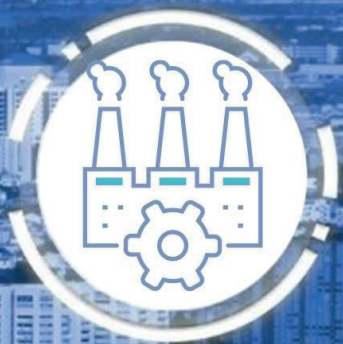




ZARZĄDZANIE PRZEDSIĘBIORSTWEM WOBEC WSPÓŁCZESNYCH WYZWAŃ TECHNOLOGICZNYCH, SPOŁECZNYCH I ŚRODOWISKOWYCH



POD REDAKCJĄ
Anny Walaszczyk
Małgorzaty Koszewskiej

Monografie Politechniki Łódzkiej

**Zarządzanie przedsiębiorstwem
wobec współczesnych wyzwań
technologicznych, społecznych
i środowiskowych**

*pod redakcją
Anny Walaszczyk
Małgorzaty Koszewskiej*

**Monografie
Politechniki Łódzkiej 2021**

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Ryszard Budzik

dr hab. inż. Robert Kucęba

Projekt okładki: Aleksandra Gajderowicz

Redakcja, korekta: Tomasz Krakowiak

Skład i łamanie: Aleksandra Gajderowicz

© Copyright by Politechnika Łódzka, Łódź 2021

ISBN 978-83-66287-82-2

DOI: 10.34658/9788366287822

<https://doi.org/10.34658/9788366287822>

Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223

Tel. 42-631-20-87, 42-631-29-52

E-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl

www.wydawnictwo.p.lodz.pl

Monografie Politechniki Łódzkiej, Nr 2345

Wydanie pierwsze

Nakład 100 egz.; 12,0 arkuszy drukarskich

Druk i oprawa: Drukarnia Quick-Druk,

90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

Spis treści

Wstęp.....	5
<i>Artur Błaszczyk</i> Rola i potencjał dużych zbiorów danych w utrzymaniu ruchu.....	7
<i>Paulina Kalinowska</i> Zarządzanie kompetencjami służb utrzymania ruchu w dobie Industry 4.0.....	21
<i>Anna Mączewska</i> Deficyt zasobów ludzkich wyzwaniem w zarządzaniu przedsiębiorstwem w kontekście megatrendów.....	33
<i>Andrzej Mróz</i> Integracja systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy według normy PN-ISO 45001:2018 z normą PN-EN ISO 9001:2015 w zakładzie produkcyjnym – studium przypadku.....	47
<i>Nina Olender, Aleksandra Polak-Sopińska</i> Standaryzacja procesu a wdrażanie komponentów Industry 4.0.....	59
<i>Katarzyna Rybińska</i> Zarządzanie bezpieczeństwem żywności – innowacje.....	78
<i>Artur Szymonik</i> Zastosowanie teorii kolejek do estymacji poziomu wykorzystania oddziałów intensywnej terapii.....	95
<i>Andrzej Szymonik</i> Determinanty bezpieczeństwa środowiska naturalnego i ekologii.....	106
<i>Anna Walaszczyk, Joanna Mnich</i> Kultura bezpieczeństwa żywności jako wymaganie-wyzwanie dla przedsiębiorstw łańcucha żywnościowego.....	124

Magdalena Wróbel-Lachowska

Wyzwania elastyczności czasowej i przestrzennej pracy –
studium teoretyczne.....140

Lukasz Zwoliński

Bezpieczeństwo w logistyce transportu.....161

Katarzyna Żykwieńska-Rouba

Optymalizacja wielokryterialna w procesach decyzyjnych i jej wykorzystanie
w zarządzaniu środowiskiem w zrównoważonych miastach.....174

Wstęp

Oddajemy w Państwa ręce monografię naukową pod tytułem *Zarządzanie przedsiębiorstwem wobec współczesnych wyzwań technologicznych, społecznych i środowiskowych*. Publikacja ta jest zbiorem dwunastu opracowań naukowych, stworzonych w części przez pracowników Katedry Zarządzania Produkcją i Logistyki Politechniki Łódzkiej, a także przez osoby współpracujące z jednostką na gruncie naukowym i biznesowym.

Problematyka opracowania skupiona jest wokół tematów związanych z Przemysłem 4.0., logistyką, systemami informacyjnymi, zarządzaniem jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem żywności, a także zasobami ludzkimi pod kątem ergonomii oraz megatrendów. Celem powstania niniejszej pracy było pokazanie wielowymiarowości zarządzania przedsiębiorstwem. Liczba aspektów, która składa się na efektywne funkcjonowanie organizacji na rynku wskazuje na złożoność problematyki stanowiącej przedmiot monografii. Większość opracowań, składających się na tę publikację ma odniesienie do praktyki gospodarczej poprzez przedstawienie wyników badań w zakresie podejmowanego tematu oraz analizy studiów przypadków. W przedstawionych treściach znajduje się nawiązanie do obecnie bardzo aktualnych problemów, z którymi boryka się wiele firm na rynku. Obejmują one na przykład wyzwania w kontekście zarządzania zasobami ludzkimi w dobie ich deficytu czy elastyczności czasowej i przestrzennej pracy, systemów zarządzania i związanych z nimi aspektów integracji, standaryzacji i kultury bezpieczeństwa oraz bardzo szerokiego tematu logistyki, skupionego w opracowaniach na ekologiczności, bezpieczeństwie transportu i utrzymaniu ruchu.

Zakładanymi odbiorcami-czytelnikami monografii są przedstawiciele biznesu i nauki, a także studenci, którzy potencjalnie mogą stanowić kadre zarządzającą przedsiębiorstw w przyszłości. Mamy nadzieję, że zawarte w monografii wyniki badań, analizy studiów przypadków i studia literaturowe, będą stanowiły dla Państwa wartość dodaną.

Anna Walaszczyk
Małgorzata Koszewska

ROLA I POTENCJAŁ DUŻYCH ZBIORÓW DANYCH W UTRZYMANIU RUCHU

Artur Błaszczyk

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

artur.blaszczyk@p.lodz.pl

Streszczenie: *Aplikacje gromadzące dane zyskują coraz większe znaczenie dla procesów produkcyjnych i utrzymania ruchu. Podczas codziennych operacji generowane są duże liczby plików i ich obfitość często paradoksalnie utrudnia zdolność do wyciągania użytecznej wiedzy. Ponadto duża liczba danych przechowywanych w często niepołączonych ze sobą bazach utrudnia ręczne analizowanie cennych wiadomości dla podejmowania decyzji. Współcześnie potrzebne są nowe narzędzia i techniki, które mogą w sposób inteligentny analizować zebrane informacje i dostarczać użytecznej wiedzy na potrzeby utrzymania ruchu. W dokumencie tym zbadano rolę danych dla funkcji konserwacji i sytuacje, w których nieprawidłowe zarządzanie nimi może powodować problemy zamiast dostarczać rozwiązania.*

Słowa kluczowe: utrzymanie ruchu, CMMS, zarządzanie zasobami.

1. Wprowadzenie

Dane są ważnym narzędziem w rękach personelu utrzymania ruchu, a proces ich pozyskiwania stał się prostszy i ekonomicznie przystępniejszy wraz z postępem technologicznym w systemach sprzętowych i oprogramowaniu. Duża ilość plików generowanych i gromadzonych przez służby zarządzające aktywami często nie jest wykorzystywana na pożądanym poziomie. W literaturze można napotkać dowody świadczące o tym, że większość organizacji dysponuje znacznie większymi zbiorami danych niż są w stanie wykorzystywać, a jednocześnie nie mają danych, których potrzebują [1]. Ponadto występują problemy związane z nieprawidłową jakością plików, co prowadzi do ich dezaktualizacji i stają się przestarzałe w organizacji. Pomimo tego, że rosnąca liczba wbudowanych systemów doprowadziła do wybuchu ery generowania danych, to wydaje się, że na szczeblu kierowniczym ludzie nie są przekonani, że posiadają wystarczająco dużo prawidłowych, wiarygodnych, spójnych i aktualnych informacji, na podstawie których mogliby podejmować decyzje [2]. Firmy z każdej branży zmagają się z trudnościami, a czasem wręcz bankrutują – w wyniku słabego dostępu do

danych i zarządzania nimi, niemożności ich przetłumaczenia na cenne informacje oraz ich złej jakości [3].

Współcześnie istnieje kilka poważnych trudności napotykanych w przypadku utrzymania ruchu bazującego na stanie technicznym urządzeń (CBM – ang. *Condition Based Maintenance*). Ze względu na ogólnie dużą ilość generowanych danych, może zaistnieć konieczność ich gromadzenia z zasobów rozproszonych na znacznym obszarze i w konsekwencji pojawia się problem ich akwizycji. Ponadto istnieje możliwość potrzeby scalenia plików celem dostarczenia wszelkich użytecznych informacji, z uwzględnieniem czasu potrzebnego na ich pozyskanie z dodatkowych źródeł, zintegrowania z resztą w celu bardziej zrozumiałej interpretacji oraz – na koniec – dostępności eksperta, który przekształci je na użyteczne informacje dla utrzymania ruchu. Dostęp do wykwalifikowanych specjalistów jest niestety niewielki, a zatem nawet w przypadku uruchomienia programu monitorowania stanu, awarie nadal często występują, nie realizując samego celu, dla którego dokonuje się inwestycji w CBM [4][5].

W celu rozwiązania powyższych problemów w obszarze zainteresowań znalazły się różne typy technologii informatycznych. Sztuczna inteligencja (AI – ang. *Artificial Intelligence*) dla podejmowania decyzji w utrzymaniu ruchu zaczęła pojawiać się w latach 80. w formie systemów eksperckich. W latach 90. natomiast obszarem zainteresowań stały się sztuczne sieci neuronowe i logika rozmyta. W literaturze dostępne są opracowania na temat sztucznej inteligencji [6][7] oraz jej zastosowania do monitorowania stanu [8][9]. Rozproszona AI była również stosowana do monitorowania stanu urządzeń po upowszechnieniu Internetu pod koniec lat 90. [10][11][12][13]. Od niedawna naukowcy zaczęli stosować technologie sieci i agentów w utrzymaniu ruchu, a przegląd tej kwestii został wydany przez Campos i Prakash [14], a następnie rozszerzony i zaktualizowany przez Campos [15]. Technologie te uzyskały szerszą akceptację ze względu na zdolność operatorów do działania na rozproszonych, otwartych środowiskach, takich jak Internet lub Intranet korporacyjny, a także dostęp do heterogenicznych i geograficznie oddalonych baz danych i źródeł informacji [16][17].

Obecnie, przy zwiększonej pojemności dysków przedsiębiorstwa gromadzą ogromną ilość plików. Odpowiedni wgląd w produkowane materiały stanowi wyzwanie oraz tworzy przewagę konkurencyjną dla firm, które są w stanie wykorzystać je optymalnie dla swoich korzyści [18]. Analiza dużych zbiorów danych w utrzymaniu ruchu znajduje się w fazie wprowadzania, gdzie przykładowe ramy i wytyczne są sugerowane oraz testowane w różnych sektorach przemysłu [19][20][21][22]. Implementacja powyższych systemów niesie ze sobą wiele możliwości, a także wyzwań ze względu na złożoność plików, co zostało podkreślone w niniejszej pracy.

2. Problematyka danych w zarządzaniu zasobami

Złożoność danych w zarządzaniu zasobami zlokalizowanymi w jednym miejscu lub rozproszonymi stanowi problem dla menedżerów i zaczyna się często z powodu niewłaściwego wyboru urządzeń i parametrów pomiarowych. W przedsiębiorstwach przemysłowych istnieje tendencja, aby mierzyć to, co łatwo mierzalne, a nie to, co jest wymagane [23], co powoduje zebranie bezużytecznym danych, które nie mają wartości analitycznej. Te nieprawidłowe pliki należy rozumieć w koncepcji biznesowej jako marnotrawstwo oraz bezproduktywną pracę [3]. Głównym problemem jest ich przekształcenie w informacje, które mogą być wykorzystane do podejmowania znaczących decyzji w zakresie zarządzania.

Ponadto organizacje borykają się z problemami związanymi z kompatybilnością z powodu występowania oddzielnych pakietów oprogramowania komputerowego do zarządzania firmą i do zarządzania zasobami technicznymi. Systemy te najczęściej nie są w stanie się ze sobą porozumiewać, co doprowadziło do wprowadzenia pojęcia „wysp informacyjnych”, i sprawia problemy w dostarczaniu informacji w czasie rzeczywistym z systemów utrzymania ruchu do systemów biznesowych [2].

Czynnik ludzki w pozyskiwaniu danych ma zarówno pozytywne, jak i negatywne aspekty. Z jednej strony człowiek ma większą tolerancję na niejednoznaczność i może przyswajać heterogeniczność, a bogactwo naturalnego języka w rzeczywistości niejednokrotnie dostarcza cennej głębi. Jednakże algorytmy analityczne maszyn oczekują jednorodnych danych i nie radzą sobie w odczytywaniu niuansów [24]. Może to prowadzić do problemów, w których operatorzy, którzy nie przechodzą odpowiednich szkoleń, odczytują niepoprawne i nieistotne dane, co prowadzi do tworzenia błędnych wniosków. Z drugiej strony część literatury podkreśla przewagę interwencji człowieka nad prostym bazowaniem na pomiarach z czujników. Czynniki ludzkie związane z gromadzeniem danych są ponadto bardziej wiarygodne ze względu na ścisłe związanie ze wskaźnikami własności i odpowiedzialności. Technicy i operatorzy zbierają próbki tylko wtedy, gdy uważają to za zasadne, a wyniki są udostępniane do konsultacji i wykorzystania [25]. Pomimo zdecydowanego wzrostu liczby czujników, które potrafią odczytywać i dostarczać dane, co pociąga za sobą dodatkowy koszt dla przedsiębiorstwa, wiele zakładów nadal rejestruje i aktualizuje je w systemach informatycznych w dużej mierze manualnie lub tylko półautomatycznie. Rozwiązanie technologiczne samo w sobie nie może poprawić integralności plików, ponieważ często wymaga systematycznych zmian instytucjonalnych [26].

Powody złożoności danych wynikające z ich złej jakości można podsumować jako [2]:

- nieodpowiednie struktury zarządzające do zapewnienia pełnego, terminowego i dokładnego raportowania,
- niewystarczające szkolenia i procedury dla osób zaangażowanych w gromadzenie plików,
- rozdrobnienie i niespokojność wśród jednostek zbierających dane,
- wymóg dotyczący nowych metod zarządzania, które wykorzystują dokładne i istotne dane, aby wspierać dynamiczne środowisko zarządzające.

3. Obszar dużych zbiorów danych

Wielkość dużych zbiorów danych najłatwiej zrozumieć empirycznie. Przykładowo, każdorazowe przeprowadzenie eksperymentu przez Wielki Zderzacz Hadronów w CERN jest w stanie wygenerować 40 terabajtów (TB) danych, a 30 minut pracy silnika samolotu Boeing tworzy 10 TB informacji dotyczących operacji [27]. Ponadto każda pojedyncza podróż przez Ocean Atlantycki może przynieść nawet 640 TB plików, a takich odbywa się dziennie ponad 25 tysięcy [27]. Przeładowanie ilością danych staje się w dzisiejszych czasach problemem. Na poziomie organizacyjnym generowane są ogromne ich ilości, w tym strukturalne i niestrukturalne, trwałe i czasowe itd. [2]. Projekty dotyczące dużych zbiorów danych nieustannie się rozwijają ze względu na konieczność obsłużenia użytkowników na większą skalę i ich rosnące wymagania [28]. Dane mogą być filtrowane i kompresowane w zależności od wielkości i znaczenia bez ograniczenia możliwości prowadzenia analiz. Jednym z wyzwań jest stałe definiowanie tych filtrów w taki sposób, aby nie odrzucały użytecznych informacji z tego względu, że dane pierwotne są często zbyt obszerne i niemożliwe jest nawet przechowanie ich wszystkich [24]. Duże zbiory danych składają z obszernych, heterogenicznych i autonomicznych źródeł, które są poddawane analizie i poszukiwaniu relacji między nimi.

Powyższe cechy stanowią wyzwanie dla czerpania użytecznej wiedzy z dużych zbiorów danych. Wielowymiarowość i rozmiar próbek w plikach rodzi następujące problemy [29]:

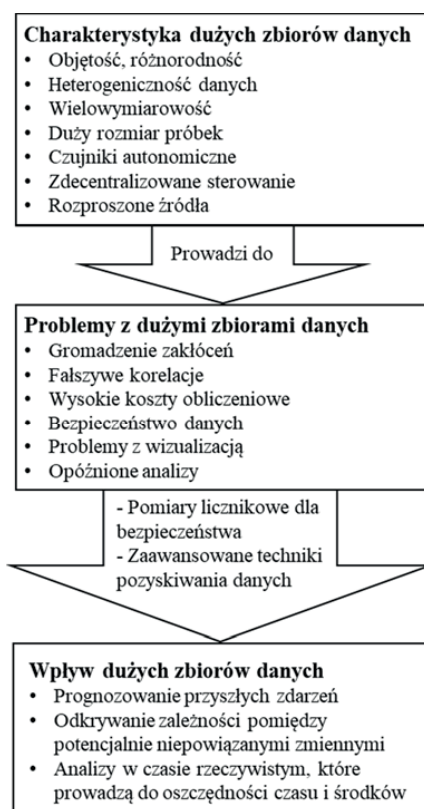
- nagromadzenie szumów i pozorne korelacje wynikające z wysokiej rozdzielczości,
- wysoki koszt obliczeniowy i niestabilność algorytmów ze względu na wysoką wymiarowość w dużych próbkach,
- zbieranie danych z różnych źródeł, w różnym czasie i przy użyciu różnych technologii, co tworzy problemy heterogeniczności i błędy statystyczne oraz wymaga opracowania bardziej adaptacyjnych i solidnych algorytmów.

Spojrzenie człowieka na duże zbiory danych również ulegało zmianie, gdy zaczęły się one stawać coraz obszerniejsze. W celu zmniejszenia luki pomiędzy

osobą a systemem tworzy się przyjazne dla użytkownika wizualizacje, które ukazują wyniki analiz w sposób intuicyjny, tak, aby możliwe było skuteczne zidentyfikowanie interesujących informacji. Jednym z wymagań jest odpowiednia wydajność systemu w czasie rzeczywistym, która pozwoli na szybkie przekształcenie zapytania użytkownika w odpowiednio przygotowaną odpowiedź [28][24].

4. Korzyści wynikające z dużych zbiorów danych

Duże zbiory danych rewolucjonizują obecnie wiele dziedzin i znalazły zastosowanie, między innymi, w medycynie [30], ekonomii i finansach [29] oraz prognozowaniu rynku akcji [31]. Mają one również duży potencjał w utrzymaniu ruchu. W poprzednim rozdziale omówiono wyzwania związane z analizą dużych zbiorów danych ze względu na ich wielowymiarowość i rozmiary próbek. Jednak wysoka dokładność danych pozwala także na wykorzystanie ich do opracowania skutecznych metod pozwalających na przewidzenie przyszłych zdarzeń



Rys. 1. Duże zbiory danych w utrzymaniu ruchu

Źródło: opracowanie własne.

oraz jednocześnie uzyskanie wglądu w związek pomiędzy cechami a generowaną reakcją. Gdy dane są już obecne, to jedynymi czynnikami ograniczającymi osiągnięcie wspomnianych celów jest ich dostępność do analiz oraz istnienie technik analitycznych [29]. Ważnym aspektem jest wyciągnięcie wniosków z danej analizy w odpowiednich ramach czasowych, w których są one nadal istotne. W przypadku utrzymania ruchu analiza parametrów stanu maszyny powinna prowadzić do uzyskania prognozy o nadchodzącej awarii zanim ona wystąpi, ponieważ po fakcie informacja ta stanie się bezwartościowa.

W celu sprostania oczekiwaniom dotyczącym analiz dużych zbiorów danych wydajność obliczeniowa powinna znacznie wzrosnąć. Ponadto duże dane, ze względu na ich kompresowanie, mogą prowadzić do nieścisłości statystycznych, co skutkuje niejednokrotnie fałszywymi korelacjami. Taka zmiana paradygmatu doprowadziła do znacznych postępów w opracowywaniu szybkich algorytmów, które są skalowalne do wielkich danych o dużej wymiarowości, co umożliwiła współpraca różnych dziedzin, takich jak statystyka, optymalizacja i matematyka stosowana [29]. Można wnioskować, że wraz z coraz większym zaawansowaniem prac, luka pomiędzy danymi a informacjami będzie wypełniana. Na rysunku 1 podsumowano problemy związane z dużymi zbiorami danych oraz podkreślono potrzebę posiadania środków bezpieczeństwa i technik pozyskiwania plików w celu wykorzystania ich pełnego potencjału.

5. Dane gromadzone w utrzymaniu ruchu

Badania dotyczące gromadzenia danych w utrzymaniu ruchu przeprowadzono w przedsiębiorstwach produkcyjnych o różnej wielkości i różnym czasie działania na rynku oraz reprezentujących różne branże i znajdujących się w różnych lokalizacjach. Firmy podzielono na trzy grupy w zależności od statusu implementacji komputerowych systemów zarządzania utrzymaniem ruchu (CMMS). Kwestionariusz ankietowy został zrealizowany przy pomocy formularza internetowego i użyto w nim pytań otwartych i zamkniętych, z możliwością jednokrotnego bądź wielokrotnego wyboru oraz wykorzystano odpowiednie skale nominalne, przedziałowe. Respondentami ankiety właściwej byli menedżerowie działów utrzymania ruchu i menedżerowie działów technicznych.

Wyniki badań opracowano przy zastosowaniu metod opisowych i wnioskowania statystycznego. W opisie badanych przedsiębiorstw oraz ich podgrup ze względu na fakt: implementacji CMMS, planowania implementacji CMMS lub nieplanowania implementacji CMMS w przyszłości, obliczono wskaźniki struktury. Dla porównania częstości występowania różnych odmian cech w podgrupach, badając zależności pomiędzy cechami, zastosowano test niezależności χ^2 .

Respondentom zadano pytanie dotyczące informacji gromadzonych w Dziale Utrzymania Ruchu. Wyniki zostały zebrane poniżej.

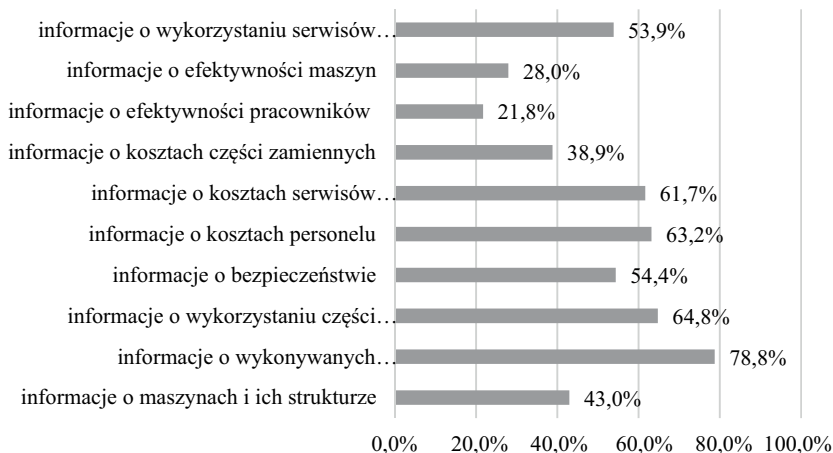
Analiza i porównanie kolejnych danych zbieranych w trzech grupach przedsiębiorstw wskazały istotną różnicę dla informacji o wykorzystaniu części zamiennych ($p < 0,05$), informacji o bezpieczeństwie ($p < 0,001$), informacji o kosztach personelu ($p < 0,05$), informacji o kosztach serwisów zewnętrznych ($p < 0,001$), informacji o efektywności pracowników ($p < 0,05$) oraz informacji o wykorzystaniu serwisów zewnętrznych ($p < 0,001$). Pozostałe informacje gromadzone przez Dział Utrzymania Ruchu nie różniły się istotnie w trzech porównywanych rodzajach firm ($p > 0,05$).

Tabela 1. Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu

Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu	CMMS						Razem (n = 193)	
	Wdrożony (n = 84)		Wdrożenie planowane (n = 66)		Brak, wdrożenie nieplanowane (n = 43)			
	n	Fracja	n	Fracja	n	Fracja	n	%
informacje o maszynach i ich strukturze	40	0,48	31	0,47	12	0,28	83	43,0%
informacje o wykonywanych działaniach (zlecenia pracy)	84	1,00	41	0,62	27	0,63	152	78,8%
informacje o wykorzystaniu części zamiennych	74	0,88	25	0,38	26	0,60	125	64,8%
informacje o bezpieczeństwie	84	1,00	7	0,11	14	0,33	105	54,4%
informacje o kosztach personelu	74	0,88	21	0,32	27	0,63	122	63,2%
informacje o kosztach serwisów zewnętrznych	84	1,00	16	0,24	19	0,44	119	61,7%
informacje o kosztach części zamiennych	35	0,42	23	0,35	17	0,40	75	38,9%
informacje o efektywności pracowników	25	0,30	5	0,08	12	0,28	42	21,8%
informacje o efektywności maszyn	30	0,36	12	0,18	12	0,28	54	28,0%
informacje o wykorzystaniu serwisów zewnętrznych	79	0,94	15	0,23	10	0,23	104	53,9%
inne	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,0%

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

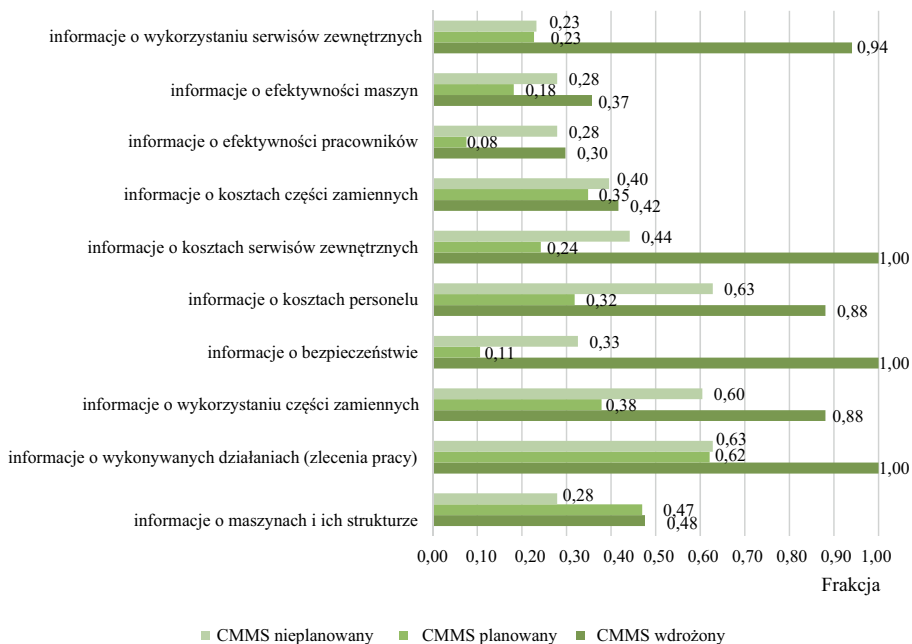
Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu



Rys. 2. Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu



Rys. 3. Informacje gromadzone w Dziale Utrzymania Ruchu

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że gromadzenie informacji w Dziale Utrzymania Ruchu jest dodatnio skorelowane z implementacją CMMS. System ten gwarantuje odpowiednie ich uporządkowanie i zarządzanie nimi oraz umożliwia dostęp do danych wielu pracownikom jednocześnie. Przedsiębiorstwa, które pracują dłuższy czas z CMMS odnotowują znaczną optymalizację kosztów konserwacji, czasu pracy techników, a także usług świadczonych przez firmy podwykonawcze. Z rozmów z respondentami wynika, że jest to duża wartość dodana, która nie mogłaby zostać osiągnięta przy tradycyjnym zbieraniu danych w formie papierowej.

Ankietowani zostali zapytani również o występowanie w firmie systemu rejestracji czasu pracy i awarii środków trwałych. Otrzymane wyniki zostały zestawione w poniższej tabeli.

Tabela 2. Występowanie w firmie systemu rejestracji czasu pracy i awarii środków trwałych

System rejestracji czasu pracy i awarii środków trwałych	CMMS						Razem	
	Wdrożony		Wdrożenie planowane		Brak, wdrożenie nieplanowane			
	n	Fracja	n	Fracja	n	Fracja	n	%
Tak	69	0,82	20	0,30	5	0,12	94	48,70%
Nie	15	0,18	46	0,70	38	0,88	99	51,30%
Razem	84	1,00	66	1,00	43	1,00	193	100,00%

$$\chi^2 = 70,2; p < 0,001$$

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

Okazało się, że istnieje istotna różnica występowania w przedsiębiorstwach systemu rejestracji czasu pracy i awarii środków trwałych w zależności od faktu implementacji lub braku implementacji CMMS ($p < 0,001$). Najczęściej system ten występuje w przedsiębiorstwach z wdrożonym informatycznym systemem zarządzania utrzymaniem ruchu (frakcja 0,82), następnie w organizacjach z planowanym wdrożeniem (frakcja 0,30), a najrzadziej w organizacjach, które wdrożenia CMMS nie planują (frakcja 0,12). W przypadku tych pierwszych wynika to z faktu oferowania niniejszej funkcjonalności przez system informatyczny.

Gromadzenie danych o awariach urządzeń jest szczególnie ważne we współczesnych przedsiębiorstwach ze względu na rotację pracowników. W przypadku wykorzystywania systemu informatycznego, osoby zatrudnione w dziale technicznym mają możliwość przejrzeć historyczne wpisy, które są nieocenionym źródłem wiedzy o maszynie i na ich podstawie zdiagnozować usterkę. Prawdopodobne jest, że przyczyny zostały już wcześniej określone i wystarczy je jedynie odszukać w programie.

Następnie zapytano respondentów o informacje dotyczące eksploatacji rejestrowane przez przedsiębiorstwo.

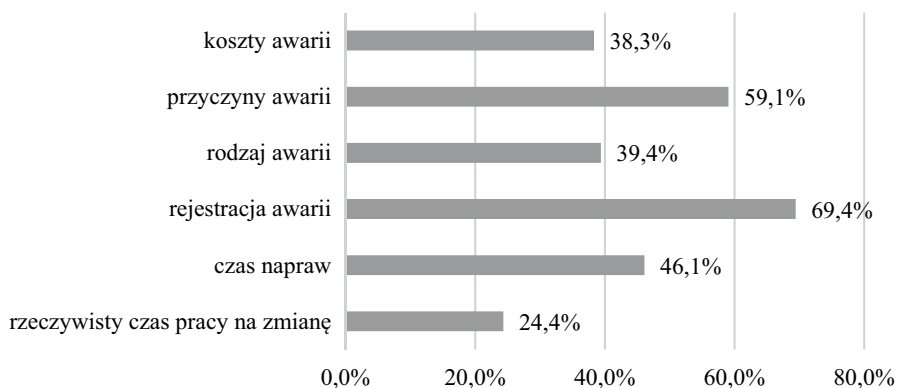
Tabela 3. Informacje dotyczące eksploatacji rejestrowane przez firmę

Rejestracja eksploatacji	CMMS						Razem (n = 193)	
	Wdrożony (n = 84)		Wdrożenie planowane (n = 66)		Brak, wdrożenie nieplanowane (n = 43)			
	n	Frakcja	n	Frakcja	n	Frakcja	n	%
rzeczywisty czas pracy na zmianę	25	0,30	11	0,17	11	0,26	47	24,4%
czas napraw	69	0,82	11	0,17	9	0,21	89	46,1%
rejestracja awarii	84	1,00	22	0,33	28	0,65	134	69,4%
rodzaj awarii	35	0,42	27	0,41	14	0,33	76	39,4%
przyczyny awarii	79	0,94	13	0,20	22	0,51	114	59,1%
koszty awarii	35	0,42	9	0,14	30	0,70	74	38,3%
inne	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,0%

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

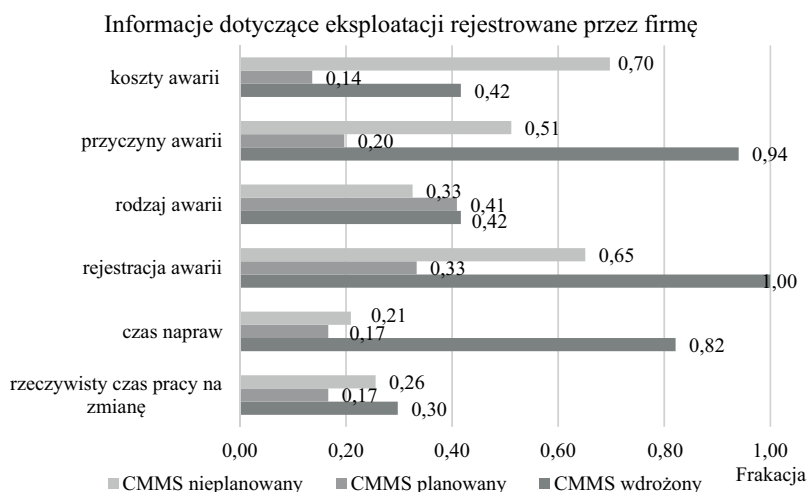
Jak wskazują wyniki, najczęściej zbierano informacje o wystąpieniu awarii (69,4%) oraz o przyczynach awarii (59,1%), a najrzadziej o rzeczywistym czasie pracy na zmianę (24,4%) i kosztach awarii (38,3%). Dwie ostatnie dane są istotne głównie ze względu na optymalizację budżetu działu utrzymania ruchu.

Informacje dotyczące eksploatacji rejestrowane przez firmę



Rys. 4. Informacje dotyczące eksploatacji rejestrowane przez firmę

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.



Rys. 5. Informacje dotyczące eksploatacji rejestrowane przez firmę

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

Tabela 4. Porównanie częstości rejestracji poszczególnych informacji o eksploatacji

Rejestracja eksploatacji	Wartość testu chi ²	Istotność p
rzeczywisty czas pracy na zmianę	2,171	p>0,05
czas napraw	28,51	p<0,001
rejestracja awarii	15,012	p<0,001
rodzaj awarii	0,49	p>0,05
przyczyny awarii	23,738	p<0,001
koszty awarii	15,941	p<0,001

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania.

Analiza i porównanie kolejnych rejestrowanych przez firmę danych o eksploatacji w trzech grupach przedsiębiorstw wskazały istotną różnicę dla czasu naprawy ($p<0,001$), rejestracji awarii ($p<0,001$), przyczyn awarii ($p<0,001$) oraz kosztów awarii ($p<0,001$). W przypadku informacji o rejestracji awarii, występowały zawsze tam, gdzie wdrożono CMMS (frakcja 1,00). Podobnie wyglądała sytuacja dla informacji o przyczynach awarii i czasie naprawy – frakcje odpowiednio 0,94 i 0,82. Dane o kosztach awarii najczęściej były rejestrowane w firmach nieplanujących implementacji CMMS (frakcja 0,70). Pozostałe rejestrowane w organizacjach informacje o eksploatacji miały zbliżoną częstość, która nie różniła się istotnie ($p>0,05$).

Występująca powszechnie presja we współczesnych przedsiębiorstwach na redukcję przestojów produkcji oraz generowanie corocznych oszczędności niejednokrotnie zmusza działy utrzymania ruchu do poszukiwania nowych metod i technik. Nieocenionym źródłem informacji są w takim przypadku CMMS, które umożliwiają analizowanie zgromadzonych w nich danych i wyciąganie wniosków. Organizacje analizują m.in. czas pracy techników i koszty konserwacyjne, dążąc do ich zoptymalizowania.

6. Podsumowanie

W niniejszym rozdziale przestudiowano problematykę dużych zbiorów danych oraz korzyści z nich płynące. W celu utrzymania konkurencyjności przez przedsiębiorstwa ważne jest zrozumienie ich wartości i jak najlepsze prowadzenie analiz, prowadzących do uzyskania wartościowych informacji. Wnioski te są szczególnie ważne z punktu widzenia utrzymania ruchu, ponieważ pozwalają na zdefiniowanie optymalnych strategii konserwacyjnych, co przekłada się na obniżenie awaryjności parku maszynowego oraz kosztów prowadzonych prac.

Współczesne opracowania pokazują, że obecnie tworzy się i wykorzystuje różne technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT), które umożliwiają przedsiębiorstwom organizowanie procesów. Należą do nich m.in. komputerowe systemy zarządzania utrzymaniem ruchu (CMMS). W przypadku ICT, takich jak pozyskiwanie danych i systemy dużych zbiorów danych, ważne jest zrozumienie celów i wymagań, aby było możliwe dobranie i użycie odpowiednich metod analitycznych. W związku z tym pracownicy utrzymania ruchu, którzy są ekspertami w dziedzinie wnioskowania, stają się kluczowymi osobami w organizacji, ponieważ informacje uzyskane w wyniku ich pracy mogą przyczynić się do zmniejszenia awaryjności parku maszynowego, a co za tym idzie – generowania oszczędności.

Literatura

- [1] Levitan A.V., Redman T.C., *Data as a resource: properties, implications and prescriptions*, "Sloan Management Review" 1998, t. 40, pp. 89-101.
- [2] Koronios A., Lin S., Gao J., (2005), *A Data Quality Model for Asset Management in Engineering Organizations*, Proceedings of the 10th International Conference on Information Quality, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge .
- [3] Gilliland G. et al., (2011), *Creating Value through data integrity: A pragmatic approach*, BCG Perspectives.
- [4] Rao J.S., Zubair M., Rao C., *Condition monitoring of power plants through the Internet*, "Integrated Manufacturing Systems" 2003, t. 14, pp. 508-517.

- [5] Prakash O., (2006), *Asset management through condition monitoring – how it may go wrong: a case study*, Proceedings of the 1st World Congress on Engineering Asset Management.
- [6] Kalogirou S.A., *Artificial intelligence for the modeling and control of combustion processes: A review*, “Progress in Energy and Combustion Science” 2003, t. 29, pp. 515-566.
- [7] Liao S.H., *Expert system methodologies and applications – a decade review from 1995 to 2004*, “Expert Systems with Applications” 2005, t. 28, pp. 93-103.
- [8] Warwick K., Ekwue A.O., Aggarwal R., (1997), *Artificial Intelligence Techniques in Power Systems*, Institution of Electrical Engineers, Stevenage.
- [9] Wang K., *Intelligent Condition Monitoring and Diagnosis System A Computational Intelligent Approach*, “Frontiers in Artificial Intelligence and Applications” 2003, t. 93.
- [10] Rao M., Yang H., Yang H., (1996), *Integrated distributed intelligent system for incident reporting in DMI pulp mill, Success and Failures of Knowledge-Based Systems in Real-World Applications*, Proceedings of the First International Conference, pp. 169-178.
- [11] Rao M., Zhou J., Yang H., (1998) *Architecture of integrated distributed intelligent multimedia system for on-line real-time process monitoring*, SMC’98 Conference Proceedings, 1998 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 1411-1416.
- [12] Rao M., Zhou J., Yang H., *Integrated distributed intelligent system architecture for incidents monitoring and diagnosis*, “Computers in Industry” 1998, t. 37, pp. 143-148.
- [13] Reichard K. M., Van Dyke M., Maynard K., (2000), *Application of sensor fusion and signal classification techniques in a distributed machinery condition monitoring system*, Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering, t. 4051, pp. 329-336.
- [14] Campos J., Prakash O., *Information and communication technologies in condition monitoring and maintenance*, “Information Control Problems in Manufacturing” 2006, pp. 3-8.
- [15] Campos J., *Survey Paper: Development in the Application of ICT in Condition Monitoring and Maintenance*, “Computers in Industry” 2009, t. 60, pp. 1-20.
- [16] Sycara K.P., *MultiAgent Systems*, “AI Magazine” 1998, t. 19.
- [17] Feng J.Q. et al., (2002), *A multi-agent based intelligent monitoring system for power transformers in distributed substations*, International Conference on Power System Technology Proceedings., t. 3, pp. 1962-1965.
- [18] Assuncao M. D. et al., *Big Data computing and clouds: Trends and future directions*, “Journal of Parallel and Distributed Computing” 2015, pp. 3-15.
- [19] Xu B., Kumar S., (2015), *Big Data Analytics Framework for System Health Monitoring*, IEEE International Congress on Big Data.
- [20] Fumeo E., Oneto L., Anguita D., *Condition Based Maintenance in Railway Transportation Systems Based on Big Data Streaming Analysis*, “Procedia Computer Science” 2015, t. 53, pp. 437-446.

- [21] Mohamed A., Hamdi M. S., Tahar S., (2015), *A machine learning approach for big data in oil and gas pipelines*, 2015 International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2015 International Conference on Open and Big Data (OBD). Proceedings, IEEE Computer Society.
- [22] Nunez A. et al., (2014), *Facilitating Maintenance Decisions on the Dutch Railways Using Big Data: The ABA Case Study*, 2014 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), IEEE.
- [23] Parida A., (2007), *Role of Condition Monitoring and Performance Measurements in Asset Productivity Enhancement*, 20th International Conference on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management.
- [24] Jagadish H.V. et al., *Big Data And Its Technical Challenges*, “Communications of The ACM” 2014, t. 57, pp. 86-94.
- [25] Kumar U. et al., *Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review*, “Journal of Quality in Maintenance Engineering” 2013, t. 19, pp. 233-277.
- [26] Orlikowski W.J., Barley S.R., *Technology and institutions: what can research on information technology and research on organizations learn from each other?*, “MIS Quarterly” 2001, t. 25, pp. 145-165.
- [27] Simon P., (2013), *Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data*, Wiley.
- [28] Chen G., Wua S., Wang Y., *The Evolvement of Big Data Systems: From the Perspective of an Information Security Application*, “Big Data Research” 2015, t. 2, pp. 65-73.
- [29] Fan J., Han F., Liu H., *Challenges of Big Data analysis*, “National Science Review” 2014, t. 1, pp. 293-314.
- [30] Hsieh J.C., Li A.H., Yang C.C., *Mobile, Cloud, and Big Data Computing: Contributions, Challenges, and New Directions in Telecardiology*, “International Journal of Environmental Research and Public Health” 2013, t. 10, pp. 6131-6153.
- [31] Bollen J., Mao H., Zeng X., *Twitter mood predicts the stock market*, “Journal of Computational Science” 2011, t. 2, pp. 1-8.

THE ROLE AND POTENTIAL OF BIG DATA IN MAINTENANCE

Abstract: *Data collection applications are becoming increasingly important for production and maintenance processes. During daily operations, large amounts of files are generated and their abundance often paradoxically hinders the ability to extract useful knowledge. Moreover, the large amount of data stored in often unconnected databases makes it difficult to manually analyze valuable information for decision making. Nowadays, new tools and techniques are needed that can intelligently analyze collected information and provide useful knowledge for maintenance. This document explores the role of data for maintenance functions and situations where mismanaged data may cause problems instead of providing a solution.*

Keywords: maintenance, CMMS, resource management.

ZARZĄDZANIE KOMPETENCJAMI SŁUŻB UTRZYMANIA RUCHU W DOBIE INDUSTRY 4.0

Paulina Kalinowska

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

paulina.kalinowska@p.lodz.pl

Streszczenie: *W świetle perspektyw rozwoju koncepcji Przemysł 4.0, a tym samym rozwoju wysoce zautomatyzowanych systemów, wzrosło zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników utrzymania ruchu. Duże ilości danych i informacji muszą być poprawnie interpretowane i analizowane w krótkim czasie. Obecnie w wielu przedsiębiorstwach pracownicy utrzymania ruchu podejmują decyzje na podstawie swoich wcześniejszych doświadczeń, natomiast Przemysł 4.0 zakłada, iż podejmowanie decyzji będzie wspierane komputerowo. Dopiero w praktyce okaże się, jaki rodzaj ingerencji człowieka będzie dominował. Dlatego też rodzi się pytanie, jakie kompetencje będą wymagane od pracowników obsługujących zautomatyzowane systemy w celu przewidywania sytuacji awaryjnych oraz szybkiego rozwiązywania problemów? W rozdziale dokonano identyfikacji i analizy kluczowych kompetencji pracowników utrzymania ruchu w dobie Industry 4.0, a także przedstawiono perspektywy szkoleń podnoszących kwalifikacje zawodowe.*

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, kompetencje służb utrzymania ruchu, edukacja, lifelong learning, szkolenia.

1. Wprowadzenie

Wyzwaniem przyszłości jest inteligentna produkcja, która będzie w stanie szybko dostosowywać swoją infrastrukturę do zmieniających się warunków na światowym rynku [1] Aby stawić czoła przyszłym wyzwaniom niemiecki rząd w 2011 podczas targów w Hanowerze przedstawił po raz pierwszy koncepcję Industry 4.0, której celem jest wprowadzenie firm w nową erę robotyzacji i komputeryzacji.

Koncepcja Przemysłu 4.0 może być ogólnie zdefiniowana jako przekształcenie oddzielnych zautomatyzowanych zakładów produkcyjnych w całkowicie zautomatyzowane i zoptymalizowane środowiska produkcyjne. Procesy produkcyjne połączone są poziomo i pionowo w ramach obecnych systemów w przedsiębiorstwach. W tym celu, czujniki, urządzenia i systemy IT są zintegrowane w łańcuch wartości w granicach przedsiębiorstwa. Dlatego właśnie systemy cyber-fizyczne stanowią podstawę dla inteligentnych fabryk. Fabryki te posiadają zdolność autonomicznej wymiany informacji poprzez wykorzystanie internetowych protokołów komunikacyjnych, reagując w ten sposób w czasie rzeczywistym na potencjalne błędy i dopasowując się do zmian zapotrzebowania konsumentów na produkty. Inteligentne fabryki zapewniają wytwarzanie konkurencyjnych produktów [2].

W ramach Przemysłu 4.0, oprócz współpracy między maszynami, wspiera się również współpracę między ludźmi i maszynami. Cyfrowy przemysł stawia dużo wymagań zarówno teoretykom, jak i praktykom w odniesieniu do maszyn. Dąży się bowiem do zwiększenia efektywności, produktywności, niezawodności maszyn, a także ich inteligencji, poprzez włączenie do tego procesu nowoczesnych narzędzi informatycznych [3]. Przemysł 4.0 zakłada integrację inteligentnych maszyn celem zwiększenia wydajności produkcji. Maszyny sterowane cyfrowo mają mieć ciągły dostęp do Internetu i technologii informacyjnych, a produkty i materiały wykorzystywane w procesie produkcji powinny być identyfikowalne. Zasoby ludzkie, maszynowe oraz systemy informatyczne automatycznie mają wymieniać informacje w trakcie trwania procesu produkcyjnego zarówno w ramach jednej fabryki, jak i różnych systemów IT. Natomiast narzędzia produkcyjne mają same modyfikować własne działania, w zależności od zadań, dzięki zastosowaniu odpowiednich programów do obsługi maszyn [4]. Działania te mają na celu integrację wszelkiego typu urządzeń biorących udział w procesie produkcyjnym ze światem wirtualnym. Wraz z postępem technicznym działania konserwacyjne maszyn nabierają coraz większego znaczenia.

Za sprawą Industry 4.0 przedsiębiorstwa wykorzystują nowe technologie do monitorowania procesów, dzięki czemu uzyskują szczegółowe informacje o działaniach w czasie rzeczywistym. Skutkuje to zmianą typowych zakładów produkcyjnych w inteligentne fabryki, w których technologie umożliwiają łączność maszyna-maszyna (M2M) i maszyna człowiek (M2H), co wpływa na skuteczność podejmowanych decyzji we właściwym czasie.

Przedsiębiorstwa zdają sobie sprawę, iż dobrze wyszkolona kadra pracownicza stanowi fundament do udanego wdrożenia Przemysłu 4.0. W szczególności dotyczy to pracowników odpowiedzialnych za planowanie oraz dokonywanie konserwacji maszyn, urządzeń oraz całej infrastruktury produkcyjnej. Dlatego

też istotnym zadaniem kadry kierowniczej jest zapewnienie właściwego poziomu kompetencji pracowników służb utrzymania ruchu [5][6].

2. Kształcenie w miejscu pracy wspierane przez ICT

Koncepcja Przemysłu 4.0 w utrzymaniu ruchu przejawia się w zakresie projektowania inteligentnych i samouczących się systemów, które diagnozują maszyny, przewidują awarie i uruchamiają programy serwisowe. Inteligentne systemy mogą wydobywać istotne informacje z wielu źródeł danych [7].

Cyfryzacja przemysłu związana z czwartą rewolucją bazuje na dwunastu zaawansowanych technologiach, które – połączone ze sobą bezprzewodowo – stanowią spójny system:

- Robotyka adaptacyjna: dzięki mikroprocesorom i sztucznej inteligencji produkty, maszyny i usługi posiadają możliwości obliczeniowe, komunikacyjne, sterujące i autonomiczne [8]. Coboty i interakcja człowiek-robot (HRI) umożliwiają pracę z ludźmi. Ponadto inteligencja wbudowana w roboty może pozwolić im uczyć się na podstawie działań człowieka, poprawiając ich autonomię i elastyczność [9].
- Systemy wbudowane (systemy cyber-fizyczne, CPS): odnosi się do systemów, w których świat fizyczny, poprzez sensory i moduły wykonawcze łączy się ze światem wirtualnym. Następnie informacje dotyczące świata fizycznego są przetwarzane w oparciu o matematyczne odwzorowanie fizycznych obiektów. CPS obejmując różne systemy wbudowane, jak również systemy socjotechniczne; funkcjonują elastycznie, w zależności od zmian zachowania obiektów i otoczenia [10].
- *Additive Manufacturing* (wytwarzanie przyrostowe) – addytywne metody wytwarzania (drukowanie 3D) są coraz częściej stosowane do produkcji małych partii produktów dostosowanych do indywidualnych potrzeb, oferujących złożone, lekkie konstrukcje. Wysokowydajne, zdecentralizowane systemy produkcji dodatkowo zmniejszą zapasy surowców i obniżą koszty transportu dzięki produkcji na miejscu [11].
- *Cloud* (chmura obliczeniowa): przetwarzanie w chmurze umożliwia dostęp z różnych urządzeń. Chmurę można postrzegać jako usługę i wspieranie wspólnego projektowania, rozproszonej produkcji, gromadzenia innowacji, eksploracji danych, technologii sieci semantycznej i wirtualizacji. Produkcja w chmurze umożliwia dostęp na żądanie do wspólnego zbioru zróżnicowanych i rozproszonych zasobów produkcyjnych w celu rekonfiguracji linii produkcyjnej. Wpływa to na poprawę wydajności, zmniejszenia kosztów cyklu życia produktu i umożliwienia optymalnej alokacji zasobów [12].

- Technologie wirtualizacji (*virtual reality* VR i *augmented reality* AR): VR zapewnia narzędzie symulacyjne do odtwarzania rzeczywistego środowiska. Użytkownik czuje i widzi symulowaną rzeczywistość tak, jak doświadcza w prawdziwym życiu. Z drugiej strony AR rozwija się w aplikacjach, aby łączyć elementy cyfrowe z działaniami w świecie rzeczywistym [13].
- Symulacja: w fazie projektowania stosowane są trójwymiarowe symulacje produktów, materiałów i procesów produkcyjnych. Symulacje mogą wykorzystywać dane w czasie rzeczywistym do odzwierciedlania świata fizycznego w modelu wirtualnym, który może obejmować maszyny, produkty i ludzi. Dzięki temu operatorzy mogą przetestować i zoptymalizować ustawienia maszyny dla następnego produktu w świecie wirtualnym przed fizycznym przełączeniem, tym samym skracając czas ustawiania maszyny i poprawiając jakość [14].
- *Big Data*: zdolność do zbierania, przechowywania i analizowania ogromnej ilości danych, których analiza może być wykorzystana do identyfikowania nieefektywności i wąskich gardeł produkcyjnych, optymalizacji jakości produkcji, oszczędności energii i poprawy serwisu oraz diagnostyki urządzeń. [15].
- *Internet of things* (przemysłowy Internet): umożliwia urządzeniom terenowym komunikację i interakcję zarówno między sobą, jak i bardziej scentralizowanymi kontrolerami, w razie potrzeby. Decentralizuje również analizy i podejmowanie decyzji, umożliwiając odpowiedzi w czasie rzeczywistym [16].
- Systemy lokalizacji w czasie rzeczywistym (RTLS) i technologie identyfikacji radiowej (RFID) umożliwiają identyfikację, lokalizację i wykrywanie [8].
- *Cybersecurity* (bezpieczeństwo cybernetyczne): ekspansja komunikacji przemysłowej powoduje, że bezpieczeństwo staje się krytycznym aspektem. Dzięki zwiększonej łączności i wykorzystaniu standardowych protokołów komunikacyjnych dramatycznie wzrasta potrzeba ochrony krytycznych systemów przemysłowych i linii produkcyjnych przed cyberatakami. W rezultacie niezbędna jest bezpieczna, niezawodna komunikacja, a także zaawansowane zarządzanie tożsamością i dostępem do maszyn i użytkowników [15].
- Czujniki: podstawowa technologia dla systemów wbudowanych, w których czujniki są używane do bezpośredniego przechwytywaniadanych fizycznych [17].

- Technologie mobilne: umożliwiają odbiór i przetwarzanie dużej ilości informacji oraz są wyposażone w wysokiej jakości kamery i mikrofony umożliwiające rejestrowanie i przesyłanie informacji [8].

Nowe rozwiązania techniczne ukierunkowane na podnoszenie kwalifikacji pracowników oraz funkcjonowanie w oparciu o „rzeczywistość rozszerzoną” prowadzą do przedefiniowania profili obecnych stanowisk pracy i stworzenia zupełnie nowych. Standardem stanie się ustawiczne rozwijanie umiejętności. Obecny model obecności przy maszynie podczas dokonywania napraw i konserwacji zostanie zastąpiony dzięki możliwości zdalnej komunikacji z maszynami oraz zawiadywania ich pracą. W ten sposób pracownik będzie mógł elastycznie konfigurować czas swojej fizycznej obecności w fabryce.

Wszechobecna cyfryzacja zmienia również sposób komunikacji i uczenia się. W Przemysle 4.0 sposób uczenia się wydaje się być wyzwaniem ze względu na bardziej wyspecjalizowaną pracę i mniej pracowników wykonujących ten sam rodzaj pracy. Oznacza to potrzebę opracowania nowatorskich systemów uczenia się, np. w formie nadzoru, wskazówek i uczenia się opartego na współpracy za pośrednictwem narzędzi ICT. Zastosowanie nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych otwiera nowe możliwości uczenia się w miejscu pracy, indywidualnego podejścia do nauczania poprzez opracowania szkoleń e-learningowych [18].

Edukacja 4.0 na wszystkich poziomach edukacji posiada następujące cechy:

- uczniowie mają możliwość uczenia się w różnym czasie i miejscu,
- personalizacja nauki, czyli dostosowanie metod i narzędzi uczenia się do indywidualnych możliwości ucznia,
- doświadczenie praktyczne umożliwiające zdobycie umiejętności w świecie rzeczywistym,
- angażowanie uczniów w tworzenie własnych programów nauczania,
- mentoring jako relacja nakierowana na rozwój ucznia.

3. Metody badań

W opracowaniu przedstawiono wyniki analizy kluczowych kompetencji potrzebnych wszystkim pracownikom służb utrzymania ruchu. Celem badania było określenie zakresu kompetencji służb UR w Industry 4.0. Badanie przeprowadzono na 94. pracownikach zatrudnionych w 28. przedsiębiorstwach w województwie łódzkim. W badaniu wzięły udział następujące grupy pracowników: menedżerowie, specjaliści SUR oraz specjaliści HR.

Dodatkowo informacje uzyskane w kwestionariuszach wywiadu zostały uszczegółowione w przeprowadzonych Indywidualnych Wywiadach Pogłębionych (IDI).

4. Analiza kluczowych kompetencji służb UR

Na podstawie wyników badań opracowano trzy grupy kluczowych kompetencji wymaganych od pracowników utrzymania ruchu w dobie Industry 4.0:

- kompetencje techniczne,
- kompetencje poznawcze,
- kompetencje społeczne.

Kompetencje techniczne

Kompetencje techniczne należą do tzw. „kompetencji twardych”. Aby pracownicy mogli pracować z robotami i w pełni wykorzystywać możliwości, jakie dają inteligentne systemy, muszą posiadać podstawowe kompetencje w zakresie technologii sieciowej, transmisji i technologii bezprzewodowej do identyfikacji przyczyn uszkodzeń, czy komunikacji z informatykami. Sztuczna inteligencja, rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, Internet rzeczy i usług, robotyka oraz inne technologie staną się częścią codziennej pracy każdego pracownika.

Ludzie i roboty będą ze sobą współpracować bardziej niż kiedykolwiek, także w zakresie utrzymania ruchu. Pracownicy utrzymania ruchu będą musieli nauczyć się zarządzać czynnościami wykonywanymi przez inteligentne roboty. Czynnikiem ludzki stanie się centrum inteligentnej produkcji CPS, w której konteksty cyber i fizyczne zostaną bezproblemowo zintegrowane ze sobą w celu synergicznego działania. Zadaniem pracownika będzie umiejętne czerpanie korzyści z inteligencji w kontekście cybernetycznym, a także dodawanie dodatkowej inteligencji w celu osiągnięcia poziomu meta inteligencji. Wyższy poziom wydajności i skuteczności zostanie osiągnięty poprzez synergiczną współpracę między ludzką i sztuczną inteligencją w kontekście CPS.

Możliwość obserwowania i działania pracownika w świecie fizycznym zostanie wzmocniona możliwością przebywania w środowisku wirtualnej rzeczywistości. Korzystając z aplikacji do symulacji 3D, pracownicy będą mogli łączyć rzeczywiste obiekty z wirtualnymi. Symulacja 3D zakłada aktualny widok świata rzeczywistego i dodaje do niego zawartość cyfrową. Aplikacja ta umożliwi symulację czynności związanych z obsługą maszyn, co pozwoli pracownikom lepiej zrozumieć środowisko pracy oraz doskonalić umiejętności percepcji i działania w środowisku pracy.

Innym narzędziem są zestawy słuchawkowe, które umożliwiają użytkownikom poruszanie się po wirtualnym środowisku, które ukazuje „prawdziwą” rzeczywistość. Inteligentne okulary będą dobrym rozwiązaniem w przypadku bieżącej konserwacji, gdy pracownik musi mieć wolne ręce, aby móc wykonywać zadania. Wirtualny Asystent z funkcją głosową będzie instruował pracownika podczas czynności konserwacyjnych i odpowiadał na pytania dotyczące wykonywanych prac.

