

Komitet redakcyjny:

Dr Teresa Magdalena Dudzik (redaktor naczelny)
Prof. dr hab. Joanna Cygler (współpraca)
Prof. dr hab. Tomasz Gołębiowski (współpraca)
Prof. dr hab. Włodzimierz Januszkiewicz (współpraca)
Dr hab. Paweł Lesiak (współpraca)
Prof. dr hab. Krystyna Michałowska-Gorywoda (współpraca)
Prof. dr hab. Joanna Plebaniak (redaktor statystyczny)
Mariusz Gorzka (sekretarz redakcji)

Rada naukowa:

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

Adres redakcji:

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

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

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

Wydawca:

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

Warunki prenumeraty:

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

Prenumerata u Wydawcy:

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

Prenumerata u kolporterów:

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

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

Spis treści

Andrzej Świdorski

Projekt outsourcingu usług transportowych
w przedsiębiorstwie produkcyjnym 2
Outline of outsourcing of transport services in the production company

Szymon Mitkow, Szymon Ryrych

Implementacja rejestratorów temperatury i wilgotności
w magazynie produktów spożywczych 9
Implementation of temperature and humidity recorders in the food store

Mateusz Gawliński

Engineering logistics in machine structure
and exploitation. Just-in-Time implementation
process inside the enterprise 18
Inżynieria logistyczna w budowie i eksploatacji maszyn. Proces wdrażania metody Just-in-Time w przedsiębiorstwie

Joanna Mączyńska, Adam Kupczyk, Dominik Rutkowski, Karol Tucki

Aktualne problemy sektorów biokomponentów
i biopaliw ciekłych w Polsce 23
Current problems of biocomponents and liquid biofuels sectors in Poland

Z praktyki przedsiębiorstw

Mieczysław Pawlisiak

Analiza popytu na usługi pływalni z wykorzystaniem
modelu regresji wielorakiej 28
Demand analysis for swimming pool services using a multiple regression model

Szanowni Czytelnicy i Autorzy

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

W najbliższych numerach:

- Analiza i ocena systemu transportowego na przykładzie wybranych krajów azjatyckich
- Wartość dla klienta z perspektywy sprzedawców internetowych — wyniki badań z wykorzystaniem FGI

Andrzej Świderski

E-mail: andrzej.swiderski@ifs.waw.pl; nr orcid 0000-0001-7451-9161

Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie

Projekt outsourcingu usług transportowych w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Outline of outsourcing of transport services in the production company

Koncepcja outsourcingu to jedna z popularniejszych form doskonalenia zarządzania, która jest wykorzystywana w różnych obszarach funkcjonowania przedsiębiorstwa, szczególnie w logistyce. Poziom i zakres kontraktowanych usług zależy od wielu czynników. Najogólniej decyduje o tym branża i rodzaj prowadzonej działalności. W Polsce najczęstszym obszarem logistyki wydzielanym na zewnątrz jest transport i magazynowanie. Pomimo, iż działania takie obciążone są pewnym poziomem ryzyka, to jednak przynoszą wiele korzyści, dlatego firmy chętnie korzystają z takiej formy, a outsourcing usług logistycznych staje się wyraźnym trendem w nowoczesnym zarządzaniu przedsiębiorstwem.

W niniejszym artykule, na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego realizującego przewozy własnym taborem samochodowym, dokonano analizy możliwości skorzystania z zewnętrznego podwykonawcy. Przedstawiono kilka potencjalnych rozwiązań i omówiono wynikające z nich korzyści finansowe. Dynamiczna sytuacja na rynku i liczna konkurencja skłaniają przedsiębiorstwa do ciągłego poszukiwania możliwości obniżenia kosztów i podnoszenia swojej wartości. Badanie pokazuje, że skutecznym narzędziem jest także outsourcing usług logistycznych.

Słowa kluczowe:

usługi transportowe, outsourcing, sezonowość, analiza popytu.

The outsourcing concept is one of the most popular forms of management improvement, which is used in various areas of the company's operation, especially in logistics. The level and scope of contracted services depends on many factors. Generally, this is determined by the industry and type of business. In Poland, the most common area of logistics outsourced is transport and warehousing. Despite the fact that such activities are subjected to certain level of risk, they bring many benefits, and therefore companies willingly use this form, which is why outsourcing of logistics services becomes a clear trend in modern company management.

In this article, on the example of the production company, which carries out its own transport on the basis of its own fleet, an analysis of the possibility of using an external subcontractor has been conducted. Several potential solutions were presented and their financial benefits were discussed. The dynamic situation on the market and numerous competitors encourage companies to constantly look for opportunities to reduce costs and increase their value. The study shows that outsourcing of logistics services is also an effective tool.

Key words:

transport services, outsourcing, seasonality of transport, demand analysis.

Wstęp

Na popyt usług transportowych wpływa wiele czynników, które są przyczyną znacznej dynamiki zmian i wyraźnych wahań w czasie. Podlegają one pewnym, w wielu przypadkach powtarzalnym zmianom, obserwowanym w krótkich, średnich i długich przedziałach czasu (Borucka, 2013, s. 13–23). Kształtuje je wiele czynników natury ekonomicznej, prawnej, społecznej czy klimatycznej. Ponadto silnie warunkuje je zmienność zapotrzebowania na produkty oferowane przez sektory, które branża TSL obsługuje. Ta powtarzalność i cykliczność zmian jest

szansą dla przedsiębiorstw transportowych na lepsze dostosowanie do potrzeb rynku. Z pomocą wychodzą narzędzia i metody statystyczne oraz matematyczne umożliwiające opisanie zachodzących zjawisk i wyciągnięcie wniosków, pozwalających na odpowiednie sformułowanie, a w razie potrzeby modyfikację strategii przedsiębiorstwa (Borucka, 2018, s. 3–19; Skoczyński i in. 2018, s. 92–97; Świderski, 2018, s. 651–654). Takiej analizy, na podstawie przykładowego przedsiębiorstwa, dokonano w niniejszym artykule, wykorzystując obserwacje dotyczące popytu na usługi transportowe w ciągu trzech lat.

Pozwoliło to na wprowadzenie korekt w przyjętej działalności dotyczących przede wszystkim gotowości posiadanej floty transportowej. Gotowość jest określeniem najsilniej związanym z pojęciem eksploatacji obiektów technicznych (Żurek i in., 2017, s. 2343–2352). Definiowana jest jako zdolność obiektu lub systemu do wykonania przeznaczonych mu zadań w wymaganej chwili lub w przedziale czasu. Jej poziom opisują zazwyczaj poszczególne elementy maszyn i urządzeń (Szczepański, 2019, s. 1–9) lub obiekty traktowane kompleksowo (Borucka, 2018, s. 1073–1082). Oczekuje się wysokiego stopnia gotowości, gwarantującego zdolność użycia w każdym momencie, jednak zbyt duża rezerwa (nadmiarowość) systemu nie jest pożądana, gdyż powoduje niepotrzebne koszty utrzymania. Szczególnie dotyczy to systemów, w których wymagana jest szybka reakcja na nieprzewidywane zdarzenia, jak np. pogotowie ratunkowe czy straż pożarna (Borucka, 2018, s. 397–395), ale również takich, które realizują zadania zgodnie z ustalonymi wcześniej planami dystrybucji ładunków (Żurek i in. 2017, s. 2925–2934; Borucka, 2013, s. 39–48) lub osób (Borucka, 2014, s. 468–475). Na zdolność do realizacji zadań transportowych wpływa ponadto przygotowanie kadry pracowniczej (Wielgosik, 2016, s. 51–66), kwestie organizacyjne (Mikosz, 2008, s. 1–12), a także wiele czynników, mogących utrudniać ich przebieg, do których należą wypadki drogowe (Świderski, 2018, s. 651–654; Skoczyński, 2018, s. 92–97; Borucka, 2018, s. 162–166) czy zatłoczenie w ruchu miejskim (Mikow, 2018, s. 501–526).

Materiał badawczy

Przedstawione w artykule badanie dotyczy przedsiębiorstwa produkcyjnego, posiadającego własny

dział transportowy, który w pełni zabezpiecza jego potrzeby przewozowe. Flotę stanowi 30 ciągników siodłowych o dopuszczalnej ładowności wynoszącej 24 tony, z naczepami typu plandeka. Średni wiek pojazdu wynosi 8 lat. Pojedynczy pojazd jest w stanie przejechać do 10 000 kilometrów przebiegu miesięcznie, co w skali całej floty pozwala na zrealizowanie 300 000 km każdego miesiąca. Analizie poddano potrzeby transportowe przedsiębiorstwa w ostatnich trzech latach. Ich kształtowanie przedstawiono na rysunku 1.

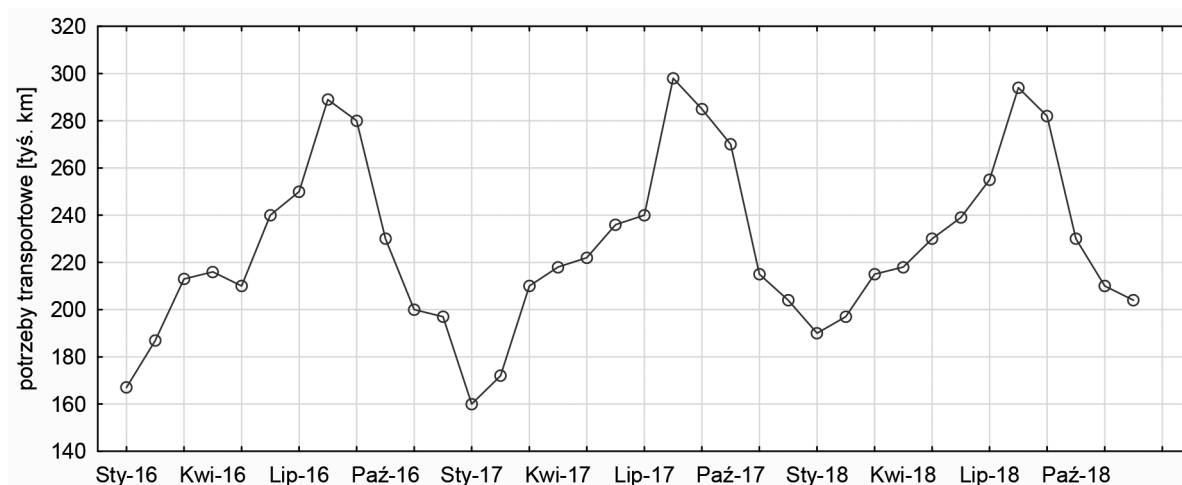
Na rysunku 1 zauważalna jest duża sezonowość przewozów. Największe potrzeby transportowe dotyczą miesięcy letnich. Maksymalne wartości osiągnięte są w sierpniu i wrześniu. Najniższe z kolei dotyczą miesięcy zimowych, a szczególnie stycznia i lutego. Miary podstawowych statystyk opisowych dla poszczególnych miesięcy przedstawia tabela 1.

Współczynnik zmienności jest na niskim poziomie. Jedyne dla stycznia osiąga wartość ponad 9%, co wynika z corocznego wzrostu przewozów w tym miesiącu wskutek podejmowanych w przedsiębiorstwie kampanii promocyjnych, mających podnieść sprzedaż w tym trudnym dla biznesu czasie. Średnia w poszczególnych miesiącach różni się zdecydowanie, przyjmując wartości od 172 tys. km w styczniu do niemal 300 tys. km w sierpniu. Wyraźne różnice w średnich miesięcznych widoczne są także na wykresie ramkowym (rys. 2).

Silna sezonowość realizowanych usług wpłynęła na decyzję przedsiębiorstwa o weryfikacji przyjętej strategii transportowej. Przemawiał za tym również fakt, że pomimo iż posiadany tabor na chwilę obecną w pełni zaspokajał potrzeby przedsiębiorstwa, to niepokojący był odnotowany w niektórych miesiącach wzrost. W niedalekiej przyszłości mógł nastąpić nie-

Rysunek 1

Potrzeby transportowe badanego przedsiębiorstwa w latach 2016–2018



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1

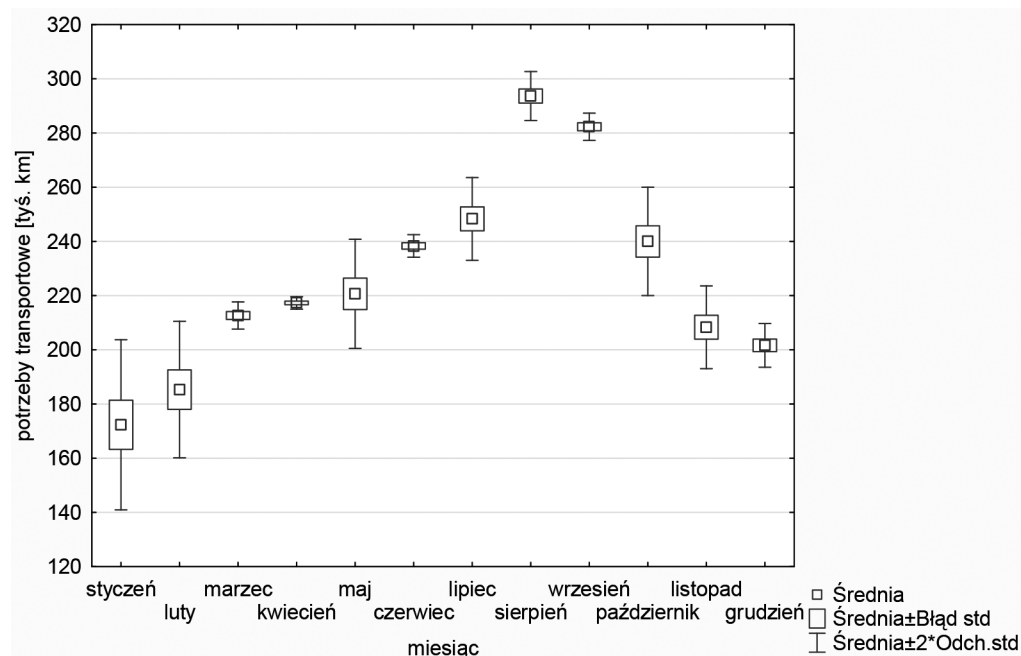
Miary statystyk opisowych dla poszczególnych miesięcy

Miesiąc	Średnia (tys. km)	Mediana (tys. km)	Minimum (tys. km)	Maksimum (tys. km)	Odch. std (tys. km)	Współczynnik zmienności (%)
styczeń	172	167	160	190	15,70	9,11
luty	185	187	172	197	12,58	6,79
marzec	213	213	210	215	2,52	1,18
kwiecień	217	218	216	218	1,15	0,53
maj	221	222	210	230	10,07	4,56
czerwiec	238	239	236	240	2,08	0,87
lipiec	248	250	240	255	7,64	3,08
sierpień	294	294	289	298	4,51	1,54
wrzesień	282	282	280	285	2,52	0,89
październik	240	240	230	250	10,00	4,17
listopad	208	210	200	215	7,64	3,67
grudzień	202	204	197	204	4,04	2,00

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 2

Średnie potrzeby transportowe w poszczególnych miesiącach



Źródło: opracowanie własne.

dobór pojazdów w stosunku do potrzeb transportowych. Nieuchronnie również zwiększał się wiek pojazdów i rosły koszty eksploatacji. W związku z powyższym zarząd zdecydował o przeprowadzeniu analizy procesów transportowych ze szczególnym uwzględnieniem możliwości ich wydzielenia firmie zewnętrznej, zgodnie z ideą outsourcingu. Przed podjęciem decyzji zaproponowano trzy warianty, które omówiono poniżej.

Na potrzeby analizy przyjęto, że roczny koszt stały

(dostępności) jednego pojazdu wynosi około 100 000 zł. Obejmuje on m.in. ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej (OC) i auto-casco (AC), podatek drogowy, winietę roczną, podstawowe wynagrodzenie kierowcy, składkę odprowadzaną do Zakładu Ubezpieczeń Społecznych (ZUS) oraz obsługę warsztatową, biurową itp. Natomiast koszty zmienne wynoszą 1,85 zł za kilometr przebiegu. Wielkość potrzeb przewozowych przedsiębiorstwa, mierzona całkowitą liczbą przejechanych kilometrów, wynosi w skali trzech lat

21 466 tys. km, co daje rocznie średnio 7155 tys. km rocznie. Rynkowa cena transportu drogowego rzeczy pojazdami wysokotonażowymi o ładowności 24 t (33 europalety), na dzień analizy wynosiła od 3,00–3,80 zł za tzw. kilometr ładowny. Przyjęto do wyliczeń stawkę 3,40 zł.

Realizacja przewozów transportem własnym

Miesięczne możliwości przewozowe przedsiębiorstwa wynoszą 300 tys. km, co w pełni zaspokaja jego potrzeby, które maksymalnie osiągają wartość 298 tys. km. Warto jednak podkreślić, że zapas jaki pozostał wynosi zaledwie 2 tys. km w czasie, kiedy jest największy popyt, natomiast w pozostałych miesiącach pozostaje duża, niewykorzystana rezerwa (rys. 3).

Dla takiej formy przewozów obliczono koszty, jakie są generowane. Okazało się, że w okresie analizowanych trzech lat firma zapłaciła 24 101 550 zł. Szczegółowe wyliczenia przedstawia tabela 2.

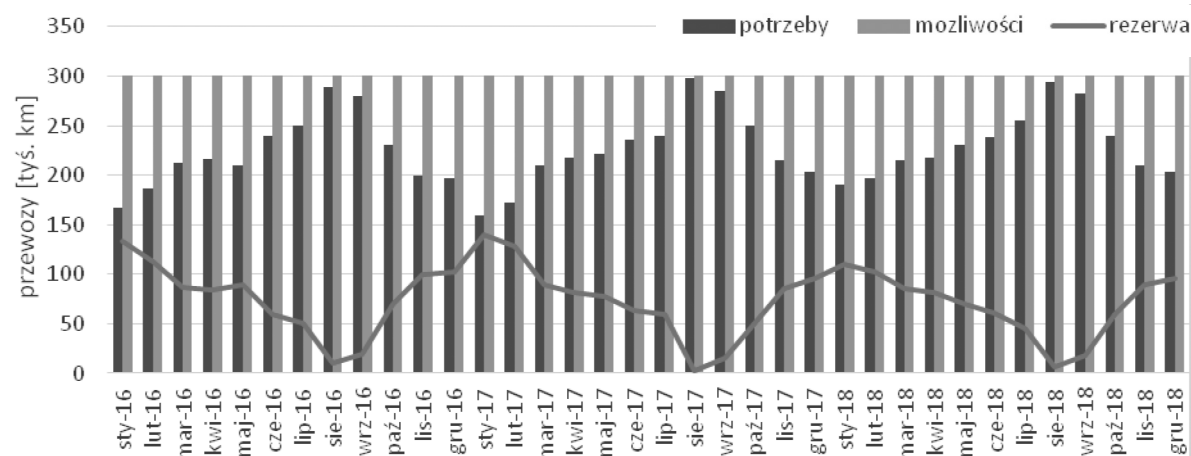
Obliczone w ten sposób koszty kształtują się średnio w ciągu każdego roku na poziomie 8 000 000 zł, co daje w przeliczeniu ponad 660 000 zł miesięcznie. Duże kwoty i wzrastający popyt skłoniły przedsiębiorstwo do rozważań dotyczących zmiany strategii transportowej. Wariantem, który poddano analizie, jest outsourcing usług transportowych.

