuratorium für Technik Und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) Darmstadt, 2004
- Juliszewski T.: Transport w rolnictwie- uwarunkowania ergonomiczne. (w): Praca zbiorowa pod red. Marek T., Ogińska H., Pokorski J. Ergonomia Transportu. Praca zbiorowa KPZiE_IZ, UJ Kraków 2001. ISBN 83-908842-8-3
- Pabis S.: Metodologia i metody nauk empirycznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1985
- Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (CELEX: 32002R0178)
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych
- Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (CELEX: 32002R0178)
- Źródła internetowe:
- Encyklopedia zarządzania: Pozyskane z: https://mfiles.pl/pl/index.php/Strona_g%C5%82%C3%B3wna (dostęp: 03.11.2020)
- GUS. Rocznik Statystyczny 2019. Pozyskane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnictwo/wstepny-szacunek-glownych-ziemnioplodow-rolnych-i-ogrodnictw-w-2019-roku,3,13.html> Pozyskane z: <http://www.animaltransportguides.eu/wp-content/uploads/2017/03/PL-Guides-to-Good-practices-for-the-Transport-of-Cattle.pdf>
- Pozyskano z: <http://www.animaltransportguides.eu/pl/o-projekcie/>

MONITORING FLOTY TRANSPORTOWEJ A KOSZTY DYSTRYBUCJI TOWARÓW

**Michał Kowalczyk¹, Zbigniew Daniel², Dariusz Kwaśniewski², Zbigniew Kowalczyk²,
Elżbieta Olech², Jakub Sikora³, Maciej Gliniak³**

¹ Dyplomant w Katedrze Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: zbigniew.daniel@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-5507-8911; dariusz.kwasniewski@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-1873-1456, zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8001-2092, elaolech@gmail.com, ORCID 0000-0003-4405-701X

³ Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: jakub.sikora@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-6215-6065; maciej.gliniak@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-2244-1726

Adres do korespondencji: zbigniew.daniel@urk.edu.pl

Wstęp

Dystrybucja towarów jest jednym z najważniejszych elementów w łańcuchu logistycznym, ponieważ ma za zadanie udostępnić produkty w miejscu i czasie odpowiadającym potrzebom oraz oczekiwaniom klientów¹.

W przedsiębiorstwie produkcyjno-handlowym branży spożywczej bardzo ważne jest, aby końcowy klient otrzymał towar dokładnie w momencie, kiedy go potrzebuje. Ważną rolę mają tu przedstawiciele handlowi wyposażeni w odpowiednią bazę samochodów umożliwiających dotarcie do klienta w sposób niezawodny i w jak najkrótszym czasie².

Przewóz surowców i gotowych wyrobów powinno się rozpatrywać nie tylko w aspekcie ekonomicznym (koszty, opłacalność), ale także ekologicznym. Transport w Polsce

¹ Wojciechowski Ł., Cisowski T., Grzegorzczak P. Metody zarządzania flotą samochodową w firmie. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe. 6/2010 za: Rutkowski K. (red.): Logistyka dystrybucji. Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2002

² Dmowski A. Praktyczne aspekty zarządzania flotą w przedsiębiorstwie branży spożywczej. Eksploatacja i Niezawodność nr 3, Wydawca Polskie Naukowo–Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne, Lublin, 2008

odpowiedzialny jest za emisję ponad 28% tlenku azotu, ponad 27% dwutlenku węgla i ponad 15% zanieczyszczeń pyłowych³.

Wprowadzenie Inteligentnych Systemów Transportowych do zarządzania szeroko rozumianą infrastrukturą transportową ma na celu⁴:

- organizację i zarządzanie optymalizacją strumieni przepływu pojazdów na drogach,
- zwiększenie bezpieczeństwa na drogach,
- zwiększenie efektywności transportu,
- zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

Do grupy Inteligentnych Systemów Transportowych wykorzystywanych w zarządzaniu flotą pojazdów zalicza się⁵:

- systemy pozycjonowania (GPS),
- urządzenia do monitorowania ruchu, czyli sensory, detektory i wideo detektory,
- urządzenia nadzoru telewizyjnego (monitoring),
- systemy automatycznej lokalizacji,
- urządzenia do pomiarów i monitorowania zmian pogody,
- systemy sterujące online,
- systemy komunikacji,
- karty elektroniczne (karty paliwowe).

Car Fleet Managment w skrócie określany jako CFM, już chyba na stałe zadomowił się w naszym kraju. Rynek flotowy ciągle rozwija się i daleko mu jeszcze do tego, aby ustabilizował się na stałe. Największą dynamiką wzrostu charakteryzował się on w latach 2004/2005 i w dalszym ciągu następuje jego wzrost⁶.

Telematyka znalazła szerokie zastosowanie w kontroli działania transportu drogowego. Połączenie systemu telekomunikacyjnego i informatycznego z możliwością gromadzenia wielu danych na temat pojazdu, ułatwia zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym. Zastosowanie programu (systemu) zarządzania flotą pojazdów przynosi konkretne efekty finansowe obniżając koszty działalności przedsiębiorstwa. W badaniach Trzaskowski i Wasiak⁷ dla dużych, średnich i małych przedsiębiorstw transportowych uzyskano redukcję kosztów związanych ze zużyciem paliwa, ogumienia, obniżyły się koszty ubezpieczeń, napraw i przeglądów (tab. 1). Kryzys finansowy który od roku 2009 dotknął także firmy transportowe

³ Kijewska K., Iwan S., Nürnberg M., Małecki K. Telematics tools as the support for unloading bays utilization. Archives of Transport System Telematics Vol. 11, iss. 4. Wydawca Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, Katowice, 2018

⁴ Juciński S. Analiza systemów kompleksowego zarządzania logistycznego flotą pojazdów. Mechatronika i telematyka w logistyce. Monografia G. Dzieniszewski i M. Kubń (red.) Wydawnictwo, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Przemysł, 2019

⁵ Juciński S. Analiza systemów kompleksowego zarządzania logistycznego flotą pojazdów. Mechatronika i telematyka w logistyce. Monografia G. Dzieniszewski i M. Kubń (red.) Wydawnictwo, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Przemysł, 2019

⁶ Dmowski A. Praktyczne aspekty zarządzania flotą w przedsiębiorstwie branży spożywczej. Eksploatacja i Niezawodność, nr 3, Wydawca Polskie Naukowo – Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne. Lublin 2008

⁷ Trzaskowski D., Wasiak M. Strategie w zarządzaniu flotami samochodów osobowych stosowane na polskim rynku – wyniki badań. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Z. 125, Warszawa, 2019

paradoksalnie wpłynął na dynamiczny rozwój telematyki. Zastosowane tego typu urządzenia w pojazdach w okresie zmniejszonych dochodów firm pozwoliło na obniżenie kosztów związanych przede wszystkim ze zużyciem paliwa jak i umożliwił uzyskanie preferencyjnych stawek ubezpieczeniowych pojazdów⁸.

Tabela 1. Skala redukcji kosztów dzięki zastosowaniu rozwiązań telematycznych

Rodzaj kosztów	Ogółem	Duże firmy	Małe i średnie przedsiębiorstwa
Koszt zużycia paliwa	11,77%	12,22%	10,42%
Koszt ubezpieczenia	7,92%	8,61%	5,83%
Koszty napraw i przeglądów	7,71%	7,92%	7,08%
Koszt zużycia ogumienia	7,40%	7,78%	6,25%

Źródło: Trzaskowski, Wasiak, 2019

Flota samochodowa przedsiębiorstwa

W analizowanym przypadku w dziale sprzedaży przedsiębiorstwa z branży spożywczej wykorzystywane są samochody osobowe przez przedstawicieli handlowych ds. hurtu i ds. detalu, oraz kierowników regionalnych sprzedaży. Łącznie analizie poddane zostało 57-59 pojazdów w zależności od roku użytkowania. Firma użytkuje samochody w okresach 3-letnich. W 2009 roku spółka zakupiła samochody marki Skoda i użytkowała je przez 3 lata. Dzięki temu, że firma w 2012 roku zdecydowała się po raz kolejny na wybór samochodów Skoda, uzyskano bardzo transparentne wyniki badań, ponieważ zmiany kosztów naprawy, lub zużycia paliwa nie były związane ze zmianą marki. W 2009 jak i w 2012 roku zakupione samochody, były wyposażone w takie same silniki wysokoprężne.

W roku 2012 przy zakupie nowych samochodów zostały w nich zainstalowane nadajniki GPS, oraz rozpoczęto współpracę z firmą Finder.

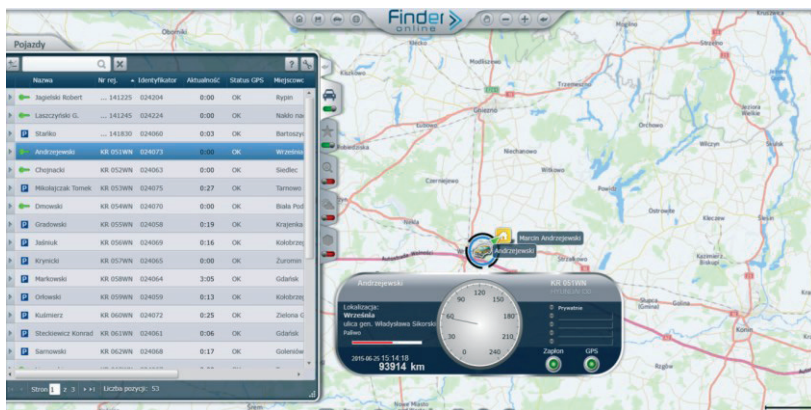
Firma ta proponuje Platformę lokalizacyjną Finder Online, przystępne i łatwe w obsłudze narzędzie, znacznie usprawniające proces zarządzania wszelkimi mobilnymi zasobami przedsiębiorstwa, a więc również flotą samochodów, zespołem maszyn czy grupą pracowników, wykonujących swe zadania w terenie. Za pośrednictwem Finder Online możliwe jest stałe monitorowanie zarówno obecnej lokalizacji, jak i przebytych tras wszystkich pojazdów oraz mierzenie efektywności pracy zatrudnianych osób. Użytkowanie platformy lokalizacyjnej automatyzuje i usprawnia funkcjonowanie firmy, pomaga w zniwelowaniu zbędnych kosztów oraz w zwiększeniu zysków, umożliwia likwidację nadużyć, a także wskazuje niewykorzystany dotąd potencjał⁹.

⁸ Radkowski S., Rokicki K. Systemy monitorowania pojazdów przegląd istniejących rozwiązań i kierunki ich rozwoju. Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management Nr 47, 2011

⁹ Eparcie floty. (on-line). Pozyskano z: <https://www.finder.pl/wsparcie-floty/finder-online-zarzadzanie-flota-firmowa/>

System monitoringu pojazdów

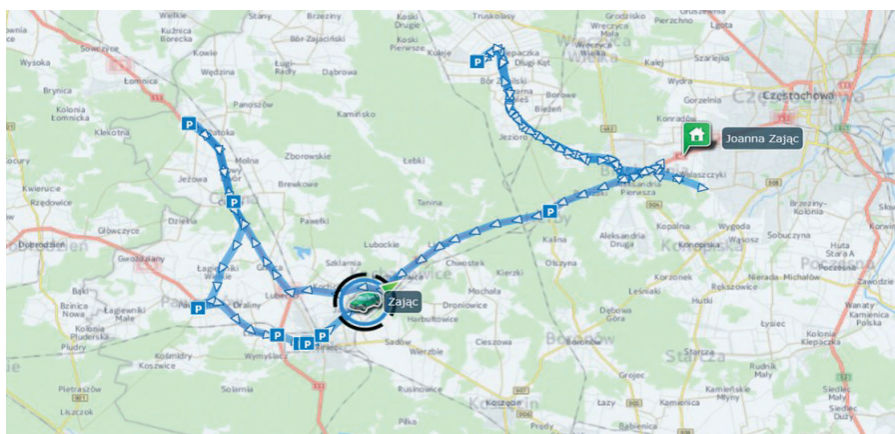
System Finder Online służy do monitorowania, nadzorowania i zarządzania pojazdami oraz zasobami mobilnymi.



Rys. 1. Przykładowy obraz programu Finder Online

Źródło: oprogramowanie firmy Finder

Jedno kliknięcie na symbol samochodu powodując, że od razu widzimy na ekranie komputera, gdzie się znajduje, widzimy aktualny stan paliwa i licznika, oraz czy ma uruchomiony zapłon i z jaką prędkością się porusza. System może być również obsługiwany przy pomocy takich urządzeń jak tablet czy smartfon.



Rys. 2. Obraz programu – przegląd trasy

Źródło: oprogramowanie firmy Finder

Opcja szybkiego podglądu dzisiejszej trasy pokazuje nam czy pracownik w ogóle wyjechał dzisiaj z domu, oczywiście gdzie jest w danym miejscu oraz dotychczasowe miejsca postoju z wyłączonym zapłonem. Nie musimy tego monitorować permanentnie, można w programie utworzyć tzw. alerty, które same będą nas informować o zaistniałych sytuacjach, np.:

- wyznaczamy strefę danego handlowca w której może się poruszać i każdy jego wyjazd poza dany obszar powoduje samoczynne przesłanie informacji mailowo lub sms-em,
- co więcej możemy wyznaczyć strefę zakazaną (np. oznaczamy miejsce zamieszkania i promień 300 m) od poniedziałku do piątku w godzinach od 9 do 15. Po takim ustawieniu każdy wjazd danego przedstawiciela do tej strefy w tych dniach i w tych godzinach będzie skutkował przesłaniem informacji np. do bezpośredniego przełożonego.

Moduł raportowania w systemie

Służy do przeglądania danych zgromadzonych w systemie, weryfikacji wykonania zadań, analizy wykorzystania zasobów, zużycia paliwa, przebiegu pojazdów, przygotowania kart drogowych czy rozliczenia kilometrów z przejazdów prywatnych.

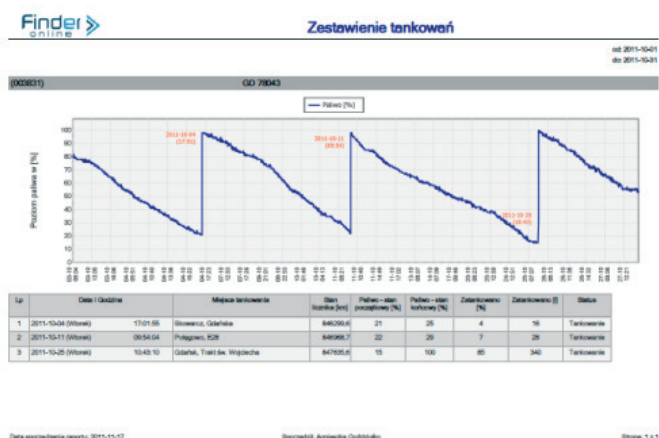
Raport wizyt handlowych

Pozwala wprowadzić adresy klientów poprzez import z bazy danych.

Raport tankowań i zużycia paliwa

Zawiera następujące informacje:

- data godzina i miejsce tankowania,
- początkowy i końcowy stan licznika,
- ilość zatankowanego paliwa w litrach i %,
- wykres spalania.



Rys. 3. Obraz programu – przegląd trasy

Źródło: oprogramowanie firmy Finder

Powyżej widzimy przykładowy wykres spalania. W w/w przypadku przebiega ona jak najbardziej prawidłowo, widzimy dzięki niemu, że nie pojawiają się nagle skoki spadku paliwa w zbiorniku, ani żadne inne anomalie. Oczywiście dane z systemu mogą być zestawione z danymi z kart paliwowych, dzięki czemu mamy pewność, że to co zostało zatankowane i zapłacone przez firmę znalazło się we właściwym samochodzie.

Raport ze wszystkich przejazdów i postojów

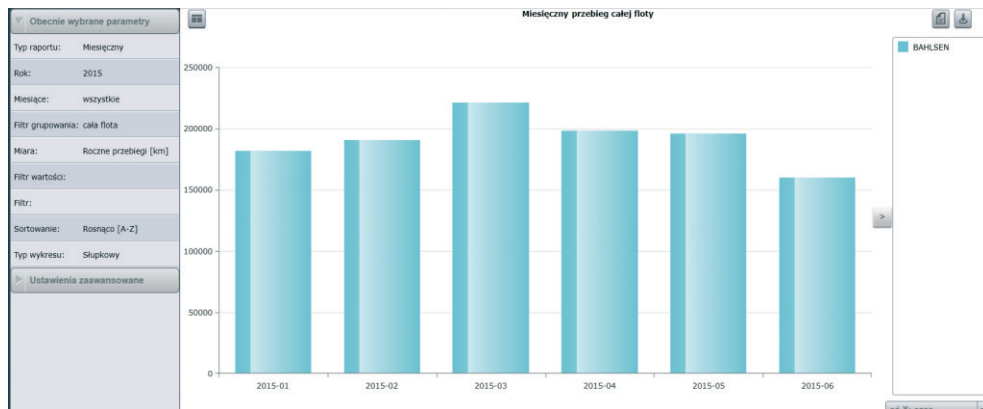
Obejmuje:

- godzinę i miejsce wyjazdu / przyjazdu,
- miejsce i czas postoju,
- czas jazdy,
- długość przejechanego odcinka,
- przejazdy zaliczone do km służbowych lub prywatnych.

Raport może być generowany pojedynczo, lub dla grupy samochodów, za okres od jednego dnia do maksymalnie trzech miesięcy.

Moduł Business Intelligence

Wbudowany, analityczny moduł zarządcy tzw. business intelligence, przeznaczony dla kadry zarządzającej. Umożliwiają prezentację danych w formie czytelnych wykresów systematyzujących procesy zachodzące w firmie. Doskonała podstawa do podejmowania decyzji strategicznych w firmie.



Rys. 4. Przykładowy raport business intelligence – przebieg całej floty

Źródło: oprogramowanie firmy Finder

Raport przebiegu całej floty, bez zbędnego importu danych, obrabiania ich i późniejszego tworzenia wykresów. Od razu widzimy, że w marcu przebieg całej floty był najwyższy i przekroczył 200 000 km. Za to w czerwcu nieco ponad 150 000 km, co jest wynikiem

zapewne Święta Bożego Ciała, oraz konferencji działu sprzedaży, która w tym roku właśnie odbywała się w czerwcu.



Rys. 5. Przykładowy raport business intelligence – dla całej floty

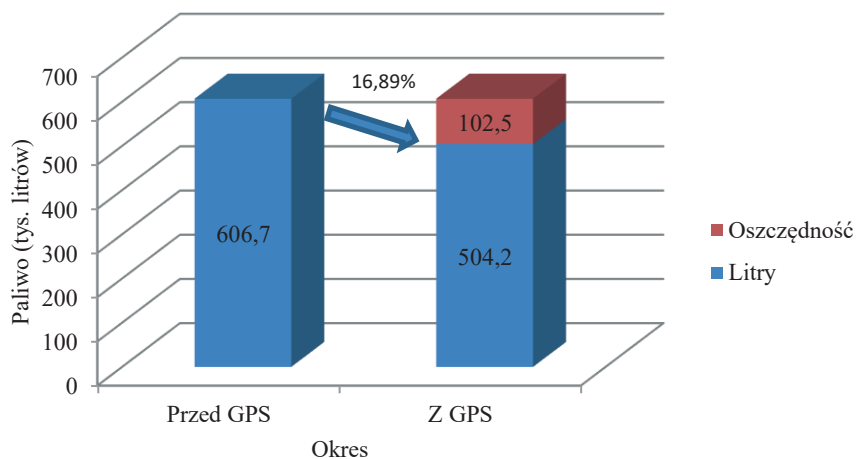
Źródło: oprogramowanie firmy Finder

Powyższy raport przy pomocy jednego kliknięcia pokazuje nam (w sposób graficzny, bardzo czytelny) w górnej części stopień wykorzystania samochodu, widzimy jakie przebiegi są pokonywane w tygodniu, a jakie w weekendy. Drugi raport pokazuje stopień wykorzystania samochodu. Ile czasu ze całego dnia składa się na czas postoju, ile na czas jazdy, a ile to czas wolny. Oczywiście taka analiza może być wykonana dla jednego samochodu, jak również dla danego regionu lub całej floty.

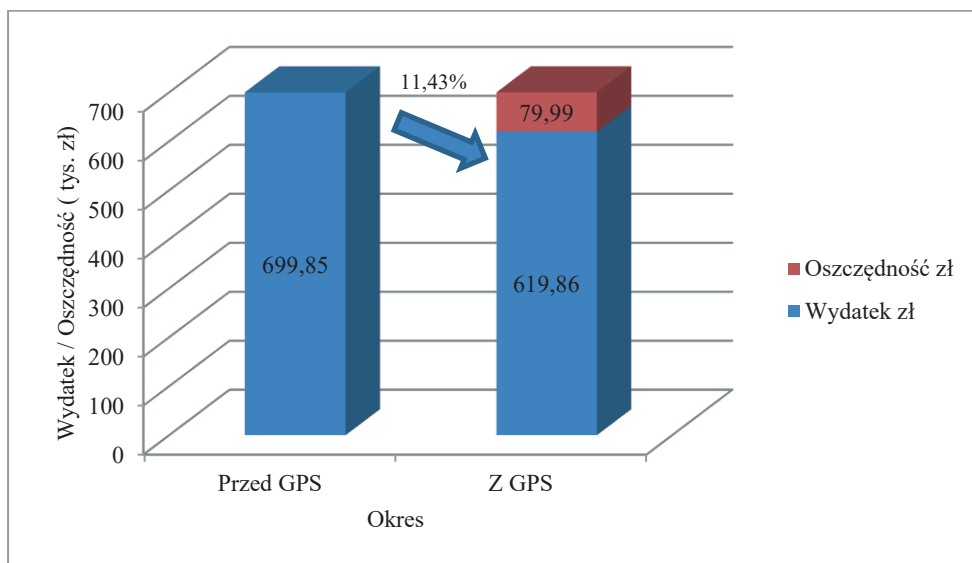
Producent danego systemu do monitoringu pojazdów zapewnia w swoich materiałach, iż zakup nadajnika wraz z oprogramowaniem średnio zwraca się po okresie 3-4 miesiącach. Ponadto powoduje zmniejszenie przebiegów o ponad 20%, co w konsekwencji wpłynie na zmniejszenie kosztów paliwa o około 10% i zmniejszy koszty eksploatacji pojazdów. Wizja kontroli pracownika spowoduje, iż stawiane przed nim zadania będą lepiej wypełniane, a oni sami skuteczniej wypełnią cele, które się przed nimi stawia. Dodatkowo wyeliminuje to wszelkie pola do ewentualnego nadużycia i nieprawidłowości.

Efekty ekonomiczne zastosowanego systemu monitoringu pojazdów

Zastosowanie monitoringu pojazdów przedstawicieli handlowych wygenerowało dla przedsiębiorstwa oszczędności w zużytych paliwie. Prezentowane poniżej wyniki zostały obliczone dla 57 samochodów użytkowanych w obydwu okresach.



Rys. 6. Zestawienie zużycia paliwa w latach 2009-2011 (przed zamontowaniem systemu GPS) i 2012-2014 (po zamontowaniu systemu GPS)



Rys. 7. Oszczędności na naprawach, dzięki zastosowaniu systemu GPS dla 57 samochodów

Czyli pracownicy w latach 2009-2012 zużyli 606 708 litrów dla 57 samochodów. Natomiast w drugim okresie zużycia paliwa przez wszystkie pojazdy spadł o 16,89%.

Oszczędności związane z naprawami to 104 500 zł. Procentowo stanowią one mniejszy udział niż paliwo, ale to i tak więcej niż gwarantuje producent systemu. Spadek kosztów nastąpił o 11,43%.

W przeliczeniu na jeden użytkowany samochód firma uzyskała oszczędności przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Średni koszt napraw i zużycia paliwa na cykl użytkowania

Wyszczególnienie	Ogółem	Średnia na 1 samochód	Ogółem	Średnia na 1 samochód
Okres	Przed GPS (lata 2009-2011)		Z GPS (lata 2012-2014)	
Naprawy (tys. zł)	724,4	12,278	619,9	10,875
Zużycie paliwa (tys. litrów)	628	10,644	504,2	8,846

Nakłady inwestycyjne

W związku z funkcjonowaniem systemu GPS firma ponosi dwa rodzaje kosztów: inwestycyjne, abonamentowe.

Koszty inwestycyjne, związane są z zakupem i montażem nadajników i wyniosły one 1100 zł na samochód. Co w przeliczeniu całej floty daje kwotę 62700 zł.

Abonament za świadczenie usług wynosił 40 zł za miesiąc na samochód.

Tabela 3. Koszty GPS w skali miesiąca i łącznie

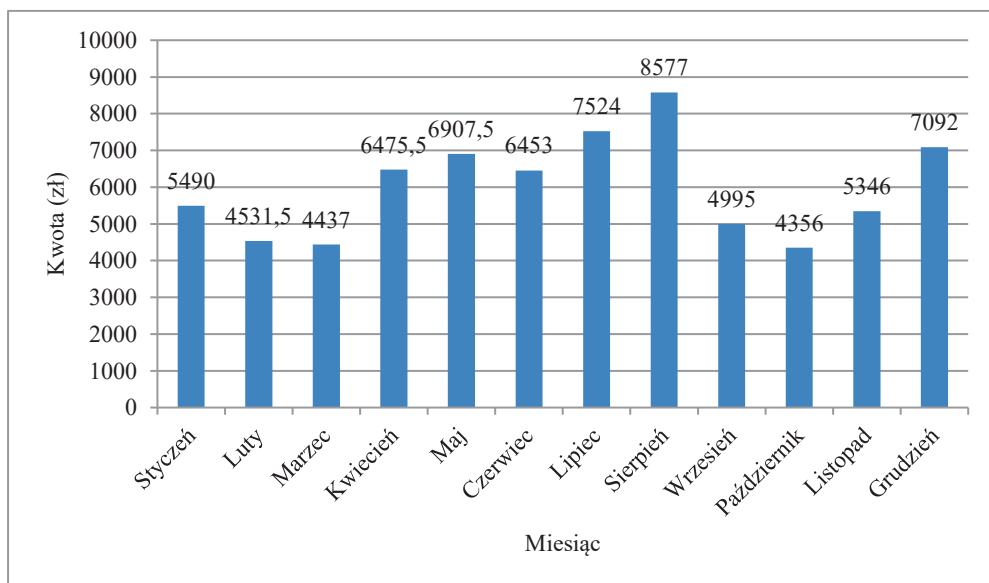
Wyszczególnienie	Koszty jednostkowe (zł)	Liczba samochodów (szt.)	Łączny koszt (3 lata eksploatacji) (zł)	Koszt jednostkowy w skali miesiąca (zł/m-c)
Inwestycja	1100	57	62 700,0	1 741,6
Abonament	40 / sam. / mc	57	82 080,0	2 280,0
Razem	-	-	144 780,0	4 021,6

Stopa zwrotu

Wprowadzenie systemu GPS nie spowodowało zmian w zatrudnieniu, pozostało w firmie tylu samo pracowników będących użytkownikami samochodów co wcześniej. Teoretycznie firma powinna zatrudnić dodatkowego pracownika do obsługi systemu zarządzania flotą, co obniżyłoby uzyskane oszczędności, w związku z jego zatrudnieniem. Zarząd firmy jednak uznał, że obsługa systemu może być wykonana w oparciu o istniejącą już administrację.

W 2014 roku firma zmieniła zasady mówiące o sposobie użytkowania samochodu służbowego do celów prywatnych. Pracownicy mogą użytkować samochody do w/w celów

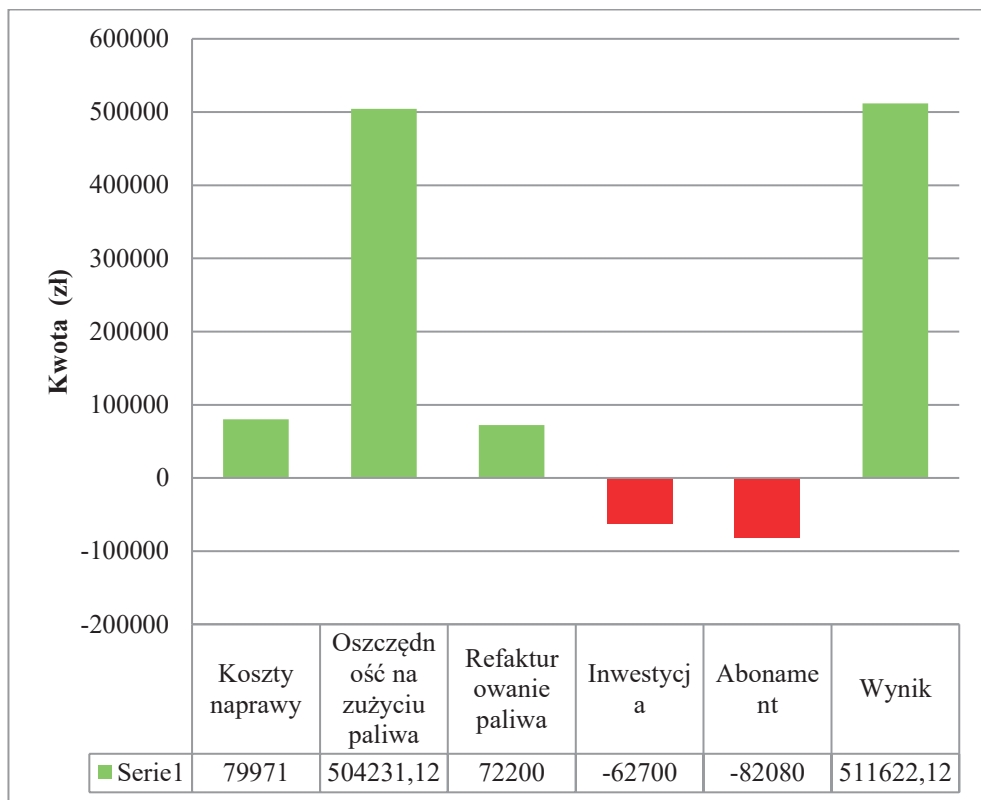
jednak na jasno określonych zasadach. W każdym samochodzie zamontowany jest przełącznik, który w zależności od położenia zalicza przebyte kilometry do tak zwanego przebiegu prywatnego lub służbowego. Pracownik przez cały miesiąc tankuje przy użyciu firmowej karty flotowej (niezależnie od tego czy pokonuje km „prywatne” czy „służbowe”), a następnie spółka dokonuje rozliczenia pomiędzy kilometrami służbowymi, a prywatnymi i proporcjonalną ilość paliwa, zatankowanego do celów prywatnych refakturuje na pracownika, odciażając w ten sposób koszt paliwa wynikającego z działalności firmy. Jak zauważyli pracownicy jest to bardzo dobre rozwiązanie, ponieważ przebiega ono praktycznie bezgłównie, jest uczciwe, bo opłata jest wprost proporcjonalna do pokonywanych przebiegów „prywatnych”. Ponadto zużycie jest liczone z całego pokonywanego dystansu, to znaczy, że im mniej auto zużywa paliwa na 100 kilometrów niezależnie, czy są to przebiegi prywatne czy służbowe tym mniej pracownik płaci za używanie samochodu do celów prywatnych, a spółka odnotowuje mniejsze zużycie paliwa.



Rys. 8. Wartość paliwa użytego na cele prywatne w roku 2014

Firma w 2014 roku wystawiła re-faktury na swoich pracowników w kwocie 72200 zł. Oczywiście największe kwoty odnotowano podczas miesięcy wakacyjnych – lipiec i sierpień.

Na rysunku 9 zaznaczono na kolor zielony oszczędności, które udało się wygenerować dzięki systemowi GPS w przeliczeniu dla 57 samochodów. Natomiast kolor czerwony to koszty związane z wdrożeniem systemu GPS – inwestycyjne i abonamentowe w przeliczeniu na 3 lata.



Rys. 2. Oszczędności i nakłady wynikające z zastosowania systemu GPS dla floty 57 samochodów

Korzyści z zastosowanego systemu obrazuje wyliczenie stopy zwrotu inwestycji.

Stopa zwrotu to nic innego jak stosunek wielkości zysku do otrzymanego obrotu, który zazwyczaj jest rozumiany jako przychód ze sprzedaży.

Stopę zwrotu wyliczamy zgodnie z wzorem:

$$SZ = [(WKI / WPI) - 1] \cdot 100\%$$

gdzie:

WKI – to wartość końcowa inwestycji

WPI – to wartość początkowa inwestycji

WKI = Suma wszystkich przychodów generowanych dzięki systemowi GPS – nakłady na inwestycję i abonament = 511622 zł

WPI = Suma nakładów na inwestycję i abonament = 144780 zł

$SZ = [(511622/144780) - 1] = (3,533 - 1) = 2,534 \cdot 100\% = 253,4 \%$

Stopa zwrotu inwestycji wyniosła aż 253,4%

Czas zwrotu inwestycji przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Wyliczenie czasu zwrotu inwestycji

Oszczędność łączna	511 622 zł
Oszczędność w skali miesiąca	14 212 zł
Koszt miesiąc (abonament)	2 280 zł
Właściwa oszczędność w skali miesiąca	11 932 zł
Inwestycja	62 700 zł
Czas po którym inwestycja zacznie przynosić dochód (m-ce)	5,25

Inwestycja 62700 zł / Oszczędność w skali miesiąca 11932 zł = 5,25 (miesiący). W tak krótkim czasie nastąpił zwrot kosztów inwestycji.

Wnioski

1. Zastosowanie systemu GPS umożliwiającego nadzór floty samochodowej przyniosło oszczędności związane ze zmniejszeniem się kosztów napraw o 11,43%, co daje dla 57 samochodów kwotę oszczędności 79971 zł.
2. Oszczędności związane ze zmniejszeniem zużycia paliwa wyniosły 16,89%, dla 57 samochodów dało to kwotę 504231 zł.
3. Zwrot inwestycji zamontowania systemu GPS nastąpił po niecałych 6 miesiącach co w okresie 3 letniego eksploataowania pojazdów przez ponad 30 miesięcy przynosi wymierne korzyści.
4. Zastosowanie systemu GPS było w pełni uzasadnione ekonomicznie.