Kompetencje poznawcze

Kompetencje poznawcze potocznie są nazywane kompetencjami myślenia krytycznego. Jest to bardzo szerokie pojęcie, które obejmuje zarówno kreatywność, jak również myślenie analityczne, umiejętność podejmowanie decyzji oraz rozwiązywanie złożonych problemów. Rozwój Internetu doprowadził do stanu ciągłego przeladowania informacjami. Inżynier utrzymania ruchu powinien być w stanie przetwarzać i analizować duże ilości danych z kilku źródeł oraz umiejętnie manipulować niespójnymi i niejednorodnymi danymi. Oceniać ważność i wiarygodność tych informacji oraz wyciągać wnioski. W tych zadaniach pomocna będzie umiejętność pozyskiwania informacji z zasobów elektronicznych oraz narzędzi *Big Data*.

Również pożądane będą takie cechy, jak adaptowalność i elastyczność. Pracownicy Przemysłu 4.0 będą musieli mieć pozytywne nastawienie do zmian, aby móc elastycznie dostosowywać się do wielu funkcji i środowisk pracy, a także stale zdobywać nowe umiejętności z różnych dyscyplin. Dlatego też bardzo ważna jest otwartość na nowe wyzwania oraz nastawienie na uczenie się przez całe życie (*lifelong learning*).

Bez względu na to jak bardzo ucyfrowione jest środowisko pracy, nadal ludzie będą lepsi od maszyn w szukaniu niestandardowych rozwiązań problemów. Kreatywność będzie bardzo pożądaną cechą na rynku pracy, ponieważ stanowiska pracy Industry 4.0 będą wymagały nowatorskich sposobów myślenia oraz wychodzenia poza utarte schematy.

Kompetencje społeczne

Oprócz umiejętności technicznych bardzo ważne dla personelu zajmującego się konserwacją stają się umiejętności miękkie, takie jak umiejętności społeczne i komunikacyjne, a także umiejętności pracy zespołowej i samodzielnego zarządzania. Nowe środki komunikacji i technologie społeczne wymagają od pracowników umiejętności pracy w wirtualnym, wielokulturowym zespole. Szczególnie ważna jest umiejętność skutecznego komunikowania się i budowania relacji. Skuteczna

komunikacja to m.in. umiejętność przekonywania, motywowania innych, wyjaśniania trudnych i niepopularnych decyzji. Bardzo ważne elementy składające się na pracownika 4.0 to jego postawa, system wartości i szacunek dla innych. Firmy przechodzące transformację cyfrową będą szukały pracowników, którzy mają rozwinięte zdolności interpersonalne; takich, którzy będą potrafili dobrze współdziałać z innymi i wspólnie wspierać firmę. Ze względu na międzynarodową działalność wielu przedsiębiorstw pracownicy muszą być uwrażliwieni na inne kultury, języki, przekonania polityczne i religijne, a także posiadać umiejętność współpracy z osobami, które mogą inaczej postrzegać świat. Nie należy o tym zapominać, bo na tym polega różnica między ludźmi, a komputerami i jest podstawą budowania relacji wzajemnego zaufania, która umożliwia skuteczniejszą komunikację i sukces w realizacji zadań.

5. Programy szkoleń i rozwoju kariery

Postępująca cyfryzacja branży w ramach Industry 4.0 spowodowała, że szkolenia i kształcenie pracowników obsługi technicznej stały się ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej. Procesy utrzymania wymagają coraz bardziej specjalistycznej wiedzy, dlatego też pracownicy muszą ciągle doskonalić swoje umiejętności. Zgodnie z ideą czwartej rewolucji pracownik Industry 4.0 powinien cechować się pozytywnym podejściem do zmian, które pozwolą na łatwiejszą adaptację do nowych procesów konserwacji oraz wyzwań serwisowych.

Pomimo wdrażania inteligentnych i zintegrowanych technologii, które powodują automatyzację zadań konserwacyjnych, pracownicy utrzymania ruchu pozostają w sercu procesu konserwacji. Pełnią oni główną rolę w efektywności obsługi, stąd też tak ważne jest, aby mieli pełną świadomość swojej roli i brali czynny udział w pracach serwisowych. Pracownicy utrzymania ruchu muszą zrozumieć cały proces, posiadać umiejętności korzystania z nowych automatycznych systemów oraz poznać sposoby uzyskiwania dostępu do danych inwentaryzacyjnych.

Technologie cyfrowe w szybkim tempie przenikają do fabryk, dlatego też inżynierowie i pracownicy obsługi technicznej muszą zostać zaznajomieni z nowymi koncepcjami i technikami gromadzenia danych i procesów.

Kolejnym aspektem jest starzenie się siły roboczej. Gospodarki rozwinięte borykają się z problemem starzenia się społeczeństwa. Zjawisko to znajduje odzwierciedlenie w wieku siły roboczej. Jak wynika z danych Głównego Urzędu Statystycznego, średnia długość życia dla kobiet i mężczyzn wynosi kolejno 81 lat i 74 lata. Według prognoz w 2035 roku odsetek osób w wieku 65+ wyniesie 24,5%, co oznacza, że za 15 lat ludność w wieku poprodukcyjnym będzie stanowić blisko jedną czwartą polskiego społeczeństwa [19].

Często starsi pracownicy mają negatywne nastawienie do zmian i niechętnie korzystają z nowoczesnych rozwiązań. Pojawia się problem motywowania starszej kadry, która często jako jedyna posiada specjalistyczną wiedzę konserwacyjną.

W fabrykach 4.0 stosuje się programy uczenia się przez całe życie, które edukują w zakresie nowych technologii i możliwości przekwalifikowania zawodowego. Ważne jest, aby takie programy były właściwie zaprojektowane i dostosowane do potrzeb zmieniających się trendów w utrzymaniu ruchu. Personalizowane programy szkoleń w formie e-learningu pozwalają pracownikom nabywać wiedzę i umiejętności w dostosowanym do nich tempie, miejscu i czasie. Takie rozwiązanie pozwala również personalizować szkolenia, aby rozwijać wybrane kompetencje pracownika.

Metody *augmented reality* oraz *virtual reality* mogą być wykorzystywane w szkoleniach związanych z procesami konserwacji. Polegają one na wykorzystaniu realistycznych reprezentacji cybernetycznych i powiązanych wizualizacji do przedstawienia szczegółów konserwacji. Jest to podejście „uczenia się przez działanie”, które jest znacznie bardziej ciekawe i efektywne niż multimedialne metody.

Kolejną propozycją jest zastosowanie symulacji 3D. Pracownicy mogą zasymulować przypadek wykonywania zadań konserwacyjnych na danej maszynie, jak również mogą zidentyfikować potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa na danym stanowisku pracy. Oprócz symulatorów 3D istnieją również programy symulujące działanie sprzętu, które mogą być wykorzystywane podczas szkoleń z zakresu testowania różnych scenariuszy napraw maszyn i urządzeń.

W celu zatrzymania kluczowych kompetencji i wiedzy *know-how*, firmy opracowują plany sukcesji tworząc ścieżki kariery pracowników. W takich ścieżkach rozwoju bardzo istotne są kompetencje „miękkie”, takie jak – na przykład – umiejętność współpracy i organizacji pracy. Stworzenie systematycznej ścieżki rozwoju dla pracowników utrzymania ruchu wymaga kilkietapowej pracy. W pierwszy etapie powinno nastąpić rozpoznanie i stworzenie zestawu kluczowych kompetencji na danym stanowisku pracy. Drugi etap zakłada stworzenie miernika, który pozwoli pracownikom utrzymania ruchu rozpoznać ich poziomy umiejętności w poszczególnych obszarach. Trzeci etap polega na opracowaniu i wdrożeniu regularnych programów szkoleń dla pracowników. Takie podejście do podnoszenia kwalifikacji zawodowych wpisuje się w ideę *lifelong learning*, która zakłada stałe podnoszenie kwalifikacji i kompetencji w trakcie całego życia.

Korzyści ze szkoleń są obopólne – pracodawcy zyskują lepiej wykwalifikowaną, interdyscyplinarną kadrę, co ma swoje przełożenie na wydajność pracy i poprawę bezpieczeństwa, natomiast pracownikom wzrost poziomu kompetencji daje poczucie większej sprawozdawczości oraz buduje gotowość do brania odpowiedzialności w obszarze własnej specjalizacji.

Oprócz budowania programów szkoleń dla obecnych pracowników utrzymania ruchu, należy również opracować nowe programy edukacji szkolnej dla przyszłych pracowników, ponieważ przemysł 4.0 wymaga interdyscyplinarnego podejścia oraz łączenia wiedzy i umiejętności z kilku dziedzin. Szczególnie pożądane będą zarówno kompetencje inżynierskie i IT, jak również umiejętności miękkie (np. praca zespołowa oraz innowacyjność). Takie interwencje powinny zostać podjęte na poziomie państwowym, aby do programów szkół średnich i uczelni wyższych włączono zajęcia z zakresu projektowania infrastruktury IT, zasad pomiarów i kontroli elektronicznej oraz programowania UX (*User Experience*).

6. Podsumowanie

Przemysł 4.0 stwarza swoistą rewolucję w interakcji pomiędzy ludźmi i maszynami. Współpraca między człowiekiem i robotem wkroczy na wyższy poziom dzięki rozwojowi inteligentnych interfejsów. Rola pracowników utrzymania ruchu będzie zmierzała w kierunku zarządzania czynnościami konserwacyjnymi wykonywanymi przez inteligentne roboty. Wraz z dynamicznym rozwojem nowoczesnych technologii pracownicy będą musieli być bardziej otwarci na zmiany oraz przyzwyczać się do ciągłego uczenia się i przyswajania wiedzy z różnych dyscyplin. Dlatego też wykwalifikowani pracownicy utrzymania ruchu, aby móc wykonywać zadania konserwacyjne będą musieli posiadać wiedzę z zakresu IT, systemów elektronicznych i mechanicznych w celu błyskawicznego reagowania na zaistniałe sytuacje. Ponadto powinni posiadać kompetencje w obszarze analizy, rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji oraz myślenia abstrakcyjnego. Czwarta rewolucja przemysłowa spowodowała, że szkolenia i kształcenie pracowników obsługi technicznej stały się ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej.

Pracownicy będą zobligowani do permanentnego rozwijania swoich kompetencji konserwacyjnych z pomocą cyfrowych asystentów oraz symulacji 3D wirtualnej rzeczywistości. Poprzez możliwości zdalnej komunikacji z urządzeniami pracownicy będą mogli elastycznie zarządzać swoim czasem pracy. Internet rzeczy i Internet usług przyczyniają się do powstania modeli biznesowych dotyczących np. uczestnictwa pracowników w procesach utrzymania ruchu online z różnych miejsc na ziemi. Będzie to sprzyjało rozwojowi modelu pracy według zasad *home office*.

Ważnym aspektem jest również budowanie ścieżek kariery dla pracowników, których kluczowym elementem jest stałe podnoszenie kwalifikacji pracowników zgodnie z ideą *lifelong learning*. Wraz z dynamicznym rozwojem nowoczesnych technologii pracownicy będą musieli być bardziej otwarci na zmiany oraz przyzwyczać się do ciągłego uczenia się i przyswajania wiedzy z różnych dyscyplin.

Literatura

- [1] Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J., *Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing*, “Journal of Industrial Engineering and Management” 2016, vol. 9, no. 3.
- [2] Wittenberg C., *Human-CPS Interaction – requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0*, “IFAC-PapersOnLine” 2016, vol. 49, iss. 19, pp. 420-425.
- [3] MacDougall W., (2014), *Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the future*, Germany Trade and Invest, Berlin.
- [4] Zezulka F., Marcon P., Vesely I., Sajdl O., *Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon*, “IFAC-PapersOnLine” 2016, vol. 49, iss. 25, pp. 8-12
- [5] Antosz K., *Maintenance – identification and analysis of the competency gap*, „Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability” 2018, vol. 20, no. 3.
- [6] Krasoń P., Maczewska A., Polak-Sopińska A., *Human Factor in Maintenance Management*, [w:] Karwowski W., Trzcieliński S., Mrugalska B., Di Nicolantonio M., Rossi E., (eds.), *Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control*, Orlando 2019.
- [7] Jasiulewicz-Kaczmarek M., *The role of ergonomics in implementation of the social aspect of sustainability, illustrated with the example of maintenance*, “Occupational Safety and Hygiene” 2013, pp. 47-52 .
- [8] Kagermann H., Wahlster W., Helbig J., (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, Acatech-National Academy of Science and Engineering.
- [9] Moon I., Lee G. M., Park J., Kiritsis D., & Von Cieminski G. (eds.), (2018), *Advances in Production Management Systems: Production Management for Data-driven, Intelligent, Collaborative, and Sustainable Manufacturing*, Seoul.
- [10] Lee J., Bagheri B., Kao H., *A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*, “Manufacturing Letters” 2015, vol. 3, pp. 18-23.
- [11] Bhatia U., *3D printing technology*, “International Journal of Engineering and Technology Research” 2015, no. 3(2).
- [12] Cimini C., Pezzotta G., Pinto R., Cavalieri S., (2018), *Industry 4.0 Technologies Impacts in the Manufacturing and Supply Chain Landscape*, Berlin.
- [13] *Augmented Reality: A New Reality for Utilities*, <https://blogs.cisco.com/energy/augmented-reality-a-new-reality-for-utilities> (dostęp: 12.10.2020).
- [14] Matyas K., (2013), *Instandhaltungslogistik: Qualität und Produktivität Steigern*, Carl Hanser Verlag, München-Wien.
- [15] Gierej S., *Big Data in the industry – Overview of selected issues*, “Management Systems in Production Engineering” 2017, no. 25.
- [16] Marhaug A., Schjolberg P., *Smart Maintenance Industry 4.0 and Smart Maintenance: from Manufacturing to Subsea Production Systems*, (2016), [w:] *Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*.
- [17] Geisberger E., Broy M., (2015), *Living in a networked world: Integrated research agenda Cyber-Physical Systems*, Herbert Utz Verlag.

- [18] Wróbel-Lachowska M., Wisniewski Z., (2018), *Lifelong Learning in Logistic 4.0. Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences*.
- [19] *Prognoza ludności dla Polski na lata 2008–2035*, (2009), Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.

COMPETENCE MANAGEMENT OF MAINTENANCE SERVICES IN INDUSTRY 4.0

Abstract: *In the Industry 4.0 concept, the demand for qualified maintenance workers will increase. Large amounts of data and information must be correctly interpreted and analyzed in a short period of time. Currently, in many enterprises, maintenance workers make decisions based on their previous experiences, while industry 4.0 assumes that decision-making will be computer-supported. Only in practice it turns out what kind of human interference will dominate. Therefore, the question arises, what competencies will be required of employees operating automated systems in order to anticipate emergencies and quickly solve problems? The article identifies and analyzes the key competences of maintenance workers in the era of Industry 4.0, and presents the perspectives of training to improve professional qualifications.*

Keywords: Industry 4.0, competences of maintenance services, education, lifelong learning, training.

DEFICYT ZASOBÓW LUDZKICH WYZWANIEM W ZARZĄDZANIU PRZEDSIĘBIORSTWEM W KONTEKŚCIE MEGATRENDÓW

Anna Mączewska

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

anna.maczewska@p.lodz.pl

Streszczenie: *Zmiany demograficzne należą do przyczyn megatrendów XXI wieku, z którymi przychodzi zmierzyć się przedsiębiorstwom. Celem rozdziału jest przybliżenie problemu deficytu ludzkiego w kontekście pracy, zarządzania kapitałem ludzkim w obliczu szybko rozwijającej się technologii, kształtującej się demografii i innych czynników wpływających na megatrendy. Przedstawione zostały obecne główne megatrendy oraz podstawy ich istnienia, przyczyny deficytu zasobów ludzkich ze szczególnym naciskiem na uwarunkowania demograficzne. W dyskusji omówiono możliwości, jakie dają nadchodzące rozwiązania, związane z nimi zagrożenia, powiązania z Przemysłem 4.0. Przyjętą metodą badań jest krytyczny przegląd aktualnie dostępnej literatury w tym zakresie.*

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, zarządzanie kapitałem ludzkim, czynnik ludzki, megatrendy

1. Wprowadzenie

Zmiany dotyczące całego świata i zjawisk na nim zachodzących mają miejsce bez przerwy, niezależnie od ludzkiej woli. Poznanie panujących zasad i reguł, a także mechanizmów, którym one podlegają, od zawsze leżało w obszarze zainteresowań ludzkości. Świat może być pojmowany jako bardzo złożony systemulegający przemianom przeważnie z powodu ludzkiej działalności, która niezależnie od jej charakteru, jest wywołana przez wiele różnych czynników. Transformacje te mogą być między innymi wywołane panującymi trendami, które można zróżnicować w zależności od zakresu ich wpływów. Pojęcie „megatrend” został użyty po raz pierwszy przez Johna Naisbitta w jego pierwszej książce [1] przy okazji analiz i prezentacji dziesięciu wiodących trendów ekonomii

Stanów Zjednoczonych Publikacja ta stała się bestsellerem, nie tylko w USA, lecz na całym świecie uwagi na uniwersalność przedstawionych trendów, odnoszących się również do warunków w innych krajach. W roku 1990 ukazała się jego kolejna książka [2], dotycząca dziesięciu nowych megatrendów aktualnych dla lat 90. XX wieku. Jako megatrendy przedstawiono tam znaczące i postępujące zmiany ekonomiczne, społeczne, polityczne i technologiczne, mające wpływ na wszystkie obszary życia. Co ważniejsze, w rezultacie zmienia się również świat, który nas otacza [2][3].

2. Megatrendy

Wiedza o możliwych czynnikach wpływających na otoczenie nie tylko w chwili obecnej, wpływa na sprawne zarządzanie. Poznanie głównych tendencji, którymi są właśnie m.in. megatrendy [3], a także przeanalizowanie potencjalnych możliwości ich wpływu na siebie oraz na kwestie interesujące daną organizację, pozwalają budować przedsiębiorstwom strategię, planować rozwój. Oczywiście, zawsze mogą wystąpić nieprzewidziane zdarzenia, stanowiące zakłócenia w rozważanych scenariuszach przyszłości. Ostatnim, znamionym przykładem takiego zaburzenia jest pandemia COVID-19. Jeszcze latem 2019 roku wszelkie wydarzenia, decyzje i towarzyszące im zmiany związane z szerzącym się po świecie koronawirusem SARS-CoV-2 były jedynie hipotetyczną sytuacją. Zagrożenie pojawienia się nowego rodzaju wirusa wiązano z bardzo małym ryzykiem i większość światowych rządów nie przygotowywało się na tę ewentualność. Nie jest to pierwsza, i na pewno nie ostatnia pandemia na naszej planecie, ponadto trudno przygotowywać się na choroby, których natury nie znamy. To jednak, w jaki sposób różne kraje zarządzały kryzysem już w momencie jego realnego wystąpienia i jakimi zasobami dysponowały, w pewnym zakresie świadczy o jakości ich nie tylko obecnych rządów, lecz również poprzednich. Wypracowanie pewnych ram i zasad, a być może nawet mentalności narodu, stworzenie np. systemu opieki zdrowotnej, wykształcenie ludzi w pewnych profesjach (a także zatrzymanie tych pracowników w kraju) trwa latami. Przykład pandemii COVID-19 dotyka naturalnie także obszary gospodarcze, takie jak np. łańcuch dostaw i zapewnienie jego ciągłości. Zamknięte granice, obniżona produkcja surowców oraz wyrobów gotowych, opóźnione dostawy z powodu absencji pracowników to jedne z wielu czynników obniżających zarówno skuteczność, jak i sprawność działań większości branż.

2.1. Rodzaje sił, miejsce megatrendów

Do zrozumienia mechanizmu powstawania megatrendów, ich interakcji i ewentualnych skutków, warto przybliżyć model, który został opracowany przez Ernst & Young. Przedsiębiorstwo to, należące do wielkiej czwórki, w 2016 roku zapoczątkowało publikację aktualizowanych co dwa lata raportów [4], opisujących aktualne megatrendy i pochodzące od nich tzw. „przyszłe światy pracujące” (ang. *future working worlds*). Warto zaznaczyć, że sama definicja pojęcia „megatrend”, może się różnić nieco w aspektach dotyczących horyzontu czasowego trendu (waha się on między 5-30 lat) [5][6], jego zasięgu, czy siły wpływu, zależnie od metodologii przyjętej przez badacza. Iść może za tym również liczba zidentyfikowanych megatrendów. W przedstawionych rozważaniach skupiono się na tych opracowanych przez EY z uwagi na ich możliwie jak najbardziej globalny zasięg oraz możliwość porównania trendów przedstawionych na przestrzeni czterech lat przez tę samą instytucję.

W opracowaniach Ernst & Young [4][6][7] można się spotkać z czterema rodzajami czynników, zwanych również różnego rodzaju siłami:

1. siły pierwszego rzędu (ang. *primary forces*) – stanowią je podstawowe dziedziny, które poprzez pewne „wstrząsy” stają się źródłami fal (o różnych długościach, częstotliwościach) rozchodzących się w różne strony i podlegających interferencji;
2. megatrendy (ang. *megatrends*) – powstają w wyniku interakcji fal pochodzących z sił pierwszego rzędu, wskutek czego ich lista nie może być nigdy skończona i wyczerpująca, a pojawienie się nowych megatrendów nie musi oznaczać, iż stare są już nieaktualne;
3. przyszłe światy pracujące (ang. *future working worlds*) – siły, które w dłuższym okresie zmieniają warunki polityczne i ekonomiczne, opisują nowe zasady;
4. słabe sygnały (ang. *weak signals*) – siły nie mające jeszcze większego znaczenia, będące niejako pierwszymi zwiastunami sił nadchodzących, co do których skali oraz natury wpływu, jak i nawet prawdopodobieństwa ich wystąpienia, nie mamy żadnej pewności.

Zbieżność czynników bazowych dla megatrendów opracowywanych przez różne podmioty jest dość istotna, ponieważ potwierdza ich znaczny wpływ na kształt świata. W przypadku Ernst & Young można zauważyć podobieństwo chociażby z modelem megatrendów przedstawianym przez niemieckiego analityka trendów Matthiasa Horxa, według którego wynikają one z przenikania się technologii, ekonomii, społeczeństwa (demografia) i rynków [8]. W przypadku EY są to technologia, globalizacja, demografia, a w ostatnich latach również środowisko [4][6][7].

2.2. Megatrendy XXI wieku

Przyjmując model megatrendów bazujący na ujęciu ich jako efektu nakładania się fal różnego pochodzenia, warto przyrzeć się kolejnym megatrendom przedstawianym chociażby przez EY na przestrzeni kolejnych lat (na podstawie raportów z lat 2016, 2018 i 2020). Analizując je, należy jednak pamiętać, że te z lat poprzednich nie muszą z czasem słabnąć na sile. W tabeli 1 przedstawiono ostatnio zidentyfikowane megatrendy wraz z krótkimi opisami ich przejawów. Wiele aspektów, które zostały przedstawione w poprzednich raportach, znajduje odzwierciedlenie w aktualnym, jak np. automatyzacja, postęp elektroniczny, jak również genetycznie modyfikowana żywność dostosowana do indywidualnych potrzeb zdrowotnych człowieka. Nie pojawił się natomiast aspekt konsumenta, który z uwagi na jego rosnącą świadomość oraz możliwość nabycia wieloma kanałami zróżnicowanych towarów (również za pomocą np. rozszerzonej rzeczywistości), został wcześniej uznany za ważny element rynku.

Tabela 1. Megatrendy XXI wieku w ujęciu Ernst & Young

Megatrend	Przejawy
Dekarbonizacja	Usuwanie CO ₂ ze środowiska dla dobra klimatu poprzez: wyłapywanie z powietrza, konwersję odpadów w paliwa i chemikalia, redukcję i izolację w obszarach tworzonych przez człowieka (materiały budowlane), zalesianie oraz ponowne zalesianie, rolnictwo regeneracyjne, nowe technologie weryfikacyjne; świadomość Generacji Z.
Zimna wojna technologiczno-ekonomiczna	Uwypuklający się populizm i nacjonalizm; inicjatywy takie jak „Made in China 2025”, „Made in India”; cyberatak i dezinformacja nową bronią.
Ekonomia zachowań	Kwantyfikacja, ustandaryzowanie i zebranie w „paczki” ludzkich zachowań, by traktować je jako towar podlegający handlowi; od Internetu rzeczy po Internet zachowań poprzez zdradzanie naszych uczuć za pomocą technologii częściej, niż bezpośrednio osobom bliskim; systemy rozpoznające emocje np. na podstawie mimiki; wykorzystywanie technologii „rozszerzenia człowieka” (ang. <i>human augmentation</i> , HA), rozszerzonej rzeczywistości (ang. <i>augmented reality</i> , AR), wirtualnej rzeczywistości (ang. <i>virtual reality</i> , VR) np. w marketingu przy analizie zachowań klienta i dobraniu odpowiedniego zachowania obsługującego go avatara.
Media syntetyczne	Dane audio, wideo i tekstowe tworzone sztucznie, za pomocą np. sztucznej inteligencji celem wprowadzania w błąd lub zmiany pierwotnego znaczenia.
Przyszłość myślenia	Uzależnienie od smartfonów; polaryzacja poglądów społeczeństwa m.in. przez media społecznościowe; brak zaufania naukowym badaniom, autorytetom i zmniejszenie zdolności myślenia krytycznego, objawiające się ruchami np. tzw. antyszczepionkowców, płaskoziemców; zmniejszenie jakości zdolności kognitywnych, jak np. orientacji w terenie, koncentracji.

Megatrend	Przejawy
Bezgraniczne życie i praca	Zmiana norm dotyczących pracy (w krajach bogatych, zindustrializowanych głównie tendencja spadkowa sumarycznego czasu pracy; w Chinach praktykowany system pracy „996”, szczególnie w sektorze IT), wypoczynku (dotychczasowe bycie „ciągle zajęty”, „online” oznaką honoru i sukcesu, gdy luksusem staje się bycie „offline”; francuskie „prawo do rozłączenia się” pracowników po godzinach pracy; czas poza pracą spędzany na coraz dłuższych dojazdach z powodu kryzysów mieszkaniowych i migracji; rosnące koszty życia wymagające podejmowania nowych prac zarobkowych; podejmowanie się nie tylko różnych prac, a nowych karier), uczenia się (obecny system jeszcze z ery industrialnej, dostosowany do kształcenia znacznej ilości osób w przemyśle; innowacje idące w kierunku wykorzystania technologii, dostosowywania do wsparcia i maksymalnego wykorzystania potencjału ucznia; nauka przez całe życie (ang. <i>lifelong learning</i>) oraz emerytury (coraz wyraźniejsze różnice w statusach finansowych widoczne również w wieku, w jakim ludzie przechodzą na emeryturę rozumianą jako czas odpoczynku i braku podejmowania aktywności zarobkowej – nawet mając już 30-40 lat; wydłużające się: średnia życia oraz okres pozostawania w dobrym zdrowiu).
Mikrobiomy	Wykorzystanie mikrobiomów oraz ingerencja w nie zwiększająca ich działanie i spektrum działania, na rzecz walki przeciwko chorobom przewlekłym, neutralizowania wpływu zmian klimatycznych, polepszania zdrowia ludzi w związku z chorobami cywilizacyjnymi.
Biologia syntetyczna	Spersonalizowane terapie, również genetyczne; produkcje leków i środków prewencyjnych przeciwko chorobom, biosensory wykrywające zmiany DNA, infekcje, również skażenia substancjami itd.; zrównoważona produkcja poprzez syntetyczne otrzymywanie surowców ubrań, produktów spożywczych, leków, chemikaliów, energii, materiałów budowlanych i innych dóbr konsumencyjnych; genetycznie modyfikowana żywność.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6].

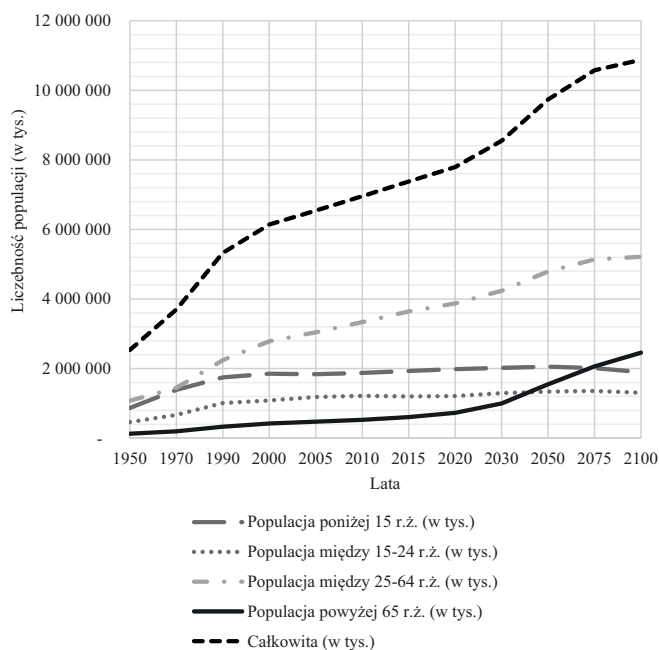
Zastanawiając się nad wpływem megatrendów na kształt warunków pracy człowieka, warto skupić się na dwóch: ekonomii zachowań oraz bezgranicznego życia oraz pracy. Wpływające na nie siły pierwszego rzędu to głównie technologia, demografia i globalizacja. Środowisko nie gra jeszcze aż tak znaczącej roli, chociaż nie można wykluczać tego w przyszłości, chociażby z uwagi na generowany ślad węglowy np. w obszarze logistyki [9].

3. Zmiany demograficzne i ich przyczyny

Rozwój technologii pozwala w coraz większym stopniu wyręczać lub przynajmniej wspomagać ludzi w wykonywanych zadaniach, jednak to człowiek wciąż stanowi o kształcie oraz celowości wszelkich działań. Zmiany demograficzne wynikają m.in. właśnie z zaawansowania technologicznego (wydłużając życie i zwiększając jego jakość), jak i odwrotnie – m.in. roboty wspierające osoby starsze są

tworzone, gdyż z uwagi na globalne starzenie się społeczeństw brak ludzi młodych mogących pełnić takie role [10][11].

Organizacja Narodów Zjednoczonych podaje, że światowa populacja wzrośnie z ok. 7,4 miliarda osób (dane z 2015 roku) do ok. 9,7 miliarda w roku 2050, by osiągnąć wartość ok. 10,9 miliarda w 2100 roku. Raport z 2019 roku szacował, że między rokiem 2015 a 2020 średni wiek światowej populacji zwiększy się z 29,6 do 30,9, w roku 2050 wyniesie 36,2, zaś w 2100 będzie wynosić 41,9 [12]. Populacja całego świata starzeje się stopniowo, co wyraźnie widać na rysunkach 1 i 2. Wielkość grupy osób do 24. roku życia będzie utrzymywać się na niemal stałym poziomie, jednak liczba osób powyżej tego wieku będzie stopniowo wzrastać. Według prognoz, około 2075 roku liczebność populacji ludzi w wieku między 25. a 64. rokiem życia zacznie się również stabilizować, zatem jedyną grupą, której procentowy udział w populacji całej planety będzie stale wzrastał, będą osoby powyżej 65. roku życia. Młodsza część reprezentantów tej populacji (do 74. roku życia) jest postrzegana obecnie jako „młodzi w podeszłym wieku” (ang. *young elderly*) [13], natomiast jej całość w większości państw świata to ludzie będący już na emeryturze. Wiek emerytalny wynoszący ok. 65 lat jest najczęściej występujący u mężczyzn, u kobiet znacznie częściej jest on niższy i wynosi np. 60 lat [14].

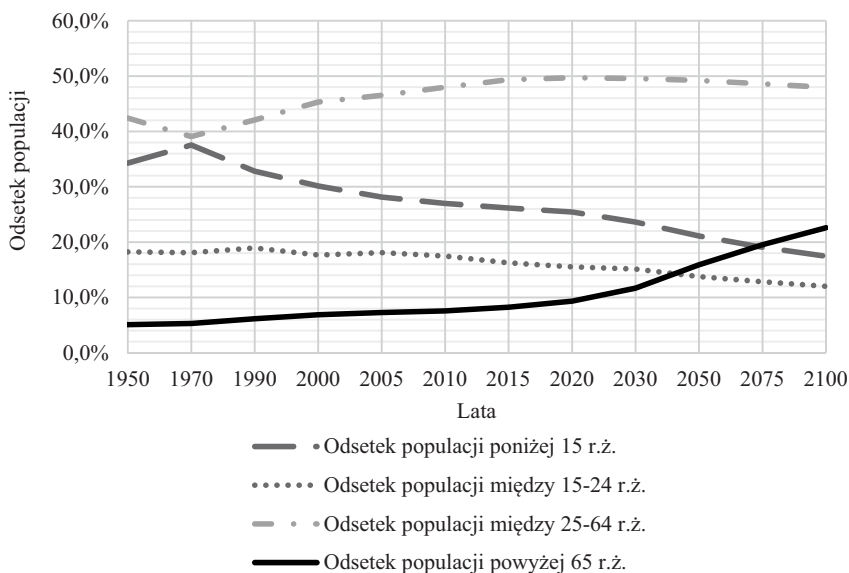


Rys. 1. Światowa liczebność populacji w zależności od wieku (w tys.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Organizacji Narodów Zjednoczonych [12].

W opracowaniach Eurostatu możemy spotkać się ze współczynnikiem grupy osób w wieku powyżej 65. lat do grupy osób w wieku produkcyjnym (między 15. a 64. rokiem życia), który wyraża się w liczbie osób z grupy starszej przypadających na 100 osób z grupy młodszej. Dla samych państw strefy EU-27, zgodnie z prognozą z 2020 roku, wzrośnie on z 39 osób (dane na rok 2020) do 57 w roku 2100 [15]. Przewidywana długość życia na całym świecie, również w krajach, takich jak Niemcy, Japonia, Chiny i Stany Zjednoczone Ameryki Północnej (tabela 2), ma tendencje wzrostowe. Przewidywana światowa średnia długość życia dla kobiet urodzonych w latach 2015-2020 wynosi ok. 75 lat i wzrośnie do ok. 79 lat w przypadku kobiet urodzonych o 20 lat później. U mężczyzn wartości te wynoszą odpowiednio 70 i 75 lat.

Ze zmianami demograficznymi związane są również migracje. Dla tych samych, wybranych wcześniej krajów tendencje są w większości malejące, za wyjątkiem Stanów Zjednoczonych [12]. Dane z lat ubiegłych dla krajów UE-27 wskazują na przyrost liczby emigrantów, gdzie saldo migracji w roku 2018 wyniosło 2,6, zaś w 2019 – 3,1. W 2016 roku wskaźnik ten wynosił 2,0 [16]. Co może w kolejnych dziesiątkach lat wpływać na wzrost migracji, oprócz przyczyn ekonomicznych i dotyczących bezpieczeństwa, to zmiany klimatyczne i idące za tym m.in. pustoszenie, które wymuszać będą na populacjach zmianę miejsca zamieszkania na dogodniejsze, czy wręcz pozwalające przetrwać.



Rys. 2. Procentowy rozkład światowej populacji w zależności od wieku
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Organizacji Narodów Zjednoczonych [12].

Pojawiający się migranci klimatyczni mogą sprzyjać zwiększaniu się już obserwowalnego populizmu oraz nacjonalizmu, wymagać współpracy między krajami całego świata w niespotykanej dotąd skali [6].

Kolejnym aspektem wpływającym na kształt społeczeństw i ich zachowania jest rodzaj tzw. pokolenia, generacji. Na rynki pracy wchodzi już przedstawiciele generacji Z. Jest to najliczniejsze pokolenie notowane dotąd w historii, będące obecnie między 10. a 24. rokiem życia. Stanowi ich grupa 1,8 miliarda ludzi, czyli 24% światowej populacji. Jest to pokolenie, dla którego kwestie środowiskowe, zmiany klimatu są istotne, mimo, iż urodzili się już w czasach świata cyfrowego.

Tabela 2. Przewidywana długość życia na świecie i w wybranych krajach oraz migracje

Region	Płeć	Przewidywana długość życia osób urodzonych w latach 2015-2020	Przewidywana długość życia osób urodzonych w latach 2045-2050	Migranci w latach 2015-2020 (w tys.)	Migranci w latach 2045-2050 (w tys.)
Świat	Mężczyźni	69,9	74,5	-	-
	Kobiety	74,7	79,1		
Chiny	Mężczyźni	74,5	79,9	-1 742	-1 550
	Kobiety	79,0	83,1		
Japonia	Mężczyźni	81,3	84,9	358	244
	Kobiety	87,5	91,1		
Niemcy	Mężczyźni	78,7	83,6	2 719	780
	Kobiety	83,6	87,0		
Stany Zjednoczone Ameryki Północnej	Mężczyźni	76,3	81,4	4 774	5 406
	Kobiety	81,3	84,8		

Źródło: opracowanie własne na podstawie [12].

Spędzając dużo czasu w mediach społecznościowych, są jednocześnie otwarci na podróżowanie i poznawanie ludzi, szybko odnajdują informacje korzystając z Internetu. Technologie nie są one dla nich czymś obcym, przerażającym. Jest to opozycja dla starszych pokoleń, które albo nie miały już zbyt dużej styczności z technologiami i korzystają z nich niechętnie, albo uczyły się ich stopniowo – potrafią się nimi posługiwać, ale znają też życie bez nich [6].

4. Rozwiązania wspierające zarządzanie kapitałem ludzkim

Z uwagi na starzejące się społeczeństwa, państwa całego świata zmuszone będą zatrudniać coraz starszych pracowników, reprezentantów różnych generacji, płci i pochodzenia, a także osoby z niepełnosprawnościami. By każdy z pracowników był w stanie podolać swoim obowiązkom, pozostawał w dobrej kondycji fizycznej oraz psychicznej przez jak najdłuższą część swojego życia, stanowiska pracy będą musiały być wspierane przez narzędzia i tak coraz mocniej wkraczającego lub już w znacznej mierze zaimplementowanego Przemysłu 4.0. Niektóre stanowiska pracy będą całkowicie zanikały, jako zbędne w „nowym świecie”, zastępowane całkowicie przez coraz nowsze zdobywcze techniki lub ograniczana będzie rola pracownika do nadzorowania przebiegu operacji, czy całych procesów. W krajach mniej rozwiniętych, gdzie brak m.in. środków i odpowiedniej wiedzy, oraz w czynnościach, w których praca człowieka jest trudno zastępowalna, koniecznym będzie takie dostosowanie i organizacja pracy, by była ona wykonywalna w jak najbardziej ergonomicznych warunkach dla jak najszerszej grupy pracowników [17][18]. Użytkownikami będą zatem osoby z szerokiego spektrum wieku, niekoniecznie jednego pochodzenia (a zatem widoczne będą np. różnice antropometryczne), różnej płci, a także z różnymi rodzajami niepełnosprawności. Wyzwanie takie jest podejmowane przez projektowanie uniwersalne [19][20]. Projektowanie ergonomiczne, w każdym aspekcie tego zagadnienia, będzie istotne również tam, gdzie technologia będzie współistnieć z człowiekiem, by zapewnić mu jak największy komfort pracy. W większości przypadków to człowiek jeszcze musi dostosować się do stanowiska pracy, w przyszłości zaś, staje się on nadrzędnym punktem odniesienia. Praca zdalna, na którą obecnie decyduje się coraz więcej pracodawców (zwłaszcza po ogłoszeniu pandemii COVID-19), obsługa maszyn i interakcje między pracownikami w różnych modelach działalności organizacji stanowią wybrane zagadnienia, gdzie jakąkolwiek rolę odgrywa człowiek. Te oraz wiele innych obszarów wymaga zatem odpowiedniego przygotowania, dostosowania do potrzeb i możliwości pracowników zgodnie z regułami ergonomii (zarówno fizycznej, organizacyjnej, jak i kognitywnej).

Systemy opierające się na emocjach i naturalnych mechanizmach zachodzących w organizmie człowieka w reakcji na czynniki egzogenne, których wyrazy będą możliwe do odczytywania przez komputery, mogłyby pomóc dostosować warunki pracy. Mimika twarzy, tętno, sygnały bioelektryczne, zachodzące reakcje chemiczne – to niektóre ze zmiennych, które być może będą ułatwiały dobranie np. tempa pracy, warunków mikroklimatycznych, skoro przypuszcza

się, że w niedalekiej przyszłości o doborze cech i zachowaniach awatara-sprzedawcy decydować będzie sztuczna inteligencja na podstawie Internetu zachowań i danych o kliencie [6][21].

Wielokrotne zmiany miejsca pracy, a nawet zawodów, wpisujące się w megatrend bezgranicznego życia i pracy oraz charakteryzujące ambitne, niekoniecznie przywiązujące dużą wagę do lojalności (a przynajmniej do jednego pracodawcy) pokolenie Z wiązać się będzie z coraz popularniejszą koncepcją *lifelong learning*. Koncepcja ta obejmuje również uczenie związane z podążaniem za ustawicznymi zmianami technologicznymi, pogłębianiem kwalifikacji i kompetencji w obranym kierunku, łącząc się chociażby z Przemysłem 4.0 [22]. Pracownicy będą musieli być coraz częściej gotowi na przekwalifikowanie lub doksztalcenie w miejscu pracy, by ulepszać swoje umiejętności i podnosić poziom wiedzy w różnych obszarach w związku z niekończącym się postępem technologicznym. Samokształcenie i uczestnictwo w szkoleniach z własnej inicjatywy, bez powiązania z aktualnym pracodawcą, pozwalają być atrakcyjnym na dynamicznym rynku pracy, co będzie mieć coraz większe znaczenie. Z drugiej strony, to pracodawcy będą musieli zadbać, by pracownik był odpowiednio przeszkolony. Nowoczesne narzędzia, np. rozszerzonej rzeczywistości i rzeczywistości wirtualnej, gdzie człowiek ma możliwość uczestnictwa w symulacji (w warunkach zupełnie lub całkowicie niezależnych od otoczenia), mogą być idealnym rozwiązaniem do ćwiczeń praktycznych, dających lepsze wyniki niż tradycyjne metody wykładowe [23]. Technologie te mogą być stosowane również w weryfikacji dostosowania np. zaprojektowanego stanowiska pracy do potrzeb jego użytkownika [24].

Rozszerzony człowiek (ang. *augmented human*; pojęcia powiązane to „ulepszenie człowieka” – ang. *human enhancement*, transhumanizm) to kolejne podejście związane z technologią, w którym samego pracownika wyposaża się w narzędzia dające mu możliwości, jakich jego ciało nie posiada z powodu niepełnosprawności stałej lub czasowej, albo jakich gatunek ludzki nigdy nie posiadał. Mogą być to urządzenia zdejmowalne i wszczepiane implanty. Badane są metody zmian dokonywanych w DNA i RNA, ingerujące w genotyp i fenotyp człowieka [25]. Za odkrycie metody inżynierii genetycznej CRISPR/Cas9 (zwanej „genetycznymi nożycami”), pozwalającej na stosunkowo szybkie i bardzo dokładne zmiany w DNA, została przyznana ostatnio (w 2020 roku) nagroda Nobla z chemii [26]. Otwiera to drogę do m.in. zapobiegania chorobom genetycznym, lecz również „udoskonalania” gatunku ludzkiego, również pod kątem przyszłych zadań, które czekają go w pracy.

Można wskazać trzy podstawowe obszary, które można „rozszerzać”: zmysły, pojmowanie, wykonywanie. Możliwości, jakie dają idące z tym rozwiązania, pozwolą zrekompensować wszelkie szkodliwe, uciążliwe oraz niebezpieczne

czynniki pracy oraz niedostatki i naddatki związane z m.in.: organizacją pracy, przedmiotem pracy, metodami pracy, wymogami technologicznymi. Pracownicy, którzy z powodu niepełnosprawności nie mogli do tej pory wykonywać pewnych czynności w pełnym lub częściowym zakresie, za ich pomocą będą mogli wykazywać taką samą zdolność do ich wykonania co pracownicy pełnosprawni. Dla tej grupy użytkowników szczególnie ważne jest, by dodatkowe wyposażenie nie było widoczne, stygmatyzujące. To oraz potrzeba korzystania ze sprzętu wygodnego w użytkowaniu, dotyczy również innych grup, zwłaszcza w początkowej fazie wdrażania takich rozwiązań. Na tym etapie mogłyby wzbudzać negatywne emocje, utrudniające przystosowanie do sprzętu. Podkreślić należy również fakt, że zadania zbyt trudne lub obciążające, nawet dla młodego i pełnosprawnego pracownika, będą łatwiejsze i lżejsze (wykorzystuje się już np. egzoskielety w transporcie ręcznym). Rozszerzone umiejętności poznawcze wspomogą również procesy kształcenia, tak ważne w odniesieniu do potrzeby ustawicznego uczenia się, które powinno przebiegać jak najkrócej, z uwagi na tendencje skracania czasu pracy. Dotyczy to również zadań obciążających psychikę. Celem długofalowym pod tym względem jest stworzenie maszyn myślących jak człowiek. Nie jest to jednak łatwe zadanie, jeśli nie jesteśmy w stanie zrozumieć funkcjonowania naszego głównego organu przy tym wykorzystywanego – mózgu [21].

5. Podsumowanie

Zarządzanie kapitałem ludzkim jest zagadnieniem niezwykle złożonym. W działalności przedsiębiorstw pełni istotną rolę i będzie tak, dopóki potrzebni będą jacykolwiek pracownicy. Dostrzeżenie deficytu tego ważnego zasobu wpisuje się w pierwszy krok planowania strategii organizacji. Trendy, a szczególnie przedstawione w tym rozdziale megatrendy, stanowią kontekst do tego zadania. Poznając je, a także znając źródła tych, które mogą dopiero nastąpić, przedsiębiorstwa dostają szansę szerszego spojrzenia na pojawiające się możliwości i zagrożenia dla nich samych oraz ich pracowników. Wiele czynników jest niezależnych od organizacji, ale to do nich należy stawianie czoła nadchodzącej przyszłości. Powinny się do niej przygotowywać, by przetrwać na rynku. Znamienita większość zmian związana będzie z nowymi technologiami, ale inne wymagają będą również odpowiedniego podejścia do zmian demograficznych, wymiany pokoleń i ich podejścia do pracy, odpoczynku oraz nauki. Globalizacja stanie w opozycji do rosnących nastrojów nacjonalistycznych, regionalizacji. To oraz niewątpliwe zmiany klimatyczne będą istotne dla ogółu działań wielu przedsiębiorstw, a w obszarze zasobów ludzkich może wpływać np. na migracje, trudności z pozyskiwaniem nowych pracowników lub niedostosowaniem stanowisk pracy.

Przedstawione rozwiązania technologiczne częściowo znalazły już zastosowanie, wiele z nich wydaje się być wciąż niemal wyjętymi z opowiadań gatunku science fiction. Postęp technologiczny jest jednak szybszy niż sądzimy. Realia w których żyjemy, nam samym jeszcze 10-20 lat temu mogły wydawać się zbyt futurystycznymi, a co dopiero można powiedzieć o naszych rodzicach, dziadkach. Pozostając otwartym na to, co przynoszą kolejne odkrycia i wynalazki, powinniśmy pamiętać, że towarzyszy im wiele zagrożeń.

Należy się zastanowić, czy na pewno chcemy, by automaty, roboty były zdolne zastąpić nas we wszystkim, a na pewno w pracy zawodowej? Czy nie będzie brakować nam kontaktu z człowiekiem podczas pracy lub życia codziennego, gdy zamiast pracownika pojawi się awatar albo robot humanoidalny? Czy zmiany w ludziach, tworzące z nich byty na wzór supermaszyn (również poprzez ingerowanie w DNA rzutujące na kolejne pokolenia), nie spowodują zatracenia przez nas samych istoty życia, bycia człowiekiem z jego doskonałymi niedoskonałościami? Te i wiele innych pytań, póki co pozostaje bez odpowiedzi, ale deficyt zasobów ludzkich jest realną kwestią, do której należy podejść niezwykle delikatnie.

Literatura

- [1] Naisbitt J., (1983), *Megatrends: Ten new directions transforming our lives*, Warner Books, New York.
- [2] Naisbitt J., Aburdene P., (1990), *Megatrends 2000 : ten new directions for the 1990's*, Morrow, New York.
- [3] Pieriegud J., (2015), *Wykorzystanie megatrendów do analizy przyszłościowego rozwoju sektorów gospodarki*, [w:] Gajewski J., Paprockie W., Pieriegud J., (red.), *Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk.
- [4] Ernst & Young Global Limited, *The upside of disruption: Megatrends shaping 2016 and beyond*, 2017, https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/megatrends/ey-megatrends-2016.pdf (dostęp: 5.08.2020).
- [5] Zukunftsinstitut GmbH, *Verschiedene Trends und Trendkategorien*, <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/trends-grundlagenwissen> (dostęp: 5.08.2020).
- [6] Ernst & Young Global Limited, *Are you reframing your future or is the future reframing you?*, 2020, https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/megatrends/ey-megatrends-2020-report.pdf (dostęp: 5.08.2020).
- [7] Ernst & Young Global Limited, *What's after what's next? The upside of disruption. Megatrends shaping 2018 and beyond*, 2018, https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/megatrends/ey-megatrends-final-onscreen.pdf (dostęp: 5.08.2020).
- [8] Horx M., *Macht der Megatrends. Über die Turbulenz der Zukunft*, <https://www.horx.com/?s=macht+der+megatrends> (dostęp: 10.08.2020).
- [9] Nowak M., Żuchowski W., *Wpływ terminali przeladunkowych na ślad węglowy logistyki*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2017, vol. 117, ss. 239-248

- [10] *aJak robot ułatwi życie osobom starszym i niepełnosprawnym?*, <https://www.pw.edu.pl/Badania-i-nauka/Badania-Innowacje-Technologie-BIT-PW/Jak-robot-ulatwi-zycie-osobom-starszym-i-niepelnosprawnym> (dostęp: 10.10.2020).
- [11] Robinson H., MacDonald B., Broadbent E., *The Role of Healthcare Robots for Older People at Home: A Review*, “International Journal of Social Robotics” 2014, vol. 6, nr 4, pp. 575-591.
- [12] United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, *World Population Prospects 2019*, “Demographic Profiles” 2019, vol. II, nr 141.
- [13] Duda K., *Proces starzenia się*, (2013), [w:] Marchewka A., Dąbrowski Z., Żołądź J.A., (red.), *Fizjologia starzenia się: profilaktyka i rehabilitacja*, PWN, Warszawa.
- [14] Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), *Ageing and Employment Policies – Statistics on average effective age of retirement*, <https://www.oecd.org/els/emp/average-effective-age-of-retirement.htm> (dostęp: 9.10.2020).
- [15] Eurostat, *Projected old-age dependency ratio*, 2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00200/default/table?lang=en> (dostęp: 9.10.2020).
- [16] Eurostat, *Population change – crude rate of net migration plus adjustment*, 2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00019/default/table?lang=en> (dostęp: 9.10.2020).
- [17] Maczewska A., Polak-Sopinska A., Wisniewski Z., (2020), *Computer-Aided Occupational Risk Assessment of Physical Workload in the Logistics 4.0*, [w:] Kantola J.I., Nazir S., (red.), *Advances in Intelligent Systems and Computing*, “Springer”, vol. 961.
- [18] Polak-Sopińska A., *Ergonomics as an age management tool in the era of Industry 4.0*, (2019), [w:] Lachiewicz S., Flaszewska S., (red.), *Wybrane problemy zarządzania rozwojem organizacji w przemyśle 4.0*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [19] The Center for Universal Design, *About UD*, https://projects.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/about_ud/about_ud.htm (dostęp: 12.10.2020).
- [20] Burgstahler S., (2015), *Equal access: Universal design of instruction*, Disabilities, Opportunities, Internetworking, and Technology Center, University of Washington, Seattle, pp. 1-6.
- [21] Raisamo R., Rakkolainen I., Majaranta P., Salminen K., Rantala J., Farooq A., *Human augmentation: Past, present and future*, “International Journal of Human-Computer Studies” 2019, vol. 131.
- [22] Wrobel-Lachowska M., Wisniewski Z., Polak-Sopinska A., *The Role of the Lifelong Learning in Logistics 4.0*, (2018), [w:] Terence A., (red.), *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences*, vol. 596.
- [23] Krokos E., Plaisant C., Varshney A., *Virtual memory palaces: immersion aids recall*, “Virtual Reality” 2019, vol. 23, nr 1, pp. 1-15.
- [24] Grajewski D., Górski F., Zawadzki P., Hamrol A., *Application of virtual reality techniques in design of ergonomic manufacturing workplaces*, “Procedia Computer Science” 2013, vol. 25, pp. 289-301.
- [25] Saracco R., *Augmented Machines and Augmented Humans Converging on Transhumanism*, <https://digitalreality.ieee.org/images/files/pdf/augmentedMachinesAndHumansFinal.pdf> (dostęp: 9.10.2020).
- [26] The Nobel Foundation, *Press release: The Nobel Prize in Chemistry 2020*, <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2020/press-release> (dostęp: 12.10.2020).

DEFICIT OF HUMAN RESOURCES AS A CHALLENGE IN ENTERPRISE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF MEGATRENDS

Abstract: *Demographic changes are one of the reasons of 21st century megatrends that enterprises have to face. The aim of the chapter is to present the problem of human deficit in the context of work, human capital management in the age of rapidly developing technology, demographic changes and other factories shaping megatrends. The main current megatrends and basis of their existence, main reasons of human deficit with an emphasis on demographic conditions are presented. In the discussion are described possibilities which are given by coming solutions, connected with them risks, relations with Industry 4.0. The adopted research method is a critical review of the currently available literature in this area.*

Keywords: Industry 4.0, human capital management, human factor, megatrends.

INTEGRACJA SYSTEMU ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM PRACY WEDŁUG NORMY PN-ISO 45001:2018 Z NORMĄ PN-EN ISO 9001:2015 W ZAKŁADZIE PRODUKCYJNYM – STUDIUM PRZYPADKU

Andrzej Mróz

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

andrzej.mroz@p.lodz.pl

Streszczenie: *Postępująca globalizacja i związana z nią rywalizacja przedsiębiorstw na rynku międzynarodowym wymaga wdrażania przez nie standardów związanych z jakością, bezpieczeństwem, ochroną środowiska oraz normami charakterystycznymi dla branży, w której firmy funkcjonują. Niniejszy rozdział poświęcony jest przede wszystkim metodologii wdrażania i integracji standardu PN-ISO 45001 ze standardem PN-EN ISO 9001:2015 w zakładzie produkcyjnym zlokalizowanym na terenie województwa łódzkiego. Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji budowania zintegrowanego systemu zarządzania w oparciu o normy PN-EN ISO 9001:2015 oraz PN-ISO 45001:2018 dla dynamicznie rozwijającego się zakładu produkcyjnego typu „greenfield”, w dobie niekorzystnych warunków społeczno-gospodarczych wynikających z kryzysu pandemicznego COVID-19. W opracowaniu zastosowano elementy metod badań teoretycznych opartych na analizie i syntezie (elementarnej oraz przyczynowej) oraz metod badań empirycznych (obserwacji naukowej ciągłej i bezpośredniej). W efekcie przeprowadzonych badań opracowana została koncepcja wdrożenia systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w przedsiębiorstwie wraz z wyszczególnieniem elementów krytycznych dla terminowej realizacji zaplanowanych działań oraz skutecznego podejścia do etapu audytowania. W podsumowaniu zawarte zostały krytyczne wnioski, jak również wskazano silne strony, sformułowane głównie na podstawie obserwacji procesu budowy zintegrowanego systemu zarządzania w analizowanym przedsiębiorstwie.*

Słowa kluczowe: ISO 9001, Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy, ryzyko zawodowe, ISO 45001, ZSZ, BHP.

1. Wprowadzenie

Konkurencja na rynkach światowych nieustannie wymusza na przedsiębiorstwach systematyczne wdrażanie systemów zarządzania jako istotnego czynnika przewagi w rywalizacji o pozycję rynkową. Zorientowanie na klienta, który świadomie podchodzi do decyzji zakupowych niejako wymusza wdrożenia kolejnych poświadczeń zgodności, gwarantujących odpowiednią jakość produktu (gdyż ta jest podstawowym oczekiwaniem), a zarazem potwierdzenia, że proces wytwarzania tego produktu jest zgodny ze światowymi wymaganiami w zakresie ochrony środowiska, bezpieczeństwa pracy oraz oszczędzania energii.

W niniejszym opracowaniu uwaga zostanie skoncentrowana na aspekcie wdrażania systemu zarządzania BHP w oparciu o standard PN-ISO 45001:2018 w nowo powstającym zakładzie produkcyjnym oraz jego integracji z systemem zarządzania opartym na normach: systemów zarządzania jakością PN-EN ISO 9001:2015, środowiskiem PN-EN ISO 14001:2015, zarządzaniu energią PN-EN ISO 50001.

Sama w sobie norma PN-ISO 45001:2018 jest rozwinięciem międzynarodowego standardu OHSAS 18001 oraz polskiej normy PN-N-18001:2004. Jej oficjalne międzynarodowe wdrożenie, które nastąpiło w marcu 2018 roku, należy uznać za duży sukces i istotny krok naprzód w ustanawianiu jednakowych warunków wytwarzania, niezależnie od lokalizacji danego przedsiębiorstwa na świecie i panującego w danym kraju ustroju politycznego. Punktem dyskusyjnym pozostanie jedynie kwestia, ile międzynarodowych firm będzie zainteresowanych wdrożeniem kompletnego systemu bezpieczeństwa oraz poddaniem się dobrowolnemu systemowi audytowania. Jedynie reakcja rynku konsumenckiego, a także reakcja konkurencji w danej branży, pozwoli określić poziom motywacji do podjęcia działań przez najwyższe kierownictwo w tym obszarze.

Należy w tym miejscu podkreślić, że przedsiębiorstwa odznaczające się wdrożonymi systemami OHSAS 18001 lub PN-N-18001:2004 będą musiały poddać się procesowi audytowania i przejścia na system PN-ISO 45001:2018 do 11 marca 2021 roku. Wobec tego jest to proces nieunikniony i należy go uświadomić organom zarządzającym tymi instytucjami.

Warunkiem niezbędnym skutecznego wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania, jest zaangażowanie najwyższych szczebli zarządzających w przedsiębiorstwie oraz ich determinacja do ciągłego doskonalenia na podstawie zaleceń wynikających z cyklicznych audytów [1]. Efektem zaangażowania najwyższego kierownictwa jest ustanowienie misji i celów polityki zakładu, stanowiących kontekst funkcjonowania organizacji [2][3].

W wielu przypadkach, powoływane są specjalnie dedykowane stanowiska pełnomocników ZSZ, tzn. pracowników stricte przeznaczonych do tworzenia i zarządzania systemami; w innych przypadkach – nawiązuje się współpracę z zewnętrznymi firmami doradczymi i consultingowymi, które w pewnym zakresie przejmują odpowiedzialność za skuteczne wdrożenie systemów. Niezależnie jednak od przyjętego rozwiązania, nie zwalnia to jednostek zarządzających z zaangażowania w procesy integracji systemów i tworzenia środowiska sprzyjającego ich skutecznemu wdrożeniu.