Outsourcing usług transportowych

Decyzja o outsourcingu usług transportowych nie jest łatwa. Jakość i terminowość spedytora przekłada się bezpośrednio na wizerunek firmy. Taka forma

Rysunek 3

Zestawienie potrzeb i możliwości transportowych przedsiębiorstwa w badanym okresie



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Zestawienie kosztów przewozów realizowanych transportem własnym

Transport własny	Okres obliczeń		
	2016	2017	2018
Możliwości przewozu/rok (km)	3 600 000	3 600 000	3 600 000
Liczba pojazdów (szt.)	30	30	30
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	2 679 000	2 710 000	2 774 000
Średnie miesięczne potrzeby przewozowe (km)	223 250	225 833	231 166
Max miesięczne potrzeby przewozowe (km)	289 000	298 000	294 000
Max miesięczne możliwości przewozowe (km)	300 000	300 000	300 000
Koszty zmienne/rok (zł)	4 956 150	5 013 500	5 131 900
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	413 013	417 792	427 658
Koszty stałe/rok (zł)	3 000 000	3 000 000	3 000 000
Koszty stałe/miesiąc (zł)	250 000	250 000	250 000
Koszty całkowite/rok (zł)	7 956 150	8 013 500	8 131 900
Koszty całkowite/miesiąc (zł)	663 013	667 791	677 657

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Zestawienie kosztów przewozów realizowanych przez firmę zewnętrzną

Transport obcy	Okres obliczeń		
	2016	2017	2018
Możliwości przewozu/rok (km)	wg potrzeb	wg potrzeb	wg potrzeb
Liczba pojazdów	wg potrzeb	wg potrzeb	wg potrzeb
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	2 679 000	2 710 000	2 774 000
Średnie miesięczne potrzeby przewozowe (km)	223 250	225 833	231 166
Max miesięczne potrzeby przewozowe (km)	289 000	298 000	294 000
Max miesięczne możliwości przewozowe (km)	wg potrzeb	wg potrzeb	wg potrzeb
Koszty zmienne/rok (zł)	9 108 600	9 214 000	9 431 600
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	759 050	767 833	785 967
Koszty stałe/rok (zł)	0	0	0
Koszty stałe/miesiąc (zł)	0	0	0
Koszty całkowite/ rok (zł)	9 108 600	9 214 000	9 431 600
Koszty całkowite/ miesiąc (zł)	759 050	767 833	785 967

Źródło: opracowanie własne.

niesie ze sobą jednak wiele korzyści. Do najważniejszych można zaliczyć:

- obniżenie kosztów związane z eliminacją kosztów stałych,
- możliwość koncentracji na głównej działalności przedsiębiorstwa,
- powierzenie procesów transportowych wyspecjalizowanej firmie (o potencjalnie wyższej kulturze organizacyjnej i technicznej).

Wybór koncepcji outsourcingu powinien być poprzedzony analizą kosztów w odniesieniu do oczekiwanych efektów, możliwych zysków i zagrożeń. Ważny jest także wybór najlepszego przewoźnika oraz wynegocjowanie satysfakcjonujących stawek przewozowych.

W analizowanym przedsiębiorstwie koszty takiego rozwiązania, dla analizowanego trzyletniego okresu, wyniosłyby 27 754 200 zł. Oznacza to wzrost o 3 652 650 zł, czyli około 1 217 550 zł rocznie (tab. 3), przy założeniu niezmienności popytu. Zauważalny wzrost zapotrzebowania na przewozy powoduje, że należy się spodziewać jeszcze większych kosztów. Pomimo zalet, jakie niesie za sobą outsourcing i spodziewanych przychodów ze sprzedaży pojazdów, jest to rozwiązanie drogie i uznano, że nie jest zasadne jego wdrożenie w przedsiębiorstwie.

Częściowy outsourcing usług transportowych

Przytoczone zestawienie nie przekreśliło całkowicie decyzji o wydzieleniu usług transportowych. Po analizie dwóch wariantów ostatecznie zdecydowano o rozwiązaniu, które uznano za najlepsze dla przedsiębiorstwa, łączące w sobie zarówno zalety outsourcingu, jak i transportu własnego, a mianowicie częściowy outsourcing. Zdecydowano o wydzieleniu na zewnątrz tylko części przewozów. Założono i porów-

nano dwa warianty redukcji taboru. Wariant pierwszy zakładał wydzielenie nadwyżki powyżej minimalnych potrzeb odnotowanych w okresie trzech lat, wynoszących 160 tys. km, co skutkowałoby pozostawieniem 16 pojazdów, oraz wariant drugi, z większym zapasem bezpieczeństwa, zakładający pozostawienie 22 pojazdów. Każda z tych opcji okazała się być oszczędnością dla przedsiębiorstwa. Koszt wariantu pierwszego wyniósł 23 626 200 zł i przynosił oszczędności na poziomie 475 350 zł w ciągu trzech lat (158 450 zł rocznie; tab. 4).

Wariant drugi zapewniał większą gotowość własną środków transportowych, a przy okazji również większe oszczędności. Koszty tego rozwiązania wyniosły 22 078 200 zł (tab. 5), co daje zyski wynoszące w skali trzech lat aż 2 023 350 zł, a rocznie 674 450 zł rocznie i wymaga redukcji taboru zaledwie o 8 pojazdów.

Porównanie otrzymanych wyników (tab. 6) oraz wspomnianych korzyści wynikających z wdrożenia outsourcingu w przedsiębiorstwie zadecydowało o redukcji floty o 8 pojazdów i wypełnieniu tej części potrzeb przewozowych usługami firmy zewnętrznej.

Zakończenie

Przeprowadzona analiza wskazuje, że strategię w przedsiębiorstwie powinny być stale monitorowane i dostosowywane do zmieniających się potrzeb i wymagań rynku. Wsparciem dla realizowanych zadań mogą być wyspecjalizowane firmy zewnętrzne, przejmujące część ciężaru na siebie i pozwalające przedsiębiorstwu na skupienie większej uwagi na głównej działalności. Takie rozwiązanie przynosi wiele korzyści zarówno finansowych, jak i organizacyjnych. Oddanie wybranych procesów firmie zewnętrznej może skutkować również poprawą ich jakości i terminowości. Ważne jest jednak, aby pamiętać, że oddanie czę-

Tabela 4

Zestawienie kosztów przewozów częściowego outsourcingu (16 pojazdów własnych)

	Okres obliczeń		
	2016	2017	2018
Transport własny			
Możliwości przewozu/rok (km)	1 920 000	1 920 000	1 920 000
Liczba pojazdów (szt.)	16	16	16
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	2 679 000	2 710 000	2 774 000
Średnie miesięczne potrzeby przewozowe (km)	223 250	225 833	231 166
Max miesięczne potrzeby przewozowe (km)	289 000	298 000	294 000
Max możliwości przewozowe (km)	300 000	300 000	300 000
Koszty zmienne/rok (zł)	3 552 000	3 552 000	3 552 000
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	296 000	296 000	296 000
Koszty stałe/rok (zł)	1 600 000	1 600 000	1 600 000
Koszty stałe/miesiąc (zł)	133 333	133 333	133 333
Koszty całkowite/rok (zł)	5 152 000	5 152 000	5 152 000
Koszty całkowite/miesiąc (zł)	429 333	429 333	429 333
Transport obcy			
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	759 000	790 000	854 000
Koszty zmienne/rok (zł) — całkowite	2 580 600	2 686 000	2 903 600
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	215 050	223 833	241 967
CAŁKOWITY KOSZT PRZEWÓZÓW	7 732 600	7 838 000	8 055 600

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Zestawienie kosztów przewozów częściowego outsourcingu (22 pojazdy własne)

	Okres obliczeń		
	2016	2017	2018
Transport własny			
Możliwości przewozu/rok (km)	2 640 000	2 640 000	2 640 000
Liczba pojazdów (szt.)	22	22	22
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	2 679 000	2 710 000	2 774 000
Średnie miesięczne potrzeby przewozowe (km)	223 250	225 833	231 166
Max miesięczne potrzeby przewozowe (km)	289 000	298 000	294 000
Max możliwości przewozowe (km)	300 000	300 000	300 000
Koszty zmienne/rok (zł)	4 884 000	4 884 000	4 884 000
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	407 000	407 000	407 000
Koszty stałe/rok (zł)	2 200 000	2 200 000	2 200 000
Koszty stałe/miesiąc (zł)	183 333	183 333	183 333
Koszty całkowite/rok (zł)	7 084 000	7 084 000	7 084 000
Koszty całkowite/miesiąc (zł)	590 333	590 333	590 333
Transport obcy			
Potrzeby przewozowe za poszczególne lata (km)	39 000	70 000	134 000
Koszty zmienne/rok (zł) — całkowite	132 600	238 000	455 600
Koszty zmienne/miesiąc (zł)	11 050	19 833	37 967
CAŁKOWITY KOSZT PRZEWÓZÓW	7 216 600	7 322 000	7 539 600

Źródło: opracowanie własne.

ści funkcji czy zadań firmie zewnętrznej może wpływać na gotowość i niezawodność własnego potencjału, dlatego równolegle muszą być prowadzone działa-

nia sprzyjające zacieśnianiu współpracy z kontrahentem (Waśniewski, 2011, s. 223–233) i kształtowaniu jak najlepszych relacji w ramach łańcucha dostaw.

Tabela 6

Zestawienie wszystkich analizowanych opcji przewozowych za okres 3 lat

Koszty	Całość własnym	Całość outsourcing	Dla minimalnej wartości przewozu	Dla średniej wartości przewozu
Potrzeby transportowe (km)	8 163 000	0	8 163 000	8 163 000
Liczba pojazdów (szt.)	30	0	16	22
Możliwości przewozowe (km)	10 800 000	0	5 760 000	7 920 000
Transport własny (km)	8 163 000	0	5 760 000	7 920 000
Transport obcy (km)	0	8 163 000	2 403 000	243 000
Transport własny koszty zmienne (zł)	15 101 550	0	10 656 000	14 652 000
Transport własny koszty stałe (zł)	9 000 000	0	4 800 000	6 600 000
Transport obcy koszty zmienne (zł)	0	27 754 200	8 170 200	826 200
Transport własny koszty całkowite (zł)	24 101 550	0	15 456 000	21 252 000
Transport obcy koszty całkowite (zł)	0	27 754 200	8 170 200	826 200
CAŁKOWITY KOSZT PRZEWOZÓW	24 101 550	27 754 200	23 626 200	22 078 200
Oszczędności		-5 676 000	475 350	2 023 350

Źródło: opracowanie własne.

Bibliografia

- Andrzejczak, B. (2018). Outsourcing usług logistycznych w niemieckim przemyśle samochodowym. *Ekonomiczne problemy usług*, 2 (131), 9–17.
- Borucka, A. (2014). Przewóz osób w Polsce w świetle zmian legislacyjnych. *Logistyka*, (6), 468–475.
- Borucka, A. (2013). Funkcjonowanie wojskowych oddziałów gospodarczych w nowym systemie logistycznym sił zbrojnych. *Logistyka*, (6), 39–48.
- Borucka, A. (2013). Analiza polskiego transportu samochodowego. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (39), 13–23.
- Borucka, A. (2018). Analysis of the effectiveness of selected demand forecasting models. *Współczesna Gospodarka*, 2 (9), 41–55.
- Borucka, A. (2018). Application of ARIMA Models for the Analysis of Utilization Process of Military Technical Objects. *Logistyka i Transport*, 1 (37), 13–22.
- Borucka, A. (2018). *Forecasting of fire risk with regard to readiness of rescue and fire-fighting vehicles* (395–395). Interdisciplinary Management Research XIV. Croatia.
- Borucka, A. (2018). Markov models in the analysis of the operation process of transport means. *Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference*, Belgrad, 1073–1082.
- Borucka, A. (2018). *Risk Analysis of Accidents in Poland Based on ARIMA Model*, *Transport Means* (162–166). Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Borucka, A. (2018). Three-state Markov model of using transport means. *Business Logistics In Modern Management* (3–19). Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Croatia.
- Borucka, A., (2018). Model of the operation process of aircraft in the transport system (22–30). *Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference*. Serbia.
- Bustinza, O. F., Arias-Aranda, D., Gutierrez-Gutierrez, L. (2010). Outsourcing competitive capabilities and performance: an empirical study in service firms. *International Journal of Production Economics*, (2) 126, 276–288.
- Jóźwiak, A. (2017). Application of kohonen's network in Logistics. *Gospodarka Materialowa & Logistyka*, (5), 258–271.
- Kępka, A., Szkoda, M. (2018). Outsourcing usług logistycznych w obszarze procesów transportowych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, (12), 903–908.
- Mikosz, B., Borucka, A. (2008). Organizacja gospodarki odpadami w siłach zbrojnych na tle zmian militarnych i nowych wyzwań stawianych polskiej armii. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, (8), 1–12.
- Mitkow, Sz., Borucka, A. (2018). Mathematical model of travel times related to a transport congestion: an example of the capital city of Poland–Warsaw (501–526). *Business Logistics In Modern Management*. Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Croatia.
- Skoczyński, P., Świdorski, A., Borucka, A. (2018). *Characteristics and Assessment of the Road Safety Level in Poland with Multiple Regression Model* (92–97). *Transport Means*. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Szczepański, E., Jacyna-Golda, I., Świdorski, A., Borucka, A. (2019). Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company. *Eksplotacja i Niezawodność — Maintenance and Reliability*, 1 (21), 1–9. dx. doi.org/10.17531/ein. 2019.1.1.
- Ślaski, P. (2015). Inventory stocks management under the limited capital conditions — nonlinear analysis. *Gospodarka Materialowa & Logistyka*, (5), 27–31.
- Świdorski, A., Borucka, A. (2018). *Mathematical Analysis of Factors Affecting the Road Safety in Selected Polish Region* (651–654). *Transport Means*. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part II). Lithuania.
- Waśniewski, T., Borucka, A. (2011). Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (37), 223–233.
- Wielgosik, M., Borucka, A. (2016). Istota i znaczenie służby przygotowawczej i szkolenia rezerw. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (45), 51–66.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). A method for determination of combat vehicles availability by means of statistic and econometric analysis. *Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2925–2934.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Application of Markov processes to the method for analysis of combat vehicle operation in the aspect of their availability and readiness. Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2343–2352.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Research of automotive vehicles operation process using the Markov model. Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2353–2362.

Szymon Mitkow

E-mail: szymon.mitkow@wat.edu.pl; nr orcid 0000-0003-2845-2589
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

Szymon Ryrych

E-mail: szymon.ryrych@wp.pl
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

Implementacja rejestratorów temperatury i wilgotności w magazynie produktów spożywczych

Implementation of temperature and humidity recorders in the food store

Podstawowym zadaniem logistyki jest zarządzanie strumieniami przepływów fizycznych i informacji, dlatego implementacja narzędzi usprawniających ich monitorowanie oraz kontrolę jest zasadna i pożądana. W artykule, na przykładzie wybranej firmy, przedstawiono możliwość zastosowania rejestratorów w systemie logistycznym. Ze względu na specyfikę przechowywanych produktów skupiono się na analizie temperatury i wilgotności. Zaprezentowano sposób wdrożenia rejestratorów i otrzymane rezultaty. Pomiar ważnych dla procesu parametrów, ich gromadzenie, przechowywanie, analizowanie, opracowywanie i archiwizowanie jest koniecznością, zapewniającą wysoką jakość produktom.

Słowa kluczowe:

rejestratory, magazyn produktów spożywczych, warunki klimatyczne w magazynie.

The main task of logistics is to manage streams flow of material and information. Implementing tools to improve and monitoring and control is well-founded and desirable. In the article are presented the possibility of using recorders in the logistic system for the example of a selected company. Due to the specificity of the stored products, the focus is on temperature and humidity analysis. Demonstrated how to implement the recorders and the results obtained. Measurement of process parameters, collection, storage, analysis, development and archiving is a must for high quality products.

Key words:

recorders, storage of food products, climatic conditions in the warehouse.

Wstęp

O sukcesie przedsiębiorstwa decyduje wiele czynników. Z analizy literatury wynika, że niezwykle istotne jest prowadzenie zarówno bieżącej kontroli działalności firmy, jak i monitorowanie oczekiwań rynku. Ważną rolę w odnoszeniu przewagi konkurencyjnej mają procesy logistyczne, a szczególnie organizacja transportu i magazynowania jako nieodłącznych elementów funkcjonowania łańcucha dostaw. W procesach transportowych szczególnie istotna jest gotowość i zdolność obiektów transportowych do realizacji zadań. Ich sprawność jest gwarancją terminowości i jakości świadczonych usług (Borucka, 2018). W procesach magazynowania ważna jest ich właściwa orga-

nizacja, zapewniająca optymalne warunki składowania towaru oraz sprawność działań manipulacyjnych (Bartosiewicz, 2017).

We wszystkich sferach możliwe i pożądane jest oparcie realizowanych procesów na nowoczesnych rozwiązaniach z zakresu nowoczesnych technologii informacyjnych. Niezwykle popularna jest obecnie Inteligentna Logistyka (Smart Logistics), również Logistyka 4.0, która zakłada pełną automatyzację procesów opartą o informacje przekazywane za pomocą Internetu. Opisana i zaprezentowana w artykule metoda analizy warunków przechowywania towarów w magazynie za pomocą rejestratorów (ang. *data loggers*) w znacznym stopniu wpisuje się w najnowsze trendy logistyki.

Charakterystyka podmiotu badania

W artykule przeprowadzono badania na przykładzie rzeczywistych procesów realizowanych w magazynie dystrybucyjnym wyrobów spożywczych, zlokalizowanym w Strykowie (woj. łódzkie). Jest to powierzchnia udostępniana wielu producentom z różnych sektorów żywnościowych. Przechowywane są tam głównie wyroby spożywcze charakteryzujące się długim terminem przydatności do spożycia. Szczegółowo przeprowadzona kontrola (audyt wewnętrzny zgodności z normą PN-EN ISO 22000:2006 Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności), mająca na celu zapewnienie właściwego poziomu realizowanych w magazynie procesów i wysokiej jakości przechowywanych produktów oraz sprawdzenia zgodności procesu magazynowego, ujawniła pewne niedociągnięcia. Były one związane z niewłaściwą temperaturą stwierdzoną w niektórych pomieszczeniach oraz wilgotnością względną powietrza, co w efekcie spowodowało wiele niepokojących zjawisk, jak na przykład:

- obecność pleśni w produktach;
- wzrost liczby zainfekowanych ładunków;
- tworzenie się grud w materiałach sypkich.

Wybrane wyniki kontroli przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie wymagań i wyników pomiarów temperatury i wilgotności względnej powietrza

	Temperatura (°C)		Wilgotność względna (%)	
	Wymagana	Rzeczywista	Wymagana	Rzeczywista
Produkty suche	15 ÷ 18	15 ÷ 22	<55	30 ÷ 70
Produkty chłodzone	4 ÷ 7	4 ÷ 9	<75	40 ÷ 85

Źródło: opracowanie własne.