Bibliografia

- Dmowski A.: Praktyczne aspekty zarządzania flotą w przedsiębiorstwie branży spożywczej. Eksploatacja i Niezawodność nr 3, Wydawca Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne. Lublin, 2008
- Trzaskowski D., Wasiak M.: Strategie w zarządzaniu flotami samochodów osobowych stosowane na polskim rynku – wyniki badań. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Z. 125, Warszawa, 2019
- Juciński S.: Analiza sytemów kompleksowego zarządzania logistycznego flotą pojazdów. Mechatronika i telematyka w logistyce. Monografia G. Dzieniszewski i M. Kubń (red.) Wydawnictwo, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Przemysł, 2019
- Kijewska K., Iwan S., Nürnberg M., Małecki K.: Telematics tools as the support for unloading bays utilization. Archives of Transport System Telematics Vol. 11, iss. 4. Wydawca Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, Katowice, 2018
- Wojciechowski Ł., Cisowski T., Grzegorzczak P.: Metody zarządzania flota samochodową w firmie. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe. Nr 6, za: Rutkowski K. (red.): Logistyka dystrybucji. Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2002.
- Radkowski S., Rokicki K.: Systemy monitorowania pojazdów przegląd istniejących rozwiązań i kierunki ich rozwój. Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management Nr 47, 2011
- Wsparcie floty. (on-line). Pozyskany z: <https://www.finder.pl/wsparcie-floty/finder-online-zarzadzanie-flota-firmowa/>

LOGISTYCZNE ASPEKTY WYBRANYCH USŁUG KOMUNALNYCH

**Zbigniew Kowalczyk, Urszula Malaga-Toboła, Dariusz Kwaśniewski,
Katarzyna Grotkiewicz, Sylwester Tabor**

Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8001-2092; e-mail: urszula.malaga-tobola@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-7918-8699; dariusz.kwasniewski@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-1873-1456, katarzyna.grotkiewicz@urk.edu.pl, ORCID 0000-0001-8564-0928; sylwester.tabor@urk.edu.pl, ORCID 0000-0003-4614-0247

Adres do korespondencji: e-mail: zbigniew.kowalczyk@urk.edu.pl

Wstęp

Sektor usług logistycznych zmienia się i rozwija pod wpływem wielu czynników. Kluczowe znaczenie mają zmiany w podejściu przedsiębiorstw do zarządzania zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją. Odkąd gospodarki przeszły na orientację marketingową od „rynku sprzedawcy” do „rynku nabywcy”, liczy się nie tylko sam produkt, jego jakość i cena, ale również sposób dostawy i obsługa logistyczna. Dotyczy to dóbr przemysłowych jak i konsumpcyjnych¹.

Potrzeba specjalizacji i profesjonalnej obsługi klienta w zakresie logistyki przyczyniła się do rozwoju operatorów logistycznych oferujących pakiety usług. W branży usług logistycznych tworzą się grupy partnerskich przedsiębiorstw logistycznych, gdyż często niezbędne w prowadzeniu biznesu operacje logistyczne, ze względu na technologię przewozu i przeładunku, przechowywania towaru, angażują zasoby i potencjał więcej niż jednego przedsiębiorstwa. Duże znaczenie w łańcuchach dostaw mają centra logistyczne, w których usługi handlowo-magazynowe i inne są oferowane masowo i na dużą skalę. Zmienia się paradygmat rynku transportu, spedycji i logistyki tak, że powoli ekonomika transportu ewoluuje w kierunku ekonomiki usług logistycznych.

Sektor usług logistycznych skupia grupę przedsiębiorstw zróżnicowanych pod względem oferty usług, zasięgu działania, wielkości itp. Mamy tu do czynienia z działalnością małych i dużych firm, oferujących usługi logistyczne od operacji na poziomie wykonawczym, po usługi w zakresie zarządzania logistycznego, od usług transportu, magazynowania, konfekcjonowania, pakowania, po usługi spedycyjne, kompleksową obsługę łańcuchów dostaw. Sektor rozrasta się, zwiększa obroty z roku na rok i ma coraz większy udział w tworzeniu

¹ Jeszka A. Sektor usług logistycznych w teorii i praktyce. Wyd.2. ISBN 978-83-7641-823-1, 2013

przychodu gospodarki narodowej, jak też cieszy się coraz większym zainteresowaniem prasy i mediów. Rynek usług logistycznych rozwija się w dużej mierze dzięki rosnącej liczbie operatorów logistycznych działających jako strona trzecia. Wśród obszarów działalności logistycznej największym zainteresowaniem cieszą się: zarządzanie dostawami, magazynowanie i zarządzanie zapasami, dystrybucja kontraktowa, obsługa zwrotów jak również inne specjalistyczne usługi¹.

Zaliczane do trzeciego sektora gospodarki usługi, obejmują wszelkie czynności świadczone na rzecz jednostek gospodarczych prowadzących działalność o charakterze produkcyjnym, nie tworząc bezpośrednio dóbr materialnych, tzn. usługi dla celów produkcji. Poza tym dotyczą wszelkich czynności świadczonych na rzecz jednostek gospodarki narodowej oraz na rzecz ludności przeznaczonych dla celów konsumpcji indywidualnej, zbiorowej i ogólnospołecznej². Jednym z rodzajów usług są usługi komunalne. Organizacja usług komunalnych należy do zadań własnych gminy. W zakres usług komunalnych wchodzi usługi publiczne o charakterze technicznym, takie jak: wodociągi i kanalizacja, zaopatrzenie w energię elektryczną, ciepłą i gaz, oczyszczanie gminy, gospodarka odpadami komunalnymi, lokalny transport zbiorowy, komunalne budownictwo mieszkaniowe oraz utrzymanie dróg, zieleni miejskiej i cmentarzy komunalnych³. Podmiotami organizującymi i nadzorującymi usługi komunalne są jednostki samorządu terytorialnego, a więc przede wszystkim gminy, a także powiaty lub województwa. Gmina może wykonywać zadania własne związane z usługami komunalnymi: w formie jednostki organizacyjnej niewyodrębnionej ze swojej struktury, w formie utworzonego przez siebie podmiotu prawa prywatnego, w szczególności spółki prawa handlowego, poprzez powierzenie wykonania określonych zadań osobom trzecim na podstawie umowy. Sposób organizacji i świadczenia usług komunalnych zależy głównie od możliwości finansowych i organizacyjnych gminy. Zakres świadczonych usług komunalnych w poszczególnych gminach jest bardzo zróżnicowany i zależy od jej wielkości i rodzaju, poziomu zurbanizowania oraz liczby i potrzeb jej mieszkańców. Dodatkowym czynnikiem determinującym zakres usług komunalnych są możliwości finansowe gminy. Gospodarka komunalna ma duże znaczenie dla praktycznej realizacji zrównoważonego rozwoju, w sposób znaczący wpływa na gospodarkę zasobami odnawialnymi i nieodnawialnymi⁴. Jednym z najważniejszych zadań gminy w ramach usług komunalnych jest gospodarka odpadami. Problem odpadów ściśle związany jest z postępem cywilizacyjnym człowieka. W obecnych czasach gospodarka odpadami, zwłaszcza odpadami komunalnymi, staje się coraz ważniejsza. Ze względu na to, że odpady stanowią coraz większy problem, zarówno pod względem ekonomicznym, jak i środowiskowym, ich liczba rośnie z każdym rokiem, ważne jest więc podjęcie działań w celu poprawnego postępowania z odpadami⁵. Rozwój społeczeństwa, jego

² Rzeczyński B. Logistyka usług. Zarys obszarów współdziałania. Logistyka, 3, 2001

³ Stachowicz M. Organizacja i świadczenie usług komunalnych w małych miastach na przykładzie gmin miejskich województwa łódzkiego. Potencjał rozwoju małych i średnich miast w Polsce, 16, 2016

⁴ Łapunka I., Pisz I. Wymiar społeczny i biznesowy ekologicznych przedsięwzięć. Cz. 1. Logistyka, 4, 2015

⁵ Smolnik P., Kozerska M. Procesy logistyczne w gospodarowaniu odpadami komunalnymi w wybranym przedsiębiorstwie. Autobusy, 12, 2017

zamożność, główne gałęzie przemysłu odgrywają w tym zagadnieniu znaczącą rolę. Wynika z tego, iż problem zagospodarowania odpadów jest problemem otwartym i dynamicznym⁶.

W tabelach 1 i 2 przedstawiono ilość oraz frakcje odpadów komunalnych odbieranych lub zbieranych w przeliczeniu na mieszkańca Polski na przestrzeni kilku ostatnich lat. Analizując dane przedstawione w tabelach można zauważyć generalny wzrost ilości odbieranych odpadów ale jednocześnie pocieszającym jest fakt, że ilość odpadów zbieranych selektywnie stale rośnie.

Tabela 1. Odpady komunalne odebrane lub zebrane na 1 mieszkańca w latach 2005, 2010, 2015-2017

Wyszczególnienie	2005	2010	2015	2016	2017
Odpady komunalne zebrane lub odebrane ogółem na 1 mieszkańca (kg)	245	261	283	303	312
Odpady komunalne zebrane lub odebrane zmieszane na 1 mieszkańca (kg)	237	238	217	227	227
Odpady komunalne zebrane lub odebrane selektywnie na 1 mieszkańca (kg)	8	22	66	77	84

Źródło: (GUS, 2017)

Tabela 2. Frakcje odpadów komunalnych odebranych lub zebranych selektywnie na 1 mieszkańca w latach 2005, 2010, 2015-2017

Zebrane lub odebrane selektywnie odpady na 1 mieszkańca (kg)	2005	2010	2015	2016	2017
Ogółem	7,7	22,3	66,0	76,6	84,3
Papier i makulatura	2,5	4,4	6,3	6,6	6,0
Szkło	2,6	5,6	11,0	11,6	12,1
Tworzywa sztuczne	1,1	3,2	7,9	7,9	7,7
Zmieszane odpady opakowaniowe	-	-	10,9	13,3	14,3
Wielkogabarytowe	0,9	2,7	6,8	8,8	11,5
Biodegradowalne	-	4,7	17,1	21,4	23,3

Źródło: (GUS, 2017)

W tabeli 3 zaprezentowano ilość odpadów ciekłych odbieranych na przestrzeni kilku ostatnich lat w naszym kraju. Na uwagę zasługuje stale zwiększająca się ilość odpadów ciekłych odbieranych na obszarach wiejskich, co dowodzi większej dbałości o ochronę środowiska i redukcję odprowadzania tych nieczystości do rowów i innych miejsc do tego nie przeznaczonych.

Niestety, w naszym kraju nadal zbyt mało odpadów poddaje się procesom biologicznego i termicznego przetwarzania. Nieużytkowane odpady kierowane na składowiska odpadów mają negatywny wpływ nie tylko na środowisko ekologiczne, ale także środowisko społeczne – składowiska mogą mieć znaczący wpływ również na warunki życia społecznego⁷.

⁶ Łukasik Z., Bril J. Rozwiązania logistyczne zagospodarowania odpadów komunalnych zgodnie z ekorozwojem w gminach. Logistyka, 6, 2011

⁷ Smolnik P., Kozerska M. Procesy logistyczne w gospodarowaniu odpadami komunalnymi w wybranym przedsiębiorstwie. Autobusy, 12, 2017

Gospodarowanie odpadami wpisuje się w nurt rozważań dotyczących bezpieczeństwa ekologicznego jako jednej ze sfer działalności ochrony środowiska⁸. Poziom efektywności gospodarki odpadami komunalnymi, w znacznym stopniu uzależniony jest od sposobu zorganizowania procesów logistycznych usług komunalnych gdyż systemy logistyczne umożliwiają zamknięcie łańcucha dostaw, poprzez ponowne wykorzystanie skonsumowanych surowców.

Tabela 3. Nieczystości ciekłe odebrane w latach 2005, 2010, 2015-2017

Wyszczególnienie	2005	2010	2015	2016	2017
Nieczystości ciekłe odebrane ogółem (hm ³)	18,2	24,6	23,0	23,1	23,7
Miasta	7,8	9,6	7,8	7,5	7,4
Obszary wiejskie	10,4	15,1	15,1	15,7	16,2
Nieczystości ciekłe odebrane od gospodarstw domowych (hm ³)	10,6	16,2	15,8	16,2	17,0
Miasta	4,7	6,1	5,2	5,0	4,9
Obszary wiejskie	5,9	10,0	10,6	11,2	12,1
Nieczystości ciekłe odebrane z innych źródeł hm ³	7,6	8,5	7,1	6,9	6,7
Miasta	3,1	3,4	2,6	2,5	2,5
Obszary wiejskie	4,5	5,0	4,5	4,4	4,2

Źródło: (GUS, 2017)

Logistyka usług komunalnych

W literaturze przedmiotu można spotkać wiele definicji logistyki. Jedna z bardziej trafnych definiuje logistykę jako zintegrowany system planowania, zarządzania i sterowania strukturą przepływów materiałowych oraz sprzężonych z nimi przepływów informacyjnych i kapitałowych w celu optymalnego tworzenia i transformacji wartości (dóbr)⁹. Proces logistyczny to uregulowany łańcuch ściśle powiązanych ze sobą operacji związanych z przepływem materiałów. Procesy logistyczne mają za zadanie wzajemne integrowanie ze sobą strumieni rzeczowych i informacyjnych, a także kontrolowanie sprawności ich przepływu oraz kosztów jakie generują. Jako najważniejsze składowe procesów logistycznych wymienia się:

- fizyczny przepływ dóbr rzeczowych,
- procesy informacyjno-decyzyjne,
- utrzymanie zapasów rzeczowych,
- infrastrukturę procesów logistycznych,
- koszty logistyczne.

Wg Rzeczyńskiego¹⁰ logistyka usług, to w istocie specyficzna logistyka dystrybucji, która stosowana była najpierw przede wszystkim w sferze produkcji, a ostatnio coraz doskonalej objawia swą przydatność również w usługach. Coraz większa ilość odpadów komunalnych

⁸ Korneć R. Logistyka odpadów komunalnych narzędziem kształtowania bezpieczeństwa ekologicznego. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, 2016

⁹ Niziński S., Żurek J. Logistyka ogólna, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2011

¹⁰ Rzeczyński B. Logistyka usług. Zarys obszarów współdziałania. Logistyka, 3, 2001

ale również różnego rodzaju produktów ubocznych i nieprzydatnych dóbr konsumpcyjnych sprawia, że coraz większe znaczenie w gospodarce komunalnej zyskuje logistyka odpadów. U podstaw wszelkich działań logistycznych w zakresie usług związanych z gospodarką odpadami leży określenie ilości wytwarzanych na danym terenie odpadów, a także składu i właściwości, co w znacznej mierze uzależnione jest od rodzaju gminy, standardu życia jej mieszkańców, poziomu ich wykształcenia, a także innych czynników jak np. ich zamożności czy też nawyków żywieniowych. W skład odpadów komunalnych, wchodzi przede wszystkim odpady z gospodarstw domowych, obiektów użyteczności publicznej i obsługi ludności. W odpadach komunalnych można znaleźć wiele składników zaliczanych do odpadów niebezpiecznych, zawierających substancje toksyczne, palne, wybuchowe lub mikroorganizmy chorobotwórcze (m.in.: zużyte baterie, akumulatory, świetlówki, termometry, opakowania po farbach, rozpuszczalnikach, lakierach, smary, oleje, przepracowane, niewykorzystane leki, przeterminowane środki i opakowania po środkach chemicznych oraz nawozach stosowanych w rolnictwie)¹¹. Logistyka usług związanych z gospodarką odpadami na terenie gminy uzależniona jest również w znacznej mierze od obszaru gminy, rodzaju zabudowy, gęstości zaludnienia, jakości dróg itp. Logistyka odpadów obejmuje ogół procesów zarządzania przepływami odpadów (w tym również produktów pełnowartościowych i uszkodzonych, ale uznanych za odpady) i informacji (związanych z tymi przepływami), od miejsc ich powstawania do miejsca ich przeznaczenia, w celu ponownego użycia, odzyskania wartości (poprzez naprawę, recykling lub przetworzenie) lub właściwego ich unieszkodliwienia i długoterminowego składowania w taki sposób, by przepływy te były ekonomicznie efektywne i minimalizowały negatywny wpływ na środowisko naturalne człowieka¹².

Wg Krzywdy¹³ specyfika stałych odpadów komunalnych jako przedmiotu przepływów w kanałach logistycznych polega na ich niewielkiej wartości, która, może jednak zostać znacznie podwyższona na skutek właściwych procesów gromadzenia i zbierania odpadów, a następnie ich transportowania do odpowiednich miejsc. Uzyskane w ten sposób dobra, odpowiednio posegregowane i przetransportowane stają się surowcem mogącym znaleźć zastosowanie w rozmaitych gałęziach gospodarki.

Do najważniejszych etapów gospodarki odpadami stałymi opierającej się na selektywnej zbiórce odpadów zalicza się: gromadzenie, transport, przeładunek, składowanie, przetwarzanie. Gromadzenie odpadów ma miejsce zaraz po etapie ich odpadów i odbywa się najczęściej blisko miejsca ich powstawania. Oprócz firmy komunalnej, za gromadzenie odpadów odpowiada ich wytwórca. Gromadzenie odpadów jest pierwszym procesem logistycznym obejmuje przede wszystkim umieszczanie i czasowe przetrzymywanie odpadów w specjalnie do tego przeznaczonych pojemnikach, w celu przygotowania ich do transportu do miejsc późniejszego odzysku czy też unieszkodliwiania. Ze względu na ilość pojemników wyróżnia się systemy: jednopojemnikowe, dwupojemnikowe oraz wielopojemnikowe. W przypadku systemów jednopojemnikowych, odpady są rozdzielane na biorozkładalne i pozostałe.

¹¹ Łukasik Z., Bril J. Rozwiązania logistyczne zagospodarowania odpadów komunalnych zgodnie z ekorozwojem w gminach. *Logistyka*, 6, 2011

¹² Bril J., Łukasik Z. Rydygier E. Wykorzystanie logistyki w gospodarowaniu odpadami komunalnymi. *Logistyka*, 4, 2015

¹³ Krzywda D. Procesy logistyczne w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi. *Logistyka*, 2, 2012

Biorozkładalne kieruje się do kompostowania, a pozostałe do spalarni, po ewentualnym oddzieleniu od nich szkła i metali, jako odpadów niepalnych. Oddzielone odpady szklane i metalowe kierowane są do recyklingu materiałowego, o ile jest to technicznie możliwe i ekonomicznie uzasadnione. W systemie dwupojemnikowym, oddzielnie składa się odpady organiczne (do kompostowania) i pozostałe odpady, z których wydziela się często odpady niebezpieczne (do unieszkodliwiania), a resztę przeznacza się do spalania lub składowania. W tym systemie niektóre surowce wtórne, a szczególnie makulaturę, szkło i metale, kieruje się do recyklingu materiałowego. Ostatnim systemem jest system wielopojemnikowy, w którym występuje kilka pojemników na odpady przewidziane do recyklingu materiałowego (np. szkło, makulatura, metale, tworzywa sztuczne) oraz dodatkowe pojemniki na odpady do spalarni i do kompostowania. Innym systemem gromadzenia odpadów jest system workowy, gdzie w foliowych kolorowych workach segreguje się odpady podobnie jak w systemie wielopojemnikowym. Selektywny sposób sortowania odpadów u źródła ich powstawania obniża koszty sortowania przez przedsiębiorstwo komunalne, a tym samym opłaty dla ludności za wywóz i utylizację. Poza tym dzięki niemu odzyskuje się surowce wtórne i kieruje je do dalszego wykorzystania. W systemach logistycznych bardzo istotne znaczenie ma zaufanie mieszkańców do systemu, polegające na przekonaniu, że ich trud wkładany w segregację i zbiórkę odpadów nie będzie marnowany, co ma czasami miejsce podczas łącznego wywozu uprzednio posegregowanych odpadów tym samym środkiem transportu, w którym zostają one wymieszane, braku systematyczności w opróżnianiu pojemników, nie utrzymywaniu ich w należytym stanie technicznym i w czystości¹⁴.

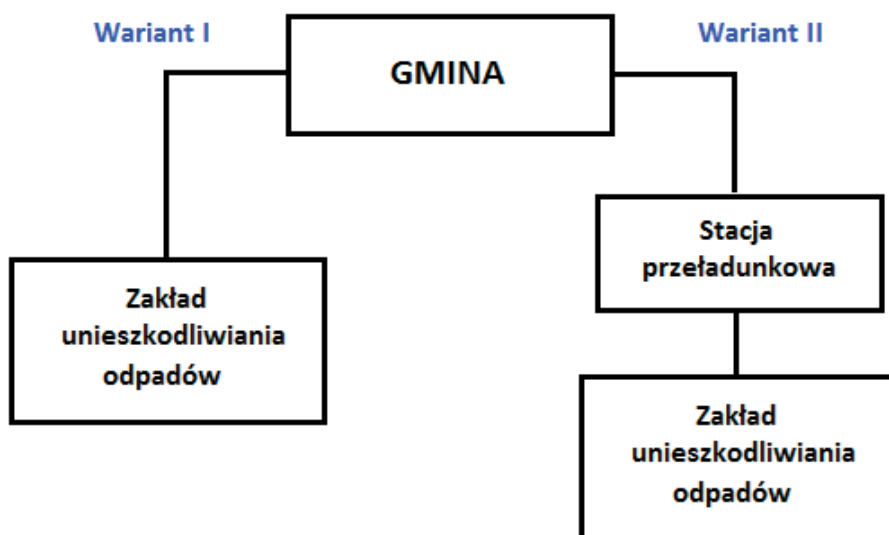
Odpowiednie zaplanowanie procesu gromadzenia i załadunku odpadów pozwala na sprawny odbiór i transport odpadów, który może odbywać się w formie bezpośrednio z miejsca nagromadzenia czyli tzw. zbiórka „przy krawężniku” lub systemem przywozu do centrum recyklingu lub kontenerów ogólnodostępnych¹⁵. W procesie odbioru i transportu nie uczestniczy już konsument wytwarzający odpady, lecz inny podmiot, dla którego ten rodzaj działalności ta jest głównym celem. Zbieranie i transport odpadów komunalnych, jako faza logistycznego systemu gospodarki odpadami, składa się z kilku elementów roboczych takich jak np.: podstawienie zbiorników do krawężnika, opróżnianie zbiorników do śmieciarki, odstawianie ich na poprzednie miejsce, jazda śmieciarką do następnego stanowiska zbiorników, wielokrotne powtarzanie tych czynności (aż do całkowitego wypełnienia zbiornika śmieciarki, uwzględniając w tym zgniot odpadów), jazda do miejsca rozładunku pojazdów, powrót samochodu na rejon jeszcze nieobsłużony¹⁶. Odbiór odpadów z miejsc ich gromadzenia oraz transport powinien być dobrze zorganizowany, z uwzględnieniem terminów i częstotliwości wywozu oraz ze starannym zaplanowaniem trasy gdyż koszty procesu transportu stanowią znaczny odsetek całkowitych kosztów związanych z gospodarką odpadami. W transporcie odpadów segregowanych, stosuje się różne systemy, różniące się rodzajem środków transportowych, a mianowicie systemy: zintegrowane, częściowo zintegrowane oraz addytywne. W systemach zintegrowanych do wywozu posegregowanych odpadów używa się

¹⁴ Korzeniowski A., Urbaniak W. Logistyczne systemy zbiórki i usuwania odpadów opakowaniowych w świetle ustawodawstwa krajowego. *Recykling*, 6, 2002

¹⁵ Gajewska T., Szkoda M.: *Logistyka zwrotna jako nowoczesna forma gospodarki odpadami*. Autobusy, 6, 2016

¹⁶ Przywarska R. *Podstawy oczyszczania miast i terenów wiejskich*, Wydawnictwo WSZEiA, Bytom, 2003

jednego pojazdu, najczęściej samochodu wielokomorowego, przystosowanego do wywozu różnego rodzaju odpadów. W systemach częściowo zintegrowanych wykorzystuje się specjalnie do tego celu przeznaczone pojazdy, które wywożą każdy rodzaj gromadzonych odpadów oddzielnie. Systemy addytywne są połączeniem obu systemów¹⁷. Systemy transportu odpadów dzieli się jeszcze w zależności od liczby etapów transportu i liczby przeładunków na stacjach przeładunkowych na: jedno, dwu i trzystopniowe, co jeszcze bardziej komplikuje proces transportu od strony logistycznej. W wypadku znacznych odległości transport odpadów przy wykorzystaniu śmieciarek staje się nieopłacalny, stąd bardzo istotne jest rozplanowanie stacji przeładunkowych, gdyż wpływa ono znacznie na obniżenie kosztów zbiórki i transportu odpadów, a także na skuteczniejsze wykorzystanie specjalistycznego sprzętu, który nie zawsze jest odpowiedni do transportu dalekobieżnego¹⁸.



Rys. 1. Jedno i dwustopniowy system zbierania odpadów

Jeżeli zebrane odpady mają trafić na wysypisko, to często są najpierw sortowane, ew. proces sortowania odbywa się już na samym wysypisku. Sortowanie odpadów odbywa się z wykorzystaniem urządzeń wykorzystujących właściwości magnetyczne materiału, jego temperaturę topnienia lub ciężar ewentualnie może się również odbywać w sposób ręczny. Materiał po rozsortowaniu poddawany jest zazwyczaj dalszej obróbce, a więc w zależności od rodzaju materiału: prasowaniu, kruszeniu czy szarpaniu, a dopiero potem przekazywany jest do firm zajmujących się recyklingiem. Pozostały, bezwartościowy z punktu widzenia recyklingu materiał trafia z kolei na wysypiska odpadów. Składowisko odpadów stanowi

¹⁷ Krzywdą D. Procesy logistyczne w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi. Logistyka, 2, 2012

¹⁸ Bril J., Łukasik Z. Logistyczny system gospodarki odpadami. Logistyka, 2, 2012

bardzo duże zagrożenie dla środowiska naturalnego, z tego powodu wybranie położenia składowiska jest w rzeczywistości najtrudniejszym etapem postępowania projektowego w logistycznie zintegrowanej gospodarce odpadami¹⁹. Procesami wtórnymi przeróbki odpadów są m.in.: przetwarzanie biologiczne – kompostowanie, przetwarzanie termiczne – spalanie i piroliza, przetwarzanie biochemiczne – wytwarzanie biogazu, przetwarzanie elektrochemiczna – elektrochemiczny odzysk metali²⁰. Jak istotna jest przeróbka i ponowne wykorzystanie surowców z odpadów dowodzą dane przedstawione w tabelach 4 i 5, gdzie zaprezentowano obecne i potencjalne przychody ze sprzedaży surowców wtórnych w poszczególnych województwach w Polsce.

Sadowski (2010) wskazuje dwa podstawowe cele logistyki zagospodarowania odpadów, a mianowicie: ekonomiczny i ekologiczny. Pierwszy wynika z istoty logistyki i skupia się na obniżeniu kosztów logistycznych oraz poprawie obsługi logistyki, co oznacza zgodny z wymaganiami odbiór pozostałości w miejscach ich powstawania oraz doprowadzenia surowców wtórnych do źródeł ponownego wykorzystania. Drugi, z kolei, wskazuje zależność między logistyką a środowiskiem naturalnym i opiera się na ochronie zasobów naturalnych oraz redukowaniu zanieczyszczeń pochodzących z logistycznych procesów utylizacji²¹.

Tabela 4. Aktualny średni możliwy przychód roczny ze sprzedaży surowców wtórnych według województw

Województwo	Średni przychód roczny (zł/województwo)
Dolnośląskie	11 490 900
Kujawsko-pomorskie	9 213 670
Lubelskie	5 028 120
Lubuskie	3 695 270
Łódzkie	8 014 050
Małopolskie	18 571 290
Mazowieckie	22 333 600
Opolskie	5 077 410
Podkarpackie	8 859 170
Podlaskie	2 031 580
Pomorskie	9 252 120
Śląskie	22 217 120
Świętokrzyskie	1 999 900
Warmińsko-mazurskie	5 516 570
Wielkopolskie	19 097 090
Zachodniopomorskie	4 960 080
Średnia	9 834 871,25

Źródło: Sadowski A. Michniewska K, 2015 za Polakiewicz 2014

¹⁹ Bril J., Łukasik Z. Logistyczny system gospodarki odpadami. Logistyka, 2, 2012

²⁰ Gajewska T., Szkoda M. Logistyka zwrotna jako nowoczesna forma gospodarki odpadami. Autobusy, 6, 2016

²¹ Sadowski A. Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania logistyki zwrotnej w obszarze wykorzystania odpadów, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2010

Tabela 5. Przewidywany średni możliwy przychód roczny ze sprzedaży surowców wtórnych według województw

Województwo	Przewidywany średni przychód roczny (zł/województwo)
Dolnośląskie	136 553 933,68
Kujawsko-pomorskie	74 952 689,62
Lubelskie	71 226 817,20
Lubuskie	42 469 451,95
Łódzkie	179 538 405,74
Małopolskie	146 835 783,82
Mazowieckie	257 267 936,97
Opolskie	35 803 869,00
Podkarpackie	68 650 453,00
Podlaskie	44 579 378,66
Pomorskie	105 389 563,07
Śląskie	260 483 480,98
Świętokrzyskie	45 256 018,54
Warmińsko-mazurskie	58 377 300,54
Wielkopolskie	145 948 784,69
Zachodniopomorskie	78 057 748,11
Średnia na województwo	109 461 975,97

Źródło: Sadowski A. Michniewska K, 2015 za Polakiewicz 2014

Podsumowanie

Wśród wielu czynników środowiskowych, wpływających na nasze otoczenie, bardzo istotną pozycję zajmują usługi komunalne związane z gospodarką odpadami. Efektywne funkcjonowanie gospodarki odpadami warunkowane jest w znacznej mierze sprawnie funkcjonującym systemem logistycznym, bowiem to on odpowiada za zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego gminy oraz kraju. Logistyka usług komunalnych umożliwia efektywną gospodarkę odpadami, a więc: gromadzenie, transport, segregację oraz przetwarzanie czy też unieszkodliwianie odpadów. Systemowe usuwanie odpadów komunalnych i opakowaniowych, którego celem jest dochodzenie do rozwiązań optymalnych z punktu widzenia technicznego, ekonomicznego i organizacyjnego, wymaga współdziałania w obszarze logistyki i ekologii²². Szczegółowa analiza wszystkich czynników wpływających na przebieg procesów logistycznych oraz planowanie systemu logistycznego odpadów komunalnych pozwala na zwiększenie efektywności gospodarki odpadami ale również może przynieść wiele korzyści środowiskowych. Logistyka w gospodarowaniu odpadami tworzy również jednolitą koncepcję zarządzania recykulacyjnymi przepływami odpadów w gospodarce oraz sprzężonymi z nimi przepływami informacji, co skutkuje ograniczeniem zaangażowania zasobów

²² Korzeniowski A., Urbaniak W. Logistyczne systemy zbiórki i usuwania odpadów opakowaniowych w świetle ustawodawstwa krajowego. Recykling, 6, 2002

kierowanych do realizacji zadań związanych z gospodarką odpadami oraz redukcją kosztów²³. Coraz większa świadomość społeczna dotycząca otoczenia, środowiska, ekologii sprawia, że logistyka usług komunalnych, w tym gospodarki komunalnej zyskuje i będzie zyskiwać na znaczeniu.

Bibliografia

- Bril J., Łukasik Z.: Logistyczny system gospodarki odpadami. *Logistyka*, 2, 2012
- Bril J., Łukasik Z. Rydygier E.: Wykorzystanie logistyki w gospodarowaniu odpadami komunalnymi. *Logistyka*, 4, 2015
- Gajewska T., Szkoda M.: Logistyka zwrotna jako nowoczesna forma gospodarki odpadami. *Autobusy*, 6, 2016
- Jeszka A.: Sektor usług logistycznych w teorii i praktyce. Wyd.2. ISBN 978-83-7641-823-1, 2013
- Infrastruktura komunalna w 2017 roku. Analizy statystyczne GUS, Warszawa, 2017
- Korneć R.: Logistyka odpadów komunalnych narzędziem kształtowania bezpieczeństwa ekologicznego. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, 2016
- Korzeniowski A., Urbaniak W.: Logistyczne systemy zbiórki i usuwania odpadów opakowaniowych w świetle ustawodawstwa krajowego. *Recykling*, 6, 2002
- Krzywda D.: Procesy logistyczne w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi. *Logistyka*, 2, 2012
- Łapunka I., Pisz I.: Wymiar społeczny i biznesowy ekologicznych przedsięwzięć. Cz. 1. *Logistyka*, 4, 2015
- Łukasik Z., Bril J.: Rozwiązania logistyczne zagospodarowania odpadów komunalnych zgodnie z ekorozwojem w gminach. *Logistyka*, 6, 2011
- Niziński S., Żurek J.: Logistyka ogólna, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2011
- Polakiewicz P.: Dane z gmin przekazane w trakcie badania ankietowego przeprowadzonego w styczniu 2014 roku, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2014
- Przywarska R.: Podstawy oczyszczania miast i terenów wiejskich, Wydawnictwo WSZEiA, Bytom 2003
- Rzeczyński B.: Logistyka usług. Zarys obszarów współdziałania. *Logistyka*, 3, 2001
- Sadowski A.: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania logistyki zwrotnej w obszarze wykorzystania odpadów, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2010.
- Sadowski A., Michniewska K.: Logistyka w usługach publicznych. Analiza wartości rynku surowców wtórnych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 383, 2015
- Smolnik P., Kozerska M.: Procesy logistyczne w gospodarowaniu odpadami komunalnymi w wybranym przedsiębiorstwie. *Autobusy*, 12, 2017
- Stachowicz M.: Organizacja i świadczenie usług komunalnych w małych miastach na przykładzie gmin miejskich województwa łódzkiego. *Potencjał rozwoju małych i średnich miast w Polsce*, 16, 2016

²³ Sadowski A. Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania logistyki zwrotnej w obszarze wykorzystania odpadów, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2010

PLANOWANIE ZASOBÓW PRZEDSIĘBIORSTWA ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING) Z WYKORZYSTANIEM PROGRAMU FLEXSIM

Hubert Latała

Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatykacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: hubert.latala@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-8572-407X

Adres do korespondencji: e-mail: hubert.latala@urk.edu.pl

Wstęp

Systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa ERP weszły w fazę ustabilizowanego cyklu życia, pełniąc rolę platformy wybieranej przez większość firm produkcyjnych. W rzeczywistości ERP wykazał poziom dojrzałości, w którym proste zagadnienia związane z wdrożeniami są znane zarówno sprzedawcom jak i przedsiębiorstwom. Oprogramowanie systemowe dla przedsiębiorstw stanowi wielomiliardowy przemysł, który produkuje komponenty wspierające różnorodne funkcje biznesowe¹. Inwestycje IT stały się największą kategorią nakładów kapitałowych w przedsiębiorstwach w ciągu ostatniej dekady². Firmy uważają ERP za istotne narzędzie pomocne w doskonaleniu działań organizacyjnych, ponieważ integruje różne systemy organizacyjne i umożliwia bezbłędne transakcje i produkcję³.