Istotnym aspektem w budowaniu struktur ZSZ są zasoby informatyczne w postaci dedykowanych programów oraz narzędzi do tworzenia i przechowywania danych. Skuteczny sposób przesyłania informacji, śledzenia przepływu dokumentacji pomiędzy poszczególnymi szczeblami stanowi wręcz warunek konieczny skutecznego wdrożenia ZSZ. Istotne jest aby system taki spełniał następujące warunki:

1. Role i uprawnienia poszczególnych członków organizacji są określone i zakwalifikowane do odpowiedniego poziomu.
2. System jest spójny oraz kompletny, a jego struktura budowy uporządkowana, wynikająca ściśle z przepisów norm.
3. Modyfikacja zawartości jak i treści dokumentów poprzez osoby nieuprawnione jest niemożliwa.
4. Każdy pracownik organizacji powinien mieć dostęp do podglądu dokumentacji.
5. Tworzony system oparty jest na nadzorowanych szablonach dokumentów (procedur, instrukcji, załączników) – kontrolowana jest zgodność konstrukcji tworzonych dokumentów ze strukturą użytego szablonu.
6. Daty wydania, rewizje, wykazy i potwierdzenia szkoleń pracowników są spójne.

2. Odpowiedzialność Najwyższego Kierownictwa w procesie i etapy wdrażania Zintegrowanego Systemu Zarządzania

W nawiązaniu do informacji zawartej we wprowadzeniu, najbardziej istotnym elementem skutecznego wdrożenia systemu zarządzania BHP jest zaangażowanie Najwyższego Kierownictwa, którego głównymi celami są:

1. Jasne określanie celów, monitorowanych wskaźników KPI, z których wynikać będzie polityka prowadzonych działań.
2. Przywództwo w kontekście monitorowania działań, motywowania zasobów.
3. Ustalanie odpowiedzialności za procesy.

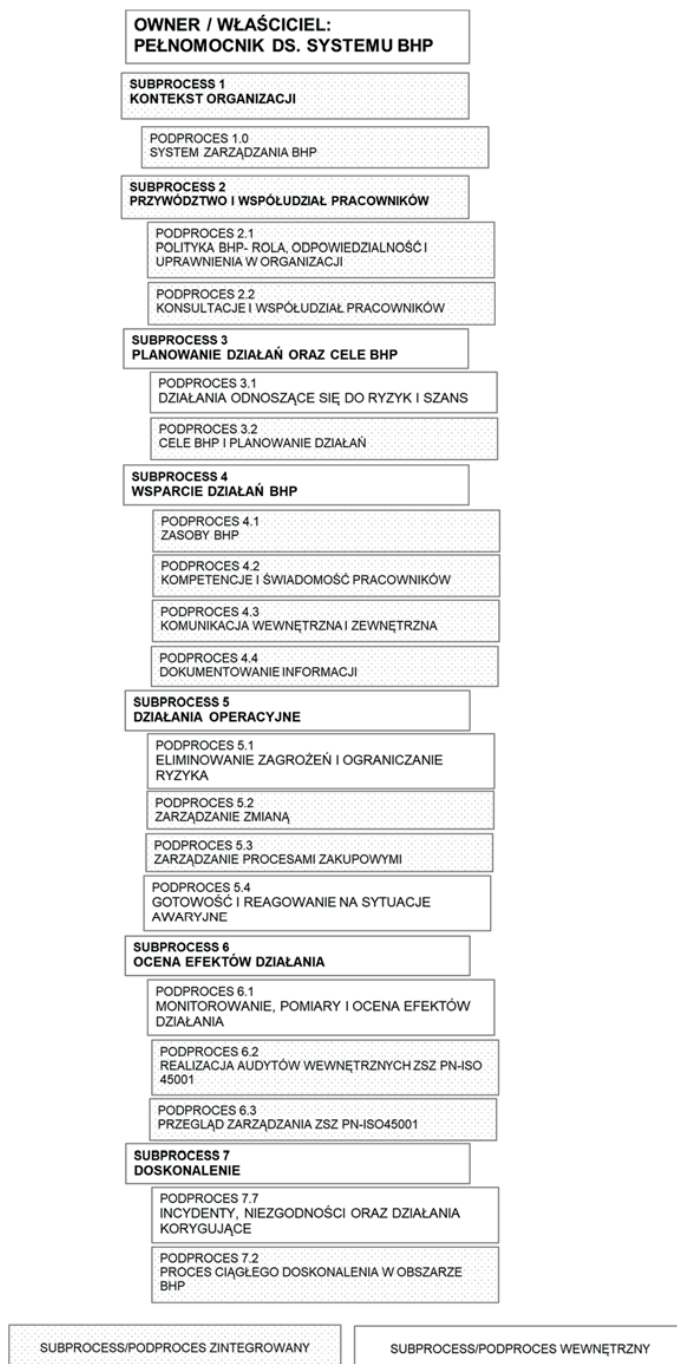
4. Ustalanie polityki BHP w kontekście celów strategicznych przedsiębiorstwa.
5. Zapoznanie w wynikami analizy oceny ryzyka zawodowego oraz zlecenie działań korygujących, w przypadku wykrycia nieprawidłowości.
6. Tworzenie podejścia ciągłego doskonalenia, tym samym kształtując proces podatny na zmiany, zgodnie z podejściem „lessons learned” oraz dobrymi praktykami.
7. Szerzenie kultury BHP wśród pracowników wszystkich szczebli w organizacji, poprzez budowę środowiska sprzyjającego zgłaszaniu sugestii oraz nieprawidłowości.
8. Otwartość na współpracę z partnerami branżowymi BHP.

Działania podejmowane przez Najwyższe Kierownictwo powinny być uporządkowane, wynikające ściśle z odpowiednich rozdziałów w normie. W celu lepszego zobrazowania schematu postępowania, wstępna koncepcja wdrożenia systemu BHP wg normy ISO 45001:2018 została przedstawiona na rysunku 1.

Wstępnie zaproponowane podejście uwzględniało wszystkie istotne elementy, które powinny być zawarte w budowaniu zintegrowanego systemu zarządzania. Zostało to wykonane biorąc pod uwagę równoczesne spełnienie wymagań systemu zarządzania jakością PN-EN ISO 9001:2015 oraz środowiskiem PN-EN ISO 14001:2015. W dalszym tworzeniu koncepcji tworzenia systemu BHP, w wyniku współdziałania pełnomocników systemowych wskazano obszary zintegrowane (zaznaczone na rys. 1). W efekcie, dla systemu BHP przyjęto następującą konstrukcję systemu, składającą się z podprocesów:

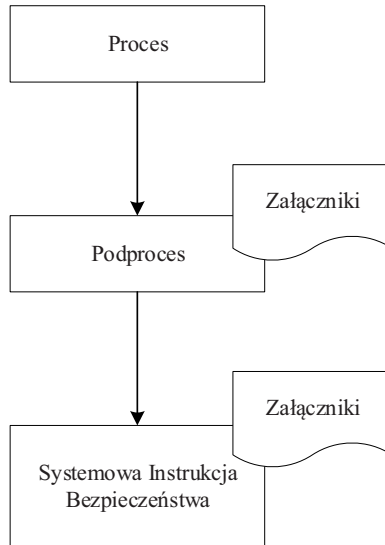
1. Konsultacje i współdziałanie pracowników.
2. Identyfikacja zagrożeń i ocena ryzyka zawodowego.
3. Określenie wymagań prawnych i innych oraz ocena zgodności (zintegrowany).
4. Komunikacja wewnętrzna oraz zewnętrzna (zintegrowany).
5. Eliminowanie zagrożeń oraz ograniczanie ryzyka BHP.
6. Zarządzanie zmianą (zintegrowany).
7. Zakupy i nadzór nad wykonawcami (zintegrowany).
8. Reagowanie na sytuacje awaryjne.
9. Monitorowanie, pomiary, analiza i ocena efektów działania.
10. Incydenty, niezgodności i działania korygujące.

Każdy z wymienionych podprocesów stanowi oddzielny obszar wskazany przez normę PN-ISO 45001:2018. Aby zachować spójność, w kolejnym kroku, przyjęto strukturę tworzonej dokumentacji, zintegrowanej ze współtworzonymi systemami (rys. 2).



Rys. 1. Konstrukcja normy ISO 45001:2018-06 na subprocesy i podprocesy

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Struktura tworzenia dokumentacji systemu BHP
Źródło: opracowanie własne.

Nadrzędnym dokumentem systemu BHP jest dokument procesu. Jego elementami składowymi są pozycje oznaczone jako:

1. *Zasoby materialne organizacji* – na które składają się: wyposażenie biurowe (komputer, monitor itd.), sale konferencyjne, apteczki pierwszej pomocy, oprogramowanie IT, literatura branżowa, internetowy portal branżowy.
2. *Zasoby personalne* – pracownicy działu BHP, konsultanci zewnętrzni, pracownicy przeszkoleni z udzielania pierwszej pomocy, pracownicy przeszkoleni z ewakuacji oraz zwalczania pożaru.
3. *Źródła informacji* – do których zaliczono: wymagania normatywne PN-ISO 45001, działy produkcyjne, dział jakości, dział HR, firmy podwykonawcze, certyfikowane laboratoria, producenci maszyny, dostawcy środków chemicznych, medycyna pracy, Państwowa Inspekcja Pracy, inspekcja sanitarna, wszyscy pracownicy firmy, pracownicy firm podwykonawczych, ustawodawcze instytucje państwowe (internetowe zasoby systemów aktów prawnych), audytorzy wewnętrzni i zewnętrzni ZSZ, jednostki certyfikujące.
4. *Wejścia procesu* – layout obszarów w zakładzie, informacje o nowych substancjach chemicznych i karty charakterystyki, pomiary środowiska pracy, informacje o zmianach wprowadzanych na stanowiskach

pracy, o tworzonych nowych stanowiskach pracy, informacje o zdarzeniach potencjalnych wypadkowych, wypadkach, rejestr wymagań prawnych, dokumentacja techniczno-ruchowa urządzenia/maszyny, protokoły przeglądów okresowych oraz dzienniki eksploatacji, wymagania normatywne i zalecenia instytucji państwowych, informacje o planowanych pracach podwykonawców w zakładzie i wymagane dokumenty.

5. *Wykaz podprocesów unikatowych BHP oraz zintegrowanych* – zgodnych z zapisami normy ISO 45001:2018-06.
6. *Wyjścia procesu* – harmonogram kontroli stanu BHP, protokół z kontroli, plan działań naprawczych, instrukcje pracy z substancjami chemicznymi, etykiety chemiczne, aktualny wykaz substancji chemicznych, aktualizowane oceny ryzyka stanowiskowe, protokół wypadkowy, ustalenia okoliczności przyczyny wypadku, ocena zgodności z wymaganiami prawnymi, protokoły odbiorcze maszyny/urządzenia, zatwierdzone zmiany techniczne i organizacyjne pod względem BHP, pozwolenie na wykonanie prac, certyfikaty ze szkoleń okresowych BHP.
7. *Odbiorcy procesu* – zarząd zakładu, wszystkie działy w organizacji, pracownicy w firmie, Zakład Ubezpieczeń Społecznych, Państwowa Inspekcja Pracy, Prokurator rejonowy, firmy podwykonawcze, koordynatorzy, służba ochrony.

Norma PN-ISO 45001:2018-06 wymaga określenia wskaźników, definiujących stan wdrożenia systemu BHP w organizacji. Wskaźniki te jednak nie są zdefiniowane szczegółowo, co pozwala przedsiębiorstwom na ich dostosowanie do otoczenia w którym funkcjonuje oraz rodzaju prowadzonej działalności. Na wstępnym etapie wdrożenia systemu, autor sugeruje przyjęcie następujących wskaźników:

1. *Wskaźnik częstości wypadków* – skumulowana liczba całkowita wypadków przy pracy w skali roku lub średnia miesięczna/kwartalna.
2. *Wskaźnik zdarzeń potencjalnie wypadkowych* – skumulowana liczba całkowita zdarzeń potencjalnie wypadkowych w skali roku lub średnia miesięczna/kwartalna.
3. *Liczba zgłoszonych sugestii BHP* – skumulowana liczba całkowita zgłoszonych sugestii w skali roku.
4. *Wskaźnik realizacji audytów BHP* – ilość zrealizowanych audytów wewnętrznych w stosunku do ilości zaplanowanej.

Cele dla powyższych wskaźników należy określić biorąc pod uwagę dojrzałość i świadomość organizacji. Wstępnie dopuszcza się możliwość modyfikacji

ich wartości na podstawie uzyskiwanych wyników, jednak docelowo powinny być wartościami stałymi. W skutecznie wdrożonym systemie BHP, osiągnięcie wyznaczonych celów będzie ściśle powiązane z wynikiem finansowym firmy. Daje to dodatkową motywację Najwyższemu Kierownictwu do propagowania kultury BHP i wprowadzania korzystnych zmian.

3. Analiza ryzyk i szans procesu

Kolejnym etapem wdrożeniowym jest ocena świadomości organizacji w budowaniu systemu BHP. Jest ona wyrażona w postaci analizy ryzyk i szans procesu i tworzona w wyniku burzy mózgów oraz nieustannie napływających informacji. Norma PN-ISO 45001 nie narzuca szczególnego sposobu oceny pojawiających się szans bądź ryzyk. Wobec tego organizacja może użyć własnej metody (metod), aby zdecydować lub nie o działaniach, które mogłaby podjąć w celu poprawy swojej działalności. Ważną rolę w tym punkcie pełni planowanie.

Planowanie nie jest pojedynczym wydarzeniem, ale procesem ciągłym, przewidującym zmieniające się okoliczności i stale określającym ryzyka i szanse, zarówno dla pracowników, jak i dla systemu zarządzania BHP jako całości. Efekty niepożądane mogą obejmować urazy związane z pracą i złym stanem zdrowia, nieprzestrzeganie wymogów prawnych i innych wymagań lub uszczerbek na reputacji.

W planowaniu uwzględnia się związki i interakcje między działaniami wymaganiami dotyczącymi systemu zarządzania jako całości. W obszarze BHP, działania te dotyczą identyfikacji zagrożeń, sposobu ich przekazywania oraz analizy i ograniczania skutków. Inne możliwości dotyczą strategii doskonalenia systemu. W omawianym przypadku, analiza ryzyk i szans oparta jest na matrycowej strukturze (gdzie dla zidentyfikowanego ryzyka bądź szansy, określa się wartość liczbową wagi oceny. Sposób przypisywania konkretnych wartości został przedstawiony na rysunku 3.

W zależności od uzyskanego wyniku iloczynu, podejmuje się decyzję na temat konieczności zaplanowania działań korygujących/implementacyjnych. Przyjęto, że dla wartości:

- 1-3 nie podejmuje się działań.
- 6-9 zalecane jest zaplanowanie działań.
- 27 i więcej wymagane jest natychmiastowe zaplanowanie i podjęcie działań.

Współczynnik 1 (mały) Ryzyko / szansa może wystąpić w wyjątkowych okolicznościach.	1	1	3	9
	Ocena	1	3	9
		Ryzyko Brak skutków. Niewielki wpływ na koszty, zasoby lub opinię firmy.	Ryzyko przekroczenie wymogów prawnych, skutki średnioterminowe. Niski wpływ na koszty, zasoby lub opinię firmy.	Ryzyko Duże skutki. Bardzo duży (negatywny) wpływ na koszty, zasoby lub opinię firmy.
		Szansa Brak wpływu na strategię i działalność firmy. Brak (pozytywnego) wpływu na zyski, zasoby lub opinię firmy.	Szansa Niewielki wpływ na strategię i działalność firmy. Średni (pozytywny) wpływ na zyski, zasoby lub opinię firmy.	Szansa Znaczący wpływ na strategię i działalność firmy oraz bardzo duży (pozytywny) wpływ na zyski, zasoby lub opinię firmy.

Rys. 3. Matryca oceny ryzyk i szans

Źródło: opracowanie własne.

Wobec uzyskanych wyników z analizy, należy zaplanować i podjąć lub nie działania korygujące/usprawniające. Poniżej przedstawiono możliwości poprawy wyników w zakresie BHP [4][5]:

1. Wprowadzenie dodatkowych kontroli oraz audytów wewnętrznych.
2. Przeprowadzenie szczegółowej analizy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą i pojedynczymi zadaniami (analiza bezpieczeństwa stanowiska pracy oraz aktualizacja oceny ryzyka zawodowego).
3. Wprowadzenie zmian organizacyjnych mających na celu złagodzenie efektów monotonnej pracy lub pracy o potencjalnie niebezpiecznym, z góry określonym tempie.
4. Reorganizacja stanowisk pracy oraz automatyzacja procesów potencjalnie niebezpiecznych.
5. Systematyczne i dogłębne badanie incydentów lub niezgodności wraz z podjętymi działaniami naprawczymi.
6. Oceny ergonomiczne stanowisk pracy i inne oceny związane z zapobieganiem występowaniu urazów oraz chorób zawodowych.
7. Zwiększenie częstotliwości przeprowadzania badań środowiskowych na stanowiskach pracy.

Przykłady innych możliwości poprawy wyników w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy [6][7][8]:

1. Uwzględnianie wymagań BHP na najwcześniejszym etapie cyklu życia obiektów, sprzętu lub planowania procesów w zakresie relokacji obiektów, ponownego projektowania procesów lub wymiany maszyn i urządzeń.
2. Uwzględnienie wymagań w zakresie BHP na najwcześniejszym etapie planowania relokacji obiektów, przeprojektowania procesów lub wymiany maszyn i urządzeń.
3. Wykorzystanie nowych technologii w celu poprawy wydajności BHP;
4. Poprawa kultury ochrony zdrowia pracujących, np. poprzez rozszerzenie kompetencji związanych z ochroną zdrowia pracujących poza wymagania lub zachęcanie pracowników do terminowego zgłaszania zdarzeń.
5. Zwiększenie widoczności wsparcia kierownictwa najwyższego szczebla dla systemu ochrony zdrowia pracujących.
6. Usprawnienie procesu (-ów) dochodzenia w sprawie incydentów;
7. Usprawnienie procesu (-ów) konsultacji i uczestnictwa pracowników.
8. Analiza porównawcza, w tym uwzględnienie zarówno wyników własnych organizacji, jak i wyników innych organizacji w przeszłości.
9. Współpraca na forach, które koncentrują się na tematach związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy.
10. Motywowanie pracowników do współtworzenia systemu bezpieczeństwa poprzez wdrożenie konkursu sugestii oraz promowanie podejścia dobrych praktyk BHP.

W momencie podjęcia decyzji o wdrożeniu systemu, ustalony jest termin poddania się certyfikacji poprzez uprawnioną jednostkę zewnętrzną. Przyjmuje się, że termin audytu certyfikującego powinien odbyć się najwcześniej około trzy miesiące od chwili zakończenia prac administracyjnych oraz pojawienia się pierwszych zapisów w związanych dokumentach.

Sam proces audytowania polega na wyszukiwaniu zależności pomiędzy zapisami zawartymi w normie (a także powstałej dokumentacji).

Poza stworzeniem systemu dokumentacji, istotne jest równoczesne wdrażanie działań korygujących na stanowiskach pracy. W tym miejscu duży nacisk należy skierować na rzetelne przeprowadzenie oceny ryzyka zawodowego wraz z przeprowadzeniem badań środowiskowych i wydatku energetycznego pracowników. Na ich podstawie należy opracować etapowy plan poprawy warunków pracy wraz z zaznaczeniem konkretnych terminów realizacji.

W tym miejscu należy podkreślić, jak bardzo istotnym fragmentem normy ISO 45001:2018-06 jest ocena ryzyka zawodowego. Właściwe powiązanie palety zagrożeń z działaniami korygującymi stanowi klucz do sukcesu skutecznego wdrożenia systemu BHP. W standardzie nie jest wskazana metoda wyzna-

czania ryzyka, jednak przeważnie przyjmuje się ogólnoswiatową metodę Risk Score. W przypadku zastosowania innej metody, np. w oparciu o polską normę PN-N-18002:2011, zaleca się jej zmianę przed kolejnym terminem certyfikacji.

4. Podsumowanie

Intencją autora tego opracowania było nakreślenie sposobu integracji normy bezpieczeństwa ISO 45001:2018 z normą PN-EN ISO 9001 w zakładzie produkcyjnym. Zawarte zalecenia należy przyjąć jako ogólne, a szczegółowy sposób integracji należy opracować precyzyjnie dostosowując zapisy w normie do charakteru organizacji. Z doświadczeń analizowanego studium przypadku, należy podkreślić istotne czynniki powodzenia podjętych działań:

1. Zaangażowanie i stanowczość w realizacji przyjętej strategii przez Najwyższe Kierownictwo jest warunkiem kluczowym.
2. Podział ról pełnomocników jest ustanowiony na wstępnym etapie budowania Zintegrowanego Systemu Zarządzania.
3. Procesy powiązane, tzn. zintegrowane muszą być realizowane wspólnie z obszarami odpowiedzialnymi.
4. Zarówno sposób przekazywania informacji na temat utworzonej dokumentacji, jak i dostęp do niej powinien być uporządkowany, a dostęp do jej podglądu wszystkich pracowników – nieskomplikowany.
5. Należy zachować podejście ciągłego doskonalenia poprzez wyznaczanie nowych celów oraz stosowanie dobrych praktyk.
6. Ocena zapisów powinna być dokonana w sposób merytoryczny i dokonana przez doświadczonych ekspertów.
7. Współpraca z jednostkami wspomagającymi/consultingowymi powinna być systematyczna i szczegółowo zaplanowana. Zaleca się organizację cyklicznych spotkań wraz z przedstawieniem postępów prac oraz wskazaniem obszarów wymagających korekty.

Z pewnością zastosowanie powyższych uwag pozwoli na skuteczne wdrożenie i integrację systemu BHP z innymi systemami zarządzania. W kolejnym etapie procesu zarządzania pozostanie kwestia utrzymania zgodności dokumentacji oraz aktualizacji systemu w oparciu o nowe rozporządzenia prawne oraz podejście „dobrych praktyk” w BHP.

Literatura

- [1] Karkoszka T., *Operational monitoring in the technological process in the aspect of occupational risk*, "Procedia Manufacturing" 2017, t. 13, pp. 1463-1469.
- [2] Polska Norma PN –ISO 45001:2018-06 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania i wytyczne stosowania”, 2018.

- [3] Polska Norma PN-EN ISO 9001:2015-10 „Systemy zarządzania jakością – Wymagania”, 2015.
- [4] Bryła R., (2020), *BHP Dobre praktyki*, Elamed Media Group, Katowice.
- [5] Kołodziejczyk E. i in., (2017), *Meritum. Bezpieczeństwo i higiena pracy*, wyd. 5, Warszawa.
- [6] Lewandowski J. i in., (2012), *Współczesne standardy w zakresie zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [7] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, <https://www.ciop.pl/> (dostęp: 10.09.2020).
- [8] Rączkowski B., (2008), *BHP w praktyce*, wyd. XI uzupełn., Gdańsk.

INTEGRATION OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM ACCORDING TO PN-ISO 45001:2018 WITH PN-EN ISO 9001:2015 IN THE PRODUCTION PLANT – CASE STUDY

Abstract: *The progressive globalization and the related rivalry of companies on the international market requires them to implement standards related to quality, safety, environmental protection and standards characteristic for the industry in which they operate. This article is mainly devoted to the methodology of implementation and integration of PN-ISO 45001:2018 standard with PN-EN ISO 9001:2015 standard, in a production plant manufacturing household appliances. The aim of this chapter is to present the concept of building an integrated management system based on PN-EN ISO 9001:2015 and PN-ISO 45001:2018 standards for a dynamically developing “greenfield” type production plant, in the era of unfavorable socio-economic conditions resulting from the COVID-19 pandemic crisis. The article uses elements of theoretical research methods based on analysis and synthesis (elementary and causal) and empirical research methods (continuous and direct scientific observation). As a result of the research, the concept of implementation of the occupational health and safety management system in the company was developed, together with the specification of critical elements for the timely implementation of planned activities and effective approach to the audit stage. The summary contains critical conclusions as well as points out the strengths, formulated mainly on the basis of observations of the process of building an integrated management system in the analyzed company.*

Keywords: ISO 9001, Occupational health and safety management, occupational risk, ISO 45001, IMS, OHS.

STANDARYZACJA PROCESU A WDRAŻANIE KOMPONENTÓW INDUSTRY 4.0

Nina Olender, Aleksandra Polak-Sopińska

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

nina.olender95@wp.pl, aleksandra.polak-sopinska@p.lodz.pl

Streszczenie: *Koncepcja Industry 4.0 intensywnie się rozwija, a jej wdrażanie staje się wyzwaniem oraz czynnikiem strategicznym dla przedsiębiorstw, chcących utrzymać, bądź polepszyć swoją pozycję na rynku. Czwarta rewolucja przemysłowa na pierwszym miejscu stawia klienta i jego potrzeby, które chce szybko i trafnie zaspokoić, wyprzedając przy tym działania konkurencji oraz oferując klientom najkorzystniejsze dla nich rozwiązania. Wdrażanie komponentów Industry 4.0 oraz stawianie w centrum uwagi potrzeb klientów, jest trudne do osiągnięcia bez konsekwencji w działaniu przedsiębiorstwa oraz świadomości, w jaki sposób przebiegają jego procesy. Zgodnie z ideą ciągłego doskonalenia, łatwiej wdrażać usprawnienia w stabilnych i ustandaryzowanych procesach. Celem rozdziału jest przedstawienie znaczenia standaryzacji procesu przy wdrażaniu komponentów Industry 4.0. Metody, jakie przyjęto, to: przegląd literatury, studium przypadku, obserwacja bezpośrednia, chronometraż, analiza dokumentacji. Wyniki, zarówno przegląd literatury, jak i studium przypadku potwierdziły, że dla procesów charakteryzujących się wysoką możliwością standaryzacji łatwiej jest zaproponować komponenty, jakie niesie za sobą czwarta rewolucja przemysłowa, ponieważ ich przebieg jest znany, przewidywalny oraz stabilny. Brak takiej stabilizacji wymaga dokładniejszej analizy procesu, a także dłuższego przygotowania organizacji do wdrożenia komponentów Industry 4.0.*

Słowa kluczowe: Industry 4.0, komponenty, standaryzacja, proces obsługi klienta, stabilizacja.

1. Wprowadzenie

Czwarta rewolucja przemysłowa, podobnie jak trzy poprzednie, wiąże się z wprowadzeniem zmian, udogodnień i innowacji. Ich efektem, w głównej mierze, ma być uzyskanie przez przedsiębiorstwo korzyści ekonomicznych [1][2]. W przypadku Industry 4.0 korzyści mają zostać osiągnięte poprzez elastyczność w reagowaniu na zmienne warunki otoczenia, przewidywanie pewnych zdarzeń, a także zwiększenie produktywności poprzez integrację wszystkich procesów i obszarów działalności przedsiębiorstwa [3].

W związku z integracją procesów i ich odpowiednim przygotowaniem do zaimplementowania komponentów Industry 4.0 konieczna jest ich stabilizacja, zapewniająca ich najefektywniejszy przebieg oraz wyeliminowanie występujących w nich zakłóceń, a w następnej kolejności standaryzacja przebiegającego już bez zakłóceń procesu [4]. Standaryzacja procesów pracy miała wpływ na powodzenie już poprzednich rewolucji przemysłowych, natomiast w przypadku obecnej, czwartej rewolucji przemysłowej jej znaczenie zdecydowanie wzrasta [5].

Poprzez eliminację zbędnych czynności oraz integrację systemową może ona przynieść wymierne korzyści, takie jak oszczędność strategicznego czynnika, jakim jest czas, a przy tym skutkować wzrostem efektywności całego przedsiębiorstwa. Niewątpliwie wdrażanie elementów Industry 4.0 wiąże się z wprowadzaniem usprawnień, a standaryzacja uznawana jest za klasyczną metodę usprawniania procesów [6].

W rozdziale w oparciu o przegląd literatury i studium przypadku dla wybranego procesu przedstawiono znaczenie standaryzacji procesu pracy przy wdrażaniu komponentów Industry 4.0. W pierwszej kolejności zaprezentowano ideę Industry 4.0, wraz z jej komponentami, następnie omówiono zagadnienie standaryzacji, w tym jej poszczególne etapy oraz możliwości jej implementacji w zależności od procesu, a zakończono na studium przypadku.

2. Industry 4.0

Idea Industry 4.0

Czwarta rewolucja przemysłowa często jest określana pojęciem Industry 4.0. Pierwsza z poprzedzających ją rewolucji przypadała na przełom XVIII i XIX wieku i dotyczyła szeroko pojętej mechanizacji [7]. Druga rewolucja to lata 70. XIX wieku i wprowadzenie produkcji masowej wraz z podziałem pracy [7], natomiast trzecia miała swój początek w latach 70. ubiegłego wieku i jej głównym założeniem była automatyzacja [8].

Czwarta rewolucja przemysłowa zapoczątkowana została w 2011 roku na targach w Hanowerze. Przedstawiła ją wtedy grupa inicjatywna “Industrie 4.0”, która była zrzeszeniem świata biznesu, nauki i polityki i miała na celu zwiększenie konkurencyjności niemieckiej gospodarki [4][1]. Obecnie pojęcie Industry 4.0 stanowi priorytet dla nowoczesnych przedsiębiorstw i jest przedmiotem badań i rozważań.

Przewodnią ideą czwartej rewolucji przemysłowej jest stworzenie inteligentnych łańcuchów wartości, które oparte będą na samoorganizujących się systemach socjotechnicznych [4][9][10][11][12]. Wedle tej idei współpracować ze sobą mają ludzie, maszyny i urządzenia wspierane systemami informatycznymi oraz nowoczesną technologią. Systemy informatyczne i nowoczesna technologia mają w sposób inteligentny i samodzielny sterować wszystkimi procesami przedsiębiorstwa [11][12]. Końcowym rezultatem Industry 4.0 ma być powstanie inteligentnej fabryki, w której maszyny, procesy, systemy, wyroby, klienci oraz dostawcy mają być połączeni przez inteligentne sieci, umożliwiając przy tym ciągłą automatyzację, optymalizację i przetwarzanie ogromnej ilości danych, niezbędnych do szybkiej reakcji na zmieniające się potrzeby klienta [13].

Przegląd komponentów Industry 4.0

Realizacja idei Industry 4.0 nie byłaby możliwa, gdyby nie szereg komponentów, na których bazuje i jest przez nie wspierana, m.in. [12][14]: roboty autonomiczne, symulacje komputerowe, Internet rzeczy, Internet usług, *Big Data*, chmura obliczeniowa, rzeczywistość rozszerzona, sztuczna inteligencja oraz cyberbezpieczeństwo.

1. Roboty autonomiczne – urządzenia techniczne, które wykonują pewne zadania pod kontrolą systemu nadzorczego narzuconego z zewnątrz, bądź też mogą same planować wykonywane przez siebie czynności [15][16][17]. Kluczowy jest tu brak bezpośredniego udziału operatora.
2. Symulacje komputerowe – umożliwiają tworzenie dynamicznych modeli, dzięki którym można dokonywać eksperymentów na istniejących bądź projektowanych systemach [18].
3. Internet rzeczy – „stanowi dynamiczną globalną sieć fizycznych obiektów, systemów, platform i aplikacji, które są zdolne do komunikowania oraz dzielenia się inteligencją pomiędzy sobą, a także zewnętrznym otoczeniem i ludźmi” [19]. Ma na celu, by maszyny bez pośrednika w postaci człowieka pobierały z otoczenia dane niezbędne do ich funkcjonowania [20].

4. Internet usług – „służy do elastycznego budowania sieci wartości przez dynamiczne konfigurowanie usług dobieranych z różnych zasobów udostępnionych w sieci” [19][21].
5. *Big Data* – ma związek z nowymi rozwiązaniami technologicznymi, dzięki którym można przetwarzać i przechowywać ogromne ilości danych pochodzących z różnych źródeł w możliwie najkrótszym czasie [22].
6. Chmura obliczeniowa – jej ideą jest zrezygnowanie z zasobów dyskowych oraz oprogramowań na rzecz serwerów umożliwiających stały dostęp do tych zasobów na dowolnym urządzeniu mobilnym [23]. Oznacza to brak konieczności instalowania systemów na konkretnym urządzeniu, ponieważ system będzie dostępny na każdym urządzeniu pod warunkiem zapewnienia mu dostępu do Internetu [24][25].
7. Rzeczywistość rozszerzona – polega na łączeniu obrazu świata rzeczywistego z elementami tworzonymi przy wykorzystaniu technologii informatycznej [26].
8. Sztuczna inteligencja – bardzo szerokie pojęcie, nieposiadające jednoznacznej definicji. Zajmuje się tworzeniem maszyn, bądź też pewnego rodzaju algorytmów, które przez to, że posiadają cechy inteligencji, są w stanie samodzielnie podejmować decyzje, uczyć się, a co za tym idzie reagować na zmieniające się warunki otoczenia [27].
9. Cyberbezpieczeństwo – wszystkie wyżej wymienione komponenty Industry 4.0 bazują na Internecie. Cyberbezpieczeństwo wiąże się zatem z zapewnieniem bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni [12].

Wdrożenie wyżej przytoczonych komponentów Industry 4.0 ułatwia standaryzację procesu [28].

3. Standaryzacja procesów

Pojęcie standaryzacji

Standaryzacja kojarzyć się może z pewną „sztywnością” reguł, a przy tym brakiem możliwości wprowadzania elastyczności w standaryzowanych procesach. Jednak patrząc na to zagadnienie jako na narzędzie będące elementem pewnej całości, można zauważyć że takie przekonanie jest błędne, co uzasadnia rysunek 1.

Poniżej rysunek przedstawia proces ciągłego doskonalenia z wykorzystaniem stabilizacji, standaryzacji oraz cyklu Deminga. Litery umieszczone na kole oznaczają: P – Plan, D – Do, C – Check, A – Act, czyli kolejno: zaplanuj, wykonaj, sprawdź, popraw, „S” natomiast oznacza stabilizację [29].

Wdrażaniu usprawnień zawsze musi towarzyszyć ustalenie celu oraz realnego planu jego realizacji, co stanowi pierwszy krok, czyli „Plan”. Następny krok to wprowadzenie tego planu „w życie” („Do”). Później z kolei weryfikuje się, czy osiągnięte rezultaty są zgodne z zamierzonymi („Check”) [30]. Każda zmiana w procesie mianowicie „Act” jest możliwe dopiero po ustabilizowaniu procesu [30].

Stabilizacja ma na celu stworzenie przewidywalnych i powtarzalnych wyników pracy [31]. Po pomyślnej stabilizacji, można przystąpić do czwartego etapu koła Deminga. Wiąże się on z wprowadzeniem do organizacji zaplanowanego rozwiązania w formie standardu [32].

Według definicji standaryzacja jest procesem ustalania, komunikowania, przestrzegania oraz usprawniania standardów [33]. W odniesieniu do przedsiębiorstwa proces standaryzacji obejmuje więc ustalanie pewnych praktyk, które będą przestrzegane przez wszystkie osoby pracujące przy danym procesie oraz wykonujące inne czynności, dotyczące tego procesu [31].

Praktyki te zależeć będą od charakteru działalności przedsiębiorstwa, rodzaju procesu poddawanego standaryzacji, a także czynności, z jakich składa się ten proces. Niezależnie od tego, istnieją pewne stałe etapy standaryzacji procesów w firmach.

Etapy standaryzacji

Literatura przedmiotu proponuje różne etapy wprowadzania standaryzacji procesów. Niektóre z nich są odpowiednie dla procesów produkcyjnych [33],

a inne dla procesów usługowych [34]. Najbardziej uniwersalne, ze względu na możliwość ich zastosowania zarówno w procesach usługowych, jak i produkcyjnych, wydają się być etapy standaryzacji zaproponowane przez Łunarskiego [35], a mianowicie:

- analiza,
- decyzja,
- identyfikacja,
- uszczegółowienie,
- wdrożenie,
- ocena.

Pierwszy etap to analiza, która ma się opierać na szczegółowym poznaniu stanu obecnego i zastanowieniu się, czy zmiana jest potrzebna, bądź jakiego typu zmiana jest konieczna do wprowadzenia, by osiągnąć pożądany stan przyszły. Ma ona zawierać w sobie również szczegółową analizę procesów w przedsiębiorstwie.

Wynikiem analizy jest podjęcie decyzji odnośnie wprowadzenia zamierzonych zmian. W kolejnym etapie następuje identyfikacja potrzeb związanych z osiągnięciem stanu przyszłego, by potem przystąpić do ich uszczegółowienia. Następnie

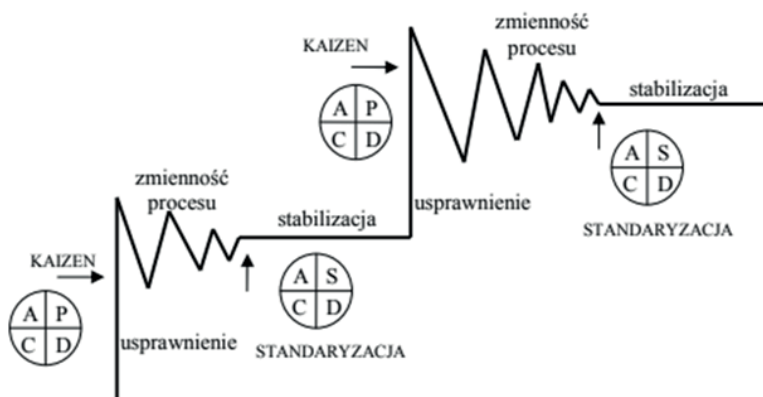
planuje się wdrożenie, które w ostatnim etapie poddane zostanie ocenie pod względem tego, czy udało się osiągnąć zamierzony rezultat.

Analizując procesy zachodzące w przedsiębiorstwach można dojść do wniosku, że charakteryzują się one różną złożonością oraz odmiennym charakterem. Powstaje zatem pytanie, czy każdy proces i w jakim stopniu można poddać standaryzacji.

Możliwość wdrożenia standaryzacji w zależności od rodzaju procesu pracy

Jakubik [36] pisze, że standaryzacja jest możliwa jedynie wtedy, gdy zachodzą dwa warunki. Pierwszy z nich to – konieczność pewnej powtarzalności procesów, drugi – możliwość ich opisania.

Perrow [37] próbuje usystematyzować możliwości standaryzacji, wskazując klasyfikację procesów pracy ze względu na możliwość poddania ich standaryzacji. Podstawą tej klasyfikacji jest stopień różnorodności pracy i możliwość jej analizowania, co przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Proces ciągłego doskonalenia

Źródło: Kosieradzka A., Smagowicz J., *Ciągłe doskonalenie procesów produkcyjnych z wykorzystaniem standaryzacji pracy*, 2015, s. 51.

Z rysunku 2 wynika, że najłatwiej standaryzacji podlega praca rutynowa, natomiast najtrudniej praca nierutynowa. Prace o charakterze rzemieślniczym i technicznym mogą być poddane standaryzacji, ale jedynie w ograniczonym zakresie.

Różnorodność zadań mówi o tym, czy wykonywane w ramach danej pracy zadania charakteryzują się powtarzalnością, czy każdorazowo są odmiennie. Natomiast przywołana na rysunku 2 możliwość analizowania pracy wiąże się z podzieleniem jej na następujące elementy składowe [38][39]:

- zasadnicza wiedza potrzebna do wykonywania pracy,
- umiejętności podstawowe,

- umiejętność wykonywania zadań pomocniczych,
- umiejętność oceniania, wydawania osądów,
- know-how, czyli doświadczenie.

Wiedza zasadnicza, umiejętność wykonywania zadań pomocniczych i umiejętności podstawowe to często czynności powtarzalne, których łatwo się wyuczyć, a zatem lepiej podlegają standaryzacji. Umiejętność oceniania, wydawania osądów oraz doświadczenie wymaga pewnej kreatywności w wykonywaniu zadania, konieczności powiązywania ze sobą faktów oraz często wiąże się z niepowtarzalnością i nie jest rutynowe. W związku z tym zadania takie trudniej podlegają standaryzacji [39].

Przeprowadzając przegląd literatury nie natrafiono na ścisłe kryteria przyporządkowujące dany rodzaj pracy do przedstawionych na rysunku grup. Możliwość analizowania i różnorodność zadań wykonywanych w ramach danej pracy są kryteriami jakościowymi i mogą podlegać dyskusji.

4. Znaczenie standaryzacji procesu przy wdrażaniu komponentów Industrii 4.0 – rozważania teoretyczne

We wstępie niniejszego rozdziału nakreślono, iż w przypadku Industrii 4.0 znaczenie standaryzacji wzrasta. Wynika to z wielu istotnych czynników.

Po pierwsze, standaryzacja wspomaga i utrwala proces doskonalenia. Idąc zatem w kierunku koncepcji przemysłu czwartej generacji, firmy bezsprzecznie dążą do doskonalenia swojej działalności poprzez zmniejszanie kosztów produkcji, zwiększenie wydajności procesów, zmniejszenie ilości produktów wadliwych oraz możliwie jak najtrafniejsze dostosowywanie swojej działalności do potrzeb klientów.

Po drugie, standaryzacja ze względu na swoją istotę niesie ze sobą szereg zalet sprzyjających rozwojowi firmy w idei Industrii 4.0. Zaletami tymi są między innymi [40]:

- określenie niezawodnej kolejności wykonywanych działań i procedur,
- stabilizacja procesów zachodzących w przedsiębiorstwie,
- eliminacja strat i idąca za tym redukcja kosztów przedsiębiorstwa.

Batko wymienia ponadto takie korzyści, jak [41]:

- ograniczenie kosztów niezgodności,
- ułatwienie monitorowania i audytowania procesów.

Zalety, jakie niesie ze sobą standaryzacja, umożliwiają przygotowanie organizacji do objęcia obszarów jej działalności systemami, które są nieodłącznym elementem przemysłu czwartej generacji. Ze względu na to, że wedle idei Industrii 4.0 system ma mieć postać współpracujących ze sobą ludzi, maszyn i urządzeń, wspieranych systemami informatycznymi i nowoczesną technologią.

W celu stworzenia go należy uzyskać standard, który zapewni spójną i jednolitą komunikację między jego elementami.

Standaryzacja ułatwia koordynację działań, będącą podstawą koncepcji Industry 4.0, w której wszystkie obszary przedsiębiorstwa ściśle ze sobą współpracują i się samoorganizują.

Ponadto standaryzacja umożliwia wyłonienie w przedsiębiorstwie czynności powtarzalnych, które łatwo podlegają standaryzacji i automatyzacji, dzięki czemu możliwe jest wsparcie ich nowoczesną technologią. Człowiek wtedy może zostać przydzielony do działań wymagających kreatywności, a praca powtarzalna i monotonna zostanie zautomatyzowana, odciążając tym samym czynnik ludzki.

Niekiedy firmy nie chcą jednak automatyzować prac najprostszych, charakteryzujących się wysoką powtarzalnością, ponieważ zwrot takiej inwestycji następuje często po dość długim okresie, a samo zatrudnienie ludzi do prostych prac nie jest dla firm aż tak kosztowne. Wtedy firmy decydują się na wykorzystanie automatyzacji bądź też sztucznej inteligencji do prac na średnim szczeblu, gdzie zysk jest szybszy, a pozytywny wpływ takiej inwestycji na funkcjonowanie firmy jest dla bardziej odczuwalny [42][43][44].

Zasadność rozważania aspektu standaryzacji przy wdrażaniu komponentów Industry 4.0 przedstawia studium przypadku.

Możliwość analizowania	Niska	Praca nierutynowa Niska standaryzacja	Praca rzemieślnicza Umiarkowana standaryzacja
	Wysoka	Praca techniczna Standaryzacja od wysokiej do umiarkowanej	Praca rutynowa Wysoka standaryzacja
		Wysoka	Niska
		Różnorodność zadań	

Rys. 2. Klasyfikacja pracy ze względu na możliwość jej standaryzacji

Źródło: Bednarz L., *Metodyczne aspekty standaryzacji procesów pracy*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2011, nr 22, s.139 na podstawie Perrow Ch., *A Framework for the Comparative Analysis of Organisation*, „American Sociological Review” 1967, no. 32, pp. 194-208.

5. Studium przypadku dla wybranego procesu

Studium przypadku dotyczy procesu obsługi klienta w małym przedsiębiorstwie produkcyjno-usługowym. Firma ta zajmuje się produkcją oraz sprzedażą okien i drzwi z tworzyw PCV oraz aluminium. Znaczącą część działalności firmy

zajmuje jednak ta związana z oknami, stanowiącymi kluczowy wyrób przedsiębiorstwa. Produkcja okien odbywa się na zamówienie, a określić ją można jako małoseryjną, gdzie liczba jednorazowo wytwarzanych wyrobów jest duża, tworząc tym samym partię lub serię.

Obecnie firma nie jest objęta nowoczesną technologią. Jej działanie opiera się na wykorzystaniu przy opracowywaniu zleceń programu WH-Okna.

W niniejszej pracy postanowiono zanalizować proces obsługi klienta, ponieważ wiele publikacji zajmuje się aspektem standaryzacji w procesach produkcyjnych. Natomiast mniej liczne są pozycje traktujące o standaryzacji w procesach biurowych.

Firmy często skupiają się na procesach produkcyjnych, gdyż to głównie po ich doskonaleniu oczekuje się wzrostu efektywności produkcji i uzyskania korzyści ekonomicznych. Należy sobie jednak zdawać sprawę, że bez skutecznej obsługi klienta i docierania do niego zwiększenie wydajności produkcji może nie spełnić zamierzonych celów i oczekiwań przedsiębiorców, jakich spodziewali się w doskonaleniu produkcji.

W odniesieniu do koncepcji Industry 4.0, jej wdrożenie we wszystkich obszarach działalności przedsiębiorstwa jest procesem czasochłonnym i wymaga dużych nakładów pieniężnych, choćby na infrastrukturę. Proces implementacji można zacząć metodą małych kroków [45], rozpoczynając od procesów inicjujących dalsze procesy przedsiębiorstwa. Takim krokiem jest niewątpliwie proces obsługi klienta. Ponadto, za jego wyborem przemawia fakt, że każde przedsiębiorstwo opiera się na kliencie, a więc musi taki proces posiadać. Dodatkowo wybrana firma zainteresowana była procesem obsługi zamówienia klienta.

Wybrany do analizy proces obsługi klienta danej firmy rozpoczyna przyjęcie od klienta wstępnych wymiarów okien. Na ich podstawie oraz wstępnym uzgodnieniu z klientem innych niezbędnych parametrów i wymagań firma tworzy ofertę, korzystając przy tym z dedykowanego dla stolarki okiennej programu.

Klient następnie otrzymuje wstępną ofertę z wyceną, po akceptacji której firma ustala dokładne wymiary okien i koryguje ofertę wstępną. Klient otrzymuje ofertę właściwą, którą odrzuca bądź akceptuje, wpłacając zaliczkę gotówką albo przelewem.

Po akceptacji oferty przez klienta ruszają procesy produkcji i zaopatrzenia oraz transportu gotowego wyrobu do klienta, po czym wpłacona zostaje pozostała należna część kwoty.

Na podstawie opisu niniejszego procesu zidentyfikowano jego kluczowe etapy leżące po stronie przedsiębiorstwa. W dalszej kolejności etapy te poddawane będą analizie możliwości standaryzacji, a są to:

- przyjęcie zamówienia od klienta,
- przygotowanie oferty wstępnej,

- pobranie wymiarów okien przez pracownika,
- przygotowanie oferty właściwej,
- pobranie zaliczki od klienta,
- planowanie potrzeb materiałowych i prace produkcyjne,
- dostarczenie wyrobu do klienta.

Przedstawiony opis oraz etapy procesu obsługi klienta stanowią już dla danej firmy pewien wypracowany i przyjęty standard. Przy każdym zamówieniu podejmowane są te same kroki. Podatność na standaryzację tak przebiegającego procesu oceniona zostanie jednak po wzięciu pod uwagę poszczególnych jego etapów. Analizę tę przedstawia tabela 1, stworzona na podstawie obserwacji bezpośredniej procesu obsługi zamówienia klienta, wraz z pomiarem czasów trwania jego etapów, wiadomości uzyskanych od przedstawiciela przedsiębiorstwa, a także analizy dokumentów, takich jak: instrukcje pracy, instrukcja programu WH-Okna oraz gotowe oferty z wyceną.

Tabela 1 zawiera wyszczególnione etapy procesu obsługi zamówienia klienta w wybranym przedsiębiorstwie. Dla każdego etapu określono, jaka jest możliwość analizowania wykonywanych w jego ramach prac oraz jaka jest ich różnorodność i czas trwania. Na tej podstawie stwierdzono możliwość standaryzacji badanego procesu.

Tabela 1. Ocena możliwości standaryzacji procesu obsługi zamówienia klienta

Czynność	Możliwość analizowania	Różnorodność zadań	Czas trwania	Stabilizacja procesu	Możliwość standaryzacji
Przyjęcie zamówienia od klienta	Umiejętności podstawowe	Praca rutynowa	5 min.	+	Wysoka
Przygotowanie oferty wstępnej	Umiejętności podstawowe	Praca techniczna	7 min. dla jednego okna	+	Wysoka
Pobranie wymiarów okien przez pracownika	Zasadnicza wiedza	Praca techniczna	5 min. dla jednego okna	+	Wysoka
Przygotowanie oferty właściwej	Umiejętności podstawowe	Praca techniczna	5 min. dla jednego okna	+	Wysoka
Pobranie zaliczki od klienta	Umiejętności podstawowe	Praca rutynowa	5 min.	+	Wysoka

Źródło: opracowanie własne.

Z tabeli wynika, że możliwość standaryzacji, poza jednym etapem, jest wysoka, co oznacza, że proces obsługi zamówienia w tym przypadku przebiega w sposób stabilny, a dotychczasowy jego przebieg już sam w sobie stanowi standard. Jest to efektem przede wszystkim zastosowania w firmie do omawianego procesu dedykowanego programu WH-Okna, zapewniającego stabilność procesu. Program ten wspiera działalność przedsiębiorstwa w kwestii ofertowania, technologii, optymalizacji, zamawiania towarów oraz sterowania urządzeniami produkcyjnymi. Dzięki zastosowaniu tego programu czynności związane z obsługą zamówienia klienta są powtarzalne, a ryzyko popełnienia błędu przy ich wykonywaniu jest zminimalizowane.

W przypadku niskiej bądź umiarkowanej oceny podatności na standaryzację należałoby przyrzeć się etapom procesów i w pierwszej kolejności poddać je stabilizacji, by były możliwe do opisania.

W ten sposób zrealizowano by etap pierwszy standaryzacji według Łunarskiego [35], a mianowicie analizę procesu. Teraz przystąpić można by do kolejnych etapów, czyli decyzji, identyfikacji oraz uszczegółowienia wdrożenia.

W badanym przypadku podjęto decyzję o implementacji komponentów Industry 4.0 w wyszczególnionych w tabeli 1 etapach procesu obsługi zamówienia klienta. Dla każdego z nich zaproponowano jeden bądź więcej komponentów, co przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Wykorzystanie komponentów Industry 4.0 w poszczególnych etapach procesu obsługi zamówienia klienta

	Internet usług	Internet rzeczy	Chmura obliczeniowa	Sztuczna inteligencja	Big Data
Przyjęcie zamówienia od klienta	X	X	X	X	X
Przygotowanie oferty wstępnej	X	X	X		X
Pobranie wymiarów okien przez pracownika			X		
Przygotowanie oferty właściwej	X	X	X		X
Pobranie zaliczki od klienta	X		X		

Źródło: opracowanie własne.

Uszczegóławiając, przedstawiono koncepcję zmian w opisywanym procesie.

1. Przyjęcie zamówienia od klienta

Klient, chcąc złożyć zamówienie w badanym przedsiębiorstwie, po wdrożeniu elementów koncepcji przemysłu czwartej generacji, pobiera aplikację przedsiębiorstwa, która przeprowadzi go przez cały proces składania zamówienia (Internet usług). Aplikacja dostępna będzie w chmurze i możliwa do wykorzystania na dowolnym urządzeniu mobilnym z dostępem do Internetu (chmura obliczeniowa). Klient będzie miał do wyboru kilka opcji:

- wybór okna z galerii szablonów,
- samodzielne zaprojektowanie okna,
- skorzystanie z chatbota/voicebota.

W przypadku wyboru okna z galerii szablonów klient ma do wyboru konkretny wzór okna możliwy do realizacji, a jego rola ogranicza się do podania wstępnych, dokonanych przez niego wymiarów okna, po czym zamówienie przechodzi do dalszego etapu.

Kolejna opcja dotyczy samodzielnego zaprojektowania okna od początku do końca. Po wybraniu tej opcji klient wprowadza pobrane przez siebie wymiary okna, kolor profili oraz rodzaj szklenia z dostępnej galerii. Na podstawie wybranego rodzaju szklenia generuje się w aplikacji informacja o systemach profili, jakie dla danego szklenia będą najodpowiedniejsze. Dodatkowo aplikacja zapyta użytkownika o pozwolenie na udostępnienie jej informacji o lokalizacji domu bądź mieszkania klienta. Dzięki temu będzie ona mogła przeanalizować średnią siłę wiatru, biorąc pod uwagę warunki otoczenia. Na podstawie informacji o wybranym przez klienta szkleniu oraz sile wiatru dla danej lokalizacji (Internetrzeczy) dobrany zostanie odpowiedni rodzaj wzmocnienia i okuć. Aplikacja wyposażona będzie również w technologię, dzięki której niemożliwe będzie przejście zamówienia do dalszego etapu realizacji, jeśli projekt będzie niewykonalny pod względem technicznym.

Trzecia opcja bierze pod uwagę wykorzystanie chatbota (sztuczna inteligencja). Przy pomocy tej technologii firma może nie tylko pełnić rolę doradcze dla klientów przy składaniu zamówienia, ale również może zbierać informacje od klientów oraz od systemów wykorzystywanych w firmie, a następnie kreować zlecenia (*Big Data*).

2. Przygotowanie oferty wstępnej

Klient w trakcie opracowywania swojego zamówienia będzie miał dostęp do aktualizującej się w czasie rzeczywistym ceny, w zależności od wybieranych przez siebie opcji. Oprócz ceny aktualizować się też będzie najszybszy możliwy termin dostawy i propozycje innych dostępnych terminów odbioru, dostawy bądź montażu, w zależności od wprowadzonych w zamówieniu zmian.

Będzie to możliwe dzięki zapewnieniu integracji aplikacji do składania zamówień z systemem firmy (chmura obliczeniowa).

Zaproponowano, by termin dostawy był obliczany na podstawie wglądu w stany magazynowe dostawców profili, okuć i wkładów szybowych oraz analizie wcześniej zaplanowanej produkcji, etapu na jakim się teraz znajduje, a także analizie czasu potrzebnego na wykonanie złożonego przez klienta zamówienia (*Big Data*). By czas ten był znany, a nie jedynie możliwy do orientacyjnego przybliżenia, należałoby zautomatyzować produkcję, wyposażyć firmę w centra obróbcze dedykowane dla producentów okien, a te wyposażyć w zestaw czujników informujących o przebiegu produkcji oraz ewentualnych awariach (Internet rzeczy).

Za pomocą przeprowadzonej symulacji, na podstawie której możliwe jest podanie wstępnej wyceny i terminu dostawy okna, klient może zdecydować, czy daną ofertę akceptuje, czy też nie (Internet usług).

3. Pobranie wymiarów przez pracownika

By zamówienie zostało aktywowane w systemie firmy, do klienta udać się musi pracownik, w celu pobrania wymiarów okna na potrzeby przedsiębiorstwa. Będzie on korzystał z dowolnego urządzenia mobilnego i na bieżąco wprowadzał pobrane przez siebie wymiary do systemu firmy, aktualizując tym samym w czasie rzeczywistym zlecenie (chmura obliczeniowa).

4. Przygotowanie oferty właściwej

Oferta właściwa powstaje na podstawie oferty wstępnej poprzez skorygowanie jej o właściwe wymiary pobrane przez pracownika firmy.

Dlatego przyjmuje się, że do tego etapu procesu obsługi klienta zastosowane zostają takie komponenty, jak w przypadku przygotowywania oferty wstępnej.

5. Pobranie zaliczki od klienta

Proponuje się wykorzystanie profilu zaufanego oraz przelewu należności bezpośrednio z aplikacji (Internet usług). Faktura sprzedaży będzie automatycznie generowana przez system i dostępna w aplikacji, przez którą klient składał zamówienie. W związku z tym, że faktura jest podstawą reklamacji, pozwoli to zminimalizować szansę jej zgubienia. Będzie ona dostępna w każdym czasie i miejscu, zarówno dla klienta, jak i dla przedsiębiorstwa w formie elektronicznej (chmura obliczeniowa).

6. Planowanie potrzeb materiałowych i prac produkcyjnych

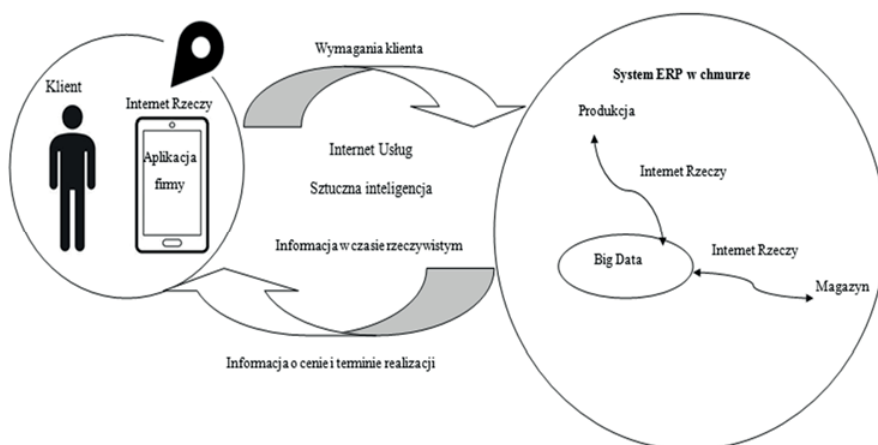
Planowanie potrzeb materiałowych oraz prac produkcyjnych, jest etapem charakteryzującym się umiarkowaną podatnością na standaryzację. Wynika to z zależności przebiegu tego etapu od sytuacji oraz konieczności posiadania przez jego wykonawcę odpowiedniego doświadczenia. Dodatkowo standaryzacji ulec by musiał proces produkcyjny.

Na tym etapie proponuje się objęcie firmy zintegrowanym systemem zarządzania, np. systemem ERP w chmurze (chmura obliczeniowa). System ten w przypadku badanego przedsiębiorstwa swoim zasięgiem objąłby całe przedsiębiorstwo, klientów, a także dostawców. System ma być dostępny w chmurze i musi być zintegrowany z aplikacją wykorzystywaną przez klienta (Internet usług) oraz sygnałami z produkcji (Internet rzeczy). Dane płynące od dostawców, klientów oraz hali produkcyjnej gromadzone i przetwarzane będą za pomocą *Big Data*.