Zidentyfikowane problemy były przyczyną natychmiastowej decyzji o modernizacji systemu monitorowania i kontrolowania temperatury oraz wilgotności w pomieszczeniach magazynowych. Uznano, że konieczna jest nie tylko analiza parametrów w czasie rzeczywistym, ale również wprowadzenie systemu ostrzegania o odchyleniach od wartości normatywnych, a także archiwizacja zgromadzonych danych pomiarowych. Osiągnięcie tak zdefiniowanych wymagań możliwe jest dzięki wykorzystaniu rejestratorów, dlatego podjęto decyzję o ich wdrożeniu.

Algorytm wdrażania rejestratorów danych

Implementacja nowych rozwiązań technologicznych w przedsiębiorstwie jest najczęściej jednorazo-

wym przedsięwzięciem o dużej skali, dlatego powinna być poprzedzona szczegółową analizą biznesową. Dotyczy to również wdrażania systemu rejestratorów w magazynach, które różnią się między sobą wielkością, stosowanymi technologiami składowania, rodzajem przechowywanych dóbr oraz wieloma innymi czynnikami. I chociaż sugeruje to indywidualne podejście do każdego obiektu, to jednak istnieją pewne uniwersalne zasady i etapy, wspólne dla każdego takiego działania. Dlatego w niniejszym artykule dokonano wyodrębnienia najważniejszych etapów postępowania przy wdrażaniu systemów kontrolowania temperatury i wilgotności powietrza w magazynach, taktowanego jako zbiór najlepszych praktyk biznesowych, koniecznego do doprecyzowania i dostosowania do potrzeb danego przedsiębiorstwa. Ponadto konieczne jest podkreślenie, że mapowanie temperatury i wilgotności powietrza w magazynie może wymagać dodatkowych korekt i doskonalenia, zatem każdorazowo sesje pomiaru i analizy danych powinny kończyć wnioski dotyczące możliwych usprawnień i miejsc ich implementacji.

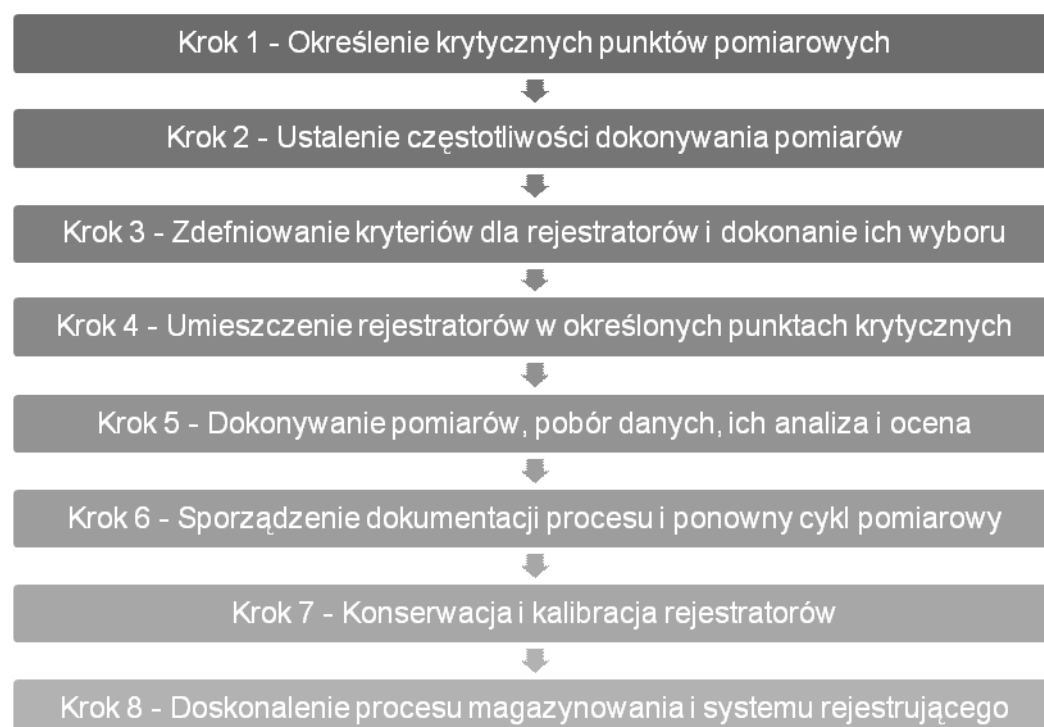
Proces wdrożenia *data loggerów* w magazynie obejmuje kilka najważniejszych kroków, do których należy zaliczyć przedstawione na rysunku 1.

W pierwszej kolejności niezbędne jest wyznaczenie w analizowanym obszarze (tutaj magazynie) punktów krytycznych, w których należałoby umieścić urządzenia monitorujące. Konieczne jest także uwzględnienie potencjalnych problemów, do których można zaliczyć:

- podwyższoną temperaturę obszarów zlokalizowanych blisko ścian wewnętrznych;
- stratyfikację temperatur, np. w obszarach przy stropie magazynu;
- problemy z obszarami, w których często są otwierane drzwi, co ma znaczący wpływ na warunki klimatyczne wewnątrz magazynu;
- wyższe temperatury w otoczeniu urządzeń grzewczych;
- złe rozmieszczenie lub zbyt niską moc wentylatorów i brak zapewnienia odpowiedniej cyrkulacji powietrza;

Rysunek 1

Algorytm wdrażania rejestratorów w magazynie



Źródło: opracowanie własne.

- tworzenie przez regały wypełnione paletami pewnego rodzaju bariery, utrudniającej wymianę powietrza;
- obecność urządzeń inżynierii sanitarnej, powodujących swoiste „mikroklimaty” w obszarze magazynu.

Odległość pomiędzy *data loggerami* w magazynie bez ścian blokujących przepływ powietrza powinna wynosić 25–80 m, jak podają producenci urządzeń. Określenie punktów krytycznych powinno jednak uwzględniać wyżej wymienione problemy.

Kolejnym krokiem jest ustalenie częstotliwości dokonywania pomiarów w taki sposób, aby danych nie było zbyt dużo, ani zbyt mało. Znaczna liczba pomiarów może powodować trudności w ich analizie, wydłużać proces obliczeń i wyciągania wniosków, a w konsekwencji dokonywania korekt. Natomiast niedobór nie będzie adekwatnie odzwierciedlał warunków klimatycznych wewnątrz magazynu, może prowadzić do fałszywych wniosków lub nieuwzględnienia istotnych czynników w badaniu. Ponadto w przypadku temperatury i wilgotności powietrza w magazynie raczej nie odnotowuje się drastycznych skoków, parametry te zmieniają się wolno, zatem zbyt częste dokonywanie pomiarów jest też pewnego rodzaju marnotrawstwem czasu i energii potrzebnej na gromadzenie i analizę danych. Częstotliwość dokonywania pomiarów najczęściej

przyjmuje się co 10–15 min, pozwala to reagować na zmianę temperatury w odpowiednim czasie. Przydatnym narzędziem jest też odpowiednie oprogramowanie pozwalające na szybką analizę zgromadzonych informacji.

W kolejnym, trzecim kroku, najważniejszym elementem jest wybór takiego rodzaju rejestratora, który będzie w najbardziej efektywny sposób monitorował badany magazyn. Aby tego dokonać, należy wybrać najważniejsze kryteria oraz porównać różnego typu urządzenia. Najczęściej rozpatrywanymi kryteriami są:

- pojemność — liczba pomiarów, które mogą być przechowywane w pamięci urządzenia;
- rodzaj interfejsu — sieciowy pozwala na pobór danych do systemu komputerowego w sposób ciągły, radiowy lub USB pozwala pobierać dane bez konieczności zdejmowania urządzenia;
- częstotliwość — *data logger* powinien mieć możliwość dokonywania pomiarów w ustalonych przez użytkownika odstępach czasu;
- dokładność pomiarowa — powinna wynosić nie mniej niż $\pm 0,5$ °C i $\pm 5\%$ wilgotności względnej;
- zakres pomiarowy — urządzenie powinno mieć możliwość pomiaru w najwyższych i najniższych możliwych temperaturach występujących w magazynie z zachowaniem właściwej dokładności;

- rozmiar — należy upewnić się, czy urządzenie pasuje gabarytami do wybranych lokalizacji;
- czas pracy — żywotność baterii, która powinna być na tyle długa, by wytrzymać przynajmniej jeden cykl mapowania temperatury i wilgotności;
- kalibracja — rejestratory powinny być kalibrowane przynajmniej co 12 miesięcy. Warto upewnić się czy producent rejestratora posiada certyfikaty zgodności z normą ISO 17025;
- oprogramowanie — powinno być łatwe w użyciu i pozwalać na bezproblemową analizę zapisanych danych.

Porównanie różnego typu rejestratorów można przeprowadzić jedną z metod wielokryterialnej analizy porównawczej. Ze względu na szeroką ofertę rynkową powinno być to poprzedzone szczegółową jej analizą.

Zdefiniowanie i zakup potrzebnej liczby rejestratorów wybranych w poprzednim kroku pozwala przejść do kolejnego etapu, polegającego na ich umieszczeniu w wybranych punktach krytycznych. Konieczne jest przy tym przyporządkowanie danego rejestratora do danej, zawsze tej samej lokalizacji. Warto przy tym przestrzegać następujących reguł:

- Korzystać z oprogramowania dołączonego do urządzeń, aby połączyć nazwę urządzenia z jego lokalizacją.
- Oznaczyć obudowę rejestratora jego lokacją.
- Oznaczyć punkt krytyczny, w którym powinien znajdować się rejestrator, jego nazwą.
- Stworzyć mapę z zaznaczonymi urządzeniami wraz z ich nazwą.

Etap piąty związany jest z uruchomieniem systemu pomiarowego i procesu monitorowania warunków klimatycznych w magazynie. W zależności od zastosowanego systemu można pobierać dane do oprogramowania:

- pod koniec cyklu mapowania — jednorazowo, po czym zazwyczaj następuje czyszczenie pamięci i ponowny start systemu;
- partiami — w trakcie trwania cyklu pomiarowego co jakiś czas dane są pobierane i dopisywane do tych obecnych już w systemie. Najczęściej odbywa się to za pomocą urządzenia przenośnego USB lub technologii RFID;
- ciągle — przy zastosowaniu systemu z możliwością podłączenia do sieci ekstrasietowej.

Zgromadzone dane analizowane są w czasie. Tworzone są wykresy temperatury i wilgotności względnej w celu zaobserwowania istniejących trendów. Obliczane są także podstawowe miary statystyki opisowej, jak np. wartość oczekiwana, odchylenie standardowe czy wariancja. Po ukończeniu każdego cyklu pomiarowego należy ponadto dokonać dokumentacji procesu. Wartości średnie dla każdego cyklu zapisuje się na utworzonej wcześniej w tym celu mapie magazynu dla każdego z rejestratorów. Pozwala to na

śledzenie zmian oraz wizualną kontrolę, a także bieżące sprawdzanie, czy podjęte działania korygujące dają oczekiwane efekty. Ważnym etapem jest także konserwacja rejestratorów (krok 7), obejmująca przegląd urządzenia, sprawdzenie stanu baterii, wyczyszczenie jego pamięci, jeśli jest taka konieczność lub naprawę pojawiającej się usterki, a także kalibracji, jeśli urządzenie w trakcie pomiarów zostało rozregulowane.

Ostatnim etapem jest korygowanie i doskonalenie systemu monitorującego poprzez na przykład zmianę lokalizacji urządzeń, typu użytych *loggerów* lub częstotliwości próbkowania, a także usprawnianie badanego magazynu zgodnie z wnioskami z przeprowadzonych analiz. Wśród najczęściej spotykanych problemów w tym zakresie należy wymienić:

- występowanie tzw. gorących punktów (ang. *hot spots*) — są to cieplejsze miejsca często powodowane przez ściany lub regały, w których przepływ powietrza jest utrudniony. W takim wypadku warto rozważyć zwiększenie liczby wentylatorów lub usunięcie niepotrzebnych ścian i reorganizację przestrzeni magazynowej w sposób umożliwiający swobodną cyrkulację powietrza;
- fluktuacje temperatury i wilgotności wynikające z oddziaływania zewnętrznych źródeł powietrza. Sprzyjają temu często otwierane drzwi lub fronty przeładunkowe utrudniające utrzymywanie stałych warunków klimatycznych w magazynie. Pomocne mogą okazać się w takich przypadkach osłony w postaci np. plastikowych żaluzji w drzwiach i frontach blokujących napływ powietrza z zewnątrz.

W dalszej części artykułu zostanie zaprezentowana aplikacja zaproponowanego algorytmu w rzeczywistym systemie magazynowym.

Przykład zastosowania rejestratorów w rzeczywistym systemie

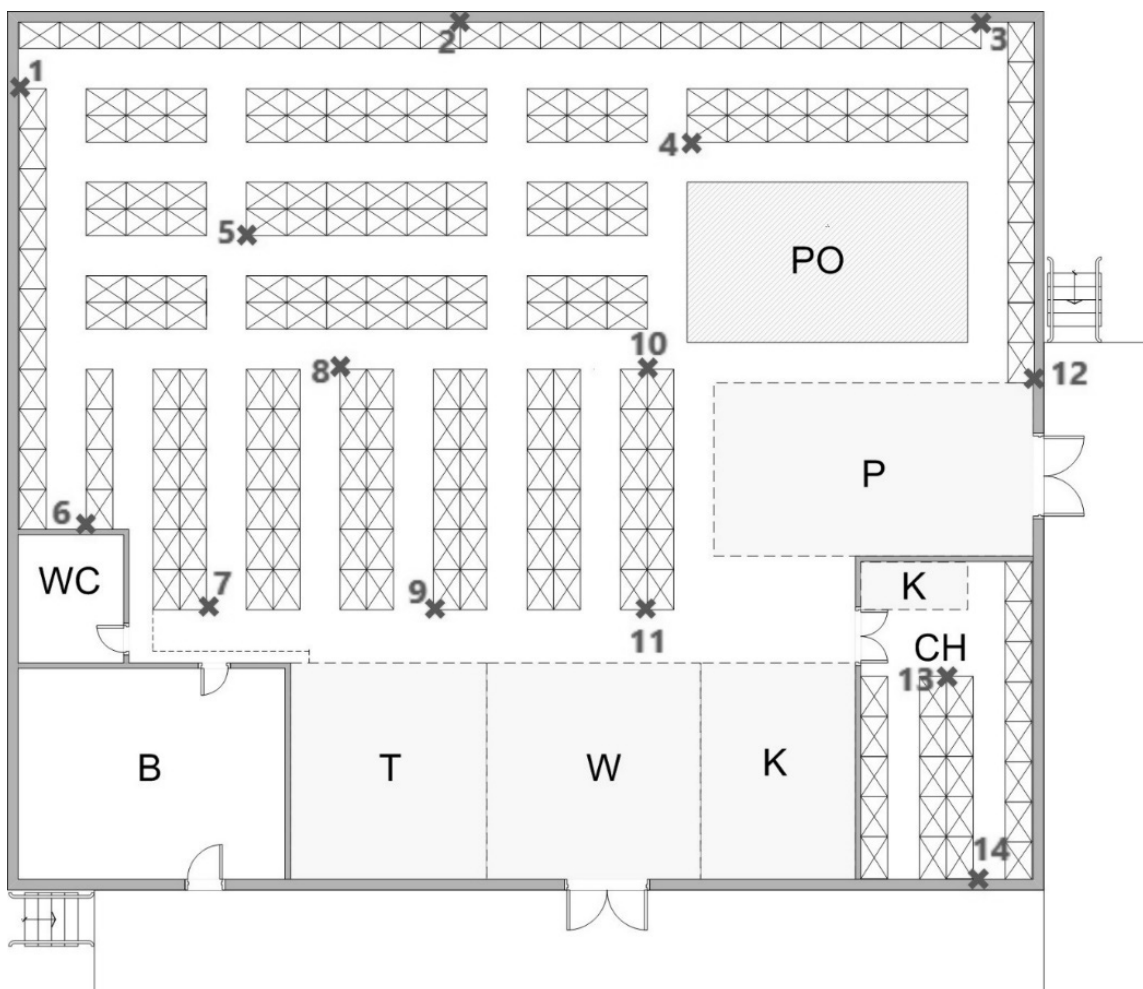
Proces implementacji systemu monitorującego warunki klimatyczne w obiekcie logistycznym zaprezentowano na przykładzie magazynu, w którym przechowywana jest żywność. W pierwszym etapie określono krytyczne punkty kontrolne, proponując 14 lokacji pomiarowych (12 punktów znajdujących się w magazynie dedykowanym produktom suchym oraz 2 punkty w chłodni). Poszczególne odległości pomiędzy sąsiadującymi punktami nie przekraczają 35 m. Rejestratory umieszczono także w niewaligicznych miejscach, tj. w pobliżu drzwi magazynu oraz ścian zewnętrznych. Uwzględniono także występujące blokady cyrkulacji powietrza pomiędzy regałami i tam także umieszczono urządzenia. Wybrane lokalizacje przedstawiono na schemacie magazynu na rysunku 2. Oznaczenia: P — strefa przyjęć, PO

— pole odkładcze, K — strefa kompletacji, CH — chłodnia, W — strefa wydań, T — strefa techniczna, B — biuro.

lenie standardowe dla tych miar. Pozwoli to zgromadzić w jednym cyklu monitorowania (dla jednego rejestratora) w przybliżeniu 2880 obserwacji dla każde-

Rysunek 2

Schemat rozmieszczenia rejestratorów w magazynie



Źródło: opracowanie własne.

Następnie określono częstotliwość ustalając, że pomiary powinny być pobierane co najmniej 4 razy w ciągu godziny, jednak nie częściej niż raz na 10 minut, żeby nie utrudniało to analizy. Biorąc pod uwagę te dwa ograniczenia, zdecydowano pobierać dane dotyczące wilgotności względnej i temperatury powietrza w następujący sposób:

- co 15 min dla rejestratorów umieszczonych w magazynie suchym;
- co 10 min wewnątrz chłodni.

Ustalono jednocześnie, że czas trwania jednego cyklu pomiarowego będzie wynosił miesiąc kalendarzowy. Po upływie takiego czasu dane z rejestratorów będą poddawane badaniu statystycznemu i obliczana będzie średnia temperatura i wilgotność oraz odchy-

go z rejestratorów w magazynie suchym, co daje ponad 34,5 tysiąca rekordów w ciągu miesiąca. Pomiarów w chłodni będzie łącznie 8640 zapisów, zatem na jeden rejestrator przypada ich 4320.