Poprawne wdrożenie systemu ERP może zmniejszyć koszty zapasów, produkcji, wysyłki, robocizny i utrzymania IT, a tym samym prowadzić do większej skuteczności i lepszej przewagi konkurencyjnej w zakresie ulepszonych inicjatyw strategicznych i reagowania na

¹ Chellappa, R. K. and Saraf, N. Alliances, rivalry, and firm performance in enterprise systems software markets: A social network approach. *Inf. Syst. Res.* 21, 4, 849-871, 2010

² Ranganathan, C. and Brown, C. V. ERP investments and the market value of firms: Toward an understanding of influential erp project variables. *Inf. Syst. Res.* 17, 2, 145-161, 2006

³ Framinan, J. M., Gupta, J. N. D., and Usano, R. Enterprise resource planning for intelligent enterprises. In *Intelligent Enterprises of the 21st Century*, J. Gupta, and S. Sharma, Eds., Idea Group Publishing, Hershey, PA., 2004

klientów^{4,5,6}. W rezultacie ERP jest postrzegany jako odgrywający kluczową rolę w dzisiejszym zarządzaniu przedsiębiorstwem i staje się podstawą wielu organizacji^{7,8}.

Chociaż ERP jest przedstawiane jako panaceum zarówno w literaturze, jak i w praktyce, istnieje wiele doniesień o firmach, które wpadają w kosztowne wdrożenia, mają fatalne problemy i muszą radzić sobie z poważnymi problemami konserwacyjnymi podczas procesu wdrażania⁹. Jednak w literaturze ERP dominuje podejście oparte na czynnikach sukcesu i koncentruje się przede wszystkim na identyfikacji, opracowywaniu i analizowaniu CSF (*Critical Success Factory*) poprzez studia przypadków^{10,11}. W literaturze dotyczącej wdrażania ERP dogłębnie przeanalizowano sposoby identyfikacji lub opracowania CSF (Krytyczne Czynniki Sukcesu). Niemniej jednak tylko niewielka liczba badań dotyczyła identyfikacji CSF i ich znaczenia w cyklu życia ERP, w przeciwieństwie do większości badań, które koncentrują się wyłącznie na identyfikacji CSF¹².

Na początku XXI wieku firmy oferujące systemy ERP otwierając się na potrzebę międzynarodowego handlu opartego na współpracy poprzez elektroniczne usprawnienie interakcji między klientami i dostawcami zapoczątkowały odejście od dużej liczby niezintegrowanych systemów informatycznych. Oferta przekształcona została na rzecz jednego zintegrowanego i wielozadaniowego programu umożliwiającego wielopłaszczyznową i wielowątkową obsługę przedsiębiorstwa. W połowie dekady firmy wołały wdrożyć pakiet ERP od jednego dostawcy, który obejmował samodzielne rozwiązania punktowe (które kiedyś wypełniały luki funkcjonalne w starszych wersjach ERP), aby osiągnąć wyższy poziom integracji i poprawić relacje z klientami oraz ogólną wydajność łańcucha dostaw¹³.

Coraz większą uwagę zwracają alternatywne podejścia, takie jak hosting, ceny oparte na subskrypcji i technologia SaaS (oprogramowanie jako usługa), oferując między innymi sposoby: automatycznego gromadzenia i agregowania informacji na dużą skalę, umożliwienia

⁴ O'Leary D. Enterprise Resource Planning Systems. Cambridge University Press, Cambridge, UK., 2000

⁵ Sandoe, K., Corbitt, G., and Boykin, R. Enterprise Integration. John Wiley and Sons, New York.

⁶ Bharadwaj, S., Bharadwaj, A., and Bendoly, E. 2007. The performance effects of complementarities between information systems, marketing, manufacturing and supply chain processes. *Inf. Syst. Res.* 18, 4, 437-453, 2001

⁷ Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A., and Zairi, M. Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *Euro. J. Oper. Res.* 146, 2, 352-364, 2003

⁸ Parthasarathy, S., Anbazhagan, N., and Ramachandran, M. An exploratory case study on performance enhancement of ERP projects. *J. Comput. Sci.* 6, 2, 1-8, 2007

⁹ Chang, S. ERP life cycle implementation, management and support: Implications for practice and research. In *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*. 1-10, 2004

¹⁰ Livermore, C. and Ragowsky, A. ERP systems selection and implementation: Across-cultural approach. In *Proceedings of the 8th Americas Conference on Information Systems*. 1332-1339, 2002

¹¹ Shaul, L. and Tauber, D. Critical Success Factors in Enterprise Resource Planning Systems: Review of the Last Decade. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45. <https://doi.org/10.1145/2501654.2501669>, 2013

¹² Esteves, J. and Pastor, J. Organizational and technological critical success factors behavior along the erp implementation phases. In *Enterprise Information Systems VI*, I. Seruca, J. Cordeiro, S. Hammoudi, and J. Felipe, Eds, Springer, 63-71, 2006

¹³ Huang, A., Yen, D. C., Chou, D. C., and Xu. Y. Corporate applications integration: Challenges, opportunities, and implementation strategies. *J. Bus. Manag.* 9, 2, 137-150, 2003

firmom reagowania szybko na zmiany strukturalne, dostarczania łatwych w zarządzaniu i opłacalnych aplikacji dla mniejszych zakładów. W tych podejściach podstawowe funkcje i cele ERP pozostają takie same jak w przypadku tradycyjnego ERP, ale model wykorzystania technologii jest inny¹⁴.

Moduły systemowe zintegrowanej aplikacji ERP

Planowanie zasobów przedsiębiorstwa lub inaczej zwana ERP to zintegrowana aplikacja, której firmy używają do zarządzania i kontrolowania swoich wewnętrznych i zewnętrznych zasobów obejmujących zasoby finansowe, materiały, zasoby i zasoby ludzkie.

Mówiąc inaczej, system ERP łączy różne funkcje zarządzania w racjonalnie zintegrowany system w celu usprawnienia procesów i umożliwienia przepływu informacji między wszystkimi funkcjami biznesowymi. Można to rozumieć jako opis systemów, w których innowacyjna technologia informacyjna jest wykorzystywana do zarządzania wszystkimi obszarami funkcjonalnymi w organizacji.

Kluczową cechą oprogramowania ERP jest wspólna baza danych, która obsługuje niektóre funkcje, wykorzystywane przez różne działy biznesowe, jednostki lub działy. Do pewnego stopnia w tym systemie dostępne są raporty i automatyzacja w czasie rzeczywistym. Ponadto program jest wyposażony w pulpit nawigacyjny, aby ułatwić pracownikom szybkie zapoznanie się z wynikami biznesowymi w zakresie kluczowych wskaźników. Ogólne cechy ERP pomagają połączyć wszystkie obszary działalności w jeden system, aby połączyć każdy obiekt procesu produkcyjnego. Moduły systemowe obejmują funkcje zarządzania relacjami z klientami, księgowości, zasobów ludzkich, zarządzania produkcją itp.

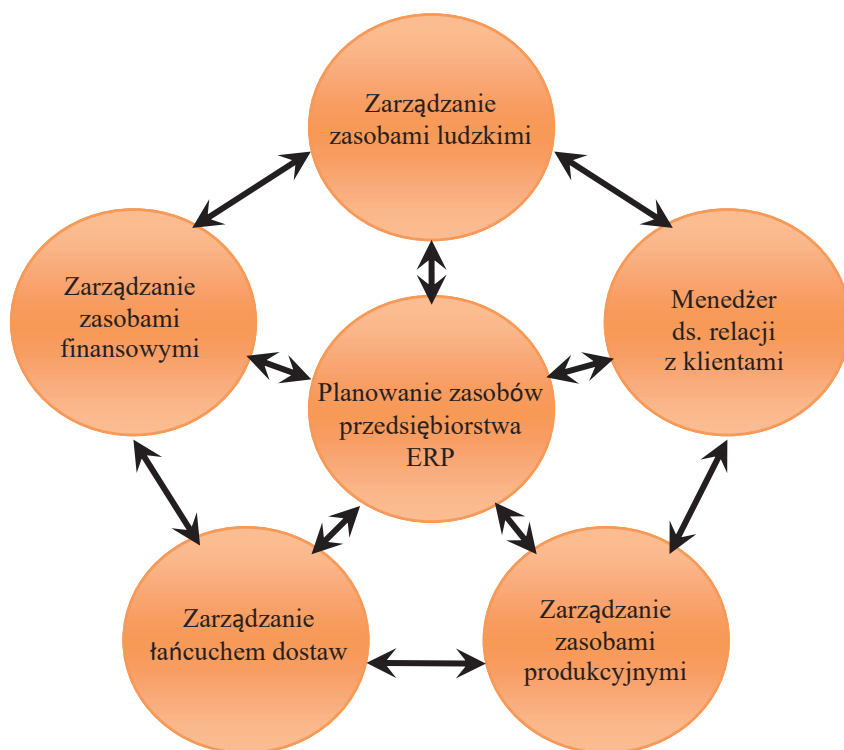
Każda firma w pewnym momencie wymaga pewnego rodzaju systemu zarządzania w celu ułatwienia przepływu informacji i zarządzania wszystkimi zasobami w organizacji biznesowej w celu skutecznego usprawnienia ogólnych procesów biznesowych. Chodzi o wdrożenie systemu zintegrowanych aplikacji w celu lepszego zarządzania procesami biznesowymi i automatyzacji większości funkcji związanych z technologią, usługami i zasobami ludzkimi. Chodzi o to, aby zwiększyć wydajność poprzez automatyzację procesów biznesowych w celu zmniejszenia kosztów administracyjnych, wydatków IT i czasów dostawy, których w innym przypadku można by uniknąć dzięki ręcznemu przetwarzaniu procesów. Krótko mówiąc, firmy wymagają wdrożenia systemu ERP (Enterprise Resource Planning), który wykorzystywałby zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne informacje istotne dla organizacji w celu zwiększenia wydajności i poprawy wydajności.

Ogólne cechy ERP

- Logika aplikacji
- Funkcje pomocy
- Wspólne funkcje serwisowe
- Przetwarzanie tekstu i edycja tekstu
- Funkcje diagnostyczne Komunikaty akcji
- Kontrola przepływu oparta na ekranie
- Kontrola przepływu transakcji
- Modelowanie korporacyjne

¹⁴ Bhardwaj, S., Leenam J., and Sandeep, J. Cloud computing: A study of infrastructure as a service. *Int. J. Engin. Inf. Technol.* 2, 1, 60-63, 2010

Oprogramowanie ERP jest wykorzystywane przez firmy w celu optymalnego wykorzystania zasobów przedsiębiorstwa i maksymalizacji oszczędności, wydajności i skuteczności operacji. Wybór systemu ERP jest jedną z najtrudniejszych decyzji dla menedżerów, która opiera się na wielu czynnikach, takich jak wymagania funkcjonalne organizacji, pochodzenie dostawców, ograniczenia budżetowe i pozycja funduszy oraz raporty dostępne w pakiecie.



Rys. 1. Powiązania ERP z różnymi modułami

Źródło: <https://www.appstar.net.in/erp-management-system.html>

Kroki związane z wdrażaniem ERP

1. Ocena potrzeb: przede wszystkim należy właściwie zidentyfikować potrzeby firmy. Proces rozpoczyna się od wyszukiwania i dokumentowania ważnych procesów biznesowych, punktów przegięcia i kluczowych wskaźników wydajności, tj. Kluczowych wskaźników wydajności, aby przedstawić idealne rozwiązania ERP.
2. Zatrudnij zespół specjalistów: następnie w trakcie wdrażania zatrudniani lub zatrudniani są doświadczeni specjaliści lub eksperci, aby kierować organizacją przez proces wdrażania.

3. Ocena i wybór systemu ERP: Wybór odpowiedniego oprogramowania ERP jest najtrudniejszym zadaniem w całym procesie, który zależy od różnych czynników, takich jak potrzeby biznesowe, rodzaj branży, preferencje i tak dalej.
4. Przygotuj się na zmianę: wdrożenie ERP w całej organizacji jest jedną z największych zmian, i to także wtedy, gdy firma nie jest przyzwyczajona do takiego systemu. Upewnij się więc, że kierownictwo, pracownicy i inni członkowie są gotowi na taką zmianę.
5. Przygotowanie danych: wszystkich danych nie można przekonwertować na nowy system. Dlatego dane do analizy powinny zostać przeanalizowane i upewnić się, które części danych należy przekonwertować. Po wprowadzeniu danych do systemu należy je odpowiednio wyczyścić.
6. Wdrożenie ERP: Po prawidłowym wykonaniu wszystkich powyższych kroków wprowadzany jest system ERP. Specjaliści ERP opracowują szczególny plan instalacji, konfiguracji i optymalizacji systemu pod kątem środowiska pracy. Plany można w razie potrzeby zmieniać, dlatego preferowane powinny być główne cele i potrzeby biznesowe.
7. Testowanie: Po zakończeniu procesu implementacji należy przeprowadzić testy, aby upewnić się, że praca jest wykonywana zgodnie z przeznaczeniem.
8. Szkolenie i edukacja: Gdy system zostanie poprawnie uruchomiony w organizacji i zweryfikowany, następnym krokiem jest przeszkolenie i edukacja pracowników w zakresie korzystania z programu.
9. Go Live: Wreszcie, gdy system zostanie skonfigurowany, przetestowany i przeszkoleni pracownicy, aktywowany jest program ERP.
10. Bieżące wsparcie: ciągle wsparcie w zakresie aktualizacji i konserwacji jest dostępne dla klientów, przez producentów, dla lepszej pracy.

Powyższe kroki wymagają jednoznacznych zasad komunikacji. Aby mieć skuteczną komunikację, należy pamiętać o następujących 7 zasadach komunikacji. Jest to lista kontrolna, która pomaga poprawić profesjonalne umiejętności kontaktu i zwiększa szansę, że wiadomość zostanie zrozumiana dokładnie tak, jak była zamierzona.

1. **Jasno:** wiadomość powinna być jasna i łatwo zrozumiała dla odbiorcy. Cel komunikacji powinien być jasny dla nadawcy, wtedy tylko odbiorca będzie tego pewien. Przesłanie powinno kłaść nacisk na jeden cel naraz i nie powinno obejmować kilku pomysłów w jednym zdaniu.
2. **Poprawnie:** wiadomość powinna być poprawna, tzn. Należy użyć poprawnego języka, a nadawca musi upewnić się, że nie występują błędy gramatyczne i ortograficzne. Ponadto wiadomość powinna być dokładna i mieć odpowiedni czas. Poprawne wiadomości mają większy wpływ na odbiorcę, a jednocześnie morale nadawcy wzrasta wraz z dokładną wiadomością.
3. **Kompletnie:** wiadomość powinna być kompletna, tzn. Musi zawierać wszystkie istotne informacje wymagane przez zamierzonych odbiorców. Pełna informacja daje odpowiedzi na wszystkie pytania odbiorców i pomaga w lepszym podejmowaniu decyzji przez odbiorcę.
4. **Konkretnie:** komunikacja powinna być konkretna, co oznacza, że przekaz powinien być jasny, a szczególnie taki, aby nie pozostawiać miejsca na błędną interpretację. Wszystkie fakty i liczby powinny być wyraźnie wymienione w wiadomości, aby uzasadnić to, co mówi nadawca.

5. **Zwięźle:** przesłanie powinno być precyzyjne i na temat. Nadawca powinien unikać długich zdań i starać się przekazać temat w możliwie najmniejszych słowach. Krótka i krótka wiadomość jest bardziej wyczerpująca i pomaga w utrzymaniu uwagi odbiorcy.
6. **Przemyślanie:** nadawca musi wziąć pod uwagę opinie, wiedzę, sposób myślenia, pochodzenie itp. Odbiorcy, aby zapewnić skuteczną komunikację. Aby się komunikować, nadawca musi odnosić się do odbiorcy docelowego i być zaangażowany.
7. **Uprzejmie:** implikuje, że nadawca musi wziąć pod uwagę zarówno odczucia, jak i punkty widzenia odbiorcy, tak aby przekaz był pozytywny i skoncentrowany na widowni. Wiadomość nie powinna być stronnicza i musi zawierać warunki, które pokazują szacunek dla odbiorcy.

Należy jednocześnie zwrócić uwagę na fakt, że powyższa lista zasad dotyczy zarówno komunikacji pisemnej, jak i ustnej.

Biorąc pod uwagę istotne moduły systemowe zintegrowanej aplikacji ERP oraz kroki związane z wdrażaniem aplikacji należy zwrócić szczególną uwagę na jeden z jej kluczowych modułów. Jest nim modelowanie procesów w przedsiębiorstwie. Obszar użyteczności dotyczy budowy modelu analizowanego procesu opartego na dokładnym opisie zachodzących w nim interakcji. Weryfikacja modelu, a następnie przeprowadzenie symulacji jako narzędzia poznawczego. Symulacja stanowi praktyczną technikę analizy i rozwiązywania problemów występujących na stanowisku pracy, czy też linii technologicznej. W celu prezentacji stosowania wybranej metody symulacji wybrano konkretne narzędzie, które posiada ogromny potencjał i zakres możliwości. Symulator ten to FlexSim. Wszechstronne środowisko symulacji charakteryzujące się łatwością i szybkością modelowania wyposażone w dużą ilość funkcji zawierających praktyczne zdarzenia procesów produkcyjnych, transportowych, czy też usługowych.

W tej publikacji przybliżone zostaną następujące zagadnienia, których realizacja wykorzystuje właściwości programu FlexSim:

1. Wprowadzenie do modelowania i analizy systemów kolejkowych
2. Wykorzystanie symulacji do rozwiązywania problemów
3. Dodawanie logiki do modelu i zarządzanie danymi
4. Doskonalenie sposobu odzwierciedlenia systemu
5. Pojęcie niezawodności i dostępności zasobów
6. Modele symulacyjne – analiza zachowań systemu
7. Wykorzystanie programu FlexSim do analizy i rozwiązywania problemów w przedsiębiorstwie - podsumowanie

Wprowadzenie do modelowania i analizy systemów kolejkowych

Pojęcie kolejki stanowi podstawę dla wielu systemów produkcyjnych i usługowych. Zachowanie i funkcjonowanie tych systemów wymaga pełnego zrozumienia. Jest to niezbędne do właściwego rozwiązywania problemów, podejmowania decyzji oraz budowania modeli, które umożliwią analizę systemu kolejkowego.

System kolejkowy składa się z trzech zasadniczych elementów:

- zgłoszeń (klienci),
- stacji obsługi (maszyny, stanowiska obsługi),
- kolejek.

Klient to każdy obiekt, który wymaga obsługi (obróbka materiału, zamówienie towaru, pakowanie i wysyłka, pacjenci, pasażerowie lub obiekty niematerialne i abstrakcyjne). Obiekty te przemieszczają się przez system z różnym tempem wpływając w ten sposób na jego wydajność.

Stacja obsługi to obiekt systemu kolejkowego, który wykonuje określone operacje. Przykładem może być pracownik przyjmujący zamówienie, maszyna, diagnosta, wózek transportowy. Kolejki natomiast związane są z oczekiwaniami klientów na stacje obsługi. Relacja między klientami a stacjami obsługi stanowi kompromis między kosztem oczekiwania klientów a kosztem obsługi. Stanowi to podstawę większości analiz kosztów. Te dwa rodzaje kosztów są odwrotnie proporcjonalne do siebie. Co oznacza, że obniżenie kosztu oczekiwania podwyższa koszt obsługi.

Zachowanie się systemu kolejkowego zależy przede wszystkim od wzajemnych relacji między jego obiektami. Natomiast jego skuteczność opisać można za pomocą kluczowych wskaźników efektywności. Zazwyczaj tymi wskaźnikami mogą być średnie wartości parametrów mierzonych w systemie. Mogą to być pomiary dotyczące liczby klientów i czasów oczekiwania w kolejce lub całym systemie. Poniżej przedstawiono przykłady wskaźników:

- liczba oczekujących, liczba klientów w kolejce, czas oczekiwania, czas w systemie, czas realizacji,
- czas zajętości i bezczynności, planowane przestoje (przerwy, remonty), nieplanowane przestoje (awarie), oczekiwanie na dostępność zasobu,
- liczba klientów, którzy zrezygnowali z usługi, opuścili kolejkę, wycofali się.

Wskaźniki również mogą być miarą wartości referencyjnych. Przykład dotyczy odsetka klientów, dla których czas oczekiwania przekroczył wyznaczone ramy. Czas oczekiwania na wykonanie usługi 30 min. może zniechęcić klienta. Przekroczony czas przydatności do spożycia produktu dyskwalifikuje go konsumpcji.

Badanie systemów kolejkowych należy zacząć od identyfikacji czy badany system jest rzeczywisty, czy stanowi odwzorowanie rzeczywistości w oparciu o model systemu. Trudności w pozyskaniu parametrów ze systemu rzeczywistego skłaniają do budowy i analizy zachowania abstrakcyjnego modelu zawierającego istotne obiekty systemu kolejkowego pracujące w rzeczywistości. W eksperymentach posłużyć się można modelami fizycznymi (maskiety, tunele aerodynamiczne) lub matematycznymi. Wśród modeli matematycznych rozróżniamy modele analityczne i symulacyjne. Modele analityczne systemu kolejkowego mają zamkniętą postać i przez to mogą być jednoznacznie rozwiązane matematycznie przy zastosowaniu pewnych uproszczeń. W modelach symulacyjnych zazwyczaj jest mniej założeń upraszczających, ale wymaga to więcej uwagi przy ich budowie i weryfikacji poprawności działania.

Analityczne modele systemów kolejkowych zostały przeanalizowane i opracowane w oparciu o badania operacyjne. W literaturze znane są jako teoria kolejek zapoczątkowane przez duńskiego inżyniera Agnera Erlanga na początku XX wieku. Klasyfikacja modeli systemów kolejkowych zbudowana została w oparciu o jednolitą notację Kendalla obejmującą następujące parametry:

- A – rozkład strumienia klientów (rozkład częstotliwości napływania klientów, przerwy czasowe między zgłoszeniami klientów),
- B – rozkład czasu obsługi (rozkład wydajności lub lista czasów obsługi),
- s – liczba stacji obsługi (przy założeniu, że stacje są identyczne),

- m – maksymalna liczba klientów, którzy mogą znajdować się w systemie (brak ograniczeń – przyjmuje się nieskończoność),
 r – liczebność populacji (nie podana – przyjmuje się nieskończoność),
 q – regulamin kolejki (nie określony to przyjmujemy regulamin FIFO - First In, First Out - dosłownie: pierwsze weszło, pierwsze wyszło).

Składowe A i B przyjmują następujące oznaczenia:

- M – oznacza proces Poissona lub Markova (rozkład napływania klientów rozkład Poissona, rozkład interwałów między klientami jest wykładniczy). Średnia częstość napływania klientów wynosi λ (średni interwał czasowy między klientami to $1/\lambda$). Średnia wydajność wynosi m (średni czas obsługi wynosi $1/m$);
 E – rozkład Erlanga (suma niezależnych, identycznych rozkładów wykładniczych);
 D – rozkład deterministyczny (odstęp między klientami lub czasy obsługi są znane i stałe);
 G – dowolny rozkład.

Przykład najprostszego systemu kolejkowego to M/M/1. Oznacza napływ klientów według rozkładu Poissona, wydajność systemu opisuje rozkład Poissona, w systemie znajduje się jedna stacja obsługi, kolejka ma nieograniczoną pojemność i obowiązuje w niej regulamin FIFO.

Istotne wskaźniki efektywności systemu kolejkowego M/M/1 należy obliczyć według poniższych zależności:

Stopień wykorzystania stacji obsługi:
$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Średnia liczba obiektów w systemie:
$$L = \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

Średnia długość kolejki:
$$L_q = \frac{\rho^2}{(1-\rho)}$$

Średni czas przebywania w systemie:
$$W = \frac{1}{(\mu-\lambda)}$$

Średni czas oczekiwania w kolejce:
$$W_q = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

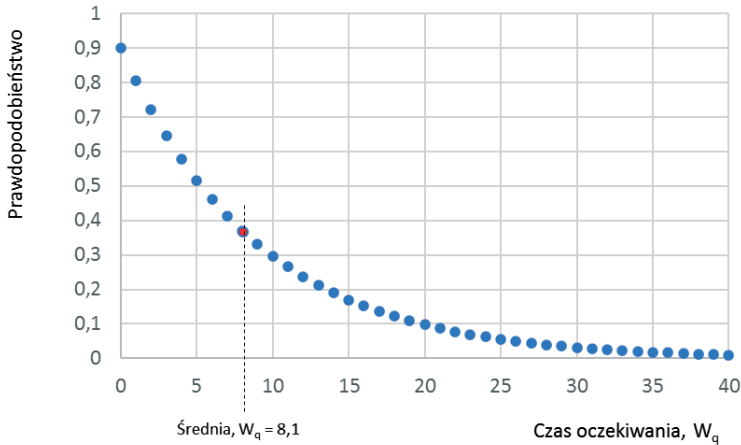
Dla interwału czasowego między klientami danego według rozkładu wykładniczego ze średnią równą 1 minucie (średni napływ klientów co minutę) to wydajność jest dana rozkładem Poissona ze średnią równą 1,11 klienta na minutę. Natomiast czas wykorzystania stacji obsługi wynosi 90%. Dla powyższych danych średni czas oczekiwania w kolejce (W_q) osiąga 8,1 minuty. Jest to czas zbyt długi w porównaniu do czasu obsługi klienta, który trwa 0,9 minuty.

Większość wskaźników efektywności działania systemów kolejkowych wyliczana jest w postaci wartości średnich na podstawie modeli analitycznych. Jednak z uwagi na fakt funkcji rozkładu dla modelu M/M/1 ($\lambda = 1,0$; $m = 1,11$) prawdopodobieństwo danego czasu oczekiwania można wyliczyć według poniższego wzoru:

$$P(W_q > t) = \rho e^{-\mu(1-\rho)t}$$

Rozkład wykładniczy prawdopodobieństwa czasu oczekiwania przedstawiony na rysunku 2 pokazuje, że krótszy czas oczekiwania od wartości średniej może wystąpić w 60%. Coraz dłuższy czas oczekiwania w porównaniu do wartości średniej będzie występował

z mniejszym prawdopodobieństwem. Istotną sprawą jest to, że powyższe rozważania mogą być prowadzone przy założeniu rozkładów wykładniczych odnoszących się do czasów napływów klientów i czasu ich obsługi.



Rys. 2. Wykres wykładniczego rozkładu prawdopodobieństwa czasu oczekiwania dla systemu kolejkowego M/M/1

Inaczej wyglądają wyliczenia wskaźników efektywności działania systemów kolejkowych, w których rozkład prawdopodobieństwa czasu obsługi nie jest wykładniczy. Wzory umieszczone pod modelem M/G/1 pozwalają na korzystanie w każdym przypadku. Bowiem wskaźniki zawarte we wzorach są funkcjami zmienności rozkładu czasu obsługi ze względu na parametr jakim jest odchylenie standardowe (s) tego rozkładu. Natomiast wzory umieszczone poniżej modelu M/D/1 stosować można w przypadku, gdy odchylenie standardowe jest równe zero (czas obsługi jest stały). Poniższe wzory mają zastosowanie do jednej stacji obsługi, a częstość napływania klientów opisana jest rozkładem Poissona. Kolejne wymagane parametry to nieskończona pojemność kolejki, regulamin FIFO, brak rezygnacji klientów z kolejki i 100% dostępność stacji obsługi.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

M/G/1

M/D/1

Średnia liczba obiektów w systemie:	$L = \rho + \frac{\rho^2(1+\sigma^2\mu^2)}{2(1-\rho)}$	$L = \rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$
-------------------------------------	--	---------------------------------------

Średnia długość kolejki:	$L_q = L - \rho$	$L_q = \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$
--------------------------	------------------	----------------------------------

Średni czas przebywania w systemie:	$W = \frac{L}{\lambda}$	$W = \frac{1}{\mu} + \frac{\rho}{2\mu(1-\rho)}$
-------------------------------------	-------------------------	---

Średni czas oczekiwania w kolejce:

$$W_q = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

$$W_q = \frac{\rho}{2\mu(1-\rho)}$$

Ogólna zależność między średnią liczbą klientów systemie L a średnim czasem oczekiwania W znana jest jako prawo Little'a^{15,16}.

W stanie stabilnym średnia liczba klientów w systemie kolejkowym jest równa iloczynowi średniej częstotliwości napływania i średniego czasu spędzanego przez klienta w systemie ($L=IW$ i analogicznie $L_q=IW_q$).

Hopp i Spearman [Hopp, W., Spearman, M. (2001). *Factory Physics. Foundations of Manufacturing Management*. Boston: Irwin McGraw-Hill.] w swoim opracowaniu uznali prawo Little'a za podstawowe prawo produkcji. Produkcja w toku (WIP) to:

$$WIP = TP \cdot CT$$

gdzie:

- TP – produktywność (liczba wyrobów w jednostce czasu),
- CT – długość cyklu produkcyjnego.

Powyższe prawo opisuje zachowanie się systemów produkcyjnych i określa zależność pomiędzy kluczowymi wskaźnikami efektywności ich działania.

Modele analityczne umożliwiają w prosty i łatwy sposób wyliczenie wskaźników wydajności procesów, ale posiadają również pewne ograniczenia. Głównie to, że są mało realne ze względu na założenia upraszczające oraz obliczenia dotyczą jedynie długookresowych średnich wartości wskaźników dla systemów w stanie stabilnym.

Złożoność interakcji między systemami systemu kolejkowego dyskwalifikuje użycie analizy za pomocą wzorów z przyjętymi założeniami upraszczającymi. Wówczas należy skorzystać z modeli symulacyjnych bazujących na logice. Symulacja taka pozwala na dostosowanie logiki do postawionego problemu badawczego. Należy rozpocząć od jasno i jednoznacznie sprecyzowanego celu. Pozwoli to na uniknięcie wielu błędów, a w szczególności budowę prostego i zrozumiałego modelu.

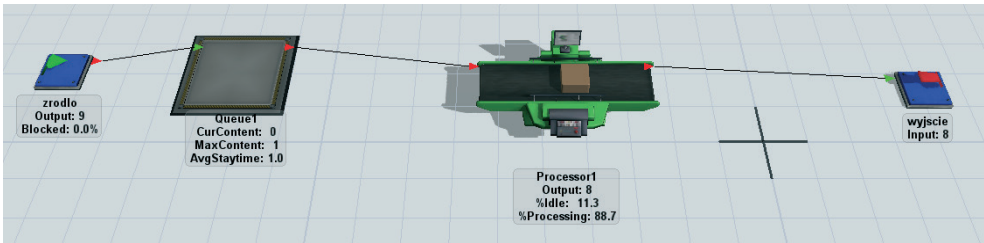
Na początek należy definiować pojęcia zdarzenia i stanu oraz jak oceniać efektywność działania systemu za pomocą stanów. Rozważania będą koncentrowały się na zdarzeniach dyskretnych, a więc takich, które zmieniają swój stan w określonych punktach czasu. Zmiany stanu natomiast wywołane są przez zdarzenia. Świetnym przykładem systemów dyskretnych są systemy kolejkowe. Przybycie klienta do systemu oznacza zmianę jego stanu. Dotyczy to zarówno klientów oczekujących, czy też będących w stacji obsługi. Stan (zero) stacji obsługi występuje od początku procesu, aż do pojawiania się pierwszego klienta. Wówczas stan stacji zmienia się na zajęty. Po czasie zajętości stacji następuje czas bezczynności (oczekiwanie na następnego klienta). Stopień wykorzystania stacji obsługi jest miarą jej efektywności.

Poniżej na rysunku 3 podano przykład modelu symulacyjnego procesu kolejkowego. Model został zbudowany w programie FlexSim v. 2020. Szczegóły właściwości poszczególnych

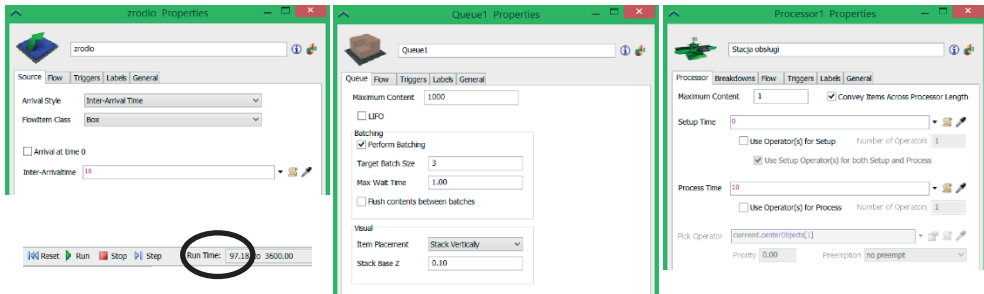
¹⁵ Little, D., Graves, S. Chapter 5 – Little's Law. W: D. Chhajer, T. Lowe (eds.), *Building Intuition: Insight From Basic Operation Management Models and Principles*. Springer Science Business Media, 2008

¹⁶ Little, D. Little's Law as Viewed on its 50th Anniversary. *Operation Research*. Vol. 59, No. 4 May-June, pp.536-549, 2011

obiektów podano na rysunku 4. Źródło generuje klientów co 10 sekund (Inter-Arrival Time). W kolejce (Queue1) maksymalnie może przebywać 1000 klientów (Maximum Content). Określono również maksymalny czas oczekiwania (Max Wait Time) 1 sekunda. Czas obsługi bez opóźnienia (Setup Time) dla stacji (Processor1) ustalono na 10 sekund. Po upływie działania modelu wynoszącego 97,18 sekund (Run Time rys.4.) otrzymano następujące dane:



Rys. 3. Model procesu kolejkowego w programie FlexSim



Rys. 4. Właściwości poszczególnych obiektów modelu kolejkowego

- źródło wygenerowało 9 klientów,
- w tym momencie nie ma klienta w kolejce, średni czas oczekiwania w kolejce to 1 sekunda,
- stacja obsługi wykonała pracę dla 8 klientów,
- obecnie trwa proces obsługi 9 klienta,
- zajętość stacji od początku procesu (97,18 sekund) wynosiła 88,7%, a jej bezczynność stanowiła 11,3%.

Powyższy przykład stanowi bardzo prostą symulację. W praktyce spotkać można bardziej złożone procesy, które obejmują opóźnienia, rezygnację itp.

