

INNOWACYJNOŚĆ W DZIAŁALNOŚCI GOSPODARCZEJ

Redakcja naukowa:
dr hab. inż. Natalia Iwaszczuk

KRAKÓW • 2019
Wydawnictwo IGSMiE PAN

RECENZENCI

dr hab. Joanna Kulczycka, IGSMiE PAN
dr hab. inż. Agnieszka Makara, Politechnika Krakowska

REDAKCJA NAUKOWA

dr hab. inż. Natalia Iwaszczuk, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Dofinansowano z subwencji statutowej AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

ADRES REDAKCJI

31-261 Kraków, ul. Józefa Wybickiego 7A
tel. +48 12 632-33-00, fax +48 12 632-35-24

Wydawnictwo: Emilia Rydzewska, Beata Stankiewicz, Barbara Sudoł
Projekt okładki: Aleksander Iwaszczuk

© Copyright by Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN – Autorzy

Printed in Poland
Kraków 2019

ISBN 978-83-955544-4-5
ISBN 978-83-955544-8-3 (wersja online)

IGSMiE PAN – Wydawnictwo, Kraków 2019

Nakład 25 egz.
Objętość ark. wyd. 14,75; ark. druk. 24,5 (×8)
Druk i oprawa: Agencja Reklamowo-Wydawnicza „Ostoja” Maciej Hubert Krzemięń,
Cianowice, ul. Niebyła 17, 32-043 Skąpa

Spis treści

Przedmowa	5
Część 1. Przedsiębiorczość innowacyjna	
Determinanty nakładów na działalność innowacyjną w polskich przedsiębiorstwach (<i>Joanna Żyra</i>)	11
Finansowanie przedsiębiorczości innowacyjnej w Polsce (<i>Dominik Kowal, Barbara Kowal</i>)	27
Badanie opinii konsumentów o innowacjach w żywności (<i>Natalia Iwaszczuk, Marta Szyba</i>)	43
Modele komercjalizacji wiedzy i technologii z wykorzystaniem spółki spin-off w polskich uczelniach (<i>Dominik Kowal</i>)	57
Część 2. Ekoinnowacje i gospodarka obiegu zamkniętego (GOZ)	
Surowce, energia i odpady w realizacji zasad gospodarki o obiegu zamkniętym (<i>Andrzej Wojciechowski</i>)	73
Oczyszczalnie ścieków jako element gospodarki obiegu zamkniętego w aglomeracji (<i>Maria Włodarczyk-Makula, Ewa Wiśniowska</i>)	87
Możliwości gospodarki obiegu zamkniętego obiektów pogórnictwa w rejonie Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego (<i>Katarzyna Pactwa, Justyna Woźniak</i>)	101
Gospodarka obiegu zamkniętego kluczowym wyzwaniem dla przemysłu włókienniczego i odzieżowego (<i>Jadwiga Sójka-Ledakowicz, Edyta Sulak, Anetta Walawska</i>)	111
Rola odnawialnych źródeł energii w modelu gospodarki o obiegu zamkniętym (<i>Natalia Generowicz</i>)	123
Część 3. Innowacyjne metody zarządzania przedsiębiorstwem	
Kreowanie doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką. Wyniki badań (<i>Beata Tarczydło, Joanna Mitoń</i>)	135
Wpływ wybranych preferencji w podatku CIT na rentowność przedsiębiorstw w Polsce (<i>Robert Lisowski, Maciej Woźniak</i>)	153
Innowacyjne koncepcje zarządzania jakością oparte o Lean Management i Six Sigma – charakterystyka i porównanie (<i>Bartosz Soliński</i>)	163
Analiza popytu i jego determinanty jako element zarządzania przedsiębiorstwem branży kwiatowej (<i>Agata Kutyba, Jerzy Mikulik</i>)	175
Rezultaty procesu szkoleniowego prowadzonego metodami tradycyjnymi i w formie edutainment (<i>Monika Pec</i>)	187

Przedmowa

Szanowni Państwo, w ręce Czytelnika oddajemy monografię poświęconą wybranym zagadnieniom związanym z innowacyjnością współczesnej gospodarki. „Innowacje” i „innowacyjność” to obecnie najczęściej używane terminy w nauce, praktyce gospodarczej i w życiu codziennym.

W zarządzaniu (jako nauce społecznej) pod terminem „innowacja” najczęściej rozumiemy opracowanie nowych technologii, metod produkcji i sprzedaży, tworzenie nowych systemów organizacyjnych, wytwarzanie nowych produktów i świadczenie nowego typu usług. Natomiast „innowacyjność” to zdolność do tworzenia innowacji i poszukiwania nowych, bardziej efektywnych rozwiązań problemów społeczno-gospodarczych. Innowacje dają możliwości przedsiębiorstwu poprawienia kondycji finansowej, polepszenia warunków pracy i zwiększenia jego konkurencyjności. Niezależnie jednak od użytego terminu, obydwa są ściśle związane z badaniami naukowymi, które mogą doprowadzić do zmian na poziomie mikro-, mezo-, makro- i mega-. Zazwyczaj wpływ ten ma charakter długoterminowy i prowadzi do zmian całego obrazu gospodarki.

Monografia składa się z trzech części, które w sposób bezpośredni lub pośredni związane są z innowacjami i innowacyjnością. W części pierwszej najpierw omówiono formy i źródła finansowania przedsiębiorczości innowacyjnej w Polsce, które mogą istotnie wpływać na konkurencyjność podmiotów gospodarczych, zwłaszcza w początkowym etapie ich rozwoju. Związane jest to z ryzykiem wdrożenia rozwiązań innowacyjnych, co nie jest praktykowane. Następnie zbadano determinanty nakładów na działalność innowacyjną (w ujęciu regionalnym) na przykładzie 16 polskich województw. Wykazano, m.in., że nakłady na działalność innowacyjną zarówno w przemyśle, jak i usługach zależą od liczby zatrudnionych w sektorze B+R oraz liczby studentów przypadających na 1000 mieszkańców. Poza tym udowodniono, że zależą one bezpośrednio od dynamiki wzrostu regionalnego oraz indywidualnych cech poszczególnych województw.

Kolejny rozdział poświęcono wdrażaniu wyników badań naukowych. Autor rozdziału zaprezentował różne modele komercjalizacji wiedzy i technologii z wykorzystaniem spółek spin-off i podjął próbę jej usystematyzowania. Przedsiębiorczość akademicka w ostatnich latach stała się obiektem szczególnego zainteresowania ze strony uczelni wyższych, przemysłu i inwestorów oraz polityków na różnych szczeblach władzy.

Ponieważ innowacje mogą mieć zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ, w ostatnim rozdziale podjęto próbę analizy wpływu innowacji w sektorze spożywczym na zdrowie konsumentów. Badania oparte zostały na ankietowaniu dobranej próby badawczej, a jego wyniki powinny uświadomić konsumentom i producentom ważność tej tematyki, zwłaszcza że wniosków o wpływie tych innowacji, po krótkim okresie badawczym, nie da się jednoznacznie wyciągnąć. Ważne jest jednak, aby zasygnalizować wątpliwości dotyczące zdrowotności wybranych innowacji żywnościowych.

Działalność gospodarcza wywiera wpływ na zdrowie człowieka nie tylko bezpośrednio, poprzez konsumpcje artykułów żywnościowych. Może mieć też wpływ pośredni, poprzez otoczenie (środowisko) naturalne, w którym żyje i funkcjonuje człowiek. Dlatego tak ważne jest zmniejszenie negatywnego wpływu pośredniego poprzez m.in. wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, rekultywację i ponowne używanie terenów przemysłowych, oszczędne zużycie surowców, zmniejszenie liczby odpadów i ponowne ich wykorzystanie, czyli wprowadzenie zasad gospodarki cyrkularnej (inaczej gospodarki obiegu zamkniętego – GOZ). Druga część monografii poświęcona została właśnie tym zagadnieniom. Na początku zaprezentowano rozważania odnośnie roli surowców, energii i odpadów w kontekście przejścia do modelu gospodarki cyrkularnej. Następnie omówiono zalety, wady i środowiskowe aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) względem przestrzegania zasad GOZ.

Kolejne rozdziały to studia przypadków. Najpierw przeanalizowano oczyszczalnie ścieków jako jednego z elementów GOZ. Skupiono się na nowym paradygmacie rozwoju oczyszczania ścieków skierowanym na zachowanie zasobów, minimalizację tzw. śladu ekologicznego oraz samowystarczalność energetyczną obiektu. W rozdziale dokonano m.in. przeglądu stosowanych i proponowanych rozwiązań dotyczących recyklingu ścieków oczyszczonych oraz unieszkodliwiania osadów ściekowych na przykładzie dwóch wybranych aglomeracji, a także zaproponowano pewne modyfikacje istniejących rozwiązań.

Kolejny rozdział to analiza możliwości ponownego zagospodarowania terenów obiektów pogórnich (hałd), wykorzystania wód kopalnianych na cele ciepłownicze, na przykładzie Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego. Mimo że zagadnienia te są korzystne dla wielu grup interesariuszy, powinny być realizowane w porozumieniu z nimi, w tym ze społecznością i władzą lokalną. Ostatni rozdział poświęcono analizie wpływu na środowisko sektora włókienniczego i odzieżowego, który uważa się za jeden z największych zanieczyszczaczy środowiska, zużywający duże ilości surowców nieodnawialnych, wody i energii. Dostosowanie tego sektora do modelu GOZ jest jednym z największych wyzwań stojących przed władzami poszczególnych krajów oraz instytucjami międzynarodowymi. Jednym z proponowanych rozwiązań tego problemu jest międzynarodowy projekt EN-TeR (*Expert Network on Textile Recycling*). Autorzy rozdziału skupiają się na szczegółach projektu, którego celem jest wsparcie firm włókienniczo-odzieżowych przy zmianie modelu gospodarowania z liniowego na cyrkularny. Prezentują też rezultaty badania ankietowego, które wskazują na konieczność opracowania nowych rozwiązań w tym względzie.

Poza tym omawiają założenia Agendy Strategicznej odnośnie do zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu.

W trzeciej części monografii omówiono wybrane zagadnienia dotyczące innowacyjnych metod zarządzania w przedsiębiorstwie. Najpierw przedstawiono koncepcje i analizę porównawczą dwóch metod – *Lean Management* i *Six Sigma* – w kontekście wdrażania innowacyjnych rozwiązań w zarządzaniu jakością. Następny rozdział opisuje marketingowe narzędzia, metody i procedury, które mogą być wykorzystane do kreowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką. Główna uwaga została tu skupiona na metodycznym kreowaniu doświadczeń interesariuszy (szczególnie prosumentów). Poza tym zaprezentowano wyniki badań własnych (na przykładzie marki Milka), przeprowadzonych przy zastosowaniu analizy treści online i obserwacji uczestniczącej. Otrzymane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce gospodarczej, przynoszą bowiem wymierne i wieloaspektowe korzyści dla wszystkich zaangażowanych podmiotów.

Natalia Iwaszczuk

Część 1.

Przedsiębiorczość innowacyjna

Determinanty nakładów na działalność innowacyjną w polskich przedsiębiorstwach

Streszczenie: Chociaż innowacje należą do najczęściej wymienianych czynników wzrostu gospodarczego, mniej uwagi przykładają się do badania determinant wydatków na rozwój innowacyjności, zwłaszcza w Polsce. Celem pracy jest zatem taka analiza w ujęciu regionalnym. Badania prowadzone dla 16 polskich województw z lat 2007–2016, wskazują, że nakłady na działalność innowacyjną w obu sektorach – przemyśle i usługach – zależą od liczby zatrudnionych w sektorze B+R (przy uwzględnieniu trendu czasowego). Ustalono jednocześnie, że zwiększenie liczby osób zatrudnionych w działach B+R w przeliczeniu na jedno przedsiębiorstwo nie wywiera wpływu na wielkość nakładów przeznaczanych na innowacje w sektorze usług. Dla firm sektora przemysłu, wyniki nie są jednoznaczne, zależą do od specyfikacji modelu regresyjnego. Jednocześnie potwierdzono, że nakłady na działalność innowacyjną w obu sektorach istotnie zależą od liczby studentów przypadających na 1000 mieszkańców, co oznacza, że na poziomie regionalnym są komplementarne do zasobów kapitału ludzkiego. Nakłady na innowacje w przemyśle mocno korelują z dynamiką wzrostu regionalnego (z opóźnieniem o rok). Podobna relacja w sektorze usług występuje wyłącznie w specyfikacji z liczbą studentów. Większość specyfikacji wskazuje, że nakłady na działalność innowacyjną w przemyśle maleje z czasem. W sektorze usług obserwowana jest całkiem przeciwna relacja w oszacowanych danych uwzględniających zmienną – „liczba studentów”. Nakłady na działalność innowacyjną są w dużym stopniu uzależnione od indywidualnych cech poszczególnych województw. Zjawiska kryzysowe z roku 2009 przeważnie obniżyły wysokość nakładów na działalność innowacyjną zarówno w sektorze usług, jak i w przemyśle (w mniejszym stopniu).

Słowa kluczowe: działalność innowacyjna, przemysł, sektor usług, gospodarka regionalna, Polska

Determinants of expenditures on innovation activities in Poland's enterprises

Abstract: Although innovations are among most frequently analyzed economic growth factors, relatively less attention has been given to determinants of innovation activities, for example in Poland. The aim of the chapter was to determine such correlation based on regional data. Using the data of 16 Poland's voivodships for the 2007–2016 period, it is found that expenditures on innovations in both industry and services are dependent on the number of workers in the B+R sector (if control for the time trend). At the same time, a higher employment in the B+R sector per enterprise has no impact upon innovation expenditures in services, while the results for industry are model-specific. It is confirmed that investment expenditures in

* Politechnika Krakowska, Wydział Informatyki i Telekomunikacji, Instytut Ekonomii, Socjologii i Filozofii

both sectors are stimulated by the number of students per 1000 of population, i.e. being complementary to the capital stock at regional level. Innovation expenditures for industrial enterprises have a strong correlation with the lagged regional growth, while that kind of relationship in services is observed in the specification with the number of students only. For the majority of specifications, innovation expenditures decline with time in industry. However, the relationship is just the opposite for services if control for the number of students. Innovation expenditures are region-specific. Crisis developments of 2009 are associated with a decline in innovation expenditures in both services and industry (to less extent).

Keywords: innovation activities, industry, services, regional economy, Poland

1. Wprowadzenie

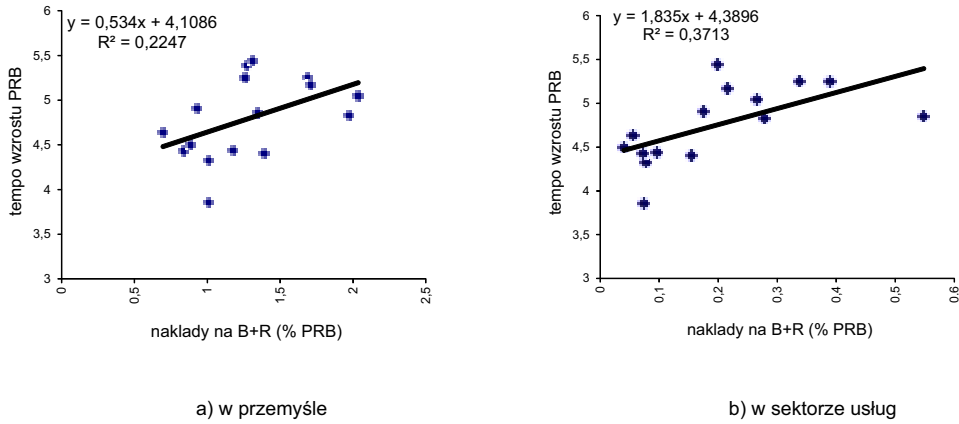
Standardowo uważa się, że nakłady działalność innowacyjną oraz na B+R (która nie jest bezpośrednio związana z tworzeniem konkretnej innowacji) są korzystne zarówno dla firmy jak i dla wzrostu gospodarczego. Takie twierdzenie ma solidne podstawy teoretyczne w modelach wzrostu endogenicznego oraz wsparcie empiryczne w badaniach z wykorzystaniem danych na poziomie:

- poszczególnych przedsiębiorstw (González-Fernández i González-Velasco 2018; Ramadani i in. 2019),
- regionalnym (Shang 2012; Sleuwaegen i Boiardi 2014),
- narodowym (Kokko i in. 2015, Athina i.in. 2018).

Dla podmiotów prowadzących działalność gospodarczą, ale i dla całej gospodarki Polski problem innowacyjność zyskuje nowy wymiar w kontekście pułapki średniego poziomu dochodu (Ciesielska i Radło 2014; Fic i in. 2016). Jednym ze wskaźników powstania pułapki średniego poziomu dochodu jest niezdolność do zwiększenia wydatków na badania i cele innowacyjne (Otsuka i in. 2017), a najlepszym negatywnym przykładem jej wystąpienia może być Grecja (Beneki i in. 2012). Jednak zwiększenie wydatków na B+R nie daje automatycznie gwarancji korzystnego oddziaływania na wzrost gospodarczy (Pessoa 2010; Ljungwall i Tingvall 2015; Wang i in. 2013), a to z kolei komplikuje poszukiwanie narzędzi utrzymania wysokiej dynamiki produktu narodowego (krajowego).

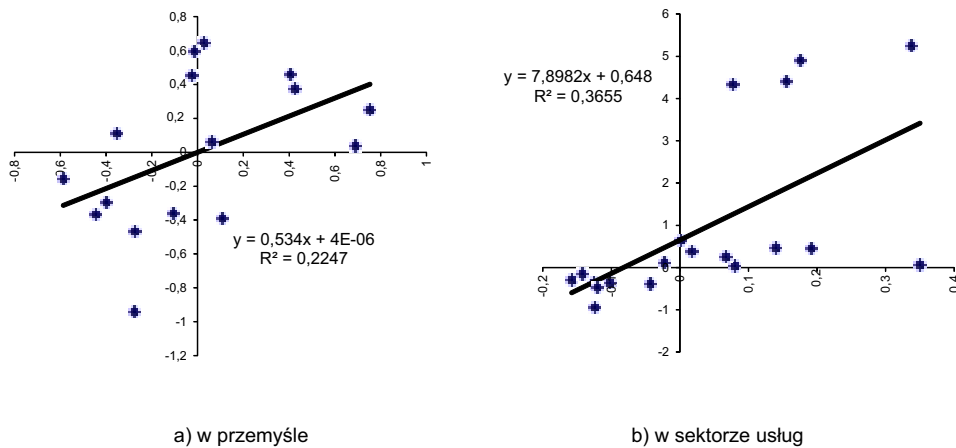
W Polsce (pomimo negatywnych doświadczeń innych krajów) analizę determinant nakładów na działalność innowacyjną ułatwia to, że nakłady te powodują przyspieszenie wzrostu gospodarczego. W najprostszej analizie regresyjnej *cross section* wyraźne widać dodatnią korelację między nakładami na innowacje zarówno w przemyśle jak i sektorze usług oraz wzrostem produktu regionalnego brutto (PRB) na osobę, przy wykorzystaniu zmiennej tempo zmian PRB na osobę i nakładów na innowacje (rys. 1). Ta sama relacja występuje przy wykorzystaniu obu wskaźników w postaci odchyień od średniej (rys. 2).

Zwiększenie nakładów na innowacje w przemyśle o 1% PRB pozwala przyspieszyć wzrost produktu regionalnego o 0,5 punktu procentowego (pp), a w sektorze usług — o 1,8 pp. Podobne rezultaty przynosi wykorzystanie obu zmiennych w postaci odchyień



Rys. 1. Relacja między nakładami na działalność innowacyjną a dynamiką PRB województw (regresja *cross section*)

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS



Rys. 2. Relacja między nakładami na działalność innowacyjną a dynamiką PRB województw (regresja *cross section* dla odchyłeń od średniej)

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS

od średniej, jak to sugeruje Pessoa (2010). Jest oczywiste, że innowacje w sektorze usług mają mocniejszy wpływ na wzrost PRB, co tylko wzmacnia zasadność dla porównań determinant nakładów na innowacje w ujęciu międzysektoralnym.

Celem niniejszego opracowania jest oszacowanie empiryczne determinant nakładów na działalność innowacyjną na podstawie danych dla 16 polskich województw. W opracowaniu przedstawiono przegląd literatury tematu, scharakteryzowano wykorzystaną metodologię statystyczną oraz przedstawiono otrzymane rezultaty.

2. Uwarunkowania wydatków na cele innowacyjne

Szczegółową analizę innowacyjności przedsiębiorstwa (aktywności, dojrzałości) oparto na klasyfikacji zaproponowanej przez Romanowską (2016). Do czynników wewnętrznych innowacyjności zaliczono: kreatywność, przedsiębiorczość, styl przywództwa, kulturę organizacyjną, zespołowość, jakość kadry, system motywacyjny, sytuację konkurencyjną przedsiębiorstwa, jakość i charakter zasobów, rodzaj strategii, powiązania strukturalne i sieciowe. Determinanty zewnętrzne są podzielone na czynniki bezpośredniego i pośredniego oddziaływania, a także czynniki sektorowe. Bezpośrednio oddziałują ulgi podatkowe, preferencyjne kredyty, finansowanie projektów innowacyjnych przedsiębiorstw. Czynniki pośredniego oddziaływania to edukacja, nauka, zaplecze badawczo-wdrożeniowe, system podatkowy, prawo, sprawność administracji państwowej, swoboda działalności gospodarczej. Sektorowe czynniki to natężenie konkurencji, zmiany technologiczne, umiędzynarodowienie sektora. Presja konkurencyjna może powstawać w kontekście globalizacji.

Zagraniczni badacze wśród czynników wewnętrznych za najważniejszy wskazują relację między wielkością firmy a intensywnością wydatków na innowacje. W tradycji schumpeteriańskiej większe firmy ponoszą na innowacje większe nakłady. Jednak odpowiednia relacja może mieć podobny kształt, ponieważ monopol nie jest zainteresowany w ponoszeniu większych wydatków na innowacje. Acs i Audretsch (1988) po raz pierwszy przedstawili stosowny model i udowodnili empirycznie, że innowacje negatywnie korelują ze stopniem koncentracji działalności oraz aktywnością związków zawodowych, przy jednoczesnym korzystnym wpływie nakładów na B+R i jakości siły roboczej na wzrost gospodarczy. Natomiast Aghion i in. (2005) otrzymali podobną relację między stopniem konkurencyjności rynku oraz innowacjami. W zaproponowanym modelu konkurencja zniechęca słabsze firmy (laggards), a pobudza do innowacji firmy-liderów rynkowych. Konkurencja zwiększa dystans technologiczny między firmami-liderami oraz firmami-naśladowcami. Na podstawie badań dla Czech Zemplerová i Hromádková (2012) potwierdziły, że korzystne oddziaływanie wydatków na innowacje słabnie w większych firmach. Natomiast Federico i in. (2017) ustalili, że w przypadku fuzji firm bodźce do innowacji słabną (potwierdza to wersję o niekorzystnych skutkach monopolu), a pozostałe firmy na rynku reagują przeciwnie, aktywizują się do innowacji. W efekcie końcowym łączne nakłady na innowacje maleją. Badanie potwierdzające konsekwencje fuzji dla sektora firm farmaceutycznych w Europie przeprowadzili Haucap i in. (2019). W przypadku Chin obserwowane jest zjawisko przeciwne, ponieważ przejęcie miejscowych firm przez zagranicznych graczy rynkowych skutkuje wzrostem liczby patentów (Zhang 2019). Co więcej, takie fuzje przyczyniają się do zwiększenia eksportu oraz akumulacji większych zasobów kapitału ludzkiego.

Interesujące spostrzeżenia dotyczące relacji między konkurencją a innowacjami mają Cornetta i in. (2019), którzy stwierdzają występowanie podobnej relacji. Za źródło i bo-

dzieci dla innowacji uważa się firmy z podobną wydajnością pracy. W przypadku niskiej monopolizacji rynku, wraz ze wzrostem koncentracji firm intensywność innowacji maleje. Natomiast na wysokim poziomie monopolizacji firmy zwiększają wydatki na innowacje w celu uniknięcia negatywnych skutków konkurencji monopolistycznej. Taka U-podobna relacja między konkurencją a innowacjami jest bardziej widoczna w przypadku branż, których firmy konkurują w produkcji dóbr – strategicznych substytutów. Dla innowacji korzystna jest presja ze strony zagranicznych firm.

Liczne badania świadczą o korzyściach wynikających ze współpracy w działalności innowacyjnej. Dotyczy to np. technologicznych firm w Chinach, Korei Płd i Niemczech (Zhao i in. 2018). Większość badań empirycznych potwierdza komplementarność między badaniami w sektorach prywatnym i państwowym (Guellec i van Pottelsberghe de la Potterie, 2001). Zdaniem Kokko i in. (2015) przewaga USA nad krajami UE może być wyjaśniona nie tylko przez wysokość nakładów na badania, ale i przez mocniejsze więzi między obu sektorami B+R prywatnym i państwowym. Badanie OECD z 2003 r. wykazało, że tylko badania w sektorze prywatnym wywierają wpływ na wzrost gospodarczy. Co więcej, wydatki na B+R w sektorze państwowym powodują „wypieranie” wydatków na badania w prywatnych firmach. Jak twierdzą Ljungvall i Tingvall (2015), najbardziej istotnym mechanizmem odpowiedzialnym za ten efekt jest zwiększenie płac w państwowym sektorze B+R, co najmniej w krótkim okresie. W konsekwencji rosną również koszty działalności innowacyjnej w prywatnych firmach (głównie przez wzrost płac). Nie jest wykluczone, że firmy prywatne po uzyskaniu dofinansowania z źródeł państwowych na cele innowacyjne, ograniczą finansowanie badań z własnych środków. Po otrzymaniu informacji, że konkurencyjna firma otrzymała fundusze państwowe, pozostałe firmy z sektora mogą zrezygnować z prowadzenia własnych badań. Z badania przeprowadzonego dla Portugalii (Santos 2019) wynika, że wsparcie innowacyjności (państwowe fundusze) uzyskują tylko najlepsze firmy, przy czym mocno prawdopodobne jest, że dofinansowanie to wywiera wpływ wyłącznie na wysokość inwestycji, a nie właściwą decyzję odnośnie inwestowania. Ustalono ponadto, że firmy z subsydiami osiągają niższe wskaźniki wydajności pracy oraz wartości firmy. Podobne ustalenia poczyniono dla Czech (Zemplinerová i Hromádková 2012). Efektywność dopłat jest wyższa w przypadku wspierania mniejszych, słabszych ekonomicznie i technologicznie instytucji. Państwowe fundusze pozwalają obniżyć poziom niepewności innowacji oraz stymulować ryzykowne inwestycje prywatne (Bianchini i in. 2019). Na podstawie badań prowadzonych w Hiszpanii oraz na danych 13 krajów europejskich ustalono, że prowadzenie przez państwo większych inwestycji nie skutkuje całkowitym wypieraniem inwestycji prywatnych. Można zatem oczekiwać, że doświadczenia USA w tworzeniu uwarunkowań dla komplementarności badań w państwowym i prywatnym sektorach poprzez współpracę ośrodków uniwersyteckich i przemysłu – przede wszystkim dla młodych firm (Protogerou i in. 2017) zostanie upowszechniona w Europie. Chiny dostarczają argumentacji zarówno dla obserwowanych korzyści wynikających ze współpracy pomiędzy uniwersytetami,

jak i korzyści wynikających z sąsiedztwa z regionami prowadzącymi intensywną działalność innowacyjną (Shang 2012). Istotną rolę dla wielu regionów Unii Europejskiej w sferze innowacyjności oprócz zasobów kapitału ludzkiego, technologicznej infrastruktury oraz stopnia rozwoju instytucji odgrywa kreatywność jako cecha kapitału ludzkiego (Sleuwaegen i Boiardi 2014).

Umieźdzynarodowienie tworząc presję konkurencyjności oraz możliwości rozwoju eksportu może pobudzać innowacje. W Chinach działalność B+R oraz eksport pozytywnie oddziałują zarówno w kontekście zysków jak i wydajności pracy (Wang 2014). Zdarza się jednak, jak w przypadku USA, że zwiększenie importu może spowodować spadek inwestycji w kraju, a to z kolei przekłada się na zmniejszenie bodźców do innowacji (Pierce i Schott 2018). W badaniach empirycznych determinant innowacji wykorzystywane są również takie wskaźniki jak: liczba analityków finansowych (Guo i in. 2019), przejrzystość kariery zawodowej w firmach (Zhong 2018), demokratyzacja życia społecznego (Salahodjaev 2015; Gaoi in. 2017).

3. Metodologia statystyczna

Po uwzględnieniu dostępności danych oraz ze względu na względnie krótką próbę danych z okresu 2007–2016, oszacowanie oparto na podstawowym zestawie zmiennych charakteryzujących zasoby kapitału ludzkiego oraz dynamikę wzrostu gospodarczego. Co prawda badania na poziomie gospodarek narodowych czy przedsiębiorstw pozwalają na wykorzystanie większej liczby wskaźników, ale określenie relacji z wykorzystaniem danych regionalnych jest korzystne zarówno dla weryfikacji rezultatów innych badań, jak i kształtowania polityki spójności.

Dla oszacowania czynników nakładów na innowacje wykorzystano taki model statystyczny:

$$IN_{it} = \beta_0 + \beta_1 HK_{it} + \beta_2 \Delta Y_{it-1} + \beta_3 TIME_t + \beta_4 CRISIS_t \quad (1)$$

gdzie:

- IN_{it} – nakłady na działalność inwestycyjna (% PRB, odchylenie od średniej krajowej),
- HK_{it} – zmienna zasobów kapitału ludzkiego,
- ΔY_{it} – tempo wzrostu PRB (%), odchylenie od średniej krajowej),
- $TIME_t$ – zmienna zerojedynkowa dla trendu czasowego,
- $CRISIS_t$ – zmienna zerojedynkowa dla zjawisk kryzysowych w roku 2009.

Przyjmuje się, że nakłady na działalność innowacyjną zależą od zasobów kapitału ludzkiego, dynamiki PRB (z opóźnieniem o rok), a także trendu czasowego oraz zjawisk kryzysowych. Wskaźniki nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysło-

wych oraz sektora usług, INP_{it} i INS_{it} odpowiednio, wykorzystano w postaci odchyłeń od średniej krajowej. Nakłady na działalność innowacyjną zależą od zasobów kapitału ludzkiego w regionie, co powinno mieć korzystny wpływ na wydatki innowacyjne $\beta_1 > 0$. Zasoby kapitału ludzkiego są scharakteryzowane przez wskaźniki liczby zatrudnionych w sektorze B+R (na 1000 mieszkańców) oraz liczby studentów (na 1000 mieszkańców).

W celu sprawdzenia hipotezy o relacji między wielkością firmy a nakładami na innowacje wykorzystano zmienną liczbę zatrudnionych w sektorze B+R w jednym przedsiębiorstwie ($BRIJEDN_{it}$). Jeżeli sprawdza się schumpeterowska interpretacja, to przy zwiększeniu liczby zatrudnionych przypadających na jedno przedsiębiorstwo nakłady na innowacje rosną $\beta_1 > 0$, przy czym alternatywna hipoteza o niekorzystnym oddziaływaniu koncentracji działalności w sektorze badawczym na wydatki innowacyjne przewiduje odwrotną relację $\beta_1 > 0$.

Wzrost gospodarczy najprawdopodobniej wiąże się z większymi wydatkami na innowacje ($\beta_2 > 0$) co powinno stymulować odpowiednie wydatki w obu sektorach – przemyśle i usługach. Wykorzystanie zmiennej ΔY_{it} z opóźnieniem o jeden rok pozwala uniknąć sytuacji, w której wzrost PRB koreluje z innymi zmiennymi egzogenicznymi. Wskaźnik PRB przedstawiono w ujęciu realnym, tzn. z uwzględnieniem inflacji. Wykorzystanie zmiennej $TIME_t$ ma na celu oszacowanie wpływu zmian, które zachodzą w czasie. Zmienna $TIME_t$ może odzwierciedlać postępujący proces umiędzynarodowienia gospodarki polskiej, co może mieć zarówno korzystny jak i negatywny wpływ na wielkość nakładów na innowacje. Jak wskazują badania prowadzone dla innych krajów, zwiększanie nakładów na innowacje może pobudzać większa orientacja na eksport oraz wejście firm zagranicznych na rynek krajowy (np. Chiny). Natomiast większa otwartość gospodarki na import może mieć negatywny wpływ. Zjawiska kryzysowe najprawdopodobniej powodują spadek nakładów na innowacje. Jednak nie jest wykluczone, że w czasie pogorszenia się koniunktury oraz większej konkurencji na rynku nakłady na innowacje będą większe. Ogólnie mówiąc, wpływ trendu czasowego i zjawisk kryzysowych nie wygląda na jednoznaczny ($\beta_3, \beta_4 \triangleleft 0$).