W następnym etapie zakupione rejestratory (model TRE38 producenta Newsteo) zamontowano we wcześniej określonych punktach, przyporządkowując im kolejne numery od 1 do 14 (rys. 2) i uruchomiono system. Po upływie pierwszego cyklu zebrane obserwacje poddano analizie. Celem lepszej wizualizacji i interpretacji wyników zdecydowano o ich podziale na 3 grupy, które zaznaczono szarościami (tab. 2):

1) Temperatura powietrza:

dla magazynu produktów suchych:

– białe — wartość średnia temperatury mieści się

w przedziale $16 \div 17^{\circ}\text{C}$ lub suma wartości średniej i odchylenia standardowego nie przekracza poza granice przedziału $15 \div 18^{\circ}\text{C}$;

- szary — wartość średnia znajduje się w przedziałach $15 \div 16^{\circ}\text{C}$ i $17 \div 18^{\circ}\text{C}$ oraz przekracza poza przedział $15 \div 18^{\circ}\text{C}$ z uwzględnieniem odchylenia standardowego;
- ciemny szary — wartość średnia temperatury przekracza poza przedział $15 \div 18^{\circ}\text{C}$;

dla chłodzi:

- biały — średnia wartość temperatury jest z przedziału $4,5 \div 6,5^{\circ}\text{C}$;
- szary — średnia wartość temperatury mieści się w przedziałach $4 \div 4,5^{\circ}\text{C}$ lub $6,5 \div 7^{\circ}\text{C}$;
- ciemny szary — wartość średnia temperatury jest wyższa niż 7°C lub niższa niż 4°C ;

2) Wilgotność względna powietrza:

dla magazynu produktów suchych:

- biały — średnia wilgotność względna powietrza wynosi mniej niż 47% lub suma średniej i odchylenia niższa niż 55%;
- szary — wilgotność powietrza w przedziale $47 \div 50\%$;
- ciemny szary — wartość średnia wilgotności przekracza 50%.

dla chłodzi:

- biały — średnia wilgotność powietrza nie przekracza 60%;
- jasny szary — średnia wilgotność nie przekracza 70%;
- ciemny szary — średnia wilgotność powietrza przekracza 70%.

Kolor biały oznacza, że w danym miejscu w magazynie wartości temperatury i/lub wilgotności względnej mieszczą się w wymaganych przedziałach i nie ma konieczności ich korygowania. Szary kolor oznacza czasowe przekraczanie założonych wartości, które wymaga podjęcia akcji korygującej, jednak nie jest stanem alarmowym. Kolor ciemny szary natomiast wskazuje konieczność natychmiastowej interwencji i oznacza ryzyko utraty właściwości przechowywanych produktów.

Analiza średnich temperatur wskazuje, że istnieją 3 punkty wymagające natychmiastowej interwencji (rejestrator numer 6, 7 oraz 12). Pojawiło się również kilka wyników w obszarze szary, jednak na tym etapie za wysoce niepokojący uznano jedynie rejestrator nr 13 mieszczący się wewnątrz chłodzi. Dla wilgotności względnej powietrza podwyższone ryzyko (ciemny szary kolor) dotyczyło 2 rejestratorów: 11 i 12 oraz urządzenia numer 14 (kolor szary — chłodzi). Przeprowadzono szczegółową analizę potencjalnych przyczyn przekroczenia dopuszczalnych granic i na jej podstawie zaproponowano działania naprawcze. Opracowane wnioski zaprezentowano w tabeli 3.

Zgodnie z ustalonym algorytmem, nakazującym udokumentowanie procesu, dokonano archiwizacji przeprowadzonych analiz na karcie pomiarowej z oznaczeniem numeru cyklu. Do każdego z działań korygujących wyznaczano osoby odpowiedzialne za ich wdrożenie i rozpoczęto kolejny cykl pomiarowy, umożliwiając sprawdzenie poprawności wdrożonych działań naprawczych, wśród których zaplanowano:

Tabela 2

Wyniki obliczonych miar dla każdego z rejestratorów z podziałem na 3 grupy ryzyka dla pierwszego cyklu pomiarowego

Rejestrator	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		Wilgotność względna (%)	
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
1	17,4	2,0	43,4	9,8
2	17,2	1,9	47,4	12,3
3	16,6	1,7	46,9	14,2
4	16,9	1,7	43,8	11,4
5	17,5	2,1	41,9	9,1
6	19,2	2,7	40,6	11,3
7	19,7	3,1	41,6	10,1
8	17,6	2,3	43,3	12,0
9	16,6	1,5	48,5	14,6
10	16,9	1,7	49,0	15,2
11	15,4	2,1	52,5	15,3
12	14,9	1,0	56,5	16,6
13	6,7	1,6	58,6	16,8
14	5,7	1,3	66,1	16,9

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Analiza przyczyn przekroczeń założonych wartości oraz działania korygujące

Numer rejestratora	Wynik analizy	Działanie korygujące
6	Zbyt wysoka temperatura. <i>Logger</i> znajduje się na rogu, pomiędzy częścią składowania na regałach a lepiej nagrzewaną strefą biurową. Bliska odległość urządzenia grzewczego i brak cyrkulacji powietrza wpływa na wysoką temperaturę.	Zmniejszenie ogrzewania magazynu przez konkretnie to urządzenie grzewcze. Zwiększenie mocy wentylacji.
7	Blisko urządzenia nr 6 i podobna sytuacja z sąsiedztwem biura i słabą cyrkulacją powietrza	Zapewnienie lepszej cyrkulacji powietrza poprzez zwiększenie mocy wentylatorów.
11	Zbyt wysoka wilgotność powietrza oraz możliwość przekroczenia wymagań temperatury związane z położeniem urządzenia pomiędzy drzwiami magazynu przy strefie przyjęć i wydań. Przeciągi powodują obniżenie temperatury oraz wzrost wilgotności powietrza	Budowanie świadomości pracowników dotyczącej otwierania drzwi w magazynie. Polecenie, by drzwi były otwarte tylko w momentach załadunku i rozładunku. W miarę możliwości unikać otwierania dwóch par drzwi jednocześnie.
12	Bliskie sąsiedztwo frontu przeładunkowego przy strefie przyjęć. Częste otwieranie drzwi sprzyja obniżeniu temperatury i wzrostowi wilgotności	Dodanie obudowy jednej ściany regału, tak aby obniżyć wpływ zimnego powietrza z zewnątrz oraz działanie z rejestratora 11.
13	Czasowe przekraczanie temperatury w chłodni przy drzwiach wejściowych i strefie kompletacji chłodniczej.	Zamykanie drzwi chłodni podczas kompletacji produktów chłodniczych powinno obniżyć ryzyko przekroczenia temperatury.
14	Czasowe przekraczanie wilgotności względnej powietrza.	Kontrola i konserwacja urządzeń chłodzących.

Źródło: opracowanie własne.

- zmniejszenie o 2°C poziomu temperatury w urządzeniu grzewczym przy rejestratorze nr 6;
- zwiększenie mocy wentylatorów w okolicy rejestratorów nr 6 i 7;
- zabudowę jednej ściany regału przy rejestratorze nr 12;
- konserwację urządzeń chłodzących.

Podjęte zostały także instruktaże dotyczące zachowania pracowników w kwestii otwierania drzwi w magazynie. Pomimo zauważalnych efektów konieczne będzie jednak zastosowanie dodatkowych elementów w postaci np. samodomykających się zawiasów w drzwiach.

Zebrane po drugim cyklu dane pozwoliły na odnotowanie pierwszych zmian (tab. 4):

- 1) Zmniejszyła się liczba rejestratorów w najwyższej grupie ryzyka z 3 do 1:
 - rejestrator nr 6 zakwalifikował się do grupy „jasnoszarej”. Średnia temperatura w ciągu miesiąca obniżyła się aż o 1,3 °C, zmniejszyło się także jej odchylenie standardowe. Jednak wartości te są nadal zbliżone do granicznych i wymagają kontynuowania działań usprawniających;
 - rejestrator 7 wciąż jest w grupie „ciemnoszarej”, ale zauważono obniżenie średniej temperatury;
 - dla rejestratora nr 12 temperatura średnia nieznacznie wzrosła, co pozwoliło zakwalifikować go do grupy „jasnoszarej”. Nadal jednak należy zwracać uwagę na to miejsce w magazynie.

- 2) W drugiej grupie ryzyka liczba rejestratorów zmalała z 6 do 5:

- 2 rejestratory znalazły się w tej grupie wskutek poprawy wyników i przejścia z obszaru „ciemnoszarej”;
- dla rejestratorów nr 1 i 2 zmniejszyła się średnia temperatura i odchylenie standardowe, co pozwoliło zakwalifikować je do grupy „białej”;
- rejestratory nr 5, 8 i 11 zanotowały lepsze wyniki, jednakże wciąż są w grupie o podwyższonym ryzyku;
- dla rejestratora nr 13 w chłodni nastąpiło obniżenie średniej temperatury, które umożliwiło zakwalifikowanie tego miejsca magazynu do grupy bezpiecznej.

- 3) W grupie bezpiecznej nastąpiły niewielkie zmiany, podjęte działania spowodowały nieznaczne podwyższenie średniej temperatury powietrza, jednak taki wzrost nie stanowi zagrożenia. Konieczne jest jednak ciągłe monitorowanie podjętych działań i ich wpływu na wartości mierzonych parametrów.

Zauważono także następujące zmiany w średnich wartościach wilgotności względnej powietrza:

- 1) Zmalała liczba rejestratorów zakwalifikowanych do grupy „ciemnoszarej”
 - rejestrator nr 11 zanotował spadek średniej wilgotności aż o 3,2% i przeszedł do mniej zagrożonej grupy;

Tabela 4

Wyniki obliczonych miar dla każdego z rejestratorów z podziałem na 3 grupy ryzyka dla drugiego cyklu pomiarowego

Rejestrator	Temperatura (°C)		Wilgotność względna (%)	
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
1	16,8	1,7	43,1	9,3
2	16,8	1,5	47,5	13,8
3	16,0	1,1	46,0	14,0
4	17,0	1,9	45,3	13,4
5	17,3	2,1	42,1	10,6
6	17,9	2,3	40,6	10,9
7	18,6	2,4	41,1	10,5
8	17,3	1,9	40,4	9,0
9	16,8	1,9	46,5	13,0
10	16,5	1,3	48,4	14,4
11	15,7	1,3	49,3	15,2
12	15,3	1,1	52,2	15,7
13	6,3	1,4	58,1	15,6
14	5,7	1,4	62,3	16,7

Źródło: opracowanie własne.

- rejestrator nr 12 również zanotował duży spadek wilgotności (o 4,3%), ale wartość ta wciąż jest wysoka.
- 2) W grupie „jasnoszarej” jest taka sama liczba urządzeń co w pierwszym cyklu, jednakże:
 - rejestrator nr 9 zanotował poprawę jakości powietrza i został zakwalifikowany do grupy „białej”.
 - rejestrator nr 11 z grupy wysokiego ryzyka został zakwalifikowany do grupy „jasnoszarej”.

Podsumowanie

Analiza implementacji systemu monitorującego warunki klimatyczne w magazynie pokazuje, że już po dwóch miesiącach od wdrożenia systemu rejestratorów zauważono zdecydowaną poprawę zarówno w przypadku temperatury, jak i wilgotności

względnej powietrza. Oczywiście sam system rejestratorów nie przyczynia się samoistnie do poprawy warunków klimatycznych w magazynie, jest jednak doskonałym narzędziem wskazującym obszary wymagające korekty, a także wspomagającym proces decyzyjny.

Oczywiście podjęte działania muszą być stale kontrolowane i doskonalone. Konieczne jest bieżące śledzenie zmian zachodzących w magazynie związanych np. z porą roku, rodzajem przechowywanych produktów, natężeniem prac w magazynie itp.

Podsumowując, należy uznać, że poprawna implementacja rejestratorów w przedsiębiorstwie może w znaczny sposób usprawnić procesy logistyczne i chociaż każde przedsiębiorstwo powinno dostosować takie wdrożenie do specyfiki realizowanych zadań, to istnieją pewne ogólne, uniwersalne zasady, które wraz z rzeczywistym przykładem przedstawiono w niniejszym artykule.

Bibliografia

- Ashton, K. (2009). That „internet of things” thing. *RFiD Journal*, 22 (7), 97–114.
- Bartosiewicz, S. (2017). Optymalizacja procesów magazynowych w przedsiębiorstwie. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (5), 14–32.
- Blaik, P. (2018). Megatrendy i ich wpływ na rozwój logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (4), 2–11.
- Borucka, A. (2013). Funkcjonowanie wojskowych oddziałów gospodarczych w nowym systemie logistycznym sił zbrojnych. *Logistyka*, (6), 39–48.

- Borucka, A. (2018). Forecasting of fire risk with regard to readiness of rescue and fire-fighting vehicles. *Interdisciplinary Management Research XIV*. Croatia, 395–397.
- Borucka, A. (2018). *Markov models in the analysis of the operation process of transport means* (1073–1082). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Belgrad.
- Borucka, A. (2018). *Risk Analysis of Accidents in Poland Based on ARIMA Model, Transport Means* (162–166). Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Borucka, A. (2018). *Three-state Markov model of using transport means* (3–19). Proceedings of the 18th International Scientific Conference, Business Logistics In Modern Management. Croatia.
- Borucka, A. (2018). *Model of the operation process of aircraft in the transport system* (22–30). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Serbia.
- Brdulak, H. (red.). (2012). *Logistyka przyszłości*. Warszawa: PWE.
- Długosz, J. (red.). (2009). *Nowoczesne technologie w logistyce*. Warszawa: PWE.
- Frankowska, M., Nowicka, K. (2018). Zarządzanie łańcuchem dostaw w dobie Smart Industry. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (3), 2–12.
- Jacyna-Golda, I., Świdorski, A., Borucka, A., Szczepański, E. (2019). Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company. *Eksplotacja i Niezawodność — Maintenance and Reliability*, 1(21), 1–9.
- Mikosz, B., Borucka, A. (2008). Organizacja gospodarki odpadami w siłach zbrojnych na tle zmian militarnych i nowych wyzwań stawianych polskiej armii. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, (8), 1–12.
- Mitkow, Sz., Borucka, A. (2018). *Mathematical model of travel times related to a transport congestion: an example of the capital city of Poland — Warsaw* (501–526). Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Business Logistics In Modern Management. Croatia.
- Niemczyk, A. (2008). *Zapasy i magazynowanie (Tom II). Magazynowanie*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Rykała, Ł. (2018) Zastosowanie technologii Ultra Wideband w magazynie. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (10).
- Skoczyński, P., Świdorski, A., Borucka, A. (2018). *Characteristics and Assessment of the Road Safety Level in Poland with Multiple Regression Model* (92–97). Transport Means 2018. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Świdorski, A., Borucka, A. (2018) *Mathematical Analysis of Factors Affecting the Road Safety in Selected Polish Region* (651–654). Transport Means 2018. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part II). Lithuania.
- Waśniewski, T., Borucka, A. (2011). Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (37), 223–233.
- Wielgosik, M., Borucka, A. (2016). Istota i znaczenie służby przygotowawczej i szkolenia rezerw. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (45), 51–66.
- Winciewicz-Bosy, M., Stawiarska, E. (2017). *Współczesne wyzwania łańcuchów dostaw*. Warszawa: Texter.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *A method for determination of combat vehicles availability by means of statistic and econometric analysis, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2925–2934.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Application of Markov processes to the method for analysis of combat vehicle operation in the aspect of their availability and readiness, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2343–2352.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Research of automotive vehicles operation process using the Markov model, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2353–2362.



www.pwe.com.pl

Ewa Sońta-Drączkowska

ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI we wdrażaniu innowacji



Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne

W książce zaprezentowano różne wątki teoretyczne dyskusji nad zarządzaniem projektami w innowacjach i podjęto próbę całościowego opracowania zagadnienia znajdującego się na styku subdyscyplin zarządzania projektami i zarządzania innowacjami. Monografia składa się z trzech części. W części pierwszej omówiono problemy wdrażania innowacji w przedsiębiorstwie. W części drugiej omówiono strategię zarządzania projektami innowacyjnymi, które zostały zidentyfikowane w ramach badań literaturowych. W część trzecią zaprezentowano syntezę badań empirycznych autorki, obejmujących wielokrotne studia przypadków: młodych spółek technologicznych, korporacji transnarodowych oraz giełdowych spółek budowlanych z rynku polskiego. Na zakończenie została zaproponowana autorska koncepcja zarządzania projektami we wdrażaniu innowacji, jak również mapa metod, które mogą uzupełnić instrumentarium kierownika projektu wdrażającego przedsięwzięcia oparte na innowacji. Książka jest skierowana zarówno do badaczy, zajmujących się tematyką innowacyjności, zarządzania strategicznego oraz zarządzania projektami, jak i praktyków: zarządów przedsiębiorstw, kierowników projektów oraz pracowników zespołów projektowych. Przeglądowy charakter nadaje publikacji wymiar kompendium wiedzy, wspierającego organizację w budowie kompetencji zarządzania projektami we wdrażaniu innowacji. Zaprezentowane wyniki stanowią również inspirację do dyskusji i podejmowania tematów dalszych badań.

Mateusz Gawliński
gawlinskim@wp.pl
Politechnika Warszawska, Filia w Płocku

Engineering logistics in machine structure and exploitation Just-in-Time implementation process inside the enterprise

*Inżynieria logistyczna w budowie i eksploatacji maszyn
Proces wdrażania metody Just-in-Time w przedsiębiorstwie*

This research paper contains the plan necessary to implement the Just-in-Time method. The target of research, analysis and implementation of JiT is an enterprise producing agricultural machines, cars, etc. The concept serves as an enhancement of the information and material process. This article demonstrates the process of introducing the selected tool inside a factory. It also highlights the benefits of JiT idea.

Key words:

Just-in-Time, JiT, engineering logistics, enterprise, production process optimization, machine structure and exploitation.

Opracowanie zawiera plan niezbędny do wdrażania metody Just-in-Time. Obiektem badań, analizy i wprowadzania JiT jest przedsiębiorstwo produkujące maszyny rolnicze, samochody itp. Omawiana koncepcja służy usprawnieniu procesów przepływu informacji i materiałów. W artykule przedstawiono proces wprowadzania wybranego narzędzia wewnątrz fabryki. Wyeksponowano też korzyści wynikające z idei JiT.

Słowa kluczowe:

Just-in-Time, JiT, inżynieria logistyczna, przedsiębiorstwo, optymalizacja procesów produkcyjnych, budowa i eksploatacja maszyn.

JEL: L00

Introduction

In the area of useful knowledge in structure problematics and exploitation of technical systems the engineering logistics tool Just-in-Time marks its position even further.

Engineering logistics as knowledge discipline handling the research of occurrences and processes related to:

- transportation,
- storage,
- administration and stock management,
- other actions related to production engineering.

While the nature and rules of logistics are, it seems, adequately universal, applying certain methods and logistics tools is still an open matter. When it comes to usefulness of logistics, the

deciding factors are the gains from the reduction in cost of the flow of material assets, increase in workplace safety in work area and rational administration of stock. One of the main administration concept is lean management, depending, among others, on improving chosen fragments of logistics infrastructure.

Problem

The subject of this presentation is the discussion on rules of implementation of the Just-in-Time method in a business. The main goal of changes while using JiT is the increased effectiveness in material flow and the elimination of storing detail on assembly line.

Lack of unequivocal approach while implementing the JiT method gave the idea to schematize the introduction of said method in factories with high production serialization, assembly line moving in strict time windows and inner facility storage.

Case state analysis

It is known that Just-in-Time is a method of managing reserves relying on delivering elements precisely on time. Created by Taiichii Ohno, chief of Toyota, who in 1970 r. pioneered the system into his own factory. The goal is to minimize stock size. In many companies the storage of detail means additional costs [3].

JiT concept includes:

- supplying on time via outside delivery provider,
- manufacturing product on time or service,
- supplying parts on time from inner company storage to a workstation of choice.

Detail distribution happens in precisely specified hours.