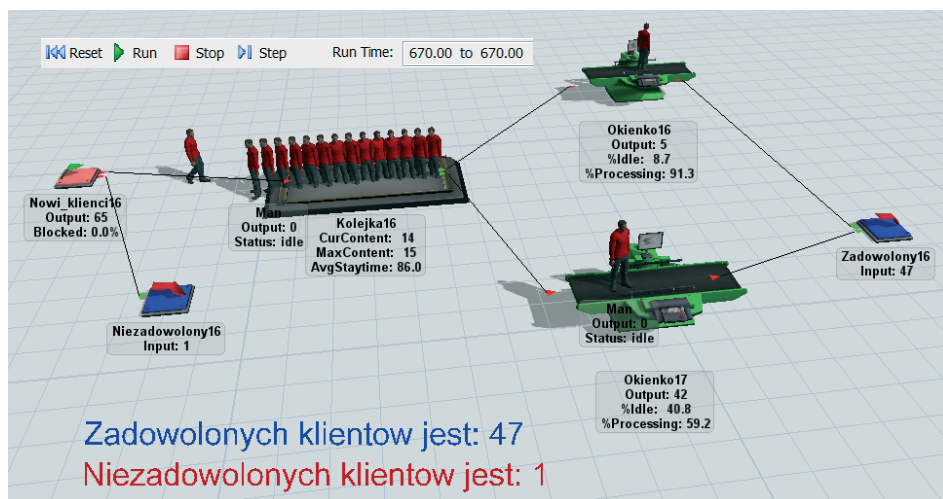
Wykorzystanie symulacji do rozwiązywania problemów

Należy zwrócić uwagę przede wszystkim na fakt, że aby skorzystać z symulacji należy określić cel, czyli zdefiniować problem do rozwiązania. Osoba chcąc rozwiązać swój problem powinna skontaktować się z twórcą modelu, który odtworzy i przetransformuje

rzeczywisty proces na model symulacyjny. Za jego pomocą można definiować różne scenariusze, których wyniki stanowią podstawę do podejmowania decyzji.

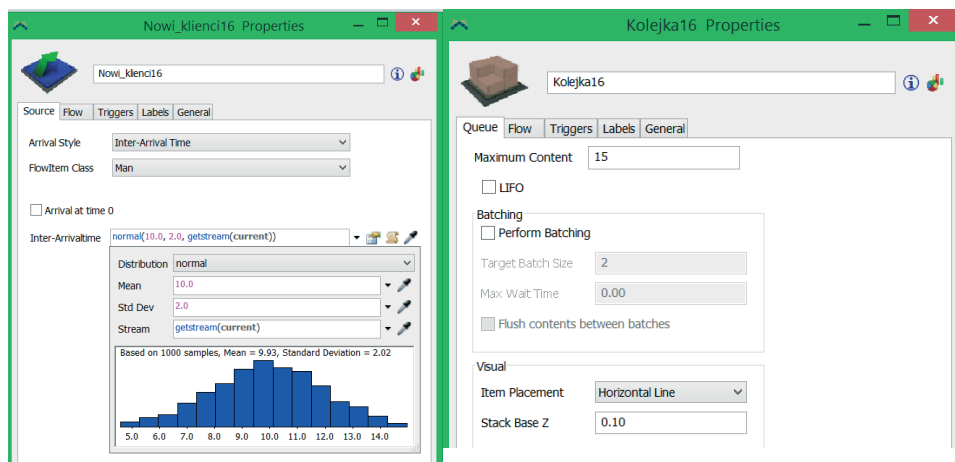
Zrozumienie obserwowanej symulacji jak również interpretacja uzyskanych wyników wymagają dużego wysiłku. Wynika to z wprowadzania zmiennych decyzyjnych, które mają charakter losowy i podlegają wpływom otoczenia. Zdarzenia losowe zazwyczaj definiowane są za pomocą rozkładów prawdopodobieństwa.

Model symulacyjny obsługi klientów w dwóch okienkach pocztowych (rys. 5.) stanowi jeden z wielu przykładów, które pozwalają przeanalizować zachowanie się systemu dla różnych wcześniej zdefiniowanych scenariuszy działań. Założenie dla tego modelu pokazane są na rysunkach 6 i 7. Proces został zatrzymany już po około 11 minutach (Run Time 670 sekund). Sygnałem zatrzymania działania modelu było pojawienie się pierwszego niezadowolonego klienta.

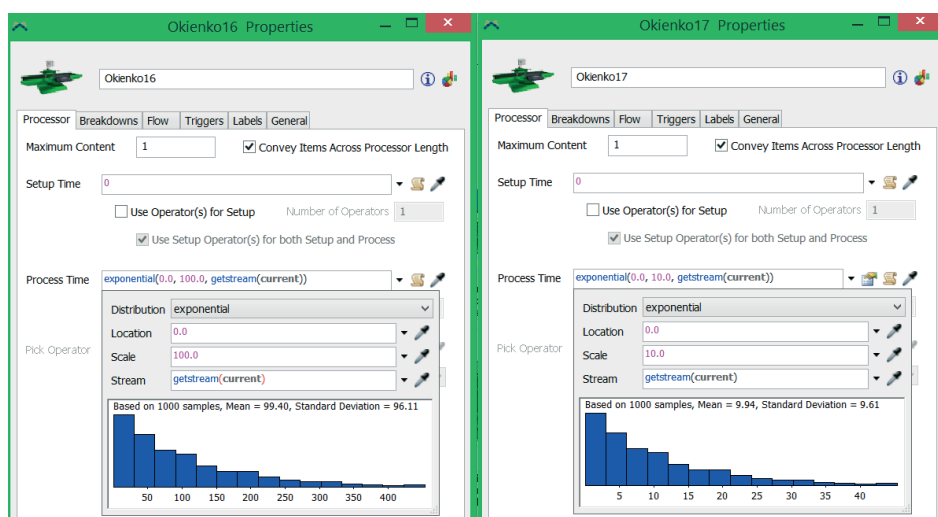


Rys. 5. Model symulacyjny obsługi klientów w dwóch okienkach pocztowych

Wracając do założeń przed procesem symulacji zdefiniowano sposób pojawiania się klientów. „Nowi klienci” (rys. 6.) pojawiają się w systemie średnio co 10 sekund. Przybycie ich następuje losowo według przyjętego rozkładu normalnego z uwzględnieniem odchylenia standardowego 2 sekundy. Kolejny obiekt modelu, kolejka, jest w stanie przyjąć maksymalnie 15 osób. Obiekt ten kieruje klientów do dowolnego okienka, które jest danej chwili wolne. Czasy obsługi klientów w okienkach zmieniają się według rozkładów wykładniczych (rys. 7.). W okienku 16 średni czas obsługi jest 10 razy dłuższy niż w okienku 17. Klienci po załatwieniu sprawy kierowani są do obiektu „zadowolony”. Natomiast jeżeli liczba klientów napływających przekroczy pojemność „kolejki” to wówczas zostaną oni odesłani do obiektu „niezadowolony”.



Rys. 6. Właściwości obiektów modelu symulacyjnego definiujące napływ klientów i sposób ich kolejkowania



Rys. 7. Właściwości obsługi klientów dla okienka 16 i 17

Przy tego typu założeniach i w wyniku przeprowadzonej bardzo krótkiej symulacji (11 minut) otrzymano następujące wyniki:

- w tym czasie obsłużono 47 klientów, 1 nie został obsłużony,
- w kolejce czeka 14 osób,
- w okienku 16 obsłużono tylko 5 klientów, czas zajętości okienka wyniósł 91,3%,
- w okienku 17 obsłużono 42 klientów, czas zajętości okienka wyniósł 59,2%.

Powstaje pytanie, czy powyższa symulacja daje podstawy do podejmowania decyzji o zmianie funkcjonowania systemu (jego parametrów) obsługi klientów?

Zastosowany model używa rozkładów prawdopodobieństwa do opisanego strumienia danych wejściowych, czasów obsługi itd. Dane te mają charakter zmiennych losowych, które użyte w modelu czynią go modelem stochastycznym. Użyte zmienne losowe są niesterowalne w procesie symulacji. Dane wejściowe dla modelu określane są na podstawie zgromadzonych informacji lub pozyskać je można ze źródła eksperckiego. Zmienne te w procesie kolejnych symulacji podlegają zmianą, manipulacją, co w konsekwencji ma doprowadzić do poprawy wydajności systemu. Istotne jest również to, że jeżeli wejścia modelu symulacyjnego są stochastyczne to jego wyjścia oraz wskaźniki oceny pracy również są stochastyczne.

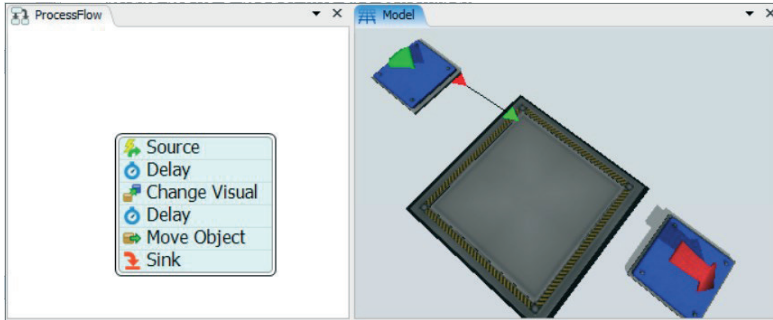
Podstawową sprawą w przeprowadzaniu symulacji z wykorzystaniem danych losowych jest wykonywanie ich w długich okresach (dzień pracy, czas zmiany na stanowisku pracy, itd.). Długość czasu symulacji oraz ilość przeprowadzonych prób należy ocenić przy użyciu metod statystycznych. Jednokrotna symulacja modelu pozwala uzyskać jedynie mały wycinek możliwości zachowań systemu i to ze względu na przyjęte parametry obiektów w procesie symulacji. Nie należy więc podejmować decyzji tylko w oparciu o pojedynczą symulację. Wykonując wiele prób, zmieniając parametry obiektów systemu, korzystając z wyników wcześniejszych symulacji można osiągnąć zamierzony cel i rozwiązać wiele problemów usprawniając pracę rzeczywistego układu.

Dodawanie logiki do modelu i zarządzanie danymi

Omawiane dotychczas zachowania obiektów w modelu dotyczyły prostych czynności ograniczonych do wykonywania zadań oznaczonych jako zwłoka czasowa (czas operacji). Sytuacja diametralnie się zmienia w chwili gdy zachowanie obiektu modyfikuje się w czasie pod wpływem czynników zewnętrznych lub obiekt osiągnął zadane wartości parametrów pracy. Gdzie zatem przechowywać te informacje, które mogą być niezbędne do zmian parametrów lub logiki w modelu.

W programie FlexSim dane takie można przechowywać w etykietach. Etykiety mogą mieć postać ciągu znaków, liczb, tabel czy macierzy. Wartość ich można ustawić ręcznie lub modyfikować dynamicznie. Etykiety pozwalają rozróżniać rodzaje przedmiotów. Mogą to być na przykład pudełka pomalowane na różne kolory. Etykiety mogą służyć również do przechowywania odniesień do innych obiektów. W ten sposób można łączyć tokeny (widzialna reprezentacja faktów) z elementami przepływu lub z innymi tokenami. Na przykład założymy, że chcesz zmienić kolor elementów przepływu w kolejce za pomocą przepływu procesu. Przykładowy model pokazano na rysunku 8.

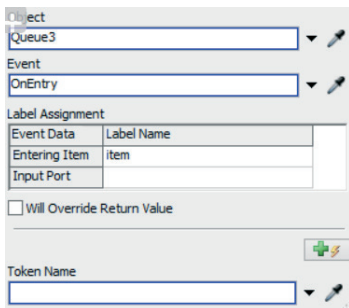
Za każdym razem, gdy element przepływu wchodzi do kolejki, działanie źródłowe (źródło wyzwalane zdarzeniem) tworzy token. Ale jak można połączyć nowy token z elementem przepływu? Można to zrobić za pomocą etykiet. Na rysunku 9 przedstawiono szybkie właściwości źródła (Source):



Rys. 8. Model zmiana koloru elementów przepływu w kolejce

Element wejściowy zdarzenia jest przypisany do etykiety na nowym tokenie o nazwie element. Oznacza to, że *token.item* zwróci element przepływu. Istotna jest tu informacja, że tworzenie odniesień do obiektu w żaden sposób nie zmienia obiektu. Odniesienie zapewnia tylko szybki dostęp do tego obiektu.

Odwołanie do obiektu to funkcje siatki węzłów, można więc wywołać dowolną funkcję, która połączy dany węzeł z obiektem. Na rysunku 10 przedstawiono kilka przykładów:



Rys. 9. Właściwości źródła (Source)

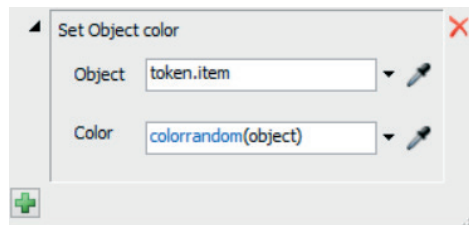
```
// uzyskać nazwę przedmiotu
string name = token.item.name

// określić, czy obiekt nadal istnieje
int exists = objectexists(token.item);

// pobierz obiekt zawierający
Object container = token.item.up;
// ...
```

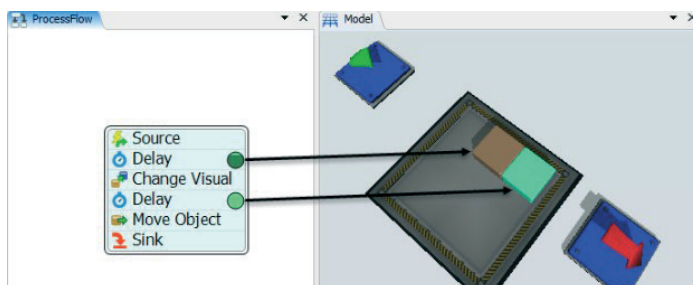
Rys. 10. Przykłady odwołań do obiektów

Wracając do przykładowego modelu, można wypełnić we właściwościach Ustaw kolor obiektu w działaniu i zmienić wizualizację z użyciem następujących wartości (rys. 11.):



Rys. 11. Właściwości ustaw kolor obiektu (Set Object color)

Efekt tych ustawień można zobaczyć podczas działania modelu. Poniższy obraz przedstawia etykiety obu tokenów jako czarne strzałki, odnoszące się do odpowiedniego elementu przepływu.

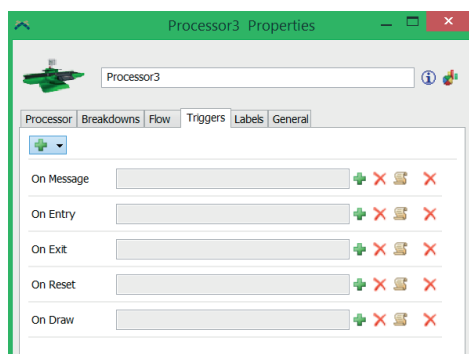


Rys. 12. Wizualizacja zmiany koloru elementów w kolejce w trakcie działania modelu

Specjalistyczne programy takie jak FlexSim wyposażone są w domyślne logiki działania, które umożliwiają ułatwienia w dostosowaniu ich do indywidualnych potrzeb użytkownika. Do logik tych uzyskujemy dostęp przez wyzwalacze (Triggers). Spełniają one rolę wyzwalającą określoną procedurę związaną z daną czynnością, która zostanie wykonana po wejściu elementu do obiektu.

FlexSim wyposażony jest w wiele różnych wyzwalaczy stanowiących integralną część programu. Dodatkową cechą jest fakt, który umożliwia modyfikację wbudowanych wyzwalaczy oraz wprowadzać niestandardowe ich modyfikacje w zależności od potrzeb.

Wyzwalacze to działania, które inicjowane są w określonym punkcie czasu na skutek wystąpienia zdefiniowanego zdarzenia. W dalszej kolejności uruchamiane są logiki działania, które związane są z obiektami. Przykładowe wyzwalacze przedstawiono na rysunku 13.

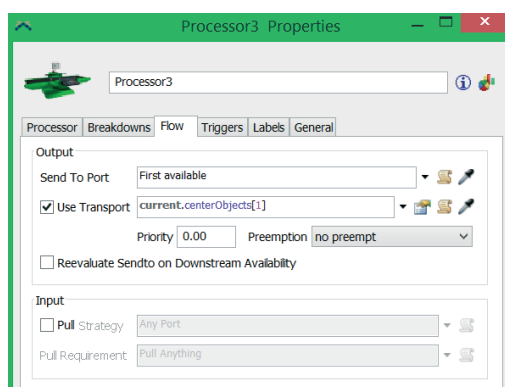


Rys. 13. Właściwości obiektu proces z zakładką wyzwalacze (Triggers)

- On Mesage (po wiadomości). Wyzwalanie gdy obiekt otrzyma wiadomość,
- On Entry (przy wejściu). Wyzwalanie zawsze gdy przedmiot wprowadzany jest do obiektu,

- On Exit (przy wyjściu). Wyzwalanie zawsze gdy przedmiot wychodzi z obiektu,
- On Reset (powtórnie nastawić). Wyzwalanie po nowych ustawieniach modelu,
- On Draw (przy grafice). Wyzwalanie przy każdym cyklu symulacji i umożliwia dodanie trójwymiarowych kształtów (np. zmiana wyglądu obiektu).

Można również zastosować wyzwalacze innego typu znajdujące się w zakładce przepływ (Flow) (rys. 14.). W tym miejscu można definiować sposób w jaki przemieszczał się będzie przedmiot z jednego obiektu do drugiego. Dotyczy to zarówno wejścia jak i wyjścia z obiektu. Wejście (Input) domyślnie otwarte jest na przyjęcie przedmiotów wypychanych z poprzedzającego obiektu. W celu zmiany sposobu pobierania przedmiotów należy wybrać zassij z portu (Pull from Port) lub zdefiniować kryteria zasysania (Pull requirement). Natomiast wyjście z obiektu (Send to Port) umożliwia wybór logiki odpowiedzialnej za wysyłkę przedmiotu do pierwszego wolnego portu (First available). Dodatkowo można użyć środka transportu (Use Transport) co spowoduje inicjację zasobu mobilnego odpowiedzialnego za dostarczenie przedmiotu do następnego obiektu.

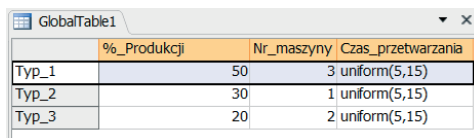


Rys. 14. Właściwości obiektu proces z zakładką przepływ (Flow)

Wyzwalacze umożliwiają również tworzenie zdarzeń doprowadzających do zmiany stanu obiektu w wyniku przestojów, przerw lub nieplanowanych zdarzeń (awarie, niewłaściwe partie materiałów). Za pomocą wyzwalaczy można również uruchamiać logikę w momencie startu modelu czy też rozpoczęciu jego symulacji.

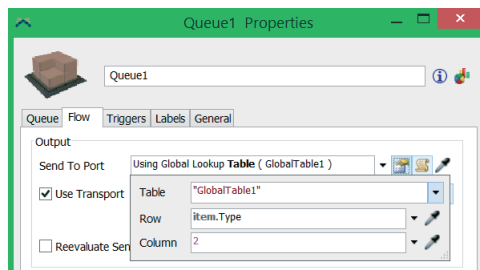
Modele symulacyjne korzystają z danych i dlatego bardzo ważną sprawą jest odpowiednie zarządzanie tymi zasobami. Dotyczy to w szczególności oddzielenia wewnętrznej logiki modelu od danych co w efekcie ułatwia przeprowadzenie analiz czułości modelu oraz kształtowanie sposobu jego działania. Program FlexSim umożliwia przechowywanie zarówno danych wejściowych jak i wyjściowych w obiektach typu tabela globalna (Global Table). Przykład tabeli podano na rysunku 15.

W obiekcie kolejka (ry.16.) pokazano, do której kolumny tabeli (kolumna 2, Nr_maszyny) zapisano informację o numerze maszyny wykonującej proces przesłanego przedmiotu.



	%_Produkcji	Nr_maszyny	Czas_przetwarzania
Typ_1	50	3	uniform(5,15)
Typ_2	30	1	uniform(5,15)
Typ_3	20	2	uniform(5,15)

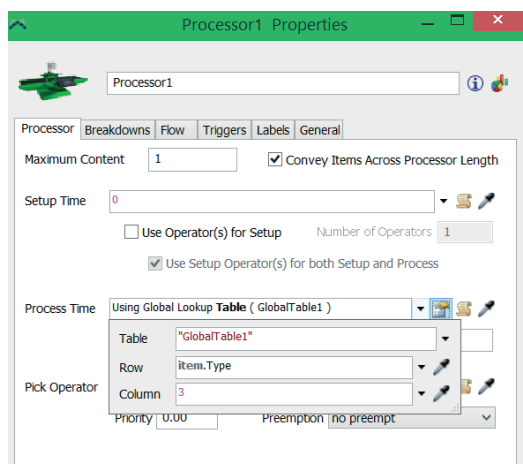
Rys. 15. Gromadzenie danych w Global Table1 pochodzących z obiektu Queue1



Rys. 16. Właściwości obiektu Queue1 z informacją o przepływie danych do Global Table1

Natomiast na rysunku 17 przedstawiono definicję informacji o czasie trwania procesu z uwzględnieniem danych zapisanych w kolumnie 3 (Czas_przetwarzania) Global Table1.

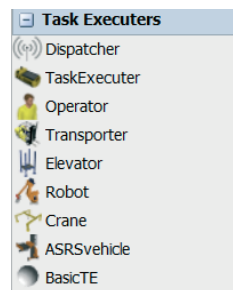
Niezwykle istotną sprawą przy tworzeniu nazw zarówno obiektów jak i tabel jest ich niepowtarzalność.



Rys. 18. Właściwości obiektu Processor1 z informacją o czasie procesu pobranym z Global Table1

Doskonalenie sposobu odzwierciedlenia systemu

Program FlexSim posiada w swoich zasobach obiekty mobilne służące do wykonywania zadań w grupie wykonawcy zadań (Task Executors) (rys. 18.). W grupie tej są: dyspozytorzy, operatorzy, transportery, pojazdy ASR, dźwigi, wózki widłowe i inne. Te zasoby mobilne umożliwiają między innymi: wykonywanie zadań transportowych między obiektami, rozdzielanie zadań między innymi zasobami mobilnymi, przemieszczanie się w sieci po wytyczonej trasie z wykonywaniem zadań w zdefiniowanych węzłach



Rys. 17. Obiekty mobilne

sieci. Wykonawcy zadań i ich podklasy są w stanie również wykonać: sekwencje zadań, wykrywanie kolizji lub przesunięcia w sekwencji zadań.

Obiekty mobilne realizują sekwencję zadań, które mogą zawierać pewne priorytety. Rozwiązania tego typu stosuje się gdy wymagana jest określona kolejność zadań. Korzystać tu można z automatycznie wygenerowanych sekwencji lub istnieje możliwość definiowania swoich własnych sekwencji. Na rysunku 19 przedstawiono okno właściwości dla wózka widłowego. W zakładce Transporter można ustawić parametry dotyczące zadań operacyjnych obiektu i jego zachowań w czasie wykonywanych czynności.

W pierwszej części właściwości transportera (linia ciągła na rys.19.) definiować możemy parametry związane z:

- Prędkością transportową,
- Maksymalną ilością transportowanych przedmiotów,
- Przyspieszeniem i zwalnianiem,
- Maksymalną prędkością transportową,
- Czasem załadunku i rozładunku,
- Ustawieniem przodu wózka w kierunku jazdy,
- Użyciem animacji transportera,
- Kątem odbicia – efekty wizualizacji obiektu w czasie prezentacji.

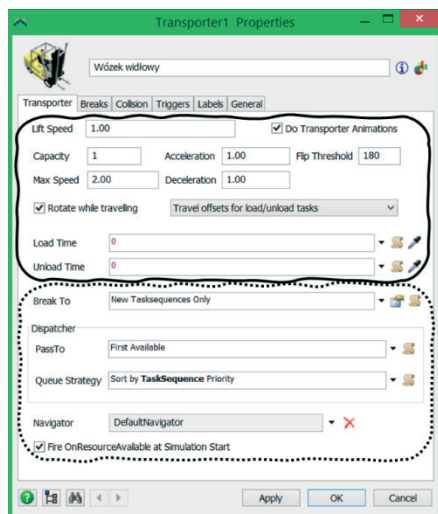
Ustawienie powyższych parametrów, a w szczególności czasów trwania poszczególnych procesów, pozwala na dokładne odwzorowanie rzeczywistych zachowań obiektu na linii technologicznej.

Druga część właściwości obiektu (linia kropkowa na rys.19.) w tej zakładce umożliwia definiowanie zaawansowanych ustawień w funkcjonalności obiektu. Możliwości te dotyczą:

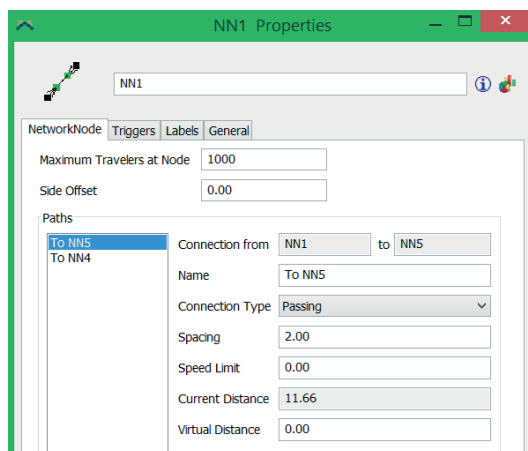
- Break to – reguła przerywania umożliwiająca zdefiniowanie sposobu przerywania bieżącego zadania,
- Dispatcher Pass to – reguła przekazywania zadań innym obiektom mobilnym zgodnie z priorytetami i logiką działania,
- Queue Strategy – reguła ustalania zasad kolejowania i priorytetów w obsłudze obiektów,
- Navigator - określa, którego Nawigatora będzie używał obiekt mobilny. Jeśli w modelu dostępne są inne nawigatory, to zostaną one wyświetlone w menu rozwijanym.

W celu wyznaczenia wymaganych dróg technologicznych dla obiektów mobilnych w programie FlexSim stosuje się obiekty Węzły sieci (Network node). Na rysunku 20 przedstawiono parametry, które można definiować dla układu dróg dla obiektów mobilnych. Dotyczy to połączeń między węzłami, łączenie z obiektami, które mają być obsługiwane przez zasoby mobilne oraz połączeń całej sieci z zasobami mobilnymi.

Istotną rzeczą jest również to, że można zdefiniować odległości między węzłami czy też ustawić maksymalną prędkość poruszania się zasobu mobilnego. Przyspieszenie i spowalnianie w tym przypadku jest równe zero. Natomiast odległość między węzłami liczona jest w jednostkach siatki. Jeśli odległość między węzłami (NN1-NN5) wynosi 11,66 jednostek siatki, a obiekt mobilny porusza się z prędkością 10 jednostek na minutę to czas transportu wyniesie 1,166 minuty. Ważną rzeczą w programie FlexSim jest to, że należy podawać odległości zarówno w jedną stronę jak i z powrotem. Odległości w obu kierunkach nie są takie same.



Rys. 19. Właściwości obiektu Transporter1 (Wózek widłowy)



Rys. 20. Właściwości obiektu Network node (węzeł sieci)

Program FlexSim zawiera w sobie bardzo obszerny zbiór funkcji logicznych, które bezpośrednio umożliwiają sterowanie przepływem przedmiotów między obiektami. Istnieje również forma zaawansowana, dzięki której można dostosować wbudowane logiki do własnych potrzeb. Używa się w tym celu języka FlexScript. Jest to rozwiązanie czasochłonne i wymaga pewnej wprawy.

Pojęcie niezawodności i dostępności zasobów

W procesie odwzorowania rzeczywistego systemu technologicznego wymagane jest korzystanie z dodatkowych funkcji, które oferuje program symulacyjny FlexSim. Chodzi tu przede wszystkim o uwzględnienie w modelu symulacyjnym tych wszystkich zdarzeń, które występują w systemie w sposób planowy, losowy, awaryjny i czynności zmieniające się dynamicznie w zależności od zewnętrznych czynników wymuszających.

W cyklu technologicznym część postojów jest planowanych (harmonogram serwisowy, zmiana parametrów produkcji itd.). Część z nich jest natomiast losowa, wynikająca z awarii maszyn czy też wadliwego materiału użytego do produkcji. Awarie i postoje znacząco wpływają na efektywność systemu produkcyjnego, a tym samym na jego niezawodność. W programie FlexSim planowane przestoje definiujemy za pomocą tabel (Time Tables). Natomiast nieplanowane z użyciem tabel ze średnim czasem między awariami (MTBF – mean time between failure).

Definiując efektywność systemu zawierającego zdarzenia losowe należy wziąć pod uwagę wiele parametrów takich jak: maksymalna wydajność, docelowa wydajność, planowana wydajność, rzeczywista wydajność, przepustowość, zajętość, czas pobytu itd. Z kolei niezawodność systemu oceniana jest poprzez następujące parametry: dostępność maszyny zgodnie z założeniami, prawdopodobieństwo bezawaryjnej pracy, czas użytkowania, średni

czas między awariami (MTBF), średni czas naprawy (MTTR). Niezawodność w danym punkcie czasowym opisuje zależność:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(x) dx$$

Funkcja $f(x)$ jest w tym przypadku rozkładem prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Przyjmując, że wystąpienie awarii opisuje rozkład wykładniczy niezawodność opisać można według zależności:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

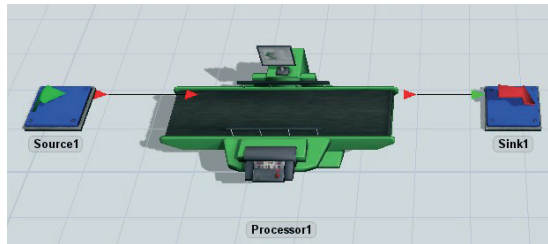
gdzie:

λ – częstotliwość występowania awarii.

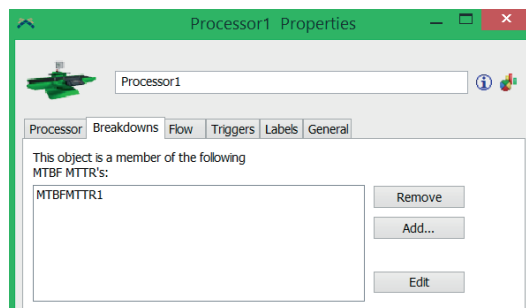
Istotna w tym rozumowaniu jest potrzeba właściwego określenia częstotliwości występowania awarii. Częstość ta wyliczana jest na podstawie przedziałów czasowych, w których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia awarii.

Program FlexSim oferuje dla każdego trybu awarii swój niezależny zegar. Omówione to zostanie na podstawie dwóch parametrów. Średniego czasu między awariami (MTBF), średniego czasu naprawy (MTTR). Korzystając z wbudowanych metod symulacji losowych w programie FlexSim przeprowadzono prostą symulację modelu (rys. 21.).

Następnie we właściwościach obiektu Processor1 wprowadzono tabelę przestojów w zakładce (Breakdowns) (rys. 22.). Można zdefiniować jakich stanów zdarzeń w obiekcie dotyczy dany przestój.



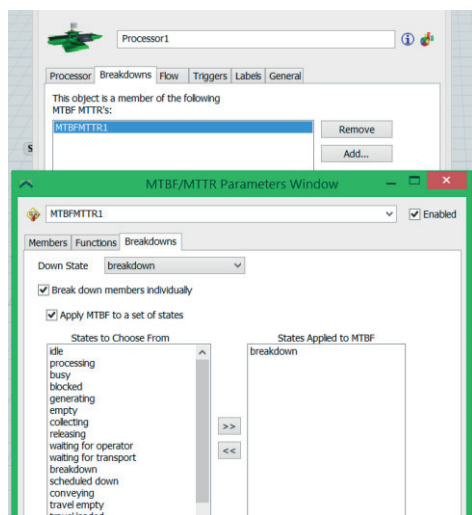
Rys. 21. Model do testowania niezawodności systemu



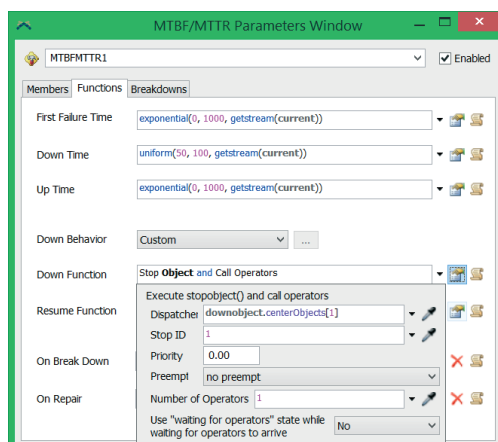
Rys. 22. Definiowanie tabeli przestojów

Na rysunku 23 podano przykład takiego ustawienia gdzie wybrano przestój (breakdown). To działanie jest widoczne w prawej kolumnie menu. Dodatkowo należy zaznaczyć (Apply MTBF to a set of states) co oznacza uruchomienie zegara awarii odnoszące się do wybranego wcześniej działania.

Jeżeli wystąpi stan awarii to w zakładce (Functions) można zdefiniować nie tylko zatrzymanie procesu, ale również zdecydować jakie następne działania można wykonać. Na rysunku 24 przedstawiono szczegóły dotyczące definiowania działań i zachowań personelu, który powinien przystąpić do określonych prac. W menu (Preempt) (rys. 24.) możliwe jest również zdefiniowanie priorytetów dotyczących, która z występujących awarii powinna być w pierwszej kolejności usunięta. Odnosi się to braku wystarczającej ilości pracowników przeznaczonych do takich prac.



Rys. 23. Definiowanie stanów zdarzeń w obiekcie w trakcie przestojów



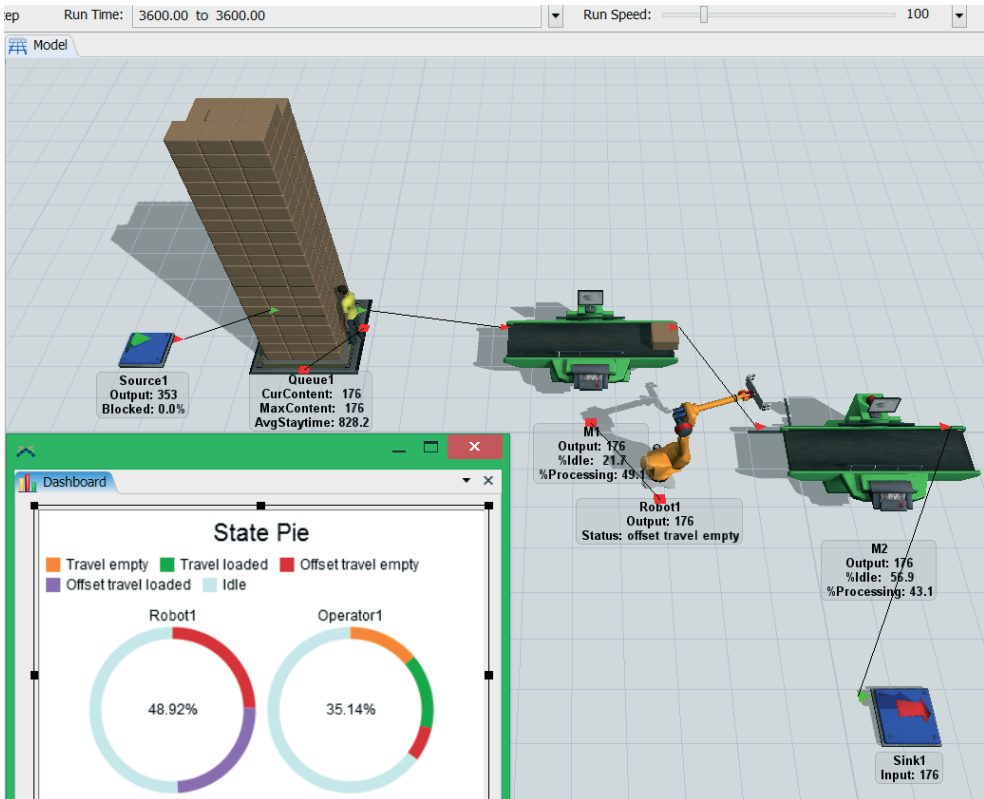
Rys. 24. Definiowanie wezwania operatora do awarii

Modele symulacyjne – analiza zachowań systemu

W celu efektywnego wykonywania procesów decyzyjnych istotna jest wiedza o zachowaniu się systemu po wprowadzeniu lub zmianie pewnych jego parametrów. Efekty, które otrzymać można w procesie symulacji pokazują jak zachowuje się modelowany system pod wpływem zakładanych udogodnień. Zweryfikować można również zachowanie się procesu w razie działania negatywnych bodźców na poszczególne obiekty w modelu. Istotne w tej analizie jest zwrócenie uwagi na interakcje zachodzące między elementami systemu, zmienność i niepewność działań oraz jej dynamikę.