7. Dostarczenie wyrobu do klienta

Dla tego etapu proponuje się jedynie opcję śledzenia przesyłki i etapu, na którym znajduje się zamówienie. Informacje te będą dostępne w aplikacji dla klienta, jak i dla przedsiębiorstwa w systemie firmy (Internet usług, Internet rzeczy, chmura obliczeniowa).

Opisaną koncepcję obrazuje rysunek 3.



Rys. 3. Prezentacja koncepcji zmian

Źródło: opracowanie własne.

Idea przemysłu czwartej generacji zakłada ścisłą współzależność procesów, przez co nie jest możliwe odizolowanie jednego procesu od pozostałych i tylko w jego obszarze wprowadzanie zmian. Zmiany w nim warunkują zmiany w innym, a determinują w kolejnym. Tym samym wprowadzenie zaproponowanych zmian w procesie obsługi zamówienia klienta będzie wymuszało zmiany w kolejnych procesach przedsiębiorstwa.

6. Podsumowanie

W rozdziale przedstawiono ideę Industry 4.0 oraz przegląd jej najważniejszych elementów. Następnie omówiono zagadnienie standaryzacji procesów oraz zaprezentowano rozważania teoretyczne na temat znaczenia standaryzacji przy implementacji komponentów wcześniej opisanej koncepcji.

Koncepcja Industry 4.0 intensywnie się rozwija, a jej wdrażanie staje się wyzwaniem oraz czynnikiem strategicznym dla przedsiębiorstw, chcących utrzymać, bądź polepszyć swoją pozycję na rynku.

Czwarta rewolucja przemysłowa na pierwszym miejscu stawia klienta i jego potrzeby, które chce szybko i trafnie zaspokoić, wyprzedając przy tym działania konkurencji oraz oferując klientom najkorzystniejsze dla nich rozwiązania.

Wdrażanie rozwiązań koncepcji Industry 4.0 oraz stawianie w centrum uwagi potrzeb klientów jest trudne do osiągnięcia bez konsekwencji w działaniu przedsiębiorstwa oraz świadomości, w jaki sposób przebiegają jego procesy.

Zgodnie z ideą ciągłego doskonalenia, łatwiej wdrażać usprawnienia w stabilnych i ustandaryzowanych procesach.

Zaprezentowane w rozdziale studium przypadku przedstawia opis wybranego procesu obsługi klienta w przedsiębiorstwie produkcyjno-usługowym oraz analizę jego poszczególnych części składowych.

Wybrany proces opisano, by następnie wyodrębnić jego kluczowe etapy. W dalszej kolejności opisano je pod względem koniecznej do ich wykonania wiedzy oraz różnorodności wchodzących w ich skład zadań, by następnie ocenić ich stabilność oraz możliwość standaryzacji.

Na podstawie przeprowadzonego studium przypadku można stwierdzić, że obecny przebieg procesu oraz jego usystematyzowanie w sposób istotny wpływają na możliwość jego standaryzacji.

Każdy etap poza planowaniem potrzeb materiałowych i prac produkcyjnych charakteryzuje się wysoką możliwością standaryzacji, a co z tego wynika, stabilnym przebiegiem procesów. Etap planowania potrzeb materiałowych i produkcji nie jest zależny jedynie od działań przedsiębiorstwa, ale także od dostawców zewnętrznych. Jego trudniejsza analiza oraz przebieg zależny od sytuacji i pozwala jedynie na przypuszczenia, jakie w tym etapie komponenty Industry 4.0 mogłyby zostać wprowadzone, jeśli zaistniałyby sprzyjające ku temu warunki.

Pozostałe etapy wiążą się z zastosowaniem programu komputerowego, który już istnieje, co oznacza, że poszczególne kroki i najlepsze praktyki działania zostały już ustalone, co umożliwia objęcie ich systemami informatycznymi, będącymi nieodłączną częścią koncepcji Industry 4.0.

Podsumowując, dla procesów charakteryzujących się wysoką możliwością standaryzacji łatwiej jest zaproponować komponenty jakie niesie za sobą czwarta rewolucja przemysłowa, ponieważ ich przebieg jest znany, przewidywalny w zależności od sytuacji oraz stabilny. Brak takiej stabilizacji wymaga dokładniejszej analizy procesu, a także dłuższego przygotowania organizacji do wdrożenia.

Literatura

- [1] Bulak K., *Ocena możliwości implementacji Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych*, "Academy of Management" 2019, t. 3, nr 3, ss. 78-86.
- [2] Müller J.M., Buliga O., Voigt KI., *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0*, "Technological Forecasting and Social Change" 2018, t. 132, pp. 2-17.
- [3] Wittbrodt P., Łapuńska I., (2017), *Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji.
- [4] Kagermann H., Wahlster W., Helbig J., (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final report of the Industrie 4.0 Working Group*, Acatech, Frankfurt am Main.
- [5] Lis P., *Standaryzacja w Przemysle 4.0*, „Control Engineering Polska” 2018, ss. 1-2.
- [6] Rostek K., Gołuch-Trojanek K., *Standaryzacja procesów i jej rola w procesie wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych w instytucjach publicznych (na przykładzie uczelni publicznej)*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe” 2017, t. 18, ss. 56-61.
- [7] Furmanek W., *Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0)*, „Dydaktyka informatyki” 2018, t. 13, ss. 55-63.
- [8] Janikowski R., *Środowiskowe aspekty czwartej rewolucji przemysłowej*, „Studia i Prace WNEiZ US” 2017, t. 2, nr 47, ss. 67-77.
- [9] Bendkowski J., *Zmiany w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji Przemysł 4.0*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2017, ss. 21-33.
- [10] Götz M., Gracel J., *Przemysł czwartej generacji (Industry 4.0) – wyzwania dla badań w kontekście międzynarodowym*, „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula” 2017, t. 1, nr 51, ss. 217-235.
- [11] Wrobel-Lachowska M., Polak-Sopinska A., Wisniewski W., *Challenges for Logistics Education in Industry 4.0*, "Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences" 2019, pp. 329-336.

- [12] Lorenz M., Rüßmann M., Waldner M., Engel P., Harnisch M., Justus J., *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, “Boston Consulting Group” 2015.
- [13] Stadnicka D., Zielecki W., Sep J., (2017), *Koncepcja Przemysł 4.0 – ocena możliwości wdrożenia na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa*, Politechnika Rzeszowska, ss. 472-483.
- [14] Mychlewicz C., Piątek Z., (2017), *Od Industry 4.0 do Smart Factory*. Poradnik menedżera i inżyniera, Warszawa, ss. 13-29.
- [15] Chmielniak A., *Rozszerzony konspekt preskryptu do przedmiotu „Autonomiczne Roboty Mobilne”*, ss. 3-6.
- [16] Głowicki M., *Coboty – zagadnienia bezpieczeństwa przy integracji robotów współpracujących*, „Napędy i sterowanie” 2017, R. 19, nr 4, ss. 30-34.
- [17] *ABB Group: Connecting the world – Industry 4.0*, [online] http://new.abb.com/docs/librariesprovider20/Contact-magazine/contact_middle-eastindustry-4-0-dec2014.pdf, (dostęp: 10.10.2020).
- [18] Łatuszyńska M., *Metody symulacji komputerowej – próba klasyfikacji logicznej*, „Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą” 2011, nr 41, ss. 163-176.
- [19] Gajdzik B., Gajdzik S., *Leksykon pojęć stosowanych w Przemysle 4.0*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej” 2018, t. 132, ss. 221-238.
- [20] Szulewski P., *Integracja informatyczna kluczowym aspektem środowiska wytwórczego w Przemysle 4.0 (IT integration is a spirit of the Industry 4.0 manufacturing environment)*, „Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik” 2018, t. 91 (8-9), ss. 630-636.
- [21] Götz M., *Przemysł czwartej generacji (przemysł 4.0) a międzynarodowa współpraca gospodarcza*, „Ekonomista” 2018, nr 4.
- [22] Shukla S., *Big Data: Concept, Handling and Challenges: An Overview*, “International Journal of Computer Applications” 2018, t. 11, nr 114, pp. 6-9.
- [23] Handzel Z., *Cloud computing: czyli chmura obliczeniowa i możliwości jej wykorzystania w mediach*, „Problemy Zarządzania” 2013, t. 11, nr 4(44), ss. 183-194.
- [24] IBM, (2009), *The Benefits of Cloud Computing – A New Era of Responsiveness, Effectiveness and Efficiency in IT Services Delivery*, IBM Global Technology Services.
- [25] IBM, (2011), *Korporacyjna infrastruktura maszyn wirtualnych w chmurze IBM*, IBM Global Technology Services.
- [26] Pardel P., *Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości*, „Studia Informatica” 2009, t. 30, nr 1, ss. 35-64.
- [27] Rózanowski K., *Sztuczna inteligencja rozwój, szanse i zagrożenia*, „Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki” 2007, nr 2, ss. 109-135.

- [28] Velásquez Villagrán N., Estevez E., Pesado P., De Juanes Marquez J., (2019), *Standardization: A Key Factor of Industry 4.0*, 2019 Sixth International Conference eDemocracy eGovernment, pp. 350-354.
- [29] Kowalik K., *The SWOT-TOWS analysis as a tool of the PDCA cycle in improving the quality of the postal service*, "Journal of Education, Health and Sport" 2020, t. 10, nr 6, pp. 296-308.
- [30] Kosieradzka A., Smagowicz J., (2015), *Ciągle doskonalenie procesów produkcyjnych z wykorzystaniem standaryzacji pracy*, ss. 48-58.
- [31] Locher D., *Practicing Lean Fundamentals in an office environment*, (2013), Lean Enterprise Institute, pp. 1-6.
- [32] Obora H., *Podejście PDCA Problem Solving w rozwiązywaniu problemów organizacji*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” 2010, t. 234, ss. 323-333,.
- [33] Bednarz L., (2013), *Standaryzacja pracy i zasobów w strumieniu wartości*, [w:] Ryszard Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013, ss. 445-456.
- [34] Strojny Sz., *Przesłanki standaryzacji interpersonalnej obsługi klienta*, „LogForum” 2008, t. 4, nr 1, ss. 1-8.
- [35] Łunarski J., (2014), *Normalizacja i standaryzacja*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [36] Jakubik M., *Standaryzacja pracy: czym jest i jakie są korzyści z jej stosowania (cz. 1/3)*, Lean Enterprise Institute Polska, ss. 1-11.
- [37] Perrow Ch., *A Framework for the Comparative Analysis of Organizations*, "American Sociological Review" 1967, t. 32, nr 2, ss. 194-208.
- [38] Bednarz L., *Metodyczne aspekty standaryzacji procesów pracy*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2011, nr 22, ss. 131-147.
- [39] Liker J.K., Meier D.P., (2007), *Toyota talent. Rozwijaj swoich pracowników na sposób Toyoty*, MT Biznes, Warszawa, s. 147.
- [40] Furman J., (2017), *Doskonalenie procesu produkcyjnego z wykorzystaniem standaryzacji*, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, [w:] Ryszard Ksonala, (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, T. 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, ss. 541-551.
- [41] Batko R., (2009), *Standaryzacja procesów jako podstawa doskonalenia administracji publicznej*, [w:] Papaj T., Lisiecka K., (red.), *Kierunki doskonalenia usług świadczonych przez administrację publiczną*, Katowice, ss. 129-142.
- [42] McKinsey Global Institute MGI, (2017), *Jobs Lost, Jobs Gained: workforce transitions in a time of automation*.
- [43] Acemoglu D., Restrepo P., *Artificial Intelligence, Automation and Work*, "National Bureau of Economic Research" 2018, Work. Pap. 24196.

- [44] Acemoglu D., Restrepo P., *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*, “National Bureau of Economic Research” 2017, Work. Pap. 23285.
- [45] Liker J.K., (2016), *Droga Toyoty. 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata*, MT Biznes.

THE PROCESS STANDARDIZATION AT THE IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 COMPONENTS

Abstract: *Introduction: The concept of Industry 4.0 is developing intensively, and its implementation becomes a challenge and a strategic factor for companies wishing to maintain or improve their position on the market. The fourth industrial revolution puts the customer and his needs in the first place, which he wants to meet quickly and accurately, while outpacing the competition and offering customers the best solutions for them. The implementation of Industry 4.0 solutions/components and focusing on customer needs is difficult to achieve without consistency in the operation of the company and the awareness of how its processes run. In line with the idea of continuous improvement, it is easier to implement improvements in stable and standardized processes. Purpose of the chapter: To present the importance of process standardization when implementing Industry 4.0 components. Methods: literature review, case study, direct observation, timing, documentation analysis. Results: Both the literature review and the case study confirmed that for processes characterized by a high possibility of standardization it is easier to propose the components of the fourth industrial revolution, because their course is known, predictable and stable. The lack of such stabilization requires a more detailed analysis of the process, as well as a longer preparation of the organization for implementation Industry 4.0 components.*

Keywords: Industry 4.0, components, standardization, customer service process, stabilization.

ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM ŻYWNOŚCI – INNOWACJE

Katarzyna Rybińska

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

katarzyna.rybinska@p.lodz.pl

Streszczenie: *Najważniejszym elementem zarządzania bezpieczeństwem żywności jest jego zapewnienie. Zapewnienie bezpieczeństwa żywności nie jest kwestią, nad którą czuwają tylko producenci. To wspólne zadanie wszystkich uczestników łańcucha „od pola do stołu”. W skład tego łańcucha wchodzi również instytucje nadzorujące, prawodawcy, urzędnicy na szczeblu krajowym i międzynarodowym. W obecnych czasach państwa zmagają się z różnymi problemami, ale zapewnienie bezpieczeństwa żywności to problem nadrzędny, integrujący wszystkich, bo aby przetrwać, trzeba jeść. Dlatego mówiąc o innowacjach w zarządzaniu bezpieczeństwem żywności należy w pierwszej kolejności przyjrzeć się najnowszym strategiom badawczym i innowacyjnym zaprezentowanym przez Komisję Europejską w podejściu FOOD 2030. Celem niniejszej publikacji jest ukazanie priorytetów unijnej strategii FOOD 2030 w zakresie zarządzania bezpieczeństwem żywności oraz przykładów bezpośrednio z nich wynikających innowacyjnych rozwiązań, nad którymi pracują obecnie europejscy naukowcy. Zaprezentowane rozwiązania pokazują kluczowe obszary, którym należy poświęcić uwagę, aby zminimalizować zagrożenia i zapewnić wzrost poziomu bezpieczeństwa żywności w trakcie jej produkowania oraz w całym łańcuchu dostaw.*

Słowa kluczowe: zarządzanie, bezpieczeństwo żywności, innowacje, łańcuch dostaw, FOOD 2030, inteligentne opakowania, rolnictwo pionowe i precyzyjne.

1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo żywności to temat zawsze aktualny, stale rozwijany, na którym powinno zależeć każdemu, ponieważ od niego zależy w dużej mierze ludzkie istnienie – człowiek aby istnieć, musi się odżywiać. Natomiast jakość spożywanych pokarmów wpływa bezpośrednio na jakość życia i zdrowie człowieka [1].

Bezpieczeństwo to stan dający człowiekowi poczucie pewności i gwarancję jego zachowania w dłuższym czasie. Jest to jedna z podstawowych potrzeb człowieka, co wynika między innymi z hierarchii potrzeb przedstawionej przez Abrahama Maslowa w 1954 roku. Bezpieczeństwo znalazło się tam obok potrzeb fizjologicznych, społecznych, szacunku oraz samorealizacji [2].

Człowiek czuje się bezpiecznie kiedy są zaspokojone jego podstawowe potrzeby, zwłaszcza te fizjologiczne, jak pragnienie, głód. Aby zniwelować głód należy spożyć żywność, a żeby zachować poczucie bezpieczeństwa człowiek musi być pewny, że żywność ta jest wolna od wszelkich zagrożeń – bakterii, mikroorganizmów, wirusów, zanieczyszczeń chemicznych i innych czynników, które w dalszej perspektywie zagrażają ludzkiemu zdrowiu bądź istnieniu.

Bezpieczeństwo to inaczej brak ryzyka, a brak ryzyka możemy uzyskać poprzez eliminowanie zagrożeń, które je powodują.

Zagrożenia ciągle się zmieniają, tak jak zmienia się wiedza o nich. Nowe zagrożenia, zanim zostaną rozpoznane, są groźne. Nie ma sytuacji całkowicie bezpiecznej, jednakże potencjał istniejących i znanych zagrożeń jest niski, bo możemy im zapobiec, bądź – jeżeli jest to niemożliwe – minimalizować poziom ich wpływu [3].

Zanim żywność trafi do końcowego odbiorcy musi przejść często długą drogę, od pola do stołu, podczas której narażona jest na liczne niebezpieczeństwa. Droga ta jest definiowana jako łańcuch dostaw.

Każdy uczestnik łańcucha jest zatem zobowiązany zabiegać o zapewnienie stabilności stanu bezpieczeństwa żywności.

W zarządzaniu bezpieczeństwem przede wszystkim należy zapewnić bezpieczeństwo żywności. Zapewnienie bezpieczeństwa żywności polega na zagwarantowaniu konsumentowi, że po spożyciu żywności nie wystąpią żadne niepożądane efekty uboczne, jak np. zatrucia pokarmowe. Zapewnienie bezpieczeństwa jest zatem nadrzędnym celem procesu zarządzania w przypadku branży żywnościowej. Współcześnie uczestnicy łańcucha żywnościowego mają dedykowane dla siebie standardy i systemy wskazujące drogę, którą należy zmierzać, aby właściwie zarządzać i zapewnić bezpieczeństwo żywności [4].

Uzupełnieniem standardów i systemów stają się międzynarodowe regulacje i polityki w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa. To one pokazują kierunki rozwoju, jakie należy uwzględnić zarządzając przedsiębiorstwem w branży spożywczej. Wraz z kierunkami rozwoju dostępne stają się również różne rozwiązania i innowacje procesowe i produktowe, które zmieniają oblicze procesu zarządzania.

W niniejszym rozdziale skoncentrowano się na ukazaniu priorytetów polityki UE w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa żywności FOOD 2030 oraz zaprezentowano innowacyjne rozwiązania, nad którymi pracują obecnie naukowcy na świecie, a które mają na celu minimalizację zagrożeń i wzrost poziomu bezpieczeństwa żywności w trakcie jej wytwarzania, przetwarzania oraz w całym łańcuchu dostaw.

2. Bezpieczeństwo żywności

Bezpieczeństwo żywności stanowi element jej jakości. Bardzo często w literaturze i dokumentach prawnych jest używane określenie „jakość i bezpieczeństwo żywności”. Spośród wszystkich elementów jakości tylko bezpieczeństwo żywności podlega odpowiednim ustawom prawnym i jest przez nie regulowane [5].

Bezpieczeństwo żywności to zapewnienie o jej nieszkodliwości dla zdrowia i życia człowieka, w przypadku jej przygotowania i spożycia, zgodnie z zamierzonym użytkowaniem [6].

Ustawodawca definiuje bezpieczeństwo żywności jako „ogół warunków, które muszą być spełniane [...] i działań, które muszą być podejmowane na wszystkich etapach produkcji lub obrotu żywnością w celu zapewnienia zdrowia i życia człowieka” [7].

Warunki te dotyczą w szczególności:

- używanych w produkcji żywności substancji dodatkowych oraz aromatów,
- ilości występowania substancji zanieczyszczających żywność,
- pozostałości pestycydów w żywności,
- środowiska napromieniania produktów spożywczych,
- cech organoleptycznych produktów żywnościowych,
- działań podejmowanych w celu zapewnienia bezpieczeństwa zdrowia i życia człowieka [8].

Według Kodeksu żywnościowego (*Codex Alimentarius*) bezpieczeństwo żywności to ogół czynników, które zapewniają bezpieczną dla zdrowia i życia człowieka żywność, pod warunkiem jej prawidłowego przygotowania i/lub spożycia zgodnego z jej przeznaczeniem [9]. Bernhard Url, dyrektor wykonawczy EFSA stwierdził:

Bezpieczeństwo żywności jest codzienną pracą EFSA, ale każdy powinien brać pod uwagę bezpieczeństwo żywności teraz i w przyszłości, jeśli chcemy ograniczyć wpływ zmian klimatycznych i budować zrównoważone globalne systemy żywnościowe z korzyścią dla konsumentów, producentów i naszego świata przyrody [10].

Podczas obchodów “World food safety day 2020”, które miały miejsce 08.06.2020 r., Barnhard Url powiedział też:

W Światowym Dniu Bezpieczeństwa Żywności 2020 chcemy skoncentrować się na trzech ważnych cechach unijnego systemu bezpieczeństwa żywności – wdrażaniu podejścia „jedno zdrowie”, zrównoważonych systemach żywnościowych i wspólnej odpowiedzialności za bezpieczeństwo żywności [10].

Podstawą podejścia „jedno zdrowie” jest to, że zdrowie ludzi jest powiązane ze zdrowiem zwierząt i środowiska. Chore zwierzęta i zepsute środowisko ostatecznie wpłyną na bezpieczeństwo żywności i będą miały konsekwencje dla zdrowia ludzi.

3. FOOD 2030

Europejskie systemy produkcji i konsumpcji żywności będą odgrywać kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności i żywienia (FNS) w obliczu kombinacji czynników, takich jak zmiana klimatu, niedobór zasobów, degradacja gleby, spadek różnorodności biologicznej, niedostateczne i nadmierne odżywienie, wzrost populacji i niestabilność geopolityczna. Zapewnienie bezpieczeństwa żywności i żywienia w perspektywie długoterminowej będzie wymagało systemowej transformacji i dostosowania do przyszłych wymogów obecnych systemów żywnościowych, które są w większości liniowe, fragmentaryczne i niezrównoważone [11].

Celem Komisji Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa żywności stało się opracowanie strategii badawczych i innowacyjnych, które umożliwią dostosowanie systemów żywnościowych do wymogów przyszłości, aby mogły stać się: zrównoważone, odporne, odpowiedzialne, wszechstronne, zróżnicowane i konkurencyjne. To systemowe podejście do łączenia, zwiększania skali i wspomagania unijnych badań i innowacji w dziedzinie żywności nazwano „FOOD 2030” [11].

„FOOD 2030” opiera się na czterech priorytetowych wyzwaniach dotyczących systemów żywnościowych:

- odżywiania na rzecz zrównoważonej i zdrowej diety,
- odporności na zmianę klimatu i równowagę środowiskową,
- gospodarki o obiegu zamkniętym i efektywnym wykorzystaniem zasobów,
- innowacjach i wzmocnieniu pozycji społeczności.

Pierwszy priorytet ma na celu zapewnienie, że spożywana żywność i woda są dostępne i przystępne cenowo dla wszystkich. Obejmuje zmniejszenie głodu i niedożywienia, zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa żywności i identyfikowalności, zmniejszenie częstości występowania chorób niezakaźnych związanych z dietą oraz pomoc wszystkim obywatelom i konsumentom w przyjęciu zrównoważonej i zdrowej diety, zapewniającej dobre zdrowie i dobre samopoczucie.

Drugi priorytet nawiązuje do tworzenia inteligentnych klimatycznie systemów żywnościowych dostosowujących się do zmian klimatu, chroniących zasoby naturalne i przyczyniających się do łagodzenia zmiany klimatu. Ma na celu wspieranie zdrowych, produktywnych i różnorodnych biologicznie ekosystemów, a także zapewnienie różnorodności systemów żywnościowych (w tym produkcji, przetwarzania, dystrybucji i logistyki) również pod względem różnorodności kulturowej i środowiskowej. Zasoby naturalne (woda, gleba, ziemia i morze) muszą być wykorzystywane w sposób zrównoważony w granicach naszej planety aby mogły być dostępne dla przyszłych pokoleń.

Trzeci priorytet opiera się na wdrażaniu zasad efektywnej gospodarki o obiegu zamkniętym w całym systemie żywnościowym przy jednoczesnym zmniejszeniu jego śladu środowiskowego. Cyrkulacja powinna być stosowana w zrównoważonych i zasobooszczędnych systemach żywnościowych, dzięki czemu straty i marnotrawstwo żywności mogły by być minimalizowane.

Czwarty priorytet dąży do pobudzania innowacji i inwestycji przy jednoczesnym wzmacnianiu pozycji społeczności. Szeroki ekosystem innowacji prowadzący do nowych modeli biznesowych oraz produktów, towarów i usług o wartości dodanej, odpowiada potrzebom, wartościom i oczekiwaniom społeczeństwa w sposób odpowiedzialny i etyczny. Zapewnienie większej ilości lepszych miejsc pracy w całej UE sprzyja kwitnącym gospodarkom, a także społecznościom miejskim, wiejskim i przybrzeżnym. Dzięki bliższym partnerstwom z przemysłem i producentami żywności, rynki, które funkcjonują w sposób odpowiedzialny, wspierają tym samym sprawiedliwy handel i ceny, integrację i zrównoważony rozwój. Dowody naukowe i wiedza muszą pochodzić od wielu różnych podmiotów, na których będzie oparte opracowywanie i wdrażanie odpowiednich polityk FNS we wszystkich skalach geograficznych (od lokalnego do globalnego) [12].

FOOD 2030 to unijne ramy polityki w zakresie badań i innowacji, mających na celu przekształcenie systemów żywnościowych tak, aby zapewniały one wspólne korzyści dla odżywiania, klimatu, obiegu zamkniętego i społeczności [13].

4. Innowacyjne projekty mające na celu poprawę bezpieczeństwa żywności

Innowacje można określić jako wdrażanie nowych lub udoskonalanie dóbr oraz procesów, nowych metod marketingowych bądź metod organizacji praktyk gospodarczych. Mogą być wdrażane w obrębie produktów i procesu (innowacje technologiczne) oraz w zakresie marketingu i organizacji (innowacje nietechnologiczne) [14, s. 48].

W dalszej części rozdziału zaprezentowano wyniki innowacyjnych projektów badawczych finansowanych ze środków UE dedykowanych transformacji systemu żywności i tym samym poprawie bezpieczeństwa żywności. Projekty realizowane były przy współpracy uczelni i przedsiębiorstw z różnych krajów europejskich i realizowały zasady unijnej polityki „FOOD 2030”.

Roboty w rolnictwie – alternatywa dla stosowania szkodliwych pestycydów

Jeden z priorytetów FOOD 2030 nawiązywał do zachowania czystości łańcucha dostaw i różnorodności biologicznej. Dlatego też koniecznym staje się ograniczenie do minimum stosowania pestycydów i nawozów sztucznych lub zastąpienie ich ekologicznymi bądź zrobotyzowanymi rozwiązaniami.

W ramach finansowanego z środków UE projektu Flourish (*Aerial Data Collection and Analysis, and Automated Ground Intervention for Precision Farming*) powstało nowe zrobotyzowane rozwiązanie z dziedziny rolnictwa precyzyjnego. Może ono nie tylko pomóc w zwiększeniu plonów, ale także ograniczyć zależność od nawozów, herbicydów i pestycydów poprzez selektywne opryskiwanie tylko pojedynczych roślin lub lokalizowanie i usuwanie chwastów.

Tradycyjne rolnictwo opiera się na używaniu środków chemicznych do zwalczania chwastów i szkodników, co przekłada się na występowanie substancji niebezpiecznych w roślinach uprawnych. Uprawa precyzyjna natomiast umożliwia dokładne zlokalizowanie miejsc występowania szkodników czy chwastów i ich wyeliminowanie. Innymi słowy, zamiast opryskać środkiem chemicznym całe pole uprawne, jest on stosowany tylko w tych miejscach, gdzie wystąpiły szkodniki, natomiast chwasty są usuwane zanim zdążą się namnożyć na większe obszary uprawianego pola. Przekłada się to bezpośrednio na poprawę stanu zdrowia roślin.

Celem projektu Flourish było zapełnienie luki między obecnymi i pożądanymi możliwościami robotów rolniczych. Konsorcjum projektu opracowało autonomiczny system rolniczy, opierający się na współpracy dronów i robotów, które monitorują uprawy i precyzyjnie usuwają chwasty.

Nowo opracowany zrobotyzowany system łączy w sobie funkcje badania powietrznego, dostępnego poprzez zastosowanie małych autonomicznych bezałogowych statków powietrznych (UAV) z możliwościami wielozadaniowych bezałogowych pojazdów naziemnych (UGV). Prof. Siegwart i dr Inkyu Sa wyjaśniają:

Pojazd UAV, wyposażony w kamerę, różne czujniki, GPS i oprogramowanie statystyczne, może analizować różne cechy roślin uprawnych, takie jak wysokość, zwarcie drzewostanu i poziom chlorofilu, i dostarczać informacje związane z fenotypowaniem roślin.

Dron może również rozróżniać uprawy i chwasty, a zaawansowane algorytmy umożliwiają mu optymalizację toru lotu. Gdy pojazd UAV zakończy swoje zadanie, przekazuje do pojazdu UGV informacje o obszarach, które wymagają uwagi.

Wykorzystując dane dostarczane przez pojazd UAV pojazd UGV, samodzielnie przemieszcza się w swoim otoczeniu i wykonuje zadania w ustalonych lokalizacjach. Dla przykładu może on rozpylać pestycyd na wybrany obszar upraw, zamiast na całe pole uprawne, jak to miejsce w technikach stosowanych obecnie. Ponadto w przypadku obecności chwastów może usunąć je mechanicznie, unikając stosowania niebezpiecznych środków ochrony roślin.

Działanie pojazdu UGV opiera się na funkcji rozpoznawania obrazu. Poprzez porównanie wzorców upraw i obrazów może precyzyjnie rozróżnić pożądane rośliny i chwasty, nawet gdy ich wygląd znacząco się zmieni z powodu warunków pogodowych lub wzrostu [15].

Wprowadzanie innowacji technologicznych w rolnictwie ma na celu przede wszystkim zmniejszenie użycia szkodliwych środków ochrony roślin i zapewnienie zdrowszych zbiorów i wyższych plonów. Ponadto przyczynia się w dłuższej perspektywie czasu do obniżenia kosztów produkcji rolnej. Ogranicza również niekorzystny wpływ uprawy roślin na środowisko.

Rolnictwo precyzyjne to lepsza kontrola upraw i bardziej precyzyjne planowanie ilości zbiorów, co przekłada się znacząco na zmiany w procesie zarządzania. Podstawą skutecznego zarządzania jest dostęp do informacji, który wyżej wymienione rozwiązanie zapewnia, a nie zapewniało go rolnictwo tradycyjne, będące często procesem opierającym się na danych retrospektywnych, a nie na bieżącej sytuacji.

Rolnictwo pionowe jako alternatywa dla długich łańcuchów dostaw

Konwencjonalne rolnictwo przemysłowe nie jest zrównoważone. Jest to jedna z najbardziej szkodliwych gałęzi przemysłu dla naszej planety, odpowiedzialna za 70% zużycia wody, do 24% emisji gazów cieplarnianych, degradację, zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych. Ponadto, na całym świecie marnuje się około

30% wyprodukowanej przez rolnictwo żywności, czemu w dużej mierze winna jest logistyka produkcji i transportu żywności, chociaż w krajach rozwiniętych znaczna część żywności marnuje się w miejscu jej spożycia. W rezultacie ogólna globalna dostępność żywności jest niższa, niż byłaby w innym przypadku, co wymaga od systemu rolniczego planety dodatkowej produkcji, aby zrekompensować marnowaną produkcję żywności [16].

Powyższe informacje stały się inspiracją dla niemieckiego koncernu do badań nad stworzeniem projektu INFARM. Projekt INFARM (*The vertical farming revolution, urban Farming as a Service*) miał na celu stworzenie rozwiązania, które zapewni wysoko odżywczą, uprawianą lokalnie żywność, która jest wolna od pestycydów i rozwiązuje problem braku odpowiedzialności w obecnym systemie dostaw żywności.

Innowacyjne rozwiązanie zakłada przeprojektowanie całego łańcucha dostaw poprzez bezpośrednie uprawianie produktów w miejscu konsumpcji. Żywność uprawiana jest w ściśle kontrolowanych warunkach, w pionowo ułożonych warstwach, na specjalnych tacach. Ponadto w rozwiązaniu wykorzystano techniki hydroponiki i diod LED naśladujących światło słoneczne.

Poprzez zagwarantowanie optymalnego spektrum światła, temperatury, odczynu pH i składników odżywczych naukowcy mogą pozyskać najlepszy możliwy smak, kolor i jakość odżywczą każdej rośliny, niezależnie od tego, czy jest to meksykański estragon czy marokańska mięta.

Rozproszone farmy są połączone za pośrednictwem centralnej platformy rolniczej INFARM, tworzącej pierwszą w swoim rodzaju sieć rolniczą. System czujników zbiera i zapisuje dane, umożliwiając naukowcom zdalną optymalizację wzrostu roślin w czasie rzeczywistym. Informacje te są również przekazywane do centralnej platformy rolniczej, umożliwiając jej ciągły rozwój i poprawę. Konstrukcja tac hodowlanych przypomina układ słonecznika, który stanowi przykład najbardziej efektywnego wykorzystania przestrzeni w przyrodzie. Taca przesuwana rośliny ze środka na obwód zewnętrzny w zależności od ich wielkości i wzrostu. Młode sadzonki są umieszczane w środku spirali, a gdy dojrzeją, są zbierane z zewnątrz. Taka konstrukcja pozwala zbierać świeże produkty każdego dnia ze znacznie wyższą wydajnością niż w przypadku porównywalnych technologii [17].

Spółka INFARM obsługuje obecnie ponad 50 farm w całym Berlinie: w supermarketach, kuchniach restauracji i magazynach dystrybucyjnych.

Zastosowany system znacząco wpłynął na proces zarządzania, ponieważ całkowicie zredukował istniejący łańcuch dostaw. Rośliny hodowane są nie na polu a bezpośrednio w miejscu konsumpcji, bez użycia szkodliwych substancji. Klient kupuje roślinę zaraz po jej wyhodowaniu. Wyeliminowano problemy związane z transportem i chłodzeniem roślin, zredukowano marnotrawstwo wyrobów

gotowych. Zapewniono możliwość całkowitej kontroli nad uprawami poprzez centralny system zarządzający wszystkim farmami.

Opakowania do żywności wydłużające dodatkowo czas jej przydatności do spożycia

Rozpatrując bezpieczeństwo żywności nie można pominąć wpływu opakowania na przechowywane w nim produkty. Dotychczas na rynku możemy spotkać się z różnego rodzaju inteligentnymi opakowaniami, które – poza funkcjami marketingowymi – pełnią również rolę związaną z zapewnieniem bezpieczeństwa przechowywanych wyrobów.

Innowacyjny w tym aspekcie jest wynik badań realizowanych w ramach projektu YPACK, w ramach którego opracowano metody produkcji opakowań biodegradowalnych z upcyklowanej serwatki i łupinek migdałów wzbogaconych tlenkiem cynku i olejkami eterycznymi pozyskiwanymi z oregano. Wzbogacenie papieru o wymienione wyżej substancje stanowi dodatkowe zabezpieczenie produkowanej żywności przed bakteriami. Odkrycie to daje możliwości wydłużenia czasu przydatności do spożycia świeżej żywności, takiej jak mięso, wędliny, owoce czy warzywa.

Tlenek cynku i olejki eteryczne oregano to związki, które wykazują właściwości antybakteryjne, chroniące żywność przed dwoma ważnymi szczepami bakterii odpowiadającymi za zatrucia pokarmowe – *Staphylococcus* i *Escherichia coli*.

Zespół pracujący nad projektem określił proporcje tych składników, które charakteryzują się krótkim (15 dni) bądź średnim (48 dni) czasem działania antybakteryjnego w otwartych i zamkniętych układach zawierających produkty spożywcze, w których opakowanie jest wielokrotnie otwierane i zamykane. Dzieje się tak np. w przypadku przechowywania wędliny czy chleba. Aktywne składniki można nanosić na produkowane tacki i folie do pakowania żywności. [21]

Zaproponowane rozwiązanie jest nie tylko korzystne pod kątem biodegradowalności opakowań i minimalizacji odpadów, ale również zapobiega marnotrawstwu żywności i znacząco wpływa na jej bezpieczeństwo. Podnosi również poziom bezpieczeństwa konsumenta, eliminując ryzyko zatrucia bakteriami *Staphylococcus* i *Escherichia coli* w okresie wydłużonej przydatności do spożycia.

Kolejnym projektem mającym na celu stworzenie opakowania wydłużającego czas przydatności do spożycia jest projekt SVARNISH (*Varnish development with antimicrobial, oxygen and water vapour barrier properties and improved physic-mechanical properties, to be used in food industry*). Celem projektu realizowanego w Norwegii było wykorzystanie nanotechnologii w celu zapewnienia lepszych właściwości opakowań w zakresie stworzenia bariery dla

przenikania tlenu, wilgoci oraz ochrony przed drobnoustrojami. W projekcie zastąpiono wielowarstwowe folie laminowane jednowarstwowym lakierem, którym można pokryć różne podłoża. Zrezygnowanie ze struktury wielowarstwowej opakowania znacznie upraszcza i obniża koszty recyklingu, natomiast właściwości lakieru wydłużają okres przydatności żywności do spożycia.

Po wyprodukowaniu i sprawdzeniu pod kątem bezpieczeństwa opakowań partnerzy projektu przetestowali jako prototyp opakowanie, w którym umieszczono filet z piersi kurczaka. Wynik badania dowiódł, że wzrost bakterii został w znacznym stopniu ograniczony. Okazało się również, że pokrycie lakierem opakowań dla wyrobów piekarniczych wpływa korzystnie na ich strukturę i zapach [22].

Wyżej przedstawione rozwiązania wpłyną na wydłużenie przydatności do spożycia oraz ochronę produktów w łańcuchu od producenta do konsumenta. Przełoży się na to na zmiany związane z zarządzaniem ryzykiem dostaw. Niektóre miejsca wysokiego ryzyka zostaną wyeliminowane, co usprawni proces zarządzania całym łańcuchem dostaw.

Identyfikacja strategii adaptacyjnych bakterii *Listeria monocytogenes*

Częstą przyczyną wycofywania produktów ze sprzedaży są patogeny obecne w żywności, takie jak pałeczki *Listeria monocytogenes*. Koszty opieki medycznej i straty w sektorze spożywczym spowodowane następstwami występowania patogenów kosztują UE miliony euro rocznie. Aby zrozumieć procesy adaptacyjne i wirulencję bakterii *Listeria monocytogenes*, europejscy badacze wykorzystali najnowsze dostępne technologie. *Listeria monocytogenes* jest wszechstronnym patogenem obecnym w żywności, który kolonizuje wiele siedlisk, w tym glebę i roślinność, wodę słodką i słoną oraz organizmy zwierząt. Aby móc zapewnić bezpieczeństwo żywności, istnieje pilna potrzeba zrozumienia złożonej ekologii tej bakterii i jej zdolności do przeżycia w różnych środowiskach.

Badacze uczestniczący w projekcie finansowanym z środków UE pt.: „List_MAPS” zastosowali podejście oparte na biologii systemów, aby zidentyfikować strategie adaptacyjne wymienionego wyżej patogenu. Projekt nadzorowany był przez Université Dijon Bourgogne z Francji. Głównym celem było zbadanie dróg, którymi patogeny wędrują z pola, przez produkty spożywcze, aż do końcowych odbiorców. Prace zespołu koncentrowały się na zbadaniu fizjologii *Listrii* w różnych środowiskach, takich jak gleba, środki transportu, powierzchnie w zakładach produkcyjnych, czy nawet przewód pokarmowy ssaków. W badaniach chodziło między innymi o znalezienie powiązań pomiędzy danym środowiskiem a zdolnością namnażania patogenu, okazuje się bowiem, że *Listeria* posiada

wyjątkową i wyrafinowaną zdolność namnażania się i przetrwania w zróżnicowanych warunkach. Oznacza to tyle, że w danej sytuacji zupełnie inny czynnik może powodować jej namnażanie, a zatem znalezienie tych korelacji stało się kluczowe w walce z tym patogenem. Dzięki równoczesnemu zastosowaniu wielu technologii – w tym transkryptomiki, głębokiego sekwencjonowania, proteomiki i mikrobiologii – naukowcy scharakteryzowali odpowiedź bakterii na biotyczne i abiotyczne bodźce środowiskowe.

W wyniku przeprowadzonych badań zidentyfikowano związki między dietą, a podatnością na Listeriozę. Osoby preferujące dietę bogatą w tłuszcze są na nią znacznie bardziej narażone od tych preferujących diety warzywne. Badania pokazały również, że jeżeli chodzi o produkty złożone (zawierające więcej niż jeden składnik) to ich skład wpływa na fizjologię bakterii, co bez wątpienia przekłada się na bezpieczeństwo żywności. Innymi słowy okazuje się, że jedne substancje mogą wpływać na namnażanie bakterii, a inne to namnażanie wyhamowywać.

Wiedza ta jest niezwykle istotna z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem żywności. Znajomość substancji, które mogą zatrzymać namnażanie bakterii, a jednocześnie nie wpływają negatywnie na człowieka, pozwoli uniknąć wielu sytuacji potencjalnie niebezpiecznych. Do tej pory uważano, iż głównym czynnikiem namnażania bakterii jest niewłaściwa temperatura. Okazuje się jednak, iż nie tylko. Daje to perspektywy do zmiany postępowania w zakresie działań prewencyjnych, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa żywności. W starzejącym się społeczeństwie europejskim ryzyko zachorowania na Listeriozę wzrasta, dlatego powyższe wyniki badań powinny przełożyć się na poprawę bezpieczeństwa żywności. Badacze podkreślają, że innowacyjnym działaniem w zakresie minimalizowania ryzyka będzie zmiana składu produktów spożywczych oraz opracowanie nowych składników, które wykluczą bakterię, nie szkodząc przy tym konsumentowi. Uzyskane podczas badań wyniki dostarczą informacji na temat warunków, które ograniczają lub ułatwiają inwazję/przeżycie *Listeria monocytogenes* w systemie żywnościowym w ujęciu „od pola do stołu” [20].

Zważywszy na fakt, że *Listeria monocytogenes* jest wiodącą przyczyną zgonów i wycofywania produktów spożywczych ze sprzedaży, naukowcy dostrzegli również potrzebę opracowania szybkich narzędzi do wysoko-przepustowych badań przesiewowych diagnozujących obecność bakterii w pożywieniu. Obecne badania polegają na „hodowaniu” patogenów w próbce w warunkach laboratoryjnych i trwają minimum pięć dni. Naukowcy uczestniczący w projekcie „List MAPS” zastosowali różne podejścia transkryptomiczne do oceny wirulencji dużych zbiorów izolatów bakteryjnych *in silico*, zastępując obecnie stosowane, niewygodne modele zwierzęce. Ponadto partnerzy projektu planują wypuścić na rynek test na bazie biofilmu oraz ocenić skuteczność światła niebieskiego jako środka dezynfekującego produkty spożywcze [18].

Szybki test ilościowy diagnozujący w czasie rzeczywistym bezpieczeństwo produktów żywnościowych

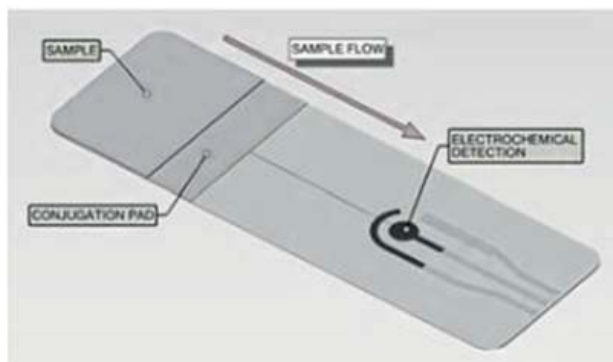
Projektem godnym uwagi, również związanym z wykrywaniem patogenów w żywności w całym łańcuchu żywnościowym, jest inicjatywa FOODSELFI realizowana przez naukowców z Hiszpanii we współpracy z firmą BIOLAN, działająca w sektorze MŚP. Uczestnicy tego finansowanego przez UE projektu postawili sobie za cel przeniesienie badań żywności z laboratorium na zewnątrz, poprzez opracowanie urządzenia, które pozwoli na wykonywanie badań bezpośrednio w terenie i w czasie rzeczywistym, na poziomie tych, które były wykonywane dotychczas w laboratorium. Chodzi tutaj o badania mające na celu określenie obecności patogenów, alergenów i toksyn w żywności. Dotychczas stosowane metody pozwalały na zweryfikowanie powyższych czynników jedynie w laboratorium. Ponadto były to badania o czasie trwania rzędu kilku dni.

Podczas pracy nad projektem FOODSELFI (*FOOD Safety monitoring by Electrochemical Lateral Flow Immunoassay*) zdefiniowano główne specyfikacje dotyczące opracowania elektrochemicznego testu immunologicznego przepływu bocznego (ELFI). Obejmowały one materiały, procesy i warunki produkcji potrzebne do wyprodukowania działającego prototypu. Ponadto zdefiniowano projekt procesu produkcji, a większą skalę z uwzględnieniem sitodruku elektrod, osadzenia przeciwciał i odczynników [20].

Test immunologicznego bocznego przepływu (*Lateral Flow Immunoassay, LFI*), jest prostym urządzeniem opartym na papierze, które umożliwia wykrycie obecności substancji lub jej braku w próbce płynu bez potrzeby stosowania specjalistycznego i kosztownego sprzętu. Przykładem takiego testu może być test ciążowy, działający na zasadzie pojawiającej się linii bądź jej braku. Urządzenie FOODSELFI działa na podobnej zasadzie i przede wszystkim ma dostarczyć użytkownikowi szybkie odpowiedzi. Test FOODSELFI nie sprawdza jednak, czy jego użytkownik jest w ciąży, ale informuje, czy badana żywność jest bezpieczna. W tym celu badacze projektu opracowali bardziej czułą metodę LFI, nazywaną elektrochemicznym testem immunologicznym bocznego przepływu (ELFI). Po przyłożeniu elektrod do urządzenia, użytkownik otrzymuje szybką, ilościową analizę produktu. Co ciekawe czujniki zaprojektowane w trakcie prowadzenia badań nie są czujnikami wykonanymi z tworzywa sztucznego, jak typowy test ciążowy, tylko z papieru, co sprawia, że zyskują one miano rozwiązania ekologicznego.

Prototyp FOODSELFI połączył elektrody drukowane metodą sitodruku i bariery hydrofobowe na podłożach papierowych, w celu stworzenia platformy zdolnej do reakcji immunologicznych i detekcji elektrochemicznej [20].

Na rysunku 1 zaprezentowano prototyp testu:



Rys. 1. Prototyp czujnika FOODSELF1

Źródło: <https://cordis.europa.eu/project/id/739658/reporting>

Jak twierdzi koordynatorka projektu, komercjalizacja papierowych czujników immunobiologicznych może umożliwić całej branży spożywczej lepsze monitorowanie żywności pod kątem parametrów, takich jak alergeny i patogeny, a zatem wpłynie bezpośrednio na podniesienie poziomu bezpieczeństwa wyrobów trafiających do konsumenta [19].

Prezentowane rozwiązanie jest również niezwykle istotne z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem żywności. Eliminuje ono ryzyko zatruc pokarmowych i umożliwia przeprowadzanie kontroli świeżości produktów w czasie rzeczywistym w miejsce dotychczasowego oczekiwania na wyniki badań laboratoryjnych. Dzięki temu można sprawdzić każdą wypuszczaną na rynek partię jedzenia, minimalizując ryzyko konieczności jej późniejszego wycofania, co znacząco wpłynie na koszty i skrócenie procedur postępowania z wyrobem niezgodnym/niebezpiecznym.

5. Podsumowanie

Prezes European Food Safety Authority podczas obchodów “World Food Safety Day 2020” wielokrotnie podkreślał, że bezpieczeństwo żywności jest interesem każdego. Stwierdzenie to, na pierwszy rzut oka oczywiste, nabiera nowego wyrazu, uwzględniając nowe priorytety badań i innowacji UE w zakresie zarządzania bezpieczeństwem żywności FOOD 2030. Mówiąc o interesie każdego musimy mieć na uwadze, że wszelkie wprowadzane zmiany mają dążyć do eliminacji marnotrawstwa żywności, ponieważ może nam jej w jakimś momencie zabraknąć. Nie możemy już silnie ekspansować pól uprawnych, pozwalać sobie na inwazje szkodników czy na nadmierne używanie pestycydów.

Nie możemy, bo w naszym wspólnym interesie jest dbałość o to, aby nie było strat na żadnym z etapów łańcucha żywnościowego od pola do stołu. Ale marnotrawienie żywności to również wycofywanie produktów z rynku z powodu ich zakażenia bakteriami, co z kolei jest również marnotrawstwem innych zasobów oraz wpływa negatywnie na środowisko, bo nie dość że produkty takie trzeba zutylizować, to zostały one wyprodukowane, przetransportowane, schłodzone itp., a to tylko kolejne miejsca powstawania niepotrzebnych kosztów finansowych i środowiskowych. Dlatego obecne innowacje w zakresie zarządzania bezpieczeństwem żywności muszą kłaść większy nacisk na prewencje. Dlatego naukowcy, zamiast szukać alternatywnych środków ochrony roślin, robią krok dalej i zastanawiają się, jak to zrobić, aby nie niszczyć całego pola, nie obciążać wszystkich roślin, tylko działać dokładnie tam, gdzie jest to potrzebne i wtedy, kiedy jest to potrzebne. Dlatego m.in. zaproponowali wykorzystanie dronów, kamer i robotów, aby natychmiast móc zareagować na pojawiające się szkodniki i choroby roślin, dokładnie w miejscu ich powstawania, a nie – jak dotychczas – na całym polu. Zapewni to oszczędności, równowagę środowiskową, zapobiegnie marnotrawstwu roślin, zaoszczędzi pracę ludzką, ale przede wszystkim zagwarantuje bezpieczeństwo uprawianym roślinom. Z tego samego powodu inna grupa naukowców, zamiast szukać usprawnień w rozległych łańcuchach dostaw, propaguje ich maksymalne skracanie, eliminując tym samym mnóstwo zagrożeń i zapewniając konsumentowi świeże warzywa w centrum wielkiego miasta. Kolejne omawiane w publikacji innowacje kładą nacisk na zwiększenie kontroli procesów wytwarzania i transportowania, ale nie mówimy tu o takiej kontroli, która spowoduje wycofywanie całych partii produktów ze sklepów. Mówimy tu o nowym podejściu do kontroli – takiej, która zapobiega. Należy zrobić wszystko, aby zbadać surowce, czy też produkt, zarówno przed jak i po przetworzeniu. Aby było to możliwe trzeba zrewolucjonizować podejście do badań. Drogie i długotrwałe analizy laboratoryjne należy zastąpić testami wykonywanymi w dowolnym momencie, a dającymi takie same efekty, jak kilkudniowe badania. Zamiast wyrzucać żywność, trzeba wydłużyć jej czas przydatności do spożycia, dzięki zastosowaniu inteligentnych opakowań, które już nie tylko mają za zadanie poinformować konsumenta, że produkt jest świeży, ale mają utrzymywać jego świeżość przez dłuższy czas. Należy również przyrzeć się bliżej „wrogom” bezpiecznej żywności czyli patogenom. Badania naukowców pokazały, że jedną najpopularniejszych bakterii powodujących zatrucie może zostać zneutralizowana poprzez odpowiednio dobrany skład produktu. Do tej pory wiązano głównie obecność i namnażanie się bakterii z temperaturą przechowywania i transportu wyrobów i w tym obszarze szukano działań zapobiegawczych. Okazuje się, że można zrobić coś więcej, w dodatku ponosząc niższe koszty – a mianowicie odpowiednio dobrać składniki wytwarzanej

żywności. Nie byłoby tych wszystkich innowacyjnych rozwiązań, gdyby nie wyznaczone przez UE priorytety, które skłoniły naukowców do zmiany sposobu postrzegania problemów.

Podsumowując, głównym trendem w zarządzaniu bezpieczeństwem żywności powinna stać się walka z marnotrawstwem na każdym etapie produkcji i łańcucha dostaw. Należy tak zarządzać, aby minimalizować ryzyko już na samym początku. Zamiast wycofywać produkty z rynku, zainwestować w rozwiązania, które pozwolą dokonać kontroli na wcześniejszych etapach. Przykładać większą wagę do jakości surowców. Zamiast przeznaczać fundusze na środki ochrony roślin zainwestować w rozwiązania rolnictwa precyzyjnego, natomiast drogie rozwiązania związane z kontrolowaniem i identyfikowalnością wyrobów w długich łańcuchach dostaw zastąpić możliwie jak najkrótszymi łańcuchami.

Literatura

- [1] Rybińska K., Galińska B., *Zarządzanie bezpieczeństwem żywności w łańcuchu dostaw*, „Logistyka” 2014, nr 2.
- [2] Szymonik A., (2010), *Logistyka w bezpieczeństwie*, Difin, Warszawa.
- [3] Tyrała P., *Zarządzanie kryzysowe*, (2003), Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń.
- [4] Walaszczyk A., (2016), *Wdrażanie standardów zarządzania bezpieczeństwem żywności w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [5] Sitarz S., Janczar-Smuga M., *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa żywności, możliwości ich kontroli oraz eliminacji*, „Nauki inżynierskie i technologiczne” 2012, nr 2(5), Wrocław.
- [6] Skrabka-Błotnicka T., Masłowski B., (2010), *Bezpieczeństwo żywności*, Wydawnictwo UE, Wrocław.
- [7] Ustawa z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz.U. z 2010 r. nr 136, poz. 914, z późn. zm.
- [8] Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 roku, Dz.U. z 2006 r. nr 171, poz. 1225.
- [9] Gawęcki J., (2010), *Żywność człowieka, Podstawy nauki o żywieniu, cz. I*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [10] *Food safety is everyone's business, now and in the future' – celebrating World Food Safety Day 2020*, EFSA European Food Safety Authority, <http://www.efsa.europa.eu/en/news/food-safety-everyones-business-now-and-future-celebrating-world-food-safety-day> (dostęp: 11.10.2020).
- [11] *FOOD 2030: INNOVATIVE EU RESEARCH ENSURES FOOD SYSTEM IS FUTURE-READY*, Results pack on food system transformation, European Commission, Research.eu.

- [12] *Research and innovation*, European Commission, <https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=food2030> (dostęp: 9.10.2020).
- [13] *Factsheet: From farm to fork: Our food, our health, our planet, our future Deal*, European Commission, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_farm2fork_factsheet.pdf (dostęp: 11.10.2020).
- [14] Massimo I., Matranga G., Zoani C., Canese S., Daroda L., Vitali F., Zappa G., (2014), *Innovation in logistics and in the supply chain integrated approach*, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA), Italy.
- [15] *New robots set to transform farming*, [w:] Horizon 2020. *Aerial Data Collection and Analysis, and Automated Ground Intervention for Precision Farming*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/229078-new-robots-set-to-transform-farming> (dostęp: 1.10.2020).
- [16] *Objective (Fact Sheet)*, [w:] Horizon 2020. *The vertical farming revolution, urban Farming as a Service*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/project/id/739479> (dostęp: 1.10.2020).
- [17] *Urban food from vertical farming*, [w:] Horizon 2020. *The vertical farming revolution, urban Farming as a Service*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/229075-urban-food-from-vertical-farming> (dostęp: 1.10.2020).
- [18] *From farm to fork: studying foodborne pathogens*, [w:] Horizon 2020, *Training and research in Listeria monocytogenes Adaptation through Proteomic and Transcriptome deep Sequencing Analysis*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/386873-from-farm-to-fork-studying-foodborne-pathogens> (dostęp: 29.09.2020).
- [19] *New device lets food industry monitor safety along entire value chain*, [w:] Horizon 2020, *FOOD Safety monitoring by Electrochemical Lateral Flow Immunoassay*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/243649-new-device-lets-food-industry-monitor-safety-along-entire-value-chain> (dostęp: 28.09.2020).
- [20] *Periodic Reporting for period 1 - FOODSELFI (FOOD Safety monitoring by Electrochemical Lateral Flow Immunoassay)*, [w:] Horizon 2020, *FOOD Safety monitoring by Electrochemical Lateral Flow Immunoassay*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/project/id/739658/reporting> (dostęp: 29.09.2020).
- [21] *A biodegradable food packaging solution that also promises to increase food shelf life*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/421413-a-biodegradable-food-packaging-solution-that-also-promises-to-increase-food-shelf-life> (dostęp: 5.10.2020).

- [22] *Packaging varnish makes for safer food, [w:] SVARNISH: varnish development with antimicrobial, oxygen and water vapour barrier properties and improved physic-mechanical properties, to be used in food industry*, Cordis EU research results, European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/165938-packaging-varnish-makes-for-safer-food> (dostep: 7.10.2020).

FOOD SAFETY MANAGEMENT – INNOVATION

Abstract: *The most important factor in food safety management is to ensure safety. Food safety is not only the responsibility of producers. It is a shared responsibility of all participants in the chain “from farm to fork”. Regulators, legislators, national and international officials are also involved in this chain. Currently, the governments of individual countries have various problems, but ensuring food safety is the overarching goal, integrating everyone, because you need to eat to survive. Therefore, with regard to innovation in food safety management, priority should be given to the latest research and innovation strategies presented by the European Commission in the FOOD 2030 approach. The aim of this publication is to present the priorities of the EU FOOD 2030 strategy in food safety management and the examples innovative solutions that European scientists are currently working on. The presented solutions indicate the most important areas that should be addressed in order to minimize the risks and ensure an increase in the level of food safety during its production and throughout the supply chain.*

Keywords: food safety, innovation, supply chain, FOOD 2030, intelligent packaging, vertical and precision agriculture.

ZASTOSOWANIE TEORII KOLEJEK DO ESTYMACJI POZIOMU WYKORZYSTANIA ODDZIAŁÓW INTENSYWNEJ TERAPII

Artur Szymonik

Inspektorat Uzbrojenia

Warszawa

artursz85@gmail.com

Streszczenie: *Celem niniejszego rozdziału jest zaprezentowanie jednej z podstawowych metod pozwalających na analizę zagadnień związanych z zarządzaniem oddziałami intensywnej terapii. Ze względu na dostępność, w pracy wykorzystane zostały dane z oddziału intensywnej terapii Szpitala Uniwersyteckiego Karolinska w Sztokholmie. Wykorzystując jeden z podstawowych modeli stosowanych w teorii kolejek – model M/M/c, wskazano podstawowe problemy mogące wystąpić w czasie nieprzewidzianego wzmożonego napływu pacjentów. Sytuacja taka miała miejsce w drugim kwartale 2020 roku w czasie epidemii wirusa SARS-CoV-2 i na ten właśnie okres zwrócona została uwaga w opracowaniu. Symulacje przeprowadzone zostały w środowisku Matlab oraz z wykorzystaniem języka Python.*

Słowa kluczowe: zarządzanie w służbie zdrowia, teoria kolejek, model M/M/c.