According to the idea of Just-in-Time is the result of improper management of the company. Companies often secure the flow of production processes with excess of elements necessary to manufacture the product. This is not the best solution to the problem, e.g. with unreliable suppliers. The solution will be building long-term relationships with contractors and familiarizing suppliers with all operations performed in the facility. In addition, trust and stability is an important aspect on both sides. The recipient must be convinced that he will receive the ordered goods on time. The appearance of even one delayed delivery will force the company to store parts. In JiT, the reduction of inventory is associated with

the reorganization of the volume and frequency of supply. The entire delivery process should be carefully analyzed and optimized because it will be unreasonable to deliver one element every day.

The flow of material within the company according to the discussed system will also bring many benefits, including.:

- eliminating buffer zones at work stations,
- improving the product quality,
- improving the flow of production processes [2].

One of the basic foundations of Just-in-Time is also the change in employees' way of thinking and total elimination of waste of time and material. Since the implementation of the concept, everyone is responsible for the final product. Key decisions are made together. All employees should report problems immediately and suggest new technical solutions. Additionally, in inventory management, frequent employee training and improving employee qualification is mandatory.

A comparison of the traditional system with the Just-in-Time system — Table 1.

Before the implementation of the system, the company and all links of the logistics infrastructure must be prepared. It is necessary to perform many changes and procedures, including:

- development of the easiest technological process of the product,
- preparation of instructions of conduct in the event of untimely deliveries,
- the use of machines with short changeover time,
- determination of the fabrication size,
- introduction of serial production.

When selecting contractors in addition to deliveries on time, an important factor is the ability to buy ready-made components from companies specializing in a given product (e.g. engines). According to the idea of JiT, such an action increases the quality of the final product [1].

The rules of implementing Just-in-Time may look as follows:

Table 1
A comparison of the traditional system with the Just-in-Time system [2]

Traditional system	Just-in-Time system
Production pushing through stocks	Pulling production by demand
Organization according to technological phases	Organization by product line
Classic faculty structure	Cellular structure of monoproduktive centers ("factory inside factory")
Significant inventory	Limited inventory
Deeply specialized operating staff	Operating staff prepared to work in many positions
Centralized production service	Decentralized production service
Acceptable level of quality (some defects are tolerated)	Global quality control

Source: Own elaborations.

- create a plan with the current state of affairs,
- analysis and observation of results,
- project preparation using JiT,
- introduction and system monitoring.

It is difficult to determine a detailed scheme of operation, due to different variants of transport of elements and various forms of cooperation between the supplier and the recipient. In addition, the discussed concept of inventory management to achieve the goals set often uses the Kanban system.

The implementation of JiT is very difficult, labor-intensive and requires a lot of knowledge about the whole system. Comprehensive modernization of the factory using the discussed method is highly expensive (training, purchase of new machines, etc.). The effect will be visible only after a few years, but in the current economical situation, each company must develop and introduce new management modules to increase its competitiveness on the market. Just-in-Time is not a good solution to the inventory problem in small facilities with variable production. Incorrect implementation of the concept may bring a result that is opposite to the intended one, for example, deepening the company's instability [2].

JiT Implementation Plan

Introduction

The research, analysis and implementation of solutions streamlining the flow of material in the enterprise are carried out by specialists in the field of logistics engineering. Diagnosis of the problem is carried out on the selected work area, including important aspects affecting the functioning of the entire enterprise. The logistic survey should also take into account the transport of parts inside the plant and the flow of material between external entities.

The whole action is aimed at correct implementation of the Just-in-Time method, which will bring many benefits through:

- increasing the product quality,
- reducing the level of stocks,
- increasing the stabilization of production processes,
- reducing time losses associated with the flow of material inside the enterprise,
- increasing productivity.

All these benefits have a positive impact on the company's financial situation.

In addition, at the beginning of the observation it is worth conducting an interview with employees to get information on what needs to be improved. Most

often, people employed in the analyzed work area clearly indicate specific irregularities that can be overcome by implementing a well-chosen method.

Characteristics of the workspace for implementing JiT

Logistics engineering in the construction and operation of machines is aimed at optimizing the processes of material flow and information in enterprises, in particular those involved in the production of: working machines and transportation means.

To implement the Just-in-Time method, it is necessary to correctly characterize the selected work zone. The description should include:

- number of stations on the assembly line,
- number of people employed at each position and throughout the selected work area,
- specific work system containing a break,
- precisely described and analyzed assembly line movement,
- description of the activities of each employee in the selected work area, taking into account the time needed for transporting and preparing elements, e.g. for assembly.

The next step is to analyze other departments that have a direct impact on the proper functioning of the selected workspace, e.g. a warehouse. In the warehouse's characteristics, it is also necessary to carefully consider the number of people employed, the work system, the duties that should be performed and the area on the assembly line for which they are responsible.

Logistic diagnosis using JiT

On the basis of a correct logistic diagnosis, the direction of action can be determined. Most often these structural changes of applied solutions or implementation of new ways of transporting detail. The whole of the research concerns the improvement of material flow in a selected company.

Diagnosis of the problem should be based on:

- interviewing the assembly line employees, warehouse and management staff of the logistics department,
- measuring the delivery time of individual elements and/or cart to selected positions,
- measuring the time of assembly of elements from a given cart,
- defining the minute of a tact for the demand of details from the right cart,
- measuring the loading time of each trolley,
- preparing the instructions for proper loading of the cart,
- analyzing and consulting results.

Implementation JiT in practice

Analysis of JiT

At the beginning, a logistic analysis should be made which involves observing the selected workspace. The entire study is a necessary element for the correct implementation of the new logistic method. The time of operations mentioned above is measured using the stopwatch.

Each measurement should be saved specifically for this prepared table (figure 1). The analysis should focus on a previously selected work area and cells directly affecting the proper functioning.

The research of the designated production sector should last a minimum of one working month. A full analysis should be repeated three times to obtain reliable data. Basing on the obtained result, you can create a list of all the carriages traveling between the assembly line and the warehouse together with the necessary times.

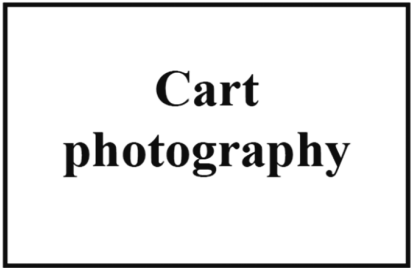
Updating the instructions for correct loading of trucks

To properly use the Just-in-Time method, the instructions for proper loading of carts should be updated (figure 2).

Information includes:

Figure 1
XYZ Cart

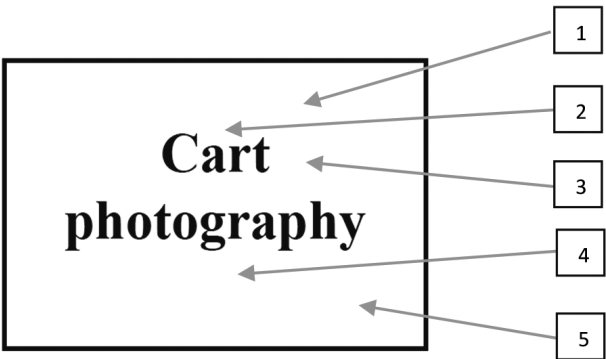
XYZ Cart	
Position	9
Delivery method	On foot
Delivery time	6 min
Loading time	8 min
Item collection time	44 min
Cart usage – minute in tact	14



Source: Own elaborations.

Figure 2
Instructions for proper loading of the XYZ cart

XYZ CART			
	Name	PN	Quantity
1	Bracket	1234	1
2	L Cover	4567	1
3	P Cover	7890	1
4	L Bracket hinges	1235	1
5	P Bracket hinges	1236	1



Source: Own elaborations.

- type of cart,
- amount of item,
- name and number of part,
- photograph of the loaded cart.

The instructions should be developed for all carts leaving the analyzed warehouse.

Final conclusion

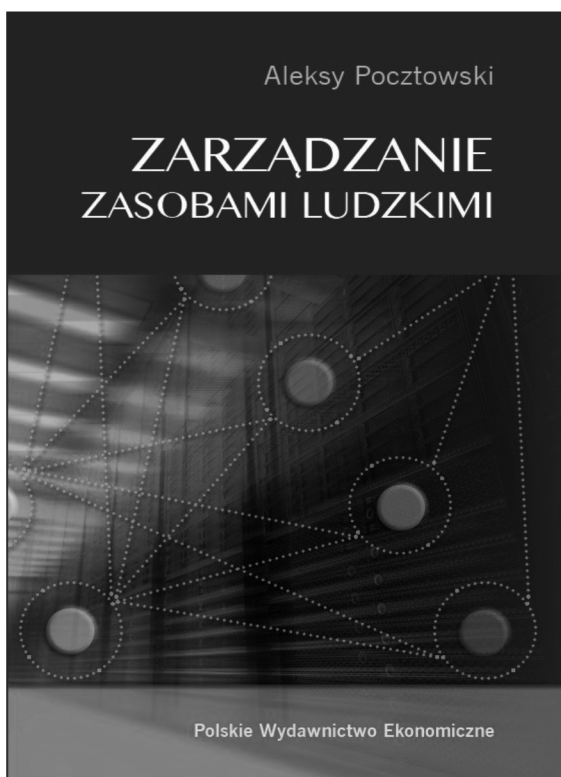
In the market economy, business managers strive to reduce production costs. A good solution is to reduce expenses by reducing storage costs. To achieve this goal, you can use the Just-in-Time method, which allows you to not only gain the benefits discussed earlier, but also, for example, minimize the chaos of providing detail.

Bibliografy

1. Brzeziński, M. (2002). *Organizacja i sterowanie produkcją*. Warsaw: Placet.
2. Ciesielski, M. (2006). *Instrumenty zarządzania logistycznego*. Warsaw: PWE.
3. Szymonik, A. (2011). *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw* (cz. 2). Warsaw: Difin.

Due to the lack of space, only the outline of the problem of implementing JiT in the enterprise was signaled. It is necessary to remember about the training of people working in the area of Just-in-Time activities and monitoring the processes of material flow. In the future, it would be worth focusing on developing a concept that would facilitate the introduction of new employees in the JiT area. One of the ideas is displaying messages on a monitor places, e.g. in a warehouse. The information would include the minute of the measure, the number of the cart with the instructions for loading and the position on which the detail should be provided. The next solution is to develop a plan and project of material flow.

PWE poleca



Wiedza, umiejętności, zdolności, zdrowie, motywacja i wyznawane wartości przez osoby świadczące pracę decydują o ich zatrudnialności, stanowią źródło konkurencyjności organizacji oraz pomyślności regionów i krajów. Upowszechnianie się tego faktu w świadomości społecznej prowadzi do wzrostu profesjonalizmu w zakresie zarządzania zasobami ludzkimi, które ewoluuje od rutynowego administrowania w kierunku zrównoważonego zarządzania, integrującego – w strategiach i metodach rozwiązywania kwestii HR – aspekty ekonomiczne, społeczne i ekologiczne.

Zarządzanie zasobami ludzkimi, jako dziedzina badań oraz wdrożeń praktycznych rozwiązań dotyczących funkcjonowania ludzi w organizacji i na rynku pracy, jest związane z wieloma wyzwaniami, które determinują jego obecny i przyszły rozwój. Zaliczyć do nich należy zmiany technologiczne, które zmieniają charakter pracy oraz polityki i praktyki HR, czyniąc je coraz bardziej sieciowymi, zdalnymi i wirtualnymi. Zmiany demograficzne, generacyjne, w połączeniu z rosnącą mobilnością na rynkach pracy, to kolejne wyzwanie w obszarze zarządzania zasobami ludzkimi, które wiąże się z rosnącą różnorodnością. Należy też pamiętać o presji płynącej z rynków pracy na wzrost efektywności pracy, optymalizację kosztów i innowacyjność usług HR.

Zasygnalizowane powyżej kwestie stanowią przedmiot rozważań w książce, w której autor przedstawia problematykę zarządzania zasobami ludzkimi całościowo, łącząc jego teoretyczne i praktyczne aspekty oraz podkreślając znaczenie kontekstu w rozwijaniu teorii i doskonaleniu praktyki w tej dziedzinie zarządzania.

Księgarnia internetowa: www.pwe.com.pl

Joanna Mączyńska

E-mail: Joanna_maczynska@sggw.pl; nr orcid 0000-0002-7763-0604

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji

Adam Kupczyk

E-mail: Adam_kupczyk@sggw.pl; nr orcid: 0000-0002-2392-1430

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji

Dominik Rutkowski

E-mail: dominik_rutkowski@sggw.pl

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji

Karol Tucki

E-mail: karol_tucki@sggw.pl

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji

Aktualne problemy sektorów biokomponentów i biopaliw ciekłych w Polsce

Current problems of biocomponents and liquid biofuels sectors in Poland

Celem publikacji jest przedstawienie podstawowych aspektów związanych z biokomponentami i biopaliwami ciekłymi produkowanymi w Polsce. Omówiono najważniejsze regulacje prawne stanowiące o sposobie funkcjonowania rynku biokomponentów oraz podstawowe informacje związane z produkcją estrów metylowych i bioetanolu w Polsce w latach 2012–2018. Zwrócono uwagę, że rynek ten oparty jest na surowcach pochodzenia rolniczego, co w świetle obecnej polityki UE stanowi istotne wyzwanie w najbliższych latach. Dodatkowo przedstawiono wyniki badań dotyczące atrakcyjności sektorów bioetanolu konwencjonalnego, lignocelulozowego oraz estrów metylowych.

Słowa kluczowe:

transport, biopaliwa, biokomponenty, rynek.

The aim of the work was to present the basic aspects related to the biocomponents and liquid biofuels produced in Poland. The most important legal regulations related to the functioning of biocomponents market and basic information connected with the methyl esters and bioethanol production in Poland in 2012–2018 were discussed. It was pointed out that the market is based on agricultural raw materials, which is a significant challenge in the coming years in the light of current EU policy. In addition, the results of studies on the attractiveness of conventional and lignocellulosic bioethanol and methyl esters sectors are presented.

Key words:

transport, biofuels, biocomponents, market.

JEL: Q15, Q16

Wprowadzenie

Obecnie transport jest jednym z kluczowych sektorów europejskiej gospodarki, jednocześnie będąc istotnym konsumentem energii. Większość wykorzystywanej w transporcie energii pochodzi z paliw konwencjonalnych, co powoduje, że sektor ten jest również znaczącym emitentem zanieczyszczeń. Wraz z rosnącą świadomością na temat zagrożeń dla środowiska naturalnego, wynikających z intensywnej eksploatacji nieodnawialnych zasobów energii i zwią-

zanych z tym emisji gazów cieplarnianych, coraz więcej uwagi przywiązuje się do dywersyfikacji źródeł jej pochodzenia. Wyróżnić można dwie ścieżki dążące do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z transportu. Pierwsza z nich to stosowanie paliw alternatywnych (w tym biopaliw ciekłych) w pojazdach wyposażonych w silniki spalinowe. Druga to zwiększanie w transporcie udziału pojazdów z napędami alternatywnymi, m.in. elektrycznym.

Biopaliwa ciekłe, według ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2006 nr 169, poz.

1199 z późn. zm.), definiowane są jako *benzyny silnikowe zawierające powyżej 10,0% objętościowo biokomponentów (...), olej napędowy zawierający powyżej 7% objętościowo biokomponentów (...) oraz bioetanol, ester, czysty olej roślinny (...) — stanowiące sameistne paliwa*. W Polsce produkowane są przede wszystkim dwa biokomponenty — estry metylowe oraz bioetanol, które blendowane są z paliwami ropopochodnymi, w ilościach nieprzekraczających wspomnianych wartości procentowych. Jeszcze dekadę temu, ich znaczenie było bardzo wysokie, natomiast obecnie, w świetle polityki Unii Europejskiej, stale maleje. W 2007 r. wartość sektora estrów metylowych i bioetanolu oceniona została na poziomie 67,9% i 61,9%, natomiast w 2017 r. zmniejszyła się do poziomu 32,1% i 22,8%.

Celem pracy jest przedstawienie podstawowych aspektów związanych z biokomponentami i biopaliwami ciekłymi produkowanymi w Polsce. Z zamiarem jego realizacji wykorzystano metodę opisową opartą na literaturze przedmiotu, polskich i unijnych regulacjach prawnych, raportach dotyczących biokomponentów i biopaliw oraz związanych z nimi źródłach internetowych. Celem uzupełniającym jest porównanie atrakcyjności wybranych sektorów związanych z omawianą tematyką, tj. biopaliw konwencjonalnych (bioetanolu i estrów metylowych produkowanych z surowców jadalnych) oraz bioetanolu zaawansowanego (wytworzanego z surowców lignocelulozowych). W realizacji postawionego celu uzupełniającego wykorzystano punktową metodę oceny atrakcyjności sektora.

Najważniejsze regulacje prawne

Kształt polskich regulacji prawnych w zakresie produkcji i wykorzystania biokomponentów i biopaliw ciekłych warunkowany jest postanowieniami dyrektyw Unii Europejskiej. Podstawowym aktem stanowiącym o sposobie funkcjonowania omawianego rynku jest ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2006 nr 169, poz. 1199 z późn. zm.). Systematyczne implementowanie elementów prawa UE skutkuje regularnymi nowelizacjami ustawy. Ostatnie zmiany w brzmieniu aktu wprowadzone zostały ustawą z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2018 poz. 1356). Ustawa ta określa m.in. zasady wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania biokomponentów i wprowadzania ich do obrotu oraz zasady realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego (NCW). Zgodnie z nią działalność związana z biokomponentami wymaga uzyskania wpisu do rejestru wytwórców, który prowadzony jest przez Dyrektora Generalnego Krajowego

Osrodka Wsparcia Rolnictwa (KOWR). Po uzyskaniu wpisu wytwórcy zobowiązani są m.in. do przedkładania sprawozdań kwartalnych, w których wskazują ilość i rodzaj wytworzonych biokomponentów i wykorzystanych w tym celu surowców. Wspomniany NCW w ustawie definiowany jest jako *minimalny udział innych paliw odnawialnych i biokomponentów zawartych w paliwach ciekłych lub biopaliwach ciekłych stosowanych we wszystkich rodzajach transportu w ogólnej ilości paliw (...) zużywanych w ciągu roku kalendarzowego w transporcie drogowym i kolejowym, liczony według wartości opałowej*. Jego celem jest ułatwienie realizacji postanowień dyrektywy 2009/28/WE, która zobowiązała państwa członkowskie do zapewnienia min. 10% udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii w transporcie państw członkowskich w 2020 r. Do realizacji NCW zostali zobowiązani przedsiębiorcy wykonujący działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania, importu lub nabycia wewnątrzwspólnotowego paliw ciekłych lub biopaliw. Aby wyprodukowany biokomponent mógł zostać zaliczony na poczet realizacji NCW, musi spełniać tzw. kryteria zrównoważonego rozwoju (KZR). Zgodnie z nimi biokomponenty muszą posiadać zdolność do ograniczania emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do emisji, których źródłem byłyby paliwa konwencjonalne (min. 35% ograniczenie dla biokomponentów produkowanych z instalacji, które działały w dniu 05.10.2015 r. lub przed tą datą i 50% dla tych instalacji od dnia 01.01.2018 r. oraz 60% ograniczenie dla biokomponentów z instalacji, które rozpoczęły działalność po dniu 05.10.2015 r.). Ponadto biokomponenty nie mogą być produkowane z surowców uzyskanych z terenów o dużej bioróżnorodności, zasobnych w duże ilości pierwiastka węgla oraz torfowisk.