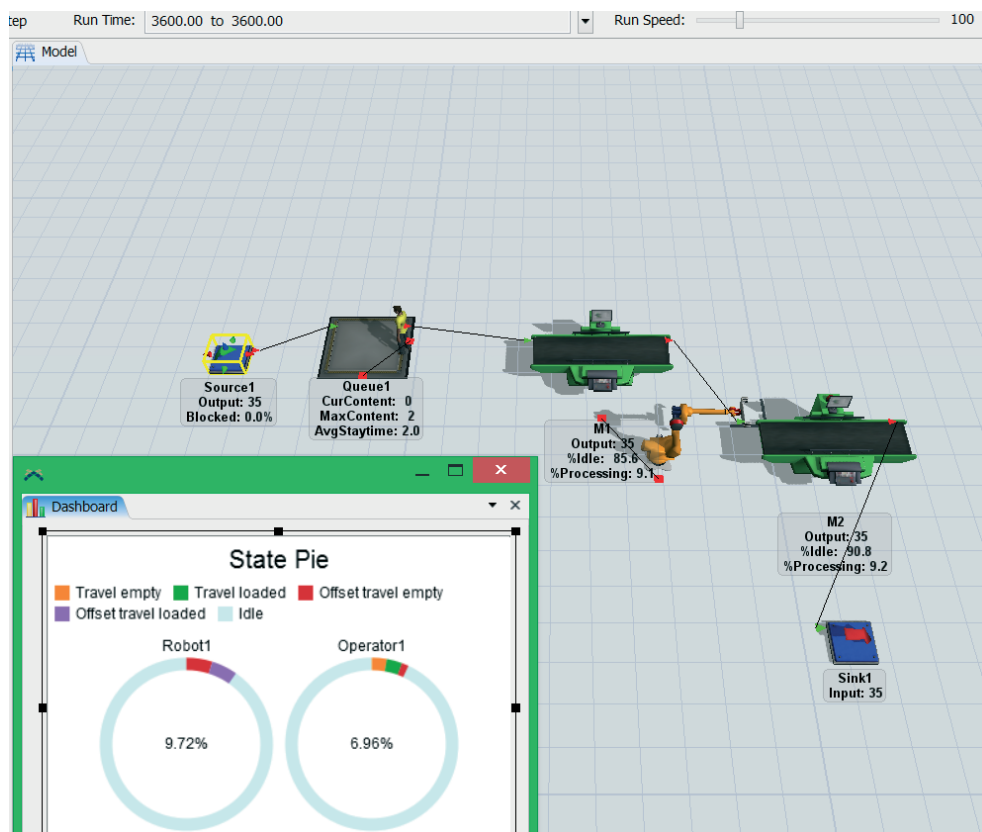
Na rysunku 25 przedstawiono strukturę zajętości Operatora i Robota w pewnym cyklu technologicznym, który poddano symulacji w czasie jednej godziny. Ładunki do systemu dostarczane są ze średnią częstotliwością 10 sekund według rozkładu wykładniczego. Czas obsługi na maszynie M1 zmienia się zgodnie z rozkładem normalnym dla wartości średniej

10 sekund. Dla takich parametrów w kolejce modelu (Queue1) zalega 90,8% dostarczonych przedmiotów. Na tym wykresie (rys. 25.) Operator jest zajęty bezpośrednio przy czynnościach związanych z produkcją w 35,14% czasu przeznaczanego na cykl. Składa się na to czas: transportu ładunku, powrotu po ładunek oraz czas potrzebny na pobranie i oddanie ładunku. Pozostały czas cyklu, czyli 64,86% stanowi bezczynność Operatora. Podobna struktura dla Robota zawiera część czasu pracy w cyklu (48,92%), na którą składają się zadania związane z pobraniem, transportem i pozostawieniem ładunku oraz powrót i gotowość do nowego cyklu. Pozostały czas cyklu, czyli 51,08% stanowi bezczynność Robota.



Rys. 25. Zajętość Operatora i Robota w modelu procesu technologicznego

Zadając sobie pytanie, co się stanie jeżeli zostanie 10-krotnie zmniejszona częstotliwość dostaw ładunków (w porównaniu do modelu na rys. 25) przy zachowaniu rozkładu wykładniczego. Odpowiedź systemu po godzinnej symulacji dostarczyła spodziewanych efektów. Ładunki nie oczekują w kolejce i są na bieżąco dostarczane na linię produkcyjną. Natomiast gwałtownie spadło obciążenie Operatora i Robota. Obecnie bezczynność Operatora wynosi 93,04%, a Robota 90,28% (rys. 26.).



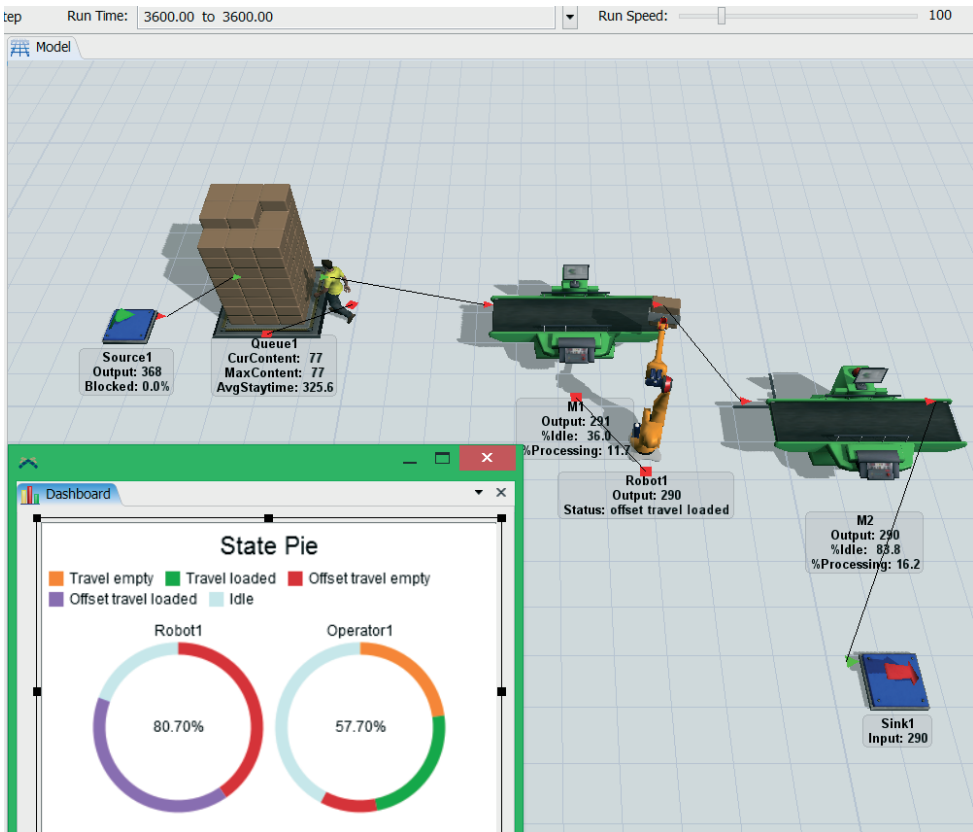
Rys. 26. Zajątość Operatora i Robota w modelu procesu technologicznego przy 10-krotnej redukcji dostaw

Zadając sobie pytanie, co się stanie jeżeli zostanie 10-krotnie skrócony średni czas obsługi (w porównaniu do modelu na rys. 25) na maszynie M1 i M2? Odpowiedź na to pytanie znajduje się na rys. 27. Zapasy napływających towarów w kolejce zmniejszyły się do poziomu 20,9%. Zdecydowanie natomiast poprawił się stopień wykorzystania Operatora i Robota. Teraz ich bezczynność jest na poziomie 19,3% i 42,3% odpowiednio.

Powyższy przykład dotyczy zmiany jedynie wybranych parametrów i nie zawiera odniesienia do rzeczywistych parametrów i możliwości obiektów znajdujących się w modelowanym systemie.

Kolejną kwestią w modelowaniu symulacyjnym jest czas trwania tej symulacji. Rozróżnić tu można dwa zakresy czasowe – skończony i nieskończony. Dla skończonego okresu czasu (czas jednej zmiany pracy, czas potrzebny na wytworzenie produktu itd.) czas symulacji jest łatwy do określenia. Dodatkowo sterować można krokiem czasowym według którego odbywa się analiza zachowań poszczególnych elementów systemu. Na przykładach (rys. 25-27.) krok czasowy wynosił 100 sekund. Wybór jego wartości zależy od tego jaki fragment procesu należy dokładniej zinterpretować.

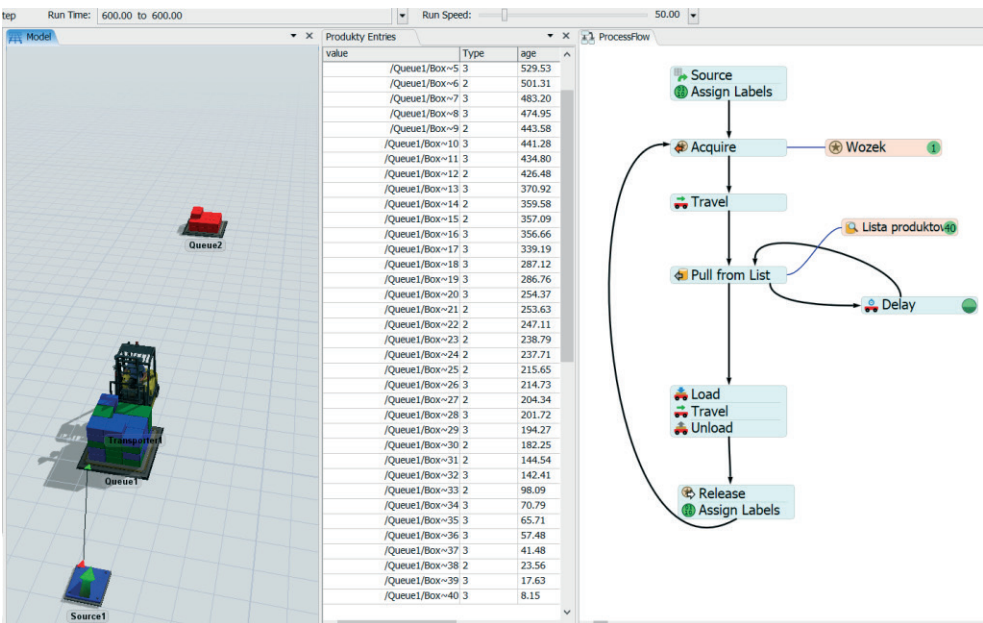
W przypadku symulacji procesów w zakresie czasów długotrwałych (nieskończonych) ustalenie czasu symulacji modelu nie jest proste.



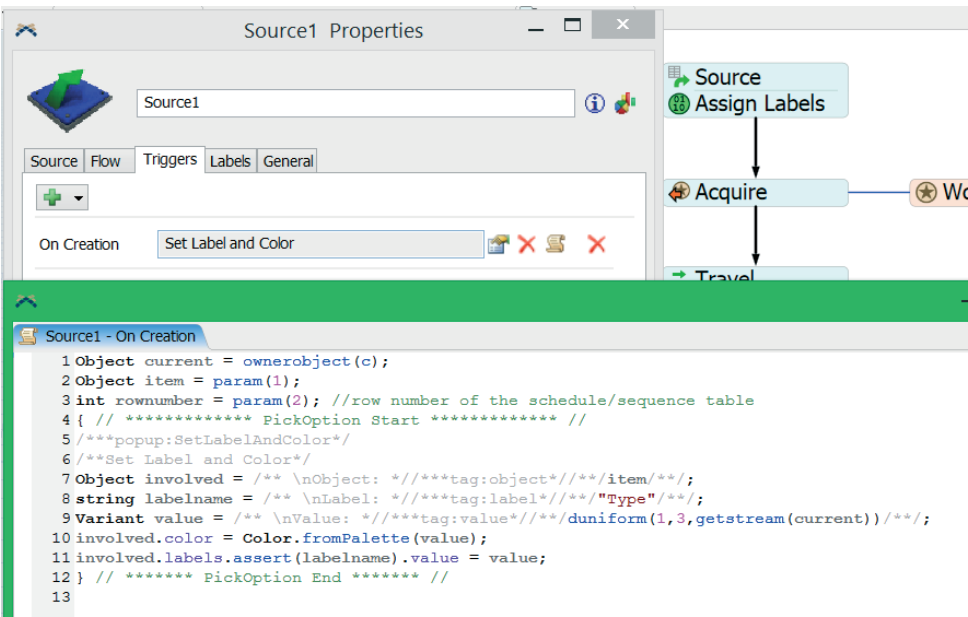
Rys. 27. Zajątość Operatora i Robota w modelu procesu technologicznego przy 10 krotnym skróceniu czasu obsługi na maszynie M1 i M2

Kolejny przykład przedstawia transport produktu typ 1 między punktem wyładunku i załadunku. Pozostałe dostarczone produkty typu 2 i 3 nie są przeładowywane i pozostają w miejscu przyjęcia (rys. 28.). Na rysunku 29 podano szczegóły dotyczące jakimi cechami wyróżniają się przedmioty znajdujące się w systemie. Każdy z trzech rodzajów przedmiotów ma swój określony kolor. Jedynek jest przyporządkowana do koloru czerwonego i ten przedmiot jest transportowany w systemie. Transporter przewozi produkty typu 1 z Queue1 do Queue2 na dystansie 20 m w ciągu 10 minut (rys. 28.). W tym czasie wszystkie produkty tego typu zostały dostarczone do Queue2.

Następnie zwiększono dwukrotnie dystans do transportu z 20 do 40 m. Przy czym założenia związane z dostarczaniem produktów do systemu (według rozkładu wykładniczego) nie uległy zmianie.

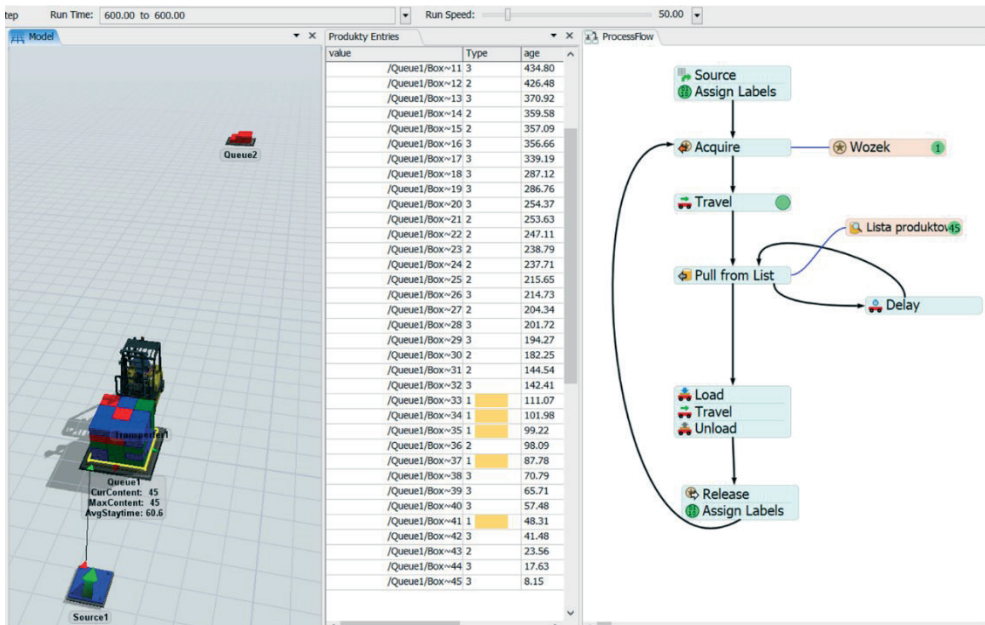


Rys. 28. Model przeładunku przedmiotu nr 1 na dystansie 20 m



Rys. 29. Właściwości dostarczanych przedmiotów do modelu

Analizując ten prosty przykład, przy założeniu bardzo krótkiego czasu symulacji – 10 minut (rys. 30.), okazało się, że nie wszystkie produkty typu 1 będą przetransportowane z Queue1 do Queue2. W tej symulacji ta ilość wyniosła 5 produktów typ 1 (w kolumnie Type szareprostokąty). Wynik ten wskazuje na sygnał o spadku przepustowości środka transportowego spowodowany wydłużeniem czasu operacyjnego związanego z czynnością transportową w jednym cyklu. W celu uzyskania miarodajnych wyników potrzebnych w procesie decyzyjnym należy wydłużyć czas symulacji w odniesieniu do rzeczywistych potrzeb linii technologicznej. Wówczas dostać można wskaźnik, według którego zostanie podjęta decyzja związana z parametrami transportu (prędkość transportowa) lub dodanie kolejnego transportera. Na rysunku 30 w modelu przeładunku pokazano również przebieg jego symulacji z użyciem zaawansowanej funkcjonalności logiki działania ProcessFlow.



Rys. 30. Model przeładunku przedmiotu nr 1 na dystansie 40 m

Wykorzystanie programu FlexSim do analizy i rozwiązywania problemów w przedsiębiorstwie - podsumowanie

Środowisko programu FlexSim oferuje bogaty zakres narzędzi do analizy modeli procesów, które realizowane są w przedsiębiorstwie. Wymaga to jednak wnikliwego przygotowania, opisanie i zdefiniowanie istotnych czynników wpływających na badany cykl technologiczny. Najważniejszym jest jednak poprawne zdefiniowanie problemu, który trzeba rozwiązać nie zapominając o interesach grup uczestniczących w procesie i reprezentujących swoje programy i wymogi. Przeprowadzenie sprawnej negocjacji pomaga w poznaniu

i uzasadnieniu wykonania zadań prowadzących do osiągnięcia zamierzonego celu. Zbudowany zgodnie z warunkami rzeczywistymi i na jasno określonych celach model procesu stanowi doskonałe narzędzie do uzyskania wielu wyników. Odzwierciedlają one możliwe scenariusze zachowania się analizowanego modelu pod wpływem realnych bodźców. Część z nich sprzyja oczekiwanym efektom. Znakomita jednak większość z nich wpłynąć może na zakłócenia w cyklu produkcyjnym lub doprowadzić do awarii w procesie realizacji zadań.

W powyższym opracowaniu przedstawiono jedynie niewielki zarys możliwości aplikacji FlexSim na prostych przykładach pokazujących jak zdefiniować i przeprowadzić symulację. Otrzymane w ten sposób wyniki ułatwią ocenę wrażliwości na parametry działania modelu i pozwolą określić ich wpływ na oczekiwany efekt.

Podkreślić należy również fakt, iż wysiłek włożony na budowę modelu symulacyjnego, uzyskane wyniki oraz ich analizę powinien znaleźć zastosowanie w rzeczywistości. W przeciwnym razie będzie to jedynie wykonanie pracy bezwartościowej. A zastosowanie najbardziej zaawansowanej techniki wspomagania decyzyjnego okaże się jedynie wartością poznawczą możliwości takiej aplikacji.

Bibliografia

- Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A., and Zairi, M.: Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *Euro. J. Oper. Res.* 146, 2, 352-364, 2003.
- Bharadwaj, S., Bharadwaj, A., and Bendoly, E.: The performance effects of complementarities between information systems, marketing, manufacturing and supply chain processes. *Inf. Syst. Res.* 18, 4, 437-453, 2007
- Bhardwaj, S., Leenan J., and Sandeep, J.: Cloud computing: A study of infrastructure as a service. *Int. J. Engin. Inf. Technol.* 2, 1, 60-63, 2010
- Chang, S.: ERP life cycle implementation, management and support: Implications for practice and research. In *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences* 1-10, 2004
- Chellappa, R. K. and Saraf, N.: Alliances, rivalry, and firm performance in enterprise systems software markets: A social network approach. *Inf. Syst. Res.* 21, 4, 849-871, 2010
- Esteves, J. and Pastor, J.: Organizational and technological critical success factors behavior along the erp implementation phases. In *Enterprise Information Systems VI*, I. Seruca, J. Cordeiro, S. Hammoudi, and J. Felipe, Eds, Springer, 63-71, 2006
- Framinan, J. M., Gupta, J. N. D., and Usano, R. R.: Enterprise resource planning for intelligent enterprises. In *Intelligent Enterprises of the 21st Century*, J. Gupta, and S. Sharma, Eds., Idea Group Publishing, Hershey, PA, 2004
- Huang, A., Yen, D. C., Chou, D. C., and Xu. Y.: Corporate applications integration: Challenges, opportunities, and implementation strategies. *J. Bus. Manag.* 9, 2, 137-150, 2003
- Little, D.: Little's Law as Viewed on its 50th Anniversary. *Operation Research*. Vol. 59, No. 4 May-June, pp. 536-549, 2011
- Little D., Graves S.: Chapter 5 – Little's Law. W: D. Chhajed, T. Lowe (eds.), *Building Intuition: Insight From Basic Operation Management Models and Principles*. Springer Science Business Media, 2008
- Livemore, C. and Ragowsky, A.: ERP systems selection and implementation: Across-cultural approach. In *Proceedings of the 8th Americas Conference on Information Systems*. 1332-1339, 2002
- O'Leary, D.: *Enterprise Resource Planning Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2010

- Parthasarathy, S., Anbazhagan, N., and Ramachandran, M.: An exploratory case study on performance enhancement of erp projects. *J. Comput. Sci.* 6, 2, 1-8, 2007
- Ranganathan, C. and Brown, C. V.: ERP investments and the market value of firms: Toward an understanding of influential ERP project variables. *Inf. Syst. Res.* 17, 2, 145-161, 2006
- Sandoe K., Corbitt G., and Boykin R.: *Enterprise Integration*. John Wiley and Sons, New York, 2001
- Shaul L., Tauber D.: Critical Success Factors in Enterprise Resource Planning Systems: Review of the Last Decade. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45. <https://doi.org/10.1145/2501654.2501669>, 2013

Źródła internetowe:

(<https://www.appstar.net.in/erp-management-system.html>)

PROCES TRANSPORTOWY JAKO PODSTAWOWY ELEMENT ŁAŃCUCHA DOSTAW – STUDIUM PRZYPADKU

Urszula Malaga-Tobola¹, Dariusz Kwaśniewski¹, Maciej Kuboń¹, Sylwester Tabor¹

¹ Katedra Inżynierii Produkcji Logistyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 116 B, 30-149 Kraków, ORCID: 0000-0001-7918-8699

Adres do korespondencji: e-mail: urszula.malaga-tobola@urk.edu.pl

Wstęp

Transport w gospodarce pełni bardzo istotną rolę, czego dowodem jest jego obecność w niemal każdej dziedzinie życia społeczno-gospodarczego. Praktycznie każdy rodzaj i forma działalności produkcyjnej i usługowej wymaga przemieszczania określonych ilości ładunków oraz osób na różne odległości. A im większy jest jego udział w danej działalności, tym bardziej wzrasta jej efektywność i sprawność. Można to przez analogię przenieść na gospodarkę, gdyż to sprawność systemu transportowego, determinowana przez środki finansowe przekazywane na rzecz transportu oraz wysoka jakość świadczonych usług, warunkuje jej jakość i konkurencyjność na rynku globalnym¹. Wiadomym jest, że jednostki gospodarcze dążą do uzyskania pozycji lidera na rynku, a bardzo istotną częścią polskiej gospodarki jest sektor TSL, który w PKB Polski stanowi od kilku do kilkunastu procent². Zatem rozwój transportu, poprzez stan ilościowy i jakościowy jego infrastruktury, jest jednym z czynników warunkujących wzrost gospodarczy. Należy, w związku z tym, inwestować w nowoczesną i efektywną infrastrukturę, gdyż będzie to w sposób znaczący oddziaływać na gospodarkę, głównie gospodarkę regionu, bowiem to czynnik infrastrukturalny warunkuje realizację planów rozwojowych gospodarki. Infrastruktura, stwarzając warunki właściwego funkcjonowania całej gospodarki oraz stymulując jej rozwój powoduje, że musi być odpowiednio dobrana i ukształtowana, aby był on możliwy. Konieczny jest zatem wyprzedzający rozwój infrastruktury w stosunku do rozwoju gospodarki, aby stworzyć system transportowy mogący sprostać jej rozwijającym się potrzebom. Co za tym idzie, polityka rozwoju transportu powinna być ściśle skoordynowana z polityką gospodarczą. Korzyści z dobrze rozwiniętej infrastruktury dla gospodarki to przede wszystkim otwarcie na nowe rynki zbytu i udostępnienie własnych rynków, osiąganie korzyści z przewozów tranzytowych, ułatwiony dostęp do

¹ Neider J. Transport międzynarodowy, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.

² Fechner I., Szyszka G. (red.). Logistyka w Polsce, Raport 2017, Biblioteka Logistyka, Poznań, 2018

siły roboczej, rozwój dziedzin korzystających z infrastruktury tj. turystyka, a także integracja oraz rozwój regionalny czy też zmniejszanie kongestii.

Ze względu na to, że transport obsługuje różne działy gospodarki, tj. przemysł, leśnictwo czy budownictwo, przemiany jakie zachodzą w tych przemysłach wpływają na funkcjonowanie i przemiany zachodzące w działalności transportowej. System transportowy i gospodarka stanowią swoistego rodzaju komplementarny układ, bowiem prowadzenie jakiegokolwiek działalności gospodarczej nie jest możliwe bez zaangażowania transportu. Jednocześnie cecha ta determinuje także jego substytucyjność, bowiem jedynie transport umożliwia pokonywanie przestrzeni przy użyciu różnorodnych środków transportowych, a także wykonywanie usług przez operatorów reprezentujących różne gałęzie.

Transport odgrywa bardzo ważną rolę w systemie logistycznym. Jest on bowiem jednym z podstawowych ogniw łańcucha logistycznego, a jednocześnie łącznikiem w procesie produkcji i wymiany³. Właściwa oraz sprawna organizacja procesów transportowych jest ważna w każdym przedsiębiorstwie transportowym. Procesy te z jednej strony powinny być tak zaplanowane, żeby zrealizować wszystkie zadane zlecenia transportowe, czyli dostarczyć ładunek bez żadnych uszkodzeń bądź strat w określonym czasie. Natomiast z drugiej strony ważne jest, aby minimalizować koszty transportu podczas jego planowania. Przewozy ładunków wymagają różnej organizacji, w zależności od gałęzi transportu i podatności transportowej ładunków, na którą składają się czynniki związane bezpośrednio z samym towarem i czynnościami transportowymi tj. rozmiar ładunku, wytrzymałość, kształt oraz sposób zabezpieczenia ładunku w trakcie przewozu⁴.

Organizując transport należy uwzględnić wszelkie przepisy prawa oraz dodatkowe regulacje, biorąc pod uwagę fakt, iż każdy proces transportowo-spedycyjny przebiega inaczej i podlega innym regulacjom, w zależności od rodzaju przewożonego ładunku, wybranych gałęzi transportu, sposobu przewozu oraz liczby zaangażowanych w dany transport osób i podmiotów. Organizacja transportu obejmuje m.in. zlecenie spedycyjne, analizę zawartych w nich informacji, przygotowanie ogólnej koncepcji takiego przewozu, sporządzenie instrukcji wysyłkowej oraz rozliczenie procesu transportowo-spedycyjnego.

Transport ładunków spożywczych

Jednym z istotniejszych rodzajów przewozu jest transport produktów spożywczych, gdyż oddziałuje na jakość zdrowotną przewożonych artykułów, a w szczególności świeżych produktów, takie jak owoce, warzywa, mięso, ryby, artykuły mleczne, soki czy skorupiaki, które są szczególnie wrażliwe na warunki transportu⁵. Rozwój prawa żywnościowego gwarantującego bezpieczeństwo żywności na każdym etapie łańcucha dostaw, niejako wymusza analizę transportu produktów spożywczych, będącego nieodzownym elementem obrotu żywnością.

³ Michalik J. Organizacja transportu w systemie logistycznym przedsiębiorstwa, Systemy Logistyczne Wojsk, 36, 2010

⁴ Pyza D., Miętus M. Organizacja przewozu ładunków transportem drogowym z uwzględnieniem różnych technologii przewozowych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport, 117, 2017

⁵ Starkowski D., Bieńczyk K., Zwierzycki W. Samochodowy transport krajowy i międzynarodowy, Kompendium wiedzy praktycznej, Tom V, Transport kołowo - drogowy, Poznań, Systherm D. Gazińska S.J., 2012

Środki transportowe muszą zatem spełniać szereg warunków prawnych, technicznych i organizacyjnych, aby przewóz żywności nie budził zastrzeżeń⁶.

Produkty żywnościowe wymagają szczególnego traktowania podczas transportu, aby nie dopuścić do ich zanieczyszczenia, które mogłyby prowadzić do pogorszenia ich jakości, a także mogłyby być źródłem niebezpieczeństwa dla konsumentów⁷. Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego produktów gwarantują standardy IFS i BRC, które określają przede wszystkim specyfikacje i właściwości transportowanego produktu, utrzymania należytego stanu technicznego powierzchni transportowych, jak również infrastruktury pomocniczej – klimatyzatorów, przewodów spustowych, warunków temperaturowych według kryteriów jakości danego produktu i odpowiednich warunków higienicznych tj. mycie i dezynfekcja. Według szacunków, straty żywności podczas transportu sięgają 30%, czego przyczyną jest w głównej mierze niewłaściwa organizacja transportu^{8,9}. Ważnym aspektem jest tutaj dokładność wykonywania prac związanych z załadunkiem i rozładunkiem żywności, rozmieszczeniem towaru w pojeździe, sam proces transportu, a także odpowiednie warunki klimatyczne w nim panujące¹⁰. Istotne są również odpowiednie warunki higieniczne dotyczące wykorzystywanej infrastruktury, sprzętu i procedur działania, dobór opakowań, zabezpieczeń pojazdów do transportu oraz trasy^{11,12}.

Transport ładunków, zwłaszcza spożywczych, zawsze powiązany będzie z czasem jego trwania. W obecnych procesach transportowych, to czas jest często najważniejszym czynnikiem realizacji ww. procesów. Coraz częściej zwraca się uwagę na terminowość dostaw i nie chodzi tu wyłącznie o eliminację spóźnień, ale dąży się także do wyeliminowania wcześniejszych przejazdów do punktu odbioru. To podejście daje efektywniejsze wykorzystanie zarówno środków transportowych, jak i czasu pracy kierowców, co minimalizuje koszty. Minimalizując koszty ważne jest również jak najniższe zużycie paliwa. Można to uzyskać m.in. dzięki montażowi specjalnych osłon aerodynamicznych lub agregatów o specjalnej aerodynamicznej konstrukcji czy elektrycznemu zasilaniu agregatu chłodniczego podczas postoju^{13,14}.

⁶ Rodzeń A. Transport żywności i transport płodów rolnych jako podstawowe działy gospodarki. *Acta Sci. Pol. Technica Agraria*, 17(1-2), 2018

⁷ Czernyszewicz E., Pawlak P. Uwarunkowania i kierunki zapewnienia bezpieczeństwa i jakości owoców i warzyw, *Zarządzanie i finanse*, 3, 2012

⁸ Idaszewska N., Bieńczyk K. Przewóz środków spożywczych zgodnie z najnowszą umową ATP. *Logistyka*, 5, 2011

⁹ Stajniak M., Konecka S., K. Szopik-Depczyńska, Transport produktów spożywczych w temperaturze kontrolowanej, *Autobusy*, 11, 2016

¹⁰ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 19.12.2002r., w sprawie wymagań sanitarnych dotyczących środków transportu żywności, substancji pomagających w przetwarzaniu, dozwolonych substancji dodatkowych i innych składników żywności; *Dziennik Ustaw* z dn. 10.02.2003r., nr 21, poz. 179 (Dz.U.2003.21.179)

¹¹ Markowska J., Polak E. Przerwanie łańcucha chłodniczego a jakość żywności, *Przemysł Spożywczy*, 9, 2016

¹² Rozporządzenie nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 29.04.2004r., w sprawie higieny środków spożywczych; załącznik II, rozdział IV

¹³ Piernikarski D. Agregaty chłodnicze: rewolucja trwa. *Samochody specjalne*, 4, 2013a

¹⁴ Piernikarski D. W służbie łańcucha chłodniczego, *Samochody specjalne*, 4, 2013b

Dobór właściwej technologii do przetwórstwa żywności, a także przygotowanie jej do obrotu, w ważny sposób wpłynie na zachowanie przez nią naturalnych cech np. szybkość zamrażania i jego właściwa technika, ograniczenie bądź całkowite uniknięcie niepożądanych zmian w produktach (straty składników odżywczych produktów), walory smakowe, a także zapewnienie trwałości oraz bezpieczeństwa zdrowotnego¹⁵. Bardzo istotnym parametrem w transporcie żywności, ze względu na zachowanie jakości przewożonego asortymentu, jest temperatura i skład atmosfery^{16,17,18,19,20,21}. Na rynku dostępnych jest wiele różnych środków transportu wykorzystywanych do przewozu żywności. Jednak najczęściej stosowane przez branżę spożywczą są zestawy składające się z ciągnika siodłowego i naczepy typu chłodnia, izoterma czy plandeka.