1. Wprowadzenie

Organizacja i możliwości oddziałów intensywnej terapii (OIT) jest jednym z kluczowych zagadnień z punktu widzenia państwa. Niewystarczająca liczba miejsc na oddziałach intensywnej terapii prowadzi do odwoływania planowanych zabiegów chirurgicznych, wymuszania transferu pacjentów znajdujących się w stanie krytycznym, przedwczesnych wypisów pacjentów hospitalizowanych. Z jednej strony są to oczywiście zdarzenia niepożądane, które powodują obniżanie jakości opieki świadczonej przez szpital. Z drugiej jednak strony, oddziały intensywnej terapii są bardzo drogie w utrzymaniu [1]. Z tego właśnie względu istotny jest problem optymalizacji pojemności wspomnianych oddziałów w taki sposób, aby uniknąć zbędnych kosztów.

Proces leczenia na oddziałach intensywnej terapii uwzględnia niepewności, zmienność, złożoność, ograniczenia oraz skończone zasoby – czynniki, które sprawiają, że zarządzanie takim oddziałem jest procesem skomplikowanym. Proces zarządzania jednostką tak specyficzną, jak oddział intensywnej terapii jest o tyle trudniejszy, że jakość usług tam świadczonych przekłada się bezpośrednio na zdrowie i życie pacjentów [2].

W niniejszym rozdziale omówione zostanie jedno z możliwych podejść do analizy efektów podejmowanych decyzji (stawiania celów) w ramach procesu zarządzania OIT. Jako narzędzie do wspomnianej analizy wykorzystane zostaną niektóre z zagadnień teorii kolejek [3].

2. Dane wykorzystane w badaniach symulacyjnych

Dane wykorzystane w badaniach symulacyjnych pochodzą ze Szwedzkiego Rejestru Intensywnej Terapii (Svenska Intensivvårdsregistret [4]). Zebrane dane pochodzą z okresu 2008-2020 i dotyczą oddziału intensywnej terapii w Szpitalu Uniwersyteckim Karolinska w gminie Solna na północ od Sztokholmu. Tabele 1, 3 oraz 5 zawierają uśrednioną liczbę przyjęć pacjentów w przypadkach nagłych, jak i planowych dla lat 2008-2019 w miesiącach: styczeń, luty, marzec, kwiecień, maj, czerwiec, lipiec i sierpień. W tabelach 2, 4 oraz 6 zawarto te same informacje dla pierwszych ośmiu miesięcy w roku 2020.

Wykresy zaprezentowane na rysunkach 1 i 2 przedstawiają uśrednione wartości liczby pacjentów przebywających na oddziale intensywnej terapii w danym miesiącu oraz średniego czasu przebywania pacjenta na oddziale. Szczególną uwagę należy zwrócić na kwiecień, gdzie zarówno liczba pacjentów przyjmowanych na oddział, jak i czas ich przebywania na oddziale osiąga wartości znacznie przekraczające te uśrednione dla lat 2008-2019.

Porównując wartości w kolejnych miesiącach dla lat 2008-2019, nie obserwuje się znacznych odchyłeń od obliczonej wartości średniej (patrz rysunek 1 oraz 2). Wyraźnie widać, że epidemia wirusa SARS-CoV-2 miała duży wpływ zarówno na zwiększenie liczby pacjentów na OIT, jak i na wydłużenie czasu przebywania pacjentów na oddziale.

Podobny trend można zauważyć analizując tabele 1-6. W kwietniu 2020 zauważyć można zwiększenie się liczby pacjentów przebywających na oddziale IT powyżej czterech dni. Na podstawie danych z poprzednich lat wynikało, że znaczna większość pacjentów przebywała na oddziale jedną dobę bądź krócej. Na tej podstawie można przewidywać, że wystąpiła potrzeba zwiększenia pojemności oddziału w omawianym miesiącu.

Tabela 1. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni. Wartości zostały uśrednione dla poszczególnych miesięcy z lat 2008-2019

Dni	<1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Styczeń	27,83	13,33	8,25	5,25	3,08	2,00	2,08	1,92	0,92	1,00	0,75
Luty	28,92	13,83	6,75	4,17	3,33	1,83	1,50	1,17	1,25	0,83	1,08
Marzec	29,42	14,42	7,50	4,75	3,25	2,58	2,00	1,17	1,50	1,33	0,67
Kwiecień	30,42	12,75	8,67	4,42	3,58	3,25	1,67	0,75	1,58	1,08	0,58
Maj	30,25	14,75	8,17	5,00	3,50	2,92	1,33	1,08	1,92	0,75	0,58
Czerwiec	28,42	13,50	7,50	4,33	3,00	2,17	1,08	1,25	0,67	0,42	0,75
Lipiec	28,50	12,42	6,67	4,67	1,67	1,58	1,92	1,42	1,42	0,67	0,58
Sierpień	30,25	14,08	8,83	4,83	2,83	1,75	1,00	1,33	1,25	0,42	0,58

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>

Tabela 2. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni w roku 2020

Dni	<1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Styczeń	22	11	6	9	1	4	1	1	0	2	1
Luty	10	5	4	6	6	2	1	2	0	1	1
Marzec	15	9	8	10	4	4	2	6	3	2	0
Kwiecień	17	14	12	9	14	4	9	8	4	6	8
Maj	21	15	5	9	1	6	8	3	3	5	5
Czerwiec	37	15	6	7	4	4	4	3	0	2	2
Lipiec	11	6	5	8	1	4	3	2	2	1	1
Sierpień	32	17	12	5	6	4	4	2	0	0	1

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>

Tabela 3. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni. Wartości zostały uśrednione dla poszczególnych miesięcy z lat 2008-2019

Dni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Styczeń	0,75	0,58	0,33	0,17	0,42	0,67	0,00	0,00	0,25	0,08	0,08
Luty	0,67	0,33	0,50	0,67	0,17	0,08	0,00	0,00	0,42	0,08	0,08
Marzec	1,17	0,67	0,67	0,42	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,08	0,33
Kwiecień	0,67	0,25	0,33	0,33	0,42	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,25
Maj	0,33	0,33	0,42	0,42	0,42	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17	0,58
Czerwiec	0,92	0,50	0,25	0,25	0,67	0,17	0,00	0,00	0,17	0,08	0,08
Lipiec	0,75	0,42	0,08	0,08	0,33	0,25	0,00	0,00	0,25	0,17	0,08
Sierpień	0,75	0,42	0,58	0,25	0,17	0,25	0,00	0,00	0,17	0,08	0,08

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>

Tabela 4. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni w roku 2020

Dni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Styczeń	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Luty	1	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0
Marzec	5	2	4	2	3	1	0	0	1	0	2
Kwiecień	6	1	4	1	9	6	0	0	3	0	3
Maj	3	1	5	1	4	1	0	0	3	0	0
Czerwiec	1	3	2	1	3	1	0	0	1	0	2
Lipiec	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Sierpień	0	1	0	0	0	3	0	0	1	1	0

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>

Tabela 5. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni. Wartości zostały uśrednione dla poszczególnych miesięcy z lat 2008-2019

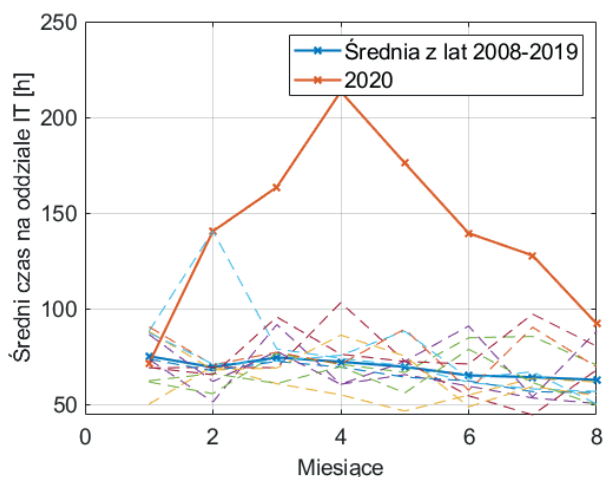
Dni	22	23	24	25	26	27	28	29	30	>30
Styczeń	0,75	0,58	0,33	0,17	0,42	0,67	0,00	0,00	0,25	0,08
Luty	0,67	0,33	0,50	0,67	0,17	0,08	0,00	0,00	0,42	0,08
Marzec	1,17	0,67	0,67	0,42	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,08
Kwiecień	0,67	0,25	0,33	0,33	0,42	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Maj	0,33	0,33	0,42	0,42	0,42	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17
Czerwiec	0,92	0,50	0,25	0,25	0,67	0,17	0,00	0,00	0,17	0,08
Lipiec	0,75	0,42	0,08	0,08	0,33	0,25	0,00	0,00	0,25	0,17
Sierpień	0,75	0,42	0,58	0,25	0,17	0,25	0,00	0,00	0,17	0,08

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>

Tabela 6. Średnia liczba pacjentów, którzy przebywali w danym miesiącu na oddziale intensywnej terapii przez określoną liczbę dni w roku 2020

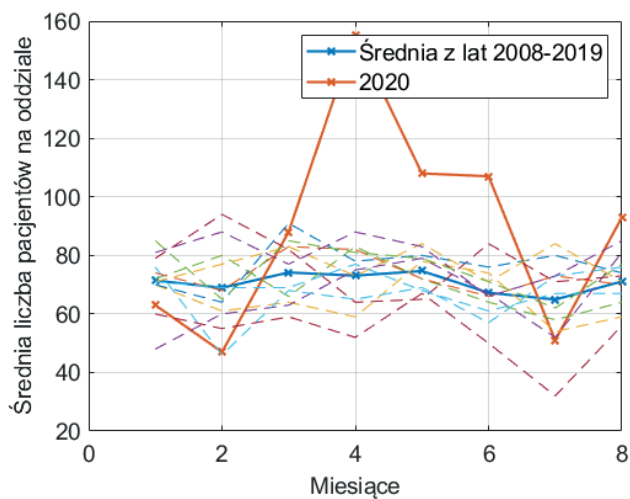
Dni	22	23	24	25	26	27	28	29	30	>30
Styczeń	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luty	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Marzec	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1
Kwiecień	2	2	1	1	1	3	1	0	2	4
Maj	1	2	0	0	0	0	1	0	0	5
Czerwiec	4	0	0	2	0	1	0	0	0	2
Lipiec	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Sierpień	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Źródło: <https://www.icuregswe.org/>



Rys. 1. Średni czas pobytu pacjenta na oddziale intensywnej terapii w kolejnych miesiącach. Niebieska linia – średnia dla kolejnych miesięcy obliczona na podstawie danych z lat 2008-2019. Czerwona linia – dane z roku 2020. Linie przerywane – dane dla kolejnych miesięcy z lat 2008-2019, na podstawie których obliczona została średnia

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Średnia liczb pacjentów na oddziale intensywnej terapii w kolejnych miesiącach. Niebieska linia – średnia dla kolejnych miesięcy obliczona na podstawie danych z lat 2008-2019. Czerwona linia – dane z roku 2020. Linie przerywane – dane dla kolejnych miesięcy z lat 2008-2019, na podstawie których obliczona została średnia

Źródło: opracowanie własne.

3. Model M/M/c

Jednym z najbardziej powszechnych modeli badanych w teorii kolejek jest model M/M/c lub model Erlang C [5]. Model ten pozwala na obliczenie następujących charakterystyk:

- prawdopodobieństwo, że w kolejce do obsłużenia nie znajduje się żaden klient (pacjent);
- prawdopodobieństwo, że w kolejce znajduje się K klientów (pacjentów);
- średnia liczba klientów oczekujących w kolejce;
- średni czas oczekiwania klientów w kolejce;
- całkowity średni czas przebywania klienta w systemie (na oddziale intensywnej terapii).

Z wykorzystaniem modelu Erlang C wiąże się zastosowanie kilku uproszczeń i założeń. Założona zostanie całkowita dostępność oraz nieskończona liczba pacjentów oczekujących. Jeżeli wszystkie miejsca na oddziale są zajęte, pacjent dołączy do kolejki. Niemożliwe jest natomiast zaistnienie sytuacji, że pacjent oczekuje w kolejce pomimo wolnych miejsc na oddziale. Proces przybywania pacjentów na oddział traktowany jest jako proces Poissona, a czas obsługi podlega rozkładowi wykładniczemu [6]. Równania modelu przedstawione są poniżej:

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{N-1} \frac{a^n}{n!} + \frac{a^N}{N!(1-\rho)} \right]^{-1}, \quad (1)$$

$$a = \lambda * \tau, \quad \rho = a \setminus N, \quad (2)$$

$$L_q = \frac{a^{N+1} * p_0}{[N * N! * (1-\rho)^2]}, \quad (3)$$

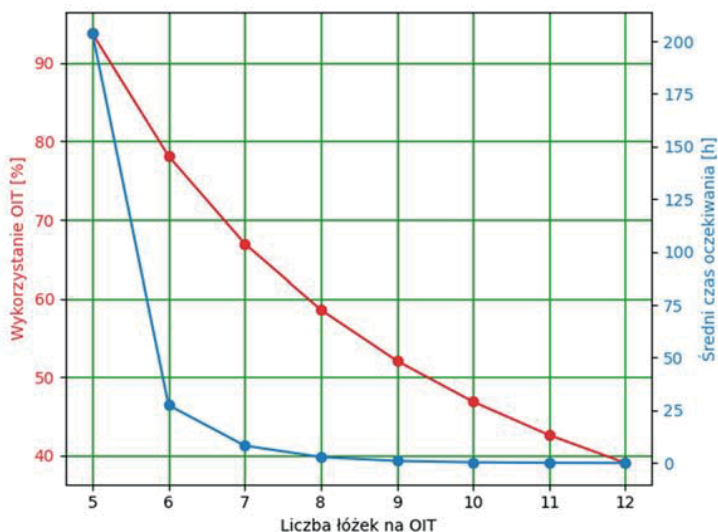
$$t = \frac{L_q}{\lambda}. \quad (4)$$

Oznaczenia wykorzystane w równaniach (1)-(4):

- p_0 to prawdopodobieństwo, że w kolejce nie znajduje się żaden pacjent;
- N to liczba łóżek na OIT;
- λ to liczba pacjentów przybywających na oddział na jednostkę czasu;
- τ to średni czas pobytu pacjenta na OIT;
- ρ to stopień wykorzystania oddziału;
- L_q to średnia liczba pacjentów w kolejce a t to średni czas przebywania pacjenta w kolejce.

W teorii kolejek, minimalizacja czasu oczekiwania klienta (pacjenta) na przyjęcie na oddział oraz maksymalizacja stopnia wykorzystania oddziału, to konfliktujące ze sobą cele. Na rysunku 3 przedstawiony jest przykładowy wykres wykorzystania oddziału (ρ) oraz średniego czasu oczekiwania (t) w funkcji liczby łóżek na oddziale (N). Wyraźnie widać, że zwiększając poziom wykorzystania

oddziału, zwiększa się również czas oczekiwania pacjenta na miejsce na OIT. (Uwaga: należy zwrócić uwagę, że z zaprezentowanego modelu można skorzystać w przypadku, gdy stopień wykorzystania oddziału ρ będzie mniejszy od 1). Na podstawie danych zebranych na przestrzeni lat, można podjąć próbę znalezienia odpowiedniego kompromisu pomiędzy zabezpieczeniem odpowiedniej dostępności miejsc na oddziale intensywnej terapii, tj. utrzymaniem wykorzystania oddziału poniżej pewnego poziomu, a kwestią opłacalności niewykorzystywanych przez większość czasu miejsc na oddziale. W kolejnym rozdziale przedstawione zostaną obliczenia dla wybranego miesiąca (kwietnia) z wykorzystaniem modelu M/M/s.



Rys. 3. Konflikt pomiędzy minimalizacją czasu oczekiwania pacjenta a maksymalizacją wykorzystania oddziału intensywnej terapii

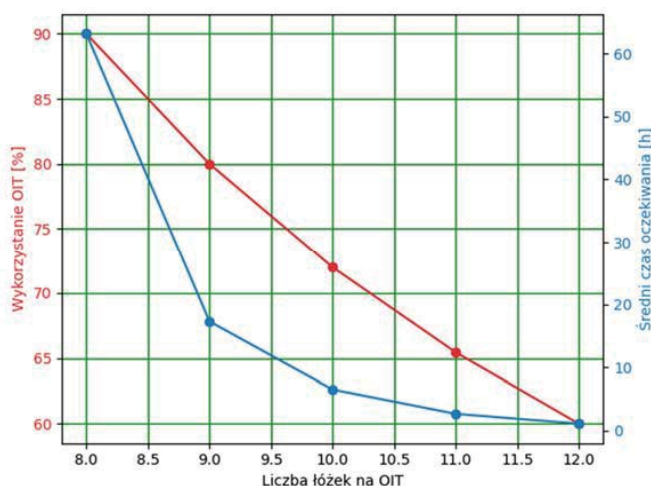
Źródło: opracowanie własne.

4. Zastosowanie modelu M/M/s a estymowanie pojemności oddziałów intensywnej terapii

Podejście do liczby utrzymywanych łóżek na oddziałach intensywnej terapii (w przeliczeniu na 100 000 mieszkańców) czy średniego poziomu „zajętości” miejsc na oddziałach różni się często w zależności od kraju [7]. W rozważaniach przedstawionych w niniejszym opracowaniu przyjęte zostanie, że estymowany poziom zajętości miejsc na OIT nie powinien przekraczać 80%.

Symulacje zostaną przeprowadzone na podstawie danych zawartych w tabelach 1-6 w rozdziale 2. Przykładowe obliczenia wykonane zostaną dla wybranego miesiąca – kwietnia, w którym zarówno liczba pacjentów, jak i czas pobytu były

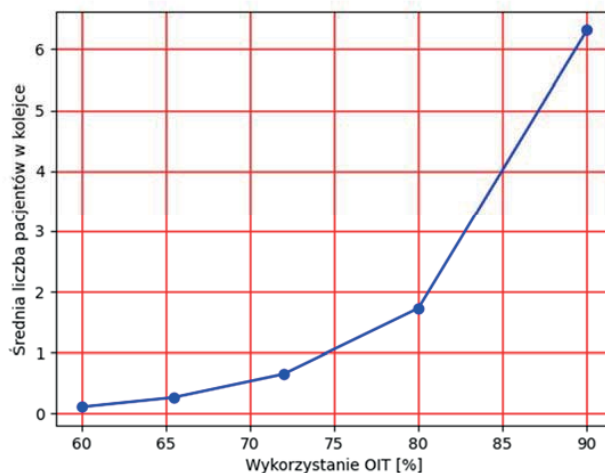
najwyższe. Należy pamiętać, że poczynione tu zostanie założenie upraszczające – oddział na początku miesiąca był pusty. Na podstawie danych zamieszczonych w rozdziale drugim, w symulacji przeprowadzonej dla lat 2008-2019 wykorzystane zostały następujące wartości wielkości występujących w modelu M/M/c: $\lambda = 0,1$ [pacjenta/godzinę], $\tau = 72$ [godziny]. Aby osiągnąć zamierzony cel – poziom zajętości oddziału nie przekraczający 80%, liczba łóżek na oddziale powinna wynosić minimum 9. Można również zauważyć, że zwiększenie liczby łóżek do 10 oznaczać będzie skrócenie czasu oczekiwania pacjenta na miejsce o około 25%. Obniżenie wykorzystania oddziału poniżej 80% oznaczać będzie również zmniejszenie liczby pacjentów oczekujących w kolejce poniżej dwóch.



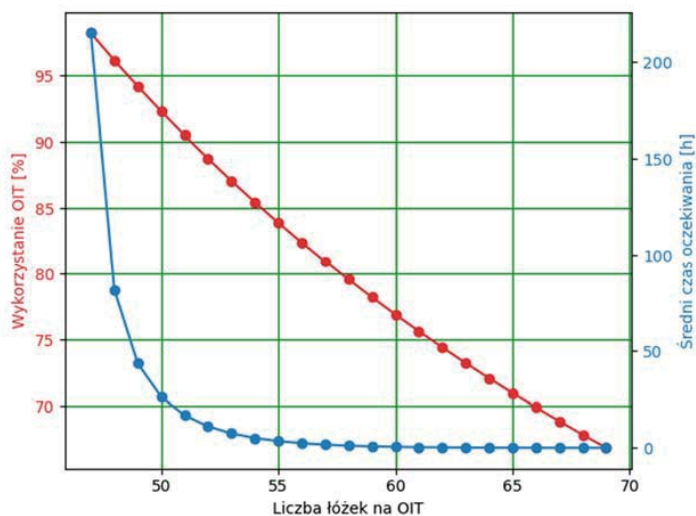
Rys. 4. Wykorzystanie OIT oraz średni czas oczekiwania pacjenta na miejsce na oddziale w funkcji liczby łóżek na podstawie modelu M/M/c

Źródło: opracowanie własne.

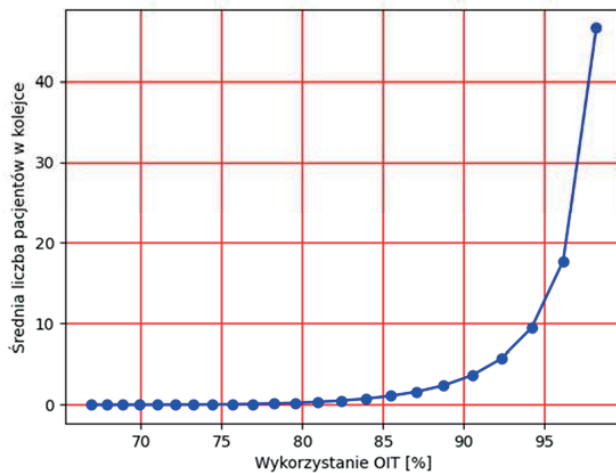
Porównane zatem zostaną dane uśrednione dla lat 2008–2019 z kwietniem 2020 r. Wartości wykorzystane w modelu: $\lambda = 0,22$ [pacjenta/godzinę], $\tau = 213$ [godzin]. Analizując wykres na rysunku 6, można zauważyć, że przy zwiększonej liczbie pacjentów oraz wydłużonym czasie ich pobytu na oddziale, spowodowanym wystąpieniem nowego wirusa, osiągnięcie wykorzystania oddziału poniżej 80% wiązałoby się z utrzymaniem minimum 57 łóżek. W tym miejscu należy podkreślić, że zwiększenie liczby miejsc na OIT to nie tylko dodatkowe wyposażenie, ale również zwiększenie zatrudnienia odpowiednio przeszkolonego personelu. Niezapewnienie odpowiednio niskiego stopnia wykorzystania oddziału wiązać się będzie z wydłużającymi się kolejkami oczekujących pacjentów. Wykładniczy wzrost liczby pacjentów w kolejce w funkcji wykorzystania OIT przedstawiony został na rysunku 7.



Rys. 5. Średnia liczba pacjentów w kolejce w funkcji poziomu wykorzystania OIT na podstawie modelu M/M/c
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Wykorzystanie OIT oraz średni czas oczekiwania pacjenta na miejsce na oddziale w funkcji liczby łóżek na podstawie modelu M/M/c
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Średnia liczba pacjentów w kolejce w funkcji poziomu wykorzystania OIT na podstawie modelu M/M/c
Źródło: opracowanie własne.

Należy pamiętać, że przedstawione w rozdziale rozważania oparte są na wykorzystaniu modelu M/M/c, który jest modelem stosunkowo nieskomplikowanym i wprowadzającym pewne uproszczenia. Pozwala on jednak na wstępną analizę problemów mogących wystąpić w procesie zarządzania OIT w czasie wzmożonego napływu pacjentów.

5. Podsumowanie

W niniejszym rozdziale zaprezentowane zostało wykorzystanie jednego z podstawowych modeli stosowanych w teorii kolejek do wspomagania zarządzaniem oddziałem intensywnej terapii. Zaprezentowany model M/M/c posiada szereg założeń: zdarzenia (przybycie pacjenta na oddział) podlegają rozkładowi Poissona, pacjenci przyjmowani są w kolejności przybycia (FIFO) i kierowani są do pierwszego wolnego zespołu, rozmiar kolejki może dążyć do nieskończoności. Omawiany model pozwala jednak na wstępne przeanalizowanie konsekwencji, jakie niesie ze sobą utrzymywanie poziomu wykorzystania OIT bliskiego 100%, szczególnie w czasie niespodziewanego wzmożonego napływu pacjentów. Problemy te zostały uwypuklone w Szwecji w drugim kwartale 2020 roku, w czasie epidemii nowego wirusa SARS-CoV-2. Autor w opracowaniu wskazuje jedynie zarys jednego z podejść do analizy procesu zarządzania oddziałami intensywnej terapii. Kolejnym krokiem będzie przeanalizowanie szerszego zakresu narzędzi (modeli).

Literatura

- [1] Putinano D., Maio F.F.D., Orlando V., Nicola A.D., *Cost Analysis of an Intensive Care Unit*, "Journal of Pharmacy and Pharmacology" 2014, pp. 501-507.
- [2] Udziółko J., Radośniński E., (2009), *Metody zarządzania zasobami na przykładzie służby zdrowia*, Badania Operacyjne i Decyzje, Tom 1, ss. 121-142.
- [3] Sanderson C., Gruen R., (2006), *Analytical Models for Decision Making*, Open University Press, New York.
- [4] Svenska Intensivvårdsregistret (SIR), <https://www.icuregswe.org> (dostęp: 1.10.2020).
- [5] Hall R., (1990), *Queueing Methods For Services and Manufacturing*, Prentice Hall, New Jersey.
- [6] Iversen V.B., (2009), *Teletraffic Engineering and Network Planning*, Technical University of Denmark, Lyngby.
- [7] *List of countries by hospital beds*, w: Wikipedia, the free encyclopedia [online], dostępny w: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_hospital_beds (dostęp: 1.10.2020).

APPLICATION OF THE QUEUE THEORY TO ESTIMATE THE USE OF INTENSIVE CARE UNITS

Abstract: *The aim of this article is to present one of the basic methods for analyzing issues related to the management of intensive care units. Due to availability, the study used data from the intensive care unit of Karolinska University Hospital in Stockholm. Using one of the basic models used in the queueing theory – the M/M/c model, the basic problems that may occur during an unpredicted increased inflow of patients have been identified. Such a situation took place in the second quarter of 2020 during the SARS-CoV-2 virus epidemic, and this period was highlighted in the article. The simulations were carried out in the Matlab environment and with the use of Python programming language.*

Keywords: health care management, queue theory, M / M / c model.

DETERMINANTY BEZPIECZEŃSTWA ŚRODOWISKA NATURALNEGO I EKOLOGISTYKI

Andrzej Szymonik

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcji i Logistyki

andrzej.szymonik@p.lodz.pl

Streszczenie: *Rozdział jest tematycznie związany z aktualnym, istotnym problemem dotyczącym bezpieczeństwa dwóch systemów: środowiska naturalnego i ekologii. Pierwsza część opracowania zawiera koncepcje analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego, w której uwzględniono istotne elementy decydujące o jego skuteczności i wykorzystaniu w praktyce. Po zidentyfikowaniu zagrożeń został pokazany również algorytm pozwalający opracować raport cząstkowy dla zagrożeń środowiska naturalnego. Kolejna część opracowania prezentuje udział ekologii w zapewnieniu pożądanego poziomu funkcjonowania bezpieczeństwa środowiska naturalnego. Jest to możliwe, między innymi, przez zapewnienie skutecznego bezpieczeństwa realizowanych procesów ekologicznych. Autor pokazuje również instrumenty i narzędzia, które są istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania systemu ekologicznego w działaniach praktycznych. Do nich zaliczył zarządzanie ryzykiem, niezawodność, identyfikację i podział zagrożeń. Należy podkreślić, że zaprezentowany materiał jest kontynuacją dalszych badań autorskich, które są publikowane w moich monografiach i artykułach. Na wyróżnienie zasługują trzy pozycje: Zarządzanie bezpieczeństwem gospodarczym w systemie bezpieczeństwa narodowego. Aspekty logistyczne (2016), Inżynieria bezpieczeństwa systemów logistycznych (2016), Ekologia. Teoria i Praktyka (2018), które są ściśle związane z tematyką zawartą w tym opracowaniu.*

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, środowisko naturalne, ekologia, zagrożenia.

1. Wprowadzenie

Każdej działalności ludzkiej towarzyszy powstawanie odpadów. Początkowo ludzie w sposób naturalny wyczuwali i sami podejmowali decyzje, jak postępować z odpadami. Jednak z upływem czasu, kiedy odpadów przybywało, nie można

już było tego problemu zostawić pojedynczemu człowiekowi. Skalę problemu obrazują między innymi dwa fakty: pierwszy – w UE w 2016 r. wytworzono średnio 5,0 ton odpadów na mieszkańca [1], drugi – **w 2016 roku świat wyprodukował 2,01 mld ton odpadów**, a do połowy XXI wieku ta ilość może wzrosnąć do 3,4 mld ton [2]. Nie ma wątpliwości, że odpady mają negatywny wpływ na środowisko. W wielu przypadkach niezagospodarowane śmieci muszą być przetwarzane przez naturę długie lata, a „pozbycie się” ich trwa czasami bardzo długo np. szkła ponad 4000 lat, plastiku od 100 do 1000 lat, papieru 6 miesięcy, metalu 10 lat, żywności do 12 miesięcy [3]. Należy zaznaczyć, że odpady są szkodliwe dla środowiska i gospodarki, co można zmniejszyć między innymi przez ekologię, która zajmuje się zbiórką odpadów, ich segregacją, transportem, magazynowaniem, usuwaniem w sposób nieuciążliwy (utylicacja, recykling, ponowne wykorzystanie) dla środowiska naturalnego. Koopetycja ochrony środowiska i ekologii wymusza stworzenie dwóch organizacji współpracujących – systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego i systemu bezpieczeństwa ekologii. Ich celem jest zabezpieczenie środowiska naturalnego przed oddziaływaniem zjawisk (zagrożeń) i negatywnych konsekwencji dzięki dobrze zorganizowanych, zabezpieczonych, na określonym poziomie procesów ekologicznych.

2. Bezpieczeństwo środowiska naturalnego

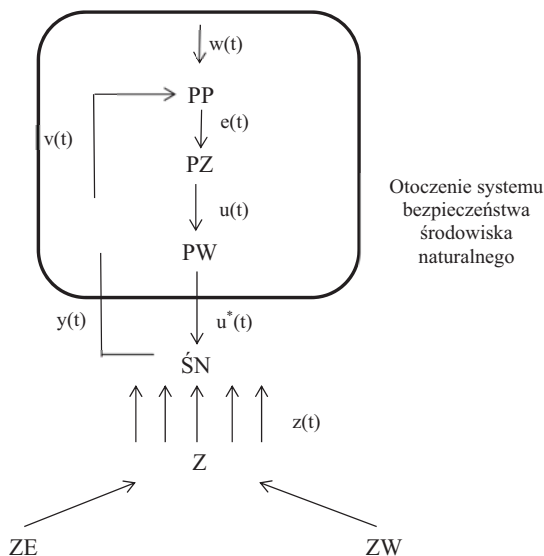
Środowisko naturalne systematycznie i w sposób nieprzerwalny jest zanieczyszczane i niszczone przez przemysł, transport, rolnictwo, gospodarkę komunalną. Zapobiec temu może stworzony system bezpieczeństwa środowiska naturalnego (SBSN), którego celem jest jego zabezpieczenie przed oddziaływaniem zjawisk (procesów, zdarzeń) i ich negatywnych konsekwencji (skutków, szkód). Degradacja środowiska w głównej mierze powodowana jest poprzez [4][5]:

- wzrost i koncentrację liczby ludności, mające wpływ na globalną masę produktów i usług niezbędnych do zaspokojenia ich potrzeb;
- wzrost poziomu konsumpcji będący następstwem wzrostu różności oraz wymagań życiowych, determinujący różnorodności produktów i powstających odpadów;
- rozwój technologiczny mający wpływ na: wielkość zużycia energii, masę produktów, ich różnorodność i termin ich ważności; wzrost zagrożeń związanych (niezwiązanych) z postępowaniem człowieka oraz katastrof naturalnych.

Bezpieczeństwo środowiska naturalnego jest jednym z najważniejszych zadań, którego zrealizowania podjął się człowiek na progu XXI wieku. Odpowiedzialność za jego funkcjonowanie spoczywa na władzach publicznych, które są

zobowiązane zapewnić bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom. Działania na rzecz ochrony środowiska mają charakter zasięgu krajowego i międzynarodowego.

$w(t)$ – pożądany sygnał (informacja) zadany; $v(t)$ – sygnał (informacja) zwrotny z systemu monitorowania; $e(t) = w(t) - v(t)$ – różnica pomiędzy sygnałem (informacją) zadany a wartością sygnału (informacją) zwrotnego z systemu monitorowania; $u(t)$ – sygnały (informacje) sterujące; $u^*(t)$ – sygnał wymuszający; $z(t)$ – zakłócenia; $y(t)$ – sygnał (informacja) wyjściowy ze środowiska naturalnego, mierzony przez system monitorujący SM, PZ – podsystem zarządzający, PW – podsystem wykonawczy, PP – podsystem porównujący, SM – system monitorowania ŚN – środowisko naturalne, Z – zagrożenia, ZE – zagrożenia zewnętrzne, ZW – zagrożenia wewnętrzne.



Rys. 1. Koncepcja analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Źródło: opracowanie własne.

Bezpieczeństwo środowiska naturalnego wymusza zidentyfikowanie niebezpieczeństw (zagrożeń), które mogą spowodować zakłócenia (egzystencji, rozwoju) lub utratę wartości przez ogół elementów przyrodniczych, w tym także przekształconych w wyniku działalności człowieka, a w szczególności powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat oraz pozostałe elementy różnorodności biologicznej, a także wzajemne oddziaływania pomiędzy tymi elementami [6].

Stworzenie efektywnego systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego poprzedza identyfikacja zagrożeń i zbudowanie określonego potencjału zabezpieczeń. Można to zrealizować przez skuteczne zapobieganie (przeciwdziałanie), ochronę

oraz reagowanie (zapobieganie) na występujące zagrożenia (Z) (tzn. podejmowanie takich działań, które minimalizują ich niekorzystne skutki) [7]. Trzeba pamiętać, że zagrożenia, związane z środowiskiem naturalnym (ŚN) mogą pochodzić z wnętrza systemu (ZW) i z zewnątrz systemu (ZZ).

W SBSN wyróżniamy podsystemy: *zarządzania* – PZ (realizuje wszystkie funkcje zarządzania tj. planowanie, organizowanie, motywowanie, kontrolowanie, podejmowanie decyzji i koordynowanie stanowiące o sposobie zapewnienia bezpieczeństwa środowisku naturalnemu przez podsystem wykonawczy), *wykonawczy* – PW (siły i środki realizujące procesy wykonawcze, wydzielone np. ze straży pożarnej, ratownictwa medycznego, policji, wojska), *środowisko naturalne*, które jest obiektem oddziaływania, *zagrożenia* (każde zjawisko niepożądane z punktu widzenia niezakłóconego działania SBSN).

Koncepcję analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego przedstawia rysunek 1.

W podsystemie zarządzania SBSN istotną rolę odgrywa podsystem informacyjny, który odpowiada za: pozyskiwanie na bieżąco danych koniecznych do aktualnej oceny bezpieczeństwa (systematyczne zbieranie danych, dogłębna i wielokryterialna ich analiza); ocenę stanu ilościowego i jakościowego wydzielonych sił będących w dyspozycji podsystemu wykonawczego; trafną prognozę zagrożeń i uwarunkowań niezbędnych do podejmowania decyzji do ochrony środowiska przed zagrożeniami.

W podsystemie informacyjnym, w SBSN analizuje i monitoruje się takie wielkości, jak: $w(t)$ – pożądany sygnał (informacja) zadany, $v(t)$ – sygnał (informacja) zwrotny z systemu monitorowania, $e(t) = w(t) - v(t)$ – różnica pomiędzy sygnałem (informacją) zadany a wartością sygnału (informacją) zwrotnego z systemu monitorowania, $u(t)$ – sygnały (informacje) sterujące, $u^*(t)$ – sygnał wymuszający, $z(t)$ – zakłócenia, $y(t)$ – sygnał (informacja) wyjściowy ze środowiska naturalnego, mierzony przez system monitorujący (SM).

Zaprezentowany model, może być wykorzystany np. do analizy zagrożenia (Z), jakim może być powódź spowodowana ulewami deszczów. Dzięki systematycznym pomiarom, przez SM oceniamy ilości odpadów na m^2 w czasie, $[v(t)]$ i porównujemy z wielkością pożądaną $[w(t)]$, co pozwala na podjęcie stosowanych działań, w sytuacji zaistniałego zagrożenia.

Istotne dla ochrony środowiska są działania prewencyjne, które obejmują [8]: monitoring skażeń powietrza, wód i gleby oraz prowadzenie doraźnych badań kontrolnych i pomiarowych; informowanie ośrodków decyzyjnych i ludności o skażeniach, a także alarmowanie w razie szczególnego zagrożenia; likwidację skutków zagrożeń w ramach akcji ratowniczych; działalność profilaktyczną i edukacyjną z zakresu zagrożeń związanych z niebezpiecznymi substancjami oraz przedsięwzięcia przywracające środowisko do stanu naturalnego.

3. Wybrane uwarunkowania systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Niezmiernie ważnym czynnikiem w zarządzaniu SBSN są oceny kryterium prawdopodobieństwa zaistnienia stanu zagrożenia oraz kryterium konsekwencji stanu zagrożenia, które są potrzebne do szacowania między innymi nakładów finansowych na ochroną środowiska.

W literaturze źródła zagrożeń w zarządzaniu SBSN ujmowane w kontekście przedmiotowym i podmiotowym [9].

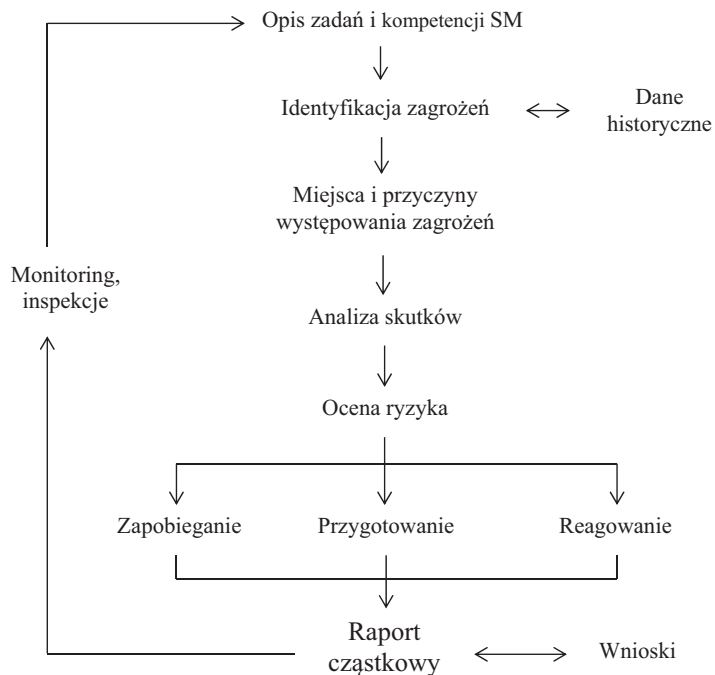
Przedmiotowe – źródłami zagrożeń są zdarzenia powodowane siłami przyrody i działalnością gospodarczą postrzegane, jako [10]: naturalne – skutki klęsk i katastrof żywiolowych oraz cywilizacyjne – materialne zanieczyszczenia różnego rodzaju i typu prowadzane do otoczenia w toku działalności człowieka.

W tym ujęciu można wyróżnić również następujące grupy rodzajowe [10]:

- biologiczne: awarie lub akty sabotażu w laboratoriach i instytucjach naukowo-badawczych zajmujących się badaniami bakterii i wirusów, a w związku z tym i przechowujących substancje biologicznie niebezpieczne (wirusy chorób itp.);
- chemiczne: awarie w zakładach przemysłowych, laboratoriach, magazynach, składowiskach substancji chemicznych, transporcie: kolejowym, drogowym, morskim, lotniczym, rurociągowym;
- radiacyjne: wypadki i awarie naturalnych źródeł promieniowania, w elektrowniach jądrowych, w zakładach posiadających substancje radioaktywne;
- pożarowe: budynków mieszkalnych, wielkoobszarowe lasów, zakładów lub obiektów przemysłowych, obiektów użyteczności publicznej, magazynów itp.;
- hydrologiczno-meteorologiczne: powódzie, silne wiatry i huragany, długotrwałe występowanie ekstremalnych temperatur, wyładowania atmosferyczne, susze, intensywne opady atmosferyczne (śniegu lub deszczu), zjawiska lodowe na rzekach, jeziorach i zbiornikach wodnych itp.;
- uszkodzenia, awarie i katastrofy infrastruktury technicznej – katastrofy budowlane, katastrofy górnicze, awarie i uszkodzenia infrastruktury technicznej, gazowej, wodno-kanalizacyjnej, oczyszczania miast, elektroenergetycznej, paliwowej, sieci telekomunikacyjnej i informacyjnej;
- katastrofy komunikacyjne: drogowe, kolejowe, lotnicze, wodne.

Podmiotowe – są skutkiem działań, które przez zmianę naturalnego stosunku człowieka do biocenoz i biotopów mogą doprowadzić populację do unicestwienia. Ich źródłami są głównie: załamanie równowagi przyrodniczej jako następstwo nadmiernej eksploatacji zasobów środowiska; zanieczyszczenie sfer ziemi

i otoczenia przez substancje pochodzenia przemysłowego, transportowego i komunalnego; postępująca degradacja ekosystemów wskutek zanieczyszczeń odpadami toksycznymi oraz katastrof ekologicznych.



Rys. 2. Algorytm opracowania raportu cząstkowego dla zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych środowiska naturalnego

Źródło: Procedura opracowania raportu cząstkowego do Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego, RCB Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Warszawa 2010, s. 6.

Należy pamiętać, że zagrożenie, które godzi w życie lub zdrowie dużej liczby osób, mieniu w znacznych rozmiarach, albo środowisku na znacznych obszarach winno być zidentyfikowane oraz opisane na mapie ryzyka i mapie zagrożeń. Każda taka analiza powinna udzielić odpowiedzi na pytanie: co złego i gdzie może się stać?

W celu sporządzenia raportu cząstkowego dla określonego zagrożenia mogącego mieć negatywny wpływ – między innymi – na środowisko, opracowano algorytm (rys. 2), który wymaga ujednoliconych podstawowych informacji w obszarach: zagrożenia; zapobiegania; przygotowania; reagowania; gromadzenia danych historycznych; sposobu inspekcji, opracowania wniosków i dokumentowania [11].

Zagrożenia

Identyfikacji podlegają wszystkie rodzaje zagrożenia, które mogą oddziaływać negatywnie na środowisko. Zagrożenia mogą być także identyfikowane poprzez analizę danych historycznych i/lub statystycznych z wykorzystaniem szacowań eksperckich, badań terenowych, modeli matematycznych, analizy *case study*, wyników danych z systemów monitoringu, oceny sytuacji międzynarodowej. Ważnym elementem w czasie identyfikacji zagrożeń jest ustalenie kryteriów oceny ryzyka, a w szczególności prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia oraz skutków (konsekwencje) takiego zagrożenia w funkcji czasu.

Dla prawdopodobieństwa wybrano skalę jakościową (opisową) od 1 – bardzo rzadkie do 5 – bardzo prawdopodobne. Dla skutków proponuje się podobne rozwiązanie z tym jednak, że należy dla pięciu skali (od A – nieistotne do E – katastrofalne) dopasować parametr najbliższy rzeczywistości w kategoriach (Z – życie, M – mienie, S – **środowisko**).

Na bazie dwóch zestawień prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i jego skutków opracowuje się w matrycy ryzyka. Dla każdego zagrożenia dla środowiska w matrycy ryzyka określa się wartości ryzyka: [12] minimalne (kolor niebieski), małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty), duże (kolor czerwony), ekstremalne (kolor brunatny).

Na tej bazie wprowadzono cztery kategorie akceptacji ryzyka:

- akceptowane (A) – niewymagane są żadne dodatkowe środki bezpieczeństwa, akceptowane są aktualne rozwiązania i przypisane im siły i środki, działania monitorujące;
- dopuszczalne (T) – należy dokonać oceny alternatyw czy wprowadzenie niewielkich zmian organizacyjnych, prawnych bądź funkcjonalnych nie przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa lub jego poczucia;
- warunkowo tolerowane (WT) – należy wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa w terminie sześciu miesięcy, należy ulepszyć stosowane rozwiązania;
- nieakceptowane (N) – należy podjąć natychmiastowe działania w celu zwiększenia bezpieczeństwa, wprowadzić dodatkowe/ nowe rozwiązania.

Zapobieganie – szereg przedsięwzięć, których realizacja eliminuje bądź zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia i skutki jego oddziaływania na środowisko. Etap ten obejmuje między innymi czynności: prawne (ustawy, rozporządzenia, wytyczne), organizacyjne (wydzielenie zasobów ludzkich, finansowych, sprzętowych, prowadzenie prac badawczych i transferu technologii, stworzenie klimatu ogólnie społecznego przeciwdziałającego zagrożeniom), proceduralne (oddalenie zagrożenia od tego, co ma być chronione, zapobieganie uwolnieniu zagrożenia, które już istnieje, współdziałanie w szerokim pojęciu).

Przygotowanie – polega na podejmowaniu działań planistycznych, dotyczących sposobów reagowania na czas wystąpienia różnego rodzaju zagrożenia środowiska, umożliwiających wpływ na ich przebieg w celu zmniejszenia negatywnych skutków tych zdarzeń. Faza ta obejmuje również działania mające na celu powiększenie zasobów sił i środków niezbędnych do efektywnego reagowania, zarządzanie, organizowanie i prowadzenie szkoleń, ćwiczeń i treningów z zakresu reagowania na potencjalne zagrożenia środowiska [12]. Przygotowanie obejmuje: opracowanie planów, algorytmów (scenariuszy) i procedur działań, organizacja systemów łączności i komunikacji, organizacja systemów monitorowania, organizacja i utrzymanie systemów ostrzegania i alarmowania, szkolenia specjalistyczne i doskonalenie umiejętności, informowanie ludności cywilnej.

Reagowanie – działania po wystąpieniu zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych dla środowiska. Etap ten wymaga wcześniejszego określenia zasad reagowania i hierarchizacji działań w przypadku wystąpienia zagrożenia. Celem jest niesienie pomocy i ograniczenie wtórnych zniszczeń. Reagowanie wymaga właściwej i profesjonalnej znajomości problemu, a także nowoczesnych, niezawodnych środków łączności oraz dokładnych danych z monitoringu obszarów zagrożonych.

Kolejnym determinantem systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego (SBŚN), jest ekologia, która swoje działania kieruje na gromadzeniu i usuwaniu odpadów. Ekologia skupia się na:

- zarządzaniu przepływami odpadów, które dla jednych są nieużyteczne, a dla drugich może być produktem, który będzie wykorzystany ponownie;
- wykorzystaniu informacji ułatwiającej fizyczny przepływ strumienia odpadów;
- unieszkodliwianiu oraz recyklingu odpadów negatywnie oddziałujących na środowisko.
- poszukiwaniu oszczędności i działaniach w zgodzie z normami związanymi z ochroną środowiska.

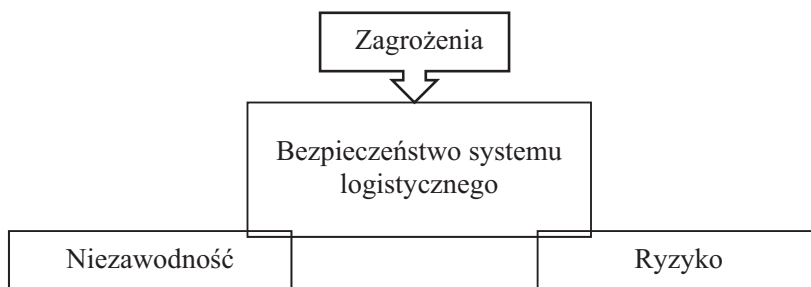
4. Bezpieczeństwo systemu ekologicznego w aspekcie bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Ekologia ma niekwestionowany udział w zapewnieniu pożądanego poziomu funkcjonowania bezpieczeństwa środowiska naturalnego. To ona, poprzez realizację takich procesów, jak: zbiórka i segregowanie odpadów, przemieszczanie i składowanie odpadów, przetwarzanie odpadów, udostępnianie surowców wtórnych, wpływa na ochronę środowiska. Należy również pamiętać, że efektywność i sprawność działań ekologii jest ściśle związana, między innymi, z takim obszarem, jak bezpieczeństwo ekologii, które

zapewnia przepływ strumienia rzeczowego odpadów i towarzyszących informacji, na rzecz środowiska, w szczególności poprzez wykorzystanie szans (okoliczności sprzyjających), podejmowanie wyzwań, redukowanie ryzyka oraz przeciwdziałanie (zapobieganie i przeciwstawienie się) wszelkiego rodzaju zagrożeniom dla działań logistycznych.

Zapewnienie funkcjonowania bezpieczeństwa systemu ekologicznego nie jest możliwe bez konieczności użycia zasobów zarówno ludzkich, jak i rzeczowych oraz finansowych. Potencjał i wielkość zasobów wydzielonych na bezpieczeństwo systemu ekologicznego zależy od:

- zagrożeń zewnętrznych pochodzących z otoczenia systemu;
- zagrożeń wewnętrznych, które są „skumulowane” w nim samym;
- odporności systemu na zagrożenia (jego niezawodności);
- dysponowanego potencjału kierowania, wykonawczego i informacyjno-decyzyjnego.



Rys. 3. Składowe bezpieczeństwa systemu ekologicznego

Źródło: opracowanie własne.

Należy podkreślić, że w ujęciu całościowym, bezpieczeństwo systemu ekologicznego, jest związane z (rys. 3):

- ryzykiem;
- zagrożeniami;
- niezawodnością.

Ryzyko

Dla oceny tych wielkości stosujemy miary ilościowe lub jakościowe, pamiętając o jednolitym podejściu dla określonego systemu powiązanego z ekologią.

Wartość ryzyka (jego ewaluacja) w systemach ekologicznych możemy zapisać jako [13][14]:

$$\text{RYZYKO} = f(\text{ZAGROŻENIE, PODATNOŚĆ, KONSEKWENCJE}) \quad (1)$$

lub

$$\text{VaR} = P \times S_x \times P_d \times E_x \quad (2)$$

gdzie:

- VaR – ewaluacja (szacowanie) ryzyka
- P – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia
- Sx – wartość możliwych strat
- Pd – podatność na ryzyko określającą stopień, w jakim system ekologiczny jest podatny na zagrożenia i poziom potencjalnych skutków.
- Ex – współczynnik ekspozycji określający stopień, w jakim system ekologiczny jest ważny z punktu widzenia wystąpienia zagrożenia.

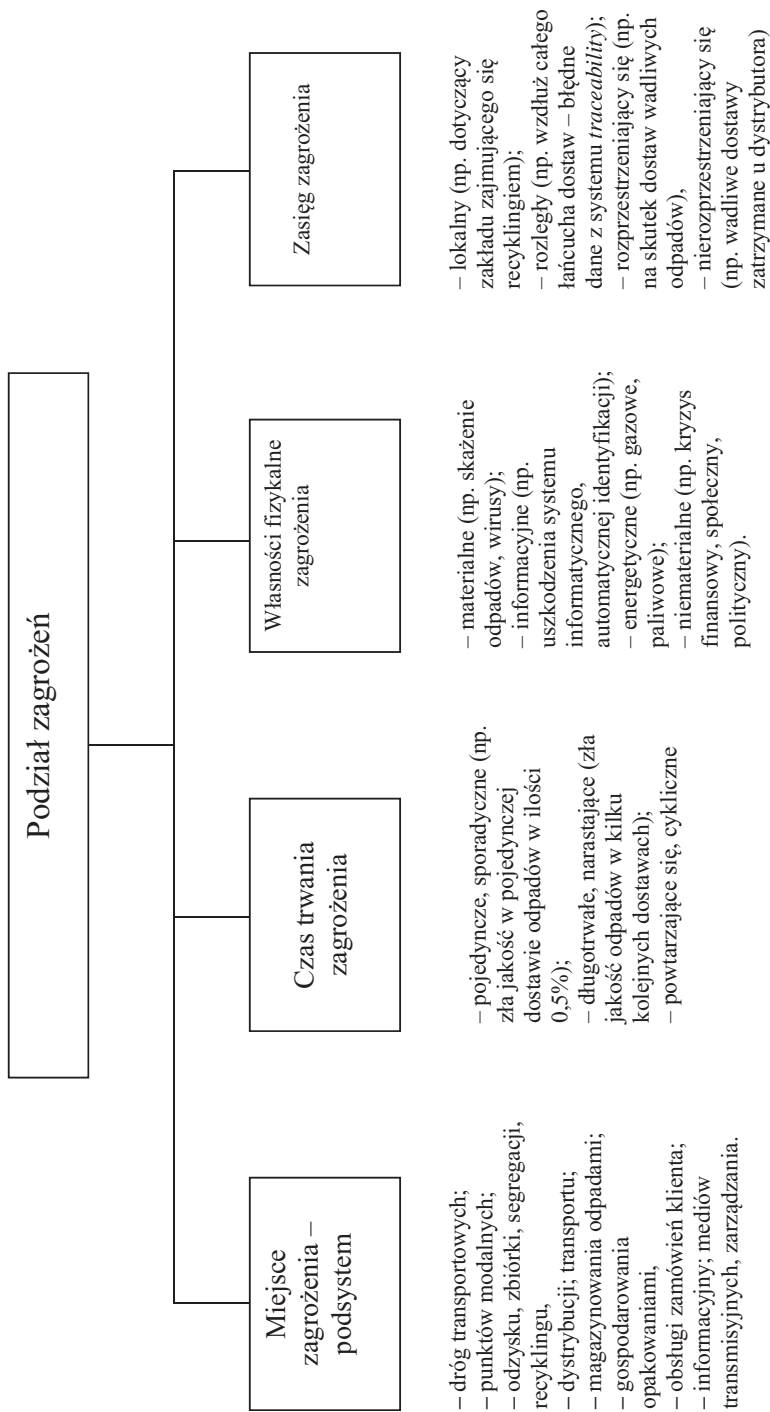
Zarówno w formule (1), jak i (2) istotnym czynnikiem są zagrożenia, które mają wpływ na bezpieczeństwo systemu ekologicznego i dlatego koniecznym jest przewidywanie ich wystąpienia na podstawie danych historycznych oraz ich wykrywanie (monitorowanie) i identyfikacja. Tak zebrane dane z wykorzystaniem systemów informatycznych (np. OLAP) pozwalają prognozować skutki, przewidywać siły i środki do ich przeciwdziałania oraz o sposoby prowadzenia działań naprawczych [15].

Zagrożenia

Zagrożenia to potencjalna przyczyna strat. Mają one charakter obiektywny (niezależny od człowieka) i subiektywny (związany z celowym działaniem człowieka).

Niezwykle pomocnym w ocenie powstawania strat, „szkodliwości” zagrożeń dla bezpieczeństwa systemu ekologicznego ma ich pełna identyfikacja, poprzez ich podział (klasyfikację) z uwzględnieniem miejsca zagrożenia, czasu trwania, własności fizykalnych, zasięgu. Zagrożenia dla funkcjonowania systemów ekologicznych można podzielić na cztery grupy.

Do pierwszej grupy zalicza się klęski żywiołowe i zdarzenia wywołane przyczynami cywilizacyjnymi, takimi jak katastrofy, awarie oraz inne zdarzenia spowodowane działaniem lub zaniedbaniem człowieka. Do tej grupy zagrożeń należą m.in.: pożary, powodzie i zatopienia, silne wiatry i huragany, kradzieże, epidemie chorób ludzi, epidemie chorób roślin i zwierząt, skażenia promieniotwórcze, chemiczne oraz katastrofy górnicze, budowlane, a także komunikacyjne, awarie sieci energetycznych. Do drugiej grupy zalicza się zdarzenia godzące w porządek konstytucyjny państwa (państw), terroryzm, blokady dróg, nielegalne demonstracje, konflikty na tle etnicznym, masowa migracja. W trzeciej grupie wyróżnia się mechanizmy, które mają na celu niszczenie bądź zniekształcanie informacji przesyłanej, przetwarzanej, przechowywanej dla potrzeb systemów logistycznych. Wszelkie zakłócenia w obiegu informacji powodują utrudnienia w sprawnym i skutecznym zarządzaniu logistyką wzdłuż całego łańcucha dostaw.



Rys. 4. Zagrożenia dla systemów ekologicznych

Źródło: opracowano własne.

Do czwartej grupy zalicza się zagrożenia wynikające ze skutków kryzysu finansowego, który tak naprawdę dotyka wszystkich, nie omijając procesów i systemów logistycznych. Zabezpieczenia przed kryzysem nie daje nawet gospodarka o świetnych wskaźnikach rozwoju i dotychczas nie zostały wypracowane do końca instrumenty antykryzysowe.

Wymienione zagrożenia mogą destruktywnie oddziaływać na system ekologiczny, zakłócając przepływ strumienia rzeczowego i informacji.