Wprowadzone do ustawy pod koniec 2017 r. zmiany doprecyzowały sposób realizacji celu wyznaczonego na 2020 r. Zgodnie z nimi *udział biokomponentów wytworzonych z roślin wysokokrobiowych, roślin cukrowych i oleistych oraz roślin uprawianych do celów energetycznych na użytkach rolnych, jako uprawy główne, liczony według wartości opałowej, nie może przekroczyć w 2020 r. 7,0% ogólnej ilości paliw ciekłych i biopaliw ciekłych stosowanych w transporcie (...)*. Biokomponenty i biopaliwa ciekłe produkowane z surowców wymienionych w przytoczonym fragmencie ustawy kwalifikuje się do tzw. biopaliw konwencjonalnych. Pozostałe, produkowane z surowców niespożywczych, m.in. odpadów i alg, zalicza się do biopaliw zaawansowanych. Wprowadzenie takiego ograniczenia wynikało z konieczności implementacji postanowień dyrektywy 2015/1513/WE, która wskazuje, że jedynie biopaliwa niekonkurujące z rynkami żywnościowymi i paszowymi umożliwiają znaczne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych.

Charakterystyka produkcji i rynku biokomponentów

Do dnia 5 kwietnia 2018 r. do rejestru wytwórców wpisane były 23 podmioty. Produkcją podstawowych biokomponentów wytwarzanych w Polsce — estrów metylowych i bioetanolu — zajmowało się 21 wytwórców. Pozostałe 2 podmioty to producenci węglowodorów syntetycznych, biowęglowodórów ciekłych oraz bio propan-butanu. Deklarowana roczna wydajność zarejestrowanych instalacji służących do produkcji estrów metylowych wynosiła 1356,4 tys. t, natomiast bioetanolu 667,9 tys. t. Pod koniec 2017 r. (na dzień 15 grudnia) zdolności produkcyjne wytwórców tych biokomponentów zadeklarowane zostały na tym samym poziomie. Jednak względem 2012 r. moce wytwórcze producentów estrów metylowych wzrosły o 344,5 tys. t, a producentów bioetanolu o 74,0 tys. t. W 2017 r. wyprodukowano 897,0 tys. t estrów (czyli o 294,8 tys. t więcej niż w 2012 r.) i 203,7 tys. t bioetanolu (co oznacza wzrost produkcji o 35,1 tys. t). W tym kontekście na uwagę zasługuje faktyczny stopień wykorzystania deklarowanych mocy produkcyjnych wytwórców biokomponentów w Polsce. W latach 2012–2017 średni stopień ich wykorzystania wynosił dla estrów 66,0% i dla bioetanolu 28,8%. W produkcji omawianych biokomponentów w Polsce w największej ilości wykorzystywane są surowce pochodzenia rolniczego, takie jak olej rzepakowy i kukurydza. W 2017 r. wykorzystano 896,4 tys. t produktu przerobu rzepaku (o 313,4 tys. t więcej niż w 2012 r.) oraz 427,8 tys. t ziarna kukurydzy (wzrost o 39,7 tys. t), co stanowiło odpowiednio 99,4% i 50,3% wszystkich substratów zastosowanych

w tym celu. Podstawowe dane dotyczące produkcji estrów metylowych i bioetanolu w latach 2012–2018 przedstawiono w tabeli 1.

Przyszłość biopaliw w świetle postanowień UE

Dyrektywa 2009/28/WE ustanowiła ramy propagowania wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w transporcie do 2020 r., a dyrektywa 2015/1513/WE je doprecyzowała. Natomiast dalszą perspektywę wyznacza wniosek nr 2016/0382 (COD) dotyczący dyrektywy w sprawie promowanie stosowania energii ze źródeł odnawialnych, opublikowany po raz pierwszy dnia 30 listopada 2016 r., a następnie modyfikowany. Zgodnie z nim na państwach członkowskich będzie spoczywał obowiązek zapewnienia, aby udział odnawialnej energii w 2030 r. wynosił co najmniej 12% końcowego zużycia energii w transporcie. We wniosku podkreślono, że biopaliwa konwencjonalne odgrywają niewielką rolę w obniżaniu emisyjności i dekarbonizacji sektora transportu, co wynika z wątpliwości związanych z rzeczywistą redukcją osiąganą przy ich wykorzystaniu. W związku z tym powinny być stopniowo wycofywane oraz zastępowane zaawansowanymi biopaliwami. W ramach wsparcia procesu przejścia na biopaliwa zaawansowane proponowano wprowadzenie obowiązku, który zakłada zwiększanie ich udziału w każdym roku, tak by w 2021 r. wynosił on nie mniej niż 0,5%, a do 2030 r. wzrósł, do co najmniej 3,6%. Wskazano również, że należy przyspieszyć rozwój biopaliw z surowców niespożywczych oraz zintensyfikować rozwój i upowszechnić elektromobilność na drogach. Wobec tego

Tabela 1

Podstawowe dane związane z produkcją estrów metylowych i bioetanolu w Polsce

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
ESTRY METYLOWE							
Produkcja (tys. t)	602	654	693	758	867	897	193
Deklarowane moce produkcyjne (tys. t)	1 012	1 024	1 111	1 126	1 133	1 356	1 356
Wykorzystanie zdolności produkcyjnych (%)	60	64	62	67	77	66	14
Ilość wykorzystanego oleju rzepakowego (tys. t)	583	630	678	753	866	896	192
BIOETANOL							
Produkcja (tys. t)	169	186	143	168	202	204	52
Deklarowane moce produkcyjne (tys. t)	594	594	585	575	668	668	668
Wykorzystanie zdolności produkcyjnych (%)	28	31	24	29	30	31	8
Ilość wykorzystanej kukurydzy (tys. t)	388	379	388	334	417	428	121

* Dane za I kwartał 2018 r.

Komentarz: Przy zamianie jednostek masowych na objętościowe zastosowano gęstość bioetanolu wynoszącą 778 kg/m³ wliczoną na podstawie danych dotyczących wartości opałowych, określonych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2014 r. w sprawie wartości opałowej poszczególnych biokomponentów i paliw ciekłych (Dz. U. z 2014 r., poz. 1517).

Źródło: opracowanie własne.

istnieje wysokie prawdopodobieństwo, iż w perspektywie długoterminowej obecnie funkcjonujący w Polsce rynek biokomponentów oparty na wykorzystaniu surowców pochodzenia rolniczego przestanie istnieć.

Atrakcyjność sektorów biopaliw transportowych

Wartość danego sektora można określić przy wykorzystaniu punktowej metody oceny atrakcyjności sektora. Jej podstawą jest określenie zasadniczych kryteriów oceny, rozumianych jako zespół właściwości (cech) powodujących, że dana dziedzina gospodarowania jest interesująca. Te charakterystyczne dla konkretnego sektora cechy są jednocześnie jego kryteriami oceny. Wyselekcjonowane kryteria warunkujące atrakcyjność analizowanego sektora oceniane są przez osoby posiadające rozległą wiedzę na jego temat. Metoda punktowa może być wykorzystywana w ocenie wartości jednego lub porównania atrakcyjności kilku sektorów (na podstawie jednakowego zestawu kryteriów).

W celu określenia wartości sektorów biopaliw transportowych w Polsce w 2018 r., takich jak sektor konwencjonalnych estrów metylowych i bioetanolu oraz zaawansowanego bioetanolu lignocelulozowego, posłużono się zestawem 15 kryteriów. W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano następujące wartości sektorów:

- 31,56% dla sektora konwencjonalnych estrów metylowych,
- 22,33% dla sektora bioetanolu konwencjonalnego,
- 71,11% dla sektora zaawansowanego bioetanolu lignocelulozowego.

Wartość sektorów biopaliw wykorzystywanych w krajowym transporcie jest przedmiotem badań od 2007 r., a otrzymywane wyniki przedstawiane były w wielu publikacjach. Na potrzeby niniejszej pracy otrzymane w latach 2007–2017 wyniki zostały zestawione z wynikami uzyskanymi w 2018 r. (tab. 2).

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli, na początku okresu, który obejmują badania, wyniki były bardzo obiecujące. Wówczas sektory biopaliw konwencjonalnych oceniane były jako stosunkowo atrakcyjne elementy gospodarki. W przypadku estrów metylowych wartość sektora ich produkcji osiągnęła poziom 67,9%, natomiast etanolu 61,9%. Aktualne wyniki badań wartości sektorów biopaliwowych nie są zachęcające do inwestowania w biopaliwa tej generacji (konwencjonalne).

Podsumowanie

Wykorzystywanie w transporcie paliw ropopochodnych pociąga za sobą zagrożenia dla środowiska naturalnego i jest źródłem emisji gazów cieplarnianych. W związku z tym w ostatnich latach można zaobserwować wzrost znaczenia alternatywnych rozwiązań dla transportu. Przez wiele lat w Polsce duży nacisk kładziony był na biokomponenty i biopaliwa ciekłe wykorzystywane w pojazdach wyposażonych w silniki spalinowe. Obecnie coraz więcej uwagi przywiązuje się do pojazdów z napędami alternatywnymi, przede wszystkim elektrycznymi.

Rynek biokomponentów i biopaliw ciekłych w Polsce oparty jest na surowcach rolniczych. Jednak UE wskazuje, że biopaliwa konwencjonalne odgrywają niewielką rolę w obniżaniu emisyjności i dekarbonizacji sektora transportu i w związku z tym powinny być stopniowo wycofywane oraz zastępowane zaawansowanymi biopaliwami. Do 2020 r. udział biopaliw konwencjonalnych, w strukturze energii wykorzystywanej w transporcie, nie może przekraczać 7%. Pomimo że w Polsce od wielu lat prowadzone są intensywne badania nad wykorzystywaniem w produkcji biopaliwa surowców niespożywczych, to do tej pory nie funkcjonują obiekty przemysłowe pozwalające na efektywną ich produkcję. W związku z tym obowiązek ograniczenia wykorzystania w transporcie biopaliw konwencjonalnych stanowi istotne wyzwanie na najbliższe lata.

Tabela 2

Atrakcyjność sektora biopaliw transportowych w Polsce w latach 2007–2018 (%)

Rodzaj biopaliwa	Rok badań										
	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Konwencjonalne — estry metylowe	67,90	63,90	58,30	53,30	43,20	41,70	34,53	33,53	33,43	32,11	31,56
Konwencjonalne — bioetanol	61,90	46,40	44,20	43,30	33,30	37,50	27,25	26,75	26,57	22,77	22,33
Zaawansowane — bioetanol lignocelulozowy	—	—	—	—	—	56,90	66,18	66,21	69,50	70,56	71,11

Źródło: badania własne, 2007–2018.

Obecnie coraz większą popularność zyskują auta napędzane energią elektryczną. Coraz więcej pojazdów tego typu można spotkać w wielu miastach Europy zarówno aut w pełni elektrycznych, jak i elektryczno-spalinowych. Dalszy rozwój elektromobilności wymaga jednak wieloletnich inwestycji oraz wielu dodatkowych rozwiązań prawnych i ekonomicznych, tak aby stworzyć warunki zachęcające konsumentów do kupowania i wykorzystywania pojazdów elektrycznych. Należy również zadbać o lepszą infrastrukturę, która pozwala na swobodne prze-

mieszczanie się po całej Polsce. Innym problematycznym aspektem pojazdów elektrycznych jest rzeczywista ochrona środowiska. Istnieją uzasadnione wątpliwości czy auta zasilane energią elektryczną produkowaną z węgla są rzeczywiście bardziej ekologiczne od innych pojazdów wykorzystujących konwencjonalne paliwa. W tym zakresie należy rozwiązać również problemy z utylizacją akumulatorów pojazdów elektrycznych i hybrydowych. W innym wypadku, wbrew oczekiwaniom, może nastąpić przyrost emisji CO₂.

Bibliografia

- Antczak, A., Borowski, P., Dubowik, M. i in. (2016). *Wyniki wybranych badań przeprowadzonych w ramach projektu WOODTECH*. Warszawa: Oficyna Wydawniczo-Poligraficzna Adam.
- Burdzik, P., Fołęga, P., Konieczny, Ł., Jaworski, R. (2017). E-mobilność — wyzwanie teraźniejszości. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, 118, 17–29.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. U. UE L 2015.293.1).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. U. UE L 09.140.16).
- Golis, E. (2013). Historia, stan aktualny i perspektywy gorzelni rolniczych w Polsce. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 57(1), 23–25.
- Gradziuk, P. (2017). *Możliwości i bariery rozwoju zaawansowanych biopaliw w Polsce*. Warszawa: Polski Klub Ekologiczny.
- Kalkowska, J., Pawłowski, E., Trzecińska, J. i in. (2010). *Zarządzanie strategiczne. Metody analizy strategicznej z przykładami*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (2018). *Informacje dotyczące rynku biokomponentów*. <http://bip.kowr.gov.pl> (08.08.2018).
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (2018). *Rejestr wytwórców stan na 05.04.2018 r.* <http://www.kowr.gov.pl> (08.08.2018).
- Kupczyk, A., Mączyńska, J., Sikora M., Gawron J. (2017). Identyfikacja obecnego stanu oraz atrakcyjność sektorów biopaliw transportowych w Polsce. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 19(2), 139–144.
- Parlament Europejski (2018). Poprawki przyjęte przez Parlament Europejski w dniu 17 stycznia 2018 r. w sprawie wniosku dotyczącego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (wersja przekształcona) (COM(2016)0767 – C8-0500/2016–2016/0382(COD)). <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2018-0009+0+DOC+XML+V0//PL> (08.05.2018)
- Sikora, M., Stasiak-Panek, J., Kupczyk, A. i in. (2016). Aktualny stan i atrakcyjność sektorów biopaliw w Polsce. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 60(5), 25–27.
- Szydelko, L., Rubik, J. (2016). Enterprise Environment Analysis — Methods In Use And Development Trends. *Modern Management Review*, (23), 215–223.
- Ustawa z dnia 24 listopada 2017 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2017 poz. 2290).
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2006 nr 169, poz. 1199).
- Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2018 poz. 1356).
- Wielicka, K. (2012). Analiza strategiczna samodzielnego publicznego zakładu opieki zdrowotnej dla potrzeb jego restrukturyzacji. Studium przypadku. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*, (60), 377–396.
- Wniosek nr 2016/0382 (COD) dotyczący dyrektywy w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Gospodarka Materiałowa i Logistyka



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

Z praktyki przedsiębiorstw

Mieczysław Pawlisiak

E-mail: mieczyslaw.pawlisiak@wat.edu.pl; nr orcid 0000-0003-2501-8779

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki, Instytut Logistyki

Analiza popytu na usługi pływalni z wykorzystaniem modelu regresji wielorakiej

Demand analysis for swimming pool services using a multiple regression model

Organizacja służby ratowniczej na pływalniach obejmuje aspekty związane z gotowością do podjęcia skutecznych działań zapewniających bezpieczeństwo użytkownikom kąpieliska oraz skuteczną i szybką reakcję na sytuacje wypadkowe, zagrażające życiu i zdrowiu. Właściwy poziom tej gotowości zapewniony jest przede wszystkim poprzez wyszkolonych ratowników wodnych. Aby jednak w pełni mogli oni zrealizować powierzone im zadania, ich liczba musi być właściwa czyli odpowiednia do grupy osób korzystających z pływalni. Ponieważ ustawodawca zdefiniował jedynie minimalną liczbę ratowników wodnych przypadającą na dany rodzaj obiektu w artykule zaproponowano metodę szacowania potencjalnej liczby klientów w zależności od dnia tygodnia czy miesiąca kalendarzowego, jako wsparcie procesu dostosowywania poziomu bezpieczeństwa obiektu do liczby odwiedzających. W tym celu wykorzystano metodę regresji wielorakiej.

Słowa kluczowe:

regresja wieloraka, ratownictwo wodne, gotowość, pływalnia, bezpieczeństwo.

The organization of swimming pool emergency service shall include aspects relating to the preparedness for taking effective measures in order to ensure the safety of users of the bathing water and to respond effectively and rapidly to accidental, life-threatening and health-threatening situations. An appropriate level of preparedness is primarily ensured by trained lifeguards. However, for them to be able to fully carry out entrusted tasks there must be an appropriate number of them, adapted to the group of people using swimming pool. Since the legislator defined only a minimum number of water rescuers per type of facility, this paper proposes a method of estimating the potential number of clients depending on the day of week and the calendar month, as a support for the process of adjusting the safety level at the swimming pool to the number of visitors. For this purpose, a multiple regression method was used.

Key words:

multiple regression, water rescue, readiness, swimming pool, safety.

Wstęp

Zapewnienie bezpieczeństwa ludzi korzystających ze zbiorników wodnych jest niezwykle ważną kwestią, która dotyczy zarówno otwartych kąpielisk jak i zamkniętych pływalni. Kąpielisko ustawodawca definiuje jako *wyznaczony przez radę gminy wydzielony i oznakowany fragment wód powierzchniowych, wykorzystywany przez dużą liczbę osób kąpiących się* (Ustawa, 2017). Pływalnią natomiast, jest *obiekt kryty lub*

odkryty z wodą przepływową, przeznaczony do pływania lub kąpieli, posiadający co najmniej jedną nieckę basenową, z trwałym brzegiem i dnem, wyposażony w urządzenia sanitarne, szatnie i natryski (Ustawa, 2011). W zależności od rodzaju niecki basenowej można wyróżnić kilka ich rodzajów. Są to w pierwszej kolejności pływalnie rekreacyjne i sportowe, wykorzystywane przede wszystkim do aktywności rekreacyjnej, odpoczynku i zabawy w wodzie, których

w Polsce jest najwięcej. Często oferują dodatkowe atrakcje w postaci, np. zjeżdżalni wodnych czy płytkich basenów dla dzieci (o głębokości do 40 cm.). Pływalnie rekreacyjne mogą mieć dowolne, nieregularne kształty, natomiast wymiary niecek sportowych, które powinny mieć 25x12,5 m, regulują przepisy Światowej Federacji Pływackiej FINA (fr. *Fédération Internationale de Natation*). Najwyższą klasę pływalni stanowią obiekty olimpijskie, przeznaczone do zawodów sportowych. Rozgrywane są tam między innymi mistrzostwa świata i igrzyska olimpijskie, dlatego wymiary podlegają ścisłym normom wyznaczonym przez FINA. Niecka basenowa powinna mieć 50 m. długości, 25 m szerokości i 2–3 m głębokości. Temperatura wody powinna być w granicach od 25°C do 28°C. Kompleksem łączącym sobie wiele atrakcji, wyposażonym w baseny o różnych wymiarach i kształtach jest park wodny. Stanowi on swoiste centrum rozrywkowe, przeznaczone dla całych rodzin, wyposażone dodatkowo w jacuzzi, zjeżdżalnie, rwące rzeki, a także strefę spa i fitness. Oferta tych obiektów jest stale poszerzana, wiele z nich posiada rozbudowaną strefę gastronomiczną, noclegową czy rozrywkową, zapewniającą wiele dni zabawy.

Wszystkie wymienione obiekty łączą w sobie siłę żywiołu z dużą liczbą osób i dlatego są wyzwaniem dla zarządzających/właścicieli obiektów, na których ciąży obowiązek zapewnienia bezpieczeństwa. Jednym z zasadniczych elementów, obok innych wymienionych w ustawie, jest zapewnienie *stanu gotowości do wykonywania ratownictwa wodnego* (Ustawa 2016).