Dwa pierwsze rodzaje naczep nadają się szczególnie do transportu towarów spożywczych wymagających stałej temperatury przewozu. Zatem przeznaczone są głównie do przewozu produktów zamrożonych, schłodzonych, szybko psujących się oraz potrzebujących ogrzewania. Natomiast naczepa typu plandeka wykorzystywana jest przede wszystkim do transportu żywności przetworzonej, która nie wymaga stałej temperatury, a chroni ładunek przed działaniem promieni słonecznych oraz opadami²².

Zapewnienie optymalnych warunków dla każdego ładunku zapewnia również zastosowanie nadwozi multi-temperaturowych, które posiadają do 4 stref temperaturowych²³. Cykl dostaw produktów spożywczych jest wrażliwy pod względem terminowości dostaw, kompleksowy i dynamiczny^{24,25,26}. Przemysł żywności zaś jest wrażliwy na zmiany, ze względu na wzrastającą J.H. złożoność operacyjną, dynamiczne zmiany wynikające z zaspokojenia

¹⁵ Trienekens P., Wognum M., Beulens A.J., Van der Vorst J. Transparency in complex dynamic food supply chains, *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 2012

¹⁶ Gajewska T. Kryteria oceny jakości usług logistycznych, w: *Zarządzanie jakością – doskonalenie organizacji*, pod red. T. Sikory. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2010a

¹⁷ Gajewska T. Uwarunkowania jakości usług logistycznych dotyczących transportu chłodniczego, w: *Wybrane zagadnienia logistyczne w zapewnieniu jakości towarów*. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2010b

¹⁸ Aung M.M., Chang Y.S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain, *Food Control*, 40, 2014

¹⁹ Kilibarda M., Andrejic M. Logistics service quality impact on customer satisfaction and loyalty, 2nd International Conference on Supply Chains (ICSC), Belgrade, Serbia, 2012

²⁰ Maj G., Stoma M., Dudziak A. Conditions and Role of the Logistics Road Transportation of Fruits, *Logistyka*, 6, 2014

²¹ Sokołowski G. Kluczowe elementy skutecznego systemu identyfikacji żywności, *Logistyka*, 6, 2014

²² Galińska B., Rybińska K. Istota procesów transportowych w przedsiębiorstwach branży spożywczej, *Logistyka*, 3, 2014

²³ Sutkowski R. Transport zewnętrzny w przemyśle spożywczym, *Przemysł spożywczy*, 66, 2012

²⁴ Bourlakis M., Weighman P. Introduction to the UK food supply chain, in: M.A. Bourlakis, and P.W.H. Weighman (Eds.). *Food supply chain management*. Blackwell Publishing, 2001

²⁵ Montanari R. Cold chain tracking: a managerial perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 19(8), 2008

²⁶ Panozzo G., Cortella G. Standards for Transport of Perishable Goods Are Still Adequate? Connections Between Standards and Technologies in Perishable Foodstuffs Transport. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 2008

wymogów konsumentów, nowe regulacje prawne, a przede wszystkim, na krótki okres trwałości produktu. Wobec tego wymaga się inteligentnego i sprawnego cyklu dostaw w celu usatysfakcjonowania potrzeb konsumentów²⁷. Aktualnie dąży się do minimalizacji liczby ogniw łańcucha dostaw, poprzez eliminację pośredników i punktów skupu, a tworzenie organizacji i grup producenckich²⁸. Upraszczanie łańcuchów dostaw prowadzi bowiem do zmniejszenia wielkości strat ładunków oraz obniżania cen detalicznych.

Celem opracowania była charakterystyka i ocena efektywności procesu transportowego ładunków żywnościowych realizowanego przez wybraną firmę transportową świadczącą usługi dla Centrum Dystrybucji Biedronka.

Material i metodyka badań

Oceny efektywności transportu dokonano na podstawie następujących wskaźników:

- niezawodność transportu = $\frac{\text{liczba przewozów wykonanych terminowo}}{\text{całkowita liczba przewozów}} \times 100\%$
- liczba uszkodzeń = $\frac{\text{liczba uszkodzonych jednostek transportowych}}{\text{całkowita liczba jednostek transportowych}} \times 100\%$
- elastyczność transportu = $\frac{\text{liczba spełnionych wymagań transportowych}}{\text{całkowita liczba wymagań transportowych}} \times 100\%$;
- koszty transportu na km = $\frac{\text{koszty transportu}}{\text{liczba kilometrów}}$;
- koszty transportu na przewóz = $\frac{\text{koszty transportu}}{\text{liczba przewozów}}$;
- stopień wykorzystania środków transportu = $\frac{\text{ładunek rzeczywisty (l. palet)}}{\text{ładunek możliwy (l. palet)}} \times 100\%$;
- wykorzystanie czasu pracy = $\frac{\text{wykorzystany czas pracy}}{\text{dysponowany czas pracy}} \times 100\%$;
- awaryjność środków transportowych = $\frac{\text{liczba awarii}}{\text{całkowita liczba przewozów}} \times 100\%$;
- liczba kilometrów na środek transportu = $\frac{\text{całkowita liczba kilometrów}}{\text{liczba środków transportu}}$.

Dane do obliczeń pozyskano z Centrum Dystrybucji Biedronka w Parzniewie. Wskaźniki określono dla miesiąca czerwca, lipca i sierpnia, czyli okresu czasu najbardziej istotnego dla transportu żywności, ze względu na wysoką temperaturę i ryzyko zepsucia towaru.

Oceny efektywności procesu transportowego dokonano porównując uzyskane wyniki ze wskaźnikami wzorcowymi przyjętymi w badanym obiekcie (tab. 1).

²⁷ Gajewska T. Analiza transportu produktów żywnościowych, Logistyka, 6, 2014

²⁸ Reddy G.P., Murthy M.R.K., Meena P.C. Value Chains and Retailing of Fresh Vegetables and Fruits. Agr. Econ. Res. Rev., 23, 2010

Tabela 1. Wskaźniki wzorcowe do oceny efektywności procesu transportowego w Centrum Dystrybucyjnym Parzniew

Wskaźnik	Wzorcowy wskaźnik oceny		
	Czerwiec	Lipiec	Sierpień
Niezawodność transportu (%)	min. 90	min. 90	min. 90
Liczba uszkodzeń podczas transportu (%)	max. 0,05	max. 0,05	max. 0,05
Elastyczność transportu (%)	min. 85	min. 85	min. 85
Koszty transportu (zł·km ⁻¹)	max. 6	max. 6	max. 6
Koszty transportu na przewóz (zł·szt ⁻¹)	max. 330	max. 330	max. 330
Stopień wykorzystania środków transportu (%)	min. 90	min. 90	min. 90
Wykorzystanie czasu pracy (%)	min. 100	min. 100	min. 100
Awaryjność środków transportowych (%)	max. 1	max. 1	max. 1
Liczba kilometrów na środek transportu (km)	max 5000	max 5000	max 5000

Wyniki badań

Dane do analiz pozyskano z firmy transportowej działającej od 2001 roku, która świadczy usługi polskim oddziałom Lidla oraz Geronimo Martins (Biedronki). Posiada flotę składającą się z 56 samochodów ciężarowych i takiej samej ilości naczep typu chłodnia (24, 22 i 14 paletowych), rozdysponowanych w siedmiu Centrach Dystrybucji (w tym pięciu CD Lidl oraz dwóch CD Biedronka), które są zlokalizowane na terenie całej Polski.

Firma wykonując pracę dla CD Biedronki, jako model transportowy wykorzystuje model wahadłowy, chociaż zdarza się, że wymagany jest model obwodowy, kiedy trasa zawiera łączenia. Model wahadłowy charakteryzuje się tym, że dany środek transportu regularnie kursuje, dostarczając towar pomiędzy punktem załadunku a wyładunku. Zaletą takiego modelu jest jego prostota, a tym samym w miarę łatwe planowanie wszelkiego rodzaju operacji, zaś jedną z głównych wad - puste przebiegi. Natomiast w CD Biedronka prawie zawsze w drodze powrotnej zabierane są zwroty ze sklepu. Ich brak jest najczęściej spowodowany koniecznością zjazdu do serwisu. Firma wykorzystuje także model obwodowy, który charakteryzuje się tym, że dany pojazd zabiera z CD towar, który następnie jest dostarczany do kilku punktów wyładunku. Zdarza się tak najczęściej wtedy, gdy kilka sklepów zamówi mniejszą ilość towaru. Wówczas w zleconej trasie kierowca wykonuje określoną liczbę łączy.

Wskaźniki efektywności wykorzystywane przez większość przedsiębiorstw transportowych służą do pomiaru poziomu realizacji celów obranych przez firmę. Zapewniają ponadto nie tylko możliwość bieżącej oceny wyników działalności firmy, ale również ułatwiają ich poprawę. Jest to szczególnie ważne dla firm, w których kluczowe znaczenie ma skuteczne zarządzanie logistyką, łańcuchem dostaw i obsługą klienta. Strategia konkurencyjności

bazuje bowiem na zapewnieniu jakości dopuszczalnej przez klienta, m.in. poprzez cenę usługi transportowej lub czas jej realizacji. W małych i średnich przedsiębiorstwach, mając na względzie specyfikę procesów transportowych, powinno się zatem uwzględnić nie tylko terminowość i dokładność realizowanych dostaw, ale także utrzymanie jakości przewożonych ładunków. Usługa transportowa posiada odpowiednią jakość, kiedy jej realizacja po prostu spełnia lub przekracza oczekiwania klientów. Trzeba pamiętać jednak, że najistotniejsze dla oceny jakości świadczonych usług są oczekiwania wyrażone w postaci usługi idealnej, pożądanej, zasłużonej lub minimalnej²⁹.

W tabeli 2 zestawiono wskaźniki uzyskane na podstawie obliczeń ze wzorcowymi. Te, które wskazują na przekroczenia lub nie spełniają wymagań zaznaczono pogrubioną czcionką. Decyzją zarządu przedsiębiorstwa, proces transportowy można uznać za efektywny, przy spełnieniu postawionych wymagań w co najmniej 60% zaproponowanych wskaźników.

Tabela 2. Porównanie zbioru wskaźników otrzymanych ze wzorcowymi w CD Parzniew

Wskaźnik	Czerwiec		Lipiec		Sierpień	
	Uzyskany	Wzorcowy	Uzyskany	Wzorcowy	Uzyskany	Wzorcowy
Niezawodność transportu (%)	98,9	min. 90	97,8	min. 90	98,7	min. 90
Liczba uszkodzeń podczas transportu (%)	0,1	max. 0,05	0	max. 0,05	0	max. 0,05
Elastyczność transportu (%)	87,5	min. 85	100	min. 85	84,6	min. 85
Koszty transportu na km (zł·km ⁻¹)	5,68	max. 6	5,57	max. 6	6,88	max. 6
Koszty transportu na przewóz (zł·szt ⁻¹)	335,35	max. 330	327,83	max. 330	316	max. 330
Stopień wykorzystania środków transportu (%)	93,8	min. 90	92,3	min. 90	91,4	min. 90
Wykorzystanie czasu pracy (%)	100	min. 100	100	min. 100	100	min. 100
Awaryjność środków transportowych (%)	0,85	max. 1	1,33	max. 1	0,67	max. 1
Liczba kilometrów na środek transportu (km)	5497,5	max. 5000	4822,9	max. 5000	4086,7	max. 5000

²⁹ Gołębska E., Tyc-Szmil K., Brauer J. Logistyka w usługach, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 62-63, 2008

Niezawodność transportu wynikająca z terminowo wykonanej liczby przewozów w badanym okresie nie budzi zastrzeżeń. Mieści się bowiem w zakresie od 97,8 do 98,9%. Możemy mówić zatem o pewnej stabilności, gdyż w kolejnych okresach rozliczeniowych, różnice pomiędzy osiągniętym, a zakładanym wynikiem utrzymują się na dobrym, porównywalnym poziomie. Terminowość dostaw jest szczególnie ważna w przypadku transportu ładunków spożywczych, głównie ze względu na temperaturę, która może spowodować zepsucie towaru, tym samym spowodować ogromne straty. Jest to więc jeden z najważniejszych wskaźników, ponieważ to czas dostawy w dużej mierze decyduje o tym, czy „Biedronka” w przyszłości skorzysta z usług danego przedsiębiorstwa, dając mu większy margines zaufania w postaci większej liczby kursów.

Ze względu na fakt, że firma transportuje ładunki spożywcze, liczba uszkodzeń podczas jego realizacji jest znikoma. Wynika to przede wszystkim z norm jakie muszą spełniać środki transportu przewożące tego typu towar. Są one bardzo skrupulatnie kontrolowane i na zachowanie ich w jak największej sprawności jest nakładany duży nacisk, zarówno od strony „Biedronki” jak i kierownictwa badanej firmy. Przekłada się to na bezpieczny transport towaru, co potwierdzają wskaźniki. Jedynie w czerwcu doszło do uszkodzenia towaru, który został oszacowany na poziomie 0,1%, zatem przekroczono o 100% dopuszczalne maksimum ustalone na poziomie 0,05%. Takie szkody są pokrywane przez ubezpieczenie.

Elastyczność transportu, ze względu na wszechobecną konkurencję, to kolejny bardzo ważny wskaźnik w walce o istnienie na współczesnym rynku. Wyniki wskazują, że w czerwcu i lipcu przedsiębiorstwo sprostało wymaganiom „Biedronki”, uzyskując odpowiednio 87,5 i 100% elastyczności, która minimum ustaliła na poziomie 85%. Jedynie w sierpniu elastyczność była niższa od zakładanej o 0,4%. To zróżnicowanie elastyczności wynika z braku możliwości pozyskania nowych kierowców. Transport obsługiwany jest przez stałą kadrę, a uwzględniając normy i ustawy dotyczące czasu pracy kierowców, nie zawsze udaje się zrealizować wszystkie zlecenia w stosunku do całkowitej ich liczby. Należy dodatkowo podkreślić, że był to sezon urlopowy.

Przedsiębiorstwa transportowe różnią się od innych tym, że dużą część ponoszonych kosztów stanowi zużycie materiałów i energii zawierające w sobie cenę paliw. W celu znalezienia oszczędności należy szukać rozwiązania właśnie w ograniczaniu zużycia paliwa przez środki transportowe. Ciągłe zmieniające się ceny rynkowe paliw mają bardzo duży wpływ na kształtowanie się kosztu przewozu za 1 km. Osoby zarządzające przedsiębiorstwem, ustalając wzorcowe wskaźniki dotyczące kosztów na przewóz i kosztów przewozu na 1 km, powinny wziąć pod uwagę wszystkie czynniki wpływające na wynik. Dane wskazują, że zakładane $6 \text{ zł} \cdot \text{km}^{-1}$ zostało przekroczone jedynie w sierpniu o $0,88 \text{ zł} \cdot \text{km}^{-1}$. System kontrolowania spalania oraz nagradzania kierowców za ekonomiczną jazdę zostaje dopiero w firmie wdrażany, toteż kierowcy do tej pory nie zwracali uwagi na ten fakt. Ważnym czynnikiem wpływającym również na ten wskaźnik jest stosunek przejechanych kilometrów do liczby przewozów. Odległości między punktami odbioru bywają spore, co też przekłada się na większe koszty. Założone przez firmę, w odniesieniu do liczby przewozów na poziomie $330 \text{ zł} \cdot \text{szt.}^{-1}$, zostały przekroczone w czerwcu o 5,35 zł.

Kolejnym i bardzo ważnym wskaźnikiem jest stopień wykorzystania środków transportu. W przypadku badanego przedsiębiorstwa, we wszystkich trzech miesiącach, uzyskano wynik przekraczający zakładane minimum tj. 90%. W przypadku branży spożywczej nie jest trudno o takie wyniki, z tego względu, że popyt na artykuły żywnościowe był i zawsze będzie na bardzo wysokim poziomie. Dlatego zarówno w interesie „Biedronki” jak i badanej firmy, jest

realizacja dostawy jak najmniejszą ilością kursów, co przekłada się na mniejsze koszty dla pierwszych i większy zysk dla drugich.

Przedsiębiorstwo zanotowało 100%-we wykorzystanie czasu pracy swoich środków transportu we wszystkich badanych miesiącach. Wynika to z faktu, że w magazynie, poza kontraktową ich liczbą, zawsze jest jeden dodatkowy zestaw, który w razie awarii, jest gotowy zastąpić uszkodzony.

Następnym i zarazem bardzo ważnym wskaźnikiem jest awaryjność środków transportu. Norma zakłada jego wartość na poziomie 1%. Spośród trzech analizowanych miesięcy, wskaźnik ten został przekroczony tylko w lipcu o 33%. Firma dba o systematyczną wymianę środków transportowych na nowe oraz inwestuje w serwis i przeglądy techniczne pojazdów. Dzięki ciągłej obserwacji stanu technicznego, pojazdy są utrzymywane w należytym stanie, co przekłada się na ich niewielką awaryjność.

Po przeanalizowaniu rejonów obsługiwanych przez Centrum Dystrybucji w Parzniewie i samo jego położenie, przedsiębiorstwo ustaliło maksymalnie przebiegi jakie powinny wykazywać pojedyncze jednostki transportowe. Z obliczeń wynika, że tylko w czerwcu pojazdy nie wykonały przebiegu mieszczącego się w zakładanej granicy. Wynika to przede wszystkim z charakterystyki pracy w badanym rejonie, gdyż zdecydowana większość kursów odbywa się na terenie Warszawy, gdzie wpływ na przebieg ciągników mają korki, remonty i inne czynniki, na które przedsiębiorstwo nie ma wpływu.

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując, można stwierdzić, że proces transportowy realizowany przez analizowaną firmę, w badanym okresie był efektywny. Firma w większości zdołała osiągnąć wyniki wyższe lub równe od założonych norm, a wszystkie mieściły się w nich w co najmniej 60%, czyli zgodnie z założeniami zarządu przedsiębiorstwa. Najlepsze efekty odnotowano w lipcu, bo tylko jeden wskaźnik, dotyczący awaryjności środków transportowych, przekroczył normę o 33%. W sierpniu natomiast przekroczono zakładane koszty o $0,88 \text{ zł} \cdot \text{km}^{-1}$, a także odnotowano niższą o 0,4% elastyczność. Najgorzej wypadł czerwiec, bo założoną normę przekroczyła liczba uszkodzeń o 100%, koszty w przeliczeniu na liczbę przewozów o 5,35 zł oraz liczba przejechanych kilometrów o 497,5.

Dzięki wdrażaniu nowoczesnych technologii zarządzania flotą, personelem oraz optymalizacji kosztów, przedsiębiorstwo w bardzo istotny sposób zmniejszyło koszty generowane przez proces transportowy.

W wyniku wykonanych obliczeń stwierdzono, że:

- niezawodność transportu utrzymuje się powyżej założonej wartości minimalnej we wszystkich badanych miesiącach,
- tylko w sierpniu, elastyczność transportu spadła poniżej oczekiwanej wartości minimalnej,
- niski wskaźnik awaryjności wskazuje na bardzo dobre utrzymanie floty,
- firma racjonalnie zarządza dostępnym czasem pracy całej floty.

Bibliografia

- Aung M. M., Chang Y. S.: Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. *Food Control*, 40, 2014
- Bourlakis M., Weighman P.: Introduction to the UK food supply chain, in: M.A. Bourlakis, and P.W.H. Weighman (Eds.). *Food supply chain management*. Blackwell Publishing, 2001
- Czernyszewicz E., Pawlak P.: Uwarunkowania i kierunki zapewnienia bezpieczeństwa i jakości owoców i warzyw. *Zarządzanie i finanse*, 3, 2012
- Fechner I., Szyszka G. (red.): *Logistyka w Polsce. Raport 2017*, Biblioteka Logistyka, Poznań, 2018
- Gajewska T.: Analiza transportu produktów żywnościowych, *Logistyka*, 6, 2014
- Gajewska T.: Kryteria oceny jakości usług logistycznych, w: *Zarządzanie jakością – doskonalenie organizacji*, pod red. T. Sikory. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2010a
- Gajewska T.: Uwarunkowania jakości usług logistycznych dotyczących transportu chłodniczego, w: *Wybrane zagadnienia logistyczne w zapewnieniu jakości towarów*. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2010b
- Galińska B., Rybińska K.: Istota procesów transportowych w przedsiębiorstwach branży spożywczej. *Logistyka*, 3, 2014
- Gołębska E., Tyc-Szmił K., Brauer J.: *Logistyka w usługach*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 62–63, 2008
- Idaszewska N., Bieńczyk K.: Przewóz środków spożywczych zgodnie z najnowszą umową ATP. *Logistyka*, 5, 2011
- Kilibarda M., Andrejic M.: Logistics service quality impact on customer satisfaction and loyalty, 2nd International Conference on Supply Chains (ICSC), Belgrade, Serbia, 2012
- Maj G., Stoma M., Dudziak A.: Conditions and Role of the Logistics Road Transportation of Fruits. *Logistyka*, 6, 2014
- Markowska J., Polak E.: Przerwanie łańcucha chłodniczego a jakość żywności. *Przemysł Spożywczy*, 9, 2016
- Michalik J.: Organizacja transportu w systemie logistycznym przedsiębiorstwa. *Systemy Logistyczne Wojsk*, 36, 2010
- Montanari R.: Cold chain tracking: a managerial perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 19 (8), 2008
- Neider J.: *Transport międzynarodowy*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa, 2012
- Panozzo G., Cortella G.: Standards for Transport of Perishable Goods Are Still Adequate?: Connections Between Standards and Technologies in Perishable Foodstuffs Transport. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 2008
- Piernikarski D.: Agregaty chłodnicze: rewolucja trwa. *Samochody specjalne*, 4, 2013a
- Piernikarski D.: W służbie łańcucha chłodniczego. *Samochody specjalne*, 4, 2013b
- Pyza D., Miętus. M.: Organizacja przewozu ładunków transportem drogowym z uwzględnieniem różnych technologii przewozowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport*, 117, 2017
- Reddy G.P., Murthy M.R.K., Meena P.C.: Value Chains and Retailing of Fresh Vegetables and Fruits. *Agr. Econ. Res. Rev.*, 23, 2010
- Rodzeń A.: Transport żywności i transport płodów rolnych jako podstawowe działy gospodarki. *Acta Sci. Pol. Technica Agraria*, 17(1-2), 2018
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 19.12.2002r., w sprawie wymagań sanitarnych dotyczących środków transportu żywności, substancji pomagających w przetwarzaniu, dozwolonych substancji dodatkowych i innych składników żywności; *Dziennik Ustaw* z dn. 10.02.2003r., nr 21, poz. 179 (Dz.U.2003.21.179)
- Rozporządzenie nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 29.04.2004r., w sprawie higieny środków spożywczych; załącznik II, rozdział IV

- Sokołowski G.: Kluczowe elementy skutecznego systemu identyfikacji żywności. *Logistyka*, 6, 2014
- Stajniak M., Konecka S., Szopik-Depczyńska K.: Transport produktów spożywczych w temperaturze kontrolowanej. *Autobusy*, 11, 2016
- Starkowski D., Bieńczak K., Zwierzycki W.: Samochodowy transport krajowy i międzynarodowy. Kompendium wiedzy praktycznej. Tom V Transport kołowo - drogowy, Poznań, Systherm D. Gazińska S.J., 2012
- Sutkowski R.: Transport zewnętrzny w przemyśle spożywczym. *Przemysł spożywczy*, 66, 2012
- Trienekens J. H., Wognum P. M., Beulens A. J.: Van der Vorst J., G., A., J., Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 2012

PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH I MAGAZYNOWYCH Z ZASTOSOWANIEM ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

Marcin Tomasik, Stanisław Lis

Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatykacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; e-mail: marcin.tomasik@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-3152-4654, stanislaw.lis@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-7813-5322

Adres do korespondencji: e-mail: marcin.tomasik@urk.edu.pl

Wstęp

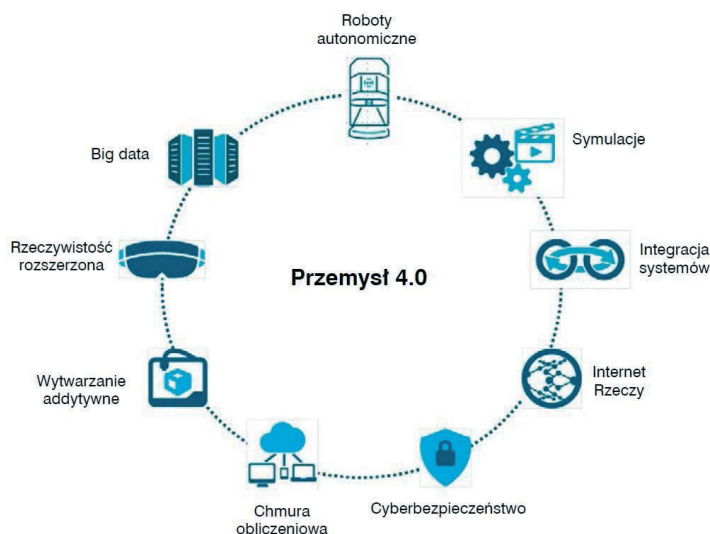
Dynamiczny rozwój technologiczny stymuluje powstawanie nowych koncepcji rozwojowych, których czas wdrażania powinien być możliwie najkrótszy. Jednak w klasycznym ujęciu projektowym ten czas ciągle pozostaje długi z uwagi na konieczność budowania prototypów/projektów prezentujących funkcjonalność¹. Z pomocą przychodzą narzędzia wirtualne pozwalające na wdrożenie innowacyjnych rozwiązań (np. w konfiguracji rozmieszczenia maszyn lub przeplanowania pomieszczeń w celu modernizacji zakładu produkcyjnego)². Jednym z nich jest rozszerzona rzeczywistość (ang. *Augmented Reality*), jest systemem łączącym świat rzeczywisty z obrazem wytworzonym komputerowo, wykorzystującym zazwyczaj obraz z kamery, na który nałożona jest, generowana w czasie rzeczywistym, grafika 3D³. Stanowi połączenie obrazu świata rzeczywistego z wirtualnymi elementami stworzonymi przy pomocy technologii informatycznej. W odróżnieniu od Virtual Reality poszerza obraz,

¹ Jiang S., Ong S. K., Nee A. Y.C. An AR-based hybrid approach for facility layout planning and evaluation for existing shop floors, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 72(1), 457-473, 2014

² Back, M., T. Dunnigan, S. Gattepally, D. Kimber, B. Liew, E. Rieffel, J. Shingu, and J. Vaughan.: *The Virtual Factory: Exploring 3D worlds as industrial collaboration and control environments*. IEEE Virtual Reality, 2010

³ Drath R., Horch A. Industrie 4.0: Hit or hype? [Industry Forum], *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), 2014

który widzimy oraz nakłada elementy, np. nowe obiekty czy informacje w postaci tekstu, nie tworząc przy tym pełnego obrazu trójwymiarowego. Początkowo rozszerzona rzeczywistość, podobnie jak jej wirtualna odmiana, trafiła do gier komputerowych. AR to wciąż stosunkowo młoda technologia, która jednak dynamicznie się rozwija i znajduje zastosowanie w coraz większej ilości obszarów takich jak projektowanie. Jest jedną z kluczowych technologii łączonych z tzw. „rewolucją przemysłową 4.0” (Industry 4.0) (rys. 1).



Rys. 1. Technologie rewolucji przemysłowej 4.0

Źródło: (Pozyskano z: <https://polskiprzemysl.com.pl/technologie/zastosowanie-rozszerzonej-rzeczywistosci/>)

Reprezentuje ona unifikację świata rzeczywistego maszyn produkcyjnych ze światem wirtualnym Internetu i technologii informacyjnej. Ludzie, maszyny oraz systemy IT automatycznie wymieniają informacje w toku produkcji – w obrębie fabryki oraz w obrębie różnych systemów IT działających w przedsiębiorstwie⁴. Przemysł 4.0 obejmuje cały łańcuch wartości: od złożenia zamówienia i dostarczenia komponentów dla trwającej produkcji, aż do wysyłki towaru do klientów i usług posprzedażnych. Do realizacji tych zadań wykorzystuje najnowsze rozwiązania z takich ich obszarów, jak m.in. rzeczywistość rozszerzona, symulacje pozwalające klientowi na zapoznanie się z towarem/rozwiązaniem technicznym przed jego otrzymaniem⁵.

⁴ Bengtsson, N., J. L. Michaloski, F. M. Proctor, G. Shao, and Venkatesh S. Towards Data Driven Sustainable Machining Combining MTconnect Production Data and Discrete Event Simulation. Proceedings of the Proceedings of ASME 2010 International Manufacturing Science and Engineering Conference. Erie, PA, 2010

⁵ Sacco M., Pedrazzoli P., Terkaj W. VFF – virtual factory framework, In: Technology Management Conference (ICE), 2010 IEEE International. IEEE, 2010.

Wynikiem analizy systemowej procesów technologicznych często jest zapotrzebowanie na racjonalne i bezpieczne rozmieszczenie układu maszyn, urządzeń oraz wyposażenia technicznego⁶. Pozwalające na ocenę funkcjonowania wszystkich komponentów w warunkach symulacji komputerowej. Szczególne znaczenie przybiera ono w wewnętrznych powiązaniach i rozmieszczeniu przestrzennym układów technicznych, procesów transportu, przeładunku i organizacji powierzchni magazynowych⁷. Budowa zakładu produkcyjnego wiąże się z koniecznością utworzenia nowego układu przestrzennego na liniach produkcyjnych lub magazynach. Często duża złożoność zakładu produkcyjnego prowadzi do tego, że trudno analizować aktualny stan danego układu jednostek produkcyjnych, czy logistycznych i formy ich wewnętrznych powiązań w sposób czysto teoretyczny. W rozwiązywaniu takich problemów pomocne może być komputerowe oprogramowanie do budowy modelu cyfrowej lub wirtualnej fabryki⁸.

W procesie projektowania systemów technicznych coraz większą rolę odgrywają programy komputerowe umożliwiające wizualizację realizowanych projektów. Jednym z takich programów jest FACTORY I/O⁹. Stanowi on zaawansowane i nowoczesne środowisko programistyczne, dzięki któremu możliwe jest tworzenie i symulowanie w czasie rzeczywistym systemów przemysłowych wykorzystujących najbardziej popularne technologie automatyczne. Pozwala on na zaprojektowanie i zaprogramowanie funkcjonowania linii produkcyjnej, systemów transportowych na liniach produkcyjnych oraz magazynów wysokiego składowania¹⁰. Możliwe jest połączenie się ze sterownikiem PLC i przetestowanie działania takiego systemu w warunkach symulacji komputerowej. Dzięki wysokiej jakości grafice i dźwiękowi oraz zaimplementowanej fizyce, ta w pełni interaktywna symulacja idealnie odwzorowuje rzeczywistość przemysłową (rys. 2).

W programie gotowych jest ponad 20 scen, które można wykorzystać w projektowaniu poprzez ich modyfikację, oczywiście można tworzyć własne sceny od podstaw (rys. 3).

Biblioteka narzędziowa wykorzystywana do programowania zawiera elementy, które są niezbędne do budowy i symulacji procesów technologicznych (rys. 4).

Znajdują się tam: przenośniki, czujniki, manipulatory, przyciski, panele sterowania, wygrozdzenia, podesty, paletyzatory, układowe oraz zbiorniki. Ponadto zawiera ona detale, które można wykorzystać w symulacji systemów sortowania oraz transportu. Łącznie jest do dyspozycji programisty 80 maszyn i urządzeń przemysłowych.

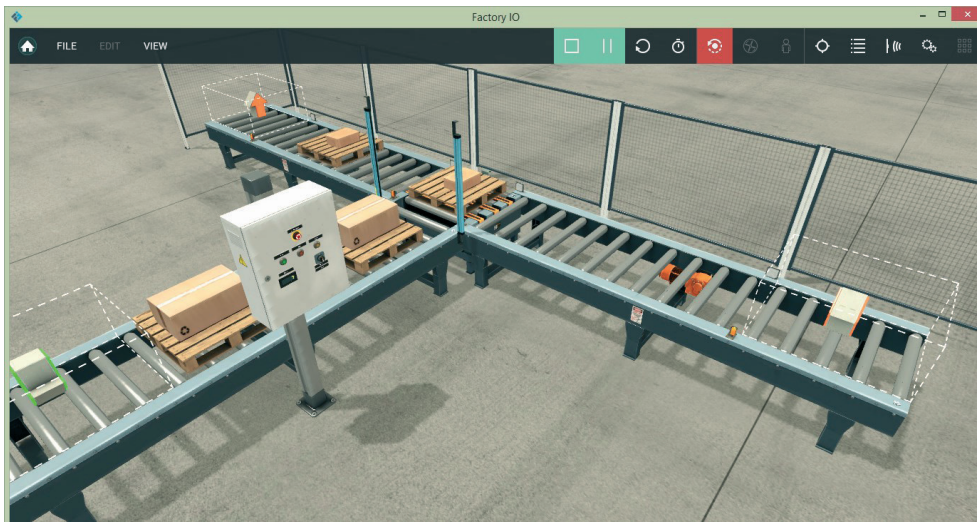
⁶ Wiendahl H-P., Reichardt J., Nyhuis P. Handbook Factory Planning and Design, Springer, Berlin, 2015

⁷ Buwała B. Rzeczywistość rozszerzona jako technologia wspierająca telematykę w logistyce. Logistyka nr 3, 2012

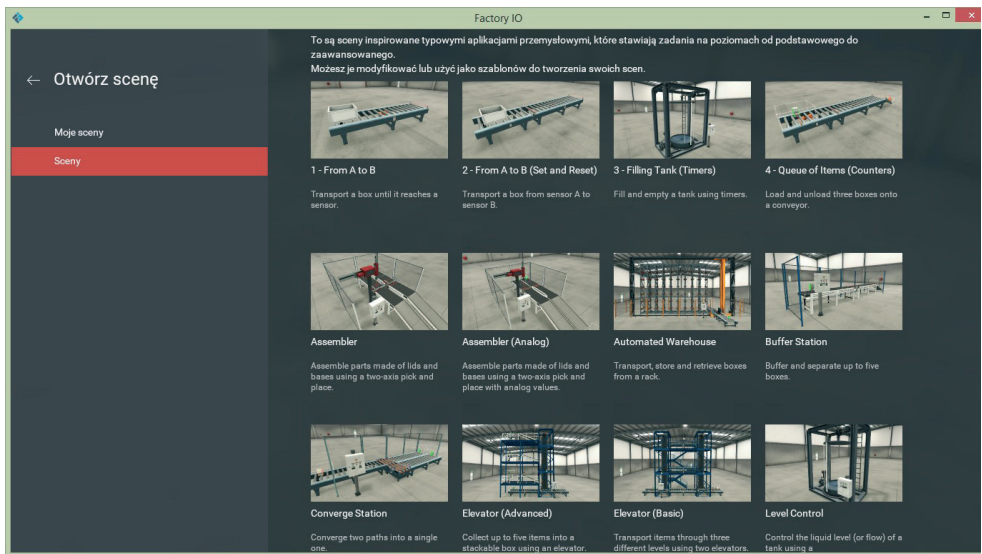
⁸ Rusek D, Pniowski R. Systemy logistyczne – wykorzystanie rozszerzonej rzeczywistości. Autobusy nr 12, 2017

⁹ Arango, F, Aziz, E.-S., Esche, S.K., Chassapis, C. A review of applications of computer games in education and training. Frontiers in Edu. Conf., Pp. T4A, 2008

¹⁰ Riera, B. Emprin, F., Annevicque, D., Colas, M., Vigario, B. HOME I/O: a virtual house for control and STEM education from middle schools to Universities. 11th IFAC Symposium on Advances in Control Education ACE 2016 – Bratislava, Slovakia, 1-3 June, 2016



Rys. 2. Przykład projektu przedstawiający sortowanie paczek z uwagi na gabaryty

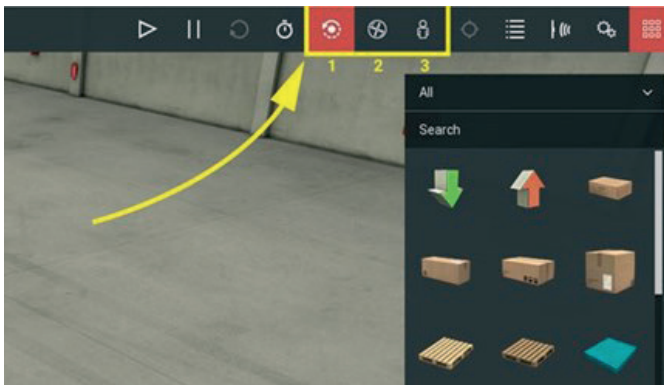


Rys. 3. Biblioteka programu z gotowymi scenami



Rys. 4. Przykładowe elementy biblioteki narzędziowej

Jedną z najważniejszych i koniecznych do opanowania w programie jest umiejętność sprawniej obsługi kamer. Kamery służą do poruszania się w przestrzeni 3D i są kluczem do interakcji z częściami lub tworzenia nowych scen w technologii rzeczywistości rozszerzonej. Można używać trzech rodzajów kamer: orbitującej (1) – działa poprzez obracanie wokół wybranego punktu (zaznaczonego na obiekcie białą kropką), latającej – dron (2) służącej do swobodnego poruszania się w przestrzeni 3D (zderza się z częściami sceny, ale nie jest wykrywany przez czujniki) i widoku pierwszej osoby (3), który posiada identyczne opcje jak w grach komputerowych FPP (ang. *first-person perspective*), łącznie z podskakiwaniem i wchodzeniem na obiekty (rys. 5). Każde z tych urządzeń posiada określone cele funkcjonalne.