Dla oszacowania determinant nakładów na działalność innowacyjną wykorzystano estymatory efektów losowych (*Random Effects* – RE) i najmniejszych kwadratów (*Ordinary Least Squares* – OLS). Wybór estymatora RE jest uzasadniony przez wynik testu Hausmanna. Estymator RE jest bardziej efektywny niż estymator MNK, jeżeli efekty indywidualne są istotne w analizowanej populacji. Przewagą estymatora OLS jest możliwość identyfikacji województw, które posiadają istotne cechy strukturalne, które wywierają wpływ na nakłady na inwestycje. Porównanie oszacowań, które uzyskano przy pomocy dwóch estymatorów pozwala ocenić stabilność otrzymanych rezultatów.

4. Wyniki

Oszacowanie determinant nakładów na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych i sektora usług przeprowadzono dla kilku specyfikacji regresyjnego modelu (1), które różnią się zestawem zmiennych objaśniających. W tabeli 1 przedstawiono wyniki oszacowań dla modelu regresyjnego ze zmienną zatrudnienie w sektorze B+R. Wskaźnik determinacji R^2 jest dość wysoki w oszacowaniach OLS. Korzystne oddziaływanie liczby pracujących w sektorze B+R na wielkość nakładów przeznaczonych na działalność innowacyjną staje się najsilniejsze po uwzględnieniu trendu czasowego. Zwiększenie zatrudnienia o jedną osobę (na 1000 mieszkańców) pozwala zwiększyć wydatki na cele innowacyjne o 0,04–0,16% PRB powyżej średniej krajowej. Oszacowania RE przewidują mocniejszy efekt wynikający ze zwiększenia zatrudnienia w sektorze B+R.

Tabela 1. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przy uwzględnieniu liczby pracujących w sektorze B+R

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	–	–	–	–0,072 (–0,82)	0,186 (1,53)	–0,025 (–0,24)
Zatrudnienie w sektorze B+R (BR_{it})	0,036 (0,84)	0,163 (2,64***)	0,139 (2,37**)	0,035 (1,06)	0,052 (1,58)	0,082 (2,49**)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,056 (2,87***)	0,056 (2,99***)	–	0,058 (2,94***)	0,062 (3,24***)	–
Trend czasowy ($TIME_t$)	–	–0,046 (–2,85***)	–0,035 (–2,49**)	–	–0,045 (–2,05**)	–0,032 (–2,46**)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	–0,082 (–0,69)	–0,183 (–1,53)	–0,126 (–1,02)	–0,115 (–0,95)	–0,261 (–1,89*)	–0,164 (–1,29)
R^2	–	–	–	0,52	0,50	0,51

Źródło: oszacowania własne.

Przeprowadzone badanie wskazuje na korzystne oddziaływanie wzrostu gospodarczego w Polsce na wielkość nakładów przeznaczanych na innowacje w przemyśle. Współczynnik przy ΔY_{it-1} jest istotny statystycznie na poziomie 1% we wszystkich specyfikacjach i niezależnie od wykorzystanego estymatora. Oznacza to, że nakłady na innowacje mają procykliczny charakter. Taka sytuacja świadczy o zmniejszeniu nakładów na innowacje w czasie spowolnienia gospodarczego, przy czym własny wpływ zjawisk kryzysowych

nie wygląda na zbyt istotny. Zjawiska kryzysowe powodują zmniejszenie wydatków na innowacje, ale współczynnik przy $CRISIS_t$ jest istotny na poziomie 10% tylko w jednej specyfikacji OLS-II. Oszacowania dla zmiennej $TIME_t$, wskazują, że niestety z czasem występuje tendencja do zmniejszenia wydatków na innowacje. Jedną z interpretacji sugeruje, że umiędzynarodowienie może mieć niekorzystne skutki dla wydatków na badania B+R, co jest zgodne z obserwacjami zachowań dużych europejskich firm obecnych na polskim rynku (działalność badawcza koncentruje się ośrodkach badawczych głównie za granicą).

Na podstawie odpowiednich zmiennych zerojedynkowych w badaniu ustalono, że korzystne cechy dla wzrostu nakładów na innowacje mają województwa Dolnośląskie, Łódzkie, Podkarpackie oraz Śląskie. Niekorzystne cechy mają trzy województwa: Lubelskie, Opolskie i Warmińsko-Mazurskie. Jeżeli w pierwszej grupie mamy przeważnie województwa z wysokim poziomem PRB na mieszkańca, to w drugiej grupie – województwa z niskim poziomem dochodu.

Liczba studentów ma wyraźny wpływ na wielkość nakładów na innowacje we wszystkich specyfikacjach, co oświadczy o korzystnych efektach akumulacji zasobów kapitału ludzkiego (tab. 2). Jest wartością podkreślenia, że w modelu regresyjnym ze zmienną edukacyjną słabnie negatywny wpływ trendu czasowego (za wyjątkiem specyfikacji RE-II). Oznacza to, że w innych specyfikacjach niekorzystny wpływ zmiennej $TIME_t$ odzwierciedla nie tyle negatywne skutki umiędzynarodowienia gospodarki polskiej, co efekty zmniejszenia się liczby studentów w Polsce, które wystąpiło w ostatniej dekadzie. Nega-

Tabela 2. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przy uwzględnieniu liczby studentów

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	-0,373 (-1,48)	-	-	-0,494 (-2,37**)	-0,402 (-1,16)	-0,757 (-2,27**)
Liczba studentów ($STUD_{it}$)	0,012 (2,10**)	0,006 (2,46**)	0,004 (1,84*)	0,020 (4,07***)	0,019 (3,01***)	0,023 (3,59***)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,061 (3,24***)	0,063 (3,35***)	-	0,067 (3,27***)	0,068 (3,27***)	-
Trend czasowy ($TIME_t$)	-	-0,025 (-2,14**)	-0,017 (-1,53)	-	-0,007 (-0,32)	0,013 (0,71)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	-0,198 (-1,59)	-0,236 (-1,87*)	-0,154 (-1,21)	-0,234 (-1,76*)	-0,248 (-1,77*)	-0,172 (-1,22)
R ²	-	-	-	0,46	0,47	0,11

Źródło: oszacowania własne.

tywny wpływ zjawisk kryzysowych na wielkość nakładów na innowacje wygląda bardziej przekonująco w specyfikacjach z uwzględnieniem dynamiki wzrostu regionalnego.

Korzystne cechy mają dwa województwa: Podkarpackie i Śląskie, a niekorzystne aż 8 województw: Lubelskie, Małopolskie, Mazowieckie, Opolskie, Podlaskie, Świętokrzyskie, Warmińsko-Mazurskie, Wielkopolskie, co odpowiada oszacowaniom ze zmienną liczbą osób pracujących w sektorze B+R. Ponieważ w tej drugiej grupie znalazły się województwa z największą liczbą studentów: Małopolskie, Mazowieckie czy Wielkopolskie może to oznaczać że województwa te nie mają innych korzystnych cech poza liczbą studentów. Niekorzystne cechy województw mogą być spowodowane przez efekty aglomeracyjne.

Oddziaływanie zwiększenia liczby osób zatrudnionych w sektorze B+R przypadających na jedno przedsiębiorstwo nie jest jednoznaczne. Wynik różni się w zależności od wykorzystanych estymatorów i specyfikacji modelu regresyjnego (tab. 3). Jeżeli specyfikacja RE-III wskazuje na zmniejszenie nakładów na innowacje przy wzroście liczby zatrudnionych w sektorze B+R przypadających na jedno przedsiębiorstwo (taki rezultat świadczy na korzyść interpretacji keynesowskiej), to specyfikacja OLS-I wskazuje na całkiem odmienną relację (to z kolei jest argumentem na korzyść interpretacji schumpeteriańskiej). Istotność statystyczna współczynnika dla zjawisk kryzysowych zależy od specyfikacji modelu regresyjnego, ale wszystkie współczynniki przy $CRISIS_t$ są ujemne (oddziaływanie

Tabela 3. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przy uwzględnieniu liczby pracujących w sektorze B+R w jednym przedsiębiorstwie

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	0,018 (0,13)	0,705 (2,65**)	0,582 (2,47**)	-0,006 (-0,07)	0,319 (1,65*)	0,266 (1,59)
Zatrudnienie w sektorze B+R w jednym przedsiębiorstwie ($BRIJEDN_{it}$)	0,005 (1,25)	-0,010 (-1,43)	-0,010 (-1,69*)	0,007 (1,92*)	0,001 (0,22)	-0,002 (-0,41)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,053 (2,71***)	0,064 (3,46***)	-	0,053 (2,80***)	0,062 (3,20***)	-
Trend czasowy ($TIME_t$)	-	-0,068 (-2,88**)	-0,053 (-2,60**)	-	-0,037 (-1,85*)	-0,030 (-1,72*)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	-0,164 (-1,29)	-0,232 (-1,83*)	-0,137 (-1,08)	-0,203 (-1,64*)	-0,258 (-2,04**)	-0,160 (-1,26)
R ²	-	-	-	0,56	0,57	0,53

Źródło: oszacowania własne.

negatywne). Podobnie do specyfikacji z liczbą zatrudnionych w sektorze B+R (tab. 1), występuje z czasem zmniejszenie nakładów na innowacje. W porównaniu do oszacowań dla liczby pracujących w sektorze B+R (tab. 1), nie ma zmian wśród województw z korzystnymi cechami, a do grupy województw z niekorzystnymi cechami dołączają jeszcze trzy: Lubuskie, Podlaskie oraz Świętokrzyskie.

Wyniki oszacowań dla wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach sektora usług nie różnią się pod względem oddziaływania liczby zatrudnionych w sektorze B+R oraz trendu czasowego, ale w dwóch innych aspektach takie różnice występują (tab. 4). Po pierwsze, nie ma korzystnego wpływu dynamiki PRB na wielkość nakładów na innowacje, a po drugie, zjawiska kryzysowe wywierają na nie znacznie mocniejszy niekorzystny wpływ. Ponieważ we wszystkich specyfikacjach współczynnik R^2 jest większy, to znaczy, że wykorzystane zmienne objaśniające lepiej wyjaśniają zmiany nakładów na innowacje w sektorze usług, niż w przemyśle. Korzystne cechy dla zwiększenia nakładów na innowacje w sektorze usług posiadają województwa Mazowieckie i Pomorskie, a niekorzystne: Lubuskie, Podlaskie, Świętokrzyskie, Zachodniopomorski, Opolskie i Warmińsko-Mazurskie (te dwa ostatnie województwa tak samo nie sprzyjają nakładom innowacyjnym w przemyśle).

Oszacowania dla nakładów na inwestycje dla przedsiębiorstw przemysłowych (tab. 2) i sektora usług (tab. 5) praktycznie się nie różnią co do wpływu liczby studentów na

Tabela 4. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach sektora usług przy uwzględnieniu liczby pracujących w sektorze B+R

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	-0,044 (-0,29)	-0,215 (-2,13**)	-0,105 (-0,76)	-0,147 (-2,20**)	-0,124 (-1,84*)	-0,138 (-2,07**)
Zatrudnienie w sektorze B+R (BR_{it})	0,024 (0,59)	0,095 (1,67*)	0,106 (1,85*)	0,037 (1,31)	0,063 (1,99**)	0,067 (2,11**)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,010 (1,17)	0,010 (1,21)	–	0,009 (1,05)	0,010 (1,23)	–
Trend czasowy ($TIME_t$)	–	-0,016 (-1,87*)	-0,016 (-1,84*)	–	-0,013 (-1,78*)	-0,012 (-1,67*)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	-0,085 (-1,63*)	-0,109 (-2,02**)	-0,102 (-1,90*)	-0,077 (-1,51)	-0,110 (-2,04**)	-0,104 (-1,93*)
R^2	–	–	–	0,92	0,92	0,92

Źródło: oszacowania własne.

Tabela 5. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach sektora usług przy uwzględnieniu liczby studentów

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	-0,207 (-1,22)	-1,099 (-2,74***)	-1,044 (-2,56**)	-0,449 (-7,58***)	-0,588 (-5,98***)	0,266 (1,59)
Liczba studentów ($STUD_{it}$)	0,005 (1,92*)	0,022 (2,98***)	0,020 (2,76***)	0,008 (5,18***)	0,009 (5,39***)	-0,002 (-0,41)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,013 (1,67*)	0,014 (1,81*)	–	0,016 (1,98**)	0,013 (1,64*)	–
Trend czasowy ($TIME_t$)	–	0,038 (2,38**)	0,037 (2,28**)	–	0,013 (1,95*)	-0,030 (-1,72*)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	-0,138 (-2,59**)	-0,134 (-2,53**)	-0,125 (-2,34**)	-0,154 (-3,03***)	-0,124 (-2,32**)	-0,160 (-1,26)
R ²	–	–	–	0,91	0,92	0,53

Źródło: oszacowania własne.

zmienną objaśnianą, ale można zauważyć asymetryczne zmiany wielkości współczynników według estymatorów RE i OLS. Współczynniki dla $STUD_{it}$ są większe przy wykorzystaniu estymatora RE. Podobnie dla obu sektorów postrzega się korzystny wpływ wzrostu regionalnego (z podobną asymetrią względem estymatorów w odniesieniu do oszacowań dla przedsiębiorstw przemysłowych) oraz niekorzystny wpływ zjawisk kryzysowych (na wyższym poziomie istotności statystycznej). Dla sektora usług obserwuje się tendencję do zwiększenia nakładów na innowacje z czasem (zmienna $TIME_t$), w przeciwieństwie od negatywnego efektu czasowego dla przemysłu.

W specyfikacji z liczbą studentów województwo Podkarpackie zachowuje sprzyjające cechy dla innowacji, podobnie jak województwa Mazowieckie i Pomorskie. Jest warcie podkreślenia, że niekorzystne cechy w takiej specyfikacji ma tylko jedno województwo – Podlaskie. Oznacza to, że w większości województw nie ma lokalnych przeszkód dla zwiększenia nakładów na innowacje w sektorze usług. W odróżnieniu od oszacowań dla przemysłu (tab. 3), nie ma wątpliwości co do braku zależności między liczbą pracowników B+R przypadających na jedno przedsiębiorstwo a nakładami na działalność innowacyjną (tab. 6). Także w sektorze usług zanika wpływ wzrostu regionalnego oraz trendu czasowego na nakłady na działalności innowacyjną (INS_{it}). Natomiast wpływ zjawisk kryzysowych jest bardziej wyraźny (wyższa istotność statystyczna), chociaż oszacowane współczynniki są o połowę mniejsze. Podobnie do oszacowań dla przedsiębiorstw przemysłowych, w sektorze usług nie ma istotnych różnic w odniesieniu do identyfikacji

województw z korzystnymi i niekorzystnymi cechami zarówno w specyfikacjach z ogólną liczbą zatrudnionych w sektorze B+R jak i zatrudnieniem w sektorze B+R przypadających na jedno przedsiębiorstwo.

Tabela 6. Czynniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach sektora usług przy uwzględnieniu liczby pracujących w sektorze B&R w jednym przedsiębiorstwie

Zmienne objaśniające	Zmienna objaśniana – INP_{it}					
	RE-I	RE-II	RE-III	OLS-I	OLS-II	OLS-III
Stała	-0,018 (-0,13)	0,056 (0,32)	0,002 (0,01)	-0,065 (-1,98**)	-0,017 (-0,20)	-0,053 (-0,67)
Zatrudnienie w sektorze B+R w jednym przedsiębiorstwie ($BRIJEDN_{it}$)	0,001 (0,69)	-0,001 (-0,13)	0,001 (0,30)	0,001 (0,74)	0,001 (0,09)	0,001 (0,09)
Tempo wzrostu PRB (ΔY_{it-1})	0,010 (1,28)	0,012 (1,44)	–	0,010 (1,17)	0,011 (1,30)	–
Trend czasowy ($TIME_t$)	–	-0,007 (-0,71)	-0,002 (-0,27)	–	-0,006 (-0,62)	-0,002 (-0,21)
Zjawiska kryzysowe ($CRISIS_t$)	-0,109 (-2,06**)	-0,116 (-2,14**)	-0,112 (-2,07**)	-0,106 (-1,97**)	-0,112 (-2,05**)	-0,109 (-1,99**)
R ²	–	–	–	0,92	0,92	0,92

Źródło: oszacowania własne.

5. Podsumowanie

Przeprowadzone badanie wskazuje na korzystne oddziaływanie zasobów kapitału ludzkiego w obu postaciach – liczby zatrudnionych w sektorze B+R oraz liczby studentów – jako czynników zwiększenia nakładów na działalność innowacyjną zarówno dla przedsiębiorstw przemysłowych jak i sektora usług. Uzyskane oszacowania dla liczby zatrudnionych w sektorze B+R przypadających na jedno przedsiębiorstwo nie dają potwierdzenia dla zasadności obu interpretacji keynesowskiej i schumpeteriańskiej odnośnie zależności między koncentracją działalności badawczej a nakładami na B+R. Nakłady na innowacje w przemyśle mocno korelują z dynamiką wzrostu regionalnego (z opóźnieniem o rok), tzn. są procykliczne, a odpowiednia relacja w sektorze usług występuje wyłącznie w specyfikacji z liczbą studentów. W większości specyfikacji otrzymano, że nakłady na działalność innowacyjną maleją z czasem w przemyśle, ale dla sektora usług po

uwzględnieniu wpływu liczby studentów pojawia się całkiem przeciwna relacja. Nakłady na działalność innowacyjną są w dużym stopniu uzależnione od indywidualnych cech poszczególnych województw. Istotne jest, że po uwzględnieniu liczby studentów w sferze usług, zanikają niekorzystne dla działalności innowacyjnej cechy województw. Zjawiska kryzysowe z roku 2009 przeważnie skutkowały zmniejszeniem wydatków na działalność innowacyjną zarówno w przemyśle, jak i w sektorze usług (w mniejszym stopniu).

Publikacja została sfinansowana przez Politechnikę Krakowską (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego, DS. F-4/600/2018/DS).

Literatura

- Acs, Z. i Audretsch, D. 1988. Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis. *The American Economic Review* 78(4), s. 678–690.
- Aghion i in. 2005 – Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. i Howitt, P. 2005. Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *The Quarterly Journal of Economics* 120(2), s. 701–728, DOI: 10.1093/qje/120.2.701.
- Athina i in. 2018 – Athina, L., Athanasios, A., Panagiotis, L., Zacharias, D. i Dimitrios, K. 2018. Factors Affecting the Relationship between Research and Development (R&D) and Economic Development in EU. *Advances in Economics and Business* 6(5), s. 322–331, DOI: 10.13189/aeb.2018.060506.
- Beneki, C., Giannias, D., Moustakas, G. 2012. Innovation and Economic Performance: the case of Greek SMEs. *Regional and Sectoral Economic Studies* 12(1), s. 39–50.
- Bianchini i in. 2019 – Bianchini, s., Llerena, P. i Martino, R. 2019. The impact of R&D subsidies under different institutional frameworks. *Structural Change and Economic Dynamics* 50(1), s. 65–78, DOI: 10.1016/j.strueco.2019.04.002.
- Ciesielska, D. i Radło, M.-J. 2014. Determinanty wejścia w pułapkę średniego dochodu: perspektywa Polski. *Kwartalnik nauk o przedsiębiorstwie* 2, s. 5–13.
- Federico i in. 2017 – Federico, G., Langus, G. i Valletti T. 2017. A simple model of mergers and innovation. *Economics Letters* 157(C), s. 136–140.
- Fic i in. 2016 – Fic, M., Fic, D. i Ropuszyńska-Surma, E. 2016. Pułapka średniego dochodu zagrożeniem dla rozwoju gospodarki polskiej. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego* 44/3, s. 127–139.
- González-Fernández, M. i González-Velasco, C. 2018. Innovation and corporate performance in the Spanish regions. *Journal of Policy Modeling* 40(5), s. 998–1021.
- Guellec, D. i De La Potterie, B.V.P. 2007. *The Economics of the European Patent System: IP Policy for Innovation and Competition*, Oxford University Press, Oxford.
- Gao i in. 2017 – Gao, Y., Zang, L, Roth, A. i Wang, P. 2017. Does democracy cause innovation? An empirical test of the Popper hypothesis. *Research Policy* 46(7), s. 1272–1283, DOI: 10.1016/j.respol.2017.05.014.
- Guo i in. 2019 – Guo, B., Pérez-Castrillo, D. i Toldr-Simats, A. 2019. Firms' innovation strategy under the shadow of analyst coverage, *Journal of Financial Economics* 131(2), s. 456–483, DOI: 10.1016/j.jfineco.2018.08.005.
- Haucap i in. 2019 – Haucap, J., Rasch, A. i Stiebale, J. 2019. How mergers affect innovation: Theory and evidence, *International Journal of Industrial Organization* 63(2), s. 283–325, DOI: 10.1016/j.ijindorg.2018.10.003 01.
- Hiadlovsky i in. 2018 – Hiadlovsky, V. Hunady, J., Orviska, M. i Pizar, P. 2018. Research Activities and their Relation to Economic Performance of Regions in the European Union, *Business Systems Research* 9(1), s. 44–54.

- Kokko i in. 2015 – Kokko, A., Tingvall, P.G. i Videnord, J. 2015. The growth effects of R&D spending in the EU: A meta-analysis, *Economics: The Open-Access. Open-Assessment E-Journal* 9(40), Kiel Institute for the World Economy (IfW. Kiel, s. 1–26, DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2015-40.
- Ljungwall, C. i Tingvall, P.G. 2015. Is China different? A meta-analysis of the growth-enhancing effect from R&D spending in China. *China Economic Review* 36(C), s. 272–278, DOI: 10.1016/j.chieco.2015.10.001.
- Otsuka i in. 2017 – Otsuka, K., Higuchi, Y. i Sonobe, T. 2017. Middle-income traps in East Asia: An inquiry into causes for slowdown in income growth. *China Economic Review* 46(C), s. S3–S16, DOI: 10.1016/j.chieco.2017.02.002.
- Pakes, A. i Griliches, Z. 1984. Patents and R&D at the firm level: A first look, in Griliches Z. ed. (1984), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press, s. 55–72.
- Pessoa, A. 2010. R&D and economic growth: How strong is the link? *Economics Letters* 107(2), s. 152–154, DOI:10.1016/j.econlet.2010.01.010.
- Pierce, J. i Schott, P. 2018. Investment responses to trade liberalization: Evidence from U.S. industries and establishments. *Journal of International Economics* 115(C), s. 203–222, DOI: 10.1016/j.jinteco.2018.09.005.
- Protogerou i in. 2017 – Protogerou, A., Caloghirou, Y. i Vonortas, N. 2017. Determinants of young firms' innovative performance: Empirical evidence from Europe. *Research Policy* 46(7), s. 1312–1326, DOI: 10.1016/j.respol.2017.05.01.
- Ramadani i in. 2019 – Ramadani, V., Hisrich, R., Abazi-Alilia, H., Danac, L.-P., Panthid, L. i Abazi-Bexhetie, L. 2019. Product innovation and firm performance in transition economies: A multistage estimation approach. *Technological Forecasting & Social Change* 140(C), s. 271–280, DOI: 10.1016/j.techfore.2018.12.010.
- Romanowska, M. 2016. Determinanty innowacyjności polskich przedsiębiorstw. *Przegląd Organizacji* 2, s. 29–35.
- Salahodjaev, R. 2015. Democracy and economic growth: the role of intelligence in cross-country regressions. *Intelligence* 50(2), s. 228–234, DOI: 10.1016/j.intell.2015.04.013.
- Santos, A. 2019. Do selected firms show higher performance? The case of Portugal's innovation subsidy. *Structural Change and Economic Dynamics* 50(1), s. 39–50, DOI: 10.1016/j.strueco.2019.04.003.
- Shang i in. 2012 – Shang, O., Poon, J. i Yue, Q. 2012. The role of regional knowledge spillovers on China's innovation. *China Economic Review* 23(4), s. 1164–1175, DOI: 10.1016/j.chieco.2012.08.004.
- Sleuwaegen, L. i Boiardi, P. 2014. Creativity and regional innovation: Evidence from EU regions. *Research Policy* 43(9), s. 1508–1522, DOI: 10.1016/j.respol.2014.03.014.
- Wang i in. 2013 – Wang, D., Hui-Kuang Yu, T. i Liu, H.-Q. 2013. Heterogeneous effect of high-tech industrial R&D spending on economic growth. *Journal of Business Research* 66(10), s. 1990–1993, DOI: 10.1016/j.jbusres.2013.02.023.
- Wang, F. 2014. Complementarities between R&D Investment and Exporting—Evidence from China. *China Economic Review* 31(C), s. 217–227, DOI: 10.1016/j.chieco.2014.09.009.
- Zemplinerová, A. i Hromádková, E. 2012. Determinants of firm's innovation. *Prague Economic Papers* 4, s. 487–503, DOI: 10.18267/j.pep.436.
- Zhang i in. 2019 – Zhang, Z., Deng, Y. i Tang, S. 2019. Do Foreign Mergers and Acquisitions Increase Acquired Firms' Innovation? Evidence from Chinese Manufacturing Firms. *The Australian Economic Review* 52(1), s. 41–60, DOI: 10.1111/1467-8462.12282.
- Zhao i in. 2018 – Zhao, J., Wu, G., Xi, X., Na, Q. i Liu, W. 2018. How collaborative innovation system in a knowledge-intensive competitive alliance evolves? An empirical study on China, Korea and Germany. *Technological Forecasting & Social Change* 137(1), s. 128–146, DOI: 10.1016/j.techfore.2018.07.001.
- Zhong, R. 2018. Transparency and firm innovation. *Journal of Accounting and Economics* 66(1), s. 67–93, DOI: 10.1016/j.jacceco.2018.02.001.

Finansowanie przedsiębiorczości innowacyjnej w Polsce

Streszczenie. Funkcjonowanie i rozwój każdego podmiotu gospodarczego wymaga odpowiednich nakładów kapitałowych, które są konieczne do finansowania jego bieżącej i rozwojowej działalności. Wybór źródła oraz optymalne określenie rodzaju i wielkości kapitału oraz warunków jego uzyskania wpływają na zdobycie, a następnie utrzymanie pozycji przedsiębiorstwa na konkurencyjnym rynku. Szczególnym wyzwaniem jest finansowanie przedsiębiorstw innowacyjnych na wczesnych etapach ich rozwoju, w tym również na etapie przygotowania do uruchomienia ambitnego biznesu. Wynika to w głównej mierze z faktu, iż inwestowaniu w nowości towarzyszy wysoki poziom ryzyka i niepewności oraz zwiększone zapotrzebowanie na kapitał. Celem pracy jest systematyzacja i dyskusja wybranych form i źródeł finansowania przedsięwzięć bazujących na wiedzy, zaawansowanych technologiach, dedykowanych polskim firmom typu startup.

Słowa kluczowe: źródła finansowania, innowacje, działalność innowacyjna, startup, ryzyko, technologia, biznes oparty na wiedzy

Financing of innovative entrepreneurship in Poland

Abstract: The functioning and development of each business entity requires adequate capital expenditure that is necessary to finance its current and development activities. The most important issues in obtaining and subsequent maintenance of the company's position in a competitive market are: the choice of source of financing and the optimal definition of the type and amount of capital. The financing of innovative entrepreneurship at an early stage of their development is a particular challenge, because of the fact that investing in new products is accompanied by a high level of risk and uncertainty as well as increased demand for capital. The aim of the chapter is to systematize and discuss selected forms and sources of financing ventures based on knowledge and advanced technologies, dedicated to Polish start-up companies.

Keywords: sources of financing, innovations, innovative activity, start-up, transfer, technology, knowledge-based business

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce

** AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle

1. Wprowadzenie

Jednostki gospodarcze w sposób ciągły poszukują różnorodnych źródeł finansowania swojej działalności. Posiadanie kapitału, w optymalnej dla danej organizacji formie, pozwala realizować zdefiniowane cele, zarówno te krótkookresowe, jaki i te wynikające z wieloletniego planu działania. Wybór źródła oraz optymalne określenie rodzaju i wielkości kapitału oraz warunków jego uzyskania wpływają na zdobycie, a następnie utrzymanie pozycji przedsiębiorstwa na konkurencyjnym rynku. Ponad to trzeba zauważyć, iż w dzisiejszych czasach szczególnie przedsięwzięcia innowacyjne wpływają na pozycję konkurencyjną przedsiębiorstwa na rynku. Ich rozwój przekłada się na sytuację społeczno-gospodarczą kraju i jego regionów.

Finansowanie przedsiębiorczości proinnowacyjnej to angażowanie środków finansowych w celu rozwoju istniejących firm poprzez wsparcie nowatorskich działań w tym organizacyjnych i marketingowych, prac badawczo-rozwojowych, ciągłego udoskonalania produktów oraz usług. Z drugiej strony dostrzec można, iż innowacje wprowadzają nie tylko firmy istniejące, te o ugruntowanej pozycji na rynku, ale zespoły ambitnych, dobrze wykształconych ludzi, którzy zaczynają myśleć o biznesie bo mają ciekawy pomysł, nowatorską technologię czy po prostu pasję oraz chęć rozwijania własnych umiejętności. Według B. Auleta są trzy drogi (pomysł, technologia, pasja) prowadzące do nowego, innowacyjnego przedsięwzięcia biznesowego (Aulet 2014). Budowane przez takich przedsiębiorców firmy to często tymczasowe organizacje, które poszukują rentownego, skalowalnego i powtarzalnego modelu biznesowego (Blank i Dorf 2013). Tym samym szczególnym wyzwaniem staje się więc finansowanie takich przedsięwzięć, przedsiębiorstw innowacyjnych na wczesnych etapach ich rozwoju, w tym również na etapie przygotowania ich do uruchomienia. E. Ries zwraca uwagę, iż są przedsięwzięcia, które tworzą produkty i usługi w warunkach skrajnej niepewności (Ries 2013), co tym bardziej komplikuje możliwość korzystania z tradycyjnych źródeł finansowania przedsiębiorstw. Inwestowaniu w nowości zawsze towarzyszy wysoki poziom ryzyka i niepewności oraz zwiększone zapotrzebowanie na kapitał.

2. Przedsiębiorczość innowacyjna

Relacja między przedsiębiorczością a tempem wzrostu gospodarki ostatecznie przekłada się na przyspieszenie rozwoju społeczno-gospodarczego. Pojęcie „przedsiębiorczość” jest niejednoznaczne, zarówno w języku potocznym, jak i naukowym. Przedsiębiorczość jako obszar badawczy cechuje wyjątkowa multidyscyplinarność i interdyscyplinarność. W literaturze przedmiotu w naukach ekonomicznych występują cztery podstawowe funkcje przedsiębiorczości (Wach 2015):

- przedsiębiorczość jako funkcja osobowości,
- przedsiębiorczość jako funkcja czynności menedżerskich,

- przedsiębiorczość jako funkcja indywidualnego przedsiębiorcy,
- przedsiębiorczość jako funkcja rynku.

Ponad to K. Wach wyodrębnia również funkcje pochodne pozwalające zdefiniować przedsiębiorczość jako:

- ekonomiczny czynnik produkcji,
- funkcję sektora MŚP w gospodarce,
- funkcję samozatrudnienia w gospodarce.

Powyższe funkcje nie są wystarczająco wyodrębnione na tle przyjętych kryteriów klasyfikacyjnych, stąd przedsiębiorczość łączy takie pojęcia jak (Stam 2008):

- samozatrudnienie,
- sektor małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP),
- sektor dużych przedsiębiorstw, oraz
- innowacje.

Wyodrębnienie terminu przedsiębiorczość innowacyjna było efektem zwrócenia uwagi, że nowe przedsięwzięcia biznesowe mogą charakteryzować się wyraźnie różnymi potrzebami i celami (Aulet i Murray 2013). Przedsiębiorstwo innowacyjne (*innovation driven enterprise*, IDE) to firma, która opiera się na innowacyjnym rozwiązaniu bazującym na pionierskiej technologii, oryginalnym modelu biznesowym czy procesie. To przedsięwzięcia ambitne, bazujące na wiedzy oraz zaawansowanych technologiach i realizowane w warunkach ponad przeciętnego ryzyka. Również OECD, chcąc identyfikować dynamicznie rozwijające się firmy, wprowadziło pojęcie przedsiębiorstw wysokiego wzrostu (*high growth enterprises* – HGE). W literaturze empirycznej definiuje się takie przedsiębiorstwa jako te firmy, które charakteryzują się wzrostem przychodów ze sprzedaży lub zatrudnienia na poziomie większym niż 20% średniorocznie w okresie trzech kolejnych lat. W praktyce szczególnie takie firmy HGE przyczyniają się do ponadprzeciętnego tworzenia nowych miejsc pracy, wzrostu konkurencyjności i innowacyjności gospodarek, a tym samym wzrostu gospodarczego. W nawiązaniu do ambitnego biznesu pojawia się również pojęcie przedsięwzięć o wysokim potencjale wzrostowym (*high-potential ventures*) opisywanych w raporcie Global Entrepreneurship Monitor (Cieślik 2010). Zalicza się do nich między innymi takie, których oferta rynkowa ma charakter innowacyjny (niewielka liczba konkurentów w danym wąskim segmencie rynku), czy takie w których stosuje się technologie, które znane były firmie krócej niż jeden rok (Reynolds i in. 2003).