Gotowość jest pojęciem wywodzącym się z teorii eksploatacji obiektów technicznych (Żurek i in., 2017, s. 2343–2352; Borucka, 2018, s. 3–19 i definiowana jest jako jego zdolność do utrzymywania się w stanie pozwalającym na realizację wymaganych zadań i funkcji w określonych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasu. Pojęcie to szczególnie często jest odnoszone do elementów maszyn i urządzeń (Świderski i in., 2019, s. 1–9) lub pojazdów, jako całościowych struktur niezawodnościowych (Borucka, 2018, s. 1073–1082). Najczęściej znajduje zastosowanie w systemach wymagających nagłej interwencji i szybkiej reakcji w chwili zagrożenia życia, do których należą, np. pogotowie ratunkowe czy straż pożarna (Borucka, 2018, s. 397–395), ale także w takich, które realizują stałe harmonogramy dostaw towarów (Żurek i in., 2017, s. 2343–2352; Borucka, 2018, s. 13–23) lub przewozu osób (Borucka, 2014, s. 468–475). Analiza zdolności do wykonania zadania prowadzona jest też w odniesieniu do płynności przepływów środków transportowych i analizy czynników, które mogą zakłócać jej poziom, takich jak wypadki drogowe (Skoczyński i in., 2018, s. 92–97; Świderski, 2018, s. 651–654; Borucka, 2018, s. 162–166), czy kongestia w ruchu miejskim (Mitkow, 2018, s. 501–526). Ale gotowość nie jest rozpatrywana jedynie z punktu widzenia obiektów technicznych. Doty-

czy również osób, a stopień ich przygotowania jest nieodłącznym elementem sprawności i niezawodności całego systemu (Wielgosik, 2016, s. 51–66; Mikosz, 2008, s. 1–12). Na pływalniach gotowość do niesienia pomocy realizowana jest *poprzez utrzymywanie stałych dyżurów ratowników wodnych*, czyli osób posiadających wiedzę i umiejętności z zakresu ratownictwa wodnego i technik pływackich oraz inne kwalifikacje przydatne w ratownictwie wodnym (Ustawa, 2017).

Każdy podmiot gospodarczy, świadczący usługę udostępniania kąpieliska lub pływalni, musi dysponować kadrą ratowników wodnych, która tę gotowość zapewni. Minimalne wymagania w tym zakresie są uregulowane prawnie, w zależności od rodzaju obiektu. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych (Rozporządzenie, 2012):

- na kąpieliskach śródlądowych na każde 100 metrów linii brzegowej powinien przypadać jeden ratownik od strony lądu i jeden ratownik od strony lustra wody;
- na kąpieliskach nadmorskich — powinny być zapewnione trzyosobowe zespoły ratowników na każde 100 metrów linii brzegowej, natomiast w przypadku pływalni powinien być przynajmniej:
- jeden ratownik wodny, na obiekcie o nieckach basenowych o długości do 25 m;
- dwóch ratowników wodnych, na obiekcie o nieckach basenowych o długości 25–50 m;
- trzech ratowników wodnych, na obiekcie o nieckach basenowych o długości powyżej 50 m.

Przeprowadzona analiza dokumentów legislacyjnych wykazała, że o ile ustawodawca definiuje minimalną liczbę ratowników w odniesieniu do obszaru, który mają oni zabezpieczać, to nie ma żadnych wskazań dotyczących możliwej maksymalnej liczby osób, które mogą tam przebywać (Michniewicz, 2017, s. 3–13). Oznacza to, że na wskazanych powierzchniach może znajdować się dowolna liczba użytkowników obiektu. Ustawodawca nie przewidział żadnych wskaźników ani parametrów określających dopuszczalne zagęszczenie. Zatem to do obowiązków osoby zarządzającej obiektem/kąpieliskiem należy oszacowanie, jaka liczba klientów jest dopuszczalna z zachowaniem wymaganego poziomu ich bezpieczeństwa. Jednak brak jakichkolwiek wytycznych, a także komercyjny charakter większości obiektów i związany z każdym dodatkowym klientem zysk sprawia, że w wielu miejscach liczba ta nie jest w żaden sposób ograniczana. Zatem bez względu na liczbę klientów, tyle samo ratowników będzie zapewniało bezpieczeństwo na danym typie obiektu. Może się zatem okazać, że na pływalni dysponujących nieckami basenowymi o długości do 25 metrów, z których korzysta kilka dorosłych osób jest jeden ratownik, podobnie jak na takiej samej pływalni, na której na każdym torze jest kilkoro dzieci. W ocenie autora to, że obowiązek właściwego zabezpieczenia ustawo-

dawca złożył na ręce zarządzającego, może skutkować wypełnieniem jedynie minimalnych ustawowych wymagań. Wpływa na to również fakt, że określenie właściwej liczby ratowników może być trudne, co pokazuje przeprowadzona w artykule analiza.

Metoda badania — regresja wieloczynnikowa

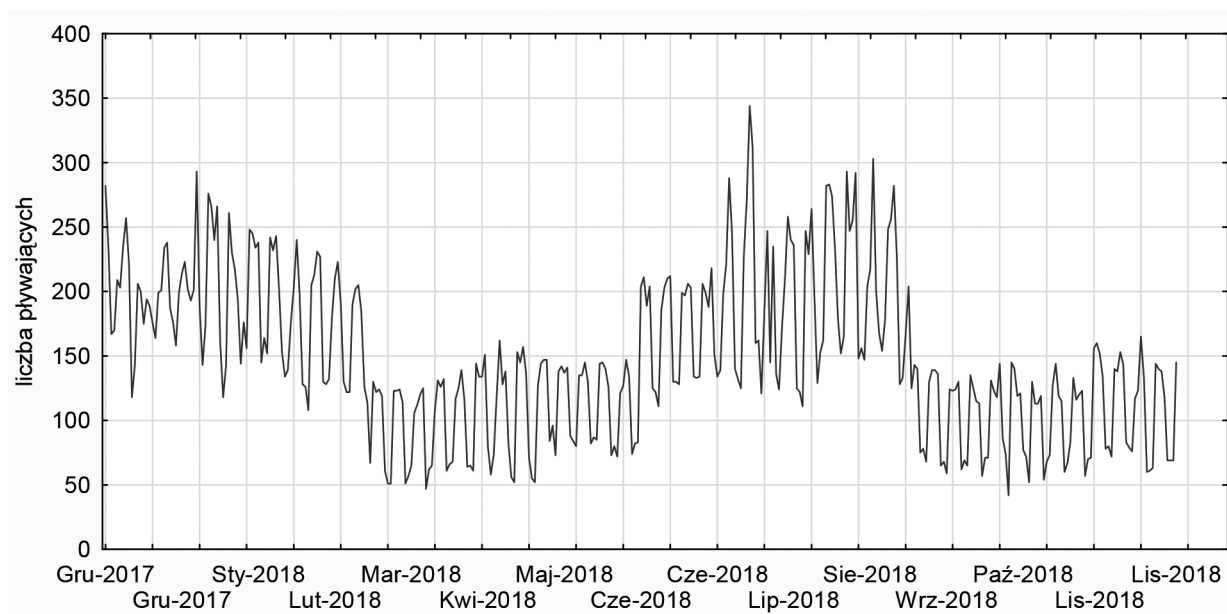
Podmiotem badania jest jedna z warszawskich pływalni. Posiada ona nieckę basenową o długości 25,0 oraz atrakcje w postaci sauny oraz basenu typu Whirlpool (jacuzzi). Na podstawie zgromadzonych z okresu jednego roku obserwacji dotyczących liczby klientów dokonano oszacowania średniego obciążenia pływalni w zależności od wybranych czynników. Wykres liczby odwiedzających przedstawiono na rysunku 1. Dane pochodzą z okresu od grudnia 2017 do listopada 2018. Brakujące obserwacje, wynikające z dni wolnych od pracy, kiedy pływalnia nie była czynna, zastąpiono wartością średnią, obliczoną dla wybranego dnia tygodnia i miesiąca.

Analiza wykresu wskazuje na dużą zmienność. Wpływa na nią wiele kwestii, często nieprzewidywalnych i trudnych do zdefiniowania, związanych z osobistymi cechami i preferencjami klientów, ich potrzebami, nastrojem itp. Jednak wstępne badanie pokazało, że niektóre czynniki są możliwe do opisanego, bo wynikają z naturalnego cyklu dobowego życia. W godzinach porannych najczęściej z pływalni korzystają dzieci i młodzież w ramach zajęć

w szkole oraz osoby niepracujące (np. emeryci). Osoby dorosłe wybierają zazwyczaj godziny popołudniowe, w weekendy natomiast pojawiają się z reguły całe rodziny. Wpływ na liczbę klientów mają także organizowane zajęcia, które odbywają się zazwyczaj w grupach, zatem jednorazowo korzysta z niekiedy kilkanaście osób. Silny jest również wpływ działań promocyjnych prowadzonych na przykład w ramach akcji „zima w mieście” oraz „lato w mieście”. Pływalnie w tym czasie nie tylko proponują dodatkowe atrakcje (np. na będącym przedmiotem zainteresowania niniejszego artykułu obiekcie wystawiany jest tor przeszkód), ale również obniżają cenę biletu na wejście lub na wybrane atrakcje (np. sauny). Niektóre z nich oferują nawet darmowe zajęcia nauki pływania dla dzieci. Oprócz tego pojawiają się okresy, w których silnie zauważalne są czynniki społeczne. Należą do nich, np. postanowienia noworoczne, skutkujące zdecydowanym wzrostem klientów w styczniu, czy zbliżające się wakacje i pojawiająca w mediach presja na idealną sylwetkę. Oprócz tego są oczywiście również pory dnia, kiedy niecka basenowa jest niemal pusta, dlatego określenie niezbędnej z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa liczby ratowników jest niezwykle trudne. Z jednej strony ograniczeniem są koszty wynikające z zatrudnienia każdego kolejnego pracownika, a z drugiej odpowiedzialność za życie i zdrowie pływających osób. Duża zmienność nie zachęca do eksperymentów, a też nawet jej dokładna znajomość w trybie dobowym nie byłaby możliwa do uwzględnienia w grafiku ratowników, którzy musieliby przychodzić do pracy na kilka wybranych godzin

Rysunek 1

Liczba klientów pływalni w dniach od 12.2017 r. do 11.2018 r.



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1

Podstawowe miary opisowych statystyk zgrupowane wg miesiąca

Miesiąc	Liczba obserwacji	Średnia (liczba osób)	Mediana (liczba osób)	Minimum (liczba osób)	Maksimum (liczba osób)	Odch. std (liczba osób)	Wsp. zm. (%)
styczeń	31	203	202	118	293	50,14	24,76
luty	28	171	183	108	240	42,70	25,00
marzec	31	95	112	47	132	31,81	33,40
kwiecień	30	110	128	52	162	39,58	36,08
maj	31	110	121	72	147	28,88	26,26
czerwiec	30	174	193	111	221	37,14	21,32
lipiec	31	198	196	111	344	65,16	32,91
sierpień	31	209	204	128	303	55,70	26,60
wrzesień	30	104	121	57	143	31,45	30,23
październik	31	99	113	42	145	32,10	32,35
listopad	30	111	121	60	165	36,83	33,19
grudzień	31	199	200	118	282	33,35	16,76

Źródło: opracowanie własne.

w ciągu dnia. Warto jednak rozważyć wahania w dłuższym okresie czasu, pozwalające wyznaczyć, np. minimalną liczbę ratowników stałych oraz niezbędną sezonowych, zatrudnianych jedynie w czasie największych szczytów w poszczególnych dniach i miesiącach w roku.

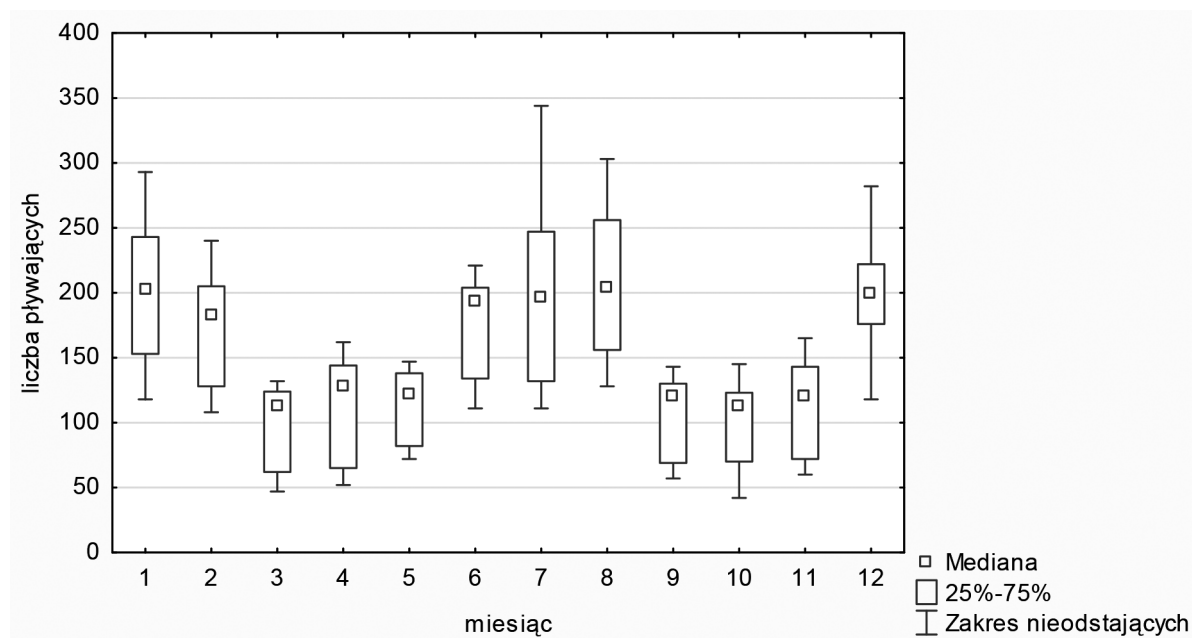
Zgodnie z powyższymi rozważaniami, liczba klientów analizowanej pływalni również podlega opisanym trendom (rys 1). Istnieją przedziały czasu, w których średnia oscyluje wokół wartości 200 i są to miesiące grudzień–styczeń oraz czerwiec–sierpień.

W pozostałych miesiącach średnia jest w granicach 100 osób. Sugeruje to występującą sezonowość miesięczną, dlatego obliczono podstawowe miary statystyczne dla wszystkich zgromadzonych obserwacji wraz z uwzględnieniem podziału na miesiące (tab. 1). Otrzymane wyniki pokazują, że średnie w poszczególnych grupach różnią się między sobą i ponadto mają zdecydowanie inną wartość niż średnia dla wszystkich obserwacji.

Największe wskazania dotyczą stycznia i sierpnia, ale wysokie są także w grudniu i czerwcu (rys. 2).

Rysunek 2

Średnia liczba klientów pływalni w poszczególnych miesiącach roku



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Podstawowe miary statystyk opisowych zgrupowane wg dnia tygodnia

Dzień tygodnia	Liczba obserwacji	Średnia (liczba osób)	Mediana (liczba osób)	Minimum (liczba osób)	Maksimum (liczba osób)	Odch. std (liczba osób)	Wsp. zmn. (%)
zbiorcze	365	149	138	42	344	61,31	41,24
poniedziałek	53	174	151	113	312	53,22	30,58
wtorek	52	108	107	47	189	41,56	38,63
środa	52	109	105	51	209	44,74	41,03
czwartek	52	108	84	42	214	48,47	44,88
piątek	52	176	166	106	293	51,55	29,27
sobota	52	182	178	112	283	54,08	29,70
niedziela	52	183	161	113	344	58,90	32,14

Źródło: opracowanie własne.

Duża liczba osób na początku roku wynika z świątecznych deklaracji i noworocznych postanowień. Jest to zjawisko odnotowywane w większości obiektów sportowych, które przeżywają noworoczne obłężenie, stopniowo wykuszające się w okolicach marca. Takie doświadczenia mają siłownie, kluby fitness czy oferujące naukę sportów walki. Miesiące letnie to okres wolny od szkoły, kiedy pływalnie wychodzą z ofertą przede wszystkim w kierunku dzieci spędzających w mieście wakacje. Częstszym odwiedzinom pływalni sprzyja również grudzień, zapewne ze względu na większą liczbę dni wolnych od pracy w czasie Świąt Bożego Narodzenia.

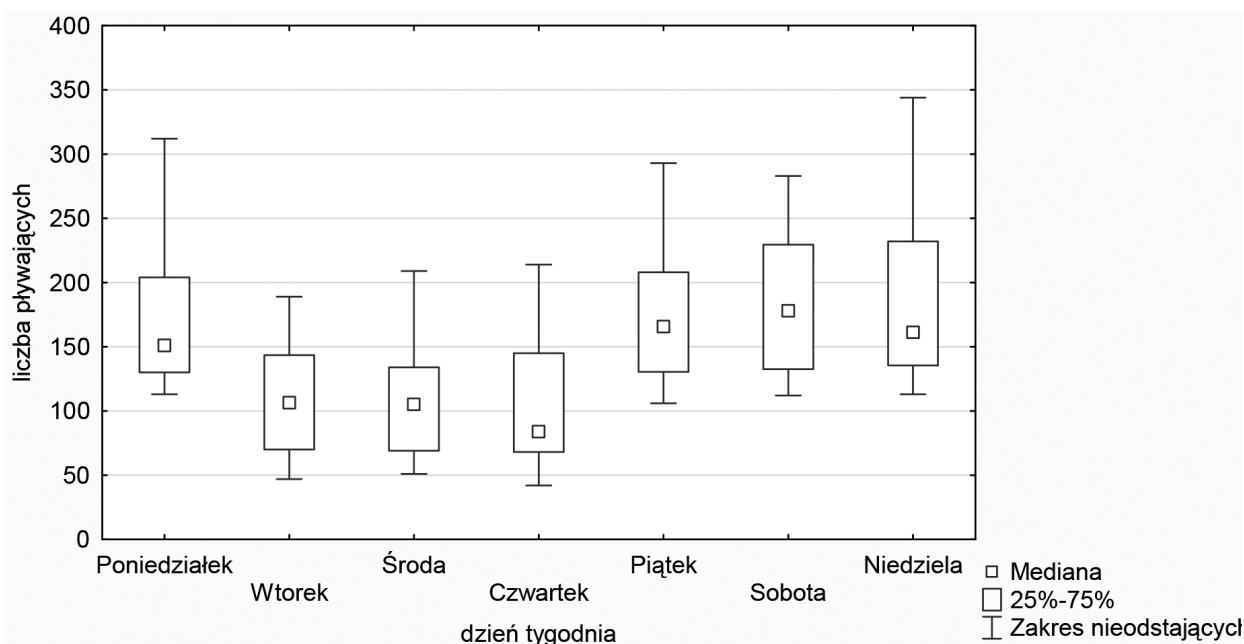
Na rysunku 1, oprócz sezonowości miesięcznej widoczna jest też zmienność wynikająca z dni tygodnia (rys. 3), której wpływ na liczbę klientów również jest znaczny. Średnio w każdym dniu pływalnię odwiedza 149 osób, jednak w poniedziałki, piątki, soboty i niedziele liczba ta wzrasta do około 180, a w pozostałe dni jest w okolicach 100. Wyniki obliczonych miar statystyk opisowych zgrupowanych wg dni tygodnia przedstawia tabela 2.