Zakłócenia te można podzielić ze względu na (rys. 4) [16][17]:

- miejsce zagrożenia – podsystem:
 - ✓ dróg wszystkich gałęzi transportu (tj. drogowego, kolejowego, powietrznego, wodnego, morskiego),
 - ✓ unktów modalnych sieci ekologicznej nazywanych często punktami transportowymi (np. magazyny odpadów, samodzielne punkty kontenerowe, lotniska, porty itp.),
 - ✓ urzędzeń pomocniczych ułatwiających obsługę dróg i punktów transportowych,
 - ✓ zarządzania (np. brak pełnej identyfikacji i skutków zagrożeń, przeszacowanie możliwości, niewłaściwa interpretacja wyników, brak narzędzi do optymalizacji i symulacji działań, nie uwzględnienie rosnących cen energii i transportu, niespodziane upadłości usługodawców logistycznych, brak kontroli nad pracownikami, którzy postępują nieetycznie dopuszczając się defraudacji mienia lub innych nadużyć między innymi przy wyborze dostawcy, brak systematycznej, rzetelnej kontroli przez instytucje nadrzędne, nie przestrzeganie obowiązujących unormowań prawnych dotyczących gospodarki odpadami),
 - ✓ zaopatrzenia (np. wydłużone, nieoptymalne i absorbujące nadmiernie kadre kierowniczą procedury przetargowe i zakupowe odpadów, niespójne kryteria wyboru dostawcy i sprzedawcy odpadów, wybór dostawcy i sprzedawcy jedynie na podstawie najniższej ceny, nieterminowość procesu zakupowego, zła cena, ilość, niewłaściwy asortyment, przekupstwo, łapownictwo, brak możliwości pozyskania komponentów do wytwarzania, brak buforowego zapasu odpadów),
 - ✓ produkcji – a dokładniej przetwarzania (np. niedomagania technicznego obróbki procesów odzysku, recyklingu, spalania odpadów, odzysku energii, unieszkodliwiania odpadów, zniszczenia, ubytki, kradzieże zasobów, brak dostępności fachowego personelu, przerwy produkcyjne, awarie, pożary, powódzie, katastrofy),
 - ✓ dystrybucji (np. zignorowanie możliwości sprzedaży nowych odpadów, kradzieże, niekorzystne warunki atmosferyczne, zła jakość zbywanych

- odpadów, kryzys gospodarczy, lekceważenie zarządzania relacjami z klientem i przepływem odpadów w łańcuchu dostaw),
 - ✓ transportu (np. zakłócenia spowodowane pożarami, eksplozją, wypadkiem środka transportu, zmyciem z pokładu, brak możliwości przemieszczenia ze względu na warunki atmosferyczne, niesprawny środek transportu, nieprzystosowany transport wewnętrzny, zmiany przepisów w gestii transportowej, kradzieże, katastrofy),
 - ✓ magazynowy i kształtowania zapasów (np. kradzieże, straty w wyniku ponadnormatywnych zapasów odpadów, pożary, powodzie, katastrofy budowlane, awarie sieci energetycznej i systemu informatycznego, uszkodzenie systemu automatycznej identyfikacji),
 - ✓ obsługi opakowań (np. zniszczenie odpadów w transporcie na skutek złego doboru opakowań, niedostarczenie opakowań na czas na skutek złych warunków klimatycznych, zanieczyszczenie środowiska),
 - ✓ obsługi zamówień klienta (np. zakłócenia spowodowane brakiem zapasów odpadami, błędnymi zamówieniami i fakturami, brakiem możliwości zlokalizowania odpadu, nieterminowością, a także złej jakości odpady dostarczone do klienta, brak reakcji na reklamacje i opóźnienia, pożary, kradzieże, zniszczenia),
 - ✓ informacyjny (np. utrata poufności, integralności oraz możliwości dysponowania, naturalne zagrożenia, jak pożary, zakłócenia klimatyczne, elektrostatyka, ataki bierne i aktywne, przypadkowe błędy);
- czas trwania:
 - ✓ krótkotrwałe, sporadyczne,
 - ✓ długotrwałe, narastające,
 - ✓ powtarzające się, cykliczne;
- własności fizykalne:
 - ✓ materialne (np. wprowadzenie do sprzedaży złą jakością wytworzonych odpadów),
 - ✓ informacyjne (np. uszkodzenia systemu informatycznego, automatycznej identyfikacji, nieprawdziwe dane o odpadach na opakowaniach),
 - ✓ energetyczne (np. gazowe, paliwowe),
 - ✓ niematerialne (np. kryzys finansowy, polityczny, społeczny);
- zasięg:
 - ✓ lokalny dotyczący ekologii danego systemu gospodarczego, będącego np. magazynem odpadów, spalarnią odpadów,
 - ✓ rozległy wzdłuż całego łańcucha dostaw odpadów w wymiarze globalnym, np. handel odpadami skażonymi,

- ✓ rozprzestrzeniający się (np. na skutek handlu produktami, w masowej sprzedaży produktami wytworzonych z odpadów skażonych),
- ✓ nierozprzestrzeniający się (np. na skutek zatrzymania wysyłki wadliwych produktów wytworzonych z odpadów skażonych do masowych odbiorców).

Ciekawą typologię zagrożeń bezpieczeństwa, którą można wykorzystać w ekologiiście zaprezentował P. Sienkiewicz w artykule *Teoria i inżynieria bezpieczeństwa systemów* [18]. Zagrożenia bezpieczeństwa systemów zostały zaprezentowane w trzech grupach: związane z postępowaniem człowieka, niezwiązane z postępowaniem człowieka, katastrofy naturalne.

Zaprezentowane podziały zakłóceń pokazują szerokie spektrum i wieloaspektowość niekorzystnych działań, jakie mogą wystąpić w funkcjonowaniu procesów w ekologiiście. Z punktu widzenia funkcji i poziomów zarządzania zakłócenia mogą wynikać z:

- niewłaściwych założeń na potrzeby planowania;
- utraty reputacji i odpowiedzialności społecznej przez zdarzenia wywołujące długotrwałą krytykę ze strony rządu lub ze strony mediów międzynarodowych;
- nieodpowiednich lub zawodnych procesów wewnętrznych, stosowanych technologii przetwarzania, magazynowania i dystrybucji odpadów, działań pracowników;
- zewnętrznych, nieprzewidywalnych działań klientów, dostawców, konkurentów, nowych uczestników rynku, usług substytucyjnych, a także ze zmian w otoczeniu zewnętrznym;
- złych relacji z interesariuszami oraz wynikających z niewłaściwej struktury organizacyjnej systemu delegowania uprawnień i odpowiedzialności oraz braku lub niewłaściwych zasad postępowania pracowników oraz kierowników komórek organizacyjnych;
- z niezgodności z przepisami prawa powszechnie obowiązującego, regulacji wewnętrznych oraz z zobowiązań umownych dotyczących postępowania ze środowiskiem i logistyką, tzn. z ekologiistką;
- nieodpowiedniego poziomu bezpieczeństwa infrastruktury i osób pracujących przy realizacji procesów w ekologiiście;
- niewłaściwego zarządzania zasobami teleinformatycznymi wynikającymi z nieaktualnej i przestarzałej technologii teleinformatycznej oraz brakiem dbałości o bezpieczeństwo informacji.

Zastosowanie modeli matematycznych pozwala na ocenę ilościową zagrożeń, a wykorzystanie technik heurystycznych (w tym oceny ekspertów) pomaga dokonać ich ewaluacji jakościowej.

Niezawodność

Instrumentami skutecznymi regulacji bezpieczeństwa systemów ekologicznych są między innymi niezawodność, która jest związana z nieuszkodzalnością, podatnością obsługową, gotowością. Wymienione pojęcia można zdefiniować [19][20].

- niezawodność – zespół właściwości, które opisują gotowość systemu ekologicznego i wpływają na: nieuszkodzalność (właściwość sytemu ekologicznego charakteryzująca jego możliwość do ciągłego zachowania stanu zdolności podczas wykonywania procesów) i podatność obsługową;
- podatność obsługowa – zdolność systemu ekologicznego do funkcjonowania w stanie, do utrzymania lub odtworzenia w danych warunkach eksploatacji stanu, w którym może on wypełnić wymagane parametry (funkcje), przy założeniu że obsługa (użytkowanie) jest przeprowadzona w ustalonych warunkach z zachowaniem ustalonych procedur i środków;
- gotowość – zdolność systemu ekologicznego do utrzymania się w stanie umożliwiającym wypełnienie funkcji w danych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasowym, przy założeniu że dostarczone są wymagane środki zewnętrzne.

Niezawodność systemu ekologicznego związana jest ściśle z osiągnięciem głównego celu, który wyrażam w powszechnie stosowana w formule 7W. Obejmuje ona:

- dostarczenie właściwego odpadu do miejsca jego przeznaczenia (np. do spalarni, do utylizacji, do odzysku energii);
- właściwą ilość – odpad powinien być dostarczony w dokładnie takiej ilości, jak klient zamówił;
- właściwy stan – wiąże się z bezpiecznym dostarczeniem odpadu do klienta, mając na uwadze załadunek, rozładunek, transport, zabezpieczenie i opakowanie odpadu;
- właściwościami jakością dostarczanego odpadu, który powinna np. zapewnić racjonalne przetwarzanie, ponowne użycie, recykling;
- właściwe miejsce – odpad powinien być wysłany w miejsce jego dalszego wykorzystania np. do magazynu, do składowiska, do spalarni;
- właściwy czas – dalsze zagospodarowanie powinno zapewnić bezkolizyjne funkcjonowanie gospodarowanie odpadami, w tym: zbieranie, transport, przetwarzanie, obrót;

- właściwy koszt zapewniający realizację procesów w ekologii (gospodarowanie odpadami, gospodarkę odpadami) z punktu ekonomicznego i dbałości o środowisko;
- właściwego klienta – odpady powinny być dostarczone dla klienta wskazanego jako odbiorca w zamówieniu.

5. Podsumowanie

Istota rozdziału sprowadza się do systematycznych i ciągłych badań, poprzez poznanie nieznanych lub mało znanych właściwości, cech badanych obiektów, przedmiotów, zdarzeń, procesów, faktów zapewniających pożądaną poziom bezpieczeństwa środowiska naturalnego w kontekście aspektów ekologii. Określenie domen, zagrożeń, organizacyjnych i technicznych funkcjonowania bezpieczeństwa systemu ekologicznego usprawniających realizację funkcji zarządzania w obszarze ochrony środowiska naturalnego pozwala na stwierdzenie, że jest koniecznością włączenie działalności ekologicznej w tworzenie (funkcjonowanie) systemów logistycznych. Należy pamiętać, że w ekologii, należy wykorzystywać nowoczesne narzędzia i instrumenty, zgodnie z duchem Przemysłu 4.0, w budowania systemów gwarantujących pewność i niezawodność przepływu strumienia odpadów i informacji w ramach łańcuchów dostaw.

Literatura

- [1] *Statystyka odpadów*, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pl, (dostęp: 15.08.2020).
- [2] De Maeyer P., *Niedługo utoniemy w śmieciach. Co się dzieje z odpadami, które produkujemy?*, <https://pl.aleteia.org/> (dostęp: 15.08.2020).
- [3] *Życie śmieci – jak długo rozkładają się odpady?*, <https://esbud.pl>, (dostęp: 15.08.2020).
- [4] Zarzycki R., M. Imbierowicz M., M. Stelmachowski M., (2007), *Wprowadzenie do inżynierii ochrony środowiska. Ochrona środowiska naturalnego*, WNT, Warszawa, s. 375.

- [5] Weber H., Sciubba J.D., *The Effect of Population Growth on the Environment: Evidence from European Regions*, "European Journal of Population" 2019, nr 35(2), pp. 379-402.
- [6] Szymonik A., (2016), *Zarządzanie bezpieczeństwem gospodarczym w systemie bezpieczeństwa narodowego. Aspekty logistyczne*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [7] Kołodziński E., *Modelowanie systemów bezpieczeństwa*, (2015), [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWE, Warszawa, s. 18.
- [8] *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, (2013), Warszawa, s. 190.
- [9] Śładkowski S., (2004), *Bezpieczeństwo ekologiczne Rzeczypospolitej Polskiej*, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa, s. 28.
- [10] Żuber M., *Bezpieczeństwo ekologiczne*, Dolnośląska Szkoła Wyższa Wydział Nauk Społecznych i Dziennikarstwa, s. 14, <https://docplayer.pl/> (dostęp: 11.06.2020).
- [11] Szymonik A., (2018), *Ekologistyka Teoria i Praktyka*, Difin, Warszawa.
- [12] Procedura opracowania raportu cząstkowego (integralna część z arkuszem kalkulacyjnym) do Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2010 r. w sprawie Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego (Dz.U. z 2010 r. nr 83, poz. 540).
- [13] Sienkiewicz P., H. Świeboda H., (2015), *Ryzyko w inżynierii systemów bezpieczeństwa*, [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWN, Warszawa, s. 41.
- [14] Zaskórski P., (2015), *Informacja ciągłości działania determinantą bezpieczeństwa organizacji*, [w:] *Nie-bezpieczny świat. Systemy. Informacja. Bezpieczeństwo*, AON, Warszawa, s. 449.
- [15] Kondratyev K., Krapivin V., Phillips G., (2002), *Global Environmental Change. Modelling and Monitoring*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- [16] Sienkiewicz P., *Teoria i inżynieria bezpieczeństwa systemów*, „Zeszyty Naukowe AON” 2007, nr 1(66), s. 254.
- [17] Szymonik A., (2018), *Inżynieria bezpieczeństwa systemów logistycznych*, Difin, Warszawa.
- [18] Sienkiewicz P., (2015), *Teoria i inżynieria systemów*, [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWE, Warszawa, s. 9.
- [19] Jaroch M., Świdorski A., (2006), *Nieuszkodzalność i obsługiwalność uzbrojenia i sprzętu wojskowego w systemach jakości wg wymagań NATO (AQAP 2110:2003)*, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Rynia, ss. 45, 98.
- [20] Szymonik A., *Niezawodność i podatność obsługowa wyrobów obronnych instrumentami regulacji łańcucha logistycznego*, „Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej” 2008, rok XLIX, nr 1 (172), s. 2.

SAFETY DETERMINANTS OF THE NATURAL DETERMINANTS ANG ECOLOGISTICS

Abstract: *This chapter is thematically related to the current, important problem concerning the safety of two systems: the natural environment and ecology. The first part contains the concepts of environmental safety system analysis, in which important elements determining its effectiveness and practical application are taken into account. After identifying the threats, an algorithm was also shown that allows to prepare a partial report for environmental threats. The next part presents the contribution of ecology to ensuring the desired level of environmental safety. It is possible by ensuring the effective safety of the implemented ecological processes. The author also shows instruments and tools that are important to ensure the safety of the ecological system in practical activities. These include risk management, reliability, identification and division of threats. It should be emphasized that the presented material is a continuation of author's research, which is published in my monographs and articles. Three items should be distinguished: Management of economic safety in the national safety system Logistic aspects (2016), Safety engineering of logistics systems (2016), Ecologistics Theory and Practice (2018), which are closely related to the subject matter of the article.*

Keywords: safety, natural environment, ecology, threats.

KULTURA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOSCI JAKO WYMAGANIE-WYZWANIE DLA PRZEDSIĘBIORSTW ŁAŃCUCHA ŻYWNOSCIOWEGO

Anna Walaszczyk, Joanna Mnich

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

anna.walaszczyk@p.lodz.pl, joanna.mnich@p.lodz.pl

Streszczenie: *W opracowaniu podjęto się próby przybliżenia problematyki Kultury Bezpieczeństwa Żywności, bazując na wymaganiach normalizacyjnych oraz przeglądzie literatury przedmiotu. W rozważaniach teoretycznych nawiązano do Przemysłu 4.0., uzasadniając fakt niemożności funkcjonowania pewnych obszarów związanych z zarządzaniem organizacją – bez udziału człowieka. W teorii opracowania przybliżono także termin just culture oraz food crime. Celem praktycznym opracowania, jest analiza studium przypadku w zakresie wdrożenia Kultury Bezpieczeństwa Żywności, na przykładzie przedsiębiorstwa branży spożywczej i opracowanie w tym celu kwestionariusza badawczego, wykonanie analizy badania, opracowanie Planu Rozwoju Kultury Bezpieczeństwa Żywności oraz zaprojektowanie instrukcji zgłaszania problemów przez pracowników.*

Słowa kluczowe: Kultura Bezpieczeństwa Żywności, just culture, food crime, klimat bezpieczeństwa, zarządzanie, Industry 4.0.

1. Wstęp

W dobie modnego dziś terminu Industry 4.0., czyli czwartej rewolucji przemysłowej, nazywanej też przemysłem przyszłości, opartej m.in. o personalizację, digitalizację i cyfryzację, w której wykorzystuje się między innymi narzędzia takie, jak Internet rzeczy, rzeczywistość rozszerzoną czy sztuczną inteligencję – nie może zabraknąć człowieka, stanowiącego filar funkcjonowania wymienionych rozwiązań. Człowiek koncepcję Industry 4.0. wymyślił, człowiek buduje narzędzia do jej realizacji i to człowiek jest odpowiedzialny za nadzór nad funkcjonowaniem urządzeń, metod, działań i procesów implementowanych na szeroko pojętym rynku dóbr i usług. Jednym z takich obszarów, na który

człowiek rozumiany jako pracownik/zarządca danej organizacji ma ogromny wpływ, jest bezpieczeństwo żywności a ściślej – wymagana obecnie przez normalizację międzynarodową – Kultura Bezpieczeństwa Żywności.

Kultura Bezpieczeństwa Żywności (KBŻ) to termin mocno powiązany z jedną z zasad zarządzania jakością, jaką jest Przywództwo. Standard BRC (*British Retail Consortium*) w wersji ósmej, wymaga od najwyższego kierownictwa organizacji, umocnienia pro jakościowych postaw i stworzenia klimatu, w którym myślenie o bezpieczeństwie żywności stanie się częścią kultury organizacyjnej.

Kierownictwo firmy musi określić i utrzymać klarowny plan rozwoju i ciągłego doskonalenia kultury bezpieczeństwa i jakości żywności. Musi on obejmować:

- zdefiniowane działania obejmujące wszystkie obszary zakładu, które mają wpływ na bezpieczeństwo produktu,
- plan działań wskazujący sposób realizacji i mierzenia działań oraz planowane ramy czasowe,
- przegląd skuteczności zakończonych działań [BRC ver. 8].

Dokładna definicja pojęcia Kultury Bezpieczeństwa Żywności według wyżej przywołanego standardu brzmi: „dominujące w zakładzie postawy, wartości i/lub przekonania związane ze znaczeniem bezpieczeństwa produktu i zaufaniem do systemów bezpieczeństwa produktów, procesów i procedur stosowanych przez zakład”. Chcąc podnosić Kulturę Bezpieczeństwa Żywności, organizacje w większości wdrażają nowe narzędzia, natomiast dla części z nich dobry plan działania w tym obszarze zawiera powrót do wzmocnienia zaangażowania w odniesieniu do działań już kiedyś podjętych, tylko zaniedbanych z biegiem czasu. Nie należy więc demonizować wymagania dotyczącego implementacji kultury bezpieczeństwa żywności. Absolutną podstawą kultury bezpieczeństwa żywności, jest świadomość każdego pracownika organizacji, że jego praca ma bezpośredni wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo innych ludzi. Cechy osobowościowe zatrudnionych, mają bez wątpienia istotny wpływ na funkcjonowanie ludzi w warunkach przemysłu przyszłości. Współcześnie najbardziej popularnym modelem cech osobowości jest tzw. model Wielkiej Piątki, nazywany również od nazw cech w języku angielskim modelem OCEAN (*Openness to experience, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism*). Jest to koncepcja, w której przyjmuje się istnienie pięciu podstawowych cech osobowości, które mają uniwersalny charakter. Cechy te to: stabilność emocjonalna (opisuje łatwość, z jaką pojawiają się emocje negatywne, dominujący nastrój, odporność na stres), ekstrawersja (opisuje towarzyskość, aktywność, wielkość zapotrzebowania na bodźce i pobudzenie), otwartość na doświadczenie (opisuje poziom ciekawości wobec świata i własnych przeżyć, otwartość na nowość, kreatywność), ugodowość (opisuje poziom empatii, chęć

do współpracy z innymi, uległość) i sumienność (zapotrzebowanie na poczucie kontroli, skłonność do planowania, uporządkowanie, wytrwałość przy podejmowanych działaniach). Częścią osobowości jest również intelekt, a więc inteligencja i inne zdolności, które często ujawniają się dopiero w konkretnej sytuacji i otoczeniu [1].

Celem głównym opracowania, jest analiza studium przypadku w zakresie wdrożenia Kultury Bezpieczeństwa Żywności, na przykładzie przedsiębiorstwa branży spożywczej. Cel szczegółowy opracowania, stanowi dyskusja literaturowo-normatywna w zakresie podejmowanej problematyki.

2. Dyskusja literaturowo-normatywna

Zgodnie z poglądami klasyka teorii motywacji A. Masłowa, bezpieczeństwo powinno w pierwszej kolejności być budowane wewnątrz człowieka, by dopiero potem można było pracować nad poprawą bezpieczeństwa zewnątrz [2]. Zjawisko bezpieczeństwa charakteryzuje się dużą złożonością i jest wieloznaczne, w związku z czym może być różnie rozumiane. Jedną z ciekawszych definicji bezpieczeństwa, zdaniem autorki niniejszego opracowania, stanowi ta przedstawiona przez A. Skarbacz, mówiąca, że „bezpieczeństwo to pierwotna, egzystencjalna i naczelną wartość i potrzeba każdego człowieka, warunkująca przeżycie oraz rozwój jednostki i grup społecznych” [3]. Rozpatrując kwestie bezpieczeństwa w kontekście żywności, nabiera ono szczególnego wymiaru, ze względu na priorytet ważności związany z priorytetem zagrożeń, będących często wynikiem zaniedbań. W pierwszej pozycji literaturowej w Polsce dotyczącej kultury bezpieczeństwa żywności autorstwa M. Wiśniewskiej [4] wymienione są ogólne sfery zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności, wśród których wymienia się:

- środowisko,
- maszyny, technikę, technologię,
- systemy pomiaru i monitorowania,
- metody, podejścia, decyzje,
- człowieka jako jednostkę,
- człowieka jako społeczeństwo.

W odniesieniu do podejmowanej problematyki kultury bezpieczeństwa żywności, kluczowy wymiar mają dwie ostatnie z wymienionych sfer zagrożeń, czyli człowiek jako jednostka (przykłady: zaniechania, niepotrzebne podejmowanie ryzyka, zmęczenie, stres, sabotaż) oraz człowiek jako społeczeństwo (przykłady: brak określonych nawyków, działania przestępcze wobec żywności o charakterze zorganizowanym, brak reakcji na zachowania patologiczne innych).

Obecnie mamy do czynienia także z zagrożeniami bezpieczeństwa żywności, które nie wynikają z przypadku czy pomyłki, ale niestety z działań intencyjnych i zamierzonych, co określa się zjawiskiem *food crime*. Przestępstwa, o których mowa mogą być wymierzone przeciwko [4]:

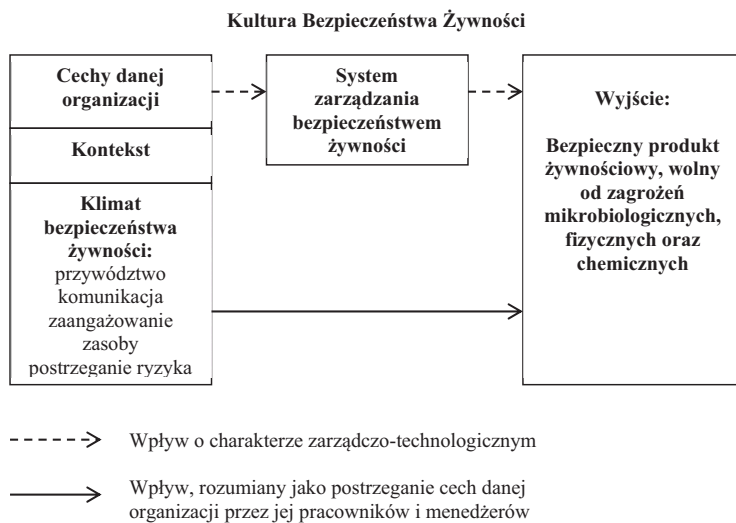
- konsumentowi i jego dobru, np. nieprawdziwe informacje zawarte na opakowaniach,
- pracownikowi, np. łamanie prawa pracy,
- interesom finansowym państwa, np. oszustwa,
- bezpieczeństwu narodu, społeczeństwa, np. terroryzm żywnościowy,
- przedsiębiorcy, np. sabotaż,
- środowisku, np. eksploatowanie środowiska naturalnego w celu dążenia do obniżania kosztów własnych.

H. Croall w swoim opracowaniu [5] zjawisko *food crime*, traktuje jako obszar badań tzw. zielonej kryminologii. Pod pojęciem nowo pojawiających się zagrożeń żywności, rozumie się te zagrożenia, które naukowo zostały zidentyfikowane po raz pierwszy i które mogą spowodować wystąpienie nieoczekiwanych, nowych, trudnych do przewidzenia skutków zdrowotnych [6]. Badacze coraz wyraźniej zwracają uwagę na kolejne zagrożenie typu *food crime* – brak kultury bezpieczeństwa żywności [7].

Wdrożenie standardów regulujących zapewnienie (np. HACCP) i zarządzanie (np. ISO 22000) bezpieczeństwem żywności wraz z przestrzeganiem prawa dotyczącego rynku żywnościowego, może być dowodem dbałości o Kulturę Bezpieczeństwa Żywności. Kultura Bezpieczeństwa Żywności uznawana jest za warunek progowy zapewnienia bezpieczeństwa produktu oferowanego konsumentowi [8]. Choć termin „Kultura Bezpieczeństwa Żywności” jest znany od niedawna, to samo pojęcie kultury zdefiniował już Cynceron, utożsamiając ją z czynieniem starań, otaczaniem czegoś troską, z oddaniem, z miłością, przenosząc to określenie wprost z rolnictwa, uznając, iż bez tej cywilizującej „uprawy” – bez kultywowania – i pola, i umysły pozostałyby liche i jałowe, niezależnie od swoich naturalnych możliwości [9]. Zastanawiający jest fakt, że o ile kultura bezpieczeństwa w wielu obszarach przemysłu jest znana i stosowana z powodzeniem od lat, to w przypadku przemysłu spożywczego zauważalne są duże zaniedbania w tej kwestii. Potwierdza to chociażby C.J. Griffith, który w 2010 roku w czasopiśmie „British Food Journal” opublikował swoje wyniki badań i we wniosku z nich uznał, że „kultura bezpieczeństwa w wielu przypadkach w obszarze łańcucha żywności jest niemal zupełnie ignorowana oraz nie jest doceniana ani rozumiana, tak przez najwyższe kierownictwo, jak i przez kierowniczy szczebel średni” [10].

O ile Kulturę Bezpieczeństwa Żywności można traktować jako element kultury jakości organizacji, o tyle klimat bezpieczeństwa żywności można traktować jako element integralny Kultury Bezpieczeństwa Żywności. Omawiając problematykę Kultury Bezpieczeństwa Żywności, nie można pominąć terminu klimatu bezpieczeństwa żywności, który definiuje się na przykład jako „wspólne przekonania i wierzenia, które pracownicy demonstrowują zapewniając bezpieczeństwo produktu żywnościowego” [11]. Na rysunku 1 przedstawiono model Kultury Bezpieczeństwa Żywności uwzględniający klimat bezpieczeństwa żywności. Czynniki kształtujące klimat bezpieczeństwa żywności w większości kształtują kulturę bezpieczeństwa żywności. Cytowany już w niniejszym opracowaniu Griffith i Livesey, wśród czynników tworzących Kulturę Bezpieczeństwa Żywności wymieniają [7]:

- systemy zarządzania,
- styl zarządzania,
- procesy,
- przywództwo,
- komunikację,
- zaangażowanie,
- otoczenie,
- ryzyko.



Rys. 1. Klimat bezpieczeństwa żywności jako integralna część kultury bezpieczeństwa żywności

Źródło: Wiśniewska M.Z., *Kultura Bezpieczeństwa Żywności, istota i narzędzia pomiaru*, CeDeWu, Warszawa, 2019, s. 77.

Ważnym, o ile nie najważniejszym, elementem Kultury Bezpieczeństwa Żywności, jest tzw. *just culture*, tłumaczony jako „kultura sprawiedliwości” lub „kultura sprawiedliwego traktowania”. Wiśniewska M. podaje następującą definicję *just culture*:

element kultury bezpieczeństwa żywności, czyli zbiór norm, wartości i założeń w organizacji należącej do łańcucha żywnościowego, wspólnie dzielonych przez jej członków, pozwalających im odróżnić zachowania bezpieczne od zagrażających bezpieczeństwu produktu spożywczego i konsumenta, w tym klimat służący dzieleniu się wiedzą i raportowaniu na temat zdarzeń, które mogą powodować lub powodują powstanie zagrożenia dla tego bezpieczeństwa [4].

Kwestią kluczową w rozważaniach o Kulturze Bezpieczeństwa Żywności, zwłaszcza z praktycznego punktu widzenia, jest wiedza na temat sposobów jej pomiaru oraz umiejętność wykonania takiego pomiaru. Istnieje kilka opracowanych narzędzi umożliwiających pomiar Kultury Bezpieczeństwa Żywności, do których należy na przykład:

- kwestionariusz według Ball B., Wilcock A., Aung M.,
- kwestionariusz według Neal J.A., Binkley M., Henroid D.,
- matryca oceny według Wright M., Leach P., Palmer G.,
- kwestionariusz według Ijabadeniyi O.A.,
- kwestionariusz według Abidin U.F.U.Z., Arendt S.W., Strohbahn C.,
- macierz według Jespersen L.,
- kwestionariusz według De Boeck E., Jacxsens L., Bollaerts M., Uyttendaele M., Vlerick P.,
- kwestionariusz według Zabukosek M., Jevsnik M., Maletic M.

W analizowanym poniżej studium przypadku, odnoszącym się do implementacji Kultury Bezpieczeństwa Żywności w przedsiębiorstwie należącym do branży żywnościowej, wykorzystano kwestionariusz ankietowy, bazujący na pytaniach mieszanych z wyżej przedstawionych narzędzi pomiaru.

3. Charakterystyka podmiotu studium przypadku i metodyka badawcza

Podmiot analizowanego studium przypadku w zakresie wdrożenia Kultury Bezpieczeństwa Żywności stanowi jedno z największych przedsiębiorstw branży owocowo-warzywnej w Polsce (ze względu na dbałość o aspekty etyczne opracowania, nazwa firmy nie jest ujawniana). Zrzesza ono ponad tysiąc gospodarstw rolnych średniej i małej wielkości. Przedsiębiorstwo istnieje na rynku od lat 70.

XX wieku, a od początku lat 90. współpracuje z dużymi sieciami handlowymi. Obecnie organizacja dysponuje powierzchnią magazynową 5000 m² z trzema komorami chłodniczymi, umożliwiającymi przechowywanie towarów w temperaturze kontrolowanej oraz obiektem wraz z dwoma dodatkowymi komorami chłodniczymi o łącznej powierzchni magazynowej 5000 m², gdzie odbywa się paczowanie towarów oraz produkcja mieszanek z warzyw świeżych, ciętych, mytych i pakowanych w opakowania foliowe. W 2019 r. przedsiębiorstwo utworzyło nową filię o łącznej powierzchni magazynowej 4000 m², gdzie odbywa się produkcja dań gotowych do spożycia na bazie sałat. Wysokie wymagania, które firma spełnia w odniesieniu do standardów postępowania w branży spożywczej, zostały docenione przez interesariuszy, takich jak m.in.: Kaufland Polska, Auchan Polska, Carrefour Polska, Tesco, Jeronimo Martins, Lidl. Organizacja, wychodząc naprzeciw potrzebom rynku Unii Europejskiej, poszerzyła grono swoich klientów i kontrahentów, nawiązując współpracę z firmami z Włoch, Holandii, Belgii, Hiszpanii, Czech, Słowacji, Wielkiej Brytanii, Niemiec, Austrii. W przedsiębiorstwie zatrudnionych jest 300 osób. W ofercie firmy można znaleźć następujące produkty:

- warzywa zielone (sałaty, rzodkiewka, szczypior, natka, koperek, cebula dymka),
- warzywa korzenne i okopowe (buraki, marchew, seler, cebula, por),
- warzywa kapustne (kapusta: biała, czerwona, włoska, pekińska, brokuł, kalafior),
- warzywa szklarniowe (papryka, pomidor, ogórek),
- mieszanki sałat oraz rukolę, roszponkę, szpinak – myte, gotowe do spożycia lub niemyte – pochodzące z upraw konwencjonalnych oraz ekologicznych,
- warzywa okopowe, korzeniowe oraz ziemniaki, wstępnie przygotowane do użycia w kuchni (obrane pokrojone/rozdrobnione, myte) pakowane próżniowo.
- gotowe dania do spożycia na bazie sałat.

Jakość oraz bezpieczeństwo dostarczanych przez firmę produktów, została potwierdzona takimi certyfikatami, jak HACCP, BRC 7 oraz Global Gap. Ponadto firma współpracuje z akredytowanym laboratorium. W ramach wdrożonego i funkcjonującego w przedsiębiorstwie Systemu Zapewnienia Bezpieczeństwa Żywności HACCP, Zespół ds. bezpieczeństwa żywności wyznaczył Krytyczny Punkt Kontrolny (CCP), którym jest detekcja metalu zapakowanego wyrobu gotowego oraz siedem Punktów Kontrolnych (CP), do których należą:

- CP1 – przyjęcie towaru,
- CP2 – magazynowanie surowca i wyrobu gotowego,
- CP3 – przyjęcie, produkcja wyrobu gotowego,
- CP4 – wysyłka wyrobu gotowego do klienta,

- CP5 – realizacja procesu transportu chłodniczego,
- CP6 – uzdatnianie wody – mycie właściwe,
- CP7 – pakowanie/zamykanie opakowań jednostkowych.

Przedsiębiorstwo, chcąc dalej współpracować z sieciami handlowymi, musi posiadać wdrożone i potwierdzone certyfikatem aktualne wymagania standardu BRC. Wyzwanie, które stanęło przed firmą w sierpniu 2018 r. i poddawane było audytowi od lutego 2019 r. to dostosowanie się do nowych wymagań BRC, wynikających z obowiązującej ósmej wersji standardu. Kluczowym i wcześniej niefunkcjonującym w niniejszym standardzie wymaganiem jest Kultura Bezpieczeństwa Żywności. Celem głównym praktycznej części opracowania, jest pokazanie rozwiązań przyjętych w obszarze tego wymagania przez analizowaną firmę i wskazanie w podsumowaniu trudności związanych z wdrożeniem. W ramach przeprowadzonego studium przypadku, wykorzystano następujące instrumentarium badawcze:

- wywiad ustrukturyzowany przeprowadzany z pracownikami firmy, na zasadzie dobrowolności i anonimowości, na podstawie przygotowanego kwestionariusza wywiadu obejmującego pytania z zakresu KBŻ,
- wywiad swobodny z najwyższym kierownictwem firmy,
- obserwacja uczestnicząca.

Studium przypadku prowadzone było w trzecim kwartale 2019 roku. Przedstawiane poniżej rozwiązania w zakresie wdrażania KBŻ, mają charakter praktyczny i mogą podlegać adaptacji implementacyjnej przez inne podmioty z branży spożywczej, po dostosowaniu do własnych potrzeb organizacyjnych.

4. Wdrożenie Kultury Bezpieczeństwa Żywności – studium przypadku

Według standardu opartego na normie BRC ver. 8. działania wynikające z planu rozwoju i ciągłego doskonalenia KBŻ, powinny obejmować wszystkie obszary zakładu, które mają wpływ na bezpieczeństwo produktu. Przykłady aktywności, które mogą być włączone w plan kultury bezpieczeństwa żywności to (wg BRC Interpretation Guideline ver. 8):

- ankieta dla pracowników poświęcona wartościom i kulturze,
- oceny roczne pracowników i programy uznaniowe,
- mechanizmy pozyskiwania informacji zwrotnej,
- szkolenie i rozwój pracowników,
- praca zespołowa,
- strategie efektywnej komunikacji,
- aktywności w celu zademonstrowania utrzymywania standardów bezpieczeństwa żywności.

W ramach dostosowania się przez analizowaną firmę do spełnienia wymagania w obszarze Kultury Bezpieczeństwa Żywności opracowano:

1. kwestionariusz ankietowy jako podstawę firmowego badania własnego, mającego za cel odpowiedzieć na pytanie: „Na jakim poziomie funkcjonuje KBŻ w firmie?”,
2. analizę firmowego badania własnego,
3. firmowy Plan Rozwoju Kultury Bezpieczeństwa Żywności (PRKBŻ),
4. instrukcję, opisującą jak pracownik może zgłaszać zaobserwowane problemy związane z jakością oraz bezpieczeństwem żywności w firmie.

Ad. 1)

Celem sprawdzenia, na jakim poziomie funkcjonuje w firmie Kultura Bezpieczeństwa Żywności, opracowano kwestionariusz z aspektami badawczymi. Fragment kwestionariusza pokazujący po dwa aspekty w ramach każdej kategorii przedstawiono w tabeli 1. Aspekty poddane badaniu poziomu KBŻ, podzielone były na różne kategorie oraz czynniki. Wśród kategorii wzięto pod uwagę:

- przywództwo i wsparcie pracowników,
- komunikację,
- zaangażowanie pracowników (w tym presję pracy),
- wsparcie,
- ocenę ryzyka,
- skuteczność szkoleń.

W ramach pierwszej z badanych kategorii – „Przywództwo i wsparcie pracowników”, dokonano podziału na trzy czynniki obejmujące:

- zaangażowanie najwyższego kierownictwa,
- współpracę pracowników,
- nadzór prowadzony przez kierownictwo.

Wszystkich badanych aspektów w kwestionariuszu ujęto 46 i każdy z nich podlegał skalowanej 6-stopniowej ocenie przez ankietowanych, gdzie 1 oznaczało „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 6 oznaczało „zdecydowanie się zgadzam”. Ankieta przeprowadzona była w sposób anonimowy. Na recepcji firmy pozostawiono kwestionariusze oraz ustawiono skrzynkę, gdzie każdy pracownik mógł wrzucić swój wypełniony kwestionariusz. Badanie dotyczące obszaru KBŻ, przeprowadzane było w firmie po raz pierwszy. Czas przeznaczony na badanie obejmował jeden miesiąc, a analiza wyników jeden tydzień. Badanie dedykowane było dla wszystkich pracowników firmy, niezależnie od zajmowanego miejsca w strukturze organizacyjnej. Ankiety docelowo wypełniło 27 z 300 pracowników, co stanowi 9% zatrudnionych w firmie. Niski poziom zwrotności ankiet, może świadczyć o obcej dla pracowników tematyce badania, poruszającej „niewygodne” kwestie, często odnoszące się do oceny najwyższego kierownictwa firmy.

Tabela 1. Ankieta badania poziomu KBŻ w firmie

PRZYWÓDZTWO I WSPARCIE PRACOWNIKÓW						
<i>Czynnik 1 : Zaangażowanie najwyższego kierownictwa</i>						
Kierownictwo przedsiębiorstwa czytelnie zdefiniowało cele dotyczące higieny żywności (pragnie sprzedawać bezpieczne produkty)	1	2	3	4	5	6
Kierownictwo przedsiębiorstwa stara się nieustannie, aby doskonalić higienę żywności	1	2	3	4	5	6
<i>Czynnik 2: Współpraca pracowników</i>						
Jeśli jest dużo pracy do wykonania, pracownicy współpracują ze sobą tak, by była ona zrealizowana szybko i właściwie jakościowo	1	2	3	4	5	6
Wśród pracowników ostrzegamy się wzajemnie, aby uważać na higienę żywności	1	2	3	4	5	6
<i>Czynnik 3: Nadzór prowadzony przez kierownictwo</i>						
Zawsze jesteśmy kontrolowani przez przełożonych pod kątem przestrzegania zasad higieny żywności	1	2	3	4	5	6
Jesteśmy ostrzegani przez przełożonych w przypadku, gdy zasady higieny nie są przestrzegane	1	2	3	4	5	6
KOMUNIKACJA						
Przełożeni dostarczają wskazówek jak zapewnić higienę żywności	1	2	3	4	5	6
Przełożeni zachęcają nas do przekazywania sugestii na temat doskonalenia zasad higieny żywności	1	2	3	4	5	6
ZAANGAŻOWANIE PRACOWNIKÓW						
Mam na uwadze higienę żywności, bo myślę że jest ważna	1	2	3	4	5	6
Bezpieczeństwo żywności jest ważne	1	2	3	4	5	6
WSPARCIE						
Sprzęt służący zapewnieniu higieny i bezpieczeństwa żywności jest dostępny	1	2	3	4	5	6
Miejsce pracy jest właściwe pod względem higieniczno-technicznym, aby utrzymać higienę żywności	1	2	3	4	5	6
OCENA RYZYKA						
Zagrożenia higieny żywności są pod kontrolą	1	2	3	4	5	6
Jesteśmy świadomi zagrożeń higieny w przedsiębiorstwie	1	2	3	4	5	6
SKUTECZNOŚĆ SZKOLEŃ						

Źródło: opracowanie własne.

Ad. 2)

Po przeprowadzonym badaniu ustrukturyzowanym, zebrano wszystkie odpowiedzi pracowników oraz wyliczono średnią arytmetyczną dla każdego badanego aspektu. Następnie Zespół ds. HACCP w firmie, wykorzystując konsultację wzajemną, wyznaczył poziom akceptowalny dla badanych aspektów, osiągnięcie którego nie generowało konieczności wyznaczania celów w odniesieniu do danego aspektu KBŻ. Poziom ten wynosił 4,0. Wyniki badania pokazały, że 5 z 46 poddanych analizie aspektów, nie mieściło się w akceptowalnym wyniku, osiągając średnie: 3,04; 2,70; 2,74; 2,63; 2,52. Aspekty te dotyczyły odpowiednio:

- wprowadzania na rynek produktów nie spełniających norm jakości,
- przeświadczenia pracowników, że dla najwyższego kierownictwa zarządzanie jakością jest mniej ważne niż zysk i wydajność produkcji,
- przeświadczenia pracowników, że kierownictwo uwzględnia procedury jakościowe tylko przed audytami,
- myślenia pracowników, że za bezpieczeństwo żywności odpowiada jedynie dział jakości,
- presji pracy (pracownicy dali jasno do zrozumienia, że gdy są przeciążeni pracą nie przestrzegają zasad higieny).

Średnia arytmetyczna wartość ocen w skali, dla danego badanego aspektu wynosiła 4,59. Po analizie wyników badania, opracowano Plan Rozwoju Kultury Bezpieczeństwa Żywności (PRKBŻ) na najbliższy rok.

Ad. 3)

Plan Rozwoju Kultury Bezpieczeństwa Żywności, opracowany na cel spełnienia wymagania standardu BRC ver. 8 obejmuje:

- określenie czasu na realizację działań przedstawionych w PRKBŻ,
- określenie przez powołany Zespół ds. Zarządzania ryzykiem i najwyższe kierownictwo firmy – poziomu KBŻ,
- wnioski z przeprowadzonego badania poziomu KBŻ w firmie w podziale na negatywne i pozytywne,
- tabelę z wykazem działań i przypisanych do nich zadań, terminów realizacji działań i osób odpowiedzialnych za realizację tych działań.

Opracowany PRKBŻ zaplanowano na sześć miesięcy. Poziom KBŻ określony w Planie to poziom początkujący tzw. kielkująca Kultura Bezpieczeństwa Żywności. Na tym poziomie należy skupić się przede wszystkim na zbudowaniu filarów KBŻ związanych z polityką jakości, misją, wizją, sloganami, wartościami, celami jakościowymi i strategicznymi, określeniu wzorców postaw i sylwetek pracowniczych, wzorców procesowych oraz określeniu ważnych z punktu

widzenia rozwoju firmy artefaktów. Wśród pozytywnych wniosków płynących z przeprowadzonego badania poziomu KBŻ, przedstawionych w PRKBŻ wymienia się m.in.:

- nieszukanie przez najwyższe kierownictwo oszczędności związanych z infrastrukturą, surowcem, procesem, produktem, badaniami i szkoleniami,
- dostępność najwyższego kierownictwa – codziennie wykonywane obchody, każdy pracownik może przyjść do biura najwyższego kierownictwa bez wcześniejszej konieczności umawiania się, najwyższe kierownictwo uczestniczy aktywnie przy wszystkich projektach, jest obecne na spotkaniach, jest świadome tego co dzieje się w przedsiębiorstwie,
- budowanie własnego laboratorium, zatrudnianie dodatkowego personelu do kontroli jakości.

Negatywne wnioski z przeprowadzonego badania ujęte w PRKBŻ obejmują m.in.:

- pracownicy nie widzą sensu ankietyzacji, nie wierzą, że dzięki ich opinii zostaną wyciągnięte wnioski i wdrożone działania doskonalące,
- konieczność skupienia się na podstawowych działaniach związanych ze świadomym budowaniem KBŻ.

W PRKBŻ określono 15 działań, w ramach których doprecyzowano zadania zmierzające do ich realizacji. Wśród działań tych wymieniono:

- ustalenie misji przedsiębiorstwa,
- zapoznanie pracowników z polityką jakości,
- ustalenie celów jakościowych,
- szkolenia pracowników w zakresie podwyższania ich świadomości i kompetencji,
- system anonimowych zgłoszeń,
- określenie systemu monitorowania procesów,
- komunikację,
- programy wstępne,
- zgłaszanie niezgodności,
- przekazywanie wiedzy,
- promowanie postaw pro jakościowych,
- budowanie silnego zespołu,
- infrastrukturę,
- ryzyko,
- wpływ interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych.

W PRKBŻ w ramach każdego z wyżej przedstawionych działań wypisano od 2 do 12 zadań.

Ad. 4)

Ostatnim z elementów opracowanym w ramach dostosowania się przez firmę do spełnienia wymagania w obszarze Kultury Bezpieczeństwa Żywności jest instrukcja, opisująca jak pracownik może zgłaszać zaobserwowane problemy związane z jakością oraz bezpieczeństwem żywności w firmie.

Celem instrukcji jest określenie poufnego systemu zgłaszania problemów oraz zasad funkcjonowania niniejszego systemu, umożliwiającego pracownikowi zgłaszanie problemów związanych z bezpieczeństwem, integralnością, jakością i zgodnością z prawem produktów.

Zakresem instrukcji objęty jest mechanizm działania systemu oraz ocena skuteczności podjętych działań.

Odpowiedzialność. Pełnomocnik ds. bezpieczeństwa żywności lub wyznaczona przez niego osoba odpowiada za:

- koordynację działań związanych z funkcjonowaniem systemu,
- wypełnienie Kart Uwag Pracowniczych (KUP),
- zweryfikowanie przyczyny zgłoszenia,
- prowadzenie rejestru KUP.

Opis postępowania. W szatniach dla pracowników, gdzie nie ma dostępu do kamer, powieszono oznaczone skrzynki, do których pracownik może złożyć anonimowe zgłoszenie odnoszące się do problemów związanych z jakością, produkcją, ulepszeniami itd. Weryfikacja zawartości skrzynki odbywa się raz na tydzień przez Pełnomocnika ds. bezpieczeństwa żywności lub osobę przez niego wyznaczoną. Pełnomocnik lub osoba przez niego wyznaczona, analizuje zasadność zgłoszeń oraz wyjaśnia przyczyny niezgodności zgłoszonych przez pracowników. Jeśli zgłoszenie zostanie uznane za uzasadnione, wówczas Pełnomocnik dokonuje oceny, wypełnia odpowiednią część Karty Uwag Pracowniczych i ustala wszelkie działania, które muszą być podjęte celem wyeliminowania zaistniałej nieprawidłowości. Po ustaleniu przyczyn wystąpienia nieprawidłowości, Pełnomocnik w Karcie Uwag Pracowniczych zapisuje rodzaj działań korekcyjnych oraz proponowany rodzaj działań korygujących. Na podstawie zapisów w Rejestrze Uwag Pracowniczych sporządza on roczne sprawozdania o zgłoszeniach, które wpłynęły do organizacji oraz wszczętych postępowaniach. Gdy jest to uzasadnione, uzupełnia je o analizę i określa plan działań zapobiegawczych. Na podstawie rocznych sprawozdań i analiz, Pełnomocnik ds. bezpieczeństwa żywności sporządza roczne analizy zgłoszeń i przedstawia je jako dane wejściowe do przeglądu zarządzania.

5. Podsumowanie

Barierami we wdrażaniu kultury bezpieczeństwa żywności, jak pokazuje obserwacja własna przedsiębiorstw branży spożywczej, mogą być:

- zbyt małe zaangażowanie najwyższego kierownictwa,
- brak wzorców,
- brak komunikacji,
- nieprzywiązywanie wagi do spraw związanych z przestrzeganiem zasad,
- niewłaściwy stosunek pracowników do bezpieczeństwa żywności (pogarda, nieświadomość, lekceważenie, wydajność ponad bezpieczeństwo),
- rotacja pracowników,
- brak systemu szkoleniowego,
- nieutożsamianie się z firmą,
- bagatelizowane procedury/schematy postępowania,
- niespójność i niekonsekwencja w wymaganiach,
- brak przewidywalności,
- ignorowanie incydentów na rynku,
- osądzanie podległych współpracowników,
- stwarzanie wrażenia, że każdy ruch pracownika jest kontrolowany,
- zniesienie odpowiedzialności z pracownika,
- istnienie świadomości konieczności wykonania zadań, ale brak czasu na ich realizację,
- nierównomierny podział obowiązków,
- wyznaczanie zadań, które nie są możliwe do osiągnięcia.

Jak wskazano w teoretycznej części opracowania, temat Kultury Bezpieczeństwa Żywności jest globalnie nowy, a w Polsce dopiero rozpoznawalny. Wiele jest więc w tym obszarze do zrobienia, zarówno w kwestii ustanowienia narzędzi pomiarowych dostosowanych chociażby do kultury danego kraju, czy danej organizacji, jak i wyznaczenia trendów, dobrych praktyk w zakresie implementacji KBŻ. Przede wszystkim istotne jest, aby problematyka KBŻ była przyjazna i nie stawiała barier w otwartym mówieniu o zagrożeniach związanych z bezpieczeństwem żywności. Właściwe podejście w tym zakresie, wymaga głębszej świadomości najwyższego kierownictwa, co do pełnionej roli jednostki niosącej wzorowy przykład postępowania. Nowoczesny Przemysł 4.0. poprzez wykorzystywane narzędzia informacyjno-informatyczne, może wspomagać nadzór nad bezpieczeństwem żywności, ale kultura bezpieczeństwa żywności wraz z jej klimatem, bez człowieka nie ma szans być zaimplementowaną i utrzymaną. Być może więc pojawiający się coraz częściej, na razie w formie w miarę luźnych wzmianek w publikacjach naukowych, termin Industry 5.0 ma uzasadnioną rację bytu.

Literatura

- [1] Kaczmer-Kurczak P., www.przemyslprzyszlosci.gov.pl (dostęp: 15.11.2019).
- [2] Maslow A., (2009), *Motywacja i osobowość*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- [3] Skarbacz A., (2012), *Bezpieczeństwo społeczne. Podstawy teoretyczne i praktyczne*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa.
- [4] Wiśniewska M.Z., (2019), *Kultura Bezpieczeństwa Żywności*, Wydawnictwo CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa.
- [5] Croall H., (2013), *Food crime. A green criminology perspective*, [w:] South N., Brisman A., (ed.), *Routledge International Handbook of Green Criminology*, Routledge, New York.
- [6] Robinson T., Altieri A., Chiusolo A., Dorne J.L., Goumperis T., Rortais A., Deluyker H., Silano V., Liem D., *EFSA's approach to identifying emerging risks in food and feed: taking stock and looking forward*, "EFSA Journal" 2012, no. 10 (10).
- [7] Griffith Ch.J., Livesey K.M. Clayton D., *The assessment of food safety culture*, "British Food Journal" 2010.
- [8] Brackett R.E., Ocasio W., Waters K., Barach J., Wan J., *Validation and Verification: A Practical, Industrydriven Framework Developed to Support the Requirements of the Food Safety Modernization Act (FSMA) of 2011*, "Food Protection Trends" 2014.
- [9] Kielbasa J., (2015), *Średniowieczna refleksja o kulturze*, [w:] Mróz P. (red.), *Filozofia kultury*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, Kraków.
- [10] Griffith C.J., Livesey K.M., Clayton D.A., *Food safety culture: the evolution of an emerging risk factor?*, "British Food Journal" 2010, vol. 112, no. 4.
- [11] Cooper M.,D., Philips R.A., (1994), *Validation of a Safety Climate Measure*, Annual Occupational Psychology Conference, British Psychological Society, Birmingham.

FOOD SAFETY CULTURE AS A REQUIREMENT-CHALLENGE FOR THE FOOD CHAIN COMPANIES

Abstract: *The study attempts to bring closer the issues of Food Safety Culture, based on standardization requirements and a review of the literature on the subject. The theoretical considerations refer to Industry 4.0, justifying the fact that certain areas related to organization management cannot function – without human participation. The theory of the study also introduced the terms just culture and food crime. The practical aim of the study is to analyze a case study on the implementation of Food Safety Culture, on the example of a food industry company, and to develop a research questionnaire for this purpose, perform a study analysis, develop a Food Safety Culture Development Plan and design instructions for reporting problems by employees.*

Keywords: Food Safety Culture, just culture, food crime, safety climate, manament, Industry 4.0.

WYZWANIA ELASTYCZNOŚCI CZASOWEJ I PRZESTRZENNEJ PRACY – STUDIUM TEORETYCZNE

Magdalena Wróbel-Lachowska

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

magdalena.wrobel.1@p.lodz.pl

Streszczenie: *Rozdział stanowi studium teoretyczne zagadnienia elastyczności czasowej i przestrzennej pracy, w szczególności pracy świadczonej poza terenem zakładu, w tym telepracy i pracy zdalnej. Celem rozdziału jest omówienie przemian w podejściu do czasu i miejsca pracy, jakie nastąpiły w następstwie rewolucji przemysłowych, a także wybranych modeli, systemów i form świadczenia pracy, jakie pojawiły się w skutek przemian społeczno-technologicznych. Celem opracowania jest również ukazanie prawnych aspektów pracy świadczonej poza zakładem pracy, takich jak: telepraca oraz praca zdalna, wskazanie ich podobieństw i różnic, ale także zdefiniowanie wyzwań dla pracodawców i pracowników, jakie wynikają z potrzeb pracowników oraz przepisów prawa właściwych dla zagadnienia lub z występujących luk prawnych.*

Słowa kluczowe: elastyczne formy zatrudniania, telepraca, praca zdalna, potrzeby pracownika

1. Wprowadzenie

Przemiany społeczne, będące implikacją przemian technologicznych, swoistych dla kolejnych rewolucji przemysłowych, spowodowały, że pojęcie czasu i miejsca pracy są od przeszło 300 lat poddawane nieustannej rewizji i redefinicji. Praca, którą fala przemian towarzysząca przejściu od społeczeństw agrarnych do przemysłowych „wymiotła” z domów, w wyniku kolejnej fali (przejścia od społeczeństw przemysłowych do społeczeństw trzeciej fali) zaczęła tam powracać [1]. Czas, który został zdekomponowany na czas pracy i czas odpoczynku, ponownie zaczęły się przeplatać, a nawet przenikać.

W konsekwencji zmian społeczno-technologicznych zaczęły pojawiać się także nowe formy zatrudniania, cechujące się znaczną elastycznością czasu i miejsca pracy. Elastyczność oznacza w tym kontekście dopasowanie miejsca, warunków, formy, systemu i rozkładu czasu pracy do potrzeb zarówno pracownika, jak i pracodawcy. O ile klasyczne formy zatrudniania są precyzyjnie określone w polskim prawodawstwie, o tyle formy elastyczne, szczególnie te przestrzenne, nie mają należycie zdefiniowanej podstawy prawnej. Takim nieostrym terminem jest na przykład praca zdalna czy tak zwane home office, które są formami coraz częściej występującymi w Polsce, czy to jako dobrowolny wybór pracownika, czy w wyniku sytuacji kryzysowych.

Problem ten został uwidoczniiony w pod koniec I, a także w II i III kwartale 2020 roku, kiedy to w związku z epidemią COVID-19, w celu przeciwdziałania jej ekspansji, część pracowników została zobligowana do wykonywania pracy poza zakładem – tak zwanej „pracy zdalnej”, będącej rozwiązaniem prawnie odmiennym od „telepracy”. W Kodeksie pracy określenie „praca zdalna” nie występuje. Warto w tym kontekście przyjrzeć się etymologii słów telepraca i praca zdalna. Człon „tele-” pochodzący z języka greckiego, oznacza „daleko” i jest on swoisty dla wyrazów złożonych wskazujących na działania wykonywane na odległość [2]. Słowo „zdalnie” również oznacza „na odległość, nie bezpośrednio” [2]. A zatem telepraca i praca zdalna są znaczeniowo tożsame. Niemniej jednak, występują istotne rozróżnienia prawne między telepracą a pracą zdalną. Dlatego też użycie określenia praca zdalna do opisu pracy świadczonej poza terenem zakładu pracy w czasie epidemii COVID-19 wydaje się być z językowego punktu widzenia niezasadne i mylące. Aby lepiej zrozumieć zagadnienia, należy rozważyć, jakie są najważniejsze podobieństwa i różnice między telepracą, a pracą zdalną i jakie wynikają z nich wyzwania dla pracodawców i pracowników, co zostało uczynione w niniejszym rozdziale.

Rozważania takie, wydają się tym istotniejsze, gdyż – jak pokazały badania GUS – na koniec I kwartału 2020 udział osób w ogólnej liczbie pracujących w Polsce, które w związku z sytuacją epidemiczną wywołaną przez COVID-19 pracowały zdalnie wyniósł 11% [3], a na koniec II kwartału 10,2% [4]. Oznacza to, że niemal co 9 pracownik w Polsce, który wcześniej świadczył pracę w zakładzie pracy, w analizowanym okresie, pracował poza nim, a zasady jego pracy nie były jasno zdefiniowane. Miejscem świadczenia pracy przez takich pracowników stało się najczęściej ich miejsce zamieszkania. To spowodowało, że przestrzeń mieszkalna, zaczęła pełnić jednocześnie funkcję przestrzeni pracy, a czas pracy i czas odpoczynku zaczęły się przeplatać, podobne jak miało to miejsce w społeczeństwach tradycyjnych. Z tą różnicą, że w społeczeństwach

przedindustrialnych to, co obecnie jest traktowane jako innowacja, było naturalnym stanem rzeczy. Elastyczność czasowa i przestrzenna pracy, która do niedawna stopniowo zastępowała sztywne granice czasu i miejsca pracy, została w 2020 roku narzucona znacznej części polskich pracowników.

Rozdział stanowi studium teoretyczne zagadnienia elastyczności czasowej i przestrzennej pracy, w szczególności pracy świadczonej poza terenem zakładu, w tym telepracy i pracy zdalnej. Celem rozdziału jest omówienie przemian w podejściu do czasu i miejsca pracy, jakie nastąpiły w następstwie rewolucji przemysłowych, a także wybranych modeli, systemów i form świadczenia pracy, jakie pojawiły się w skutek przemian społeczno-technologicznych. Celem opracowania jest również ukazanie prawnych aspektów pracy świadczonej poza zakładem pracy, takich jak: telepraca oraz praca zdalna, wskazanie ich podobieństw i różnic, ale także zdefiniowanie wyzwań dla pracodawców i pracowników, jakie wynikają z potrzeb pracowników oraz przepisów prawa właściwych dla zagadnienia lub z występujących luk prawnych.

2. Istota czasu i miejsca pracy w dobie rewolucji przemysłowych

Przez ostatnie dziesięciolecia, rozdzielność sfery osobistej od zawodowej, podobnie jak rozdzielność czasu wolnego, od czasu pracy, stała się dla współczesnych społeczeństw czymś oczywistym, wręcz naturalnym. Coraz szerzej propagowana idea work-life balance, kładąc nacisk na równowagę między wspomnianymi sferami, postawiła wyraźną granicę między nimi. A zatem, zakład pracy powinien być miejscem realizacji zawodowej człowieka, a dom miejscem realizacji pozazawodowej i odpoczynku, do którego nie powinno się przenosić obowiązków zawodowych.