Pojęciem, które łączy wyżej wymieniane cechy przedsiębiorczości innowacyjnej, technologicznej jest startup. Można zauważyć, że jest ono powszechnie nadużywane i nie tylko przeciętni obserwatorzy rynku, ale również teoretycy i eksperci mają problem z jego jednoznaczną definicją. Przedsięwzięcia innowacyjne są również nierozdzielnie związane z przedsiębiorczością akademicką. Coraz częściej na bazie wyników badań naukowych i prac rozwojowych realizowanych przez naukowców, doktorantów czy studentów powstają akademickie startupy nazywane spółkami spin-off, spin-out (Kowal 2016; Kowal i Szmal 2017). Jednym z rezultatów badań nad startupami przeprowadzonych w Akade-

mii Leona Koźmińskiego było wyodrębnienie czterech kategorii przedsiębiorców, którzy różnią się doświadczeniem, typem realizowanej ścieżki kariery i stopniem zaangażowania w firmę. Wśród nich wyróżnić można (Wierciński 2015):

- testerów – niedoświadczonych przedsiębiorców, którzy nie ryzykują wiele, więc niewiele też tracą w przypadku niepowodzenia (często też angażują się w kilka projektów naraz),
- wizjonerzy – przedsiębiorcy z doświadczeniem biznesowym, którzy starają się je wykorzystywać przy tworzeniu nowej firmy. Dokładnie planują kolejne kroki, identyfikują i oceniają zagrożenia, zachowując elastyczność i umiejętność eksperymentowania,
- replikatorzy – przedsiębiorcy, którzy kopią istniejące wzorce i modele biznesowe. Wybierają te rynki, na których da się oszacować stopień ryzyka. Stosują tradycyjne podejście do zarządzania dążąc do wypozycjonowania firmy na rynku,
- partnerzy – przedsiębiorcy, którzy na ogół prowadzą już swój główny biznes, ale mają wiele pomysłów i chcą wykorzystać nowe okazje biznesowe (potrzebują do tego partnerów biznesowych i wspólników).

Poznanie różnych typów przedsiębiorców, a tym samym rodzajów startupów, które podążać mogą różnymi ścieżkami rozwoju, może być ważną informacją dla inwestorów. Przyczynić się to może do lepszego dopasowania inwestora, oferowanych przez rynek źródeł finansowania do profilu przedsiębiorcy i preferowanej przez niego strategii rozwoju.

Trzeba jednak pamiętać, iż przedsiębiorczość innowacyjną cechuje niepewność, niezadko próby tworzenia nowych rynków, gdzie trudno odnaleźć informacje pozwalające na przeprowadzenie analizy ryzyka. Warto również zwrócić uwagę, iż rozwój przedsiębiorstwa innowacyjnego następuje w pewnym cyklu życia. W literaturze odnaleźć można wiele różnych podejść do identyfikacji etapów rozwoju startupu. Zazwyczaj wyróżnia się trzy rodzaje podziału w zależności od tego, czy model rozwoju odnosi się do (Cegielska i Zawadzka 2017):

- klienta (*customer development*) – model zaproponowany przez S. Blank i B. Dorfa,
- produktu (*product development*) – model zaproponowany przez R. Berman, E. Dogruktan i in.,
- finansowania (inwestycyjny) – model rozwoju zaproponowany przez praktyków z firmy doradczej Deloitte.

Model inwestycyjny Deloitte wyróżnia następujące etapy rozwoju startupu:

- faza pierwsza (*Seed Stage*) – okres formowania startupu, gdzie dojrzewa idea biznesu, następuje ukształtowanie przyszłego przedsiębiorcy, inkubacja pomysłu i wstępna ocena możliwości realizacji przedsięwzięcia,
- faza druga (*Startup Stage*) – wczesny rozwój startupu,
- faza trzecia (*Growth Stage*) – przechodzenie firmy w fazę dojrzałości,
- faza czwarta (*Later Stage*) – wyjście z inwestycji (*exit*) przez sprzedaż firmy np. inwestorowi branżowemu lub emisja akcji w ramach oferty publicznej.

Zwrócenie uwagi na fazowość rozwoju przedsięwzięć innowacyjnych ma duże znaczenie w doborze, dopasowaniu źródeł i strategii finansowania do potrzeb startupu, w zależności od etapu na którym się znajduje.

3. Finansowanie polskiej przedsiębiorczości

Dokonując nawet ogólnego przeglądu dostępnych źródeł finansowania, z których mogą korzystać polscy przedsiębiorcy, okazuje się, że oferta rynkowa w tym zakresie jest dość szeroka. Z jednej strony występują różne potrzeby finansowe przedsiębiorstw, tj. dokapitalizowanie, rozszerzenie działalności, dywersyfikacja, inwestycje w produkty czy infrastrukturę, prowadzenie prac badawczo-rozwojowych, wkład własny do projektów pomocowych, weryfikacja pomysłów czy uruchomienie nowego biznesu. Z drugiej wybór sposobu finansowania zależy od wielu czynników, np. fazy rozwoju, rodzaju finansowania, ryzyka projektu. Na decyzję o wyborze finansowania wpływ może mieć (Łapiński i Podhorecka 2019):

- dostępność kapitału,
- warunki spłaty,
- całkowity kosztu kapitału,
- konsekwencje wynikające z zastosowania dźwigni finansowej,
- ocena ryzyka finansowania długiem.

W praktyce okazuje się, że dla przedsiębiorczości startupowej, która cechuje się szczególnie specyficzną oraz wyraźnie odmiennymi potrzebami i celami szeroka oferta rynkowa w zakresie finansowania zdecydowanie się kurczy. Pojawiają się problemy ze spełnieniem podstawowych warunków np. w zakresie posiadania odpowiednich zabezpieczeń, gwarancji czy ubezpieczeń, w tym również zasobów i historii działania, która mogłyby stanowić dla wierzycieli zabezpieczenie zwrotu powierzonych środków.

Bardzo interesujące wnioski dostarcza analiza „Raportu o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce” opublikowanego przez PARP (Raport... 2018), czyli sektora stanowiącego przeważającą większość przedsiębiorstw w Polsce – 99,8%. Wśród nich najliczniejszą grupą (96,2%; 1,94 mln) są mikroprzedsiębiorstwa. To właśnie w tej grupie od kilku lat utrzymuje się tendencja, iż większość nakładów inwestycyjnych jest finansowana środkami własnymi (60,32% w 2015 r.). Kolejne w rankingu źródło finansowania to kredyty i pożyczki krajowe (21,06% w 2015 r.). W mniejszości pozostają pozostałe źródła finansowania dostępne na rynku. Dostępne badania potwierdzają, że przyczyną takich wyborów finansowania działalności jest głównie duża awersja do ryzyka, brak wiedzy i doświadczenia oraz umiejętności zarządzania strukturą finansowania firmy przez kadrę kierowniczą tych firm.

Nie zaskakuje fakt, iż na początku działalności przedsiębiorstwa najczęściej założyciele, właściciele finansują działania z własnych środków. Dodatkowo również ze środ-

Tabela 1. Źródła finansowania nakładów inwestycyjnych w firmach (bez mikroprzedsiębiorstw) w 2015 r. (w tys. PLN)

	Ogółem PLN	Środki własne %	Środki budżetowe %	Kredyty i pożyczki krajowe %	Środki bezpośrednio z zagranicy %		Inne źródła razem %	Nakłady niefinansowe %
					razem	w tym kredyt bankowy		
Ogółem	165 412 596	67,12	4,07	12,70	9,21	0,75	3,69	3,22
MSP (bez mikro)	54 031 619	60,32	4,51	21,06	7,44	0,68	5,80	0,87
Małe	16 591 242	63,04	4,27	20,23	6,01	1,21	5,88	0,58
Średnie	37 440 377	59,11	4,62	21,43	8,08	0,45	5,77	0,99
Duże	111 380 977	70,41	3,85	8,64	10,07	0,79	2,66	4,36

Źródło: Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce, PARPP, Warszawa 2018, www.parp.gov.pl, na podstawie danych GUS.

ków najbliższych sobie osób. Wraz z rozwojem firmy, ewentualnymi potrzebami inwestycyjnymi przedsiębiorcy MŚP sięgają po inne środki, w tym te najbardziej powszechne i zrozumiałe dla nich takie jak kredyty i pożyczki. W przypadku przedsięwzięć proinnowacyjnych, w tym firm startupowych nierzadko ambitnym, młodym (w sensie doświadczenia menedżerskiego) przedsiębiorcom nie mogą wystarczyć środki własne, czy tzw. 3×F (*friends, family & fools*), czyli środki od przyjaciół, rodziny i znajomych. Tutaj, jak pokazują doświadczenia firm startupowych z USA, Izraela czy Singapuru, od samego początku trzeba przewidzieć intensywne działania zmierzające do pozyskania kapitału, najczęściej zewnętrznego. Konsekwencją czego jest bardziej zróżnicowana struktura właścicielska takich firm. Mając na uwadze szczególne wyzwania stojące przed firmą we wczesnym etapie rozwoju (m.in. konieczność oceny pomysłu, utworzenie i rozwój firmy, zbudowanie modelu biznesowego), wymagające zapewnienia odpowiednich środków finansowych, zaskakujące są dane statystyczne przedstawiające sytuację polskich startupów. Według raportu „Polskie startupy. Raport z 2018”, opracowanego przez Fundację Startup Poland (Beauchamp i in. 2018) 59% startupów nie posiada żadnego zewnętrznego kapitału (tab. 2). Bootstrapping, czyli właśnie finansowanie działalności startupu wyłącznie własnym kapitałem, ewentualnie z pomocą tzw. inwestorów nieformalnych 3×F od 2015 r. fluktuuje w okolicach 50%, a w ostatnich dwóch latach ponownie nieco wzrosło.

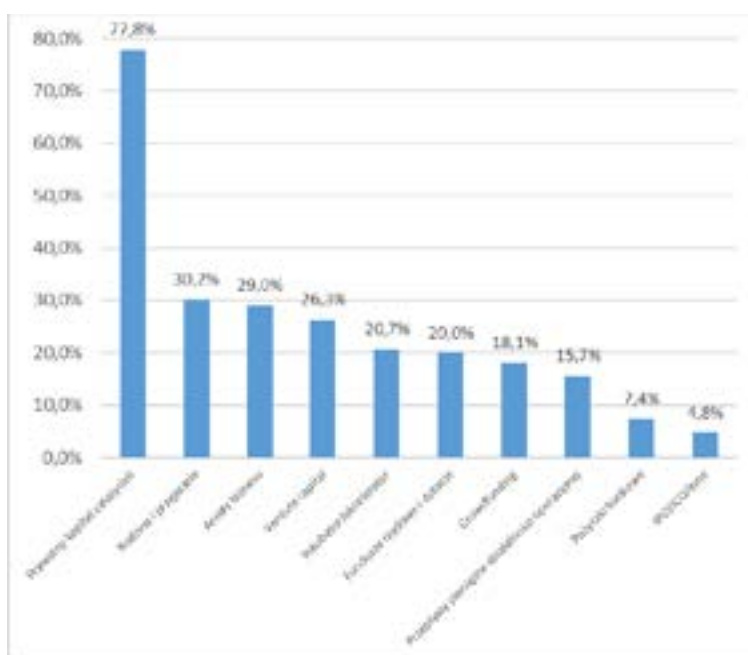
Fakt, iż głównymi źródłami finansowania działalności startupów w Polsce są środki własne (prawie 72%) potwierdza również raport opracowany przez firmę doradcą Deloitte (Raport... 2016). Ponad to zwraca on uwagę, iż bardzo ważnym źródłem finansowania są pieniądze pochodzące z bieżącej działalności tych firm (44,25%). Co ciekawe, na trzecim

Tabela 2. Finansowanie startupów w Polsce (%)

Rok	2015	2016	2017	2018
Środki własne	60	50	62	59
Inne	40	50	38	41

Źródło: Beauchamp, Krysztofiak-Szopa i Skala: *Polskie startupy. Raport 2018*, Fundacja Startup Poland, Warszawa 2018.

miejscu odnotowano wysoki odsetek finansowania startupów przez fundusze Venture Capital (VC) (24,71%), które również wykazują aktywność na wczesnych etapach rozwoju przedsięwzięć innowacyjnych. Sytuację polskich startupów można odnieść do sytuacji w Europie analizując dane na temat źródeł finansowania startupów w Europie zawartych w raportach European Startup Monitor. I tak głównym źródłem kapitału startupów w Europie według raportu z 2018 r. były oszczędności, prywatny kapitał założycieli (77,8%), a następnie środki finansowe od rodziny i przyjaciół (30,2%). Na trzecim miejscu znalazły się fundusze rządowe i dotacje (21,9%) (Steigertahl i in. 2018). Pełna statystyka obrazująca popularność źródeł finansowania wśród startupów europejskich została przedstawiona na rysunku 1.



Rys. 1. Źródła finansowania startupów w krajach EU

Źródło: Mauer R., Steigertahl L. (red.), *EU Startup Monitor 2018 Report*, www.startupmonitor.eu (data dostępu: 11.06.2019)

Analizując przytoczone, jak i inne raporty, również w ujęciu historycznym, można zauważyć, iż aktywność polskich założycieli startupów nie odbiega znacząco od praktyk europejskich. Udział finansowania własnego w startupach w Europie jest na bardzo zbliżonym poziomie, dodatkowo ostatnio nieco wzrasta.

Jednym z najbardziej naturalnych dostarczcycieli kapitału dla przedsiębiorstw innowacyjnych, poza wkładem dotychczasowych i nowych właścicieli, są fundusze inwestycyjne oraz aniołowie biznesu. Fundusze *privet equity* (PE), a przede wszystkim ważne dla początkujących startupów fundusze *venture capital* (VC) mogą dostarczyć firmie pieniędzy, ale również wsparcia w kompleksowym zarządzaniu projektami, co prowadzić może do wzrostu wartości firmy. Z uwagi na trudności związane z brakiem spójnych i wiarygodnych danych na temat aktywności inwestorów trudno jest oceniać rynek VC w Polsce. Wartość inwestycji typu VC przeprowadzonych w 2017 r. na polskim rynku według danych stowarzyszenia Invest Europe odpowiadała za 0,011% całości PKB. Jest to wynik zdecydowanie niższy niż średnia dla całej Europy, która wyniosła 0,039% (Hologa i Zambrzycki 2019). W 2018 r. wartość inwestycji VC nadal utrzymała się na bardzo niskim poziomie. Wydaje się, że polski rynek VC staje się coraz dojrzalszy, niemniej jednak nadal nie przypomina on zachodnich ekosystemów. Według raportu fundacji Startup Poland pt. „The Golden Book of Venture Capital in Poland 2019” w Polsce w 2019 r. działa 130 firm VC, aż o 40% więcej niż w 2017 r. Mimo iż pod względem liczby funduszy VC Polska wyprzedziła Szwecję, która obok Wielkiej Brytanii, jest kolebką największej liczby firm innowacyjnych, to nadal aktywność tych funduszy pozostawia wiele do życzenia. W opinii ekspertów z jednej strony brakuje większych funduszy, które zaspokajałyby potrzeby kapitałowe rozwiniętych startupów, z drugiej strony te które są – dość ostrożnie inwestują w przedsięwzięcia, które nie są, przynajmniej nie od razu, kandydatami na tzw. jednorożców (firm technologicznych wycenianych na poziomie 1 mld USD). Wielu ekspertów, analityków VC zwraca również uwagę na fakt, iż polskie ekosystemy startupowe nadal znajdują się na początkowym etapie rozwoju, ponad to problemem jest podaż projektów innowacyjnych, technologicznych a tym samym przedsięwzięć które gwarantują sukces.

Wartość aktywów zarządzanych przez fundusze VC w Polsce wynosi 2,6 mld USD, a 68% startupów finansuje swoją działalność z własnych pieniędzy, przy 37% startupów, które skorzystały z funduszy VC. Dane z raportu również wskazują, że 40% startupów korzysta z wsparcia z programów Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) (Duszczyk 2019).

Trudno nie zauważyć, że wyzwania tworzenia pionierskich rozwiązań, budowy innowacyjnych firm bazujących na własności intelektualnej są bliskie polityce Unii Europejskiej. Potwierdzeniem tego może być obecność na rynku startupów środków pochodzących z funduszy europejskich. W tym zakresie na uwagę zasługują środki na programy, projekty redystrybuowane przez NCBR, będącą instytucją pośredniczącą w realizacji Programu Operacyjnego UE Inteligentny Rozwój na lata 2014–2020 (w poprzedniej perspektywie Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka). Jeden z takich programów

jest BRIDGE Alfa – jest i miał być odpowiedzią na problemy w pozyskaniu finansowania dla proinnowacyjnych przedsięwzięć, w tym prac badawczo-rozwojowych (B+R). Finansowanie bazuje na realizacji wspólnych przedsięwzięć przez NCBR (80% środków) oraz prywatnych inwestorów, którzy dokładają tylko 20% środków własnych. Program BRIDGE Alfa zakładał (www.ncbr.gov.pl) między innymi współfinansowanie projektów B+R we wczesnych fazach rozwoju, a więc projektów w fazie proof-of-principle i/lub proof-of-concept. Działanie takie służyć również miało zwiększeniu podaży projektów B+R atrakcyjnych dla inwestorów typu VC i/lub private equity. Założenie programu wydawały się być bardzo trafione w kontekście omawianych powyżej zachowań funduszy VC na rynku. Taka interwencja publiczna mogła przyczynić się do maksymalizacji efektów w postaci wzrostu wydatków na prace B+R oraz zwiększenia prawdopodobieństwa realizacji celu tj. zbliżenia młodych firm do inwestorów finansowych i strategicznych. Efektem programu (pilotażowy program BRIDGE Alfa został uruchomiony przez NCBR w latach 2014 i 2015) było powstanie funduszy VC wspieranych przez środki publiczne. Te fundusze wysokiego ryzyka miały inwestować w projekty w fazie rozwoju pomysłu, gdy często trudno jest mówić nawet o modelu biznesowym czy wstępnej koncepcji produktu. Chociaż Program BRIDGE Alfa w pełni odpowiadał na potrzeby środowisk startupowych oraz potencjalnych przedsiębiorców, którzy tymczasem mieli tylko ciekawe pomysły i/lub technologie, to wzbudzał i wzbudza nadal (program BRIDGE Alfa jest kontynuowany w obecnej perspektywie budżetowej i nadal wspierany ze środków z UE) wiele kontrowersji. Wydawało się, że zgodnie z założeniami program będzie idealnym źródłem środków dla finansowania innowacyjnych pomysłów, modeli biznesowych czy technologii dla przedsiębiorców, inwestorów, którzy borykali się dotychczas z brakiem zasobów potrzebnych do testowania, walidowania i rozwinięcia swoich inicjatyw. Tymczasem program nie spełnił pokładanych w nim nadziei. Z uwagi na złożoność problemu trudno jednoznacznie wskazać przyczyny takiego stanu. Z jednej strony nie pomagają ograniczenia administracyjne programu (brak elastyczności procedur), z drugiej inwestorzy poszukujący przedsięwzięć i technologii, które już osiągnęły wysoki poziom gotowości wdrożeniowej, a tym samym charakteryzują je mniejsze ryzyko. Wzorem typowych, prywatnych funduszy VC – fundusze BRIDGE Alfa interesują się przede wszystkim startupami, pomysłami posiadającymi unikalną i nie łatwo replikowaną technologię, którą można zaaplikować na dużym i intensywnie rosnącym rynku, przed wszystkim globalnym. Ponad to szukają startupów (lub materiału na startup) o wysokiej aktywności akwizycyjnej, a więc takie, które mają potencjał na duży exit (wyjście z inwestycji z wysoką, ponad przeciętną stopą zwrotu).

4. Programy akceleracyjne jako źródło rozwoju innowacyjnych firm

Za pewną odpowiedź rynku na wspomniane wyżej trudności i wyzwania charakteryzujące finansowanie innowacyjnych firm na wczesnych etapach rozwoju, a nawet pomysłów

zgłaszanych przez potencjalnych przedsiębiorców, uznać można coraz szerszą ofertę programów akceleracyjnych. Polityka wspierania innowacji wdrażana może być przez różne instytucje, organizacje życia publicznego i społecznego oferujące bardzo zróżnicowane formy wspierania przedsiębiorstw, wynalazców. Wśród nich są te, które oferują okazjonalną i doraźną relację, ale również te, które stawiają na systematyczną i kompleksową współpracę. Takimi programami, które korzystając z wybranych instrumentów wsparcia tworzą spójną i kompletną ofertę, jest inkubacja i akceleracja. Oddziaływanie takim pakietem świadczeń jest bardziej efektywne, co zostało już udowodnione wielokrotnie, choćby w dojrzałych ekosystemach startupowych.

Inkubowanie przedsiębiorstw lub technologii to nic innego jak opiekowanie się nimi we wczesnych fazach rozwoju. Okres inkubacji może trwać nawet kilka lat, w zależności od branży i specyfiki danego przedsięwzięcia. Z kolei akcelerator jest najczęściej wyspecjalizowanym programem służącym przyspieszeniu firmy, startupu w początkowym etapie jego rozwoju. Programy akceleracyjne, czyli akceleratory startupów, pomagają młodym przedsiębiorcom rozwinąć swój pomysł na biznes w krótkim czasie. Oprócz finansowania oferują one również wsparcie merytoryczne, które jest kluczowe we wczesnej fazie rozwoju firmy. Akceleratory przyczyniają się do szybkiej walidacji pomysłu czy częściowej walidacji produktu lub usługi, co przekłada się na zmniejszenie ryzyka, zarówno technologicznego, jak i finansowego danego przedsięwzięcia i przybliża go do sukcesu rynkowego. W zamian za środki finansowe oraz pomoc niematerialną, akceleratory oczekują części udziałów w firmie. Wiele programów akceleracyjnych powiązanych jest z konkretnym funduszem inwestycyjnym, szczególnie takim, który inwestuje w podmioty znajdujące się we wczesnym stadium rozwoju, a tym samym gdzie występuje wysokie ryzyko inwestycyjne.

W ostatnich latach w Polsce zaobserwować można lawinowy wzrost liczby programów akceleracyjnych kierowanych do innowatorów i startupów. W tabeli 3 zaprezentowano oferty wybranych akceleratorów, ukazując równocześnie różnorodność dostarczanych pakietów świadczeń. Programy kierowane często są dedykowane dla konkretnych, uznanych za obiecujące, obszarów w tym w szczególności tych, które reprezentują tzw. krajowe inteligentne specjalizacje. Szeroka oferta akceleratorów obejmuje więc takie przykładowe strategiczne obszary interwencji jak:

- technologie w finansach (*financial technologies*),
- biotechnologie, farmacja,
- cyberbezpieczeństwo,
- inteligentne miasta (*smart city*),
- Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT),
- sztuczną inteligencję,
- inżynierię materiałową – wykorzystania nowych materiałów,
- robotyzację oraz automatyzację,
- rzeczywistość rozszerzoną (AR) oraz wirtualną (VR),

Tabela 3. Przykładowe akceleratory w Polsce

Branża/obszary działalności	Akcelerator oraz nazwa programu	Oferta
Life science, IT energetyka, IoT	Warszawski Akcelerator Technologiczny (WAW.AC)	<ul style="list-style-type: none"> – dostęp do zróżnicowanej obszarowo praktycznej wiedzy ponad stu mentorów – dostęp do kompetencji mentorów
Przemysł 4.0	Krakowski Park Technologiczny (KPT) KPT ScaleUp	<ul style="list-style-type: none"> – umożliwia współpracę z wiodącymi polskimi przedsiębiorstwami (odbiorcy nowych technologii) – przyspiesza rozwój startupu i ułatwia mu zwiększenie skali działania – program dopasowany do indywidualnych potrzeb – wspiera udziałem ekspertów technologicznych i biznesowych – umożliwia usługi doradcze i mentorskie – 6-miesięczny program
Technologiczna	Orange Fab	<ul style="list-style-type: none"> – pomoc w rozwijaniu projektów zaawansowanych technologicznie – dostęp do globalnego wymiaru marki Orange – dostęp do szerokiego grona klientów, wiedzy ekspertów, kanałów promocji oraz sieci dystrybucji – program trwa 12 tygodni
Biotechnologia, farmacja, urządzenia medyczne	Akcelerator Technologiczny BTM <i>BTM Innovations</i>	<ul style="list-style-type: none"> – umożliwia indywidualnie dobrane usługi doradztwa strategicznego – prowadzi wsparcie ze strony doświadczonych ekspertów i mentorów – umożliwia przedstawienie projektu funduszom inwestycyjnym
Smart City, Internet Rzeczy, Sztuczna inteligencja	Impact Poland	<ul style="list-style-type: none"> – pomoc w opracowaniu nowatorskich produktów, usług lub technologii
Edukacja	EdTech Hub Accelerator <i>Surferzy Wiedzy</i>	<ul style="list-style-type: none"> – dostęp do wiedzy – umożliwia konsultacje eksperckie i spotkania z mentorami – umożliwia uczestnictwo w szkoleniach biznesowo-technologicznych – umożliwia rozwijanie umiejętności dzięki nowym technologiom – skierowany do specjalistów i pasjonatów nowych technologii – ułatwia rozszerzenie bazy kontaktów wśród inwestorów czy korporacji mediowych – umożliwia korzystanie z autorskiej platformy smart learningowej – umożliwia korzystanie z infrastruktury w ramach ekosystemu Digital Knowledge Village
Różne branże Brak ograniczeń	Gdańska Fundacja Przedsiębiorczości <i>Starter</i>	<ul style="list-style-type: none"> – oferuje przestrzeń, wiedzę oraz społeczność bogatą w osoby z różnych branż – pomoc w poszukiwaniu inwestorów – pomoc w zdobywaniu zagranicznych rynków

Źródło: opracowanie własne.

- efektywność energetyczną,
- technologie kosmiczne.

Wśród akceleratorów można odnaleźć takie, które poszukują innowacyjnych, dojrzałych projektów technologicznych, ale i takich, które chcą współpracować dopiero na etapie pomysłu, idei wstępnych badań technologii. Akceleratorzy z pewnością przyczyniają się do przyspieszenia rozwoju startupu. Trudno w jednym miejscu zebrać uniwersalne korzyści bycia i współpracy z akceleratorem, ale z pewnością trzeba podkreślić znaczenie wsparcia mentorów. Partnerzy, eksperci, którzy dzielą się wiedzą, swoimi doświadczeniami a ponad to łączą przedsiębiorcę z różnymi interesariuszami bywają bezcenną wartością dla startującej firmy. Dzięki programowi w otoczeniu firmy pojawia się bardzo szeroka sieć kontaktów, którzy oferują różnorodną pomoc, a także dla startupu otwierają się nowe możliwości jeśli chodzi o kanały promocji i dystrybucji. Akceleratorzy oferują własną markę, skalowanie produktu na rynkach zagranicznych (szczególnie gdy akcelerator współpracuje z globalnymi partnerami, korporacjami) czy dostęp do infrastruktury oraz przestrzeni coworkingowej.

Tabela 4. Przykłady akceleratorów dla przedsięwzięć Fintech w Polsce

Branża/obszary działalności	Akcelerator oraz nazwa programu	Oferta
Fintech	Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) <i>GammaRebels powered by Poczta Polska</i>	<ul style="list-style-type: none"> – oferuje pomoc finansową – umożliwia skorzystanie z zasobów niezbędnych do opracowania i testowania własnych rozwiązań – umożliwia dostęp do wysokiej klasy mentorów – daje szansę na zdobycie doświadczenia oraz zbudowanie sieci kontaktów, partnerów biznesowych i potencjalnych inwestorów
	PKO Bank Polski <i>Let's Fintech</i>	<ul style="list-style-type: none"> – pomaga w znalezieniu partnera biznesowego lub dużego klienta – umożliwia przeprowadzenie pilotaży wewnętrznych i produkcyjnych – umożliwia testowanie gotowego rozwiązania czy technologii w dedykowanych oddziałach laboratoryjnych – wspólnie ze startupami wdraża nowe technologie – udostępnia swoje API – umożliwia współpracę z ekspertami technologicznymi i biznesowymi – rozwija obszar otwartej bankowości – oferuje fundusz CVC do inwestycji w startupy, funkcjonujące w obszarze szeroko pojętych technologii finansowych

Źródło: opracowanie własne.

W ostatnim czasie zauważa się dynamiczną ekspansję technologii finansowych określanych jako Fintech (*Financial Technology*), która sprawia, że klienci usług sektora finansowego coraz chętniej przechodzą do kanałów mobilnych. Finansowanie w ramach Fintech obejmuje wszelkiego typu innowacje technologiczne lub finansowe dotyczące instrumentów finansowych oraz usług dla sektora finansowego, opartych na technologiach informacyjnych. Zgodnie z definicją Komisji Nadzoru Finansowego do sektora FinTech zaliczyć można (KNF 2019):

- podmioty nadzorowane (m.in. banki, zakłady ubezpieczeń, instytucje płatnicze czy firmy inwestycyjne),
- podmioty nienadzorowane (m.in. firmy innowacyjne, startupy testujące i wprowadzające na rynek nowe rozwiązania).

W tabeli 4 przedstawiono przykładowe akceleratory oferujące wsparcie dla przedsięwzięć Fintech.

5. Wnioski

Oryginalne pomysły na biznes, dobre wyniki badań naukowych i prac rozwojowych pozbawione środków finansowych na ich realizację pozostaną tylko w głowach innowatorów czy w publikacjach naukowych. Sposobem walidacji tych innowacyjnych idei, wizji czy technologii są startupy. Przetrwanie i rozwój tych firm często warunkowane jest pozyskaniem funduszy. Jest to szczególnie trudne, gdy dotyczy początkowej fazy ich rozwoju. Często mimo zwiększonej aktywności podmiotów finansujących startupy wcale nie wzrastał odsetek tych, którzy z tego finansowania skorzystali.

W poszukiwaniu nowych sposobów finansowania projektów proinnowacyjnych na wczesnych etapach polscy przedsiębiorcy w ostatnich latach coraz częściej sięgają po programy akceleracyjne. Można mówić o swego rodzaju boomie na akceleratory. Dzięki programom akceleracyjnym nowo powstałe przedsiębiorstwa oprócz wsparcia finansowego, możliwości szybkiego zweryfikowania swoich ścieżek komercjalizacji otrzymują wsparcie doradcze i pomoc w nawiązaniu kontaktów z odbiorcami swoich pomysłów, technologii. Do programów włączają się również duże firmy i korporacje stwarzając warunki do testowania nowych rozwiązań w warunkach zbliżonych do rzeczywistości czy wręcz przemysłowych (potwierdza to np. Scale Up zarządzany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości). Polski Fundusz Rozwoju (PFR) oferuje szereg programów wspierających propagowanie i zdobywanie specjalistycznej, profesjonalnej wiedzy z zakresu przedsiębiorczości. PFR zebrał blisko sto programów wsparcia, które obejmują m.in. doradztwo i szkolenia oraz szereg programów akceleracyjnych.

Dostrzec można silny trend wzrostowy, jeśli chodzi o udział programów publicznych w finansowaniu młodych przedsiębiorstw, startupów oferowanych przez PARP, NCBR, jak również przez wiele krajowych akceleratorów rozwijających idee partnerstwa publiczno-

-prywatnego. Młodzi przedsiębiorcy nie potrzebują wyłącznie finansowania. Kluczem do ich sukcesu, oprócz pozyskania odpowiednich środków finansowych, jest pomoc mentorów, którzy dzielą się swoją praktyczną wiedzą i pomagają odnaleźć drogę rozwoju biznesu. Według raportu Polskie Startupy, opracowanego przez Fundację Startup Poland, odnotowano dwa razy większą aktywność krajowych akceleratorów w 2018 roku. Aż 24% startupów, które pozyskały finansowanie w 2018 roku, otrzymało je dzięki programom akcelerycyjnym – to dwukrotnie więcej niż w roku 2017.

Podsumowując można stwierdzić, iż ekosystem startupów w Polsce dynamicznie ewoluuje. Pojawia się coraz więcej możliwości wsparcia dla ambitnych, kreatywnych przedsiębiorców planujących stworzenie własnego biznesu. Szczególnie cenne będą rezultaty wykorzystywanego wsparcia kiedy na naszym rynku będzie coraz więcej przedsiębiorstw innowacyjnych oferujących produkty, usługi bazujące na nowych zaawansowanych technologiach. Wydaje się, że bogata i zróżnicowana oferta akceleratorów w połączeniu z finansowaniem otwartym na przedsięwzięcia, rozwiązania o niskim poziomie gotowości technologicznej może doprowadzić do efektów tak ważnych dla wzrostu gospodarczego kraju.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego) [Nr 16.16.100.215].