Rys. 5. Wybór kamery prowadzącej

Założenia konstrukcyjne projektowanego systemu sortującego

Transport wewnętrzny to jeden z głównych filarów, bez którego żadne z przedsiębiorstw produkcyjnych nie byłoby w stanie istnieć na rynku. Transport taki sprowadza się do czynności, które na celu mają ciągly bądź przerywany przepływ elementów (materiałów), odbywający się na terenie danego przedsiębiorstwa. Odpowiednio zaprojektowany, zautomatyzowany system transportowy w połączeniu z jego sprawnym i efektywnym funkcjonowaniem zapewnia płynność produkcji oraz zwiększa wydajność, tym samym poprawiając wyniki przedsiębiorstwa, co ma znaczenie w usytuowaniu go na rynku produkcyjnym. Transport wewnętrzny określany jest również jako transport wewnątrzzakładowy bądź bliski. Odbywa się on w znacznej ilości na przenośnikach taśmowych lub rolkowych.

Koncepcyjny system przedstawiony w pracy prezentuje możliwości programu w zakresie projektowania systemów transportowych oraz magazynowych. Realizuje sterowanie oraz komputerową wizualizację procesu sortowania, transportu do magazynu oraz automatyczne rozmieszczenie palet na regałach (rys. 6).

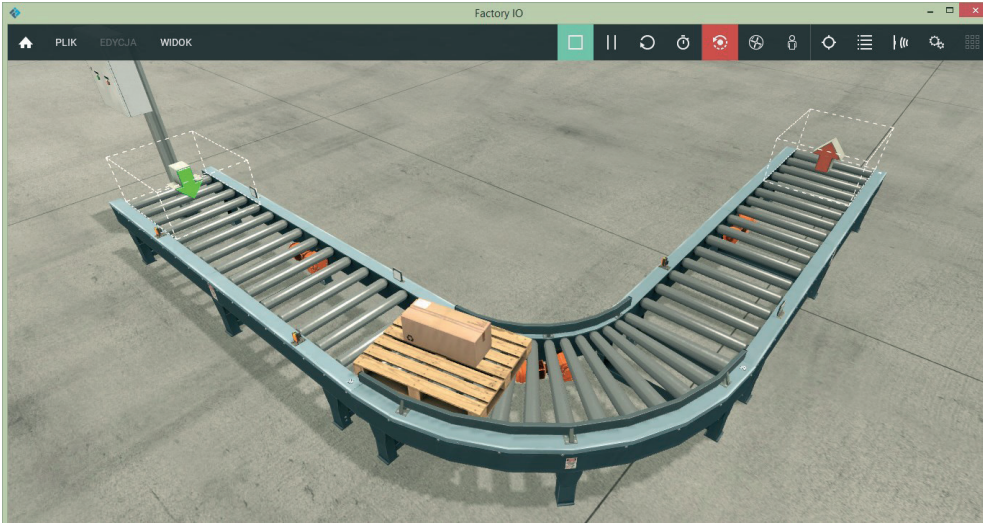


Rys. 6. Rozmieszczanie palet na regałach magazynu

System został podzielony na dwa ściśle ze sobą współpracujące układy techniczne: sortujący paczki na poszczególne palety wraz z paletyzerni oraz linię transportową do magazynu wysokiego składowania z układnicami.

Projektowanie systemu transportu wewnętrznego

W zaprojektowaniu systemu transportu wewnętrznego na linii produkcyjnej pomocny jest duży wybór transporterów, dostosowanych do zróżnicowanych zadań transportowych. Znajdują się tam systemy rolkowe dedykowane do transportu palet (rys. 7) oraz taśmowe do mniejszych obiektów.

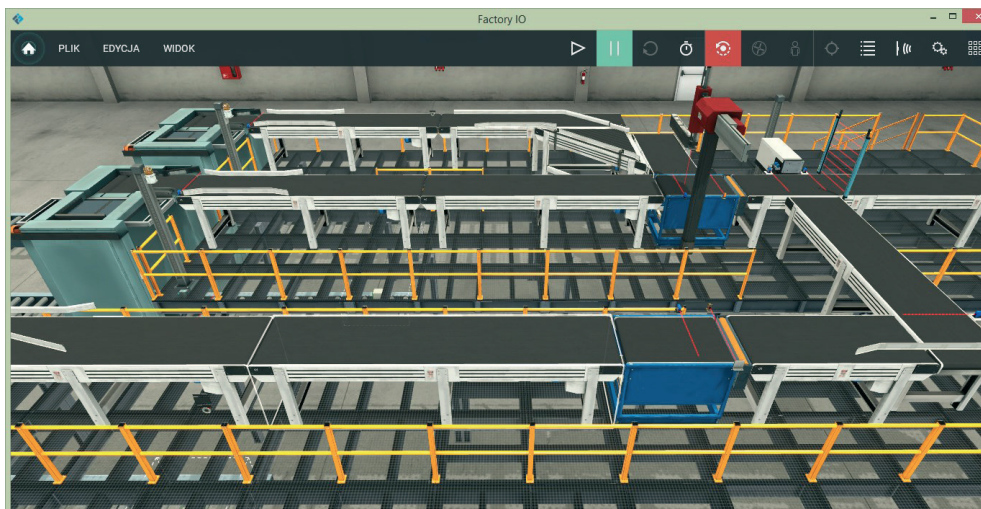


Rys. 7. Transporter rolkowy

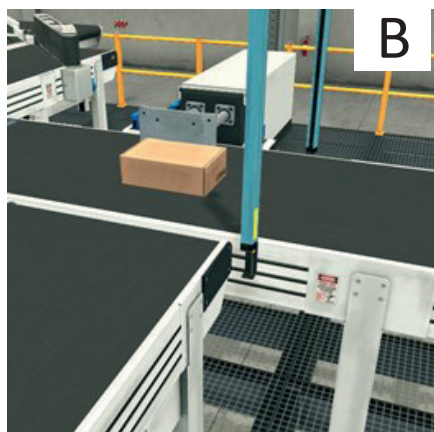
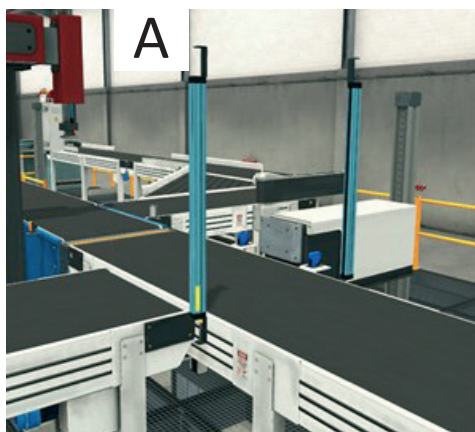
Sortowanie opakowań na zaprojektowanej linii technologicznej (rys. 8) ma ułatwić układanie opakowań na paletach, które trafiają do magazynu. Etapem pierwszym jest detekcja i klasyfikacja paczek z uwagi na ich wysokość a następnie rozsyłanie ich na 3 różne systemy transportowe. W bibliotece programu, istnieją cztery rodzaje opakowań (kartonów/paczek), wypuszczanych przez emitery.

Proces sortowania rozpoczynany jest poprzez pomiar wysokości opakowań za pomocą bariery świetlnej (rys. 9A), posiadającej progową detekcję wysokości, po czym paczki kierowane są poprzez siłowniki tłokowe na poszczególne transportery (rys. 9B). W programie zastosowano również manipulator do przekładania paczek z jednej linii transportowej na drugą (widoczny na rysunku 9A z lewej strony).

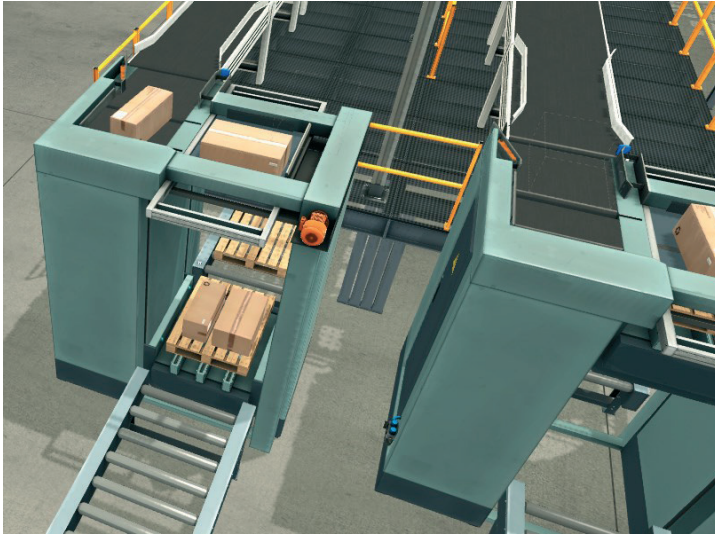
W Factory I/O możliwe jest zaprogramowanie funkcji układających ładunki na paletach. Realizację pozycjonowania i układania realizuje paletyzer za pomocą systemu siłowników. Na rysunku 10 widoczna jest praca dwóch takich urządzeń. Puste palety dostarczane są również systemem transportowym.



Rys. 8. Linia sortująca paczki



Rys. 9. Sortowanie paczek za pomocą bariery świetlnej: B – bariera świetlna, B – siłownik tłokowy przesuwający paczką na transporter



Rys. 10. Układanie paczek na palecie

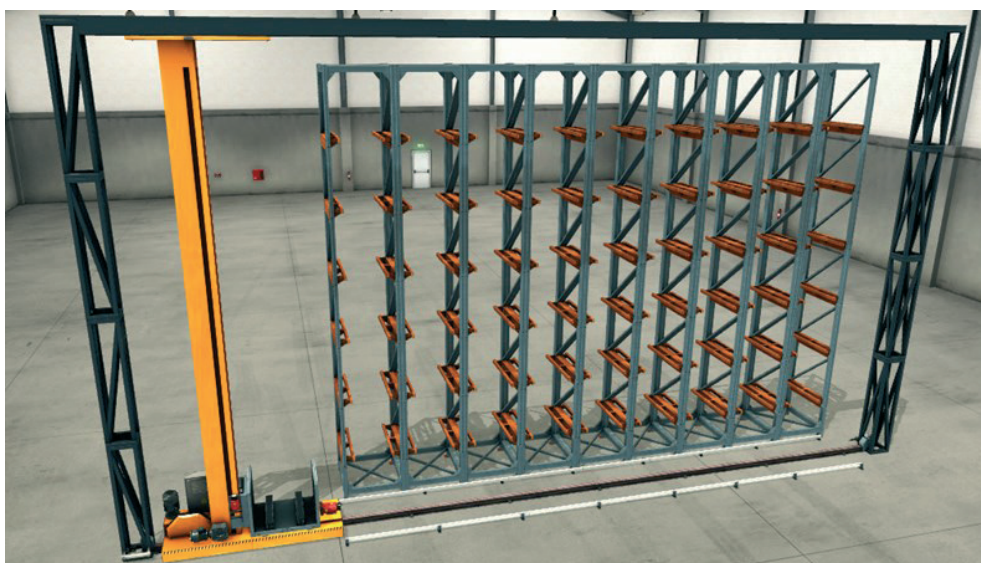
System automatycznego magazynu wysokiego składowania

W programie możliwe jest zbudowanie magazynu wysokiego składowania z gotowych regałów, które należy łączyć oraz układowic magazynowych. Pozwalają one na zautomatyzowane przemieszczanie towarów umieszczonych na paletach i rozmieszczanie ich na regałach w określonych miejscach. Układowice posiadają konstrukcję ramową z mobilną kolumną po której w osi pionowej porusza się gondola z widłami teleskopowymi. Cała konstrukcja porusza się w korytarzach pomiędzy regałami na szynach umieszczonych na posadzce oraz pod ramą nośną dachu. Istotne są również parametry techniczne, które określają możliwości układowicy są to: udźwig, maksymalne wymiary ładunku, wysokość podnoszenia/opuszczania, szybkość przemieszczania, stopień oraz prędkość wysuwu widel. Do zalet tych urządzeń stosowanych w nowoczesnych magazynach można zaliczyć: automatyzację całego procesu składowania, stały monitoring oraz identyfikację asortymentu w magazynie, wyeliminowanie błędów ludzkich, możliwość pracy w niesprzyjających warunkach. np. w mroźniach, chłodniach, sterylnych magazynach leków. Dzięki automatyzacji i programom zarządzającym można skoordynować przebieg procesów produkcyjno-magazynowych. Na rysunku 11 przedstawiono układowicę magazynową dostępną w programie Factory I/O.

Układowica szynowa używana do magazynowania ciężkich ładunków. Zawiera wózek, platformę pionową i dwa widelce, które można przesuwać w obie strony. Dwa dalmierze laserowe umieszczone na wózku i platformie mierzą poziome i pionowe położenie platformy. Regały to pionowe ramy stalowe połączone poziomymi belkami stalowymi w celu przechowywania ładunków. Dostępny regał to regał o pojedynczej głębokości, znany również jako regał selektywny, który umożliwia składowanie ładunków tylko na głębokość jednej palety. Ładunki można składować z obu stron regału.

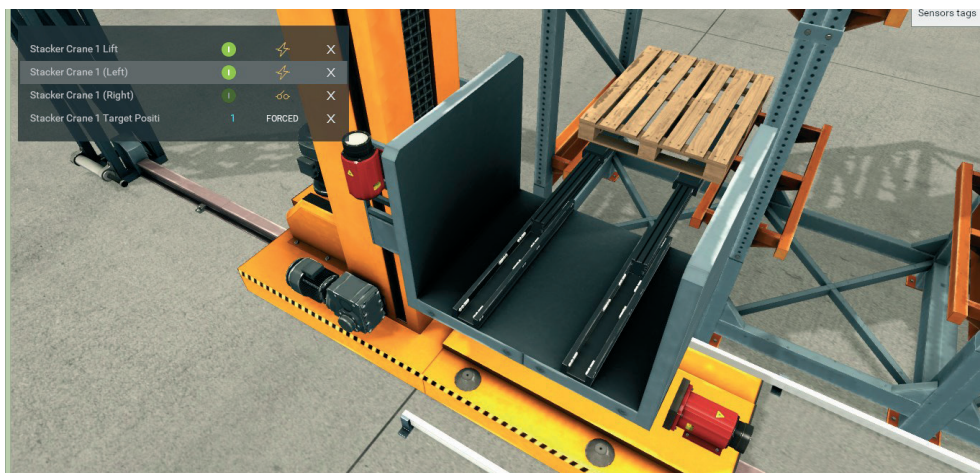
Każdy regał musi być wyrównany z jednym z końców szyn, tak aby układnica zatrzymała się w prawidłowej pozycji. Układnicą można sterować za pomocą wartości cyfrowych, numerycznych i analogowych, zgodnie z wybraną konfiguracją. Parametry wirtualnej układnicy:

- skok wideł: 1,2 m,
- skok wózka: 10,5 m,
- skok platformy: 6,625 m,
- prędkość wózka: $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- prędkość wideł: $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- prędkość platformy: $1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- liczba miejsc paletowych na regale: 18,
- liczba miejsc paletowych, które może obsłużyć jedna układnica: 108.



Rys. 11. Układnica magazynowa z systemem regałów

Sterowanie układnicą odbywa się za pomocą kilku zmiennych (tagów), widocznych na rysunku 12. Najpierw należy podać miejsce składowania palety - w przedstawionym przykładzie jest ono oznaczone jako 1 (Stacker Crane 1 Target Position). Kolejnym krokiem jest uruchomienie napędu transportera poprzez zadanie startu (Forced). Jeżeli układnica znajdzie się obok miejsca składowania palety, należy podnieść wózek z paletą ponad to miejsce (zmienna – Stacker Crane 1 Lift) następnie wysunąć widły w lewo (Stacker Crane 1 Left), opuścić wózek (Stacker Crane 1 Lift). Paleta osiadzie na pomarańczowych szynach. Teraz można wsunąć z powrotem widły do wózka i bezpiecznie wycofać wózek do pozycji bazowej (rys. 13).

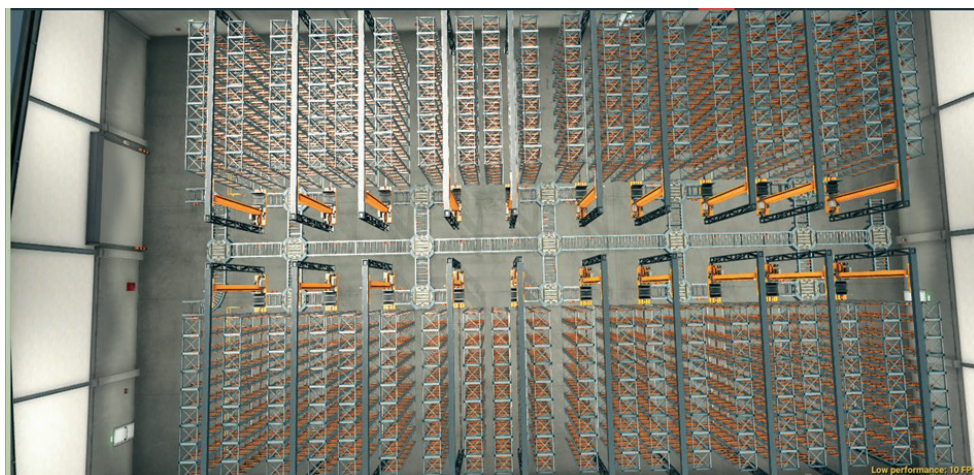


Rys. 12. Umieszczenie palety na regale

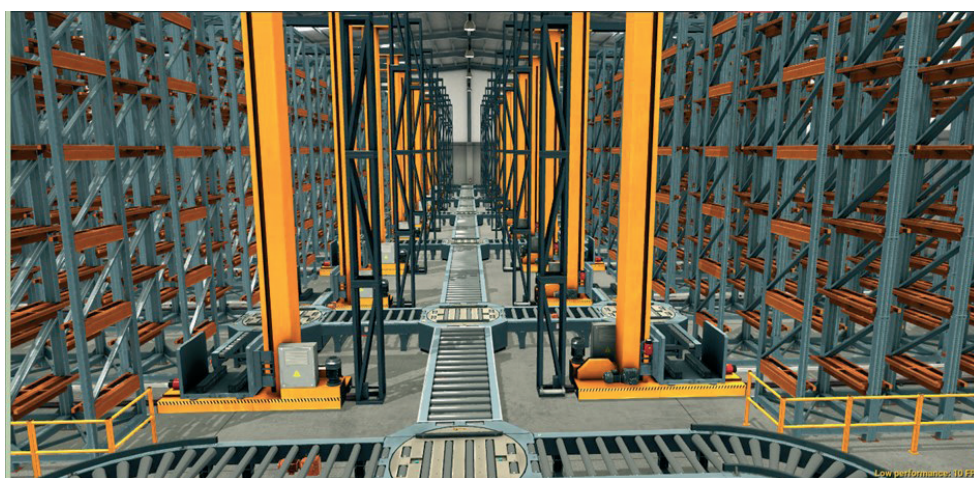


Rys. 13. Pozycja bazowa wózka układnicy magazynowej

Kompletny magazyn wysokiego składowania przedstawiają rysunki 14 oraz 15. Znajduje się w nim 2160 miejsc paletowych obsługiwanych przez 20 układnic. Wszystkie układnice zostały połączone systemem taśmociągów odpowiedzialnych za dostarczanie i odbieranie ładunków z układnic.



Rys. 14. Magazyn wysokiego składowania – widok z poziomego drona

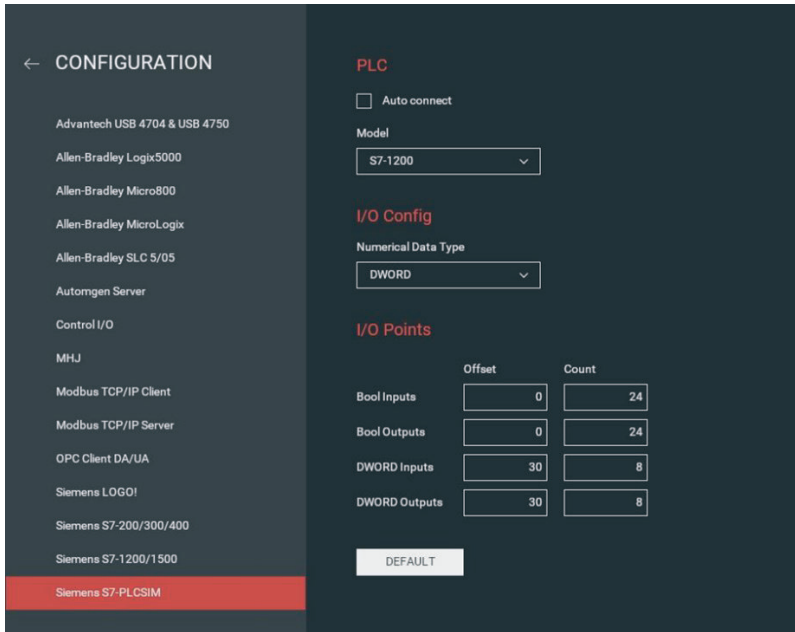


Rys. 15. Transportery rolkowe na magazynie wysokiego składowania

Program sterujący Control I/O

Program do obsługi sterowania obiektami użytymi w programie wizualizacyjnym może wykorzystywać popularne sterowniki PLC, komunikując się z nimi poprzez interfejs Ethernet. Autorzy programu dołączyli również rozszerzenie CONTROL I/O, stanowiące wirtualny sterownik PLC (rys. 16). Korzystając z tradycyjnego sterownika PLC lub programu Control można „ożywić” systemy techniczne. Pozwala to na sprawdzenie np., jak program sterujący zapisany w pamięci rzeczywistego sterownika PLC będzie zachowywał się w połączeniu z

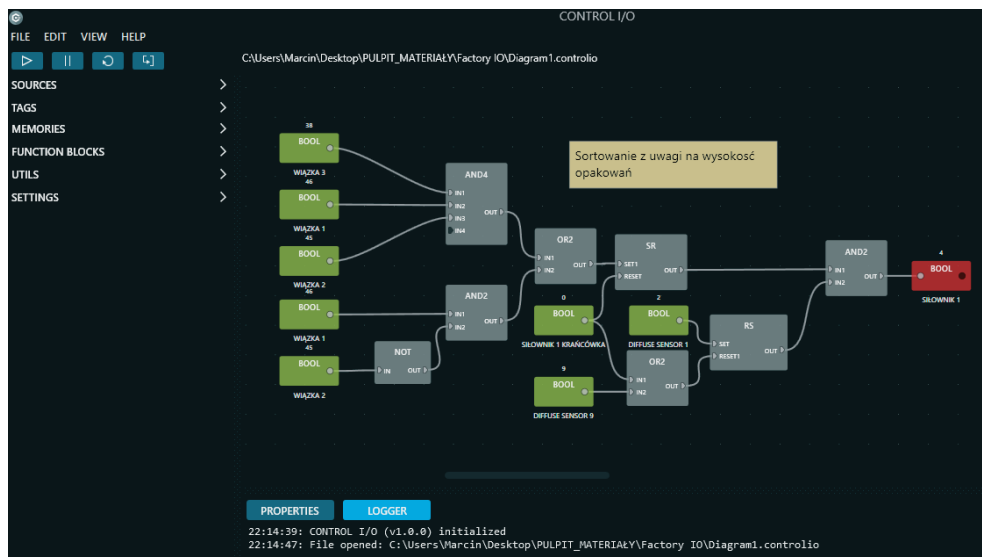
wirtualnymi urządzeniami. Takie testowanie pozwala na wcześniejsze wykrycie ewentualnych problemów, które mogą pojawić się na etapie wdrażania systemu technologicznego.



Rys. 16. Dostępne modele kontrolerów sterujących

Program Control I/O wykorzystuje metody, które strukturą, wyglądem i działaniem przypominają programowanie w języku FBD (ang. *Functional Block Diagram*). Jest on wzorowany na schematach ideowych i polega na odpowiednim (wymuszonym sposobem działania) połączeniu bloków i elementów systemów sterowania. Poszczególne bloki realizują funkcje znane z programowani PLC: są to m.in. timery, liczniki, bloki algebry Bool'a, przerzutniki, rejestry pamięci i wiele innych (rys. 17).

W sterowaniu urządzeniami wykorzystywane są czujniki (sensory) oraz aktyatory, których przykład zastosowania został przedstawiony na rysunku 18. Widoczne są tam czujniki optyczne: czujnik dyfuzyjny (odbiciowy) i refleksyjny – wykrywające obiekty oraz kurtyna optyczna przeznaczona do sortowania obiektów na podstawie detekcji ich wysokości. Elementem wykonawczym (akuatorem) na tym rysunku jest silnik napędu transportera rolkowego. Projektując przenośniki transportowe należy zwrócić uwagę na kierunek działania rolek.



Rys. 17. Program sterujący sortowaniem



Rys. 18. Transporter rolkowy z wybranymi czujnikami detekcyjnymi

Każdy czujnik lub aktuator ma jeden lub więcej tagów (zmiennych). Tagi służą do łączenia wartości siłowników i czujników ze sterownikiem. Jednak tagi mogą być również używane do ręcznego sterowania siłownikami. Tag składa się z nazwy i wartości. Podczas tworzenia części nazwy są automatycznie przypisywane do znaczników. Zwykle dobrą praktyką jest zmiana nazw znaczników o krótkich i opisowych nazwach, ponieważ będą one używane

podczas mapowania elementów wykonawczych i czujników do zewnętrznego sterownika. Tagi mogą mieć trzy różne typy danych w zależności od typu czujników i elementów wykonawczych i konfiguracji:

- Boolean dla wartości włączania/wyłączania,
- Float dla wartości analogowych (liczb rzeczywistych),
- Integer dla określonych danych.

Program sterujący układem został utworzony jako schemat blokowy. Wykorzystano 41 adresów wejściowych, które są przypisane do czujników i przycisków oraz 27 adresów wyjściowych, przypisano im elementy wykonawcze takie jak: przenośniki, transfer i układnice oraz urządzenia ostrzegawcze. Całość wraz z blokami funkcyjnymi to około 200 elementów, są to: bloki logiczne, przerzutniki, sterowane zbczem, timery, liczniki oraz bloki pamięci, a także bloki wykonujące operacje na liczbach. Cała struktura została podzielona na kilka współpracujących ze sobą części.

Podsumowanie

Zastosowanie wirtualnego projektowania układu docelowego dla procesów logistycznych umożliwia ocenę przyjętego nowego układu opartego na przyjętych kryteriach i ograniczeniach. Prezentowane rozwiązanie systemowe można oceniać w warunkach pracy wirtualnej, co już stanowi aspekt logicznej walidacji rozwiązania technicznego¹¹. Kluczowym aspektem tzw. czwartej rewolucji przemysłowej (zwanej także jako cyfrowa rewolucja przemysłowa) jest wysoki stopień elastyczności oraz zastosowanie nowoczesnych, inteligentnych technologii informatycznych na każdym etapie łańcucha produkcji, począwszy od fazy projektowej do produkcji wyrobów końcowych. Wdrożenie koncepcji wirtualnej fabryki umożliwia digitalizację zasobów, tworzenie własnych bibliotek, animacji i poruszania się w wirtualnych zakładach w przestrzeni 3D ułatwia i przyspiesza wykonanie zaplanowanych działań rzeczywistych.

W odniesieniu do powyższych argumentów zaprojektowano wizualizację komputerową wirtualnego magazynu logistycznego w programie FACTORY I/O. Przedstawia ona proces sortowania paczek ze względu na wysokość, układania ich na paletach z zastosowaniem paletyzatorów i umieszczania w magazynie wysokiego składowania, co zrealizowano. Symulacja układu jest w większości zautomatyzowana, operator ma dostęp do panelu sterowania, gdzie jego rolą jest włączenie układu i obserwacja całego procesu z podestu znajdującego się na podwyższeniu. O stanach magazynowych zgromadzonych palet informują dwa wyświetlacze. Ze względów bezpieczeństwa zastosowano odpowiednie wygrozdzenia, bariery i balustrady, a także światła ostrzegawcze. Wizualizacja przedstawia proces w tzw. wirtualnej rzeczywistości, to pozwala na przeprowadzenie symulacji działania to ułatwi skalowanie/kalibrację czujników i aktuatorów analogowych, a także innych bloków programowych w warunkach rzeczywistych. Warto zauważyć możliwość podłączenia zaprogramowanego sterownika PLC do modelu wirtualnej fabryki, co również pozwoli na wyeliminowanie błędów przy wdrażaniu rzeczywistej linii technologicznej.

¹¹ Rüßmann, M., Lorenz, M.: Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Retrived from http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0, 2019

Bibliografia

- Arango F, Aziz E.-S., Esche S.K., Chassapis C.: A review of applications of computer games in education and training. *Frontiers in Edu. Conf.*, Pp. T4A, 2008
- Back M., T. Dunnigan S. Gattepally D. Kimber B. Liew E. Rieffel J. Shingu, and J. Vaughan.: The Virtual Factory: Exploring 3D worlds as industrial collaboration and control environments. *IEEE Virtual Reality 2010 conference*, 2010
- Bengtsson N., J. L. Michaloski F. M. Proctor G. Shao, and Venkatesh S.: Towards Data Driven Sustainable Machining Combining MTconnect Production Data and Discrete Event Simulation. *Proceedings of the Proceedings of ASME 2010 International Manufacturing Science and Engineering Conference*. Erie, PA, 2010
- Bukała B.: Rzeczywistość rozszerzona jako technologia wspierająca telematykę w logistyce. *Logistyka* nr 3, 2012
- Drath R., Horch A.: Industrie 4.0: Hit or hype? [*Industry Forum*], *IEEE industrial electronics magazine* nr 8(2), 2014
- Jiang S., Ong S. K., Nee A. Y.C.: An AR-based hybrid approach for facility layout planning and evaluation for existing shop floors, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 72(1), 2014
- Riera B. Emprin F., Annevicque D., Colas M., Vigario B.: HOME I/O: a virtual house for control and STEM education from middle schools to Universities. *11th IFAC Symposium on Advances in Control Education ACE 2016 – Bratislava, Slovakia, 1-3 June, 2016*
- Rusek D., Pniewski R.: Systemy logistyczne – wykorzystanie rozszerzonej rzeczywistości. *Autobusy* nr 12, 2017
- Rüßmann, M., Lorenz, M.: Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Retrieved from http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0, 2019
- Sacco M., Pedrazzoli P., Terkaj W.: VFF – virtual factory framework, In: *Technology Management Conference (ICE)*, 2010 *IEEE International*. IEEE, 2010
- Trzy przykłady zastosowania rozszerzonej rzeczywistości w przemyśle. Pozyskano z: <https://polski-przemysl.com.pl/technologie/zastosowanie-rozszerzonej-rzeczywistosci/>.
- Wiendahl H-P., Reichardt J., Nyhuis P.: *Handbook Factory Planning and Design*, Springer, Berlin, 2015

SYSTEMY AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI RFID W LOGISTYCE

Marcin Tomasik, Stanisław Lis, Kamil Bojdo

Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatyzacji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; e-mail: marcin.tomasik@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-3152-4654, stanislaw.lis@urk.edu.pl, ORCID 0000-0002-7813-5322, kamil.bojdo@urk.edu.pl

Adres do korespondencji: e-mail: marcin.tomasik@urk.edu.pl

Wstęp

Możliwości wykorzystania tradycyjnych metod identyfikacji wyczerpują się, ponadto zwiększanie poziomów dostaw, skracanie czasów realizacji zamówień wymusza stosowanie bardziej zaawansowanych metod automatycznej identyfikacji¹. Pojawienie się systemów RFID wraz z jednoczesnym globalnym przetwarzaniem danych z jednoczesną kontrolą standardów przez EPC Global, umożliwiło znacznie większy stopień autoidentyfikacji². Podstawową cechą odróżniającą systemy RFID od EAN jest brak konieczności pojedynczej identyfikacji i bezpośredniego kontaktu czytnika z kodem. EPC to numer seryjny unikatowy w skali świata. Umożliwia jednoznaczną identyfikację każdego obiektu jednostkowego w łańcuchu dostaw. EPC jest kluczowym elementem globalnej sieci EPC Global, której celem jest zapewnienie uczestnikom systemu dostępu do informacji, dotyczących przemieszczających się obiektów oznaczonych numerami EPC³.