Transformacja czasu pracy

Sama koncepcja rozdziału czasu, na czas pracy i czas wolny jest, z perspektywy rozwoju ludzkości, czymś zasadniczo nowym, gdyż pojawiła się dopiero na przełomie XVIII i XIX wieku, jako konsekwencja rewolucji przemysłowej. Idea ta została szybko inkorporowana przez społeczeństwa przemysłowe, które w związku z wykonywaniem pracy poza domem, głównie w fabrykach, zaczęły niejako żyć w dwóch społecznościach: domowej i zawodowej, w każdej z nich realizując inne cele i potrzeby.

Kolejną istotną konsekwencją rewolucji przemysłowych, szczególnie pierwszej i drugiej, było ustanowienie praw pracowniczych i sukcesywny wzrost ich znaczenia w społeczeństwie. Doprowadziło to między innymi do zdefiniowania,

jakie warunki pracy można uznać za bezpieczne i higieniczne dla pracownika, do stopniowego skracania dziennego i tygodniowego wymiaru czasu pracy oraz ustanowienia należnych pracownikowi przerw w pracy i urlopów wypoczynkowych, ale też jasnego zdefiniowania w umowie o pracę zakresu obowiązków pracowniczych i określenia godziwego wynagrodzenia za pracę czy zakazu stosowania praktyk dyskryminacyjnych. Takie skracanie czasu pracy i wydłużanie czasu odpoczynku ukonstytuowało ideę czasu wolnego.

Postrzeżenie czasu oraz pracy stało się jednym z czynników odróżniających społeczeństwa przemysłowe od tradycyjnych. Sama struktura czasu w społeczeństwach industrialnych stała w opozycji do tej w społeczeństwach przednowoczesnych [5], które tworzyły „niepokawałkową” całość kulturową [6], a jedność miejsca pracy i odpoczynku pozostawała nienaruszona. Co więcej, w społeczeństwach tradycyjnych, typowych dla czasów przednowoczesnych, ścisły związek zachodził także między czasem i miejscem [7] – praca była wykonywana w określonym do tego miejscu w czasie rzeczywistym. Miejscem tym najczęściej było gospodarstwo domowe.

W społeczeństwach przedprzemysłowych czas dzielił się na czas pracy i czas odpoczynku, a praca od świtu do zmierzchu była powszechna dla warstw pracujących, takich jak chłopci, ziemiaństwo, robotnicy czy drobnomieszczaństwo. Początki rewolucji przemysłowej nie przyniosły istotnych zmian w obszarze czasu pracy, a jedynie w miejscu jej świadczenia. Jeszcze w XIX wieku praca w zakładzie trwająca 16 godzin dziennie 6 dni w tygodniu była normą, zarówno dla dorosłych, jak i dla dzieci. Dopiero w 1833 roku w Anglii, która była wówczas prekursorem zmian społeczno-ekonomicznych, pojawiło się prawo obniżające wymiar czasu pracy do 12 godzin dla dzieci powyżej 14 roku życia i 8 godzin dla dzieci w wieku od 10 do 13 lat. Nieco ponad 10 lat później, w 1847 roku wymiar czasu pracy dla kobiet został obniżony w Anglii do 10 godzin. W Polsce 8-godzinny dzień pracy w dni powszednie i 6-godzinny w soboty, a także 46-godzinny tydzień pracy, stały się powszechne dopiero w 1918 roku na mocy „Dekretu o 8-mio godzinnym dniu pracy” [8], dopiero 100 lat po pojawianiu się takiej koncepcji rozkładu czasu pracy.

Prekursorem modelu 8-8-8 zakładającego 8 godzin pracy, 8 godzin rekreacji i 8 godzin odpoczynku dziennie, a także 40 godzin pracy tygodniowo był socjalista utopijny Robert Owen [9]. Do fabryki w New Lanmark w Szkocji, którą kierował, w 1810 roku wprowadził najpierw 10-godzinny dzień pracy, a następnie w 1817 skrócił go do 8 godzin. W swoim eksperymencie udowodnił, że skrócenie czasu pracy nie obniżyło efektywności pracowników, a wręcz ją poprawiło, istotnie podniosło także rokrocznie zysk fabryki. W New Lanmark oprócz fabryk Owen wybudował również osiedle robotnicze, które zamieszkiwało

łącznie około dwóch i pół tysiąca osób. Na osiedlu zbudował tanie sklepy i szkołę. Jego zamysłem było stworzenie samowystarczalnej komuny, w której miejsca: pracy, odpoczynku i rozrywki znajdowałyby się blisko siebie [10]. Owenowska idea robotniczych przyfabrycznych osiedli widoczna jest w Łodzi w kompleksach pofabrycznych: Manufaktury czy Księżego Młyna. W obu wskazanych kompleksach famuły robotnicze znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie fabryk, choć ich stworzeniu przyświecały nieco bardziej użyteczne, a mniej idealistyczne przesłanki.

Transformacja miejsca pracy

Wraz ze stopniowym upadkiem wielkiego przemysłu doszło do ponownego oddalenia miejsca pracy i miejsca zamieszkania. Ludzie zaczęli poszukiwać pracy coraz dalej od domu, nawet w innych, znacznie oddalonych miastach. Trzecia rewolucja przemysłowa i inherentny dla niej rozwój wysokich technologii, w szczególności informacyjnych i telekomunikacyjnych, spowodowały wzrost znaczenia trzeciego sektora. Rosnący udział usług w gospodarce oraz wzrost zatrudnienia w tym sektorze przyczyniły się do pojawienia się nowych potrzeb pracowniczych, które dzięki technologiom stały się możliwe do zrealizowania. W konsekwencji pojawiły się też nowe formy zatrudnienia, pozwalające na czasową i przestrzenną elastyczność zatrudnienia, w tym model pracy świadczonej poza zakładem pracy.

Koncepcja *telepracy* – formy organizacji pracy, nazywanej przez jej autora również *pracą zdalną* czy *przyszłością pracy*, pojawiła się w latach 70. XX wieku, jako rozwiązanie problemu kryzysu paliwowego w Stanach Zjednoczonych. Model telepracy zakładał, że część prac może być wykonywana poza główną siedzibą pracodawcy, na przykład w jednostkach terenowych znajdujących się bliżej miejsca zamieszkania pracowników. Z uwagi na ówczesny poziom rozwoju technologii komunikacyjnych, stałą łączność z siedzibą pracodawcy zapewniać miały łącza satelitarne. Wraz z rozwojem technologii informacyjno-komunikacyjnych, łączność satelitarna została zastąpiona w modelu internetową. Postulowane korzyści miały mieć nie tylko wymiar ekonomiczny – telepraca miała pozwolić oszczędzać na paliwie podczas podróży do pracy znacznie mniej oddalonej od domu, a także zmniejszać kongestię, ale też wymiar społeczny – pracownicy spędziliby mniej czasu w podróży do pracy, mieliby więc mieć więcej czasu wolnego. Co więcej, dzięki telepracy, pracownicy podczas zmiany pracy nie musieliby zmieniać miejsca zamieszkania. Taka praca mogła by być wykonywana zarówno z jednostek lokalnych zakładów pracy, jak i z własnego domu pracownika [11]. Choć badania nad telepracą rozpoczęły się w latach 70., to dopiero w późnych latach 80. Nilles rozpoczął wdrażanie tego modelu w programie pilotażowym, a wnioski z badań opublikował w 1998 roku [12]. Nillsowska idea telepracy pokazała, że elastyczność przestrzenna pracy jest możliwa i potrzebna.

Wraz z rozwojem technologii cyfrowych pojawiły się nowe formy pracy elastycznej przestrzennej. Elastyczność miejsca pracy może odnosić się także do tak zwanej zasady wolnego biurka (*desk-sharing*), zakładającej, że pracownik nie ma stałego, przypisanego do siebie stanowiska roboczego, a przychodząc do pracy zajmuje pierwsze wolne biurko lub dowolne miejsce w budynku, na przykład sofę czy pufę. Widać ją także w coraz popularniejszych przestrzeniach *coworkingowych*, w których mogą pracować wspólnie pracownicy z różnych firm, w tym także osoby przebywające czasowo w danym mieście. Elastyczność przestrzenna widoczna jest także w przypadku pracowników zwanych „cyfrowymi nomadami”, którzy pracują podróżując po świecie. Te przykłady elastyczności przestrzennej, będącej w istocie mobilnością, są jedną z kluczowych cech społeczeństw ponowoczesnych, a sama mobilność jest wartością pożądaną społecznie [13].

Rolę elastyczności przestrzennej pracy podkreślał na początku lat 80. XX wieku Alvin Toffler. Zakładał on, że praca wykonywana z domu, z „wioski elektronicznej”, zarówno związana w wytworami niematerialnymi, jak i materialnymi, może wypierać pracę świadczoną w biurach czy zakładach pracy. Oznaczałoby to niejako powrót do sytuacji sprzed rewolucji przemysłowych – kiedy to większość prac była wykonywana z domu – jednak na warunkach społeczeństw cyfrowych, sieciowych. Toffler zdawał sobie sprawę z oporów społecznych przed tak „regresywnym” rozwiązaniem, niemniej jednak podkreślał, że praca w domu była normą w społeczeństwie przez tysiące lat, a praca w zakładach pracy jedynie przez 300 [1]. Jego przewidywania były słuszne, a sytuacja epidemiczna w 2020 roku przyspieszyła jedynie i tak już postępujący proces przenoszenia pracy do domu, pozwalając pracownikom na elastyczność przestrzenną pracy.

3. Elastyczność przestrzenna pracy

Na elastyczność przestrzenną pracy pozwalają w polskim prawodawstwie obecnie przede wszystkim: telepraca, praca zdalna, samozatrudnienie i praca nakładcza, choć te dwie ostatnie nie będą przedmiotem dalszych rozważań.

Telepraca a praca zdalna

Pojęcie „telepracy” zostało wprowadzone do polskiego prawodawstwa dopiero w 2007 roku ustawą o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw. Nowelizacja ustawy Kodeks pracy w dziale drugim dodała rozdział IIb, precyzujący zatrudnianie pracowników w formie telepracy (Art. 675-Art. 6717). Sama telepraca została zdefiniowana w Kodeksie [14] jako praca wykonywana regularnie poza zakładem pracy, w której wykorzystywane są środki telekomunikacji elektronicznej w rozumieniu przepisów o świadczeniu usług

drogą elektroniczną [15]. Do środków telekomunikacji elektronicznej zalicza się rozwiązania techniczne, włączając w to urządzenia teleinformatyczne, a także narzędzia programowe, które z nimi współpracują, pozwalające na indywidualne porozumiewanie się na odległość, wykorzystując teleinformatyczną międzysystemową transmisję danych, w tym zwłaszcza pocztę elektroniczną [16].

Pojęcie „pracy zdalnej” pojawiło się w polskim prawodawstwie po raz pierwszy w marcu 2020 roku, w Ustawie o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych, zwana potocznie ustawą „covidową” (Art. 3) [17]. Przygotowana pod presją czasu, tymczasowa ustawa określiła pracę zdalną jako pracę określoną w umowie o pracę, świadczoną przez czas oznaczony poza miejscem jej stałego wykonania, na polecenie pracodawcy. Ramy czasowe świadczenia takiej pracy określone zostały w trakcie obowiązywania stanu zagrożenia epidemicznego albo stanu epidemii, ogłoszonego z powodu COVID-19, a także w okresie 3 miesięcy po ich odwołaniu. Stan epidemii w Polsce został wprowadzony 20 marca 2020 roku, znosząc tym samym stan zagrożenia epidemicznego ogłoszonego w nocy z 14 na 15 marca. Na początku IV kwartału 2020 stan epidemii trwał nadal, a zatem przepisy ustawy definiujące pracę zdalną nadal obowiązywały. Praca zdalna w niniejszej ustawie nie została określona jako forma zatrudnienia.

Warto podkreślić, że praca zdalna – podobnie jak *home office* – jako nieuregulowane prawnie formy świadczenia pracy, funkcjonowały jeszcze przed marcem 2020 roku. Odbываły się one na mocy uzgodnienia z pracodawcą i miały najczęściej charakter tymczasowy i uznaniowy. Oznacza to całkowity brak regulacji w tym zakresie.

Ciekawą definicję pracy zdalnej zawarto w rekomendacjach pracodawców opracowanych w lipcu 2020 roku. Zakładają one, że praca zdalna powinna być zdefiniowana jako: „praca realizowana, całkowicie lub częściowo, w miejscu zamieszkania pracownika lub innym miejscu, ustalonym przez pracownika i pracodawcę, przy zachowaniu regularnego kontaktu z pracodawcą” [18]. Takie określenie pracy zdalnej jest na tyle szerokie, że mieści się w nim zarówno praca zbliżona założeniami do telepracy, jak i do pracy chałupniczej, ale też pracy na przykład przedstawiciela handlowego.

Wspomniana nowelizacja ustawy Kodeks pracy z 2007 roku zdefiniowała „telepracownika” jako pracownika świadczącego telepracę, który przekazuje wyniki swojej pracy pracodawcy, zwłaszcza wykorzystując środki komunikacji elektronicznej. Telepracownikiem można stać się w trakcie zawierania umowy o pracę, ale też w trakcie zatrudnienia, na mocy uzgodnienia między stronami umowy o pracę, zarówno z inicjatywy pracownika, jak i pracodawcy. Jeżeli do

podjęcia telepracy dochodzi w trakcie trwania stosunku pracy, należy dokonać – na mocy porozumienia stron – zmiany warunków wykonywania pracy, jeśli przed jego zawianiem, należy zawrzeć to w umowie o pracę. Warto zauważyć, że Kodeks wskazuje, że w miarę możliwości, pracodawca powinien wziąć pod uwagę wnioski pracownika dotyczące świadczenia pracy w formie telepracy. Jednocześnie Kodeks daje zarówno pracownikowi, jak i pracodawcy możliwość wystąpienia z wnioskiem o zaprzestanie świadczenia telepracy, jeżeli jedna ze stron zrobi to w terminie trzech miesięcy od daty jej podjęcia. Taki wniosek jest wiążący i oznacza przywrócenie warunków pracy poprzedzających telepracę, przy czym strony mają obowiązek ustalić nie dłuższy niż 30 dni termin powrotu do *status quo ante*. Istotne jest też to, że pracownik może nie wyrazić zgody na zmianę warunków wykonywania pracy, a zatem może nie zgodzić się zarówno na podjęcie telepracy, jak i jej zaprzestanie. Taki brak zgody pracownika nie może stanowić przyczyny wypowiedzenia umowy o pracę przez pracodawcę. Co więcej, pracodawca nie może zlecić wykonywania telepracy doraźnie w tak zwanych okolicznościach uzasadnionych jego potrzebami, nawet jeśli miałyby to trwać mniej niż trzy miesiące, nie obniżać jego wynagrodzenia i odpowiadać jego kwalifikacjom. Prawo określa też, że warunki stosowania telepracy muszą mieć formę porozumienia pracodawcy z zakładową organizacją związkową lub organizacjami, gdy jest ich w zakładzie więcej. W sytuacji, gdy takich organizacji nie ma, warunki te pracodawca określa, konsultując je z przedstawicielami pracowników, wybieranymi w trybie przyjętym przez danego pracodawcę.

Ustawa „covidowa” nie definiuje, kim jest pracownik zdalny, określa natomiast, że praca przez niego wykonywana może dotyczyć zarówno usług niematerialnych, świadczonych poprzez środki bezpośredniego porozumiewania się na odległość, jak i wykonywania części wytwórczych lub usług materialnych. Pracodawca może polecić pracownikowi wykonanie pracy zdalnej, ma także prawo do cofnięcia polecenia wykonywania takiej pracy w każdym czasie. Polecenie wykonania pracy zdalnej jest możliwe, pod warunkiem, że pracownik posiada umiejętności i możliwości techniczne, a także lokalowe do jej świadczenia, a rodzaj pracy na to pozwala.

O ile wymagane umiejętności i możliwości techniczne mogą być określone indywidualnie przez każdego z pracodawców, o tyle minimalne wymagania lokalowe powinny zostać zdefiniowane w ustawie bądź we właściwym rozporządzeniu, nie jest bowiem jasne, jakie warunki są odpowiednie do wykonywania pracy zdalnej. Nie jest też jasne, czy to pracownik deklaruje, że ma możliwości lokalowe do świadczenia pracy zdalnej, a pracodawca jedynie przyjmuje jego deklarację za zgodną ze stanem faktycznym, czy może pracodawca ma za zadanie zweryfikować te warunki. W drugim przypadku, przy braku ustawo-

wego określenia minimalnych wymagań dla lokalu, to pracodawca, lub osoba przez niego wyznaczona, musiałaby dokonywać subiektywnej oceny, w oparciu w swoją wiedzę i doświadczenie. W ustawie „covidowej” nie ma także określonego sposobu weryfikacji przez pracodawcę możliwości technicznych i lokalowych pracownika. Taka nieostrość sformułowania pozostawia dużą lukę interpretacyjną, prowadzącą do sporów na linii pracownik-pracodawca.

Wspomniane rekomendacje pracodawców sugerują, by podstawą do regulacji pracy zdalnej był regulamin takiej pracy, ustalany przez pracodawcę w porozumieniu ze związkami zawodowymi lub przedstawicielami pracowników, ale także indywidualnie między pracownikiem a pracodawcą.

Obowiązki pracodawcy wobec telepracowników i pracowników zdalnych

Niebagatelne znaczenie dla właściwego kształtowania warunków, środowiska i przestrzeni pracy miał rozwój nauki, jaką jest ergonomia. Zgodnie z definicją przyjętą w 1967 roku przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Ergonomicznego IEA, ergonomia, nazywana też czynnikiem ludzkim, może być pojmowana dwojako: jako dziedzina naukowa, która zajmuje się badaniem interakcji zachodzących między ludźmi a pozostałymi elementami systemu, ale też jako profesja bazująca w projektowaniu na teorii, metodach, zasadach i danych, w celu optymalizacji zarówno dobrobytu ludzkiego, jak i działania samego systemu [19]. Zarówno w prawodawstwie unijnym, jak i krajowym, występują liczne akty prawne i normatywne określające wymagania, jakie muszą spełniać budynki i pomieszczenia oraz panujące w nich warunki, a także same stanowiska pracy i proces pracy, aby zapewnić pracownikom komfort i bezpieczeństwo pracy. Zawarte w tych aktach wymagania pozwalają na osiągnięcie tak zwanej „ergonomicznej jakości stanowiska pracy”, rozumianej jako stopień spełniania przez nie zdefiniowanych kryteriów oceny [20].

Zarówno Kodeks pracy, jak i ustawa „covidowa” określają obowiązki pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy wobec pracownika świadczącego pracę poza terenem zakładu, są one jednak mało klarowne.

Zgodnie z przepisami działu dziesiątego Kodeksu pracy obowiązkiem pracodawcy jest zapewnienie pracownikom bezpiecznych i higienicznych warunków pracy, niemniej jednak w sytuacji, gdy telepraca wykonywana jest z domu pracownika, wówczas pracodawca nie ponosi odpowiedzialności za:

- bezpieczny i higieniczny stan pomieszczeń (określonych w Art. 212 pkt. 4 Kodeksu pracy);
- odpowiedni stan pomieszczeń sanitarnych (określonych w Art. 233 Kodeksu pracy);
- stan obiektów i pomieszczeń pracy (określony w Art. 213-214 Kodeksu pracy).

W przypadku telepracy pracodawca ma obowiązek:

- zaopatrzyć telepracownika w sprzęt, który jest konieczny do wykonywania telepracy, przy czym sprzęt ten musi spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy, określone w rozdziale IV działu dziesiątego Kodeksu pracy;
- ubezpieczyć sprzęt;
- ponosić koszty związane z instalacją, utrzymaniem, serwisem i konserwacją sprzętu;
- przeszkolić telepracownika z obsługi sprzętu i zapewnić mu wsparcie techniczne.

W odniesieniu do pracownika wykonującego pracę zdalną pracodawca musi jedynie zapewnić:

- narzędzia i materiały potrzebne do wykonania pracy zdalnej;
- obsługę logistyczną pracy zdalnej.

Ustawa „covidowa” nie porusza tematu szkolenia pracownika, ani zapewnienia wsparcia technicznego, ponoszenia kosztów ubezpieczenia sprzętu, czy jego instalacji, utrzymania, serwisu itp. Warto zastanowić się także, co stanowi narzędzia i materiały potrzebne do wykonania pracy. Czy w przypadku pracowników pracujących z monitorem ekranowym powyżej czterech godzin w ciągu zmiany roboczej jest to jedynie komputer, czy może w myśl Rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe należy zapewnić [21]:

- wyposażenie podstawowe, czyli jednostkę centralną (lub laptop), monitor ekranowy, klawiaturę;
- wyposażenie dodatkowe, czyli drukarkę, skaner, mysz;
- wyposażenie pomocnicze, czyli stół, krzesło, podnózek, stojak na dokumenty?

Niejasne wydaje się być także określenie „obsługa logistyczna pracy zdalnej”, z uwagi na brak jego doprecyzowania w Ustawie, co powoduje, że może być ono zarówno bardzo pojemne, jak i wąskie znaczeniowo. Czy oznacza to dostarczenie pracownikowi niezbędnych narzędzi, czy może każdorazowy odbiór przedmiotów pracy materialnej lub pokrycie kosztów ich dostarczenia przez dostawców usług kurierskich?

Kodeks pracy dopuszcza, by na mocy odrębnej umowy zawartej między pracodawcą a telepracownikiem określić zakres ubezpieczenia oraz zasady korzystania ze sprzętu, stanowiącego własność telepracownika. Sprzęt taki musi być niezbędny do pracy i spełniać zawarte w Kodeksie pracy wymagania BHP. Na mocy wspomnianej umowy, porozumienia lub regulaminu należy także określić wysokość ekwiwalentu pieniężnego wypłacanego pracownikowi za korzystanie z własnego sprzętu, opierając się na cenach rynkowych i normach jego zużycia.

Ustawa „covidowa” także dopuszcza wykonywanie pracy zdalnej z użyciem narzędzi lub materiałów niezapewnionych przez pracodawcę, pod warunkiem, że ich użycie nie zagrazi bezpieczeństwu danych i informacji przetwarzanych przez pracownika. W ustawie nie ma jednak wzmianki o ekwiwalencie pieniężnym za korzystanie z własnych narzędzi i materiałów, ani wymagań BHP, jakie muszą one spełniać.

Telepracownik może także z pracodawcą ustalić zasady komunikacji, w tym sposób potwierdzania jego obecności na stanowisku pracy, a także sposób i formę kontroli telepracy. Pracodawca ma natomiast prawo do przeprowadzenia kontroli wykonywania telepracy w miejscu jej wykonywania, nawet jeżeli jest to dom pracownika, pod warunkiem otrzymania uprzedniej zgody od pracownika. Sama kontrola nie może zaburzyć miru domowego. Taka kontrola może dotyczyć zarówno wykonywania pracy, jak i instalacji, inwentaryzacji, konserwacji czy serwisu sprzętu, ale też bezpieczeństwa i higieny pracy. Jeżeli pracownik złoży stosowny wniosek, pierwszą taką kontrolę przeprowadza się przez rozpoczęciem wykonywania przez niego telepracy. Zapis ten pozwala podjąć działania umożliwiające choć w minimalnym stopniu ocenić, czy warunki panujące w domu telepracownika zapewniają komfort i bezpieczeństwo pracy.

Wskazane aspekty telepracy i pracy zdalnej pokazują zarówno możliwości, jak i wyzwania, jakie stawiają one pracownikom i pracodawcom. Oprócz aspektu elastyczności przestrzennej pracy, obie formy mają w sobie również element elastyczności czasowej.

4. Elastyczność czasowa pracy

Warto podkreślić, że mimo, że w ostatnich latach coraz częściej mówi się o elastyczności pracy, samo określenie „elastyczne formy zatrudnienia” nie pojawia się nigdzie w Kodeksie pracy. Niemniej jednak wskazane poniżej systemy i rozkłady czasu pracy, będące przykładami elastyczności czasowej pracy, opisane w Kodeksie w rozdziale IV działu VI. Elastyczność czasowa pracy mogą odnosić się, między innymi, do [14]:

- systemu zadaniowego czasu pracy (Art. 140 Kodeksu pracy),
- ruchomego czasu pracy (Art. 1401 Kodeksu pracy),
- indywidualnego rozkład czasu pracy (Art. 141-142 Kodeksu pracy),
- systemu skróconego tygodnia pracy (Art. 143 Kodeksu pracy),
- system pracy weekendowej (Art. 144 Kodeksu pracy),
- zatrudnienia w niepełnym wymiarze czasu pracy (liczne wzmianki w Kodeksie pracy),
- pracy nakładczej (wzmianka w Art. 303 Kodeksu pracy),
- umów terminowych (na zastępstwo, czy na czas określony).

Do form zatrudnienia elastycznych, zarówno czasowo, jak i przestrzennie, niezdefiniowanych w Kodeksie pracy można zaliczyć, między innymi:

- pracę tymczasową, zwaną też leasingiem pracowniczym,
- pracę dorywczą,
- samozatrudnienie,
- *outsourcing*,
- pracę w oparciu o umowy cywilno-prawne,
- pracę rotacyjną,
- dzielenie pracy.

Aby lepiej zobrazować różnice w podejściu do czasu pracy w klasycznych i elastycznych formach zatrudnienia należy po krótko przybliżyć istotę tych drugich. W myśl Art. 1401 Kodeksu pracy, występują dwa rodzaje „ruchomego czasu pracy”. Pierwszy odnosi się do sytuacji, gdy czas rozpoczęcia pracy wyznaczony jest w rozkładzie czasu pracy przez pracodawcę, przy czym może być on różny w poszczególnych dniach, będących dla pracownika dniami pracy. Druga z sytuacji zakłada, że rozkład czasu pracy przewiduje przedział czasu, w którym pracownik decyduje, kiedy ma rozpocząć i zakończyć pracę. Ruchomy czas pracy daje pracownikowi możliwość dopasowania godzin pracy, zarówno do stałych obowiązków pozazawodowych (np. odprowadzania dzieci do przedszkola czy szkoły), rytmu dnia, jak i do bieżących potrzeb, które mają charakter losowy. Z perspektywy pracodawców jest to pewnym wyzwaniem dla planowania pracy, szczególnie pracy zespołowej, na przykład zebrań, gdyż muszą oni uwzględnić przedziały czasowe, w których pracownika może jeszcze nie być lub już nie być w pracy.

Zgodnie z Art. 142 Kodeksu pracy, na pisemny wniosek pracownika pracodawca może wyrazić zgodę na „indywidualny rozkład czasu pracy” w ramach obowiązującego pracownika systemu czasu pracy. Taki rozkład nie może jednak naruszać obowiązujących pracownika zasad ochrony jego pracy, takich jak, na przykład, zasada:

- maksymalnego dobowego wymiaru czasu pracy,
- przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy,
- dobowego i tygodniowego czasu odpoczynku,
- zakazu pracy w niedziele i święta,
- prawa do korzystania co najmniej raz na cztery tygodnie z niedzieli wolnej od pracy,
- przeciętnie 5-dniowego tygodnia pracy.

Indywidualny rozkład czasu pracy nie oznacza pełnej dowolności pracownika w ustalaniu godzin rozpoczynania i kończenia pracy, a jedynie indywidualizację ich względem godzin ogólnie przyjętych w zakładzie pracy, przy czym indywidualizacja ta jest najczęściej stała. Niemniej jednak, takie rozwiązanie również ułatwia godzenie obowiązków osobistych z zawodowymi.

Kolejnym elastycznym rozwiązaniem organizacji pracy jest „system skróconego tygodnia pracy” określony w Art. 143 Kodeksu pracy. System ten zezwala na świadczenie przez pracownika pracy przez mniej niż 5 dni w tygodniu, przy czym dobowy wymiar czasu pracy nie może przekraczać 12 godzin, w przyjętym miesięcznym okresie rozliczeniowym. W systemie zadaniowego czasu pracy, opisanym w Art. 140 Kodeksu pracy, nie są zdefiniowane granice dotyczące czasu rozpoczynania czy zakończenia pracy, a jedynie, na mocy porozumienia między pracownikiem a pracodawcą, ustalany jest czas konieczny do wykonania powierzonego zadania. System zadaniowy czasu pracy daje pracownikom największą swobodę decydowania o swoim czasie pracy, oczywiście w granicach określonych w Kodeksie pracy, wymaga od nich jednak samodyscypliny i samoorganizacji.

Zarówno elastyczność w odniesieniu do czasu, jak i miejsca pracy, powoduje, że dochodzi do swoistej transformacji dnia pracy. Z jednej strony łatwiej jest pogodzić życie osobiste z zawodowym, z drugiej jednak granice między nimi mogą się zacierać. Dochodzi także do profesjonalizacji przestrzeni prywatnej (domowej) i temporalnego przekształcenia jej w przestrzeń pracy. Warto rozważyć, jakie warunki pracy w domu można uznać za zgodne z zasadami ergonomii i BHP, ale też, jakie potrzeby mogą mieć pracownicy świadczący pracę poza terenem zakładu pracy.

5. Elastyczność pracy – wyzwania i potrzeby pracownika

Elastyczność zatrudniania pozwala wykorzystać ludzką aktywność w procesie pracy tak, aby – regulując formy stosunku pracy – umożliwić godzenie obowiązków zawodowych z indywidualnymi potrzebami pracowników [22]. Zarówno elastyczność czasowa, jak i przestrzenna pracy może pozwolić wykonującym ją pracownikom na realizację szeregu potrzeb osobistych, jak i zawodowych.

Potrzeby te można porządkować według licznych kryteriów. Na użytek niniejszego opracowania przyjęta została klasyczna hierarchia potrzeb Masłowa [23].

Wyzwania, a potrzeby niższego rzędu

Wśród potrzeb niższego rzędu, potrzeb fizjologicznych, na których pełniejszą realizację pozwalają elastyczność czasu i miejsca pracy można wymienić:

- potrzebę regularnego nawadniania organizmu – pracując z domu, pracownik nie musi ograniczać się tylko do spożywania napojów w trakcie ustawowych przerw w pracy, a także nie musi poświęcać czasu na przejścia między pomieszczeniami (co z kolei niestety utrudnia realizację potrzeby aktywności fizycznej), pracodawca z kolei jest zwolniony z konieczności zapewnienia pracownikowi napoju w upalne dni;

- potrzebę regularnego spożywania posiłków – praca z domu daje możliwość spożywania regularnych, świeżych, domowych posiłków (choć przygotowanie takich posiłków zabiera pracownikowi czas) lub zamawiania posiłków z ulubionych, okolicznych restauracji;
- potrzebę snu i odpoczynku – minimalizacja lub wyeliminowanie czasu poświęcanego na dotarcie do pracy pozwala na dłuższy sen, podobnie jak dopasowania godzin pracy i tempa pracy do indywidualnych preferencji i możliwości, czy rytmu dnia; w domu można także zrobić krótką drzemkę czy na chwilę się położyć, zmieniając pozycję ciała;
- potrzebę komfortu cieplnego – we własnym domu łatwiej dopasować warunki mikroklimatu do indywidualnych potrzeb (podczas, gdy na przykład w biurze typu *open space* jest to trudne), a także pracownik ma pełen dostęp do odzieży, którą może regulować potrzeby termiczne.

Realizacja tych potrzeb leży po stronie pracownika, oczywiście przy założeniu, że otrzymuje on wynagrodzenie pozwalające na ich zaspokojenie. Należy jednak pamiętać, że to, co dla jednych jest możliwością realizowania potrzeby za pośrednictwem elastycznych form zatrudniania, dla innych może prowadzić do deprywacji potrzeb. Elastyczność czasu i miejsca pracy może utrudniać pracownikom realizację niektórych potrzeb fizjologicznych. Jeśli dom jest miejscem pracy, wówczas zaburzona może być realizacja potrzeby odpoczynku od pracy, szczególnie, jeśli pracownik nie ma wyznaczonego pomieszczenia do pracy, a przestrzeń domowa zmienia tylko czasowo swoją funkcję. Praca z domu może zaburzać także potrzebę odpoczynku w czasie choroby, zwłaszcza jeśli stosuje się zasadę, że będąc chorym i nie przychodząc do pracy, można pracować z domu.

Kolejnym z wyzwań jest kontrola czasu pracy pracownika, zarówno samo-kontrola, jak i kontrola prowadzana przez pracodawcę. Nie chodzi tylko o to, czy pracownik nie pracuje mniej niż przewiduje dzienny i tygodniowy rozkład czasu pracy, ale też czy nie pracuje zbyt dużo, bez należytych przerw dziennych, dobowych czy weekendowych. Praca poza zakładem, szczególnie z domu, może powodować „całkowite wyzwolenie od czasu” [24], będącego w istocie całkowitym zatraceniu się w pracy.

Samo prowadzenie kontroli z technicznego i organizacyjnego punktu widzenia jest ogromnym wyzwaniem dla obu stron stosunku pracy, zważywszy na ich rozdzielność przestrzenną. W prowadzeniu takiej kontroli mogą pomóc systemy sztucznej inteligencji (SI), które nie tylko pozwalają na pomiar efektywności pracy, ale także dają wskazówki, jak ją optymalizować. Co więcej systemy SI mogą dawać pracownikom *feedback*. Przykładem takiego rozwiązania jest opracowany przez firmę Status Today system Isaak [25], pozwalający na monitorowanie

aktywności pracowników. Pozwala on nie tylko na pomiar efektywności pracy, ale i na określenie indywidualnego stylu pracy i udział pracy jednostek w pracy zespołowej. Systemy takie budzą jednak niemałe kontrowersje i obawy ze strony pracowników. Wątpliwe są także prawne aspekty takiej kontroli, które są sprzeczne chociażby z przepisami zawartymi w załączniku do rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe [21], stanowiącymi, że nie jest możliwe prowadzenie kontroli ilościowej i jakościowej pracy pracownika pracującego z monitorem ekranowym bez wiedzy tego pracownika.

Elastyczność przestrzenna pracy pozwala na realizację kolejnych potrzeb niższego rzędu, potrzeb bezpieczeństwa i pewności. We własnym domu lub miejscu przez siebie wybranym pracownik może realizować:

- potrzebę wygody i komfortu – domowe środowisko może być znacznie bardziej komfortowe, niż to w zakładzie pracy, poza tym w domu pracownik może pracować w stroju niekrępującym jego ruchów, w którym czuje się swobodnie;
- potrzebę spokoju – praca z domu daje możliwość pewnego odosobnienia, pracy w samotności, a co za tym idzie pozwala na ciszę i spokój (przy założeniu, że inni domownicy go nie zakłócają), na który nie pozwala biuro typu *open space*; można także unikać bezpośrednich konfrontacji z innymi, prowadzących do konfliktów;
- potrzebę wolności od strachu – dom jest miejscem, w którym większość ludzi czuje się najbezpieczniej, jest azylem;
- potrzebę bezpiecznych warunków pracy – dom daje poczucie bezpieczeństwa (co niestety powoduje, że ludzie zapominają, że jak podają statystyki, 9 na 10 wypadków zdarza się w domu);
- potrzebę higienicznych warunków pracy – w domu można zadbać o czystość pomieszczeń, szczególnie toalet, których stan w zakładzie pracy nie zawsze spełnia oczekiwania pracowników;
- potrzebę zachowania zdrowia – dzięki pracy w domu możliwe jest uniknięcie kontaktu z osobami chorymi.

Realizacja tych potrzeb wymaga udziału zarówno pracowników, jak i pracodawców. Mimo, że zgodnie z Kodeksem pracy w przypadku telepracy pracodawca jest wyłączony z części odpowiedzialności za zapewnienia pracownikowi bezpiecznych i higienicznych warunków pracy, mając na uwadze jego dobro, powinien on dostarczyć pracownikowi wytyczne, jak kształtować takie stanowisko pracy. Co więcej, jeśli to pracownik ma zakupić na przykład siedzisko, za które otrzyma ekwiwalent pieniężny, wówczas również pracodawca powinien wskazać wytyczne do dokonania takiego zakupu, oparte o akty prawne, norma-

tywne i dobre praktyki. W przypadku pracy zdalnej, zarówno w sensie ustawy „covidowej”, jak i tej nieuregulowanej prawnie, pracodawca również, dbając o zdrowie i komfort pracowników, powinien przekazać im wytyczne, jak kształtować domowe stanowisko pracy.

Kolejnym z wyzwań dla pracodawców związanych z potrzebą bezpieczeństwa są niewątpliwie wypadki przy pracy, do których dochodzi podczas świadczenia pracy w domu pracownika lub innym miejscu poza zakładem pracy. Zarówno w przypadku telepracy, jak i pracy zdalnej nie ma określonych zasad postępowania powypadkowego. Najtrudniejsze wydaje się ustalenie, czy zdarzenie miało związek z pracą, czego nie ułatwia także brak świadków zdarzenia. W przytaczanych rekomendacjach pracodawców znalazła się sugestia, by wypadki przy pracy zdalnej były badane przez Zakład Ubezpieczeń Społecznych bez udziału pracodawcy, a rolą pracownika powinno być wykazanie związku z pracą.

Trudności wiążą się także z samym przeprowadzeniem oceny ryzyka zawodowego, która z racji na świadczenie pracy w różnych miejscach, powinna mieć zidentyfikowane różne zagrożenia środowiskowe i być każdorazowo indywidualizowana, co jest czasochłonne i kosztowne. Warto też zauważyć, że niektórym pracownikom nadzór czy bieżąca kontrola daje poczucie bezpieczeństwa, a praca w domu, często takowych jest pozbawiona.

Warto zastanowić się także nad finansowym aspektem pracy elastycznej przestrzennie, który również wiąże się z potrzebą bezpieczeństwa. Pracownicy w naturalny sposób dążą do minimalizacji kosztów swojej pracy. Praca z domu lub innego wybranego przez pracownika miejsca pozwala na minimalizację lub wyeliminowanie:

- kosztów dojazdów do pracy,
- kosztów związanych z wyglądem (odzież, obuwie, kosmetyki, fryzjer),
- kosztów gotowych posiłków, przekąsek i napojów spożywanych w pracy.

Z drugiej strony praca we własnym domu, szczególnie praca zdalna w sensie ustawy „covidowej”, może dodatkowo obciążać pracownika finansowo, zwłaszcza, gdy pracodawca nie zapewnia należytego wyposażenia i środków pracy lub nie wypłaca ekwiwalentu za korzystanie z własnych, na co ustawa ta pozwala. Wówczas wyzwaniem finansowym dla pracownika może być, obciążający go:

- koszt narzędzi pracy: komputera, monitora, klawiatury, myszy, zestawu słuchawkowego, kamery, drukarki, dysków zewnętrznych itp.),
- koszt licencji programów komputerowych, dostępu do chmur danych,
- koszt mebli: biurka, krzesła, szafek, regałów itp.,
- koszt podnóżka, uchwyty na dokumenty, podstawy pod laptopa,
- koszt innych środków pracy: tonerów, papieru, materiałów biurowych itp.,
- koszt dostępu do Internetu,
- koszt zużytej energii elektrycznej.

Wyzwania, a potrzeby wyższego rzędu

W odniesieniu do potrzeb przynależności, będących potrzebami wyższego rzędu, elastyczność miejsca, jak i czasu pracy pozwala realizować potrzebę więzi. Dzięki częstszemu przebywaniu w domu z rodziną czy partnerem życiowym można wzmocnić więź rodzinną (choć można ją także osłabić), możliwe jest także przeplatanie czasu pracy czasem opieki nad dziećmi, czy innymi osobami zależnymi, ale też nad zwierzętami.

Jednocześnie, elastyczność miejsca pracy może utrudniać pracownikom realizację potrzeb przynależności, takich jak:

- potrzeba partycypacji w życiu społecznym – częste przebywanie w domu może dawać poczucie wyalienowania, wyłączenia ze społeczeństwa, może też dawać poczucie braku bezpośredniego uczestniczenia w procesach czy zadaniach i braku wpływu;
- potrzeba uczestnictwa w życiu grupy społecznej – wirtualność, szczególnie w odniesieniu do starszych pokoleń, może nie pozwolić w pełni partycypować w życiu grup, na przykład w życiu grupy zawodowej;
- potrzeba kontaktów bezpośrednich – pracownicy mogą odczuwać brak kontaktów bezpośrednich z innymi pracownikami, z przełożonymi, podwładnymi, brak niewerbalnej komunikacji, w tym dostrzegania emocji innych; mogą odczuwać także brak bezpośredniej pomocy w razie wystąpienia problemów technicznych czy merytorycznych.

Dodatkową trudność może stanowić dla pracowników budowanie i utrzymywanie relacji wirtualnych.

Elastyczność, zarówno czasu, jak i miejsca pracy, pozwala realizować należąca do potrzeb uznania:

- potrzebę wolności – taka praca daje poczucie niezależności i braku nadzoru, szczególnie jeśli pracownik ma pełną swobodę decydowania o tym, gdzie i kiedy chce pracować oraz może on organizować swoją pracę i dopasować ją do własnego sposobu działania,
- potrzebę bycia aktywnym zawodowo – praca z domu jest szansą dla osób z niepełnosprawnościami czy osób sprawujących opiekę nad osobami zależnymi, do bycia aktywnym na rynku pracy, co pozwala jednocześnie realizować potrzebę poczucia własnej wartości.

Realizacja potrzeb uznania, może również być nieco utrudniona w odniesieniu do pracy elastycznej przestrzennie. Pracując w domu, bez bezpośredniego kontaktu z innymi, będącymi „lustrem”, zaburzona może być realizacja tych potrzeb. Uznanie, często nie musi być wyrażane słownie, a jedynie pozawerbal-

nie, na przykład znaczącym spojrzeniem, uśmiechem. Brak pozawerbalnej komunikacji i możliwości dostrzegania emocji innych pozbawia pracowników pracujących poza zakładem pracy istotnego elementu interakcji. Dlatego tak istotne jest, by przy komunikacji za pośrednictwem wideoczatów, korzystać z możliwości wzajemnego widzenia się.

Potrzeba najwyższego rzędu, potrzeba samorealizacji, może być spełniona, jeśli pracownicy świadczący pracę poza terenem zakładu pracy czy pracę elastyczną czasowo widzą jej wymierne efekty i mają punkt odniesienia, który z kolei daje sens działania. Praca z domu, szczególnie ta wykorzystująca środki komunikacji elektronicznej, zmusza pracowników do rozwoju, uczenia się nowych narzędzi, nowych sposobów komunikacji i działania. Jednak wyzwaniem zarówno dla pracowników, jak i pracodawców może być poziom kompetencji cyfrowych i lęk pracowników przed technologiami.

6. Podsumowanie

W wyniku nieustannych, coraz szybciej następujących zmian społeczno-technologicznych, transformacji ulegają sposoby świadczenia pracy. Elastyczność czasowa i przestrzenna pracy, które do niedawna były awangardą, stają się codziennością, a telepraca i praca zdalna przestają być marginalnymi formami świadczenia pracy.

Roku 2020 pokazał, że znaczna część pracowników może świadczyć pracę poza zakładem pracy, mając zapewnioną nie tylko elastyczność miejsca, ale i czasu pracy. Rok ten pokazał także, jak słuszna jest Giddensowska koncepcja „późnej nowoczesności”, a w szczególności konstytuująca ją cecha rozdzielności miejsca i czasu [26]. Prowadzone przez szkoły i uczelnie zajęcia online w czasie rzeczywistym lub formie e-learningu, a także wirtualne zebrania pracowników popularnie zwane „kolami” lub „telco” (z ang. *call* – rozmowa telefoniczna), są przykładem na to, że jedność miejsca przestała być warunkiem koniecznym sprawnej komunikacji zespołowej czy edukacji. Możliwość nagrywania takich zajęć czy spotkań i ich późniejszego odtwarzania sprawiła, że jedność czasu również przestała być koniecznością.

Nowa sytuacja, w jakiej znaleźli się pracownicy, stała się źródłem licznych wyzwań, zarówno dla pracodawców, jak i pracowników, chcących odpowiednio: zapewnić i zachować zdrowy tryb pracy gwarantujący pełen dobrostan fizyczny, psychiczny i społeczny. Niestety, przepisy prawa krajowego, odnoszące się do pracy świadczonej poza zakładem, na przykład we własnym domu, są nieprecyzyjne i nieadekwatne w stosunku do nowych trendów i form pracy, ale także do potrzeb i możliwości pracowników. Nie dają one klarownych wytycznych, jak organizować pracę oraz kształtować domowe środowisko i przestrzeń pracy tak, aby spełniała wymagania ergonomii i BHP. O ile na terenie zakładów pracy

stworzenie odpowiednich warunków i przestrzeni pracy, jak i kontrolowanie respektowania wymagań ergonomii i BHP, zarówno przez pracodawcę, jak i pracownika, jest możliwe, o tyle w sytuacji, gdy pracownik świadczy pracę poza nim miejscem pracy, w szczególności w swoim domu, jest to dla pracodawcy zadaniem niemal niewykonalnym. Taka elastyczność przestrzenna pracy stanowi niemałe wyzwanie dla obu stron stosunku pracy. Niejasny jest też zakres odpowiedzialności pracodawcy i pracownika w obszarze bezpieczeństwa pracy wykonywanej z domu czy innego miejsca poza zakładem pracy. Praca poza terenem zakładu wydaje się być nieco poza kontrolą, zarówno pracodawcy, jak i instytucji sprawujących nadzór nad warunkami pracy i przestrzeganiem prawa pracy.

Warto zatem przyjąć pewne systemowe podejście, określające, jak – w oparciu o potrzeby pracownicze – pracodawca powinien wspierać pracownika w organizacji pracy czy kształtowaniu stanowiska pracy w jego domu. Należy żywić nadzieję, że rosnący udział pracowników świadczących pracę poza terenem zakładu pracy, na przykład w formie telepracy czy pracy zdalnej, sprawi, że ich potrzeby zaczną być dostrzegane nie tylko przez pracodawców, ale i przez prawodawców, stając się wytycznymi do zmian w przepisach.

Literatura

- [1] Toftter A., (1985), *Trzecia fala*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
- [2] *Słownik języka polskiego*, M. Szymczak (red.), tom III, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- [3] Wpływ epidemii COVID-19 na wybrane elementy rynku pracy w Polsce w pierwszym kwartale 2020 roku, informacja sygnałna, 10.06.2020, GUS, 2020.
- [4] Wpływ epidemii COVID-19 na wybrane elementy rynku pracy w Polsce w drugim kwartale 2020 roku, informacja sygnałna, 10.09.2020, GUS, 2020.
- [5] Lipski A., Czas wolny w czasie życia, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2008, nr 70 (4).
- [6] Lipski A., (1992), Problem czasu wolnego w warunkach transformacji ustroju społecznego, [w:] Frąckiewicz L., (red.), Człowiek, praca, społeczeństwo: materiały z Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej, Ustroń Wielkopolski, 13-16 czerwca 1992, Prace Naukowe, Akademia Ekonomiczna w Katowicach, Katowice.
- [7] Bokszański Z., *Późna nowoczesność w teorii socjologicznej Anthony’ego Giddensa*, „Civitas Hominibus: rocznik filozoficzno-społeczny” 2010, nr 5, ss. 9-17.
- [8] Dekret o 8-mio godzinnym dniu pracy, Dz.U. z 1918 r. nr 17, poz. 42.
- [9] Owen R., (1991), *A New View of Society and Other Writings*, Penguin Books Limited.

- [10] Orsetti M., Robert Owen. *Wielki przyjaciel ludzkości*, „Wiedza i Życie” (1926), Warszawa.
- [11] Nilles J.M., Carlson F. R., Gray P., Hanneman G., (1976), *The Telecommunication-s-Transportation Tradeoff: Options for Tomorrow*, John Wiley&Sons, Inc., New York
- [12] Nilles J.M., (1998), *Managing Telework. Strategies for Managing the Virtual Workforce*, Wiley.
- [13] Bauman Z., (2000), *Globalizacja*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa, s. 92.
- [14] Ustawa dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy, (Dz.U. z 2019 r., poz. 1040), tekst jednolity z dn. 18 czerwca 2020 r.
- [15] Ustawa z dnia 24 sierpnia 2007 r. o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2007 r. nr 181, poz. 1288).
- [16] Ustawa z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz. U. z 2002 r. nr 144, poz. 1204).
- [17] Ustawa z dnia 2 marca 2020 r. o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych
- [18] *Praca zdalna – rekomendacje pracodawców*, https://absl.pl/storage/app/media/covid/Rekomendacje_praca%20zdalna.pdf (dostęp: 20.09.2020).
- [19] The International Ergonomics Association, <https://iea.cc/what-is-ergonomics/> (dostęp: 26.09.2020).
- [20] Górská E., Tytyk E., *Rekomendacja ergonomiczna wyrobów powszechnego użytku*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie” 2017, Nr 73, s. 93.
- [21] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe (Dz.U. z 1998 r. nr 148, poz. 973).
- [22] Skóra A., (2009), *Elastyczne formy zatrudnienia i organizacji pracy*, [w:] *Kotlorz D., (red.), Deregulacja rynku pracy i koszty pracy jako determinanta wzrostu zatrudnienia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamickiego w Katowicach, Katowice.
- [23] Maslow A.H., (1954), *Motivation and Personality*, Harper & Row.
- [24] Barber B.R., (2008), *Skonsumowani. Jak rynek psuje dzieci, infantyлізуje dorosłych i połyka obywateli*, Muza, Warszawa, s. 154.
- [25] Isaak by StatusToday, <https://blog.statustoday.com/> (dostęp: 25.09.2020).
- [26] Giddens A., (1994), *The Consequences of Modernity*, Stanford: Polity Press.

CHALLENGES OF TIME AND SPACE FLEXIBILITY OF WORK – THEORETICAL STUDY

Abstract: *The chapter is a theoretical study of the issues of the flexibility of time and space of work, in particular off-site work, including teleworking and remote work. The aim of the chapter is to discuss the changes in the approach to time and place of work that have taken place in the aftermath of the industrial revolutions, as well as the selected models, systems and forms of work provision that have emerged as a result of socio-technological changes. The aim of the study is also to highlight the legal aspects of off-site work, such as teleworking and remote work, to identify their similarities and differences, but also to define the challenges for employers and employees that arise from the needs of workers and the laws relevant to the issue or from legal loopholes.*

Keywords: flexible forms of employment, teleworking, remote work, employee needs.

BEZPIECZEŃSTWO W LOGISTYCE TRANSPORTU

Łukasz Zwoliński

Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

zwolin4@o2.pl

Streszczenie: *Celem przedstawionego rozdziału jest zobrazowanie istoty i znaczenia transportu, jego rodzaju, zdefiniowanie pojęć transportu, logistyki i spedycji tworzących branżę TSL, przedstawienie praktycznego zastosowania transportu w obszarze bezpieczeństwa na przykładzie sektora ochrony zdrowia – transportu sanitarnego i uwarunkowań jego wykorzystania, a także opisanie rodzaju występujących ambulansów w Polsce.*

Słowa kluczowe: logistyka, transport, bezpieczeństwo, ochrona zdrowia

1. Wprowadzenie

Jedną z podstaw zachowania ciągłości procesów wytwórczych i usługowych przez organizacje funkcjonujące na rynku jest wdrażanie coraz bardziej rozwiniętych rozwiązań z zakresu szeroko pojętej logistyki transportu która umożliwia m.in. fizyczne przepływy niezbędnych surowców, komponentów do produkcji, a także dostarczanie gotowego wyrobu do klienta. Bezpieczeństwo transportu oraz zachodzących w jego ramach procesów logistycznych ma kolosalne znaczenie, praktycznie dla każdej formy i rodzaju działalności, w tym gospodarczej, biznesowej i społecznej, bowiem warunkuje wypełnianie zarówno standardowych, jak i złożonych zadań przez organizacje względem stron zainteresowanych. Proces logistyczny jest to uporządkowany i uregulowany łańcuch operacji ściśle związany z przepływem materiałów. Polega na fizycznym przemieszczaniu produktów przez kolejne fazy działalności przedsiębiorstwa, aby w rezultacie zrealizować cel [1].

2. Transport

Istota transportu

Transport pozwala na codzienną egzystencję podmiotów publicznych i prywatnych, dając możliwość przemieszczania określonych dóbr i ludzi wyznaczonymi trasami transportowymi w zaplanowanym czasie.

Wyróżniamy wiele interpretacji pojęcia transportu – jest to m.in.:

- zespół czynności związanych z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych przy użyciu odpowiednich środków [2];
- zespół czynności związanych z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych za pomocą odpowiednich środków; obejmuje zarówno samo przemieszczanie z miejsca na miejsce, jak i wszelkie czynności konieczne do osiągnięcia tego celu, tj. czynności ładunkowe (załadunek, wyładunek, przeładunek) oraz czynności manipulacyjne (np. opłaty); także dział gospodarki świadczący usługi polegające na przemieszczaniu osób i ładunków; transportem bywają też nazywane zespoły osób lub partie przemieszczanych ładunków [3];
- wyodrębniony zespół czynności związanych z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych przy użyciu odpowiednich środków (np. samochodu, samolotu, kolei, statku itp.) [4].

Poruszając problematykę transportu w kontekście logistyki, należy odnieść się do próby zdefiniowania logistycznego systemu transportowego, pozwalającego na fizyczne przepływy osób oraz dóbr materiałowych. Logistyczny system transportowy to zorganizowany i zsynchronizowany sposób fizycznego przemieszczania osób, dóbr materiałowych (usług) z punktu odprawy (nadania) do punktu przeznaczenia, wykorzystując układ komunikacyjny (podsystem bierny), wypełniany inwestycjami transportowymi (podsystem czynny) [5]. Poprzez transport możliwy jest przepływ towarów, mający miejsce pomiędzy zainteresowanymi podmiotami, czyli systemami gospodarczymi, ponadto jest spoiwem scalającym rozproszone przestrzenie miejsca, zarówno nabywcy, jak i sprzedającego [5].

Rodzaje transportu

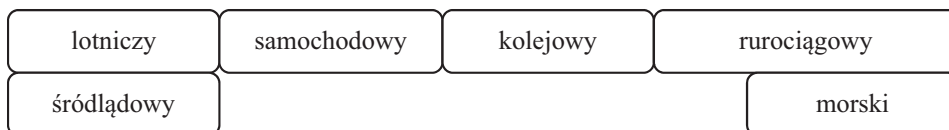
Powszechnie transport dzielimy na zewnętrzny i wewnętrzny. Transport zewnętrzny (external transport) to transport przebiegający poza obrębem określonego obiektu (kraju, miasta, fabryki), ale powiązany z tym obiektem trasami transportowymi [2, s. 206], natomiast transport wewnętrzny (internal transport) to transport przebiegający w obrębie określonego obiektu [2].

Zadaniem transportu zewnętrznego jest dostarczanie niezbędnych surowców i półproduktów, a także wywóz finalnych produktów i odpadów

[5]. Istotnym elementem efektywnego funkcjonowania transportu jest wybór przewoźnika, składający się z kilku etapów [5]:

- w pierwszym etapie klient wybiera gałąź transportu;
- w drugim etapie klient podejmuje decyzję odnoszącą się do formy prawnej (przewoźnik publiczny, kontraktowy, prywatny), a także dokonuje wyboru usługodawcy transportu;
- etap trzeci zawiera analizę następujących determinantów:

- koszty transportu,
 - czas przewozu i jego niezawodność,
 - zabezpieczenie (ubezpieczenie) masy przewozowej,
 - zdolność przewozowa (różnorodność środków transportu, posiadanie urządzeń do przemieszczania określonych ładunków) i dostępność przestrzenna (możliwość usługodawcy transportowego do przemieszczania w dowolnie wybrane miejsce),
 - posiadanie nowoczesnych systemów informacyjnych.
- Podstawowe gałęzie transportu przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Podstawowe gałęzie transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szymonik, Zarządzanie zapasami i łańcuchem dostaw, Difin, Warszawa 2013, s. 33.

System transportu wewnętrznego tworzy bardzo istotny składnik infrastruktury procesów logistycznych, które aktywnie wpływają na szybkość przemieszczania towarów, poziom procesów manipulacyjnych i transportowych pod względem ich wydajności, a jednocześnie zapewniają ochronę przed uszkodzeniem i utratą wartości użytkowych. Środki transportu wewnętrznego mają bardzo ważny wpływ na przebieg procesów produkcyjnych [6].

Do urządzeń z grupy systemów transportu wewnętrznego zaliczamy takie środki manipulacji i transportu, jak [6]:

- maszyny i urządzenia transportowe,
- urządzenia do składowania,
- urządzenia pomocnicze

System transportu wewnętrznego obejmuje wszystkie działania związane z przemieszczaniem ładunków w obrębie zakładu, od momentu przyjęcia surowców i półproduktów z transportu zewnętrznego, poprzez cały okres produkcyjny, aż do przekazania gotowego wyrobu lub odpadu ponownie transportowi zewnętrznemu [5]. Główna odpowiedzialność za przewóz osób i towarów w określonej „zamkniętej” przestrzeni spoczywa na transporcie wewnętrznym i jego sprawnej organizacji. Poza wymienionymi rodzajami transportu, wyróżniamy m.in.:

- transport bimodalny – (kolejowo-drogowy) polega na transporcie drogą kolejową odpowiednio dostosowanych naczep samochodowych (bimodalnych) na wózkach kolejowych [2];

- transport droga-kolej – transport kombinowany, wykonywany przez kolej i transport drogowy [2];
- transport drogowy – przemieszczanie towarów pomiędzy wskazanymi punktami na lądzie przy użyciu pojazdów drogowych [2];
- transport intermodalny – przewóz towarów w jednej i tej samej jednostce ładunkowej lub pojeździe drogowym, przy użyciu kolejno dwóch lub więcej gałęzi transportu bez przeładunku samych towarów, w zmieniających się gałęziach transportu [2];
- transport kombinowany – transport intermodalny, w którym główna część europejskiej podróży jest wykonywana przez kolej, żeglugę śródlądową lub transport morski, a początkowy i/lub końcowy odcinek jest wykonywany przez transport drogowy, tak krótko, jak to możliwe [2];
- transport magazynowy – transport wewnętrzny w obrębie magazynu związany z przyjęciem, składowaniem i wysyłką zapasów magazynowych [2];
- transport multimodalny – przewóz towarów przez co najmniej dwie lub więcej gałęzie transportu [2];

Logistyka transportu: należy do podstawowych zadań i procesów logistycznych realizowanych w przedsiębiorstwie. Zajmuje się planowaniem i optymalizacją przemieszczania ładunków, lecz do jej elementów zaliczyć można także spedycję oraz bazę magazynową. Jednym z najważniejszych celów logistyki transportu jest dostarczenie określonego produktu w określone miejsce w określonym czasie [7]. Pozwala organizacjom na sprawne przemieszczenie określonego dobra we wskazane miejsce w wyznaczonych ramach czasowych na ustalonych warunkach oraz według obowiązujących procedur prawnych.