Literatura

- Aulet B. i Murray F. 2013. A Tale of Two Entrepreneurs: Understanding Differences in the Types of Entrepreneurship in the Economy. [Online] www.papers.ssrn.com, 5/2013 (Dostęp: 14.06.2019).
- Aulet B. 2014. Przedsiębiorczość zdyscyplinowana, Od startupu do sukcesu w 24 krokach, Gliwice: Helion.
- Beauchamp i in. 2018 – Beauchamp M., Krysztofiak-Szopa J. i Skala A. 2018. Polskie startupy. Raport. Warszawa: Fundacja Startup Poland.
- Blank S. i Dorf B. 2013. Podręcznik budowy startupu. Warszawa: Onepress.
- Cegielska E. i Zawadzka D. 2017. Źródła finansowania startupów w Polsce, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska – sectio H (Oeconomii), VOL. LI, 6 SECTIO H, Lublin.
- Cieślak J. 2010. Przedsiębiorczość dla ambitnych. Jak uruchomić własny biznes. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne Spółka z o.o.
- Duszczak M. 2019. W Polsce brakuje pieniędzy dla dużych startupów, cyfrowa.rp.pl, 5/2019. [Online] www.cyfrowa.rp.pl (Dostęp: 4.06.2019).
- Hologa R. i Zambrzycki K. 2018. Polski rynek VC 2017/2018, Raport Inovo Venture Partners, Warszawa.
- Komisja Nadzoru Finansowego (KNF). [Online] https://www.knf.gov.pl/dla_ryнку/fin_tech (Dostęp: 24.06.2019).
- Kowal D. 2016. Commercialising academic research through spin-offs [W:] Knowledge – economy – society: contemporary aspects of economic transformations, ed. by Paweł Lula, Tomasz Rojek [materiały konferencyjne], Foundation of the Cracow University of Economics, Kraków 2016, s. 287–294. [Online] https://cfm.uek.krakow.pl/media/files/fe/50/CFM_2016_01_online.pdf
- Kowal D. i Szmaj A. 2016. The aspects of knowledge logistics in the process of creating university high-growth technology businesses – the case of the AGH University of Science and Technology, Carpathian Logistics Congress, Zakopane, s. 645–653 (opublikowano 2017).

- Łapiński J. i Podhorecka W. 2019. Po pieniądze na rozwój firmy sięgają do własnej kieszki, *Harvard Business Review Polska* 195.
- Mauer R. i Steigertahl L. (red.), 2018. *EU Startup Monitor 2018 Report*. [Online] www.startupmonitor.eu (Dostęp: 11.06.2019).
- Ries E. 2017. *Metoda Lean Startup*. Gliwice: Helion.
- Raport... 2018 – Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce. PARPP, Warszawa. [Online] www.parp.gov.pl (Dostęp: 4.06.2019).
- Raport... 2016 – Diagnoza ekosystemu startupów w Polsce. Warszawa: Deloitte.
- Raport The Golden Book of Venture Capital in Poland 2019, Fundacja Startup Poland. [Online] www.trade.gov.pl (dostęp 28.06.2019).
- Reynolds i in. 2003 – Reynolds P.D., Bygrave W.D., Autio E. i Arenius P. 2003. *Global Entrepreneurship Monitor: 2002 Executive Report*.
- Steigertahl L. i Mauer R. 2018. ESCP Europe Jean-Baptiste Say Institute for Entrepreneurship, *Startup Monitor*. [Online] www.startupmonitor.eu (Dostęp: 10.06.2019).
- Stam E. 2008. *Entrepreneurship and Innovation Policy*. Jena Economic Research Papers 6.
- Wach K. 2015. Przedsiębiorczość jako czynnik rozwoju społeczno-gospodarczego: przegląd literatury, *Journal Przedsiębiorczość – Edukacja*, Kraków, s. 24–36.
- Wierciński D. 2015. Antecedents and Dynamism of Decision-Making Logic in Global-Minded Start-Ups (July 1, 2015). Available at SSRN. [Online] <https://ssrn.com/abstract=2702575> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2702575>.

Badanie opinii konsumentów o innowacjach w żywności

Streszczenie: Dążenie do zwalczania głodu i zapewnienia wystarczającej ilości żywności dla rosnącej populacji mieszkańców Ziemi doprowadziło do stworzenia genetycznie modyfikowanych organizmów (GMO) roślinnych i zwierzęcych. Przeprowadzone na roślinach modyfikacje miały na celu zwiększenie plonów oraz podniesienie ich odporności na choroby i szkodniki. Modyfikacje genetyczne zwierząt hodowlanych nastawione były na zwiększenie przyrostów ich masy i podniesienie odporności na choroby. Głównymi roślinami uprawianymi są: soja, kukurydza i bawełna. Największe arealty roślin GMO znajdują się w USA, Brazylii, Argentynie, Kanadzie i Indiach. Lawinowy przyrost arealów uprawy tych roślin powoduje niepokój ekologów. Natomiast obawy konsumentów wywołuje niechęć koncernów (głównie amerykańskich) do znakowania artykułów spożywczych zawierających genetycznie modyfikowane organizmy, które mogą przyczynić się do powstawania alergii, nowotworów i innych chorób.

Celem pracy jest zbadanie poziomu wiedzy polskich konsumentów na temat bezpieczeństwa żywności i wpływu GMO na zdrowie człowieka. Badanie przeprowadzono na wybranej grupie respondentów metodą ankietowania i statystycznego opracowania otrzymanych wyników. Ich analiza pokazała, że wiedza naszych rodaków jest nieco szersza od wiedzy konsumentów amerykańskich. Są oni krytyczni wobec wyników badań mówiących o braku wpływu GMO na zdrowie konsumentów i są zdecydowanymi zwolennikami informowania o braku organizmów GM w produktach spożywczych.

Słowa kluczowe: żywność, żywienie, bezpieczeństwo żywności, genetycznie modyfikowane organizmy (GMO), rośliny i zwierzęta genetycznie modyfikowane (GM)

Consumer opinion survey on food innovation

Abstract: Striving to fight hunger and provide enough food for the growing population of the Earth has led to the creation of genetically modified plant and animal organisms. Modifications carried out on plants were aimed at increasing yields and increasing their resistance to diseases and pests. Genetic modifications of farm animals were aimed at increasing their weight gain and increasing disease resistance. The main cultivated plants are: soy, maize and cotton. The largest areas of GMO plants are in the USA, Brazil, Argentina, Canada and India. An avalanche increase in the area of cultivation of these plants causes environmental anxiety. On the other hand, consumer concerns are caused by the reluctance of companies (including US) to label foods containing genetically modified organisms (GMOs) that can contribute to the development of allergies, cancers and other diseases.

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce

The aim of the article was to examine the level of knowledge of Polish consumers on food safety and the impact of GMOs on human health. The study was conducted on a selected group of respondents by means of surveys and statistical analysis of the results obtained. Their analysis showed that the knowledge of our compatriots is a bit wider than the knowledge of American consumers. They are critical of the results of research on the lack of GMO impact on consumers' health and are strong supporters of information on the lack of GM organisms in food products.

Keywords: food, nutrition, food safety, genetically modified organisms (GMO), genetically modified plants and animals (GM)

1. Wprowadzenie

Brak żywności powoduje nie tylko niedożywienie, które może skończyć się śmiercią człowieka, ale jest też jedną z najczęstszych przyczyn niepokojów społecznych i masowych migracji (wewnętrznych i zewnętrznych) w kierunku terenów, gdzie żywność jest bardziej dostępna. W efekcie zmieniających się czynników klimatycznych, demograficznych, politycznych i ekonomicznych wiele krajów nie było w stanie wyprodukować potrzebnej ilości żywności, ONZ i jej agenda Organizacja ds. Wyżywienia i Rolnictwa (*ang. Food and Agricultural Organization – FAO*) opracowały szereg programów rozwoju rolnictwa, które potocznie nazwano „zieloną rewolucją”. Ich celem była likwidacja głodu poprzez wprowadzenie wydajniejszych odmian roślin uprawnych (głównie pszenicy, ryżu i kukurydzy) oraz rozwój agrotechniki. Wprawdzie działania te poprawiły sytuację żywnościową w niektórych krajach Azji, Afryki i Ameryki Południowej, ale wpłynęły niekorzystnie na środowisko przyrodnicze – w wyniku rezygnacji z płodozmianu na rzecz monokultur rolnych, nadmiernego zużycia nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin (pestycydów). Poza tym, przez brak infrastruktury transportowej i magazynowej w wielu lokalizacjach, duża część wyprodukowanych nadwyżek żywnościowych nie została zagospodarowana i uległa zniszczeniu (Weis 2011).

Kolejnym krokiem w walce o zapewnienie żywności dla rosnącej populacji mieszkańców Ziemi stało się tworzenie innowacyjnych organizmów genetycznie modyfikowanych (*Genetically Modified Organisms – GMO*). GMO jest innowacją, która z jednej strony pozytywnie wpływa na wygląd i jakość produktów, ale z drugiej strony może mieć negatywny wpływ na zdrowie i życie człowieka oraz środowisko naturalne. Nie jest to jeszcze zbadane, ponieważ wymaga to wielu lat badań na kolejnych pokoleniach ludzi. Genetyczne modyfikacje dotyczą zarówno roślin uprawnych jak i zwierząt hodowlanych. Nowa technologia polega na wprowadzaniu genu jednego organizmu do genomu innego organizmu, w celu uzyskania pożądanych cech użytkowych tego ostatniego. Budzi ona wiele zastrzeżeń, zwłaszcza wobec bardzo szybkiego rozpowszechniania się upraw roślin genetycznie modyfikowanych i niechęci koncernów biotechnologicznych, posiadających patenty na te rośliny, do informowania o ich obecności w artykułach spożywczych. Rze-

czywiście wiedza na temat GMO jest niewielka, ale nie ma też w pełni wiarygodnych badań świadczących o ich nieszkodliwości dla ludzi i środowiska w długim okresie czasu. O tym, czy technologia modyfikacji będzie się rozwijać w sposób niekontrolowany, tak jak jest to w USA, Brazylii, Argentynie, Chinach czy zostanie poddana kontroli, jak to ma miejsce w UE, w dużej mierze będzie zależec od postaw konsumentów, opartych na wiedzy i skłonności do płacenia wyższych cen za żywność bez GMO.

Celem pracy jest zbadanie opinii młodych polskich konsumentów, posiadających średnie i wyższe wykształcenie, na temat wykorzystania GMO w produkcji artykułów spożywczych. Do analiz porównawczych przeprowadzono krytyczną analizę literatury przedmiotu odnoszącej się do podjętej tematyki i zaprezentowano wyniki badań własnych, przeprowadzonych metodą ankietową na próbie $n = 261$. Respondentami byli studenci I roku studiów licencjackich Wydziału Zarządzania AGH w Krakowie i słuchacze studiów podyplomowych tegoż wydziału. Był to wybór nielosowy uwzględniający płeć (kobiety 59,4%, mężczyźni 40,6%) i wykształcenie (63,2% średnie, wyższe 36,8%). Przedstawiono podstawowe mierniki statystyki opisowej i wykonano test Chi-kwadrat Pearsona, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$, którego celem było określenie, czy płeć i wiek respondentów miały statystycznie istotny wpływ na opinie wyrażone w odpowiedziach na pytania zawarte w ankiecie.

2. Genetyczna modyfikacja organizmów

Człowiek od zamierzchłych czasów doskonalił rośliny i zwierzęta aby ich własności użytkowe najlepiej odpowiadały jego potrzebom. Następowalo to w wyniku długotrwałego procesu, polegającego na selekcji i krzyżowaniu osobników tego samego gatunku odznaczających się pożądanymi cechami. Około 30 lat temu została opracowana innowacyjna technika GMO polegająca uzyskiwaniu pożądaných (nowych) cech fizjologicznych poprzez sztuczną zmianę genomu (Achremowicz i Wawrzyniak 2016). W wyniku rekombinacji genetycznych uzyskiwane są organizmy roślinne i zwierzęce, które posiadają cechy bardziej pożądané przez rolników, hodowców, producentów artykułów spożywczych i konsumentów. Zgodnie z wymogami towaroznawczymi produkty rolno-spożywcze wytworzone przy użyciu metod inżynierii genetycznej powinny posiadać cechy podobne do żywności tradycyjnej i dostarczać organizmowi takich samych niezbędnych substancji odżywczych (Jurkiewicz 2012). Modyfikacjom genetycznym poddawane są głównie rośliny uprawne, a w mniejszym stopniu zwierzęta hodowlane. Transgeniczna kukurydza jest odporna na owady i wykorzystywana do wyrobu leków lub szczepionek, a także pasz. Taka kukurydza ma większą zawartość oleju i białka w ziarnie. W doświadczeniach na drobiu, kurczęta karmione kukurydzą GM uzyskiwały szybsze przyrosty masy ciała i lepiej wykorzystywały paszę w porównaniu z grupą kontrolną karmioną kukurydzą niemodyfikowaną genetycznie (Lucas i in. 2007). Pomidory GM mają cieńszą skórke, są odporne na

herbicydy i na szkodniki oraz mają spowolnione dojrzewanie. Z kolei transgeniczne odmiany soi charakteryzują się odpornością na herbicydy, wirusy i szkodniki, a także mają obniżoną zawartość nasyconego kwasu palmitynowego (Jurkiewicz 2012).

Międzynarodowa Organizacja Biotechnologiczna ISAAA (*International Service for the Acquisition of Agribiotech Applications*) od 1996 r. tworzy raporty na temat upraw roślin genetycznie modyfikowanych. Z ostatniego raportu obejmującego lata 1996–2017 (www.isaaa.org) wynika, że powierzchnia upraw GMO w omawianym okresie zwiększyła się z 1,7 mln ha do 189,8 mln ha (wzrost ponad 111-krotny). W 2017 r. rośliny GM były uprawiane w 24 krajach, a 43 państwa importowały je. Największe obszary roślin GM zlokalizowane są w: Stanach Zjednoczonych (75 mln ha, co stanowi 40% całkowitego areалу upraw tych roślin na świecie); Brazylii (50,2 mln ha); Argentynie (23,6 mln ha); Kanadzie (13,1 mln ha) i Indiach (11,4 mln ha). Najczęściej uprawianym gatunkiem roślin GM w 2017 r. była soja (94,1 mln ha) stanowiąc 50% areálu wszystkich roślin GM na świecie. Kolejne miejsca zajmowały: kukurydza (59,7 mln ha – 31%), bawełna (24,1 mln ha – 13%) i rzepak (10,2 mln ha – 5%). Inne uprawiane gatunki roślin GMO to burak cukrowy, lucerna, papaja, bakłażan, ziemniaki, kabaczek i jabłko. W państwach należących do UE uprawia się tylko zmodyfikowaną kukurydzę Bt, linii MON810. Powierzchnia upraw to około 150 tys. ha, przy czym 92% areálu znajduje się w Hiszpanii. Pozostały areál znajduje się w Portugalii, Czechach, Rumunii i Słowacji (Sieradzki i in. 2014).

Modyfikacje genetyczne zwierząt są prowadzone w wolniejszym tempie. Większość badań w tym zakresie jest dopiero na początkowym etapie. Dotyczą one przede wszystkim zwierząt gospodarskich, głównie z zamiarem poprawy cech użytkowych takich jak: szybkość wzrostu, jakość mięsa, skład mleka, odporność na choroby i przeżywalność. Między innymi niektóre cechy zostały uzyskane u świń, których materiał genetyczny był doskonalony w kierunku szybszego wzrostu i większej mięsności przy mniejszym zapotrzebowaniu na paszę. U bydła modyfikacje genetyczne polegały na zmniejszeniu zachorowalności krów na choroby wymion i wyższą przeżywalność cieląt. Zostały wyhodowane również krowy GM, które były odporne na BSE. W przypadku drobiu zmiany genetyczne przyniosły odporność na choroby (np. wirus ptasiej grypy – H5N1) i po części zwiększenie tempa wzrostu kurcząt. Z kolei zmiany genetyczne u ryb miały na celu poprawę jakości i produkcji mięsa oraz odporność na choroby (Kosicka-Gębska i Gębski 2009).

Ze względu na szybki przyrost ilości żywności GM oraz brak badań dotyczących jej wpływu na organizm człowieka w długiej perspektywie czasu, dużej wagi nabiera oznakowanie tego typu produktów, aby konsumenci byli świadomi ich spożywania. Producenci jednak niechętnie informują o obecności GMO w artykułach spożywczych powołując się na wydane w 1992 r. oświadczenie amerykańskiej organizacji FDA (ang. *Food and Drug Administration*) stwierdzające, że żywność genetycznie modyfikowana nie wymaga specjalnego oznakowania (www.fda.gov).

Pierwsza żywność z organizmami genetycznie modyfikowanymi pojawiła się w Stanach Zjednoczonych w 1994 r. Dopuszczono wówczas do sprzedaży pomidory „Flavr-

Savr”, a po dwóch latach wprowadzono do systemu żywnościowego rośliny odporne na herbicydy (Roundup Ready). Jednak w 1997 r. wycofano z rynku pomidory „FlavrSavr”, a w USA rozpoczęła się dyskusja o potrzebie etykietowania żywności GM, które zostało wprowadzono dopiero w 2013 r. – w stanach Connecticut i Main, a rok później w Vermont. Nie zmniejszyło to jednak ekspansji roślin modyfikowanych genetycznie. Przykładowo w 1996 r. nie były one jeszcze zbyt rozpowszechnione: rośliny odporne na herbicydy (Ht – *Herbicide tolerant*) dawały tylko 2,7% plonów, a stosowane do biologicznego zwalczania szkodników (Bt – *Bacillus thuringiensis*) jeszcze mniej, bo tylko 1–1,5%. Po upływie 18 lat (2014 r.) sytuacja uległa całkowitej zmianie, rośliny te bowiem dostarczały już większości plonów: rośliny Ht dawały 89–94%, a rośliny Bt – 80–84% plonów (Wunderlich i Gatto 2015).

Jeśli chodzi o kraje europejskie, wykazują one większą ostrożność w dopuszczeniu do stosowania w artykułach spożywczych roślin GM. Jeszcze w 1997 r. Unia Europejska wprowadziła wymóg znakowania żywności modyfikowanej, a od 2003 r. – Parlament Europejski wymaga, aby na opakowaniach produktów genetycznie zmodyfikowanych była czytelna informacja, że „zawierają genetycznie zmodyfikowane organizmy” (www.gis.gov.pl). Genetyczna modyfikacja organizmów ma zwolenników, którzy mówią o korzyściach jakie przynoszą, i przeciwników mówiących o związanych z nimi zagrożeniach dla konsumentów i środowiska naturalnego. Argumenty obu stron sporu zamieszczono w tabeli 1. Zwolennicy nieograniczonego stosowania GM najczęściej używają argumentu, że żywność genetycznie modyfikowana zapobiega niedożywieniu, a nawet zmniejsza śmiertelność w niektórych regionach świata. Uprawy roślin GM, cechujących się wysoką wydajnością z hektara, miały zmniejszyć problem głodu występujący na kontynentach afrykańskim, azjatyckim i południowo amerykańskim. Jest to jednak argument chybiony, gdyż liczba ludzi głodujących, którą w latach 2002–2005 oceniano na około 850 mln, wzrosła do co najmniej 925 mln w roku 2010.

Wskazywane przez zwolenników, jako poprawiające jakość produktów roślinnych i zwierzęcych zmiany: białek, węglowodanów i składu chemicznego, w dłuższym okresie, mogą okazać się szkodliwe dla ludzi i zwierząt, co podnoszą przeciwnicy masowej konsumpcji żywności zawierającej GMO. O realności takich zagrożeń może świadczyć wzrost alergii pokarmowych (np. spowodowanych orzeszkami ziemnymi modyfikowanymi genem orzechów brazylijskich) (Kosicka-Gębska i Gębski 2009) czy bezpłodność osobników męskich wywołana wysoką zawartością fitoestrogenu w zmodyfikowanej soi (Cichosz i in. 2012). Przeciwnicy upraw roślin genetycznie modyfikowanych widzą w nich zagrożenie dla środowiska. Stosowanie dużych ilości chemicznych środków ochrony roślin i nawozów sztucznych powoduje spadek liczby mikroorganizmów, detrytofagów i bezkręgowców w glebie. Nadmierna kultywacja prowadzona ciężkim sprzętem rolniczym i goła ziemia pomiędzy rzędami sadzonek w uprawach monokulturowych prowadzi do erozji gleby. Uprawa roślin GM na coraz większym areale powoduje zjawisko „genetycznej erozji”, czyli zmniejszanie się puli uprawianych roślin jadalnych. „Obecnie

Tabela 1. Korzyści i zagrożenia
wynikające z produkcji i konsumpcji żywności zawierającej GMO

Korzyści	Zagrożenia
Rośliny GM zapobiegają niedożywieniu oraz poprawiają globalne bezpieczeństwo żywnościowe.	Produkty z GMO mogą stanowić zagrożenie z powodu zmniejszenia ich wartości odżywczej, strawności i biodostępności.
Poprawa jakości produktów roślinnych i zwierzęcych dzięki zmianie białek, węglowodanów i składu chemicznego.	Brak pełnej wiedzy na temat przyszłych skutków spożywania żywności GMO. Można będzie je zidentyfikować po upływie wielu lat.
Żywność GM jest bogatym źródłem substancji odżywczych, np. nutraceutyków ¹ .	Żywność GM (zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego) może wywoływać choroby alergiczne.
Drożdże GMO wykorzystywane są w przemyśle browarniczym, gorzelnianym i winiarstwie.	Żywność pochodząca z upraw GM może być przyczyną ciężkich schorzeń przewodu pokarmowego lub przyczyniać się do powstawania nowotworów.
Wydłużenie czasu przydatności do spożycia spowodowało wytworzenie żywności hipoalergicznej.	Możliwość pojawienia się w roślinach substancji nie odżywczych, a nawet toksycznych.
Wzrost różnorodności towarów i zwiększenie produkcji rolnej.	Ryzyko niekorzystnego wpływ organizmów GM na ekosystem. Zmniejszenie liczby gatunków flory i fauny.
Żywność z GMO ma coraz lepsze właściwości odżywcze oraz sensoryczne.	Chwasty rosnące wokół roślin GM z czasem uodparniają się i potrzebne jest stosowanie coraz to większej ilości herbicydów, na skutek czego następuje wyjałowienie gleby oraz pogorszenie jakości roślin (mogą zawierać więcej substancji szkodliwych dla człowieka). Herbicydy z paszy mogą też dostawać się do organizmów zwierząt hodowlanych, a później do organizmu człowieka.
Zmiana charakterystyki żywności polegająca na polepszeniu wartości odżywczej, wzrostu wydajności produkcji, udoskonaleniu cech technologicznych oraz organoleptycznych.	Atrakcyjny wygląd i głęboki kolor może wprowadzić konsumenta w błąd, gdyż z pozoru dojrzały owoc lub warzywo może posiadać niższą wartość odżywczą i nie być w pełni dojrzały.

¹ Nutraceutyki – są to substancje dodatkowe, których spożycie powoduje większe korzyści zdrowotne i terapeutyczne, niż te wynikające z normalnej diety. Są to: probiotyki, prebiotyki, błonnik pokarmowy, barwniki roślinne, witaminy A, C i E, wielonienasycone kwasy tłuszczowe.

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Jurkiewicz i Bujak 2015; Kosicka-Gębska i Gębski 2009).

ludzką spożywa w zasadzie 30 gatunków roślin uprawnych. Stanowią one źródło 95% kalorii i białek pochodzenia roślinnego. Dziesięć najpopularniejszych upraw (ryż, pszenica, kukurydza, soja, sorgo, proso, ziemniaki, bataty, trzcina/buraki cukrowe i banany) dostarcza ludziom ponad trzech czwartych kalorii pochodzenia roślinnego. Uprawy te dominują na terenach rolnych, a sama „wielka trójka” zbóż (ryż, pszenica i kukurydza)

dostarcza ponad połowę kalorii pochodzenia roślinnego i stanowi 85% całej światowej produkcji zboża” (Weis 2011).

Rośliny genetycznie modyfikowane są również wykorzystywane jako pasza dla trzody chlewnej, drobiu (głównie kurczaków) i bydła. Te trzy gatunki zwierząt, hodowane przemysłowo na wielkich farmach zwanych „fabrykami zwierząt”, dostarczyły konsumentom przykładowo w 2005 r. około 88% mięsa (Weis 2011). Soja i kukurydza są też podstawowymi składnikami pasz.

3. Postawy konsumentów wobec GMO

Opinia publiczna uważana jest za bardzo ważny czynnik wpływający na zachowania konsumentów wobec produktów spożywczych, w tym genetycznie modyfikowanych. Poznanie jej jest ważnym czynnikiem umożliwiającym ocenę działań prowadzących do tworzenia organizmów transgenicznych. Różnica w podejściu do tej kwestii władz w różnych krajach jest wynikiem postaw konsumentów tych społeczeństw, których jednym z elementów jest żądanie (lub nie) etykietowania tego rodzaju żywności.

Badania wiedzy o GMO i postaw wobec spożywania żywności, w której one znajdują się, były i są prowadzone w wielu krajach. O ile środowiska naukowe uznają żywność modyfikowaną genetycznie za bezpieczną, to konsumenci nie mają takiej pewności. Świadczą o tym wyniki badań przeprowadzonych w USA, w których tylko 37% konsumentów uznało żywność modyfikowaną genetycznie za bezpieczną, podczas gdy za bezpieczną uważa ją aż 88% naukowców z Amerykańskiego Stowarzyszenia Postępu Naukowego (McFadden i Lusk 2016). W USA takie badania prowadził także Hallman w latach 2004 i 2014 (Wunderlich i Gatto 2015). Według autora, w 2004 r. 48% badanych stwierdziło, że o GMO wie bardzo mało, a 16% wykazało całkowity brak wiedzy. Po upływie dekad, sytuacja nie wiele się zmieniła, gdyż 54% respondentów wiedziało bardzo mało lub wcale, a 25% nie słyszało wcale o GMO. O tym, że produkty GMO są sprzedawane w supermarketach wiedziało w 2004 r. 48% ankietowanych, a w 2014 r. ich udział spadł do 43%. Z kolei badania przeprowadzone w Turcji przez Turkera (Wunderlich i Gatto 2015) w 2013 r. pokazały, że wśród tureckich studentów pielęgniarstwa 77% uważało GMO za ryzykowne dla wszystkich stworzeń, 72,8% uważało za niebezpieczną ich konsumpcję przez człowieka, a 82,9% miało odczucie, że społeczeństwo nie jest odpowiednio informowane o nich. Tylko 16,8% respondentów uznało swoją wiedzę za wystarczającą.

Katastrofalny poziom wiedzy o GMO pokazały też badania Aleksiejewa przeprowadzone w 2014 r. wśród konsumentów litewskich (Wunderlich i Gatto 2015). Połowa z nich uważała, że w przeciwieństwie do zwykłych pomidorów tylko genetycznie zmodyfikowane mają geny. Przy czym, 68,2% było przekonane, że geny żywności GM mogą dostać się do ludzkich komórek generatywnych i mogą zostać przekazane przyszłym pokoleniom, a 40,9% uważało, że poprzez zjedzenie genetycznie modyfikowanego pomidora mogą zmie-

nić się ludzkie geny. Jednocześnie bardzo nisko oceniali oni swoją wiedzę na temat GMO – w skali 10 stopniowej tylko 22,7% oceniło ją na sześć, a pozostałe 77,3% na pięć i mniej.

Kolejnym badaczem postaw wobec żywności GMO był McGarry, który w 2012 r. (Wunderlich i Gatto 2015) przeprowadził badania na temat wiedzy i rankingu cech żywności na wielonarodowej grupie, która składała się z: 550 respondentów amerykańskich, 200 włoskich i 128 japońskich. Wiedzę o GMO zadeklarowało odpowiednio 40,9%, 28,0% i 33,0% badanych. Natomiast, jeśli chodzi o najbardziej pożądane cechy żywności, to „wolne od GMO” znalazło się na 17 miejscu w rankingu konsumentów amerykańskich, na piątym – włoskich i siódmym – japońskich.

Badania wiedzy o GMO i stosunku do żywności zawierającej takie organizmy prowadzone były także w Polsce (Raport 2012). W 2014 roku Anna Jurkiewicz Jurkiewicz i in. (2014) przeprowadziła badania na grupie 500 polskich studentów, wśród których tylko 1,8% stwierdziło, że o GMO wie „dużo, a 16,8% – „dość dużo”. Negatywną opinię o roślinach GM stosowanych do produkcji żywności miało 59,9% badanych, 57,4% wątpiło w wiarygodność wyników badania skutków zdrowotnych GM, a 64,1% uważało doniesienia medialne na temat GMO za niewiarygodne.

Podobne badania przeprowadzone zostały przez Annę Jurkiewicz (Jurkiewicz 2015) również na grupie maturzystów, składającej się z 500 respondentów (po 250 uczniów liceum ogólnokształcącego i technikum rolniczego). W próbie było 58,4% dziewcząt i 41,6% chłopców, przy czym 26,6% respondentów mieszkało w mieście, a 73,4% na wsi. Pytano także o pochodzenie respondentów. Odpowiedzi udzieliło tylko 488 osób, w tym 51,8% osób miało pochodzenie rolnicze, a 48,2% pozarolnicze. Zasadniczą część ankiety otworzyło pytanie o tym, jak dużą wagę przywiązują respondenci do zdrowego odżywiania. Większość badanych (70,9%) wybrała odpowiedź „raczej tak” i „zdecydowanie tak”. Odpowiedzi takich częściej udzielały dziewczęta niż chłopcy i była to różnica istotna statystycznie. Natomiast odpowiedzi w grupach respondentów różniących się pochodzeniem i typem szkoły nie wykazywały istotnych różnic. Pytani oto, czy we własnym gospodarstwie uprawialiby rośliny genetycznie modyfikowane i hodowali zwierzęta genetycznie modyfikowane, większość ankietowanych odpowiedziała negatywnie („zdecydowanie nie” i „raczej nie”). Takie poglądy istotnie częściej wyrażały dziewczęta i uczniowie technikum rolniczego. Jednak różnice w poglądach uczniów mających pochodzenie rolnicze i pozarolnicze nie były statystycznie istotne. Kolejne pytanie dotyczyło rzetelności badań na temat skutków zdrowotnych spożywanej żywności. W swoich odpowiedziach większość ankietowanych nie wyraziła zaufania dla takich badań (były to odpowiedzi „zdecydowanie nie” i „raczej nie”). Odpowiedź „zdecydowanie nie” zadeklarowało 25% chłopców, a tylko 10,6% dziewcząt i była to różnica statystycznie istotna. Badana młodzież nie ma zaufania do żywności wyprodukowanej na bazie organizmów zmodyfikowanych genetycznie (68,6% odpowiedzi negatywnych). Pogląd taki częściej wyrażały dziewczęta niż chłopcy i była to różnica statystycznie istotna. Badana młodzież w większości (58,8%) deklarowała gotowość do płacenia wyższej ceny za żywność bez GMO i podobnie jak

w poprzednich odpowiedziach zauważalna była statystycznie istotna różnica w odpowiedziach dziewcząt i chłopców.

4. Badanie własne

Pytania zadane respondentom, których liczbę, płeć i wykształcenie opisano we „Wprowadzeniu”, dotyczyły ich opinii: o bezpieczeństwie żywności sprzedawanej w sklepach, zainteresowaniu problematyką GMO, obowiązku informowania konsumentów o braku GMO w artykułach spożywczych i wpływu jej na decyzje zakupowe. Badania przeprowadzono w 2018 roku. Wyniki badania przedstawiono w tabeli 2.

Ankietowani dość krytycznie oceniali bezpieczeństwo zdrowotne żywności sprzedawanej w sklepach (tylko 27,59% odpowiedzi „tak” a 34,48% odpowiedzi „nie”). Ponadto ponad jedna trzecia stwierdziła, że nie posiada takiej wiedzy. Wprawdzie kobiety w mniejszym stopniu, niż mężczyźni, uważały żywność za bezpieczną, lecz nie była to statystycznie istotna różnica. Także nie różniły się istotnie odpowiedzi osób ze średnim i wyższym wykształceniem. W przeprowadzonych wcześniej (październik 2016–kwiecień 2017) przez autorki badaniach ankietowych na to samo pytanie odpowiedzi respondentów rozłożyły się następująco: 5,8% odpowiedzi „tak”, 67,7% „raczej tak”, 21,6% „raczej nie” i 4,9% „nie” (Iwaszczuk i Szyba 2019). Porównując udzielone odpowiedzi można stwierdzić, że w badaniu z 2018 r. bezpieczeństwo żywności jest oceniane przez ankietowanych gorzej.