Obecny stan zaawansowania stosowania kodów kreskowych jest bardzo duży, dlatego nie sposób tego nie uwzględnić przy wprowadzaniu nowszych technologii identyfikacji, jakimi są technologie RFID. Obok szerokiej skali stosowania kodów kreskowych i stosunkowo niskich kosztach ich stosowania i odczytywania, należy brać pod uwagę ich cechy związane

¹ Mazur Z., Mazur H. Rozwój systemów automatycznej identyfikacji obiektów, *Studia Informatica*, Vol 33, s. 457, 2012

² RFID Library, [dostęp: 31.07.2013r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.rfidlibrary.com/en/rfid-transponder.html>

³ Ahson, S.A., Ilyas, M. RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy. CRC Press, New York, 2008

z jawnością kodu na etykiecie, czyli etykiet logistycznych. Często obok kodu kreskowego na etykiecie logistycznej stosuje się opis miejsca dostawcy, pochodzenie itd. To wszystko sprawia, że w łańcuchu logistycznym, gdzie nie zawsze jest możliwe stosowanie technicznych środków identyfikacji, etykiety i kody EAN doskonale spełniają zadanie, uzupełniając informację o towarze czy też dostawie⁴.

Najnowocześniejsze systemy produkcyjne sięgają coraz częściej po innowacyjne technologie takie jak Internet of Things (Internet Rzeczy), który daje możliwości monitorowania, modyfikowania oraz ich serwisowania w czasie rzeczywistym⁵. Przedstawiony w niniejszym opracowaniu koncepcyjny system automatycznego monitorowania produkcji miodu od obiektów, którymi są pszczoły ule do dostarczenia go na półkę sklepową bazuje na technologii RFID (ang. *Radio-Frequency Identification*). Połączenie tej technologii z funkcjami geolokalizacji oraz szeregiem danych produkcyjnych, scalonych funkcjami internetowymi stanowić będzie podłoże do wprowadzenia Internetu rzeczy jako usługi konsumenckiej.

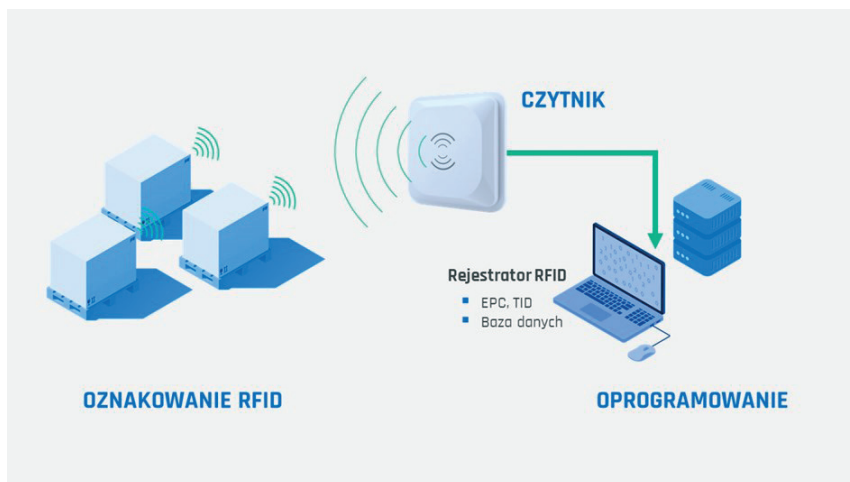
RFID wykorzystuje technologię fal radiowych do automatycznego pozyskiwania danych identyfikacyjnych⁶. Dotychczas szeroko rozpowszechniona była w systemach magazynowania i procesach logistycznych, gdzie uzasadnione jest jej zastosowanie z uwagi na korzyści w przyspieszeniu operacji logistycznych. Zasada działania polega na odczytywaniu informacji zapisanej w znaczniku (jako rodzaj etykiety) poprzez zastosowanie fal radiowych. Czytnik wysyła wiązkę elektromagnetyczną, która aktywuje/pobudza znacznik. Zwrotnie przesyła on informacje dotyczącą zawartości jego pamięci. Dzięki wykorzystaniu technologii RFID można uzyskać efekt bezdotykowej identyfikacji z odległości do kilku metrów. RFID uważa się za technologicznego następcę kodu kreskowego. Dzięki zastosowaniu identyfikacji bezprzewodowej czas potrzebny na wykonanie zadania można znacząco ograniczyć w porównaniu z tradycyjnymi metodami identyfikacji produktów. RFID uważana jest również za technologię wspomagającą procesy produkcyjne. Sama bądź w połączeniu z innymi technologiami może stanowić narzędzie umożliwiające poprawę parametrów związanych z: wydajnością, kosztami produkcji, czasem reakcji, spełnieniem specyficznych wymagań⁷. Jest technologią wspomagającą powszechne śledzenie i detekcję obiektów, co w znaczący sposób przyspiesza procesy logistyczne i inwentaryzację (rys. 1).

⁴ Śmieszek M., Dobrzański P., Dobrzańska M. Zastosowanie nowoczesnych technologii informacyjnych w transporcie, Instytut Logistyki i Magazynowania, Logistyka 4, 360, 2015

⁵ Majchrowicz B., Kuboń M. E-logistyka jako współczesne narzędzie rozwoju przedsiębiorstwa, Logistyka dziś i jutro pod red. G. Dzieniszewskiego i M. Kubonia, s. 209, 2018

⁶ Boss R.W. RFID Technology for Libraries, [dostęp: 31.07.2013 r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.ala.org/pla/tools/technotes/rfidtechnology>

⁷ Kozal T. Nowoczesne systemy automatycznej identyfikacji w logistyce [w:] Nowoczesne rozwiązania w logistyce, Kozłowski R. i Sikorski A. (red.), Wolters Kluwer Polska - OFICYNA, Kraków, 2009



Rys. 1. Technologie rewolucji przemysłowej 4.0

Źródło: <https://www.rfidpolska.pl/technologia-rfid-co-to-jest/>

Ponadto technologię tą spotkamy m.in. w:

- handlu, gdzie znajduje zastosowanie w ochronie towarów przed kradzieżą oraz przy inwentaryzacji, znacznie skracając jej czas. Znane są sieci sklepów, w których wystarczy zbliżyć się z koszykiem zakupowym do kasy samoobsługowej, następnie jest automatycznie skanowana jego zawartość, a klientowi pozostaje jedynie dokonać zapłaty za zakupy. Może to zrobić zbliżeniowo przy użyciu karty płatniczej lub np. telefonem z funkcją NFC. Obie te technologie wykorzystują również RFID⁸;
- w procesach produkcyjnych ułatwia ich automatyzację, identyfikowane są detale (komponenty np. w branży automotive), wyroby, maszyny, narzędzia, czy materiały. Usprawnia przepływy, kontrolę i zwiększa efektywność realizowanych działań;
- systemach kontroli dostępu, zarządza ona uprawnieniami wejścia w zakładach produkcyjnych, biurach, trudno wyobrazić sobie bez niej również funkcjonowanie dużych obiektów hotelarskich. Jednym z pierwszych powszechnych zastosowań identyfikacyjnych były skipasy, obecnie również często jest stosowana jako tzw. systemy bezkluczowe w motoryzacji. Ponadto zarządza systemami parkingowymi, kontrolą czasu pracowników, obsługą pacjentów, petentów w urzędach itp.;⁹
- wspomnianej wcześniej technologii NFC (standard HF) szeroko stosowany w smartfonach i urządzeniach mobilnych. Moduł NFC najczęściej wykorzystuje się do płatności zbliżeniowych, ale może też służyć do przesyłania informacji między urządzeniami.¹⁰

Bez względu na rodzaj i technologię kodowania podstawową zasadą funkcjonowania automatycznej identyfikacji w logistyce jest unifikacja sposobu i zakresu kodowania. Przy tak dużym zasięgu obszarowym (krajowym, międzynarodowym) jak i potrzebie identyfikacji

⁸ Bolic M. RFID Systems: Research Trends and Challenges, Wyd. Wiley, 2010

⁹ Długosz J. Nowoczesne technologie w logistyce, Warszawa, Wyd. PWE, 2009

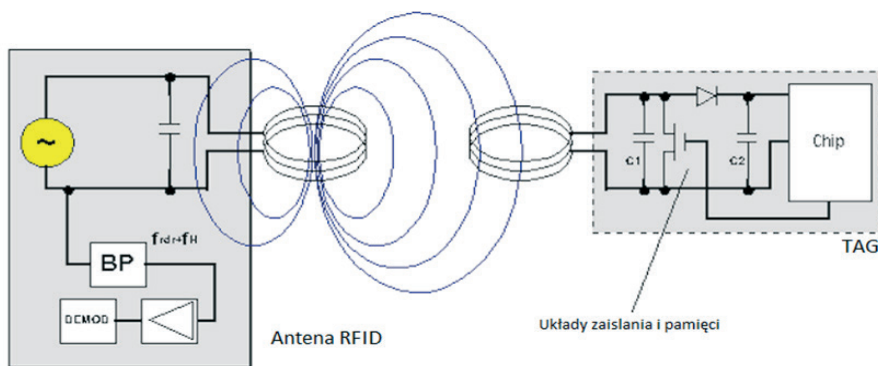
¹⁰ Kozłowski R. Nowoczesne rozwiązania w logistyce, Wyd. Wolters Kluwer, 2009

zarówno produktów, procesów jak i miejsc zaczęto stosować znormalizowane nadawanie numerów identyfikacyjnych. Organizacja EPC Global nadaje identyfikatory (zakresy numerów) dla poszczególnych rodzajów produktów, transportu, jednostek logistycznych itd. Zakres numerów identyfikacyjnych obejmuje:

- identyfikację jednostek handlowych – (produkty),
- identyfikację jednostek logistycznych – (transportowe lub magazynowe),
- identyfikację lokalizacji – (fizyczne miejsce firmy, magazynu),
- identyfikację zasobów – (np. opakowania wielokrotnego użytku),
- identyfikację relacji usługowych – (np. id pacjenta, systemy lojalnościowe),
- identyfikatory zastosowań – (np. waga brutto, jednostka miary itd.),
- identyfikację przesyłek i wysyłek – (grupowanie jednostek handlowych w celu wysyłki partii towarów)¹¹.

Charakterystyka systemu identyfikacji radiowej RFID

Istota działania RFID polega na przesyłaniu z wykorzystaniem określonego protokołu i fal radiowych, unikalnego identyfikatora ze znacznika (inaczej zwanego etykietą lub tagiem) do czytnika (inaczej określanego programatorem a w układach aktywnych stacją bazową)¹². Do prawidłowego funkcjonowania systemu RFID niezbędne są także rozwiązania informatyczne umożliwiające odczyt i przetwarzanie danych. Kluczowym elementem systemu jest czytnik, funkcjonujący jako antena, której zadaniem jest wytwarzanie fal radiowych odpowiedzialnych za przesyłanie informacji lub/i umożliwiających indukowanie siły elektromotorycznej w tagu (rys.2).

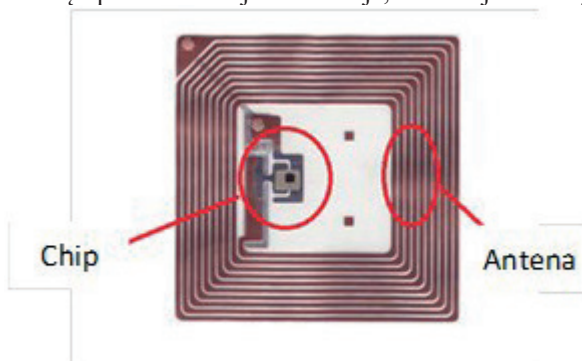


Rys. 2. Zasada działania systemu RFID

¹¹ Długosz J. Nowoczesne technologie w logistyce, Warszawa, Wyd. PWE, 2009

¹² Allane D., Andia Vera G., Duroc Y., Touhami R., Tedjini S. Harmonic power harvesting system for passive RFID sensor tags, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 64(7), pp. 2347-2356, 2016

Struktura typowego czytnika zawiera jednostkę sterującą w postaci mikrokontrolera, interfejs komunikacyjny – łączy RS232 i/lub Ethernet, nadajnik oraz odbiornik, obwody komunikacji radiowej, przyłącza umożliwiające instalację kilku anten zewnętrznych lub wbudowaną antenę¹³. Podstawowe funkcje realizowane przez te urządzenia to: zdalne zasilanie znaczników pasywnych, zapewnienie dwukierunkowego połączenia ze znacznikami celem odczytu oraz zapisu danych, inwentaryzacja znaczników, komunikacja z serwerami sieciowymi. Jako dodatkowe funkcje w przypadku dostępnych na rynku rozwiązań można wymienić: filtrowanie danych (np. usuwanie zduplikowanych odczytów); translacja EPC (elektroniczny kod produktu) oraz innych danych, zapewnienie poprawnych symultanicznych odczytów/zapisów wielu znaczników RFID przy zastosowaniu protokołów antykolizyjnych, autentykację oraz autoryzację znaczników w celu uniknięcia niepożądanego dostępu do danych oraz zapewnienia autentyczności oznakowanych obiektów, szyfrowanie danych celem zapewnienia ich integralności¹⁴. Tag również zawiera antenę, która zachowuje się jak przewodnik umieszczony w polu elektromagnetycznym, na którym indukuje się energia elektryczna zasilająca chip z mikroprocesorem¹⁵. Następnie chip może sterować nadajnikiem, który wygeneruje za pomocą anteny informację zwrotną do stacji bazowej (rys. 3). Umieszczany jest na identyfikowanym i śledzonym obiekcie, którym może być: przedmiot, maszyna, człowiek, zwierzę itp. Przechowuje informacje, odbiera je oraz wysyła.



Rys. 3. Budowa znacznika RFID

Podstawą podziału znaczników RFID jest klasyfikacja związana z rodzajem ich zasilania, wyróżnia się tu rozwiązania: aktywne, półpasywne i pasywne.¹⁶ Znaczniki aktywne charakteryzują się najbardziej złożoną konstrukcją, na którą składają się takie elementy funkcjonalne jak: układ antenowy, źródło zasilania w postaci baterii, rozbudowany układ elektroniczny o stosunkowo dużej pamięci zawierający obwody odbiornika oraz nadajnika. W tego

¹³ Grosinger J., Bosch W. A passive RFID sensor tag antenna transducer, in: Proc. European Conference on Antennas and Propagation, The Hague, The Netherlands, April 6-11, pp. 3638-3639, 2014

¹⁴ Okulewicz J. Warunki wykorzystania identyfikacji radiowej w systemach logistycznych, Logistyka, 6, 56, 2006

¹⁵ Allane D., Andia Vera G., Duroc Y., Touhami R., Tedjini S. Harmonic power harvesting system for passive RFID sensor tags, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 64(7), pp. 2347-2356, 2016

¹⁶ Spychips.com: German consumers demand an end to RFID experiments, [dostęp: 31.07.2013r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.spychips.com/metro/protest.html>.

typu znacznikach spotyka się ponadto różnego rodzaju sensory: temperatury, wilgotności i inne. Prostsza strukturą odznaczają się rozwiązania półpasywne, w przypadku których można wyróżnić następujące elementy funkcjonalne: podłoże, na którym umieszczona jest antena, układ scalony, dodatkowo wewnętrzne źródło zasilania obwodów logicznych układu scalonego znacznika. Opcjonalnie dostępne są również rozwiązania z dodatkowymi komponentami elektronicznymi w postaci prostych sensorów, np. temperatury. Znaczniki pasywne, o najprostszej budowie, składają się tylko z układu antenowego umieszczonego na odpowiednim podłożu oraz układu scalonego¹⁷.

Inna metoda klasyfikacji znaczników RFID przewiduje ich podział na podstawie analizy funkcjonalności. Według niej wyróżnia się znaczniki następujących klas: klasa 0/1 to znaczniki pasywne, oznaczenie 0 obejmuje znaczniki zaprogramowane fabrycznie, w przypadku 0+/1 istnieje możliwość zaprogramowania przez użytkownika; klasa 2 to znaczniki pasywne z dodatkową funkcjonalnością (szyfrowanie, pamięć użytkownika z opcją odczytu i zapisu itp.); klasa 3 to znaczniki półpasywne z bateryjnie zasilanym obwodem logicznym układu scalonego, charakteryzują się większym zasięgiem, dostępną komunikacją szerokopasmową a także obecnością prostych układów sensorycznych; klasa 4 to znaczniki aktywne z nadajnikiem aktywnym, komunikacją w układzie typu każdy z każdym i złożonymi układami sensorów; klasa 5 obejmuje znaczniki o mocy umożliwiającej zasilenie i aktywowanie innych znaczników.¹⁸

Do komunikacji pomiędzy znacznikiem a czytnikiem wykorzystuje się fale elektromagnetyczne o zakresach częstotliwości uzależnionych od funkcji pełnionych przez system RFID. Pasma niskich częstotliwości (LF) indukcyjnie sprzężonych systemów RFID (typowo: 125 kHz, 138,2 kHz) jest wykorzystywane w rozwiązaniach związanych m.in. z kontrolą dostępu, rejestracją czasu pracy i identyfikacją zwierząt. W zastosowaniach dotyczących logistyki i magazynowania wykorzystuje się pasma wysokich częstotliwości HF i UHF. Pasma HF (typowo 13,56 MHz) stosowane jest m.in. w systemach biletowych komunikacji miejskiej, kartach bankowych, transporcie itp. Pasma UHF (typowo w Europie 865-870 MHz) stosowane jest głównie w procesach automatycznej identyfikacji w produkcji, magazynowaniu i dystrybucji towarów szybko rotujących¹⁹.

Uwarunkowania i korzyści stosowania RFID w łańcuchu logistycznym

Innowacyjnym rozwiązaniem jest wdrożenie systemu RFID w procesie technologicznym pozyskiwania miodu z piętnastu pasiek, każda o liczebności 20 uli (rodzin pszczelich), dających łącznie 300 uli znajdujących się w województwach świętokrzyskim, lubelskim i podkarpackim. Aby w pełni wykorzystać możliwości produkcyjne rodzin pszczelich dąży się do zapewnienia optymalnej bazy pożytkowej przez cały sezon. W tym celu stosowany jest system wędrowny polegający na transportowaniu pszczół do miejsc kolejnych pożytków. Ule dostarczane są do pasiek i miejsc kolejnych pożytków przystosowanym do przewozu uli

¹⁷ Pniewski R. Programator układów RFID, – XI Konferencja naukowo – techniczna: „Logistyka, Systemy Transportowe, Bezpieczeństwo w Transporcie” LogiTrans 2009, Logistyka, 3, 3971, 2009

¹⁸ Technologia RFID – Co to jest, [dostęp: 31.10.2020r.]. Dostępny w Internecie: <https://www.rfid-polska.pl/technologia-rfid-co-to-jest>

¹⁹ Juściński S. Radiowe systemy automatycznej identyfikacji (RFID) użytkowane w logistyce, Logistyka dziś i jutro pod red. G. Dzieniszewskiego i M. Kubonia, 143, 2018

środkiem transportu należącym do firmy. W ofercie firmy znajduje się 12 odmian miodu. Po podjęciu uli z pasieki w pomieszczeniach zakładu realizowane są kolejne etapy procesu produkcji miodu tj.: miodobranie, odsklepanie, wirowanie plastrów, cedzenie, klarowanie, standaryzacja i rozlanie do opakowań handlowych.

Celem wdrożenia systemu RFID jest usprawnienie systemu oraz optymalizacja zarządzania pasieką oraz gwarancja geograficznego pochodzenia miodu. Powyższe rozwiązanie pozwoli zagwarantować konsumentowi dokładne pochodzenie geograficzne miodu z terenów Polski oraz jego walory ekologiczne.

Jako niezbędne do osiągnięcia celu konieczne są następujące funkcjonalności systemu:

- rejestracja korpusów uli opuszczających zakład (czytniki RFID w przestrzeni ładunkowej środka transportu),
- zapis lokalizacji pasieki i warunków atmosferycznych (czytnik ręczny RFID, panel HMI),
- rejestracja korpusów uli na wejściu linii produkcyjnej w zakładzie (czytnik stacjonarny RFID),
- rejestracja informacji z systemu RFID w bazie danych (za pośrednictwem routera oraz serwera OPC),
- sterowanie systemem i dostęp do bazy danych przy wykorzystaniu paneli operatorskich HMI.

Proces po wdrożeniu systemu RFID

W przypadku nowych technologii takich, jak RFID literatura przedmiotu przedstawia ograniczoną liczbę przykładów wdrożeń. Możliwości wdrożenia systemów RFID są szerokie, jednak obecnie nie istnieją wdrożenia referencyjne, które można by odnieść wprost do konkretnego procesu technologicznego, w tym wypadku do monitorowania lokalizacji pasieki, jej okresu stacjonowania na danym obszarze i typie pożytku oraz pomiaru wielkości zbioru. W związku z tym konieczne wydaje się przeprowadzenie analizy, która pozwoliłaby ocenić potencjał technologii RFID w planowanym zastosowaniu. W chwili obecnej brak jest metody pozwalającej na wydanie opinii jednoznacznie określającej potencjał innowacyjnego wdrożenia systemu RFID w rozpatrywanej aplikacji. Na podstawie literatury należy jednak stwierdzić, że zastosowanie technologii RFID w monitorowaniu ścieżki logistycznej miodu może przynieść szereg potencjalnych strategicznych korzyści dla przedsiębiorstwa.

W celu rejestracji przebiegu produkcji miodu oraz zagwarantowania jego geograficznego pochodzenia, korpusy uli powinny się wyposażać w znaczniki RFID, pozwoli to na powiązanie pozyskanego miodu z rodziną pszczelą i lokalizacją pożytku. Takie zastosowanie znaczników umożliwi komplementarną analizę ścieżki logistycznej. Ewidencja korpusów uli (wraz z rodzinami pszczelimi) odbywać się powinna przy wykorzystaniu czytników RFID zainstalowanych w pojeździe przeznaczonym do transportu uli. Takie rozwiązanie umożliwi kontrolę czasu rozstawienia ula pszczelego na pożytku, jego lokalizację i długość okresu przebywania w miejscu pożytku. W celu realizacji przedstawionego rozwiązania technicznego konieczne będzie zastosowanie dwóch czytników RFID o zasięgu do 4 m usytuowanych na dwóch końcach pojazdu. Umożliwi to kontrolę całej przestrzeni ładunkowej pojazdu stanowiącej obszar skanowania korpusów uli. Zakłada się integrację czytników ze sterownikiem PLC za pośrednictwem modułu master RFID.

Istnieje możliwość zastosowania ręcznego czytnika RFID umożliwiającego pracownikom obsługującym pasiekę identyfikację uli oraz wprowadzenie informacji dotyczących m.in. ich lokalizacji. Kolejny czytnik RFID powinien zostać zainstalowany stacjonarnie w zakładzie na wejściu linii technologicznej. Pozwoli on na rejestrację korpusów uli przetransportowanych z pasiek do zakładu. Umożliwi to powiązanie informacji dotyczących masy pozyskanego miodu z poszczególnych uli z rodziną pszczelą i rodzajem pożytku.

Przyjmuje się, że migracja danych w systemie odbywać się będzie przy wykorzystaniu protokołu FTP lub poprzez pobranie danych z pamięci panelu HMI przy użyciu nośnika typu Flash. Pliki z danymi konwertowane będą do postaci XMLS. Informacje z systemu trafią do bazy danych za pośrednictwem routera oraz serwera OPC. Zakłada się, że system będzie kontrolowany przez operatora przy wykorzystaniu panelu HMI. Jedną z funkcjonalności panelu będzie umożliwienie dostępu do bazy danych.

Należy zauważyć, że przy zaproponowanej strukturze systemu RFID każda operacja może być rejestrowana w funkcji czasu i w takiej postaci zostanie zapisana w bazie danych systemu informatycznego. Poprzez ważenie odwirowywanego z uli oraz powiązaną z tym procesem identyfikacją uli, możliwe będzie określenie jego współczynnika produktywności, co w powiązaniu z lokalizacją pożytku pozwoli na określenie obszaru, na którym można uzyskać najlepsze wskaźniki produkcyjne oraz gwarancję wagi danego zbioru z danej lokalizacji. Dzięki powyższemu rozwiązaniu konsument uzyska gwarancję lokalizacji z której pochodzi zakupiony przez niego miód, co zostanie przedstawione na etykiecie w formie informacji, znaku i kodu określającego obszar z którego dana partia miodu pochodzi. Konsument będzie posiadał możliwość zapoznania się z obszarami, z których pozyskiwany jest miód również na stronie internetowej przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo uzyska dane, które pozwolą na analizę produktywności indywiduowanych rodzin pszczelich oraz potencjału nektarowego danego pożytku w konkretnej lokalizacji. Zapisywanie położenia pasieki pozwoli również wydzielić partię produktu pochodzącego z terenów ekologicznych.

Urządzenia i standardy RFID

Realizacja systemu RFID do kontroli i rejestrowania ścieżki logistycznej miodu przy wykorzystaniu częstotliwości UHF obejmuje konieczność zakupu urządzeń przedstawionych w tabeli 1 oraz ich integrację.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych elementów funkcjonalnych systemu RFID

Lp.	Element funkcjonalny systemu	Ilość
1.	Czytnik RFID (odczyt/zapis) – pasmo UHF do montażu w pojeździe (zakres 4 m)	2
2.	Czytnik ręczny RFID (odczyt/zapis) – pasmo UHF (zakres 1 m)	1
3.	Czytnik stacjonarny RFID UHF montażu na linii produkcyjnej (zakres 3,5 m)	1
4.	Moduł komunikacyjny współpracujący z czytnikami	2
5.	Sterownik PLC z osprzętem	1
6.	Serwer OPC do komunikacji pomiędzy sterownikiem PLC i bazą danych (oprogramowanie)	1
7.	Serwer dla OPC oraz bazy danych	1
8.	Panel HMI 7"	1
9.	Panel HMI	2

Lp.	Element funkcjonalny systemu	Ilość
10.	Znaczniki RFID UHF	1500
11.	Moduł komunikacyjny dla czytników RFID	1
12.	Infrastruktura montażowa dla systemu RFID (szafa, uchwyt, przewody itp.)	1
13.	Czujniki tensometryczne do pomiaru masy miodu	12
14.	Przetwornik tensometryczny	3
15.	Przenośna pamięć FLASH	1

Porównanie efektywności RFiD i EAN w przyjęciach na magazynie

W ramach niniejszej pracy dokonano porównania efektywności identyfikacji w technologiach EAN i RFID w procesie logistycznym, jakim jest przyjęcie towaru do magazynu. Jednym z podstawowych zadań w procesie przyjęcia towarów do magazynu jest ich identyfikacja, weryfikacja jakości (kontrola numerów partii, dat ważności) z jednoczesnym podaniem liczby jednostek handlowych (sztuka, karton, paleta).

Badania przeprowadzone były w rzeczywistych warunkach przyjęć towarów na magazyn logistyczny. Wszystkie opakowania były oznaczone w systemie kodów kreskowych EAN i tagów RFID. Obsługiwano dwa rodzaje ładunków na paletach: jednorodny (całość asortymentu na palecie jest jednego rodzaju) oraz mieszany (na paletę wchodziły towary różnych asortymentów). Wielkość palety to standardowa paleta EUR używana w logistyce magazynowej (cztery warstwy towarów), towary na paletach były zafoliowane wg ogólnie stosowanych zasad w dostawach logistycznych. Palety umieszczono w zasięgu działania anteny RFID, umożliwiając jednorazowy odczyt całości asortymentu, natomiast w zakresie technologii EAN zastosowano ręczny, mobilny czytnik z pełnym dostępem do sieci WiFi. Zadaniem operatora było zidentyfikowanie towarów, podanie ilości przyjmowanych towarów bez kontroli numerów partii jak i dat ważności.

Wyniki zestawiono w tabeli 2, można zauważyć wyższą efektywność technologii RFID w stosunku do kodów kreskowych. Odnotowane różnice będą tym większe, im większa ilość asortymentu jest do przeliczenia, szczególnie jeżeli oczekujemy, że obok podania ilości przyjmowanych towarów będziemy weryfikować numery partii i daty ważności przyjmowanych towarów. W systemie EAN znacznie większe wydajności uzyskuje się przy paletach jednorodnych, zaś w systemie RFID nie jest ważne, czy palety są jednorodne.

Tabela 2. Porównanie czasów operacyjnych przyjęcia towaru z zastosowaniem technologii automatycznej identyfikacji RFID oraz EAN

Rodzaj ładunku na palecie	Technologia identyfikacji	Czynności do wykonania	Średni czas wykonania operacji (s)
Jednorodny	EAN	Zdjęcie folii w celu wskazania kodu EAN z opakowania, przeliczenie ilości warstw i podanie całkowitej ilości	120
Jednorodny	RFID	Przejazd paletą w świetle bramki RFID	10
Mieszany	EAN	Zdjęcie folii w celu wskazania kodu EAN z opakowania, dla każdego typu towaru, przeliczenie ilości z wcześniejszą segregacją wg typów	420
Mieszany	RFID	Przejazd paletą w świetle bramki	10

Należy zauważyć również dodatkowe możliwości, jakie oferuje technologia RFID, m. in. zapisywanie na tagach warunków przyjęcia/przechowywania towarów np. temperatura. W technologii RFID zapis ten może być zapamiętany w każdym z TAG-ów (czyli informacja będzie dostępna z każdym towarem), w przypadku EAN informacja taka będzie gromadzona tylko w systemie informatycznym operatora logistycznego.

Podsumowanie

Wdrożenie systemu RFID poprzez zapewnienie oczekiwanych usprawnień procesu produkcji może stanowić źródło przewagi konkurencyjnej. Dzięki informacji uzyskiwanej w czasie rzeczywistym może przyczynić się do poprawy transparentności łańcucha logistycznego. Dostęp do informacji o lokalizacji, warunkach przechowywania i transportowania, czasie i terminach realizacji czynności logistycznych również wspomaga systemy zarządzania jakością. Zaopatrzenie produktu w znacznik RFID przygotowuje warunki dla przewidywanych w przyszłości zmian w sposobie oznaczania towarów dostępnych w handlu. Należy przypuszczać, że stosowany dotychczas kod kreskowy zostanie wyparty przez elektroniczny kod produktu (EPC), którego nośnikiem będzie znacznik RFID.

Zastosowanie technologii RFID przyniesie także korzyści na poziomie odbiorcy. Wraz ze wzrostem poziomu zamożności wzrasta także świadomość konsumencka. Poszukiwane są produkty spożywcze o wysokich walorach zdrowotnych, wytwarzane w sposób ekologiczny. Technologia RFID umożliwi odbiorcy potwierdzenie wymienionych cech produktu a przede wszystkim geograficznej lokalizacji z której pochodzi dana partia wyprodukowanego miodu. Będzie to możliwe dzięki zapisowi informacji o miejscu i parametrach produktu w pamięci znacznika na każdym etapie łańcucha logistycznego. W przyszłości poprzez ewentualną rozbudowę systemu o dodatkowe funkcje klient może zyskać dostęp do informacji o produkcie poprzez wykorzystanie technologii umożliwiającej umieszczenie danych ze znaczników w chmurze. Połączenie systemów RFID i oprogramowania w chmurze, tak aby dane pozyskiwane przy użyciu RFID mogły być przechowywane, zarządzane i udostępniane przez sieć Internet jest celem działalności światowego zrzeszenia RAIN. Organizacja ta powstała z myślą o promowaniu wykorzystania technologii RFID UHF.

Zastosowanie w wybranych etapach procesu logistycznego znaczników RFID umożliwia monitorowanie parametrów miodu co pozytywnie wpłynie na podejmowane starania związane z zapewnieniem wysokiej jakości produktu.

Bibliografia

- Ahson, S.A., Ilyas, M.: RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy. CRC Press, New York, 2008
- Allane D., Andia Vera G., Duroc Y., Touhami R., Tedjini S.: Harmonic power harvesting system for passive RFID sensor tags, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 64 (7), pp. 2347-2356, 2016
- Bolic M.: RFID Systems: Research Trends and Challenges, Wyd. Wiley, 2010
- Boss R.W.: RFID Technology for Libraries, [dostęp: 31.07.2013 r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.ala.org/pla/tools/technotes/rfidtechnology>

- Długosz J.: Nowoczesne technologie w logistyce, Warszawa, Wyd. PWE, 2009
- Grosinger J., Bosch W.: A passive RFID sensor tag antenna transducer, in: Proc. European Conference on Antennas and Propagation, The Hague, The Netherlands, April 6–11, pp. 3638–3639, 2014
- Juściński S.: Radiowe systemy automatycznej identyfikacji (RFID) użytkowane w logistyce, *Logistyka dziś i jutro* pod red. G. Dzieniszewskiego i M. Kubonia, s. 143, 2018
- Kozal T.: Nowoczesne systemy automatycznej identyfikacji w logistyce [w:] Nowoczesne rozwiązania w logistyce, Kozłowski R. i Sikorski A. (red.), Wolters Kluwer Polska - OFICYNA, Kraków 2009
- Kozłowski R.: Nowoczesne rozwiązania w logistyce, Wyd. Wolters Kluwer, 2009
- Majchrowicz B., Kuboń M.: E-logistyka jako współczesne narzędzie rozwoju przedsiębiorstwa, *Logistyka dziś i jutro* pod red. G. Dzieniszewskiego i M. Kubonia, s. 209, 2018
- Mazur Z., Mazur H.: Rozwój systemów automatycznej identyfikacji obiektów, *Studia Informatica*, Vol 33, s. 457, 2012
- Okulewicz J.: Warunki wykorzystania identyfikacji radiowej w systemach logistycznych, *Logistyka*, 6, s. 56, 2006.
- Pniewski R.: Programator układów RFID, – XI Konferencja naukowo – techniczna: „Logistyka, Systemy Transportowe, Bezpieczeństwo w Transporcie” LogiTrans 2009, *Logistyka*, 3, s. 3971, 2009
- RFID Library, [dostęp: 31.07.2013r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.rfidlibrary.com/en/rfid-transponder.html>
- Spychips.com: German consumers demand an end to RFID experiments, [dostęp: 31.07.2013r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.spychips.com/metro/protest.html>.
- Śmieszek M., Dobrzański P., Dobrzańska M.: Zastosowanie nowoczesnych technologii informacyjnych w transporcie, *Instytut Logistyki i Magazynowania, Logistyka* 4, s. 360, 2015.
- Technologia RFID – Co to jest, [dostęp: 31.10.2020r.]. Dostępny w Internecie: <https://www.rfid-polska.pl/technologia-rfid-co-to-jest>

WIR
WYDAWNICTWO

ISBN 978-83-64377-46-4