Spedycja i logistyka – zdefiniowanie pojęć

Poruszając istotę transportu należy odnieść się do szerszej próby zdefiniowania także dwóch pojęć (elementów) łączących, w postaci spedycji i logistyki, tworzących wspólnie branżę TSL (transport, spedycja, logistyka).

Spedycja to organizowanie przewozu ładunków i wykonywanie wszystkich lub niektórych związanych z tym czynności. Działalność ta może być wykonywana przez [8]:

- użytkownika transportu (spedycja własna);
- przedsiębiorstwo transportowe (funkcja spedytora i przewoźnika połączona w jednym przedsiębiorstwie);
- wyodrębnione przedsiębiorstwo spedycyjne (przedsiębiorstwo to zajmuje się zarobkowo odpłatnie czynnościami związanymi z organizowaniem przewozu ładunków na rzecz określonego zleceniodawcy);
- organizacja przewozu ładunków oraz wykonywanie wszelkich niezbędnych czynności z tym związanych [2].

Do usług spedycyjnych możemy zaliczyć następujące działania [9]:

- udzielanie porad, wybór pojazdu i planowanie tras przewozu;
- ustalanie ceny i formułowanie warunków przewozu, w tym – miejsca i terminu nadania i załadunku przesyłki, dodatkowego ubezpieczenia ładunku;
- zawarcie umowy przewozu wraz z ważeniem, znakowaniem (np. nadaniem kodu kreskowego);
- przygotowanie dokumentów handlowych, w tym również do odprawy celnej;
- w razie potrzeby sporządzanie protokołu szkodowego.

Różnorodność definicji obrazujących istotę, cel i rolę logistyki nie pozwala na jej jednoznaczne zawężenie do konkretnej publikacji, możemy zatem spotkać się z następującymi jej określeniami:

- jest interdyscyplinarną dziedziną wiedzy (oprócz własnego dorobku korzysta z nauk technicznych, wojskowych, matematycznych, ekonomicznych, w tym o zarządzaniu), której przedmiotem badań są prawidłowości i zjawiska występujące podczas przepływu dóbr i informacji na całej długości łańcucha dostaw [5];
- zarządzanie procesami przemieszczania dóbr i/lub osób oraz działaniami wspomagającymi te procesy w systemach, w których one zachodzą [2];
- logistyka jako teoria i praktyka fizycznych przepływów materiałów, towarów i usług oraz towarzyszącej im informacji – znajduje się w stadium ciągłego rozwoju i dlatego na jej określenie używa się wielu definicji głównie funkcjonalnych, przedstawiających określony sposób podejścia danego autora [10];
- jest to proces planowania, realizowania i konstruowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów do produkcji wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta [11].

Realizowane usługi transportowe, spedycyjne oraz logistyka tworzą wspólnie branżę TSL, warunkującą wydajną i efektywną realizację celów i zadań w zakresie organizacji przepływu zasobów i fizycznego ich dostarczenia z punktu nadania do punktu odbioru zaplanowanymi trasami przewozu i dobranymi środkami transportu.

Skrót TSL pochodzi od słów transport-spedycja-logistyka. Jest to zespół działań, łączących w sobie działania z zakresu transportu, spedycji i logistyki w jedną, spójną całość. Efektem tego połączenia jest wydajna organizacja transportu [12].

Transport, spedycja i logistyka są niezbędnymi działaniami dla wszelkich podmiotów funkcjonujących w gospodarce wolnorynkowej, opartej na konkurencji. Pozwalają na stałe zaspokajanie potrzeb klientów rynku, zapobiegają powstawaniu luk w poszczególnych dziedzinach życia społeczno-gospodarczego, dostarczając niezbędnych surowców, półproduktów, wyrobów gotowych, zapewniając wywóz odpadów poprodukcyjnych i innych.

3. Praktyczne zastosowanie transportu w ochronie zdrowia

Charakterystyka transportu sanitarnego

Realizowane procesy transportowe przez poszczególne podmioty lecznicze, do których zaliczamy m.in. samodzielne publiczne zakłady opieki zdrowotnej (SPZOZ) [13], stanowią jeden z głównych determinantów wspomagających procesy leczenia i opieki nad pacjentem. Zarządzanie logistyką transportu w obszarze ochrony zdrowia wymaga od poszczególnych podmiotów leczniczych odpowiednich zasobów i ich koordynacji, w tym: finansowych, ludzkich, informacyjnych, infrastrukturalnych i oczywiście środków transportu (w tym specjalistycznego). Wymienione zasoby umożliwiają zachowanie ciągłości procesów związanych, m.in. z przewozem pacjentów, a także gwarantują całodobową dyspozycyjność, m.in. do bezpośredniego podejmowania akcji ratowniczych, np. w ramach Systemu Państwowego Ratownictwa Medycznego (PRM), w skład którego wchodzi następujące jednostki: szpitalne oddziały ratunkowe, a także zespoły ratownictwa medycznego, w tym lotnicze zespoły ratownictwa medycznego, mające podpisane umowy z Narodowy Funduszem Zdrowia (NFZ) [14]. Logistyka w zakresie transportu wpisuje się w ciąg działań (rozwiązań) systemowych, mających na celu zapewnienie wysokich standardów w procesach wspomagających leczenie pacjentów, a w sytuacjach kryzysowych, związanych z bezpośrednim ratowaniem życia, skraca cenny czas na podjęcie interwencji medycznej i dotarcie do poszkodowanych. Wykorzystywanie transportu w ochronie zdrowia umożliwia bieżące wypełnianie planowych zadań w niezbędnym czasie. Transport, będący w dyspozycji poszczególnych podmiotów leczniczych (lub obsługiwany przez zakontraktowane podmioty zewnętrzne), ma priorytetowe znaczenie i szeroki wachlarz zastosowania. Zasoby transportowe stanowią bazę zabezpieczającą od strony logistycznej działania medyczne (w tym ratownicze) i zaopatrzeniowe. Przykładem rodzaju transportu w ochronie zdrowia jest transport sanitarny. Transport sanitarny odbywa się na zlecenie lekarza ubezpieczenia zdrowotnego. I tak [15]:

- z bezpłatnego transportu sanitarnego korzysta pacjent wymagający podjęcia natychmiastowego leczenia w innej placówce leczniczej, w celu kontynuacji i zachowania ciągłości leczenia, a dysfunkcja narządu ruchu uniemożliwia skorzystanie ze środków transportu publicznego (bez względu na schorzenie);
- z transportu sanitarnego częściowo płatnego (NFZ pokrywa 40% kosztów) pacjent może skorzystać, gdy jest zdolny do samodzielnego poruszania się bez stałej pomocy osoby trzeciej, ale wymaga pomocy przy korzystaniu ze środków transportu publicznego lub wymaga korzystania z pojazdów dostosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Stopień niesprawności ubezpieczonego określa lekarz ubezpieczenia zdrowotnego, dokonując wpisu w dokumentacji medycznej oraz dokumentacji prowadzonej na potrzeby podmiotów zobowiązanych do finansowania świadczeń opieki zdrowotnej ze środków publicznych, następnie wydaje zlecenie na przewóz [16]. Oznacza to, że transport sanitarny zostanie sfinansowany w 40% ze środków publicznych wówczas, gdy jednocześnie zostaną spełnione następujące trzy warunki [16]:

- ✓ Zlecenie na taki transport wystawi lekarz ubezpieczenia zdrowotnego.
- ✓ Uprawnioną jest osoba, która przy korzystaniu ze środków transportu publicznego wymaga pomocy innej osoby lub środka transportu publicznego dostosowanego do potrzeb osób niepełnosprawnych.
- ✓ O ile osoba ta cierpi na jedną z chorób wymienionych w rozporządzeniu.

Natomiast w innych przypadkach przejazd środkami transportu sanitarnego do zakładu opieki zdrowotnej, który udziela świadczeń we właściwym zakresie, tam i z powrotem, jest odpłatny [16]. Korzystanie z transportu sanitarnego finansowanego (w 40%) ze środków publicznych jest uzależnione od rodzaju choroby osoby ubiegającej się o takie dofinansowanie (zob. tabela 1).

Tabela 1. Warunki korzystania z przejazdu środkami transportu sanitarnego finansowanego w 40% ze środków publicznych

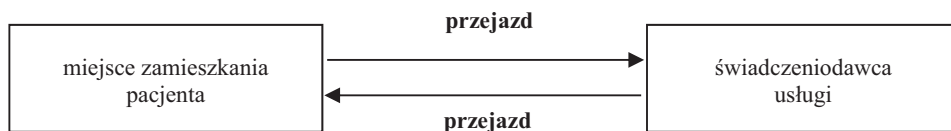
choroby krwi i narządów krwiotwórczych, choroby nowotworowe, choroby oczu, choroby przemiany materii, choroby psychiczne i zaburzenia zachowania, choroby skóry i tkanki podskórnej, choroby układu krążenia, choroby układu moczowo-płciowego, choroby układu nerwowego, choroby układu oddechowego, choroby układu ruchu, choroby układu trawiennego, choroby układu wydzielania wewnętrznego, choroby zakaźne i pasożytnicze, urazy i zatrucia, wady rozwojowe wrodzone, zniekształcenia i aberracja chromosomowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie: http://www.nfz-szczecin.pl/rrmoe_transport_sanitarny.htm, (dostęp: 9.08.2020).

Skierowanie na transport sanitarny Podstawowej Opieki Zdrowotnej (POZ) zostaje wystawione przez lekarza podstawowej opieki zdrowotnej, transport sanitarny w podstawowej opiece zdrowotnej przysługuje pacjentom w sytuacjach [15]:

- kiedy zachodzi konieczność leczenia określonego schorzenia w innej placówce leczniczej (ambulatoryjnej opieki specjalistycznej) – z wyłączeniem stanów nagłego zagrożenia zdrowia lub życia;
- dla zachowania ciągłości leczenia;
- przewozu z miejsca zamieszkania na leczenie realizowane w trybie stacjonarnym (do szpitala);
- przewozu z miejsca zamieszkania w celu wykonania zabiegów i procedur medycznych (np. badań) wynikających z leczenia prowadzonego przez lekarza POZ.

Świadczenie dotyczące transportu sanitarnego w POZ obejmuje zasięgiem przejazd z miejsca zamieszkania pacjenta do świadczeniodawcy i z powrotem [15] (zob. rys. 2).



Rys. 2. Transport sanitarny w POZ

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.nfz-warszawa.pl/dla-pacjenta/co-kazdy-pacjent-wiedziec-powinien/podstawowa-opieka-zdrowotna/>, (dostęp: 9.08.2020).

Z transportu (sanitarnego) „dalekiego” w POZ pacjent ma możliwość skorzystania w sytuacjach:

1. W związku z korzystaniem – z przyczyn losowych – ze świadczeń opieki zdrowotnej poza granicami kraju [15]:

- transport do domu, gdy pacjent musiał skorzystać z pomocy medycznej w szpitalu za granicą, a stan zdrowia w momencie wypisu ze szpitala jest stabilny, ale nie pozwala na samodzielny powrót do domu. Taki transport jest realizowany od granicy Polski do miejsca zamieszkania;
- transport do szpitala (kontynuacja leczenia), gdy pacjent wymaga kontynuacji leczenia w kraju, a stan jego zdrowia pozwala na uzyskanie wypisu i nie ma medycznych przeciwwskazań do przewozu ambulansem. W takim przypadku przysługuje transport od granicy Polski do szpitala, który jest położony najbliżej miejsca zamieszkania pacjenta i w którym możliwe jest kontynuowanie leczenia.

Istotnym pozostaje fakt, że do granicy z Polską transport zapewnia opiekę medyczną z tego kraju, w którym pacjent się leczył [15].

2. W związku z leczeniem na terenie Polski [15]:

- kiedy z przyczyn uzasadnionych medycznie pacjent musi skorzystać ze świadczeń konkretnej poradni specjalistycznej oddalonej od miejsca zamieszkania o więcej niż 120 km, a ogólny stan zdrowia pacjenta nie pozwala na samodzielne dotarcie do poradni. Transport w obydwie strony przysługuje wtedy od miejsca zamieszkania do najbliższej placówki medycznej, która udzieliła świadczeń;
- kiedy ze względów medycznych pacjent musi korzystać z wysokospecjalistycznych świadczeń ambulatoryjnych, które realizowane są jedynie przez niektóre poradnie, do których odległość od miejsca zamieszkania przekracza 120 km, a ogólny stan zdrowia pacjenta nie pozwala na samodzielny dojazd do poradni. Transport przysługuje wtedy od miejsca zamieszkania do poradni i z powrotem.

W celu skorzystania z transportu sanitarnego „dalekiego” w Podstawowej Opiece Zdrowotnej pacjent, ktoś z rodziny lub opiekun prawny, powinien wystąpić z wnioskiem do dyrektora oddziału wojewódzkiego NFZ [15]. Za transport „daleki” nie można uznać następujących działań [16]:

- przewóz pacjenta np. na badania diagnostyczne czy konsultacje do zakładu opieki zdrowotnej, na leczenie szpitalne itp. – jest to transport realizowany na dotychczasowych zasadach i finansowany w ramach stawki kapitacyjnej w POZ;
- przewóz pacjenta w trakcie hospitalizacji do innego zakładu opieki zdrowotnej celem kontynuacji leczenia lub wykonania specjalistycznych badań w innym zakładzie – zlecenie wystawia lekarz prowadzący leczenie w trakcie hospitalizacji;
- przewóz pacjenta do poradni specjalistycznej, jeśli po zakończeniu hospitalizacji pacjent otrzyma ze szpitala zlecenie dalszego leczenia w tej poradni – skierowanie na transport sanitarny wystawia lekarz prowadzący leczenie w trakcie hospitalizacji.

Powyższe zadania w obszarze transportu sanitarnego nie byłyby możliwe do zrealizowania bez logistyki. Podmioty lecznicze, w celu uzyskania pełnej zdolności do wypełniania zadań im przypisanych, są zobligowane do zorganizowania i zabezpieczenia skutecznych procesów transportowych w formie, rodzaju i trybie dopasowanym do potrzeb i oczekiwań stron zainteresowanych. Logistykę transportu stanowią:

- wszystkie metody pracy, metody informacyjne oraz administracyjne (zarządzanie personelem, flotą), dyspozycyjne (strategia transportowa, sterowanie transportem) i wielkości operacyjne (technika transportowa, technika przekazywania danych) w transporcie [17].

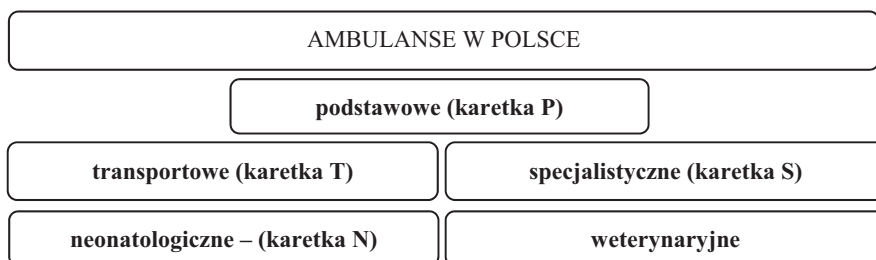
Logistyka transportu usprawnia skuteczne dotarcie na miejsce zdarzenia, przewóz pacjentów specjalistycznymi środkami transportu do właściwych placówek medycznych, ale również zapewnia bieżące zaspokajanie potrzeb poszczególnych zakładów opieki zdrowotnej w zakresie dostarczania niezbędnego asortymentu w procesie leczenia i opieki nad pacjentami.

Ambulans – zastosowanie

Ambulans stanowi podstawowy środek transportu wykorzystywany przez służby medyczne do wielu akcji związanych zarówno z ratowaniem życia i zdrowia poszkodowanych, np. wskutek zdarzeń wypadkowych, jak i służy do przewozu chorych do szpitala. Najnowocześniejsze wyposażenie medyczne, instalowane w ambulansach, umożliwia służbom medycznym przeprowadzanie działań medycznych bezpośrednio na miejscu zdarzenia, a także w trakcie przejazdu do punktu docelowego.

Ambulans (fr. *ambulance*), według ogólnej definicji, to środek transportu przeznaczony do przewozu chorych lub rannych z miejsca zdarzenia do szpitala, ale również pełniący funkcję transportu medycznego i międzyszpitalnego. Ponadto w definicji wskazuje się również, iż pojazd ten jest przeznaczony do udzielania pomocy na miejscu zdarzenia, dlatego obsługiwany jest przez specjalnie wyszkolone zespoły ratownicze. Podczas akcji ambulans jest pojazdem uprzywilejowanym w ruchu drogowym i może nie stosować się do przepisów ruchu drogowego [18].

W związku z powyższym, wyróżniamy następujące rodzaje ambulansów w Polsce [18] (zob. rys. 3):



Rys. 3. Rodzaje ambulansów w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.medfinance.pl/jakie-sa-rodzaje-karetek-w-polsce> (dostęp: 10.08.2020).

- Specjalistyczne (karetka S) tzw. „eski” to dawna karetka R. Ambulans S to karetka reanimacyjna, która jest używana w stanach zagrożenia życia. Jej obsługę stanowi minimum trzyosobowy zespół, w którym przynajmniej jedna osoba to lekarz. Jeśli żaden z członków obsady nie posiada uprawnień do prowadzenia pojazdów uprzywilejowanych, czwartą osobą może być kierowca. W porównaniu do innych typów ambulansów to właśnie wyposażenie karetki S jest najbardziej rozbudowane oraz wyekwipowane w najbardziej zaawansowaną aparaturę medyczną.
- Podstawowe (karetka P) posiadają obsadę składającą się z co najmniej dwóch ratowników lub pielęgniarek. Obecność lekarza w zespole ambulansu P nie jest wymagana – jeśli żaden z członków nie ma uprawnień do prowadzenia pojazdów uprzywilejowanych, trzecią osobą w zespole może być kierowca. Wyposażenie karetki P jest przystosowane do sytuacji, takich jak wypadki, urazy i zachorowania, gdzie nie wymaga się udziału ambulansu S.
- Transportowe (karetka T) – to ambulanse używane do transportu poszkodowanych i chorych, niewymagających intensywnego nadzoru, transportu międzyszpitalnego lub przewozu narządów bądź krwi. Najczęściej obsadę

stanowi kierowca oraz ratownik. W systemie istnieje również karetka transportowa lekarska, w skład której wchodzi również lekarz. Ambulanse tego typu są wykorzystywane do przewozu chorych, którzy wymagają nadzoru lekarskiego. Oznakowania karetek transportowych są różne, w zależności od regionu (kombinacja litery T np. „RT”, „ST” lub „TL”).

- Weterynaryjne – ambulanse te mogą mieć status pojazdów uprzywilejowanych, lecz nie wszystkie go mają. Najczęściej występują w kolorze żółtym w czerwone paski, z tyłu natomiast są niebieskie.
- neonatologiczne (karetka N) – ambulanse te używane są w sytuacjach podobnych do tych z użyciem karetek T, jednak przeznaczone są do transportu noworodków i niemowląt do 1 roku życia. Ambulans N jest wyposażony również w sprzęt reanimacyjny.

Warto dodać, że obok wymienionego rodzaju ambulansów, w użyciu pozostają również karetki podstawowej opieki zdrowotnej (POZ) oraz nocnej pomocy lekarskiej (NPL). Karetki podstawowej opieki zdrowotnej są zazwyczaj używane do wizyt domowych lekarza rodzinnego u osób niezdolnych do samodzielnego dotarcia do przychodni, gdy ich stan zdrowia nie zagraża ich życiu, natomiast karetki NPL pełnią dyżury w nocy w dni powszednie, a także całodobowo w święta i dni wolne od pracy [18]. Ponadto obowiązująca Polska Norma PN-EN 1789:2008 „Pojazdy mechaniczne i ich wyposażenie – ambulanse drogowe” określa wymagania dla kategorii ambulansów drogowych, wyznaczonych na podstawie wzrastającego poziomu leczenia, które może być wykonane [19]. Według niniejszej normy wyróżniamy następujące typy ambulansów drogowych [19] (zob. rys. 4):

- Typ A (ambulans do transportu pacjentów) – ambulans drogowy skonstruowany i wyposażony do transportu pacjentów, co do których nie przewiduje się, że zostaną pacjentami w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Istnieją dwa typy ambulansów do transportu pacjentów:
 - typ A1 – odpowiedni do transportu jednego pacjenta;
 - typ A2 – odpowiedni do transportu jednego pacjenta lub kilku pacjentów (na noszach i/lub w fotelu/-ach).
- Typ B (ambulans ratunkowy) – ambulans drogowy skonstruowany i wyposażony do transportu, podstawowego leczenia i monitorowania pacjentów.
- Typ C (ruchoma jednostka intensywnej opieki, ambulans ratunkowy) – ambulans drogowy skonstruowany i wyposażony do transportu, zaawansowanego leczenia i monitorowania pacjentów.

Zatem ambulans ratunkowy (typ B) jest przeznaczony dla podstawowego zespołu ratownictwa medycznego, a ambulans ratunkowy (typ C) dla specjalistycznego zespołu ratownictwa medycznego.

4. Podsumowanie

Wdrażane i realizowane nowoczesne rozwiązania logistyczne w zakresie transportu i jego poszczególnych gałęzi, wzbogacone o zaawansowane środki transportu, gwarantują bieżące zaspokajanie potrzeb przez organizacje rynkowe, gdzie obok, m.in. wartości użytkowych, ceny czy niezawodności, liczy się bezpieczeństwo, czas i sposób dostawy określonego asortymentu do coraz bardziej wymagającego klienta rynku.

Literatura

- [1] Hasło „proces logistyczny” w internetowej *Encyklopedii zarządzania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Proces_logistyczny (dostęp: 4.08.2020).
- [2] *Słownik terminologii logistycznej*, M. Fertsch (red. nauk.), (2006), Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- [3] Hasło „transport”, internetowa *Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/transport;3988780.html> (dostęp: 4.08.2020).
- [4] Hasło „transport” w internetowej *Encyklopedii Zarządzania*, <https://mfiles.pl/pl/index.php/Transport> (dostęp: 4.08.2020).
- [5] Szymonik A., (2013), *Zarządzanie zapasami i łańcuchem dostaw*, Difin, Warszawa.
- [6] Hasło „system transportu wewnętrznego” w internetowej *Encyklopedii Zarządzania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/System_transportu_wewn%C4%99trznego (dostęp: 9.08.2020).
- [7] Hasło „logistyka transportu” w internetowej *Encyklopedii Zarządzania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Logistyka_transportu (dostęp: 9.08.2020).
- [8] Hasło „spedycja” w internetowej *Encyklopedii Zarządzania*, <https://mfiles.pl/pl/index.php/Spedycja> (dostęp: 9.08.2020).
- [9] *Rynek usług logistycznych*, Ciesielski M (red. nauk.), (2005), praca zbiorowa, Difin, Warszawa.
- [10] Ficoń K., (2001), *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*, Impuls Plus Consulting, Gdynia.
- [11] Hasło „logistyka” w internetowej *Encyklopedii Zarządzania*, <https://mfiles.pl/pl/index.php/Logistyka> (dostęp: 9.08.2020).
- [12] *Czym jest TSL?*, blog Transport/Spedycja, <https://blogtransportspedycjawordpress.com/2016/03/29/czym-jest-tsl/> (dostęp: 9.08.2020).
- [13] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o działalności leczniczej, Dz.U. z 2011 r. nr 112, poz. 654.

- [14] *System Państwowe Ratownictwo Medyczne*, Ministerstwo Zdrowia, Serwis Rzeczpospolitej Polskiej, <https://www.gov.pl/web/zdrowie/system-panstwowe-ratownictwo-medyczne> (dostęp: 9.08. 2020).
- [15] *Podstawowa Opieka Zdrowotna*, Narodowy Fundusz Zdrowia, Mazowiecki Oddział Wojewódzki w Warszawie, <http://www.nfz-warszawa.pl/dla-pacjenta/co-kazdy-pacjent-wiedziec-powinien/podstawowa-opieka-zdrowotna/> (dostęp: 9.08.2020).
- [16] *Transport Sanitarny*, Narodowy Fundusz Zdrowia, Zachodniopomorski Oddział Wojewódzki w Szczecinie, http://www.nfz-szczecin.pl/rrmoe_transport_sanitarny.htm, (dostęp: 9.08.2020).
- [17] Hasło „logistyka transportu” w słowniku na platformie TransEdu, <https://edu.trans.eu/slownik/logistyka-transportu> (dostęp: 9.08.2020).
- [18] *Jakie są rodzaje karet w Polsce?*, Medifinance BFF Banking Group, <https://www.medifinance.pl/jakie-sa-rodzaje-karetek-w-polsce> (dostęp: 10.08.2020).
- [19] *Komunikat z dnia 05.02.2009*, Aktualności Centrali, Narodowy Fundusz Zdrowia, <https://www.nfz.gov.pl/aktualnosci/aktualnosci-centrali/komunikat,3628.html> (dostęp: 10.08.2020).

SECURITY IN TRANSPORT LOGISTICS

Abstract: *The aim of the presented article is to illustrate the essence and significance of transport, its type, to define the concepts of transport, logistics and shipping that form the TSL industry, to present the practical application of transport in the area of safety on the example of the health care sector – sanitary transport and the conditions of its use, and to describe the type of ambulances in Poland.*

Keywords: logistics, transport, safety, health protection.

OPTYMALIZACJA WIELOKRYTERIALNA W PROCESACH DECYZYJNYCH I JEJ WYKORZYSTANIE W ZARZĄDZANIU ŚRODOWISKIEM W ZRÓWNOWAŻONYCH MIASTACH

Katarzyna Żykwinska-Rouba

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

katarzyna.zykwinska-rouba@p.lodz.pl

Streszczenie: *Optymalizacja wielokryterialna jest narzędziem wspomagającym procesy decyzyjne w wielu dziedzinach i obszarach. Od wielu lat są one wykorzystywane do wspierania decydentów w zakresie podejmowania decyzji związanych z zarządzaniem środowiskiem, będących decyzjami, w których pod uwagę muszą byćbrane sprzeczne kryteria, a wśród interesariuszy są grupy o diametralnie innych potrzebach i interesach. Idea zrównoważonego rozwoju, która zakłada równe traktowanie kwestii społecznych, gospodarczych i środowiskowych, przyczyniła się do wzrostu znaczenia środowiskanaturalnegonaświecie. Z czasem stała się elementem nowoczesnej koncepcji inteligentnych miast tzw. smart city, które ewoluowały w tzw. zrównoważone miasta (sustainable smart city). Mnogość aspektów i problemów, z jakimi spotykały się władze miast, spowodowała ich zainteresowanie narzędziami wspierającymi podejmowanie decyzji. Na przestrzeni ostatnich 10 lat modele analizy i optymalizacji wielokryterialnej zostały mocno rozwinięte i wykorzystywane również na potrzeby zarządzania środowiskiem w inteligentnych miastach. W Indiach podjęto próbę opracowania systemu wspomagania podejmowania decyzji dla zrównoważonych miast (EDSS-SSCI) w latach 2015–2020. Biorąc pod uwagę podejście do rozwiązywania problemów w zakresie zarządzania środowiskiem, zbliżonych dla większości miast na świecie, można podjąć próbę stworzenia założeń dla sustainable smart cities dla polskich miast.*

Słowa kluczowe: smart city, sustainable smart city, optymalizacja wielokryterialna, wskaźniki środowiskowe, zarządzanie środowiskiem.

1. Wprowadzenie

Idea zrównoważonego rozwoju, szeroko stosowana na świecie, nadal wzbudza wiele dyskusji. Nie opracowano dotychczas jednolitej definicji, ale jej podstawowe intencje są jasno określone – ma na celu ukierunkowanie działań i podejmowanie decyzji przez organizacje (polityków, decydentów, menedżerów itp.) w taki sposób, aby potrzeby obecnych i przyszłych pokoleń zostały spełnione bez pogorszenia obecnego stanu środowiska i z zachowaniem obecnego poziomu życia społeczeństw. Poszczególne kraje i organizacje mają różne priorytety i tym samym różne podejścia do praktyki zrównoważonego rozwoju, dlatego też trudne jest opracowanie uniwersalnych wskaźników określających stopień spełnienia założeń tego podejścia. Rozwój zrównoważony zależy od kontekstu, możliwości i potrzeb określonych w danym regionie/organizacji czy sektorze gospodarczym, bo to, co jest zrównoważonym podejściem w jednym, nie musi oznaczać tego samego dla innego obszaru. Ta obserwacja doprowadziła do nieco bardziej elastycznego zdefiniowania pojęcia trwałego rozwoju, odwołującego się do regionalnych lub sektorowych polityk; tak też powstały pojęcia: „zrównoważony transport”, „zrównoważone miasta” czy „rolnictwo zrównoważone”.

2. Smart city i sustainable smart city

Zrównoważoność rozwoju z czasem stała się elementem nowoczesnej koncepcji inteligentnych miast tzw. *smart cities*, które wyróżniają się następującymi czynnikami:

- zaspokajanie potrzeb wszystkich mieszkańców,
- ciągle podnoszenie jakości życia mieszkańców,
- wykorzystanie najnowocześniejszych technologii,
- ponadprzeciętne tempo rozwoju,
- zrównoważoność rozwoju [1].

Smart city definiowane jest również jako miasto inwestujące w kapitał ludzki i społeczny, w którym infrastruktura komunikacyjna sprzyja i prowadzi do zrównoważonego rozwoju oraz podnosi jakość życia, gdzie kwestie publiczne rozwiązywane są przy dużym zaangażowaniu różnego rodzaju grup interesariuszy będących partnerami władz [2]. Wśród wielu aspektów koncepcji rozwoju *smart cities* oraz problemów, z jakimi stykają się władze i interesariusze, a istotnych z punktu widzenia niniejszych rozważań, są aspekty zarządzania środowiskiem, które same w sobie w dużej mierze decydują o jakości życia, a także bezpośrednio

wpływają na zdrowie i życie mieszkańców. Są one niestety najczęściej marginalizowane i pomijane. Decyduje o tym brak bezpośrednich i wymiernych korzyści materialnych oraz stosunkowo duże koszty wdrażania działań prośrodowiskowych, a przecież smart city jako takie jest źródłem wielu zagrożeń środowiskowych, co wynika z techniczno-urbanistycznego charakteru miast jako takich. W literaturze przedmiotu podnosi się konieczność zaprojektowania nowych modeli i narzędzi, które będą zapobiegały wystąpieniom zanieczyszczenia środowiska, przeprowadzenia kompletnych badań dotyczących wpływu pozostałych aspektów funkcjonowania smart city na środowisko, jak choćby inteligentnej gospodarki, a także stworzenia warunków prawno-ekonomicznych sprzyjających realizacji proekologicznych rozwiązań, z uwzględnieniem społeczeństwa [1].

W odpowiedzi na problemy środowiskowe miast pojawiła się koncepcja miasta zrównoważonego (*sustainable smart city*), wywodząca się ze wspomnianej koncepcji zrównoważonego rozwoju. Nie ma ona jednolitej definicji, jednakże wyraźnie wskazuje się tu na ograniczanie do minimum wpływu gospodarki i infrastruktury miejskiej na środowisko, a decyzje są podejmowane z uwzględnieniem głosów lokalnej społeczności oraz rachunku ekonomicznego [2]. W literaturze istnieje kilka prób zdefiniowania tego pojęcia, jedną z nich jest definicja Blanco i Mazmanian, którzy postrzegają miasta zrównoważone jako miasta zrównoważone ekologicznie, sprawiedliwe społecznie i opłacalne ekonomicznie, będące aktywną, rozwijającą się, ekologiczną społecznością, zajmującą się problemami teraźniejszości i przewidywalnej przyszłości, przy jednoczesnym stawieniu czoła trwającym wyzwaniom, związanym z rozwojem gospodarczym, równością i sprawiedliwością społeczną oraz ochroną środowiska [3].

3. Wielokryterialne wspomaganie decyzji w zarządzaniu środowiskiem

Te trzy obszary: społeczny, środowiskowy i ekonomiczny/techniczny to płaszczyzny, w których podejmowanie decyzji i procesy decyzyjne wymagają wzięcia pod uwagę wielu sprzecznych ze sobą kryteriów, które muszą uwzględniać perspektywę długoterminową. Decyzje podejmowane we wszystkich tych obszarach muszą odzwierciedlać długoterminowy kompromis pomiędzy utrzymaniem integralności środowiskowej, sprawiedliwości społecznej i efektywności ekonomicznej przy jednoczesnym zaangażowaniu zainteresowanych stron. Dodatkowym elementem, który musi być wzięty pod uwagę, to niepewność, która zwiększa ryzyko podejmowanych działań i je determinuje. W ciągu ostatnich kilku lat narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji związanych z rozwojem zrównoważonym bardzo się rozwinęły. Do tych, które zaadoptowano na potrzeby rozwiązywania problemów złożonych i najczęściej wykorzystywanych należą metody analizy wielokryterialnej (MCDM – *Multiple Criteria Decision Making*

stosowane częściej w Stanach Zjednoczonych, natomiast w Europie najczęściej stosowane jest wielokryterialne wspomaganie decyzji MCDA – *Multi Criteria Decision Aid*). Analiza wielokryterialna, jak podaje Bewszko [4] służy podejmowaniu decyzji i rozwiązywaniu problemów w oparciu o wiele kryteriów, a jej głównym celem jest wsparcie decydentów stojących przed koniecznością podjęcia złożonej decyzji. Rozwiązywanie problemów jest tu interpretowane jako wybór „najlepszego” wariantu ze zbioru dostępnych wariantów, gdzie „najlepszy” oznacza najbardziej korzystny dla decydenta lub decydentów, bądź też rozwiązaniem może być wybór niewielkiego zestawu wariantów lub ich grupowanie według różnych zestawów preferencji. Stosowane do niedawna metody optymalizacji jednokryterialnej, w której szukano ekstremum jednego kryterium, traktując pozostałe wskaźniki jako ograniczenia modelu powodowały, iż algorytm optymalizacyjny starał się za wszelką cenę spełnić to ograniczenie, a w przypadku niepowodzenia, uzyskane rozwiązanie traktował jako niedopuszczalne. Podejście to nie sprawdza się w przypadku wielu kryteriów i wielu decydentów, dlatego podjęto udane próby implementacji podejścia wielokryterialnego, które generuje rozwiązanie najlepsze z punktu widzenia wielu kryteriów i dąży do zaspokojenia aspiracji na pewnym poziomie [4]. Optymalizacja wielokryterialna jest uznawana obecnie za jedną z najbardziej rzeczywistych i naturalnych koncepcji podejmowania decyzji. Wykorzystuje się ją wszędzie tam, gdzie wynik rozważań zależy od wielu czynników i gdy w decyzji należy uwzględnić kilka sprzecznych celów, pozwala bowiem na znalezienie dla nich najlepszego kompromisu. Istnieje wiele rodzajów modeli wykorzystujących analizę wielokryterialną. Rdzeniem wybranego MCDA/MCDM jest model decyzyjny, który specyfikuje, jakiego rodzaju informacje będą potrzebne do przeprowadzenia procesu decyzyjnego i wyboru rozwiązania. Jednym z bardziej znanych podziałów jest podział zaproponowany przez Guitouni [5]:

- metody elementarne: suma ważona, metoda leksykograficzna, metoda max-min;
- pojedyncze zsyntetyzowane kryterium: TOPSIS (*Technique for Order by Similarity to Ideal Solution*), MAVT (*Multi-Attribute Value Theory*), UTA (*Utility Theory Additive*), SMART i SMARTER (*Simple Multi-Attribute Ranking Technique; Simple Multi-Attribute Ranking Technique Exploiting Ranks*), MAUT (*multi-attribute utility theory*), AHP/FAHP (*Fuzzy/Analytic Hierarchy Process*) i ANP (*Analytic Network Process*), EVAMIX, rozmyta suma ważona, rozmyte max-min;
- metody przewyższania: ELECTRE (*Elimination et Choice Translating Reality*) I i II, III i IV, PROMETHEE I, PROMETHEE II, MELCHIOR, ORESTE, REGIME, NAIADE (*Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environment*);

- metodę MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*);
- metodę DEA (*Data Envelopment Analysis*).

Metody analizy wielokryterialnej zajmują się oceną zbioru alternatywnych rozwiązań pod względem wielu, zazwyczaj konfliktowych, kryteriów decyzyjnych. Przy podejmowaniu decyzji w zrównoważonym rozwoju jest ona bardzo przydatna z kilku powodów. Po pierwsze, pozwala na jednoczesne uwzględnienie w procesie decyzyjnym wpływu trzech obszarów (gospodarki, środowiska, społeczeństwa), po drugie – umożliwia przetwarzanie danych zarówno ilościowych, jak i jakościowych, po trzecie – angażuje w proces podejmowania decyzji różne grupy interesariuszy, najczęściej przedstawiających odmienne punkty widzenia [6].

Na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat zauważono znaczny wzrost wykorzystywania narzędzi optymalizacji wielokryterialnej w procesach decyzyjnych, podejmowanych w kontekście zrównoważonego rozwoju. W literaturze przedmiotu można wyraźnie zauważyć kilka z nich, które stosowane są najczęściej. Najczęściej stosowaną metodą analizy wielokryterialnej jest metoda AHP/ANP. Polega ona na przedstawieniu problemu decyzyjnego w postaci struktury hierarchicznej, na szczycie której znajduje się cel decyzyjny, poniżej istotne i wpływające na niego kryteria, a na samym dole warianty decyzyjne. Niestety, nie zawsze możliwe jest takie ustrukturyzowanie problemów decyzyjnych, gdyż o wiele bardziej przedstawiają one swego rodzaju sieć wzajemnych powiązań i zależności. Tę właściwość uwzględniono w analitycznym procesie sieciowym (ANP), gdzie możliwy jest każdy rodzaj i kierunek wzajemnych relacji między poszczególnymi elementami w dowolnie wybranych grupach [7]. Dostępność tej metody, wynikająca z przyjaznego dla użytkownika oprogramowania do modelowania, a także – co bardzo istotne – możliwość wykorzystania jej w podejmowaniu decyzji grupowych, prawdopodobnie przesądziła o jej popularności.

Kolejną metodą wykorzystywaną w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych jest metoda TOPSIS/VIKOR. To metoda identyfikacji najlepszego rozwiązania spośród skończonego zbioru rozwiązań-alternatyw. Według metodyki TOPSIS najlepsze rozwiązanie to takie, które posiada najkrótszą odległość do rozwiązania najlepszego, a zarazem najdalszą od rozwiązania najgorszego [8]. Decyzje środowiskowe podejmowane są zazwyczaj w warunkach niepewności i ryzyka. Do ich wsparcia najczęściej stosuje się metody wykorzystujące zestawy rozmyte, rozkłady prawdopodobieństwa, liczby szare itp. Przesławione powyżej metody AHP, TOPSIS mogą mieć również wymiar rozmyty [6].

Największym problemem, na jaki napotykają decydenci w zakresie podejmowania decyzji środowiskowych są odłożone w czasie ich efekty i możliwe konsekwencje. Pierwszy problem stanowi definicja perspektywy krótko-

i długoterminowej w kontekście określenia liczby lat. Co do zasady, zrównoważony rozwój zakłada pozostawienie obecnych zasobów naturalnych dla przyszłych pokoleń w stanie co najmniej nienaruszonym – pytanie zatem jest, kiedy następuje owa wymiana pokoleń. W literaturze przedmiotu podaje się liczbę od 30 do 150 lat, w zależności od autorów. W pracach opublikowanych na przestrzeni ostatniej dekady zidentyfikowano dwie metody optymalizacji wielokryterialnej, które umożliwiają ocenę długoterminowych efektów, zakładając użycie wielookresowych ewaluacji rozwiązań alternatywnych – wspomnianych już TOPSIS i PROMETHEE [6]. Ta ostatnia jest metodą służącą do wyznaczenia syntetycznego rankingu alternatyw, stosuje się ją poprzez porównania parami i relację przewyższania. W ramach tej metody określane są przepływy preferencji, w których określa się, w jakim stopniu badany wariant przewyższa inne warianty lub jest przewyższany przez pozostałe. Dla każdej z par oblicza się zagregowany indeks preferencji, a następnie wskazuje się dodatni i ujemny przepływ przewyższania. Dodatni przepływ przewyższania jest stopniem, w jakim rozpatrywany wariant przewyższa wszystkie pozostałe, natomiast ujemny przepływ przewyższania wyraża stopień odwrotny, czyli w jakim jest on przewyższany przez wszystkie inne warianty. Uporządkowanie całkowite otrzymuje się, wykorzystując przepływ preferencji netto [7].

Problemy decyzyjne, powstające we wdrażaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju, a zwłaszcza zarządzania aspektami środowiskowymi, są bardzo złożone, ze względu na sprzeczne kryteria decyzyjne, zróżnicowane poglądy i wartości prezentowane przez interesariuszy, długoterminowe konsekwencje oceniane przez pryzmat niepewnej przyszłości oraz niedokładność danych, na jakich się opierają. Być może odpowiedzią na to wyzwanie jest ewolucja narzędzi modelowania niepewności, choćby z uwagi na fakt, iż nieprzewidziane zdarzenia mogą mieć wpływ na ocenę odległych rozwiązań alternatywnych.

4. Systemy wspomaganie decyzji środowiskowych i ich wykorzystanie w zarządzaniu środowiskiem w zrównoważonych miastach: studium przypadku

W odpowiedzi na wyzwania opisane powyżej, podjęto wysiłki zmierzające do stworzenia nowych narzędzi, umożliwiających radzenie sobie z bardziej złożonymi systemami, w wyniku których powstał środowiskowy system wspomaganie decyzji (EDSS – Environmental Decision Support Systems) [9]. System ten wykorzystywany jest do monitorowania i przechowywania danych, analizy sytuacji decyzyjnych, planowania, kontrolowania i przygotowywania działań naprawczych oraz komunikacji ze społeczeństwem. EDSS jest inteligentnym systemem,

który zdecydowanie skraca czas podejmowania decyzji, a także podnosi ich jakość. Składa się z systemów sztucznej inteligencji, elementów systemu informacji geograficznej, metod numerycznych i statystycznych oraz ontologii środowiska.

Wykorzystanie w systemie EDSS modeli numerycznych i sztucznej inteligencji zapewnia bezpośredni dostęp do wiedzy i nadaje temu narzędziu elastyczność i zdolność uczenia się. Ich integracja z modelami statystycznymi sprzyja większej dokładności i niezawodności, a także zwiększa przydatność do stosowania w różnych problemach. Jego budowa opiera się na pięciu poziomach:

1. Gromadzenie danych (budowa bazy danych, przetwarzanie informacji, dobór właściwych wskaźników).
2. Diagnostyka (wybór modelu do danego procesu).
3. Wspomaganie decyzji (wybór kryteriów, celów i zadań, wnioskowanie i przetwarzanie otrzymanych wariantów rozwiązań).
4. Przedstawienie zaproponowanych wariantów i modeli decydującym (zestawu czynności do wykonania w celu rozwiązania problemu).
5. Podjęcie działań oraz wyznaczenie poszczególnych wartości, które powinny być brane pod uwagę przez decydentów [9].

Kwestie ochrony środowiska należą do tych obszarów działalności człowieka, w których błędne decyzje w zakresie zarządzania mogą mieć katastrofalne konsekwencje zarówno społeczne, ekonomiczne, jak i ekologiczne. Podejmowanie decyzji o wsparciu procesu zarządzania modelem EDSS musi być wspólne dla decydentów i grup interesariuszy, w tym także dla społeczeństwa, którego podjęte decyzje będą dotyczyły bezpośrednio. EDSS przyczynia się nie tylko do znalezienia optymalnego rozwiązania spośród zestawu rozmaitych preferencji, ale powoduje także, iż mechanizm całego procesu jest bardziej otwarty i przejrzysty. EDSS może odgrywać kluczową rolę w interakcji pomiędzy ludźmi a ekosystemami, ponieważ jest narzędziem, które jest w stanie sprostać wielodyscyplinarnemu charakterowi i wysokiej złożoności problemów środowiskowych.

Biorąc pod uwagę dotychczasowe zastosowanie tego narzędzia w literaturze przedmiotu, pojawiły się wnioski i zalecenia dotyczące dalszych kierunków rozwoju. Przede wszystkim zauważono niebezpieczny trend pomijania grup użytkowników lub grup interesariuszy w procesie decyzyjnym, co – być może – jest spowodowane niejasnymi kryteriami lub też innymi problemami w identyfikacji tych grup. Aby grupa była wiarygodna, musi być zróżnicowana i reprezentatywna, dlatego dobór członków nie powinien stwarzać podejrzeń o stronniczość i faworyzowanie jednej z grup. Zaangażowanie przedstawicieli różnych obszarów, zwłaszcza w zarządzaniu środowiskiem, jest bardzo istotne, gdyż posiadają oni szeroką wiedzę i doświadczenie niezbędne do procesu podejmowania

decyzji w tym obszarze i jednocześnie dają bardzo ważne informacje zwrotne. Dopuszczenie ich do całego procesu podejmowania decyzji buduje poczucie odpowiedzialności i zwiększa prawdopodobieństwo zaakceptowania sugerowanych rozwiązań. Do procesu należy również zaprosić ekspertów – nie są oni interesariuszami. Ci drudzy mają wpływ na rozwój i określenie czynników, a pierwsi dogłębną wiedzę z danego tematu. Ich współpraca może zaowocować określeniem rodzaju poszukiwanych informacji (np. jakościowe, ilościowe, koncepcyjne), wyborem metody czy sposobu pozyskiwania informacji [6].

Sporym problemem dla decydentów w podejmowaniu decyzji środowiskowych jest wybór metody wspomagania decyzji. Przez wiele lat korzystano z systemów opartych na wiedzy, ocenie cyklu życia LCA, analizie kosztów i korzyści oraz analizie wielokryterialnej. Analiza kosztów i korzyści oraz LCA służą bardziej ocenie środowiskowej problemu, same w sobie nie są rzeczywistymi metodami wspierania decyzji, mogą natomiast służyć wsparciu innych systemów. Literatura przedmiotu wskazuje, iż na znaczeniu zyskuje optymalizacja wielocelowa lub wielowektorowa. Zdecydowanie najpopularniejszymi metodami są AHP/FAHP, PROMETHEE i ELECTRE. Analiza przypadków stwierdza jednak, iż stosowanie różnych metod może prowadzić do różnych wyników, co utrudnia decydentom podjęcie decyzji o tym, którą z metod wykorzystać. Z drugiej strony może to być argument za zastosowaniem kilku metod do jednego problemu, bo to pozwala na spojrzenie z różnych perspektyw i daje szansę na lepsze zrozumienie złożonych sytuacji, a tym samym wybór właściwego rozwiązania i ewentualnych alternatyw. Ważną kwestią, która rzadko jest poruszana przy okazji dyskusji nad rozwojem narzędzia EDSS, jest możliwość uzyskania zmiennych wyników w ramach jednej metody optymalizacyjnej. Ma to znaczenie we właściwym podejmowaniu decyzji, ponieważ decyzje mają charakter subiektywny, a zatem nie ma obiektywnie właściwej odpowiedzi. Przedstawienie sytuacji decyzyjnej na różne sposoby może prowadzić do różnych wyników i wyboru różnych alternatyw. Dodatkowo istnieje tendencja nadawania wyższej rangi kryteriom środowiskowym i społecznym niż celom ekonomicznym czy technicznym. Jest to uważane za bardziej akceptowalne społecznie (moralnie), niż sprzyjanie korzyściom ekonomicznym [6].

Biorąc pod uwagę doświadczenia zdobyte na przestrzeni lat oraz zaadopowanie idei zrównoważonego rozwoju przez zrównoważone miasta, w Indiach w 2015 r. powstał projekt opracowania, opartego na systemie EDSS programu EDSS-SSCI (*Environmental Decision Support System for Sustainable Smart City*) na potrzeby miast indyjskich [10]. Punktem wyjścia dla niego było znalezienie, a następnie zdefiniowanie 14 parametrów związanych ze środowiskiem, stosowanych przez Bank Światowy jako wskaźniki i kryteria rozwoju środowiska.

Są to parametry związane z następującymi obszarami:

- zarządzanie gospodarką odpadami (m.in. plan gospodarki odpadami, ilość odpadów poddanych recyklingowi i utylizacji, ilość zagospodarowanych bioodpadów, ilość energii i paliw pozyskanych w procesie utylizacji odpadów itd.);
- zarządzanie gospodarką wodną (m.in. identyfikacja strat wody, monitoring zasobów i zaopatrzenia w wodę, koszty obsługi systemu itd.);
- zarządzanie gospodarką ściekową (m.in. koszty obsługi systemu, dostęp do kanalizacji, oczyszczanie ścieków itd.);
- zarządzanie wodami opadowymi (odprowadzanie wody burzowej);
- zanieczyszczenie powietrza [10].

Oprócz tego pod uwagę wzięto wskaźniki środowiskowe z opracowania wytycznych dla Kluczowych Wskaźników dla Smart City, parametry stosowane w innych krajach (m.in. w Japonii i Niemczech). Efektem było powstanie systemu EDSS-SSCI opartego na 24 wskaźnikach środowiskowych, które następnie wykorzystano jako dane wejściowe (bazę danych) do stworzenia narzędzia decyzyjnego, służącego przeprowadzeniu procesu decyzyjnego, analizy porównawczej, oceny wyników i wdrożenia wybranych rozwiązań w jak najbardziej efektywny sposób, wykorzystując zasoby miejskie i zapewniając harmonijny rozwój miasta. System ten ma istotne znaczenie przy planowaniu strategicznym, szczególnie w kontekście decyzji politycznych, dotyczących rozwoju infrastruktury miejskiej. Przeprowadzono dogłębne analizy, dotyczące możliwości pozyskania danych do oceny wskaźników, bo – jak się okazało w trakcie prowadzenia analiz – dostępność danych jest bardzo istotna z punktu widzenia doboru wskaźników. Dane powinny być pozyskiwane ze sprawozdań rządowych, źródeł publicznych, wywiadów i obserwacji. Te z nich, których uzyskanie jest kosztowne lub też wymagają obszernych obliczeń (jak np. proponowany przez Bank Światowy wskaźnik śladu węglowego) nie powinny być uwzględniane. Zidentyfikowano kryteria, jakie należy zastosować do doboru wskaźników tak, aby mogły być one w pełni adekwatne. Należą do nich: istotność, kompletność, dostępność, zdolność do zmierzenia, wiarygodność i niezależność [10].

W poniższej tabeli przedstawiono 24 wskaźniki, które zastosowano we wspomnianym systemie EDSS SSCI, w podziale na obszary zarządzania środowiskiem w mieście.

Tabela 1. Wskaźniki stosowane w systemie EDSS-SSCI w poszczególnych obszarach zarządzania środowiskiem w mieście

Obszar zarządzania środowiskiem w mieście	Wskaźniki
Gospodarka odpadami	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recykling i redukcja odpadów budowlanych i rozbiórkowych. 2. Stopień segregacji. 3. Programy gospodarki odpadami stałymi prowadzone w mieście w ciągu ostatnich trzech lat. 4. Skuteczność zbierania odpadów komunalnych stałych. 5. Zakres odzyskanych odpadów stałych. 6. Stopień unieszkodliwiania. 7. Koszty funkcjonowania gospodarki odpadami.
Gospodarka wodna i wodociągowa	<ol style="list-style-type: none"> 8. Odpowiednie zaopatrzenie w wodę. 9. Ciągłość dostaw wody pod względem średniej liczby godzin na dobę. 10. Inteligentne liczniki i wodomierze. 11. Identyfikacja źródeł wody i eksploatacja wód podziemnych. 12. Identyfikacja wycieków i awarii. 13. Monitorowanie jakości wody. 14. Koszty usług wodociągowych.
Kanalizacja i urządzenia sanitarne	<ol style="list-style-type: none"> 15. Ilość toalet w przeliczeniu na mieszkańca. 16. Adekwatność przepustowości oczyszczalni ścieków. 17. Gospodarka ściekowa, w tym ilość ścieków oczyszczonych do ilości odebranych. 18. Wydajność odbioru sieci kanalizacyjnej. 19. Koszty systemu gospodarki ściekowej. 20. Jakość oczyszczonych ścieków.
Woda deszczowa	<ol style="list-style-type: none"> 21. Pokrycie obszaru zurbanizowanego siecią kanalizacji deszczowej.
Zanieczyszczenie powietrza	<ol style="list-style-type: none"> 22. Jakość powietrza. 23. Hałas. 24. Jakość wód powierzchniowych i akwenów wodnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10].

Jak twierdzą autorzy opracowania, wybrane wskaźniki mogą z powodzeniem zostać wykorzystane do oceny porównawczej wyników miast w zakresie inteligentnego i zrównoważonego rozwoju, biorąc pod uwagę rosnące inwestycje i poprawę infrastruktury miejskiej. Program zrównoważonego miasta na bazie wyników pochodzących z EDSS-SSCI był przewidziany do wdrożenia w latach 2015–2020, nie ma zatem jeszcze danych i informacji o efektach jego wdrożenia.

Jak twierdzą autorzy opracowania, wybrane wskaźniki mogą z powodzeniem zostać wykorzystane do oceny porównawczej wyników miast w zakresie inteligentnego i zrównoważonego rozwoju, biorąc pod uwagę rosnące inwestycje i poprawę infrastruktury miejskiej. Program zrównoważonego miasta na bazie wyników pochodzących z EDSS-SSCI był przewidziany do wdrożenia w latach 2015-2020, nie ma zatem jeszcze danych i informacji o efektach jego wdrożenia.

5. Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym rozdziale narzędzia optymalizacji wielokryterialnej, ich wykorzystanie do zarządzania środowiskiem, również w *smart cities* oraz *sustainable smart cities*, a także doświadczenia miast indyjskich w dostosowaniu EDSS do własnych potrzeb wyraźnie pokazują, iż systemy wspomagania decyzji są bardzo pomocne w tych obszarach, gdzie decyzje są trudne, wieloaspektowe, złożone, a możliwe warianty rozwiązań mało oczywiste. Wydaje się, iż jedyną drogą rozwoju dla obszarów zurbanizowanych jest droga zrównoważonego rozwoju, a zatem ważne jest stworzenie narzędzi ułatwiających decydującym podejmowanie właściwych decyzji.

W Polsce do miana *smart city* zaliczonych jest osiem miast: Warszawa, Wrocław, Kraków, Gdańsk, Gdynia, Opole, Katowice i Lublin. Siedem na osiem z nich znajduje się w Polsce zachodniej i centralnej, a tylko jedno – Lublin – we wschodniej części kraju. Wszystkie wymienione miasta to miasta na prawach powiatu, do których w Polsce należy jedynie ok. 3% jednostek samorządu terytorialnego, a to świadczy o silnym wpływie poziomu rozwoju gospodarczego, społecznego i cywilizacyjnego na możliwości powstania i rozwoju inteligentnych miast. Warto zauważyć, iż obszarem, który także jest mniej intensywnie rozwijany w inteligentnych miastach w Polsce jest obszar środowiskowy. Biorąc pod uwagę, iż inteligentne miasta są przestrzeniami silnie zurbanizowanymi i uprzemysłowionymi, a – co się z tym wiąże – generują szereg groźnych dla zdrowia i życia ludzkiego zagrożeń o długofalowym oddziaływaniu. Niewielkie zainteresowanie kwestiami środowiskowymi podyktowane jest przede wszystkim tym, że generują one koszty, dają niewielki zwrot inwestycji, efekty są odroczone w czasie, a skutki długofalowe. Cała odpowiedzialność za stan środowiska i zarządzania nim spoczywa na władzach lokalnych lub regionalnych, dla tych z kolei nie jest to priorytetem [1].

Wydaje się zatem, iż istnieje uzasadniona potrzeba podjęcia próby stworzenia wytycznych dla *sustainable smart cities*, które mogą powstać na bazie obecnie istniejących w Polsce *smart cities*, z wykorzystaniem istniejących i sprawdzonych narzędzi optymalizacji wielokryterialnej.

Literatura

- [1] Jonek-Kowalska I., *Zrównoważony rozwój inteligentnych miast. Dotychczasowe osiągnięcia i nowe wyzwania*, „Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, z. 118, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Katowice.
- [2] Hajduk S., *Modele smart city a zarządzanie przestrzenne miast*, „Gospodarka narodowa” 2020, nr 2(302).
- [3] Janik A., Ryszko A., Szafraniec M., *Inteligentne i zrównoważone miasta: w poszukiwaniu kompleksowych ram teoretycznych*, „Prace naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2019, nr 140.
- [4] Bewszko T., *Wielokryterialna analiza zasilania w energię odbiorcy komunalno-bytowego*, praca doktorska, Rzeszów 2004, [komputeropis].
- [5] Guitouni, A., Martel, J., *Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method*, “European Journal of Operational Research” 1998, no. 109.
- [6] Kandakoglu A., Frini A., Amor S., *Multicriteria decision making for sustainable development: A systematic review*, “Journal of Multi-Criteria Decision Analysis” 2019, no. 26.
- [7] Stecyk A., *Zastosowanie metody PROMETHEE II do wyboru kursu e-learningowego w przedsiębiorstwie*, strona internetowa czasopisma naukowego „e-mantor”, <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/78/id/1398> (dostęp: 28.10.2020).
- [8] Wątróbski J., Szarafiska M., (2009), *Zastosowanie metod wielokryterialnych do oceny technik modelowania procesów biznesowych – BPM*, [w:] *Polskie stowarzyszenie zarządzania wiedzą. Seria: Studia i materiały*, Bydgoszcz, nr 21.
- [9] Poch M., Comas J., Rodriguez-Roda I., Sanchez-Marre M., Cortes U., *Designing and building real environmental decision support systems*, “Environmental Modelling & Software” 2004, no. 19.
- [10] Singh P.K., Ohri K., *Selecting Environmental Indicators for Sustainable Smart Cities Mission in India*, “Nature Environment and Pollution Technology” 2020, vol. 19, no. 1.

MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN DECISION-MAKING PROCESSES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract: *Multi-criteria optimization is a tool to support decision-making processes in many areas and areas. For many years they have been used to support decision makers in environmental management decisions, which are decisions where conflicting criteria have to be taken into account, and there are groups of stakeholders with diametrically different needs and interests. The idea of sustainable development, which assumes equal treatment of social, economic and environmental issues, has contributed to the importance of the global environment. Over time, it became an element of the modern concept of smart cities, which evolved into so-called sustainable smart cities. The multitude of aspects and problems encountered by city authorities resulted in their interest in tools supporting decision making. Over the last 10 years models of multi-criteria analysis and optimization have been strongly developed and used also for environmental management in smart cities. In India, an attempt has been made to develop a environmental decision support system for sustainable cities (EDSS-SSCI) between 2015-2020. Given the approach to solving environmental management problems, similar for most cities in the world, it is possible to try to create assumptions for sustainable smart cities for Polish cities.*

Keywords: smart city, sustainable smart city, multi-criteria optimization, environmental indicators, environmental management



ISBN 978-83-66287-82-2



9 788366 287822