Zainteresowanie problematyką GMO zadeklarowało 41,76% respondentów (w tym 11,49% odpowiedzi „tak” i 30,27% „raczej tak”). Odpowiedzi „raczej nie” udzieliło 44,45%, a odpowiedzi „nie” 13,79% ankietowanych. Odpowiedzi mężczyzn i kobiet różniły się istotnie, co potwierdził test niezależności. Wykształcenie nie miało istotnego wpływu na odpowiedzi. Ponad 90% ankietowanych wypowiedziało się za umieszczeniem informacji o GMO na opakowaniach. Zdecydowanie bardziej optują za tym kobiety niż mężczyźni. Jest to różnica statystycznie istotna. Jednak odpowiedzi osób różniących się wykształceniem są bardzo podobne. Na pytanie czy informacja o braku GMO w produkcie miałaby wpływ na decyzję o jego zakupie, 63,98% ogółu respondentów odpowiedziało twierdząco, przy czym wśród kobiet takiej odpowiedzi udzieliło prawie 3/4 kobiet. Wśród mężczyzn było po równo odpowiedzi „tak” i „nie”. Test niezależności pokazał, że jest to różnica statystycznie istotna. Ponad 90% ankietowanych wypowiedziało się za umieszczeniem informacji o GMO na opakowaniach. Zdecydowanie bardziej optują za tym kobiety niż mężczyźni. Jest to różnica statystycznie istotna. Jednak odpowiedzi osób różniących się wykształceniem są bardzo podobne.

Wykorzystywanie w hodowli zwierząt paszy zawierającej GMO popiera ponad połowa ankietowanych (52,49%). Taką postawę prezentuje znacznie więcej kobiet niż mężczyzn (odpowiednio 60,64% i 40,57%). Przeciwnego zdania było mniej niż 15% ankietowanych.

Tabela 2. Opinia respondentów o GMO

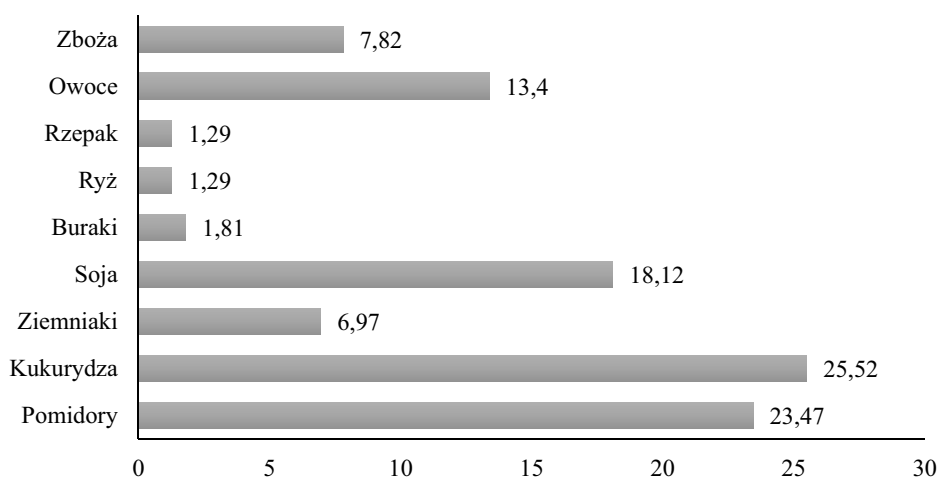
Pytania	Warianty odpowiedzi	Odsetki odpowiedzi				
		ogółem	płeć		wykształcenie	
			K	M	Ś	W
Czy sądzi Pani/Pan, że żywność sprzedawana w sklepach jest bezpieczna dla zdrowia?	Tak	27,59	23,87	33,02	26,67	29,16
	Nie	34,48	36,77	31,13	33,94	35,42
	Nie wiem	37,93	39,36	35,85	39,39	35,42
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 2,70, p = 0,26$		$\chi^2 = 0,47, p = 0,807$	
Czy Pani/Pan interesuje się problematyką genetycznych modyfikacji organizmów w produkcji rolno-spożywczej?	Tak	11,49	10,97	12,26	9,09	15,62
	Raczej tak	30,27	31,61	28,30	29,09	32,29
	Raczej nie	44,45	49,03	37,74	49,70	35,42
	Nie	13,79	8,39	21,70	12,12	16,67
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 10,21, p = 0,01 < 0,05$		$\chi^2 = 6,15, p = 0,10 > 0,05$	
Czy na opakowa-niach powinna być podawana informacja o GMO?	Tak	93,49	96,77	88,68	93,94	92,71
	Nie	6,51	3,23	11,32	6,06	7,29
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 6,77, p = 0,00 < 0,05$		$\chi^2 = 0,15, p = 0,69 > 0,05$	
Czy informacja o braku GMO w produkcie spożywczym wpłynęłaby na decyzje zakupowe?	Tak	63,98	73,55	50,00	63,64	64,58
	Nie	36,02	26,45	50,00	36,36	35,42
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 16,48, p = 0,00 < 0,05$		$\chi^2 = 0,59, p = 0,74 > 0,05$	
Czy w hodowli zwierząt powinno wykorzystywać się paszę zawierającą GMO?	Tak	52,49	60,64	40,57	52,12	53,12
	Nie	14,94	9,68	22,64	12,12	19,79
	Nie wiem	32,57	29,68	36,79	35,76	27,09
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 12,89, p = 0,00 < 0,05$		$\chi^2 = 3,80, p = 0,14 > 0,05$	
Czy według Pani/Pana wiedzy w Polsce karmi się zwierzęta roślinami z upraw GMO?	Tak	52,49	52,26	52,83	52,12	53,12
	Nie	2,30	2,58	1,89	1,82	3,12
	Nie wiem	45,21	45,16	45,28	46,06	43,76
	<i>Test niezależności</i>		$\chi^2 = 0,14, p = 0,093$		$\chi^2 = 0,53, p = 0,76 < 0,05$	

Źródło: opracowanie własne.

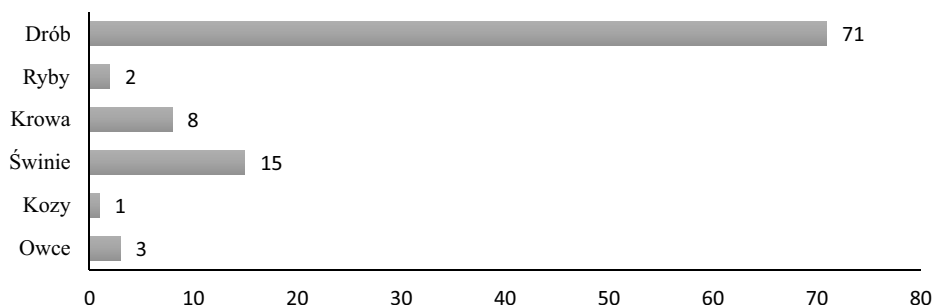
Przeciwnikami było znacznie więcej mężczyzn niż kobiet. Blisko 1/3 ankietowanych nie miała zdania na ten temat. Najmniej takich odpowiedzi było w grupie osób z wykształceniem wyższym. Test niezależności wskazuje na istotność różnicy w odpowiedziach kobiet i mężczyzn, natomiast sygnalizuje o nieistotności różnic w odpowiedziach osób o różnym wykształceniu. Ponad połowa respondentów (52,49%) uważa, że w Polsce zwierzęta są karmione paszą zawierającą GMO, przeciwnego zdania było tylko 2,3%, a brakiem wiedzy deklarowało 45,21% badanych. Test niezależności wykazał brak wpływu wieku i wykształcenia na odpowiedzi udzielone przez respondentów.

Odpowiedzi na pytania o wykorzystaniu GMO przy produkcji artykułów spożywczych dają następujący obraz badanych respondentów. Niezbyt interesują się oni tą problematyką, ale chcieliby podawania informacji o GMO na opakowaniach produktów. Przy czym informacja taka miałaby wpływ na ich decyzje zakupowe. Nie mają natomiast zastrzeżeń do GMO w paszach dla zwierząt hodowlanych. Oznacza to, że nie są im znane badania wskazujące na negatywny wpływ pasz genetycznie modyfikowanych na rozrodczość ludzi i zwierząt. Zawarta bowiem w nich soja posiada siedem razy więcej fitoestrogenów niż odmiana tradycyjna. Fitoestrogeny działając antagonistycznie do testosteronu mogą powodować bezpłodność osobników męskich (Cichosz i in. 2012).

Sprawdzeniu wiedzy szczegółowej o GMO służyły pytania o najczęściej modyfikowane organizmy roślinne i zwierzęce. Na rysunku 1 przedstawiono wynik odpowiedzi na pytanie o najczęściej uprawiane rośliny genetycznie modyfikowane. Na pierwszym miejscu znalazła się kukurydza 25,52%, na drugim pomidory 23,47%, a na trzecim soja 18,12%. W rzeczywistości soja jest najczęściej uprawianą rośliną GM, o czym świadczy ten fakt, że uprawiana jest na powierzchni 94,1 mln ha (www.isaaa.org). Natomiast druga pozycja pomidorów w rankingu świadczy o niepełnej wiedzy respondentów na ten temat.



Rys. 1. Najczęściej wskazywane przez ankietowanych rośliny GM
Źródło: badania własne



Rys. 2. Najczęściej wskazywane przez ankietowanych zwierzęta GM
Źródło: badania własne

Odpowiadając na pytanie o najczęściej modyfikowane zwierzęta hodowlane, 71% respondentów wymieniło drób (rys. 2), co jest zgodne ze stanem faktycznym.

Opinie konsumentów na temat GMO wynikają z informacji, docierających z różnych źródeł. Żywność genetycznie modyfikowana nadal wzbudza wiele kontrowersji i dzieli konsumentów na jej zwolenników i przeciwników. Firmy biotechnologiczne, które zajmują się produkcją GMO przedstawiają społeczeństwu tylko korzyści a w szczególności jej niższą cenę. Natomiast przeciwnicy stosowania organizmów genetycznie modyfikowanych przedstawiają negatywne skutki dla zdrowia człowieka i środowiska naturalnego (Jurkiewicz 2015).

4. Podsumowanie

W przeprowadzonych badaniach nie było bezpośredniego pytania o wiarygodność badań nad wpływem GMO na zdrowie konsumentów. Jednak zdecydowana większość odpowiedzi „tak” na pytania: o umieszczanie informacji o braku GMO w produktach spożywczych, i że miałyby one wpływ na decyzje zakupowe, może świadczyć o ograniczonym zaufaniu do zapewnień o ich nieszkodliwości. Jednak ponad połowa ankietowanych dopuszcza możliwość stosowania w hodowli zwierząt pasz wytworzonych z roślin genetycznie modyfikowanych. Także ponad połowa uważa, prawdopodobnie słusznie, że już to się odbywa (może tak będzie dobrze, bo badania nie były prowadzone). Recenzent proponuje tu podać konkretne wnioski oparte na wynikach badań.

Stały rozwój biotechnologii jest nieunikniony, ale na jego kierunek i tempo może mieć wpływ opinia konsumentów zainteresowanych tą problematyką wynikająca z wiedzy. Dlatego ważne jest wymuszenie na koncernach spożywczych obowiązku podawanie rzetelnej informacji na temat długofalowego wpływu GMO na zdrowie konsumentów oraz środowisko naturalne. Konsumenty powinni być także bardziej zaangażowani w tworzenie pożądanych cech żywności i przyjąć rolę prosumentów.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Achremowicz B. i Wawrzyniak A. 2016. Żywność zmodyfikowana genetycznie – szanse i zagrożenia. *Nauka* 2, s. 171–179.
- Cichosz G. i Wiąckowski S.K. 2012. Żywność genetycznie modyfikowana – wielka niewiadoma. *Pol. Merk. Lek.* 33, s. 59–63.
- Iwaszczuk N. i Szyba M. 2019. Wpływ wybranych informacji o produktach spożywczych na decyzje zakupowe konsumentów: badanie różnic w zależności od płci i wykształcenia kupujących. *Problemy jakości* 1, s. 23–30.
- Jurkiewicz A. 2012. Genetyczne modyfikacje organizmów – biotechnologiczny eksperyment na organizmach żywych. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 18(3), s. 236–242.
- Jurkiewicz A. i in. 2014. Emotional attitudes of young people completing secondary schools towards genetic modification of organisms (GMO) and genetically modified foods (GMF). *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 21(1), s. 205–211.
- Jurkiewicz A. i Franciszek B. 2015. Zagrożenia zdrowotne związane z genetycznie modyfikowaną żywnością (GMF). *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 21(1), s. 62–64.
- Jurkiewicz A. 2015. Aspekt behawioralny postawy młodzieży kończącej szkoły średnie wobec genetycznych modyfikacji organizmów (GMO) i żywności modyfikowanej genetycznie (GMF). *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 21(1), s. 88–94.
- Kajak-Siemaszkó i in. 2016 – Kajak-Siemaszkó K., Boruszewska K. i Przybylski W. 2016. Modyfikacje genetyczne żywności pochodzenia zwierzęcego. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* 5(108), s. 18–32.
- Komunikat z badań BS/2/2013, „Polacy wobec GMO – raport z badania”, TNS Pentor, Warszawa 2012.
- Kosicka-Gębska M. i Gębski, J. 2009. Oczekiwania i obawy związane z wprowadzeniem do obrotu produktów i żywności pochodzących z modyfikacji genetycznych. *ZN SGGW, Problemy Rolnictwa światowego* 9, s. 65–76.
- Lucas Donald M. i in. 2007. Broiler performance and carcass characteristic when fed diets containing lysine maize (LY038 or LY038xMON810), control, or conventional reference maize. *Poultry Sci.* 86, s. 2151–2161.
- McFadden Brandon R. i Jayson L. Lusk. 2016. What consumers don't know about genetically modified food, and how that affects. *The FASEB Journal* 30(9), s. 3091–3096.
- Rzymiski P. i Królczyk A. 2016. Attitudes toward genetically modified organisms In Poland: to GMO or not to GMO? *Food Sec.* 8, s. 689–697.
- Sieradzki i in. 2014 – Sieradzki Z., Mazur M. i Kwiatek K. 2014. Wybrane aspekty stosowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w żywieniu zwierząt gospodarskich i medycynie weterynaryjnej. *Medycyna Weterynaryjna* 70(11), s. 663–668.
- Weis T. 2011. The global food economy: the battle for the future of farming. Polskie wydanie, Warszawa: Polska Akcja Humanitarna.
- Wunderlich S. i Gatto K.A. 2015. Consumer Perception of genetically organisms and sources of information. *AdvNutr* 6, s. 842–851.
- [Online] <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/> [Dostęp: 28.01.2019].
- [Online] <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/food-new-plant-varieties> [Dostęp: 22.06.2019].
- [Online] <https://gis.gov.pl/zywnosc-i-woda/gmo/> [Dostęp: 22.06.2019].

Modele komercjalizacji wiedzy i technologii z wykorzystaniem spółki spin-off w polskich uczelniach

Streszczenie. Coraz częściej w kontekście komercjalizacji wyników badań naukowych i prac rozwojowych, w szczególności tych wypracowanych przez uczelnie, pojawia się pojęcie spółek typu spin-off oraz spin-out. Przedsiębiorczość akademicka cieszy się coraz większym zainteresowaniem władz uczelni w szczególności naukowców, doktorantów, studentów oraz przemysłu i inwestorów. Jest ona również przedmiotem zainteresowania polityków, co znajduje swoje odzwierciedlenie w rozwiązaniach legislacyjnych. Połączenie dobrego pomysłu, ale przede wszystkim naukowego know-how, wynalazku, technologii pozwala tworzyć i rozwijać nowe, niestandardowe przedsięwzięcia biznesowe, które wdrażają lub przyczyniają się do wdrożenia innowacji. W środowisku uczelni zwiększa się liczba dynamicznych przedsięwzięć, bazujących na wiedzy, zaawansowanych technologiach czy nowoczesnych rozwiązaniach organizacyjnych. W pracy podjęto próbę usystematyzowania wiedzy na temat modeli zawiązywania spółek spin-off w polskich uczelniach. Ostateczna organizacja spółki spin-off każdorazowo jest dokonywana po przeprowadzeniu szeregu analiz przedkomercjalizacyjnych, w tym analiz biznesowych i podatkowych, niemniej jednak dostrzec można również referencyjne modele kreowania start-upów akademickich zaprezentowane w opracowaniu.

Słowa kluczowe: przedsiębiorczość, przedsiębiorczość akademicka, innowacje, start-up, komercjalizacja badań, spin-off, spin-out

Models of knowledge and technology commercialisation through spinoff companies at Polish universities

Abstract: The spin-off and spin-out concepts is recently used more often. This is particularly noted in the context of commercialization of research and its results, developed by universities. Academic entrepreneurship is becoming more and more popular among university authorities, but most of all scientists, PhD students, students as well as industry and investors. It is also supported by politics, through changes in legislation. The use of a good idea, but first of all scientific know-how, technology, application development enables developing of non-standard business ventures that contribute to the implementation of new applications on the market. Dynamic and knowledge-based ventures, advanced technologies and organizational solutions are increasingly being created in the university environment. The models

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce

how to systematize the knowledge about spin-off transactions models at Polish universities have been presented. The final organization of the spin-off is always supported after a series of pre-commissioning analyzes, including financial and tax analyzes. However, reference models of creation of academic start-ups are also presented in the article.

Keywords: entrepreneurship, academic entrepreneurship, innovations, start-up, commercialization of research, spin-off, spin-out

1. Wprowadzenie

Współczesne uczelnie wyższe, obok tradycyjnego tworzenia i przekazywania wiedzy w formie publikacji naukowych oraz działań dydaktycznych, coraz bardziej angażują się w jej komercjalizację w ramach przedsięwzięć gospodarczych. Wydaje się, że współpraca nauki z przemysłem była od dawna obecna w działalności uniwersytetów, niemniej jednak w ostatnich latach komercjalizacja wyników badań naukowych i prac rozwojowych zyskała wręcz kluczowe znaczenie dla ich rozwoju. Aktywność uczelni w tym zakresie ma również strategiczne znaczenie w podnoszeniu poziomu innowacyjności kraju, a tym samym przyczynia się do pobudzania wzrostu gospodarczego. Nowoczesna gospodarka, oparta na wiedzy determinuje siłę ekonomiczną państw, a tym samym postęp i dobrobyt społeczeństwa.

Polskie uczelnie, już od ponad 20 lat próbują się odnaleźć w tej nowej roli. W tym czasie podjęto szereg działań systemowych związanych z wprowadzaniem zmian instytucjonalno-prawnych w zakresie funkcjonowania systemu komercjalizacji wiedzy, wyników badań i transferu technologii. Przygotowywane były i wdrażane różne programy wsparcia, których zamiarem było aktywizowanie uczelni, naukowców do współpracy z biznesem, opartej na zasadach komercyjnych, czyli handlowych. Wynika to z słownikowej definicji komercjalizacji, która wskazuje, iż polega ona na realizacji działań na zasadach rynkowych (Słownik języka polskiego 1999). Wymiar ekonomiczny tego pojęcia akcentowany jest w wielu publikacjach z ekonomii i zarządzania. Komercjalizacja według G. Dosi jest odpowiedzialna za rozpowszechnianie się innowacji wewnątrz gospodarek i sektorów przemysłu (Dosi 2006). D. Trzmielak zwraca uwagę, iż polega ona na kształtowaniu wartości dodanej dla idei, wyników badań, technologii i nowych produktów (Trzmielak 2013). Tym samym przed zmieniającymi się uczelniami jeszcze większe wyzwania związane z dostosowaniem między innymi struktur organizacyjnych, procedur wewnętrznych oraz przepisów do nowych warunków. Szeroko ten aspekt komentuje K. Matusiak analizując rolę i miejsce współczesnego uniwersytetu w procesach innowacyjnych poprzez szersze włączenie się w procesy gospodarowania i budowy przewagi konkurencyjnej (Matusiak 2010). Zwraca uwagę, iż gospodarka oparta na wiedzy stawia przed instytucjami naukowo-badawczymi wyzwania w zakresie rozwoju (Matusiak 2010):

— zdolności do przekształcania wiedzy w nowe produkty i usługi,

- kadr o umiejętnościach przystosowania się do zmieniających się warunków rynkowych,
- ustawicznego uczenia się i doskonalenia przez całe życie,
- integracji z otoczeniem ekonomiczno-społecznym.

Analizując bieżącą sytuację trudno nie odnieść wrażenia, iż w polskich uczelniach wyższych bardzo wyraźnie uwidaczniają się działania świadczące o coraz większej świadomości i akceptacji nowej roli współczesnego uniwersytetu. Nie bez znaczenia dla procesu zmian polskich uczelni są również próby uporządkowania systemów finansowania oraz prawa o nauce i szkolnictwie wyższym. Uczelnie publiczne wiedzą, że ich rozwój, a niebawem również bieżące funkcjonowanie, jest uzależnione od efektywnego pozyskiwania środków pozabudżetowych. Najsilniejsze gospodarki świata osiągają swoje wyniki dzięki wysokim nakładom na badania naukowe i wdrażaniu najnowszych technologii na rynek.

Dynamiczne zmiany ekonomiczno-społeczne oraz rozwój gospodarki opartej na wiedzy wymuszają zmiany w obszarze szkolnictwa wyższego, które prowadzą do nowych form współpracy nauki i biznesu, przemysłu. Ponad to również wokół największych ośrodków akademickich w Polsce pojawiają się i ewoluują ekosystemy innowacji oraz wsparcia przedsiębiorczości kierujące ofertę nie tylko do studentów, ale również doktorantów i naukowców (Szmajda i Kowal 2017).

Coraz większe znaczenie w kontekście komercjalizacji wyników badań naukowych i prac rozwojowych, zyskuje wprowadzanie na rynek wiedzy, technologii z pomocą akademickich firm odpryskowych – spółek typu spin-off oraz spin-out. Z roku na rok przedsiębiorczość akademicka cieszy się większym zainteresowaniem władz uczelni, ale przede wszystkim naukowców, doktorantów, studentów oraz przemysłu i inwestorów. Okazuje się, że połączenie dobrego pomysłu, czy wręcz naukowego know-how, wynalazku, technologii pozwala tworzyć i rozwijać nowe, niestandardowe firmy, które wdrażają lub przyczyniają się do wdrożenia rozwiązań na rynek. W środowisku uczelni coraz częściej powstają przedsięwzięcia dynamiczne, bazujące na wiedzy, zaawansowanych technologiach czy nowoczesnych rozwiązaniach organizacyjnych.

2. Przedsiębiorczość akademicka

W literaturze przedmiotu odnaleźć można wiele prób uporządkowania teoretycznych podstaw przedsiębiorczości. Badacze odwołują się do różnych nurtów badań naukowych nad przedsiębiorczością osadzonych w teorii ekonomii i zarządzania sięgając do prac R. Cantillona, J.B. Saya, J. Schumpetera, P.F. Druckera, (Piecuch 2013). W efekcie dochodzą często do wniosku, iż trudno wskazać jedną, precyzyjną definicję „przedsiębiorczości”. Bardzo różne typologie przedsiębiorczości prezentowane w literaturze przedmiotu nie bazują na konkretnych kryteriach podziału tego zjawiska, a różne rodzaje

przedsiębiorczości nie stanowią rozłącznych kategorii, a bardzo często zachodzą na siebie (Piwowar-Sulej i Kwil 2018). To, że nie wykształciła się jednolita teoria przedsiębiorczości wynika z pewnością z wielowątkowości i złożoności zagadnień, które ona obejmuje (Gąsiorowska-Mącznik 2017). Nawet mało uważny obserwator współczesnego otoczenia społeczno-gospodarczego zauważa, iż pojęcie przedsiębiorczości cały czas się rozwija i pojawiają się coraz to nowe definicje, które jeszcze mocniej podkreślają jej interdyscyplinarność.

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy, interdyscyplinarność badań, mobilność pracowników oraz dynamiczne zmiany ekonomiczno-społeczne przyczyniły się do ewolucji współczesnych uczelni wyższych. Szeroko rozumiane otwarcie się uniwersytetów na współpracę z biznesem, przemysłem i administracją, jak również koncentracja na praktycznym wykorzystaniu rezultatów badań naukowych sprawia, iż nazywa się je uniwersytetami przedsiębiorczymi czy trzeciej generacji. Konsekwencją tych zmian jest również pojawienie się pojęcia „przedsiębiorczość akademicka”. Działania proinnowacyjne polegające na łączeniu kapitału intelektualnego uczelni z potrzebami rynkowymi występującymi w społeczeństwie opartym na wiedzy stają się tak samo ważną misją współczesnego uniwersytetu, jak kształcenie i działalność naukowo-badawcza. W. Grudzewski i I. Hejduk przez pojęcie przedsiębiorczości akademickiej rozumieją podejmowanie działalności gospodarczej przez ludzi zajmujących się działalnością naukową i posiadających określoną pozycję w środowiskach akademickich (Grudzewski i Hejduk 2000). M. Zastępowski zauważa, że pojęcie przedsiębiorczości akademickiej jest kojarzone z trwałą współpracą pomiędzy sferą badawczo-rozwojową (B+R) i podmiotami gospodarczymi dzięki wykorzystaniu zasobów intelektualnych i infrastrukturalnych uczelni (w postaci laboratoriów, wyników badań naukowych, know-how naukowców), które napędzają procesy postępu naukowo-technicznego (Zastępowski 2010). Pojęcie przedsiębiorczości można rozpatrywać w dwóch ujęciach (Malinowski i Stec 2017):

- w szerszym odnosi się ona do wszelkich przejawów aktywności osób powiązanych z uczelnią wyższą, np. poprzez nabywanie lub uzupełnianie wiedzy z dziedziny szeroko postrzeganego obrotu gospodarczego,
- w węższym ujęciu dotyczyć może ona sfery bezpośrednio związanej z działalnością gospodarczą i polega na uzyskiwaniu przez studentów i osoby związane z uczelnią wyższą statusu przedsiębiorcy.

W licznych opracowaniach dotyczących przedsiębiorczości akademickiej, szczególnie w literaturze anglosaskiej, utożsamia się ją z tworzeniem przedsiębiorstw technologicznych typu spin-off, spin-out (Guliński i Zasiadły 2005). P. Tamowicz pisze o fenomenie rozwoju spółek typu spin-off, które stanowią główny nurt przedsiębiorczości akademickiej i ważny mechanizm komercjalizacji i transferu technologii (Tamowicz 2006). Pojęcie spółek spin-off, spin-out (tzw. spółek odpryskowych) wykorzystywane było do określania podmiotów powstających jako „spółki córki” dużych firm, korporacji. Powoływane były one głównie w celu realizacji nowatorskich, często ryzykownych projektów technologicz-

nych i nie budziły kontrowersji interpretacyjnych. Nieco zamieszania w definicji spółek odpryskowych pojawiło się, gdy podmiotem tworzącym takie nowe inicjatywy biznesowe zaczęła być uczelnia wyższa lub inna instytucja naukowa (Chyba i Grudzewski 2011).

Podstawą rozróżnienia podejścia spin-off i spin-out może być przyjęty przez uczelnie sposób czerpania przychodów z tytułu komercjalizacji uczelnianego dorobku intelektualnego. W literaturze wyróżniono dwa przypadki (Matusiak 2006):

- **podejście „oddolne” – spin-off** (przedsiębiorca bierze wszystko) – uczelnia udostępnia własność intelektualną nowo powołanej firmie i liczy na pośrednie efekty, wzrost prestiżu oraz współpracę (charakterystyczny dla uczelni amerykańskich i brytyjskich);
- **podejście „odgórne” – spin-out** (uczelnia bierze wszystko) – uniwersytet ocenia potencjał nowej technologii i decyduje o kierunkach działań komercjalizacyjnych, udostępnia własność intelektualną równocześnie aktywnie uczestnicząc w zarządzaniu nową firmą (dominuje w uczelniach Europy Kontynentalnej).

Wiele interpretacji wspomnianych dwóch rodzajów spółek odpryskowych zwraca uwagę na różny stopień powiązań, jaki zachodzi pomiędzy nowopowstałą spółką a uczelnią lub jednostką naukową, której wyniki badań są komercjalizowane. Według podziału stosowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (www.ncbr.gov.pl):

- Spółka typu spin-off to taki nowy podmiot (na ogół spółka kapitałowa), który utworzony został przez co najmniej jednego pracownika jednostki naukowej bądź studenta lub absolwenta uczelni, w celu komercjalizacji badań naukowych lub prac rozwojowych. Podmiot ten zazwyczaj nie jest powiązany osobowo ani kapitałowo z jednostką naukową, aczkolwiek bardzo często współpracuje na zasadach rynkowych.
- Spółka typu spin-out to taki przedsiębiorca, który działa zazwyczaj w formie spółki kapitałowej, utworzony przez co najmniej jednego pracownika jednostki naukowej bądź studenta lub absolwenta uczelni, ale również przez uczelnię lub specjalną jednostkę organizacyjną (spółkę celową uczelni) powołaną do komercjalizacji prowadzonych badań naukowych lub prac rozwojowych. Tym samym nowopowstała spółka jest powiązana osobowo lub kapitałowo z jednostką naukową lub uczelnią, stanowiącą dla niej w tej sytuacji jednostkę macierzystą.

W związku z tym można zauważyć, iż działalność spółek akademickich typu spin wyróżnia podmiot ją zakładający, którym najczęściej jest naukowiec, doktorant, student ewentualnie absolwent uczelni. W komercjalizacji pośredniej aktywną rolę pełnią spółki celowe uczelni, które mogą obejmować lub nabywać udziały lub akcje w spółkach akademickich. Warto zwrócić uwagę, iż zamiarem nowo powołanej firmy odpryskowej jest dostarczanie korzyści klientowi na bazie własności intelektualnej uczelni (w postaci wyników badań naukowych lub prac rozwojowych, w szczególności będących wynalazkiem, wzorem użytkowym, wzorem przemysłowym oraz *know-how*) i zasobach infrastrukturalnych uczelni.

W praktyce pomiędzy wskazanymi powyżej typami spółek akademickich istnieją rozwiązania mieszane rozwijane przez poszczególne uniwersytety i ich ekosystemy innowacji i komercjalizacji wiedzy w zależności od przyjętej polityki rozwoju (Matusiak 2006). Co ciekawe wśród polskich uczelni przyjęło się określanie spółek współtworzonych przez spółki celowe uczelni i takich, w których uczelnia nie zamierza odgrywać kluczowej roli (zarządzanie oddane zasadniczo twórcom, założycielom) jako spółki spin-off. Tym samym w dalszej części pracy zdefiniowano spin-off jako:

- spółkę prawa handlowego (najczęściej spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością),
- założoną przez co najmniej jednego pracownika uczelni, doktoranta oraz spółkę celową uczelni (spółka celowa nie obejmuje więcej udziałów niż 25% w całym kapitale zakładowym),
- w celu komercjalizacji własności intelektualnej powstałej w uczelni,
- w której zarządzanie jest zasadniczo oddane twórcom,
- często lokowaną w akademickim inkubatorze przedsiębiorczości.

3. Uwarunkowania i główne podmioty komercjalizacji pośredniej

Wzorem renomowanych ośrodków akademickich (takich jak np. Uniwersytet Stanforda, Massachusetts Institute of Technology, Uniwersytet Oksfordzki) naukowcy, doktoranci polskich uczelni coraz częściej angażują się w zakładanie podmiotów gospodarczych, które pozwalają wdrażać na rynek rezultaty ich badań. Z coraz większą świadomością podchodzą oni do kwestii ochrony wyników swojej działalności twórczej, jak i potencjalnych korzyści jakie może ona przynieść dla nich samych, jak i dla regionu, kraju, gdy zostanie wprowadzona na rynek. Pomagają w tym regulacje prawne w zakresie ochrony, korzystania oraz urynkwawiania własności intelektualnej. W każdej uczelni wyższej obowiązuje regulamin zarządzania prawami autorskimi, prawami pokrewnymi i prawami własności przemysłowej, określający również podstawowe zasady komercjalizacji. W regulaminach tych określa się w szczególności (Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce 2018):

- prawa i obowiązki uczelni, pracowników, doktorantów i studentów w zakresie ochrony i korzystania z praw autorskich, praw pokrewnych i praw własności przemysłowej;
 - zasady wynagradzania twórców,
 - zasady i procedury komercjalizacji,
 - zasady korzystania z majątku uczelni, wykorzystywanego do komercjalizacji,
- świadczenia usług w zakresie działalności naukowej.

Równolegle obowiązują w uczelniach regulaminy korzystania z infrastruktury badawczej, które uwzględniają również możliwość korzystania z zasobów laboratoriów przez podmioty inne niż pracownicy naukowcy, doktoranci czy studenci. Oprócz niezmiernie ważnych dla komercjalizacji aspektów prawnych w środowiskach akademickich pojawiły

się podmioty wspierające komercjalizację wyników działalności naukowej oraz know-how takie jak akademickie inkubatory przedsiębiorczości, centra transferu technologii czy spółki celowe uczelni. W kontekście procesu powoływania spółek spin-off, spin-out na szczególną uwagę zasługują dwa ostatnie podmioty. Centra transferu technologii (CTT), na ogół utworzone w formie jednostki ogólnouczelnianej, odpowiadają za zarządzanie własnością intelektualną uczelni, a więc dobrami niematerialnymi, przedmiotami praw własności intelektualnej (IPR) takimi jak np.:

- utwory (chronione z mocy *Ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych*),
- wynalazki, wzory użytkowe, wzory przemysłowe, znaki towarowe, oznaczenia geograficzne czy topografie układów scalonych (*Ustawa Prawo własności przemysłowej*),
- bazy danych, podlegające ochronie prawnej w systemie ochrony tzw. *sui generis* (własnego rodzaju),
- *know-how* (ważne, mające gospodarcze znaczenie informacje, których naruszenie w świetle przepisów prawa jest czynem nieuczciwej konkurencji).