Różnice pomiędzy poszczególnymi dniami widoczne są dobrze na wykresie ramkowym, przedstawionym na rysunku 3.

Wszystkie zidentyfikowane zmienne, wpływające na liczbę klientów pływalni, powinny być wzięte pod

Rysunek 3

Średnia liczba klientów pływalni w poszczególnych dniach tygodnia



uwagę w planowaniu liczby ratowników. Pozwoli to uniknąć sytuacji, kiedy na jednego ratownika przypada nawet około 30 osób. Szczególnie przydatne w takim planowaniu są prognozy analizowanego zjawiska, pozwalające z większą precyzją zaplanować przyszłe zadania. Dlatego w artykule zaproponowano metodę predykcji liczby klientów pływalni w oparciu o zmienne objaśniające wynikające z kalendarza. W tym celu wykorzystano metodę regresji wielorakiej. Ponieważ dni tygodnia i miesiąca są zmiennymi jakościowymi, aby wykorzystać je w modelu regresji konieczne jest ich przekodowanie na zmienne binarne. Oszacowanie takiego modelu jest możliwe jedynie wówczas, kiedy jedna zmienna dla każdej zidentyfikowanej kategorii dla danego atrybutu zostanie pominięta w procesie estymacji (Mitkow, 2018, s. 501–526). Najczęściej rezygnuje się z tej, która ma najniższą wartość średnią, wówczas pozostałe odnoszą się do tego poziomu i posiadają dodatnie współczynniki. Otrzymany w ten sposób model składa się z wyrazu wolnego β_0 , sumy iloczynów parametrów strukturalnych i zmiennych binarnych reprezentujących sezonowość miesięczną D_{mk} gdzie $K = \{1, 12\}$ oraz tygodniową D_{in} gdzie $n = \{1, 7\}$, oraz składnika losowego ε (1).

$$y = \beta_0 + \beta_1 D_{t1} + \delta_1 D_{m1} + \dots + \beta_n D_{tn} + \delta_k D_{mk} + \varepsilon \quad (1)$$

Oszacowane zgodnie z powyższymi założeniami parametry modelu regresji wielorakiej, wraz z wartością statystyki testowej oraz otrzymanym poziomem prawdopodobieństwa przedstawiono w tabeli 3. Pominięto dla dni tygodni zamienną dla wtorku, a dla miesięcy zmienną dla marca.

Skorygowany współczynnik regresji dla tak skonstruowanego modelu wynosi 87% co jest wynikiem zadowalającym, gdyż na decyzję o pójściu na pływalnię nie wpływa, jak już wspomniano, tylko dzień tygodnia czy miesiąc, ale również wiele innych czynników, trudnych do opisanego, wynikających z osobistych upodobań klientów. Nie wszystkie oszacowane współczynniki modelu regresji są statystycznie istotne, jednak ich usunięcie mogłoby utrudnić interpretację, dlatego zdecydowano o ich pozostawieniu w modelu. Ostatecznie przyjmuje on postać (2):

$$y = 53,18 + 65,69 D_{t1} + 1,18 D_{t3} + 2,04 D_{t4} + 69,07 D_{t5} + 75,51 D_{t6} + 75,96 D_{t7} + 109,86 D_{m7} + 76,29 D_{m2} + 13,21 D_{m4} + 19,37 D_{m5} + 77,57 D_{m6} + 102,9 D_{m7} + 116,53 D_{m8} + 7,21 D_{m9} + 6,54 D_{m10} + 16,82 D_{m11} + 101,43 D_{m12} \quad (2)$$

Ostatnim etapem jest diagnostyka modelu. Polega ona na analizie reszt. W prawidłowo zbudowanym modelu rozkład reszt powinien mieć rozkład normal-

Tabela 3

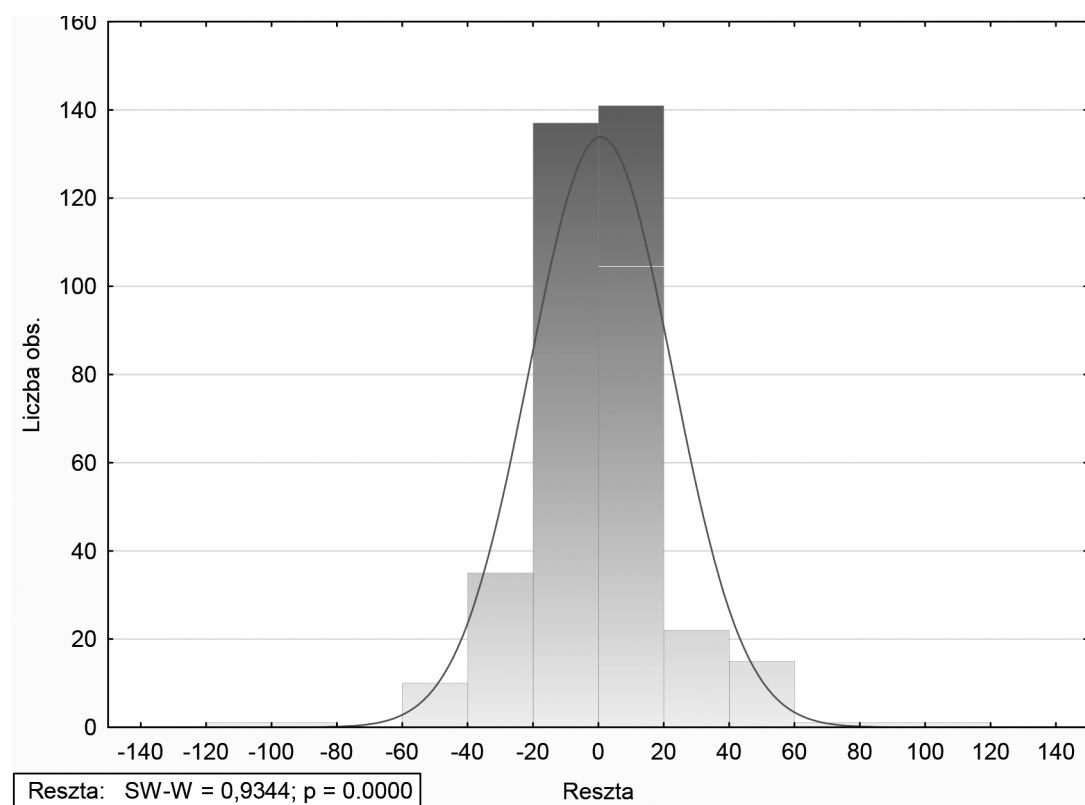
Parametry modelu regresji wielorakiej wraz z wartością statystyki testowej oraz otrzymanym poziomem prawdopodobieństwa p

$R^2 = 0,874$ Popraw. $R^2 = 0,8679$ $F(17,347) = 141,74$ $p < 0,0000$ Błąd std. estymacji: 22,278 				
$N = 365$	b	Bł. std.	$t(347)$	p
W. wolny	53,18	4,95	10,75	0,0000
poniedziałek	65,69	4,35	15,10	0,0000
środa	1,18	4,37	0,27	0,7873
czwartek	2,04	4,37	0,47	0,6416
piątek	69,07	4,37	15,79	0,0000
sobota	75,51	4,37	17,26	0,0000
niedziela	75,96	4,37	17,37	0,0000
styczeń	109,86	5,66	19,40	0,0000
luty	76,29	5,81	13,13	0,0000
kwiecień	13,21	5,71	2,31	0,0213
maj	19,37	5,66	3,42	0,0007
czerwiec	77,57	5,71	13,59	0,0000
lipiec	102,90	5,66	18,17	0,0000
sierpień	116,53	5,66	20,59	0,0000
wrzesień	7,21	5,71	1,26	0,2073
październik	6,54	5,66	1,15	0,2490
listopad	16,82	5,71	2,95	0,0034
grudzień	101,43	5,66	17,91	0,0000

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4

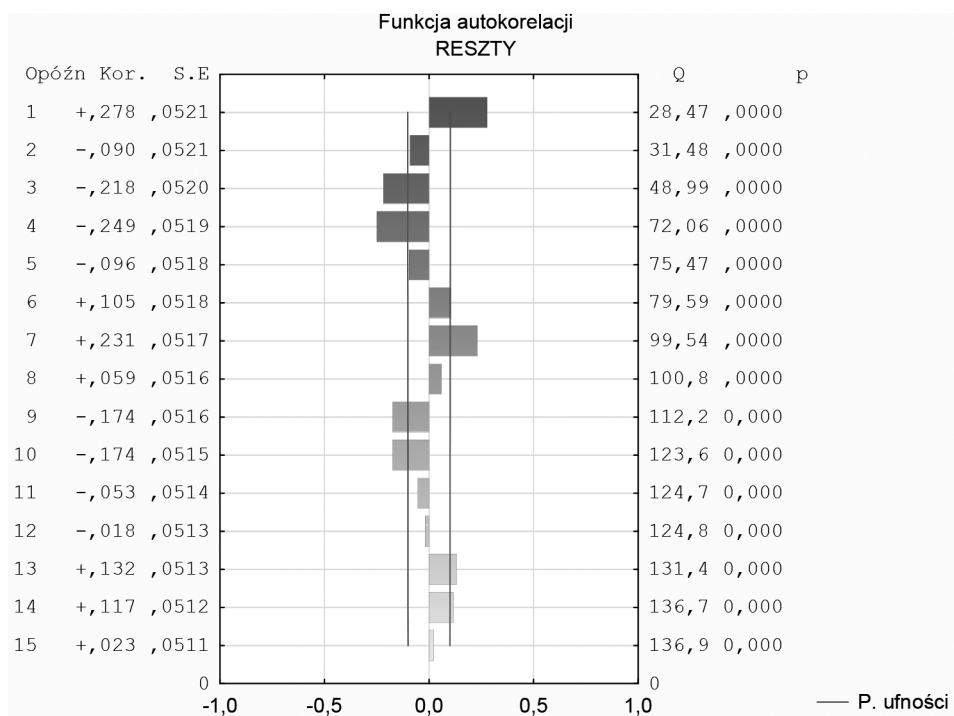
Histogram rozkładu reszt modelu regresji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5

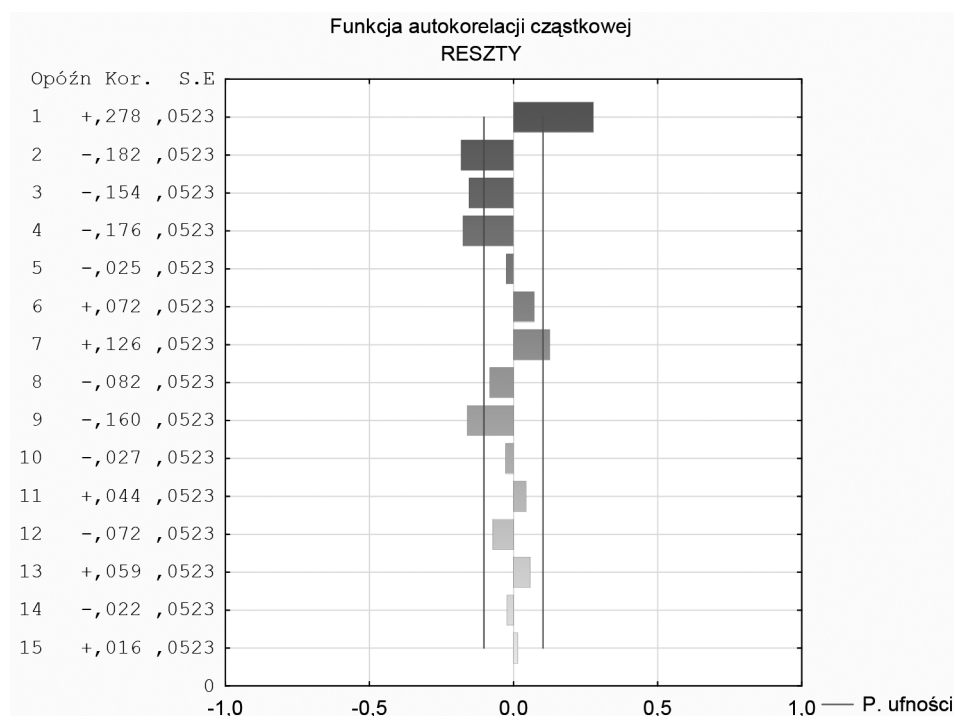
Wykres funkcji autokorelacji dla reszt modelu regresji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 6

Wykres funkcji autokorelacji cząstkowej dla reszt modelu regresji



Źródło: opracowanie własne.

ny i nie powinny zachodzić korelacje pomiędzy predyktorami. Niestety badanie normalności rozkładu nie przyniosło oczekiwanych rezultatów. W przeprowadzonym teście Shapiro-Wilka wartość statystyki testowej wyniosła 0,9344 co oznacza, że z wartością prawdopodobieństwa $p = 0,00$ nie ma podstaw do przyjęcia hipotezy H_0 mówiącej o tym, że próba pochodzi z rozkładu normalnego. Histogram rozkładu reszt pokazano na rysunku 4.

Sprawdzono również czy nie pozostały w modelu niewyjaśnione nim zależności między poszczególnymi zmiennymi objaśniającymi. W tym celu wykreślono funkcję autokorelacji (rys. 5) i autokorelacji cząstkowej (rys. 6) dla reszt modelu.

Niestety na obu wykresach pojawiają się statystycznie istotne korelacje, co oznacza, że błędy przewidywania liczby potencjalnych użytkowników pływalni na podstawie utworzonego modelu regresji są od siebie zależne, ich rozkład nie jest losowy, zatem istnieją jeszcze nieopisane modelem zależności. Ponieważ w analizowanym przykładzie nie ma możliwości uzupełnienia modelu o dodatkowe zmienne objaśniające wynikające z innych czynników wpływających na częstość korzystania z usług pływalni, nie ma możliwości zaproponowania lep-

szej wersji modelu regresji. Być może bardziej wiarygodne rezultaty przyniosłoby zastosowanie innych metod predykcji opartych na analizie szeregów czasowych, np. metod autoregresyjnych lub średniej ruchomej, co będzie przedmiotem dalszych analiz autora.

Zakończenie

Prognozowanie w systemach, na które wpływa wiele różnych czynników jest trudne ze względu na brak możliwości zidentyfikowania wszystkich zmiennych. Zaprezentowany w artykule przykład bardzo dobrze oddaje to zjawisko. Niemniej jednak udało się zaproponować model, w którym badany popyt jest objaśniany z 87% dokładnością, co jest zadowalającym wynikiem w obliczu tak wielu aspektów, które wpływają na decyzję o skorzystaniu z usług pływalni. Tak skonstruowana prognoza może z powodzeniem pełnić funkcję doradczą w procesie określania niezbędnej liczby ratowników zabezpieczających bezpieczeństwo użytkowników pływalni w zależności od dnia tygodnia i miesiąca kalendarzowego.

Bibliografia

- Ambroży, T., Mucha, D., Ambroży, D., Ostrowski, A., Dobrzański, P. (2015). Logistyka działań w ratownictwie wodnym. *Logistyka*, (4), 7208–7218.
- Bilska, A., Kuśmińska-Fijałkowska, A. (2015). Rescue in crisis management. *Logistyka*, (4), 7839–7843.
- Bornikowska A., Ambroży, T., Ambroży, D., Juskiewicz, M., Mucha D. (2015). Dystrybucja bezpieczeństwa jako element logistyki w ratownictwie wodnym. *Logistyka*, (4), 7574–7587.
- Borucka, A. (2014). Przewóz osób w Polsce w świetle zmian legislacyjnych. *Logistyka*, (6), 468–475.
- Borucka, A. (2013). Funkcjonowanie wojskowych oddziałów gospodarczych w nowym systemie logistycznym sił zbrojnych. *Logistyka*, (6), 39–48.
- Borucka, A. (2013). Analiza polskiego transportu samochodowego. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (39), 13–23.
- Borucka, A. (2018). Analysis of the effectiveness of selected demand forecasting models. *Współczesna Gospodarka*, 2(9), 41–55.
- Borucka, A. (2018). Application of ARIMA Models for the Analysis of Utilization Process of Military Technical Objects. *Logistyka i Transport*, 1(37), 13–22.
- Borucka, A. (2018). *Forecasting of fire risk with regard to readiness of rescue and fire-fighting vehicles* (397–395). Interdisciplinary Management Research XIV. Croatia.
- Borucka, A. (2018). *Markov models in the analysis of the operation process of transport means* (1073–1082). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Belgrad.
- Borucka, A. (2018). *Risk Analysis of Accidents in Poland Based on ARIMA Model, Transport Means* (162–166). Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Borucka, A. (2018). *Three-state Markov model of using transport means* (3–19). Business Logistics In Modern Management. Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Croatia.
- Borucka, A., (2018). *Model of the operation process of aircraft in the transport system* (22–30). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Serbia.
- Michniewicz, I., Michniewicz, R. (2017). Jednoczesność korzystania z obiektu wodnego. *Life and Movement*, 1(11), 3–13.
- Mikosz, B., Borucka, A. (2008). Organizacja gospodarki odpadami w siłach zbrojnych na tle zmian militarnych i nowych wyzwań stawianych polskiej armii. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, (8), 1–12.
- Mitkow, Sz., Borucka, A. (2018). *Mathematical model of travel times related to a transport congestion: an example of the capital city of Poland — Warsaw* (501–526). Business Logistics In Modern Management. Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Croatia.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 23 stycznia 2012 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących liczby ratowników wodnych zapewniających stałą kontrolę wyznaczonego obszaru wodnego. Dz. U. 2012 poz. 108.
- Skoczyński, P., Świderski, A., Borucka, A. (2018) *Characteristics and Assessment of the Road Safety Level in Poland with Multiple Regression Model* (92–97). Transport Means. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Szczepański, E., Jacyna-Gołda, I., Świderski, A., Borucka, A. (2019). Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company. *Eksploracja i Niezawodność — Maintenance and Reliability*, 1(21), 1–9. dx. doi. org/10.17531/ein. 2019.1.1
- Świderski, A, Borucka, A. (2018) Mathematical Analysis of Factors Affecting the Road Safety in Selected Polish Region, Transport Means, Proceedings of the 22nd International Scientific Conference part II, Lithuania, 651– 654.
- Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. o bezpieczeństwie osób przebywających na obszarach wodnych. Dz. U. z 2016 r., poz. 656 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. — Prawo wodne Dz. U. 2017 poz. 1566.
- Waśniewski, T., Borucka, A. (2011). Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (37), 223–233.
- Wielgosik, M., Borucka, A. (2016). Istota i znaczenie służby przygotowawczej i szkolenia rezerw. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (45), 51–66.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). A method for determination of combat vehicles availability by means of statistic and econometric analysis. *Safety and Reliability. Theory and Applications*, ESREL, 2925–2934.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). Application of Markov processes to the method for analysis of combat vehicle operation in the aspect of their availability and readiness. *Safety and Reliability. Theory and Applications*, ESREL, 2343–2352.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). Research of automotive vehicles operation process using the Markov model. *Safety and Reliability. Theory and Applications*, ESREL, 2353–2362.

Księgarnia internetowa Polskiego Wydawnictwa Ekonomicznego
zaprasza na zakupy **z rabatem 15%**

www.pwe.com.pl