CTT najczęściej odpowiadają więc za obsługę administracyjną, organizacyjną, formalno-prawną oraz finansową transakcji transferu wiedzy, technologii z uczelni do podmiotów nimi zainteresowanych. Zgodnie z ustawą (*Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce 2018*) CTT tworzy się w celu tzw. komercjalizacji bezpośredniej, polegającej na sprzedaży przedmiotów praw własności intelektualnej albo ich oddawaniu do używania, w szczególności na podstawie umów licencyjnych.

Spółka celowa z kolei jest tworzona przez uczelnie wyższe w celu komercjalizacji pośredniej, która polega na obejmowaniu lub nabywaniu udziałów lub akcji w spółkach prowadząc do wdrożenia lub przygotowania do wdrożenia przedmiotów praw własności intelektualnej (wyników działalności naukowej i/lub *know-how* związanego z tymi wynikami). Warto zauważyć, że spółki celowe są podmiotami gospodarczymi zorganizowanymi i działającymi zgodnie z kodeksem spółek handlowych, a nie, jak to jest w przypadku CTT uczelni publicznej – zgodnie z prawem finansów publicznych.

Nie bez znaczenia jest również zapis w *Konstytucji dla nauki (Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce)* o tym, iż objęcie lub nabycie udziałów (lub akcji w zależności od rodzaju podmiotu), w nowej spółce służyć może nie tylko wdrożeniu, ale przygotowaniu do wdrożenia własności intelektualnej powstałej w uczelni. Podejście takie jest zasadne ze względu na fakt, iż większość uczelnianych technologii, wynalazków charakteryzuje niski stopień gotowości wdrożeniowej. Ponadto jest zgodne z powszechnymi trendami, iż często to zespoły ambitnych, akceptujących ryzyko, dobrze wykształconych ludzi, powołują firmę w celu rynkowej weryfikacji swojego pomysłu czy nowatorskiej technologii. W praktyce często właśnie te firmy nazywane firmami startup wprowadzają na rynek przełomowe rozwiązania, nowe produkty i usługi. Startupem więc nazywamy tymczasową organizację, która poszukuje rentownego, skalowalnego i powtarzalnego modelu biznesowego (Blank i Dorf 2013), a przy tym działa w warunkach skrajnej niepewności (Ries 2013).

Szczególną rolę w uczelnianych procesach komercjalizacji, oprócz szeregu innych interesariuszy, instytucji wspierających obok tych wyżej wymienionych pełnią twórcy. Od zaangażowania osoby lub osób, które stworzyły lub współtworzyły własność intelektualną będącą przedmiotem potencjalnej innowacji w dużej mierze zależy jej sukces. Należy zwrócić uwagę, iż co do zasady, zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami prawnymi, własność intelektualna, która została stworzona przez pracownika w wyniku wykonywania obowiązków ze stosunku pracy „należy” do pracodawcy. Tym samym prawa do wytworów pracownika naukowo-badawczego pozostającego w stosunku pracy z uczelnią na podstawie umowy o pracę (ewentualnie powołania, wyboru lub mianowania, co w przypadku uczelni wyższych ma często miejsce) należą do uczelni. Oczywiście w przypadku skutecznej komercjalizacji danej własności intelektualnej twórca uczestniczy w podziale przychodów z tego tytułu zgodnie z zasadami podziału środków uzyskanych z komercjalizacji zapisanymi w regulaminie ochrony i komercjalizacji własności intelektualnej, o którym pisano powyżej. Ustawa prawo o szkolnictwie wyższym i nauce jednoznacznie wskazuje, iż w przypadku komercjalizacji pracownikowi przysługuje od uczelni nie mniej niż:

- 50% wartości środków uzyskanych przez uczelnię z komercjalizacji bezpośredniej, obniżonych o nie więcej niż 25% kosztów bezpośrednio związanych z tą komercjalizacją, które zostały poniesione przez uczelnię lub spółkę celową,
- 50% wartości środków uzyskanych przez spółkę celową w następstwie danej komercjalizacji pośredniej, obniżonych o nie więcej niż 25% kosztów bezpośrednio związanych z tą komercjalizacją, które zostały poniesione przez uczelnię lub spółkę celową.

W praktyce w wielu polskich uczelniach te warunki są jeszcze bardziej korzystne dla twórcy. W przypadku doktorantów czy studentów, którzy nie są pracownikami uczelni bardzo często dochodzi do zawierania umów pomiędzy takim twórcą a uczelnią, gdzie zapisywane są postanowienia przenoszące prawa do własności intelektualnej na uczelnię na warunkach uzgodnionych pomiędzy stronami. W efekcie student, doktorant podlega zapisom regulaminu zarządzania własnością intelektualną oraz zasadom komercjalizacji w uczelni. Tym samym nabywa prawa i obowiązki w zakresie ochrony własności intelektualnej (*Intellectual Property* – IP), podlegając zasadom wynagradzania twórców.

Dla powodzenia procesu budowy akademickich spółek odpryskowych i komercjalizacji wyników badań naukowych oraz prac rozwojowych oprócz profesjonalnych podmiotów wspierających, aktualnych regulacji prawnych ważna jest postawa naukowców, całego środowiska akademickiego. Zmiana mentalności i dostrzeżenie faktu, iż współczesna nauka ma sens, gdy prędzej czy później znajdzie praktyczne zastosowanie, ma kluczowe znaczenie dla skutecznej komercjalizacji. W przypadku spółek typu spin pomaga również przedsiębiorcze nastawienie, determinacja i motywacja naukowców zorientowanych na sukces rynkowy.

4. Modele komercjalizacji wiedzy i technologii w polskich uczelniach

Od ponad dwudziestu lat w polskich uczelniach podejmuje się próby aktywizowania współpracy instytucji świata nauki i gospodarki (Wrocławskie Centrum Transferu Technologii (WCTT) Politechniki Wrocławskiej, jako pierwsze tego typu centrum w Polsce, zostało powołane w 1995 r.). Wokół polskich uczelni rozwijają się ekosystemy komercjalizacji wiedzy jak przykład w AGH w Krakowie (Szmal i Kowal 2018). W tym czasie w strukturach, jak i bezpośrednim otoczeniu, większości uczelni publicznych powołano podmioty odpowiedzialne za transfer technologii i komercjalizację, jak również przyjęto odpowiednie regulacje prawne. Wielokrotnie przekonano się, iż kluczowym elementem procesu komercjalizacji wiedzy i technologii są ludzie – naukowcy, doktoranci, studenci. Ważnym wyzwaniem dla środowisk akademickich staje się więc krzewienie kultury przedsiębiorczości i innowacji. W wielu przypadkach zespoły naukowe już od początku trwania projektu badawczego, powinni mieć zdefiniowany cel komercyjny. Prowadząc tak zorganizowany na cel projekt, tworząc utwór czy nowatorskie rozwiązania techniczne, zespoły pamiętają o aspektach ekonomicznych przedsięwzięcia czy badaniach rynku i oczekiwań potencjalnych klientów.

W środowiskach akademickich podejmuje się różne działania stymulujące komercjalizację projektów badawczo-rozwojowych. Coraz częściej proces komercjalizacji kończy się założeniem spółki typu spin. Wśród naukowców, doktorantów, studentów realizujących badania na uczelni pojawia się wręcz moda na tworzenie takich akademickich start-upów. Coraz częściej badania naukowe polskich naukowców nie kończą się na etapie teorii, testów laboratoryjnych, ale podejmuje się próbę ich komercjalizacji z wykorzystaniem nowo powołanej firmy. Firma ta, wyposażona we własność intelektualną (np. patenty, wzory przemysłowe, prototypy) oraz wiedzę i doświadczenie naukowców, weryfikuje bezpośrednio na rynku pomysł na innowacyjny produkt, usługę.

Procesy stymulowania, jak i zakładania nowych przedsięwzięć akademickich w praktyce wielu polskich uczelni nieco się od siebie różnią. Uczelnie (w tym przede wszystkim spółki celowe) odpowiedzialne za komercjalizację pośrednią podejmują różne działania wspierające przedsiębiorczość akademicką w swoich środowiskach. Ostatecznie organizacja spółki spin-off powinna być zawsze dokonywana po przeprowadzeniu szeregu analiz przedkomercjalizacyjnych, w tym analiz biznesowych i podatkowych danego przedsięwzięcia.

Niemniej jednak można spróbować opisać modele zawiązywania spółek spin-off z jakimi najczęściej można się spotkać w polskich uczelniach. W oparciu o obserwacje uczestniczące zaproponowano przykładowe modele. Spółki spin-off w zdecydowanej większości, z jednostkowymi wyjątkami, są powoływane jako spółki z ograniczoną odpowiedzialnością. W praktyce model biznesowy takiej nowo powoływanej firmy kreowany jest przez przyszłych udziałowców. Również struktura kapitału spółki oraz sposób objęcia udziałów w kapitale przez poszczególnych wspólników jest przez nich każdorazowo ne-

gocjowane. Oczywiście, już na etapie powoływania spółki możliwy jest udział potencjalnego inwestora branżowego lub finansowego, obejmującego udziały najczęściej w zmian za wkład pieniężny.

W modelach powoływania spółek spin-off występują:

- uczelnia – która dysponuje prawem do własności intelektualnej (*Intellectual Property Rights, IPR*),
- twórca, bądź twórcy – osoba, która stworzyła własność intelektualną,
- spółka celowa uczelni – spółka prawa handlowego ze 100% udziałem uczelni.

Na rysunku 1 przedstawiono ogólny model powoływania spółek spin-off z uwzględnieniem podmiotów procesu, jak również głównych przepływów aktywów (np. dywidendy) oraz własności intelektualnej (np. prawo do patentu), realizujących się między nimi.



Rys. 1. Model ogólny
Źródło: opracowanie własne

Komercjalizacja pośrednia co do zasady zakłada objęcie udziałów w spółce spin-off poprzez wniesienie do niej praw do dobra niematerialnego, będącego np. wynikiem realizowanych na uczelni badań. Zgodnie z intencją ustawodawcy w takim przypadku to spółka celowa (powołana do reprezentowania uczelni w tym zakresie) pokrywa obejmowane udziały wkładem niepieniężnym w postaci prawa do dobra niematerialnego. Twórca (np. naukowiec, który te wyniki osiągnął) pokrywa udziały wkładem pieniężnym. Najczęściej udziały te wyrównywane są wkładami w wysokości ich wartości nominalnej.

Konsekwencją takich założeń modelu jest fakt, iż twórca, oprócz dywidendy z tytułu udziału w spółce, zachowuje również prawo do udziału w przychodach, które uczelnia (pośrednio przez spółkę celową) otrzyma z tytułu tej komercjalizacji (rys. 2).

W przypadku, gdy udziałowcem spółki spin-off jest spółka celowa, na którą uczelnia przeniosła poprzez wniesienie aportu prawa do własności intelektualnej, należne twórcy wynagrodzenie z tytułu komercjalizacji jest wypłacane przez uczelnie. Wypłacane jest ono z przychodów uczelni z dywidendy pochodzącej od spółki celowej (proporcjonalnie do tego, jaki poziom dywidendy pochodzącej od spółki celowej przypada na dywidendę wypłaconą spółce celowej przez spółkę spin-off).



Rys. 2. Model – aport (uczelnia płatnikiem wynagrodzenia dla twórcy)
 Źródło: opracowanie własne

Możliwa jest również sytuacja, iż wynagrodzenie to będzie wypłacane przez spółkę celową. Sytuacja ta jest możliwa, gdy wcześniej np. na drodze porozumienia umownego z twórcą uczelnia przeniosła prawa twórcy do wynagrodzenia z tytułu komercjalizacji własności intelektualnej na swoją spółkę celową (rys. 3).

W praktyce polskich środowisk akademickich najczęściej spotkać się można z sytuacją, gdy twórcy oraz spółka celowa pokrywają obejmowane udziały wkładami pieniężnymi (gotówką). Na ogół również udziały te pokrywane są wkładami w wysokości ich wartości nominalnej. W tym przypadku wyposażenie spółki w własność intelektualną, stanowiącą o istocie spółki spin-off, następuje na drodze umowy licencyjnej na jej wykorzystanie, które podpisywane jest przez zarząd spółki spin-off i spółki celowej. W takim przypadku twórca, obok dywidendy z tytułu udziału w spółce, zachowuje prawo do udziału w przychodach uczelni z tytułu udzielonej licencji (rys. 4). Zasady podziału są opisane w obowiązkowych dla każdej uczelni regulaminach dotyczących własności intelektualnej.



Rys. 3. Model – aport (spółka celowa płatnikiem wynagrodzenia dla twórcy)
 Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Model – wkład pieniężny

Źródło: opracowanie własne

5. Wnioski

Najlepsze światowe, w tym europejskie uczelnie wyróżniają się nie tylko prowadzeniem przełomowych badań naukowych, publikacjami ich pracowników w renomowanych czasopismach czy najwyższą jakością kształcenia, ale również stałą współpracą z otoczeniem gospodarczym. Dlatego trudno zbagatelizować wyzwania związane z komercjalizacją wyników prac badawczych i rozwojowych. Jednym z przejawów silnego oddziaływania uczelni na otoczenie jest tworzenie spółek akademickich i wspieranie przedsiębiorczości pracowników, doktorantów i studentów. Akceleracja oraz inkubacja w uczelnianych ekosystemach spółek typu spin-off postrzegana jest coraz częściej jako atrakcyjny mechanizm komercjalizacji nowych technologii i know-how opracowanych w laboratoriach uczelnianych. Budowa i rozwój biznesu opartego na wiedzy oraz innowacyjnych rozwiązaniach (technologicznych, procesowych czy dotyczących modelu biznesowego) jest szczególnie wymagającym wyzwaniem.

Zdecydowanie przedsiębiorczość akademicka, technologiczna odróżnia się od przedsiębiorczości firm sektora MŚP, firm rodzinnych, koncentrujących się na lokalnym, regionalnym rynku. W związku z powyższym już na bardzo wczesnym etapie procesu założycielskiego firmy akademickiej warto zwrócić uwagę na jej konstrukcję i podjąć przemyślane decyzje. Krytyczna dla sukcesu „młodego” biznesu jest faza startup procesu założycielskiego. Jest to okres, gdy pomysł biznesowy przeradza się w konkretne działania organizacyjne związane z uruchomieniem firmy. Warto pamiętać, iż niedociągnięcia konstrukcyjne są bardzo częstą przyczyną upadku firmy na wczesnych etapach rozwoju. Przedstawione modele powoływania akademickich spółek spin-off pozwalają zrozumieć mechanizmy budowy takich spółek. Zawierają one ogólne wytyczne w zakresie organizowania spółki spin-off uwzględniając warunki wykorzystania własności in-

telektualnej uczelni macierzystej oraz interes twórców. Model może być dla założycieli pewnym wsparciem, gdyż ostateczna organizacja spółki spin-off każdorazowo powinna być dokonywana po przeprowadzeniu szeregu analiz przedkomercjalizacyjnych, w tym analiz biznesowych i podatkowych. Z pewnością dla podjęcia ostatecznej decyzji o wyborze modelu analizę należy uzupełnić o wpływy uwarunkowań formalno-prawnych oraz finansowych.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Barszcz M. (red.). 2016. Komercjalizacja B+R dla praktyków 2016. Prawo. Podatki. Księgowość. Warszawa: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.
- Blank S. i Dorf B. 2013. Podręcznika budowy startupu. Warszawa: Onepress.
- Chyba Z. i Grudzewski W. 2011. Przedsiębiorczość akademicka w Polsce. Osiągnięcie przewagi konkurencyjnej w wyniku komercjalizacji technologii. Warszawa: Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa.
- Dosi i in. 2006 – Dosi G., Llerena P. i Labini M.S. 2006. The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called European Paradox. Research Policy 35(10), s. 1450–1464.
- Gąsiorowska-Mącznik E. 2017. Teoretyczne podstawy przedsiębiorczości. Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy 52(4), s. 392–403.
- Grudzewski W. i Hejduk I. (red.). 2000. Przedsiębiorstwo przyszłości. Warszawa: Difin.
- Guliński J. i Zasiadły K. (red.). 2005. Innowacyjna przedsiębiorczość akademicka – światowe doświadczenia. Warszawa: PARP.
- Malinowski P. i Stec P. 2017. Organizacyjno-prawne aspekty komercjalizacji [W:] Stec. P (red.): Komercjalizacja wyników badań naukowych. Warszawa: Wolters Kluwer, s. 222–271.
- Matusiak K.B. 2010. Budowa powiązań nauki z biznesem w gospodarce opartej na wiedzy. Rola i miejsce uniwersytetu w procesach innowacyjnych. Warszawa: Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
- Matusiak K.B. 2006. Rozwój systemów wsparcia przedsiębiorczości – przesłanki, polityka i instytucje. Radom–Łódź: Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji.
- Piecuch T. 2013. Przedsiębiorczość. Podstawy teoretyczne. Warszawa: Wydawnictwo C.H.Beck.
- Piwowar-Sulej K. i Kwil I. 2018. Przedsiębiorczość, przedsiębiorczość akademicka i technologiczna, innowacyjność – próba systematyzacji. Przegląd Organizacji 7, s. 18–24.
- Ries E. 2017. Metoda Lean Startup. Gliwice: Helion.
- Słownik języka polskiego PWN. 1999. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Szmal A. i Kowal D. 2017. Conditions of creating academic start-ups – configuration of roles in the proces, Conference Proceedings 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2017. [Online] www.sgemsocial.org [Dostęp: 15.09.2019].
- Szmal A. i Kowal D. 2018. Knowledge commercialization ecosystem – the case of the AGH University of Science and Technology, Conference Proceedings 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2018. [Online] www.sgemsocial.org.
- Tamowicz P. 2006. Przedsiębiorczość akademicka. Spółki spin-off w Polsce. Warszawa: PARP.
- Trzmielak D. 2013. Komercjalizacja wiedzy i technologii – determinanty i strategie. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa 2018.

Zastępowski M. 2010. Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego polskich małych i średnich przedsiębiorstw. Toruń: Wydawnictwa Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

Strona internetowa Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. [Online] www.ncbr.gov.pl. [Dostęp: 15.09.2019].

Część 2.

Ekoinnowacje i gospodarka obiegu zamkniętego (GOZ)

Surowce, energia i odpady w realizacji zasad gospodarki o obiegu zamkniętym

Streszczenie: W pracy przedstawiono koncepcję pozyskiwania z wtórnych źródeł odnawialnych paliw ciekłych i gazowych metodą beztlenowego, termicznego rozkładu odpadów organicznych poeksploatacyjnych, głównie opon samochodowych oraz odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych. Rozpowszechnienie przerobu odpadów organicznych metodą rozkładu termicznego pozwoli wyeliminować mało efektywne energetycznie i groźne dla środowiska procesy spalania tych odpadów, a co z tym ściśle związane, zminimalizowanie emisji szkodliwych gazów cieplarnianych. Pomimo iż w hierarchii postępowania z odpadami odzysk energetyczny jest jedną z mniej pożądaných metod postępowania z odpadami, to wydaje się, iż takie działania wpisują się w realizację koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), która zakłada minimalizację zużycia surowców pierwotnych, oraz przekształcenie tych odpadów, które nie mogą być poddane procesom recyklingu w zasoby energetyczne. Analiza SWOT może stanowić podstawę do określania dalszych kluczowych elementów strategii organizacji recyklingu i odzysku w Polsce.

Słowa kluczowe: recykling i odzysk, odpady komunalne, gospodarka o obiegu zamkniętym

Raw materials, energy and waste in implementing the principles of the circular economy

Abstract: The chapter presents the concept of obtaining liquid and gaseous fuels from renewable sources using anaerobic method, thermal decomposition of post-operational organic waste, mainly car tires and plastic packaging waste. Dissemination of organic waste processing using thermal decomposition method will eliminate the energy-inefficient and environmentally hazardous combustion processes of this waste, and thus closely related, minimizing the emission of harmful greenhouse gases. Despite the fact that energy recovery is one of the less desirable methods of waste management in the waste hierarchy, it seems that such activities are part of the concept of the circular economy which assumes minimizing the use of primary raw materials as well as transforming waste that cannot be recycled into energy resources. The SWOT analysis, the results of which are synthetically presented in the article, is the basis for determining further key elements of the strategy of recycling and recovery organization in Poland.

Keywords: recycling and recovery, municipal waste, circular economy

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce

1. Wprowadzenie

Prowadzona obecnie na szeroką skalę działalność gospodarcza prowadzi do nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych, w tym do niszczenia i dewastacji siedlisk różnych gatunków zwierząt oraz roślin, przez co środowisko staje się mniej różnorodne. Jeśli nie chcemy drastycznych zmian w środowisku, np. ograniczenia bioróżnorodności, zmian klimatu, powinniśmy dla przyszłych pokoleń, ograniczyć liczebność swojej populacji, zaprzestać nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych, a także spróbować przywrócić pierwotny stan przyrody. Jednakże rozwój człowieka i cywilizacji przez niego stworzonej jest nieuchronny i dlatego niemożliwe jest całkowicie wyeliminowanie negatywnego oddziaływania na środowisko. Dbając o swój komfort i zaspokojenie najbardziej wysublimowanych potrzeb, można jedynie minimalizować negatywne zachowania i wpływy na środowisko poprzez jak najbardziej przyjazne dla środowiska i ekologiczne działania.

Dynamika rozwoju przemysłowego przesądza o potrzebie rozwoju procesów recyklingu odpadów oraz wycofanych z użytku wyeksploatowanych wyrobów codziennego użytku wraz z odzyskiem cennych surowców. Procesy recyklingu są ściśle związane z redukcją emisji gazów cieplarnianych, bowiem procesy przetwórstwa surowców z zasobów naturalnych wymagają dużo większych nakładów energetycznych w stosunku do zapotrzebowania na energię w procesach odzysku materiałowego. Oznacza to także niższą emisję CO₂ oraz zmniejszenie degradacji środowiska powodowanej działalnością kopalń i hut oraz masowego transportu materiałów.

Celem pracy jest przedstawienie aktualnych koncepcji pozyskiwania z wtórnych źródeł odnawialnych paliw ciekłych i gazowych metodą beztlenowego, termicznego rozkładu odpadów organicznych poeksploatacyjnych, głównie opon samochodowych oraz odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych. Rozpowszechnienie przerobu odpadów organicznych metodą rozkładu termicznego pozwoli wyeliminować mało efektywne energetycznie i groźne dla środowiska procesy spalania tych odpadów, a co z tym ściśle związane zminimalizowanie emisji gazów cieplarnianych. Pomimo iż w hierarchii postępowania z odpadami odzysk energetyczny jest jedną z mniej pożądanых metod postępowania z odpadami, to wydaje się, iż takie działania wpisują się w realizację koncepcji GOZ, która zakłada minimalizację zużycia surowców pierwotnych, oraz przekształcenie tych odpadów, które nie mogą być poddane procesom recyklingu w zasoby energetyczne.

Aby osiągnąć wyznaczony cel, wykorzystano i przedstawiono wyniki następujących eksperymentalnych metod badawczych:

- proces beztlenowego rozkładu termicznego wyeksploatowanych opon samochodowych,
- proces depolimeryzacji sterowanej odpadów poliolefinowych z uwodornieniem pozyskanego oleju.

2. Popyt na surowce mineralne

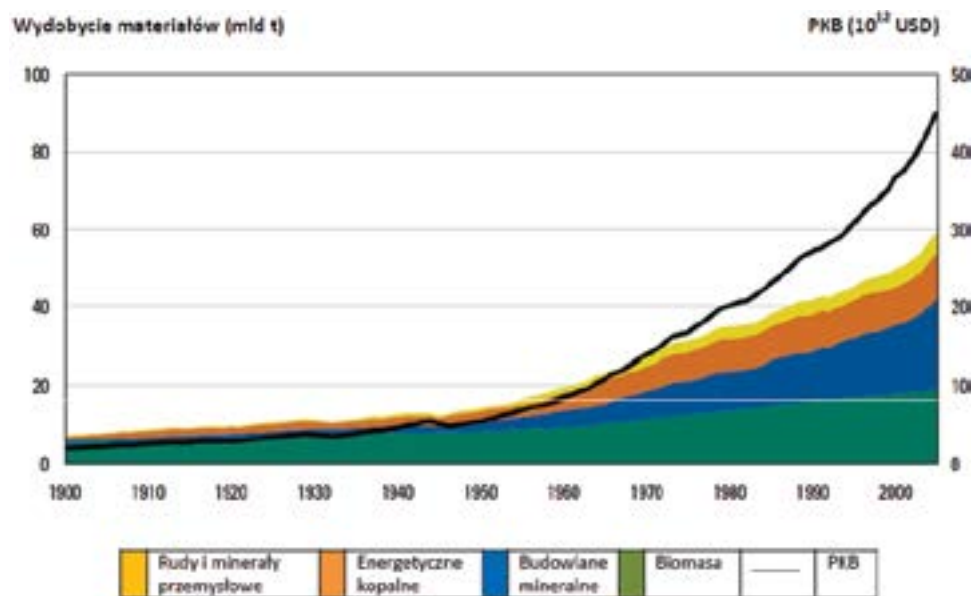
Wzrost ludności i coraz wyższy standard życia w wielu regionach rozbudzają oczekiwania konsumpcyjne, które są związane z rozwojem i zaspokojeniem potrzeb na:

- budownictwo mieszkaniowe,
- infrastrukturę i transport,
- rolnictwo,
- nowe technologie w produkcji energii,
- produkcję dóbr konsumpcyjnych,
- nowe rozwiązania i urządzenia w telekomunikacji.

Do realizacji tych oczekiwań potrzebne są surowce i energia, których zużycie dynamicznie rośnie w ostatnich trzydziestu latach i to we wszystkich czterech grupach (surowce mineralne, energetyczne, budowlane i biomasa), co potwierdzają dane zawarte na rysunku 1.

Przykładowo z wydobytego urobku rud metali uzyskuje się niewielkie ilości składnika użytecznego a pozostałą część stanowią zazwyczaj odpady, ewentualnie produkty uboczne. Przykładowe dane zaprezentowano w tabeli 1.

Globalne kierunki zmian zużycia surowców na świecie wymuszają zwiększony popyt m.in. na surowce metaliczne, w tym metale szlachetne, lekkie oraz metale ziem rzadkich. Postęp gospodarczy, rozwój nowych technologii (w szczególności informatycznych),



Rys. 1. Dynamika zużycia poszczególnych głównych grup surowców na świecie
(https://www.bcc.org.pl/uploads/media/2015.10.01_Gospodarka_cyrkulacyjna_wyzwaniem_dla_firm.pdf)

Tabela 1. Oszacowanie ilości wydobytego urobku do składnika użytecznego dla wybranych rud metali

Metal	Ilość urobku niezbędna do pozyskania składnika użytecznego (Mg)	Producent
Miedź	70	KGHM – wytworzenie 480 000 Mg Cu w 2015 r. (ze złóż znajdujących się w Polsce)
Srebro	27 000	KGHM – wytworzenie 1200 Mg Ag w 2018 r. (j.w.)
Złoto	10 000 000	KGHM – wytworzenie 3 Mg Au w 2018 r. (j.w.)
Molibden, ren, pallad, platyna, selen, ołów	Śladowe ilości w polskim złożu	KGHM – Metale towarzyszące (j.w.) Ołów (surowy i rafinowany) około 50 tys. Mg Pozostałe metale odzyskiwane są w niewielkich ilościach głównie w Zagłębiu Sudbury w kopalni Robinson i w kopalni Carnota oraz Sierra Gorda
Złoto	10 000–80 000	Dawniej, gdy znajdowało się dużo łatwo urabialnych złóż, większość kopalni wypracowywała normę około 0,001 Mg Au. Obecnie oscyluje w masie 0,0003 Mg Au w 1 Mg wydobytej rudy. Republika Południowej Afryki jeszcze zachowuje wysoką wydajność produkcji złota osiągając 20 gram złota z Mg rudy (0,002 Mg Au z 1 Mg rudy) (www.visualcapitalist.com). W Australii szacuje się, że jeszcze z 75 Mg urobku pozyskuje się 1 kg Au).
Platyna	150 000	Szacuje się, że średnio potrzeba 150 Mg wydobytej ziemi z głębokości 1 km na pozyskanie 0,001 Mg Pt

Źródło: opracowanie własne.

który obserwujemy w ostatnich latach ukierunkowuje zapotrzebowanie na surowce, których zasoby należy zagwarantować dla przyszłego rozwoju. W tabeli 2 przedstawiono prognozy zapotrzebowania na surowce do 2030 r.

Przewidywane prognozy popytu na wyżej wymienione surowce w szczególności wynikają z zapotrzebowania dla technologii niskoemisyjnych opartych na mikroelektronice:

- produkcja energii z wiatru: na lądzie i na morzu,
- produkcja energii ze słońca: krzem krystaliczny; technologie CdTe oraz CIGS; krzem amorf,
- energia ze spalania węgla, energia ze spalania gazu,
- energia z elektrowni atomowej,
- gromadzenie energii: baterie kwasowo-ołowiowe,
- baterie litowo-jonowe.

W związku z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych, jak również ze zwiększającym się zanieczyszczeniem środowiska oraz zwiększającą się ekologiczną świadomością

Tabela 2. Globalne zapotrzebowanie na surowce w latach 2006 i 2030, wynikające z pojawienia się nowych technologii

Surowiec	Produkcja 2006 (Mg)	Zapotrzebowanie wynikające z pojawienia się nowych technologii 2006 (Mg)	Zapotrzebowanie wynikające z pojawienia się nowych technologii 2030 (Mg)	Wskaźnik 2006 ¹	Wskaźnik 2030 ¹
Gal	152	28	603	0,18	3,97
Ind	581	234	1 911	0,40	3,29
German	100	28	220	0,28	2,20
Neodym	16 800	4 000	27 900	0,23	1,66
Platyna	255	bardzo małe	345	0	1,35
Tantal	1 384	551	1 410	0,40	1,02
Srebro	19 051	5 342	15 823	0,28	0,83
Kobalt	62 279	12 820	26 860	0,21	0,43
Pallad	267	23	77	0,09	0,29
Tytan	7 211 000	15 397	58 148	0,08	0,29
Miedź	15 093 000	1 410 000	3 696 070	0,09	0,24

¹ Wskaźnik pokazuje udział zapotrzebowania wynikającego z pojawienia się nowych technologii w stosunku do całkowitego zapotrzebowania na dany surowiec w 2006 r. i 2030 r.

Źródło: http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/tajani/hot-topics/raw-materials/index_pl.htm

społeczeństwa, naturalne staje się działanie powodujące spowolnienie tych negatywnych zjawisk, w tym poprzez wdrażanie stosownych aktów prawnych m.in. w Unii Europejskiej, co w efekcie procentuje opracowywaniem najlepszych, optymalnych technologii przerobu odpadów BAT (*Best Available Techniques*), jak również spełnienie wymagań REACH (Rejestracja, Ocena, Udzielanie Zezwoleń w zakresie Chemikaliów) oraz systemu GHS – System Globalnie Zharmonizowany, wprowadzonego w krajach Unii Europejskiej rozporządzeniem CLP (w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania) i inne.

Unia Europejska jest coraz silniej uzależniona od importu surowców, mimo iż materiałochłonność i energochłonność przemysłu zmniejsza się nieustannie. Niebagatelny wpływ na zmniejszenie zużycia surowców z zasobów naturalnych i na obniżenie energochłonności gospodarki ma rozwój technologii recyklingu i odzysku materiałowego zarówno z odpadów komunalnych jak i przemysłowych.

3. Odpady komunalne jako źródło zasobów

Hiperkonsumpcja powoduje też powstawanie znacznej ilości odpadów. Szacuje się bowiem, że przeciętna rodzina w ciągu roku pozbywa się m.in.:

- papieru w ilości odpowiadającej 6 drzewom, z których ten papier powstał,
- puszek metalowych w liczbie około 500 szt.,
- szkła około 50 kg,
- różnych rodzajów metali około 35 kg,
- tworzyw sztucznych około 50 kg.

Właściwe zarządzanie odpadami jest jednym z zasadniczych elementów mogących zapewnić efektywne użytkowanie zasobów naturalnych i wesprzeć zrównoważony rozwój. Odpady mogą być źródłem surowców do wytwarzania tanich paliw alternatywnych, stosowanych m.in. w produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Takie procesy umożliwiają zmniejszenie zanieczyszczenia i degradacji środowiska, powstających podczas wydobycia surowców naturalnych (mineralnych) oraz w wyniku składowania odpadów (zarówno poprodukcyjnych, jak również poużytkowych). Powoduje to, że w ogólnym bilansie ekonomicznym pozyskanie materiałów i energii w wyniku recyklingu jest tańsze (wielokrotnie większa koncentracja surowców), niż wykorzystanie do ich produkcji zasobów naturalnych. W szczególności energia i materiały zużyte na wyprodukowanie opakowań i wyrobów konsumenckich (np. PWzE, AGD, RTV/IT), mogą zostać bezpowrotnie utracone, jeśli tych wyeksploatowanych wyrobów nie podda się odzyskowi.

Według danych Bureau of International Recycling (BIR) branża recyklingu zatrudnia około 1,6 mln osób na świecie, natomiast firmy działające w tym sektorze zagospodarowują ponad 600 mln ton surowców wtórnych rocznie i dynamicznie rośnie (<https://bir.org/>). Oznacza to, że wskazany sektor staje się głównym inicjatorem zrównoważonego rozwoju. Obecnie popyt na surowce pochodzące z recyklingu jest globalny, a wprowadzanie i rozwijanie tej gałęzi gospodarki odpadami przyczynia się w dużym stopniu do rozwoju gospodarek krajowych. Przetwarzanie surowców wtórnych pozytywnie wpływa na zmniejszenie ilości wykorzystywanych zasobów naturalnych, co więcej – prowadzi do znacznego obniżenia ilości zużytej energii w porównaniu do produkcji opartej na surowcach pierwotnych.

Zmiany w gospodarce odpadami w Polsce są ściśle powiązane z prawodawstwem UE. Plany Komisji Europejskiej do roku 2030 zakładają maksymalnie obniżenie obciążeń dla środowiska przez objęcie recyklingiem 70% odpadów komunalnych oraz 80% odpadów opakowaniowych (<https://www.consilium.europa>). Co więcej, zgodnie z planami, w roku 2025 zostanie wprowadzony zakaz składowania tych odpadów, które mogą zostać poddane recyklingowi. To część planu polegającego na zmianie sposobu funkcjonowania gospodarki z linearnego na obieg zamknięty, co oznacza, że normą stanie się ponowne wykorzystanie, naprawianie oraz recykling wyeksploatowanych produktów, a to z kolei spowoduje ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów. Przejście na GOZ jest zmia-

ną systemową. Oprócz ukierunkowanych działań na każdym etapie łańcucha wartości i w kluczowych sektorach, konieczne jest stworzenie warunków, w których GOZ może odnosić sukcesy i w których można zmobilizować środki (<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/PL/1-2015-614-PL-F1-1.PDF>). Szacuje się, że w UE około 500 mln ton odpadów rocznie, wyrzucanych na składowiska i spalanych, można byłoby ponownie wykorzystać lub też poddać odzyskowi i recyklingowi. Jest to korzystne dla środowiska, gdyż pozyskanie i przetwarzanie surowców wtórnych wiąże się również z mniejszym zużyciem energii oraz emisji CO₂ (tab. 3).

Tabela 3. Oszczędność energii i zmniejszenie emisji CO₂ w procesach odzysku surowców z odpadów

Oszczędność energii [%]		Zmniejszenie emisji CO ₂ [%]	
Aluminium	> 95	Aluminium	> 92
Miedź	> 85	Miedź	> 65
Tworzywa polimerowe	> 80	Stal/żeliwo/staliwo	> 58
Papier	> 65	Papier	> 18
Stal/żeliwo	> 74	Nikiel	> 90
Cynk	> 60	Cynk	> 76
Ołów	> 65	Ołów	> 99
Magnez	> 90	Cyna	> 99

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z różnych źródeł internetowych m.in. KGHM, BIR (Wojciechowski i Doliński 2016).

Ponadto odpady komunalne i rolnicze są wykorzystywane do produkcji biogazu lub energii cieplnej. Zastąpienie surowców pierwotnych surowcami wtórnymi powoduje zmniejszenie zużycia materiałów, wyeliminowanie kosztów transportu odpadów na składowiska i utrzymania składowisk, skrócenie procesu produkcyjnego, zmniejszenie nakładu pracy, a tym samym obniżenie kosztów produkcji wyrobów.

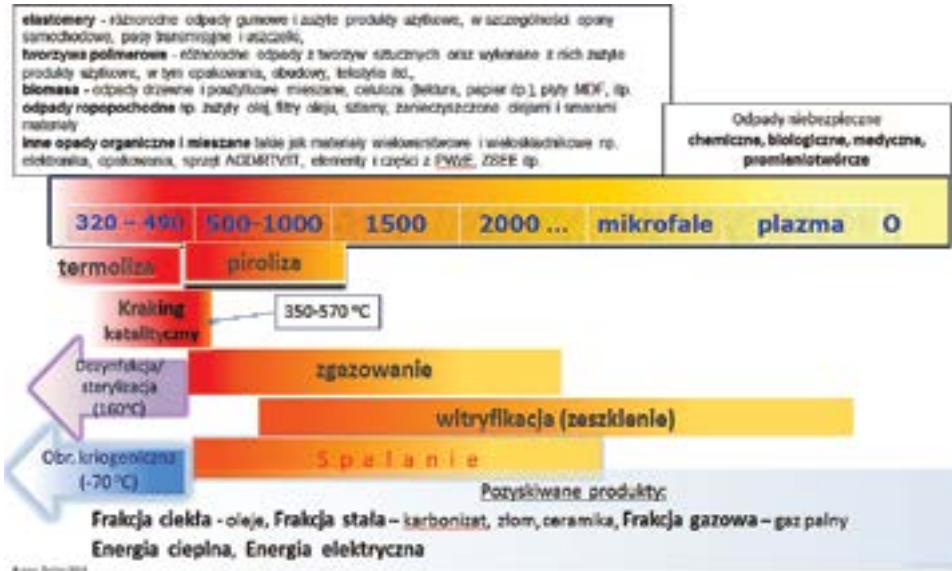
4. Odzysk energii a idea gospodarki o obiegu zamkniętym

Wyzwaniem dla rozwoju gospodarczego krajów na świecie jest deficyt energii i surowców oraz coraz wyższe koszty ich importu (pozyskania). GOZ to obszar wielokierunkowych działań, który w gospodarce komunalnej wymaga wysokiej kultury segregacji

odpadów u źródła, następnie ich separacji i przygotowania do recyklingu i odzysku materiałowego, a dla tych odpadów, których nie można poddać procesom recyklingu – przetworzenia bezpośrednio w energię. Należy zwrócić szczególną uwagę na proces ostatecznego odzysku energetycznego, który powinien być stosowany, gdy inne sposoby odzysku są niemożliwe do zastosowania (w ostateczności). W Polsce do produkcji energii elektrycznej używa się głównie metody spalania węgla (przy emisji do atmosfery 0,58 kg CO₂/kWh) lub spalania gazu. Obecnie dążąc do maksymalnej dywersyfikacji źródeł energii, przez co w pewnym stopniu można uniezależnić się od dostaw paliw naturalnych, należy w maksymalny sposób realizować odzysk surowców energetycznych pochodzących z odpadów. Można to m.in. uzyskać np. z fermentacji w biogazowniach, produkcji biopaliw (estry olejów roślinnych, alkoholu), paliw alternatywnych wytwarzanych w procesach rozkładów termicznych odpadów (olej, gaz, karbonizat) z wyeksploatowanych opon samochodowych oraz odpadów tworzyw sztucznych, w szczególności opakowań. Alternatywne paliwa z przekształconych odpadów (różne rodzaje paliwa wytworzone z innych niż niebezpieczne), w tym poeksploatacyjne oleje odpadowe (mineralne i syntetyczne), tłuszcze i oleje spożywcze, uboczne tłuszczowe produkty zwierzęce, osady ściekowe, odpadowe rozpuszczalniki, biodiesel, etanol, koncentraty z procesów przemysłowych (np. destylacji, separacji membranowej, wirowania, itp.), z procesów beztlenowego rozkładu termicznego tworzyw sztucznych, gumy, drewna, celulozy, tekstyliów, inne bioodpady, mogą znaleźć zastosowanie jako paliwa w agregatach prądotwórczych średniej i dużej mocy w ramach dywersyfikacji źródeł energii.

Szczególnie często wykorzystywane jest zużyte ogumienie oraz tworzywa sztuczne jako paliwo w procesach energetycznych. Spalanie zużytych opon i polimerów w cementowniach oraz w ciepłowniach jest najprostszą metodą ich wykorzystania energetycznego. Efektywne zagospodarowanie odpadów z elastomerów i polimerów, a szczególnie opon samochodowych jest sprawą priorytetową dla cywilizacji, gdyż odpady te stanowią duże zagrożenie dla środowiska. Szacuje się, iż każdego roku powstaje na świecie około 1 mld Mg zużytych opon samochodowych. Taka ilość odpadów stanowi poważne zagrożenie dla środowiska. Rozwiązaniem problemu może być proces recyklingu i odzysk materiałowy, w szczególności metodą beztlenowego rozkładu termicznego (proces depolimeryzacji). Na rysunku 2 przedstawiono schematycznie systematykę metod termicznego przetwarzania odpadów poprodukcyjnych i poeksploatacyjnych, w zależności od stosowanych temperatur procesu. W górnej ramce wymieniono odpady, które mogą zostać wykorzystane do produkcji paliw w procesie rozkładu termicznego metodą termolizy – najbardziej uzasadnionego ekonomicznie procesu.

Dobrym przykładem przyjaznej dla środowiska instalacji do rozkładu termicznego metodą termolizy w zakresie temperatur 340–480°C jest technologia opatentowana przez polską firmę WGW Green Energy Poland Sp. z o.o. Służy ona do odzysku energii i surowców ze zużytych całych opon samochodowych, jak również z innych wyrobów wykonanych m.in. z gumy i tworzyw sztucznych (uszczelki, pasy transmisyjne, odbojniki, części/



Rys. 2. Systematyka metod rozkładu termicznego odpadów
 Źródło: opracowanie własne (Wojciechowski i Doliński 2016)

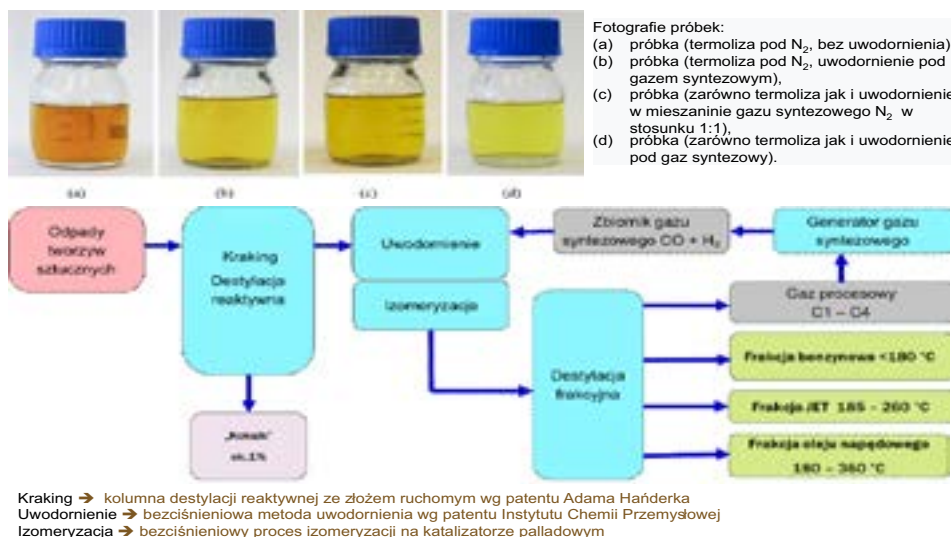
wyroby AGD, rekreacji i sportu, pojemników i akcesoriów spożywczych, obuwia, opakowań itd.), a także z innych odpadów organicznych użytkowych i poprodukcyjnych w tym wielokładnikowych np. opakowań typu tetrapak, okładzin dźwiękochłonnych, izolacji cieplnej, filtrów, etc. Proces termicznego rozkładu jest prowadzony w podgrzewanym pośrednio (przeponowo) poziomym reaktorze, z ruchomym złożem (0–0,5 obr/min). Polega on na podgrzewaniu całych wyrobów odpadowych (np. opon) do temperatury bliskiej 480°C bez dostępu powietrza (tlenu). W wyniku tego procesu następuje degradacja istniejących wiązań polimerowych, co powoduje tworzenie oparów olejowo-gazowych, kierowanych następnie do sekcji chłodzenia, destylacji, skraplania/sprężania i magazynowania frakcji ciekłych i frakcji gazowej. W reaktorze pozostaje frakcja stała, w której skład wchodzi karbonizat oraz złom metalowy lub/i ceramiczny. W procesie rozkładu termicznego opon samochodowych można uzyskać około 20–25% karbonizatu, 45–65% oleju poprocesowego oraz 15–25% frakcji gazowej i 10–25% kordu stalowego. Brak produktów, których możliwość zagospodarowania jest wątpliwa, na przykład popiołów i szkliw, powstających w procesach spalania odpadów w spalarniach, w blokach energetycznych lub w piecach cementowych świadczy o efektywności opracowanej metody oraz o minimalnym oddziaływaniu procesów termolizy na środowisko. Najczęściej, a zarazem najbardziej pożądanym produktem rozkładu termicznego odpadów jest frakcja olejowa, która może być wykorzystana jako olej opałowy. Pozyskany gaz służy do podgrzewania reaktora w nowym procesie rozkładu. Uzyskany karbonizat, z uwagi na dużą porowatość

i rozbudowaną powierzchnię czynną, może być stosowany jako materiał filtracyjny, do wytwarzania sorbentów albo pigmentów oraz może zostać wykorzystany jako substytut sadzy. W Polsce można szacować, że w procesie rozkładu termicznego rocznie można będzie wyprodukować z około 250 000 Mg odpadów gumowych, około 140 000 Mg oleju i około 25 000 Mg gazu, które mogą znaleźć zastosowanie jako paliwo do ogrzewania lub produkcji prądu elektrycznego (napędzanie agregatów prądotwórczych z zastosowanym silnikiem o zapłonie samoczynnym, jak również turbin gazowych).

Innym ciekawym przykładem realizowanym w nurcie GOZ jest technologia krakingu katalitycznego z uwodornieniem produktów rozpadu, opracowana przez firmę Share Energy Development SA we współpracy z Instytutem Chemii Przemysłowej i Przemysłowym Instytutem Motoryzacji. Umożliwia ona wytwarzanie paliw silnikowych z odpadów tworzyw sztucznych, m.in. benzyn lotniczych. Schemat procesu przedstawiono na rysunku 3.

Przetwarzanie odpadów z tworzyw sztucznych w procesie depolimeryzacji sterowanej, stanowiącej odwrotność procesu polimeryzacji, pozwala na odzysk ciekłych węglowodorów – pochodnych ropy naftowej wykorzystywanej do produkcji tworzyw polimerowych, głównie poliolefin. Instalacja krakingu katalitycznego jest reaktorowym izolowanym termicznie urządzeniem w kontenerowej obudowie, najczęściej o wydajności 500 kg/h.

Proces przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych na paliwa silnikowe wg metody HANDEREK TECHNOLOGY



Rys. 3. Schemat procesu przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych na paliwa silnikowe według metody SHARE Energy

Źródło: opracowanie Adam Hańderek oraz (Matuszewska i in. 2019)

W reaktorze prowadzony jest proces depolimeryzacji w temperaturze do 420°C. Podczas procesu następuje rozkład termiczny tworzyw i odparowanie węglowodorów, kierowanych dalej do bezprzeponowego, wielostrefowego układu wykraplania. Skraplanie prowadzone jest w kilku stopniowych płynnych zakresach. Zakłada się, że na pierwszym stopniu będą to frakcje od 370 do 270°C, na drugim stopniu od 270 do 180°C, a na trzecim stopniu od 180 do 60°C; reszta poniżej 60°C kierowana jest jako gaz technologiczny do palników gazowych służących do nagrzewania reaktora. Wykraplane frakcje, parafinowa oraz olejowa, kierowane będą do tzw. aparatów naporowych poprzez system odbioru zanieczyszczeń kwaśnych, które mogą powstać na skutek przypadkowej obecności PCV we wsadzie reaktora.

Opracowanie i wdrożenie w praktyce innowacyjnej instalacji i procesów technologicznych przebiegało we współpracy z wymienionymi instytucjami:

- kraking – kolumna destylacji reaktywnej ze złożem ruchomym według patentu Adama Hańderka;
- uwodornienie – bezcisnieniowa metoda uwodornienia według patentu Instytutu Chemii Przemysłowej;
- izomeryzacja – standardowy bezcisnieniowy proces izomeryzacji na katalizatorze palladowym, pozwoliło na osiągnięcie wysokiej jakości produktów.

5. Analiza SWOT wdrożenia strategii recyklingu w Polsce

Ogólna analiza SWOT, której wyniki w syntetycznym ujęciu przedstawiono w tabeli 4, stanowi podstawę wyjścia do wdrażania GOZ oraz określania dalszych kluczowych elementów strategii organizacji recyklingu i odzysku energii i surowców z odpadów w Polsce.

Tabela 4. Analiza SWOT procesów recyklingu i odzysku w ramach GOZ

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> – Rozwinięta sieć kontaktów. – Sieć wypracowanych przez lata formalnych i nieformalnych powiązań w ramach organizacji zapewniających wymianę wiedzy (jednostki naukowe), transfer technologii oraz współpracę biznesową. – Udział w zagranicznych projektach badawczo-rozwojowych zapewnia szerszy dostęp do światowych technologii i osiągnięć naukowych. – Zapewnienie wsparcia dla MSP ze strony jednostek naukowych z obszaru zagospodarowania odpadów i recyklingu. 	<ul style="list-style-type: none"> – Niewystarczające zasoby finansowe i infrastrukturalne. – Niewystarczająca współpraca firm i instytucji w ramach łańcucha wartości. – Niedobór wykwalifikowanych kadr branżowych, w tym w zakresie realizacji projektów międzynarodowych. – Zbyt mała ilość firm w łańcuch wartości oferujących produkty z przetworzonych odpadów, co wpływa na niską skalę stosowanych marży dla całego łańcucha wartości.

Tabela 4. cd.

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> – Wdrażane systemy zarządzania środowiskowego (ISO 14001, EMAS) oraz systemy zarządzania jakością (ISO 9001) zajmujące się zagospodarowaniem odpadów i recyklingiem. – Rozbudowana sieć dostawców oraz odbiorców usług i produktów w ramach łańcucha wartości. – Powszechna wiedza w zakresie GOZ (Gospodarka Obiegu Zamkniętego), CSR (<i>Corporate Social Responsibility</i> – Odpowiedzialność Społeczna Biznesu). – LCA (<i>Life Cycle Assessment</i> – Ocena Cyklu Życia), EPR (<i>Extended Producer Responsibility</i> – Rozszerzona odpowiedzialność producenta). 	<ul style="list-style-type: none"> – Mała ilość firm posiadających technologie zapewniające skuteczne przygotowanie odpadu do poziomu substytutu materiału czy surowca pierwotnego wykorzystywanego do produkcji nowych wyrobów rynkowych. – Niewykorzystany potencjał badawczo-rozwojowy jednostek naukowych. – Ograniczona wartość dodana w poszczególnych etapach łańcucha wartości.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> – Rosnący krajowy i światowy popyt na produkty i usługi związane z działalnością branży zagospodarowania odpadów i recyklingu. – Transformacja gospodarki europejskiej w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. – Zwiększające się wymagania w zakresie przerobu i zagospodarowania odpadów, m.in. nałożone na każdy kraj UE w tym określone poziomy zbierania, przetwarzania i recyklingu wybranych frakcji odpadów (nacisk na odzysk surowców krytycznych i deficytowych). – Większa świadomość ekologiczna społeczeństwa oraz firm produkcyjnych o ich wpływie na środowisko i potrzebie wdrożenia nowych modeli biznesowych np. wykorzystanie surowców wtórnych do produkcji wyrobów rynkowych. – Skuteczne i bezwzględne egzekwowanie prawa w zakresie naruszenia prawa ochrony środowiska. – Duży i chłonny rynek na ekoproducty produkowane z odzysku materiałowego (recyklingu odpadów) w celu zagospodarowania surowców wtórnych. – Dotacje UE na inwestycje promujące rozwój gospodarki odpadowej i ochronę środowiska (np. w NCBiR (Narodowe Centrum Badań i Rozwoju), PARP (Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości), NFOŚiGW (Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej), KE (Komisja Europejska) itp.). – Odzysk materiałowy surowców jako strategiczny sektor gospodarki Polski (Polityka Surowcowa Kraju). – Wdrożenie systemu udzielania aprobat technicznych na wyroby i surowce pozyskiwane z recyklingu. 	<ul style="list-style-type: none"> – Często zmieniające się przepisy prawne i kolejne często kosztochłonne obowiązki nakładane na firmy z branży zagospodarowania odpadów i recyklingu nie gwarantują stabilności funkcjonowania łańcucha wartości. – Działalność szarej strefy (bez zezwoleń i bez konieczności spełnienia szeregu wymogów i standardów) ogranicza konkurencyjność działalności wielu firm. – Brak jednolitych w całym kraju zasad dotyczących zmiany statusu przekształcenia odpadu na materiał czy surowiec utrudnia współpracę firm i tworzenie wspólnej oferty. – Brak systemu kształcenia zawodowego na poziomie zawodowym, średnim i wyższym dostosowanego do potrzeb firm i instytucji w ramach GOZ. – Wahania koniunktury w zakresie cen surowców pierwotnych i wtórnych nie sprzyja budowie wspólnej oferty. – Występująca duża konkurencja sieciowych firm zagranicznych i krajowych (występująca niekiedy brutalizacja rynku). – Ograniczony dostęp do kapitału zewnętrznego istniejących instytucji finansowych bez oceny ryzyka kapitałowego tego typu działalności gospodarczej jak również problemami związanymi z ubezpieczeniem takich inwestycji (podwyższone ryzyko finansowe). – Niewielkie zainteresowanie rządu i samorządów gospodarką odpadami.

Źródło: opracowanie własne.

6. Podsumowanie

Pozyskanie energii i surowców wtórnych z odpadów pozwala na zmniejszenie zapotrzebowania na energię i wydobycia surowców naturalnych. Zgodnie z założeniami GOZ takie działania mogą przyczyni się do:

- oszczędności surowców i energii,
- eliminacji materiałów toksycznych i niebezpiecznych,
- redukcji ilości niezagospodarowanych odpadów.

W celu zminimalizowania negatywnego efektu rozwoju cywilizacji (zanieczyszczenie środowiska) należy w pełni zagospodarowywać odpady, które posiadają wyższą koncentrację materiałów niż złoża naturalne jako pełnoprawny surowiec do dalszego odzysku i wykorzystania do wytwarzania wyrobów na potrzeby rynkowe. Jednym z ważniejszych celów zagospodarowywania odpadów jest dywersyfikacja źródeł energii m.in. poprzez pozyskiwanie paliw alternatywnych w wyniku zastosowania przyjaznych dla środowiska innowacyjnych technologii recyklingu i odzysku w ramach GOZ. Pozyskane produkty mogą znaleźć zastosowanie jako paliwo do ogrzewania lub produkcji prądu elektrycznego (paliwo do napędu agregatów prądotwórczych – najefektywniej wykorzystanych w agregatach dużej mocy produkowanych w firmie H. Cegielski w Poznaniu).

W pełni wdrożona GOZ w Polsce stanowi imperatyw nowoczesnie zarządzanej gospodarki szczególnie w zakresie ochrony środowiska. Zagospodarowanie odpadów na cele energetyczne powinno być ukierunkowane na dywersyfikację źródeł energii oraz wspieranie rozproszonych, odnawialnych źródeł energii (mikro i małych instalacji) w celu ograniczenia lub uniknięcia emisji CO₂, promując nowe technologie oraz postawy prosumenckie (podniesienie świadomości inwestorskiej i ekologicznej).

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Doliński i in. 2016 – Doliński A., Wojciechowski A., Pietrzak K., Dolińska K. i Wołosiak M. 2016. Odzysk materiałowy w recyklingu wielomateriałowych części pojazdów samochodowych jako etap wdrażania gospodarki zamkniętego obiegu. Konferencja LogiTrans. Autobusy. Bezpieczeństwo i ekologia 12, s. 126–132. [Online] <https://bir.org/> (Dostęp: 12.10.2019).
- [Online] http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/tajani/hot-topics/raw-materials/index_pl.htm (Dostęp: 20.11.2018).
- [Online] <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/PL/1-2015-614-PL-F1-1.PDF>. Komunikat KE COM(2015) 614 final; 2.12.2015) (Dostęp: 12.10.2019).
- [Online] https://www.bcc.org.pl/uploads/media/2015.10.01_Gospodarka_cyrkulacyjna_wyzwaniem_dla_firm.pdf (Dostęp: 12.10.2019) s. 2. UNEP 2011, za Krausmann F, Gingrich S., Eisenmenger N., Erb K. H.,

Haberl H. Fischer-Kowalski, Growth in global materials use, GDP and population Turing 20th century, *Ecological Economics* 68(10).

[Online] <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2018/05/22/waste-management-and-recycling-council-adopts-new-rules/> (Dostęp: 12.10.2019 r.)

Matuszewska i in. 2019 – Matuszewska A., Hańderek A., Biernat K. i Bukrejewski P. 2019. Thermolytic Conversion of Waste Polyolefins into Fuels Fraction with the Use of Reactive Distillation and Hydrogenation with the Syngas under Atmospheric Pressure. *Energy Fuels* 33, 2, s. 1363–1371. [Online] <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b03664> (Dostęp: 2.01.2019).

Wojciechowski A. i Doliński A. 2016. Obieg Zamknięty. Odzysk produktów z odpadów tworzyw polimerowych. *Chemia Przemysłowa* 4–5(642), s. 68–74.

[Online] www.visualcapitalist.com (Dostęp: 12.10.2019 r.).

Oczyszczalnie ścieków jako element gospodarki o obiegu zamkniętym w aglomeracji

Streszczenie. Dotychczas zadania stawiane oczyszczalniom ścieków koncentrowały się na oczyszczaniu ścieków, w tym usuwaniu związków biogenych, stabilizacji osadów ściekowych oraz energetycznym wykorzystaniu biogazu z fermentacji osadów. Obecnie wprowadzane są nowe paradygmaty rozwoju oczyszczania ścieków skierowane na zachowanie zasobów, minimalizację tzw. śladu ekologicznego oraz samowystarczalność energetyczną obiektu. W zakresie oczyszczania ścieków zmiany polegają na wewnętrznym i zewnętrznym wykorzystaniu ścieków oczyszczonych i odzysku cennych/ użytecznych składników. Wykorzystanie wewnętrzne tych strumieni polega na skierowaniu ich do celów technologicznych w oczyszczalni, natomiast zewnętrzne na wykorzystaniu ich np. w produkcji roślin (nawadnianie upraw roślin energetycznych) i alg energetycznych oraz na przekazaniu do zagospodarowania w zakładach przemysłowych. Obowiązujące regulacje prawne dotyczą warunków jakie muszą spełniać ścieki odprowadzane do odbiorników, natomiast nie zawierają wymagań w zakresie wykorzystania ścieków oczyszczonych. Ze względu na to, że wymagania jakościowe dla obu tych strumieni różnią się, istnieje pilna potrzeba dostosowania przepisów w tym zakresie. W procesie unieszkodliwiania osadów priorytetem staje się odzysk surowców i wysokoefektywna produkcja energii. Energia pozyskana z biogazu (przeróbki osadów, w tym kofermentacji) powinna być przeznaczona na zaspokojenie potrzeb wewnętrznych oczyszczalni w zakresie energii elektrycznej i cieplnej, a nadwyżka – na cele zewnętrzne w aglomeracji. Celem pracy jest przegląd stosowanych i proponowanych rozwiązań dotyczących recyklingu ścieków oczyszczonych oraz unieszkodliwiania osadów ściekowych uwzględniających zasady gospodarki o obiegu zamkniętym. Przegląd ten został uzupełniony o analizę i ocenę rozwiązań technicznych na terenie dwóch wybranych aglomeracji. Na podstawie dokonanej analizy zaproponowano propozycje modyfikacji istniejących rozwiązań.

Słowa kluczowe: oczyszczalnie ścieków, odzysk wody, biogaz, kofermentacja

Wastewater treatment plant as a element of circular economy in agglomeration

Abstract: To date the tasks which should be undertaken by wastewater treatment plants (WWTPs) were focused on sewage treatment, including biogen compounds removal and sewage sludge stabilization coupled with use of biogas. Now, that new paradigms are being made in the area of wastewater treatment. They are focused on conservation of resources, minimization of „ecological footprint” as well

* Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Katedra Inżynierii Środowiska

as energy self-sufficiency. In the field of wastewater treatment the changes involve use of treated effluents within, or outside, the installation, and also recovery of valuable/ useful compounds, i.e. for e.g. washing the screens (within), or outside the installation e.g. irrigation of energy plants or energy algae cultivation. The effluents can be also used in industrial plants. Existing legislation provide the conditions for treated effluents discharged to the receivers, but no rules concerning use of the treated wastewater are established. Taking into consideration that quality requirements for various use of effluents should differ is urgently needed to realign the legislation. In the area of sewage sludge utilization recovery of resources and highly effective energy generation are becoming a priority. Energy from biogas (from sewage sludge stabilization or co-fermentation) should be used within WWTPs, and excess energy within the agglomerations. The aim of the research work is to review the circular economy methods of effluents recycling and sludge stabilization or utilization used in the practice and being in research studies. The review was supplemented by analysis and evaluation of technical solutions which are applied in two selected agglomerations. Based on the analysis some modifications of the solutions were proposed.

Keywords: wastewater treatment plant, water recovery, biogas, co-fermentation process

1. Wprowadzenie

Polska jest jednym z krajów, którego zasoby wód słodkich są małe. Jednostkowe zasoby wody na jednego mieszkańca (liczone jako średnia za lata 1946–2011) wynosiły około 1839 m³/rok i były jednymi z najniższych w Europie. O wielkości zasobów wody decyduje m.in. zróżnicowanie regionalne elementów bilansu wodnego – wielkość opadów atmosferycznych, dostępność wód podziemnych, wielkość parowania atmosferycznego, odpływów, cech pokrycia czy rzeźby terenu (Gutry-Korycka i in. 2014). Zasoby wodne są także zróżnicowane sezonowo. Przykładowo według danych przedstawionych przez Michalczyk i Paszczyk (Michalczyk i Paszczyk 2011) zasoby wodne dwóch rzek Polski, tj. Odry i Wisły, są wysokie późną jesienią i zimą, a także podczas roztopów i opadów, ale w okresie późnego lata i wczesnej jesieni (sierpień, wrzesień) występuje często deficyt wody. Deficyty wody w Wiśle mają także często miejsce w lecie. Jako przykład można tu chociażby wskazać okres suszy w lipcu i sierpniu 2015 r., kiedy prasa donosiła o rekordowo niskim poziomie wody w Wiśle; wówczas poziom wody w jej nurcie obniżył się do zaledwie około 60 cm (www.newsweek.pl). W projekcie Polityki Wodnej Państwa do roku 2030 (<http://gwppl.org/data>), opracowanym 9 lat temu, jako podstawowe problemy gospodarki wodnej w Polsce w zakresie stanu zasobów wodnych zostały zidentyfikowane m.in. zanieczyszczenia punktowe na skutek odprowadzania nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych. Istotnym zagrożeniem jest, zgodnie z tym dokumentem, rozwój suburbanizacji, tj. ekspansja przestrzenna zabudowy miejskiej, przemysłowej i usługowej w strefach podmiejskich, która przyczynia się do wzmożonego wykorzystania zasobów wodnych i ich postępującej degradacji, pomimo spadku ogólnej liczby ludności w kraju. Wzrost powierzchni zabudowanej powoduje bowiem przyspieszenie odpływu wód, często osuszanie terenu i obniżanie poziomu

wód gruntowych. Na bilans zasobów wodnych w kraju wpływ ma także przemysł, w tym zwłaszcza energetyka. Według danych, przedstawionych we wspomnianym projekcie Polityki Wodnej Państwa (<http://gwppl.org/data/>), zużycie wody w energetyce w 2004 r. sięgało około 75% poboru wód powierzchniowych. Dane zawarte w tym dokumencie pozwalają na kreowanie polityki państwa także w innych obszarach, zgodnie z zawartą w art. 8 ustawy Prawo ochrony środowiska (Ustawa Prawo ochrony środowiska 2017) zasadą, że polityki, strategie i inne dokumenty dotyczące w szczególności przemysłu, energetyki, transportu i in. powinny uwzględniać zasady ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.

Kwestie związane ze wzrostem presji na istniejące zasoby wodne są także procedowane na szczeblu Parlamentu Europejskiego. 12 lutego 2019 r. odbyło się pierwsze czytanie rezolucji ustawodawczej w sprawie wniosku dotyczącego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymogów dotyczących ponownego wykorzystania wody (www.europarl.europa.eu). Dokument ten przewiduje, że zdolność poszczególnych krajów i Unii jako całości do reagowania na rosnącą presję na zasoby wodne może wzrosnąć dzięki upowszechnieniu ponownego wykorzystania ścieków oczyszczonych. Działania takie pozwolą na zmniejszenie poboru wody z zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, zmniejszenie skutków odprowadzania ścieków do środowiska, a także sprzyjać będą zmniejszaniu zużycia wody. Kraje Unii Europejskiej ustaliły konieczność określenia na szczeblu unijnym norm ponownego wykorzystania wody. Można więc stwierdzić, że oczyszczalnie ścieków, jako „producenti” ścieków oczyszczonych, stają się jednym z kluczowych elementów gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). O preferencji w zakresie tego rodzaju działań świadczy także fakt, że w rezolucji podkreśla się, że ponowne wykorzystanie zużytych wód może przyczynić się także do odzysku substancji biogennych zawartych w ściekach oczyszczonych. W chwili obecnej zatem traktowanie oczyszczalni ścieków jako elementów GOZ staje się koniecznością, wymuszoną nie tylko sytuacją społeczno-ekonomiczną, ale także związaną ze zmianami systemów prawnych. Dotyczą one nie tylko wykorzystania ścieków, ale także są związane z energetyką w zakresie odzysku energii z osadów. Z tego względu zasadne jest rozważenie stosowanych i proponowanych rozwiązań w zakresie recyklingu ścieków oczyszczonych, jak i zagospodarowywania powstających w procesie oczyszczania odpadów z wykorzystaniem zasad GOZ.

2. Technologie ponownego wykorzystania ścieków oczyszczonych

Rozważając kwestie związane z oczyszczalniami jako elementami GOZ zwraca się uwagę przede wszystkim na odzysk ze ścieków (osadów ściekowych) energii oraz odzysk pierwiastków (przede wszystkim fosforu), w mniejszym stopniu natomiast na zagospodarowanie ścieków oczyszczonych. Są one wykorzystywane przede wszystkim do na-

wadniania upraw i terenów zielonych, a także w obiegach technologicznych w zakładach przemysłowych oraz w oczyszczalniach ścieków.

2.1. Wykorzystanie ścieków oczyszczonych do nawadniania upraw i terenów zielonych

Obecnie ścieki oczyszczone w krajach europejskich są wykorzystywane w niewielkim stopniu (zagospodarowywane w ten sposób jest około 2,4% ścieków oczyszczonych w Europie). Ta metoda jest stosowana przede wszystkim w krajach śródziemnomorskich (Avisar i Ronen-Eliraz 2018). W Polsce przykłady wykorzystania ścieków do nawadniania są nieliczne. Przykładem jest gmina Gołuchów, gdzie wykorzystanie ścieków polega na nawadnianiu upraw wierzby energetycznej systemem zalewowym i podlewaniu terenów zielonych na terenie oczyszczalni ścieków (www.pie.pl/materialy 2017). Propozycje regulacji dotyczących wykorzystania ścieków oczyszczonych w rolnictwie zostały opracowane przez Environmental Protection Agency EPA (Reclamation. Managing Water in the West 2016) oraz UE. Propozycja EPA zakłada, że ścieki tego rodzaju mogą być wykorzystywane m.in. do nawadniania upraw zbóż, a także nawadniania publicznie dostępnych terenów zielonych, np. parków. Proponowany zakres wskaźników, które powinny być kontrolowane to:

- pH (6–9),
- stężenie związków organicznych wyrażane wskaźnikiem BZT₅ (< 10–30 mg/dm³ w zależności od tego, czy teren jest publicznie dostępny czy też nie),
- zawiesiny (< 30 mg/dm³) lub mętność (< 2 NTU na terenach publicznie dostępnych),
- bakterie coli typu fekalnego (niewykrywalne w 100 cm³ próbki)
- oraz chlor pozostały (min. 1 mg/dm³).

W przypadku tego sposobu zagospodarowywania ścieków problemem może być obecność w nich mikrozanieczyszczeń, takich jak np. farmaceutyki. W ściekach oczyszczonych potwierdzono bowiem obecność m.in. diklofenaku, karmazepiny oraz metoprololu, które niełatwo ulegają rozkładowi. Stężenia tych związków w ściekach oczyszczonych mogą się mieścić w zakresie od 0,1 do ponad 100 mg/dm³ (Avisar i Ronen-Eliraz 2018; Nowak i in. 2018).

2.2. Recykling ścieków

Recykling ścieków dotyczy ich ponownego wykorzystania w obiegu technologicznym. W przypadku oczyszczalni ścieków komunalnych część ścieków oczyszczonych jest wykorzystywana do płukania wydzielonego w piaskowniku piasku lub skratek zatrzymanych

na kratach. Pozwala to na uzyskanie znaczących oszczędności w zużyciu wody wodociągowej (<https://sozosfera.pl/>). W przypadku oczyszczalni ścieków przemysłowych ścieki oczyszczone mogą być także wykorzystywane w obiegach chłodzących, czy w stawach rybnych. Tego rodzaju rozwiązania są stosowane m.in. w Polsce w cukrowniach Nakło i Włostów (płukanie i chłodzenie gazu w płuczce gazowej, chłodzenie pomp), Tauron Ciepło sp. z o.o., Zakładzie Wytwarzania Katowice (uzupełnianie obiegów chłodzących ściekami z oczyszczalni ścieków w Siemianowicach Śląskich) oraz Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza w Będzinie (uzupełnianie strat wody w obiegu chłodzącym) (www.pie.pl/materialy 2017).

3. Technologie przeróbki i unieszkodliwiania odpadów z odzyskiem surowców i energii

3.1. Technologie odzysku związków biogenych

Odzysk fosforu z osadów ściekowych i cieczy osadowych jest obecnie technologicznie możliwy w skali technicznej. Tego rodzaju rozwiązania wykorzystują tzw. proces MAP (Magnesium-Ammonium-Phosphate) polegający na kontrolowanym wytrącaniu struwitu (fosforan magnezowo-amonowy). Proces przebiega efektywnie przy pH równym lub większym od 10. Teoretyczne stechiometryczne wyliczone proporcje pomiędzy poszczególnymi jonami wynoszą $Mg^{2+} : PO_4^{3-} : NH_4^+ = 1:1:1$. Przykładami technologii odzysku struwitu z cieczy osadowych są technologie takie, jak: OstaraPearl, DHF Crystalactor, Phosnix, NuReSys. Struwit jest wytrącany w reaktorach o różnych konstrukcjach, m.in. ze złożem fluidalnym. W celu zapewnienia odpowiednich proporcji pierwiastków zwykle konieczne jest dozowanie soli magnezu do ścieków. Niezbędna jest także korekta pH. Stopień usuwania struwitu przekracza zazwyczaj 85%, azotu amonowego natomiast sięga 15%, co wynika z faktu, że stężenie fosforu w cieczach osadowych jest mniejsze niż azotu, a pierwiastki usuwane są w stosunku molowym 1:1. Usuwanie struwitu z cieczy osadowych jest wykorzystywane przede wszystkim w średnich i dużych oczyszczalniach ścieków (powyżej 50 tys. RLM). Ilość powstającego struwitu przy tej wielkości oczyszczalni wynosi powyżej 120 ton rocznie (Blytt 2017; <http://ostara.com/nutrient-management-solutions>). Obecnie instalacja do usuwania struwitu powstaje w oczyszczalni ścieków w Jarocinie. Będzie to pierwsza instalacja do odzysku fosforu w Polsce. Do odzysku struwitu z osadów ściekowych stosowane są w skali technicznej m.in. technologie AirPrex oraz Seaborn. Odzysk fosforu bezpośrednio z osadów ściekowych pozwala dodatkowo na zmniejszenie kosztów odwadniania osadów, gdyż zmniejsza się zużycie polimeru o około 30%, a pH środowiska jest częściowo zwiększane poprzez odpędzanie CO₂ sprężonym

powietrzem. Jednak, podobnie jak w przypadku wytrącania struwitu z cieczy osadowych, konieczne jest dozowanie soli magnezu (Blytt 2017). Stosowane są także metody ewaporacyjne, jak Epcon, pozwalające na odzyskanie z cieczy osadowych koncentratu N, P i K. Pozostały w cieczach osadowych amoniak jest wiązany kwasem siarkowym lub odpędzany w wieżach strippingowych (<http://ostara.com/nutrient-management-solutions>). W Polsce opracowano natomiast innowacyjną technologię odzysku fosforu z popiołów powstających w wyniku spalania osadów ściekowych (technologia PolFerAsh) (Gorazda 2017).

3.2. Technologie intensyfikacji produkcji biogazu

Przez długi okres czasu proces fermentacji głównie traktowano jako biochemiczny rozkład związków organicznych obecnych w osadach ściekowych. W kontekście gospodarki surowcami priorytetem staje się odzysk surowców i wysokoefektywna produkcja energii. Właśnie podczas fermentacji nie tylko uzyskuje się ustabilizowane osady lecz powstający biogaz, zawierający metan, można wykorzystać do produkcji energii. Energia ta może być przeznaczona na zaspokojenie potrzeb wewnętrznych oczyszczalni w zakresie energii elektrycznej i cieplnej, a nadwyżka – na cele zewnętrzne w aglomeracji.

3.2.1. Kondycjonowanie osadów ściekowych

Zwiększenie produkcji biogazu jest możliwe poprzez zastosowanie metod wstępnej obróbki osadów. Do metod tych zaliczyć można m.in. zastosowanie dezintegracji ultradźwiękami czy kondycjonowanie termiczne lub chemiczne osadów przed fermentacją metanową. Najczęściej do kondycjonowania ultradźwiękami wykorzystywane są fale o częstotliwości około 20 kHz. Metoda ta jest szczególnie efektywna w przypadku nadmiernych lub mieszanych osadów ściekowych, efektywnie wspomagając hydroлизę zawartych w nich polimerów organicznych. Kondycjonowanie osadów ściekowych ultradźwiękami pozwala na zwiększenie produkcji biogazu o 15–100%, w porównaniu z osadami niekondycjonowanymi. Równoległe ze wzrostem ilości wytwarzanego biogazu następuje wzrost zawartości związków organicznych w cieczach osadowych, czemu towarzyszy zwiększenie ubytku związków organicznych w osadach (Tiehm i in. 1997; Appels i in. 2008; Navaneethan 2007; Farooq i in. 2009; Zhang i in. 2014). Kondycjonowanie termiczne prowadzone jest najczęściej w zakresie temperatur 60–80°C (kondycjonowanie niskotemperaturowe), lecz stosowane mogą być także wyższe temperatury (do 250°C). Czas kondycjonowania osadów wynosi zazwyczaj 15–60 min. Kondycjonowanie termiczne może być także wspomagane środkami chemicznymi. Efektywność zwiększenia produkcji biogazu po kondycjonowaniu termicznym osadów ściekowych wynosi 15–81%. Podobnie, jak w przypadku kondycjonowania ultradźwiękami, również podczas

kondycjonowania termicznego, następuje wzrost ChZT cieczy nadosadowych (nawet do 86% w porównaniu z cieczą oddzieloną z nad osadu niekondycjonowanego) (Topal i Arskan 2009; Ruiz-Hernando 2013; Kepp 2019). Kondycjonowanie chemiczne dotychczas było stosowane przede wszystkim w warunkach laboratoryjnych. Stosowane jest kondycjonowanie w środowisku kwaśnym (kwas nadoctowy, odczynnik Fentona, kwas solny lub siarkowy) lub zasadowym (NaOH). Dawki odczynników chemicznych wyznaczane są empirycznie, w zależności od rodzaju osadu, jego właściwości i oczekiwanego efektu. Należy dodać, że kondycjonowanie osadów ściekowych w środowisku kwaśnym powoduje wymywanie metali ciężkich z osadów ściekowych. Kondycjonowanie chemiczne pozwala na uzyskanie dużej efektywności i jest proste w zastosowaniu (nieskomplikowany układ technologiczny). Do wad tego rodzaju technologii można natomiast zaliczyć korozję urządzeń oraz generowanie odorów (Neyens i Bayens 2003; Cassini i in. 2006; Banu i in. 2012; Penaud i in. 1999).

3.2.2. Kofermentacja

Kofermentacja osadów ściekowych oraz innych odpadów pozwala m.in. na zwiększenie ilości generowanego biogazu. Efekt ten jest szczególnie widoczny w przypadku kofermentacji mieszaniny osadów z substratami wysokoenergetycznymi, takimi jak np. tłuszcze. Tłuszcze są obecne w takich produktach odpadowych, jak odpady z ubojni, odpadowe tłuszcze roślinne czy odpady rybne. Z 1 kg s.m. tłuszczów generuje się teoretycznie około 1,25 m³ biogazu, podczas gdy z samych osadów ściekowych ilość ta wynosi maksymalnie 1,02 m³ biogazu (Sadecka 2010). Lauwers i wsp. podają, że ilość biogazu produkowanego z tłuszczów mieściła się w przedziale 900–1400 dm³ z 1 kg s.m., przy czym CH₄ stanowił 65–70% (Lauwers i in. 2012). W przypadku kofermentacji pewnym problemem może być zbyt duży udział innych odpadów w mieszaninie, co może powodować zakłócenie równowagi procesu. Przykładowo podczas kofermentacji mieszaniny osadów ściekowych i tłuszczów, gdy udział tych ostatnich w ładunku związków organicznych przekraczał 55%, następowały niekorzystne zmiany w składzie powstającego produktu oraz spadek efektywności degradacji zanieczyszczeń organicznych. Odnosnie wpływu tłuszczów na przebieg procesu, dane literaturowe bywają niejednoznaczne. Przykładowo Lauwers i wsp. (Lauwers i in. 2012) udowodnili inhibicję procesu fermentacji przy około 25% udziale tłuszczów w substracie organicznym, natomiast Wan i wsp. (Wan i in. 2011) stwierdzili inhibitujący wpływ tłuszczów na proces kofermentacji, lecz przy ich udziale przekraczającym 79%. W przypadku każdej instalacji możliwe jest wypracowanie równowagi w układzie technologicznym dla danego rodzaju lub mieszaniny odpadów. Konieczne jest zapewnienie stałych dostaw odpadów w celu utrzymania równowagi procesu.

3.3. Technologie odzysku innych produktów ze ścieków i osadów ściekowych

Ostatnio obserwuje się rozwój także innych technologii odzysku produktów odpadowych ze ścieków komunalnych. Do technologii tych zaliczyć można między innymi odzysk ze ścieków włókien celulozowych lub biopolimerów. Jak zauważają van der Hoek i wsp. (Van der Hoek i in. 2016) wykorzystanie technologii odzysku ze ścieków innych związków niż fosfor ograniczane jest nie tyle brakiem dostępnych rozwiązań technologicznych, ile raczej innymi uwarunkowaniami, w tym przede wszystkim kontekstem kulturowym. Do liderów stosowania tego rodzaju technologii można zaliczyć takie kraje jak Niemcy i Holandia, w których istnieje duże społeczne przyzwolenie i nacisk na odzysk surowców i rozwój technologii proekologicznych. Przykładem tego jest odzysk włókien celulozowych ze ścieków. Technologia ta została zastosowana między innymi w oczyszczalni ścieków w Beemster koło Amsterdamu w Holandii (<https://www.salsnes-filter.com> 2017). W oczyszczalni tej odzyskiwane są włókna papieru toaletowego, które są wydzielane ze ścieków z wykorzystaniem odpowiednich filtrów. Rozwiązanie to pozwala równocześnie na zmniejszenie ładunku związków organicznych kierowanych do części biologicznej oczyszczalni. To z kolei wpływa na obniżenie ilości powietrza, wymaganego do właściwego przebiegu procesów biochemicznych w reaktorach biologicznych i tym samym zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Ciekawą alternatywą dla tradycyjnych technologii przeróbki i zagospodarowywania osadów ściekowych może być odzysk biopolimerów. W procesie tym pozyskiwane są z osadów np. polihydroksyalkanolany (PHA). Metoda ta jednak generuje większe koszty w porównaniu do klasycznej fermentacji metanowej (Menin i in. 2017). Obecnie synteza PHA poza oczyszczalniami ścieków jest kosztowna i pozyskiwanie tych składników z osadu czynnego jest tańsze. PHA mogą być pozyskiwane zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych. Możliwe jest uzyskanie do 40% s.m. biopolimerów z osadu czynnego w warunkach ograniczonego stężenia tlenu. Potrzebne są dalsze badania w skali laboratoryjnej nad zwiększeniem opłacalności tego procesu (Mizelińska i in. 2018).

4. Analiza dla wybranych aglomeracji

Analizę możliwości zastosowania GOZ w ramach aglomeracji przeprowadzono dla aglomeracji Częstochowa (powyżej 200 tys. mieszkańców) oraz aglomeracji Kłobuck (poniżej 17 tys. mieszkańców). Aglomeracje te oprócz liczby ludności różnią się od siebie także stopniem uprzemysłowienia.

4.1. Aglomeracja Częstochowa

Agglomeracja Częstochowa została ustanowiona uchwałą Sejmiku Województwa Śląskiego nr V/27/11/2016 (Uchwała nr V/27/11/2016). Funkcjonują tu dwie oczyszczalnie ścieków komunalne, a równoważna liczba mieszkańców RLM wynosi 242 081. Te obiekty to Oczyszczalnia Ścieków „Warta” w Częstochowie oraz Oczyszczalnia Ścieków Dźbów. Aglomeracja jest zlokalizowana w województwie śląskim, w gminach Częstochowa, Mykanów, Rędziny, Poczesna i Konopiska. Oczyszczalnia ścieków „Warta” jest oczyszczalnią biologiczną pracującą z wykorzystaniem technologii osadu czynnego z podwyższonym usuwaniem biogenów. W ciągu doby do oczyszczalni dopływa około 43 600 m³ ścieków. W części mechanicznej oczyszczalni ze ścieków wydzielane są skratki, które są płukane i prasowane, a następnie gromadzone w kontenerach i przekazywane do zagospodarowania odbiorcom zewnętrznym. Także odbiorcy zewnętrzni odbierają piasek wydzielany w piaskownikach, który przed odwodnieniem jest płukany w celu wymycia związków organicznych. W oczyszczalni wydzielana jest także frakcja olejów i tłuszczów, która odprowadzana jest do wydzielonych zamkniętych komór fermentacyjnych. W stopniu biologicznym następuje usuwanie związków węgla, azotu i fosforu. Ścieki oczyszczone osadem czynnym są odgazowywane w instalacji Biogradex przed ich dalszym odprowadzeniem do osadników wtórnych. Osad nadmierny kierowany jest do wydzielonych zamkniętych komór fermentacyjnych. Fermentacja osadów surowych, nadmiernych i tłuszczów prowadzona jest w warunkach mezofilowych (ok. 35°C) w zamkniętych komorach fermentacyjnych, w których zbierany jest biogaz. Oczyszczony biogaz jest wykorzystywany do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Osady z komór zamkniętych są następnie przepompowywane do otwartych komór fermentacyjnych, gdzie następuje odgazowywanie i zagęszczanie. Kolejnym etapem przeróbki osadów jest mechaniczne odwadnianie i suszenie. W instalacji do suszenia, osady są suszone do około 90–95% s.m. Wysuszony osad jest wykorzystywany w cementowni (<http://www.wartasa.eu/14>). Ze względu na duży ładunek zanieczyszczeń usuwany w oczyszczalni ścieków „Warta”, z przedstawionych powyżej rozwiązań pozwalających na zamknięcie obiegu, w oczyszczalni tej zastosowanie znaleźć mogłyby technologie odzysku fosforu. Ciecze odpadowe w oczyszczalni generowane są nie tylko w procesach odwadniania, ale także suszenia osadów ściekowych. Ze względu na to, że infrastruktura oczyszczalni jest nowoczesna, możliwe byłoby także zastosowanie technologii produkcji biopolimerów, czy wydzielania włókien celulozowych ze ścieków. Na terenie aglomeracji brakuje zakładów, w których można byłoby pozyskać produkty odpadowe, pozwalających na generowanie zwiększonych ilości biogazu. Ponadto w pobliżu miasta wybudowano kompostownię, w której przetwarzane są organiczne odpady komunalne. W tej sytuacji prowadzenie kofermentacji osadów ściekowych wraz z odpadami komunalnymi nie jest zasadne. Potencjalnym źródłem odpadów wysokotłuszczowych są zakłady mięsne w Aleksandrii niedaleko Częstochowy, zakłady te jednakże są położone poza aglomeracją częstochowską.

4.2. Aglomeracja Kłobuck

Agglomeracja Kłobuck została ustanowiona uchwałą Sejmiku Województwa Śląskiego V/7/12/2015 z dnia 13 kwietnia 2015 r. (Uchwała nr V/7/12/2015). Obejmuje ona wyłącznie gminę Kłobuck o równoważnej liczbie mieszkańców RLM 16 843 i jest obsługiwana przez jedną oczyszczalnię ścieków komunalnych. Oczyszczalnia pracuje w technologii osadu czynnego z podwyższonym usuwaniem związków biogennych. Wyposażona jest we wstępny osadnik Imhoffa, który pozwala na fermentację separowanych osadów w temperaturze otoczenia. Jest ona wyposażona także w komorę stabilizacji i zagęszczania osadów oraz lagunę osadową jako obiekt awaryjny. Przepustowość oczyszczalni wynosi 3200 m³/d. W procesach oczyszczania powstają materiały odpadowe takie jak: skratki, piasek z piaskowników oraz ustabilizowane osady komunalne. Według danych przedstawionych w Planie Gospodarki Odpadami na terenie oczyszczalni ścieków w Kłobucku rocznie powstaje 1 500 Mg osadów ściekowych, 15 Mg skratek oraz 30 Mg piasku (Plan Gospodarki Odpadami dla Powiatu Kłobuckiego). Eksploatacja oczyszczalni pozwala na osiągnięcie większego stopnia usunięcia zanieczyszczeń niż wymagane w pozwoleniu wodno-prawnym. Zgodnie z danymi PWIK Okręgu Częstochowskiego (<https://www.pwik.czest.pl/klobuck>) wymagany stopień usuwania związków organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT₅ wynosi min. 90% (osiągany jest > 98%), a ChZT min. 75% (osiągany > 95%). Minimalny stopień usunięcia zawiesin wynosi 90%, podczas gdy osiagany wynosi 97%. Natomiast wymagany stopień usunięcia związków biogennych jest na poziomie odpowiednio: azot 80% (osiągany – 88%) i fosfor 85% (osiągany – 95%). Ze względu na to, że oczyszczalnia ścieków w Kłobucku przyjmuje ścieki od około 17 tys. mieszkańców, nie jest zasadne instalowanie tutaj odrębnej instalacji do odzysku struwitu, możliwe byłoby natomiast zastosowanie ewentualnie instalacji mobilnej, która obsługiwałaby także inne oczyszczalnie, spoza aglomeracji. Nie jest zasadne także zastosowanie kofermentacji ze względu na to, że na terenie aglomeracji nie funkcjonują zakłady przemysłowe wytwarzające odpady organiczne pozwalające na zwiększenie produkcji biogazu. Odpady organiczne zebrane w procesie selektywnej zbiórki odpadów organicznych z gospodarstw domowych (ok. 3 500 Mg/rok (Plan Gospodarki Odpadami dla Powiatu Kłobuckiego) nie nadają się do kofermentacji w istniejącej instalacji, ze względu na to, że na oczyszczalni funkcjonuje jedynie osadnik Imhoffa i nie jest ujmowany biogaz. Ujmowanie biogazu w niewielkich oczyszczalniach nie jest opłacalne ekonomicznie. Powstające odpady organiczne mogą być w sposób tani i przyjazny dla środowiska kompostowane.

5. Wnioski

Na podstawie przedstawionej powyżej analizy można przedstawić następujące wnioski:

- Obecnie zarówno wyczerpywanie się zasobów wód, biogenów, jak i paliw kopalnych powoduje, że zamknięcie obiegu w ramach GOZ w oczyszczalniach ścieków staje się koniecznością.
- Oprócz rzeczywistych potrzeb zamykanie obiegów wymuszone będzie także przez przepisy prawne, które uwzględniają wskazane we wprowadzeniu problemy i tendencje.
- Aglomeracje wyznaczone w celu oczyszczania ścieków nie są dobrym sposobem podziału, biorąc pod uwagę traktowanie oczyszczalni jako elementu GOZ, gdyż gospodarka odpadami jest realizowana na terenie gmin i/lub powiatów, których granice nie pokrywają się z granicami aglomeracji.
- Włączenie oczyszczalni ścieków do GOZ powinno uwzględniać nie tylko wielkość oczyszczalni, a tym samym ekonomiczną opłacalność, lecz także organizacyjną możliwość zastosowania nowych technologii odzysku produktów odpadowych.

Pracę wykonano w ramach BS/PB-400-301/19.

Literatura

- Appels i in. 2008 – Appels L., Dewil R. i Baeyens J. 2008. Ultrasonically enhanced anaerobic digestion of sludge. *International Journal of Sustainable Engineering* 1(2), s. 94–104.
- Avisar D. i Ronen-Eliraz G. HESS Opinions: Agricultural irrigation with effluent – pharmaceutical residues what we should worried about. [Online] <https://www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/hess-2018-411/hess-2018-411-AC3-supplement.pdf> (Dostęp: 10.09.2019).
- Banu i in. 2012 – Banu J.R., Khac U.D., Kumar S.A., Ick-Tae Y. i Kaliappan S. 2012. A novel metod of sludge pretreatment using the combination of alkalis. *Journal of Environmental Biology* 33(2), s. 249–253.
- Blytt D. Solution and costs for public facilities. [Online] https://d1pdf7a38rpkj8.cloudfront.net/fileadmin/user_upload/1100_Line_Blytt_Danielsen_COWI.pdf (Dostęp: 10.09.2019).
- Cassini i in. 2006 – Cassini S.T., Andrade M.C. i Abreu T.A. 2006. Alkaline and acid hydrolytic processes in aerobic and anaerobic sludges: effect on total EPS and fractions. *Water Science and Technology* 53(8), s. 51–58.
- Farooq i in. 2009 – Farooq R., Rehman F., Baig S., Sadique M., Khan S., Farooq U., Rehman A., Farooq A., Pervez A., Mukhtar-ul-Hassan i Shaukat S.F. 2009. The effect of ultrasonic irradiation on the anaerobic digestion of activated sludge. *World Applied Sciences Journal* 6(2), s. 234–237.
- Gorazda K. Sustainable use of sewage sludge ash in fertilizers production – PolFerAsh Technology. [Online] http://uest.ntua.gr/athens2017/proceedings/pdfs/Athens2017_Gorazda_Tarko_Wzorek_Nowak_Kulczycka_Smol_Henclik.pdf (Dostęp: 10.09.2019).
- Gutry-Korycka i in. 2014 – Gutry-Korycka M., Sadurski A., Kundzewicz Z.W., Pociask-Karteczka J. i Skrzypczyk L. 2014. Zasoby wodne a ich wykorzystanie. *Nauka* 1, s. 77–98. [Online] http://gwppl.org/data/uploads/warsztaty-konsultacje/dokumenty_krajowe/Projekt_Polityki_wodnej_panstwa_do_roku_2030_z_uwzglednieniem_etapu_2016.pdf (Dostęp: 10.09.2019).

- [Online] <http://ostara.com/nutrient-management-solutions/> (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2019-0071_PL.html?redirect (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] http://www.pie.pl/materialy/_upload/Konf_prawo_wod_2017/Prezentacje/P2_3_RCGW.pdf (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] <http://www.wartasa.eu/14,Technologia> (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] <https://sozosfera.pl/odpady/gospodarka-odpadami-w-oczyszczalni-sciekow-cz-ii-skratki/> Wiśniowska E. (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] <https://www.newsweek.pl/polska/susza-w-polsce-dawno-w-wisle-nie-bylo-tak-malo-wody/894rqv2> (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] <https://www.pwik.czest.pl/klobuck> (Dostęp: 10.09.2019).
- [Online] <https://www.salsnes-filter.com/2017/01/10/recovering-cellulose-from-wastewater-for-reuse/> (Dostęp: 1.09.2019).
- Kepp i in. – Kepp U., Machenbach I., Weisz N., Solheim O.E.: Enhanced stabilization of sewage sludge through thermal hydrolysis – three years of experience with full scale plant. [Online] <http://www.cambi.no/photoalbum/view2/P3NpemU9b3JnJmlkPTyMDAyMiZ0eXBIPTE> (Dostęp: 1.09.2019).
- Lauwers i in. 2012 – Lauwers J., Appels L., Taes S., Van Impe J., Dewil R. 2012. Anaerobic co-digestion of fats, oils and grease (FOG) with waste activated-sludge, International Conference on Process Integration. Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction 29, s. 709–714.
- Menin i in. 2017 – Menin L., Perrault A., Smith S.R. 2017. Feasibility of biopolymer production in wastewater treatment compared to standard energy recovery practices from sewage sludge anaerobic digestion, Conference: IWA SludgeTech 2017, London. [Online] https://www.researchgate.net/publication/328901773_Feasibility_of_biopolymer_production_in_wastewater_treatment_compared_to_standard_energy_recovery_practices_from_sewage_sludge_anaerobic_digestion (Dostęp: 1.09.2019).
- Michalczyk Z. i Paszczyk J. 2011. Changes in components to the water balance in the basins of the Vistula and Odra, 1901-2000. *Czasopismo Geograficzne* 82, s. 49–68.
- Mizelińska i in. 2018 – Mizelińska M., Łopusiewicz Ł. i Soból M. 2018. Polihydroksyalkanolany – obiecujące polimery biodegradowalne. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* 67(2), s. 299–306.
- Navaneethan N. 2007. Anaerobic digestion of waste activated sludge with ultrasonic pretreatment, MSc Thesis, Asian Institute of Technology, School of Environment, Resources and Development, Thailand.
- Neyens E. i Bayens J. 2003. A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique. *Journal of Hazardous Materials B* 98, s. 33–50.
- Nowak i in. 2018 – Nowak R., Wiśniowska E. i Włodarczyk-Makuła M. 2018. Wpływ na środowisko i możliwości usuwania ze ścieków wybranych niesteroidowych farmaceutyków [W:] *Mikrozanieczyszczenia w ściekach, odpadach i środowisku*, (red.) L. Dąbrowska, M. Włodarczyk-Makuła. Monografia Nr 345, Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, s. 277–294.
- Penaud i in. 1999 – Penaud V., Delegenés J.P. i Moletta R. 1999. Thermo-chemical pretreatment of a microbial biomass: influence of sodium hydroxide addition on solubilization and anaerobic biodegradability. *Enzyme and Microbial Technology* 25, s. 258–263.
- Plan Gospodarki Odpadami dla Powiatu Kłobuckiego, Główny Instytut Górnictwa, Zakład Ochrony Wód. [Online] bip.biuletyn.info.pl/php/pobierz.php3?bip=bip_powkl&id_dzi=14&id (Dostęp: 1.09.2019).
- Reclamation. Managing Water in the West. Water Reuse and Agriculture, U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation and Development Office, September 2016.
- Ruiz-Hernando i in. 2013 – Ruiz-Hernando M., Martinez-Elorza G., Labanda J., Llorens J. 2013. Dewaterability of sewage sludge by ultrasonic, thermal and chemical treatments. *Chemical Engineering Journal* 230, s. 102–110. [Online] <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2013.06.046> (Dostęp: 1.09.2019).
- Sadecka Z. 2010. Stabilizacja beztlenowa osadów ściekowych [W:] *Kierunki przeróbki i zagospodarowania osadów ściekowych*. Materiały konferencyjne. Piaseczno, s. 61–80.
- Tiehm i in. 1997 – Tiehm A., Nickel K. i Neis U. 1997. The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge. *Water Science and Technology* 36, s. 121–128.

- Topal M. i Arskan E. 2008. Thermal conditioning of sludges. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 25(1–2), s. 108–119.
- Uchwała nr V/27/11/2016 Sejmiku Województwa Śląskiego z 19 września 2016 r. w sprawie wyznaczenia Aglomeracji Częstochowa, Dz.U. Woj. Śl., 2016.
- Uchwała nr V/7/12/2015 Sejmiku Województwa Śląskiego z 13 kwietnia 2015 r. w sprawie wyznaczenia Aglomeracji Kłobuck, Dz.U. Woj. Śl., 2015.
- Ustawa Prawo ochrony środowiska Dz.U. 2018 poz. 799.
- Van der Hoek i in. 2016 – Van der Hoek J.P., de Fooij H. i Struiker A. 2016. Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam’s wastewater. *Resources, Conservation and Recycling* 113, s. 53–64.
- Wan i in. 2011 – Wan C., Zhou Q., Fu G. i Li Y. 2011. Semi-continuous anaerobic co-digestion of thickened waste activated sludge and fat, oil and grease. *Waste Management* 31(8), s. 1752–1758.
- Zhang i in. 2014 – Zhang L., Zhang Y., Zhang Q., Verpoort F., Cheng W., Cao L., Meng L. 2014. Sludge gas production capabilities under various operational conditions of the sludge thermal hydrolysis pretreatment process. *Journal of the Energy Institute* 87(2), s. 121–126. [Online] <http://dx.doi.org/10.1016/j.joei.2014.03.016> (Dostęp: 1.09.2019).

Możliwości gospodarki o obiegu zamkniętym obiektów pogórnich w rejonie Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego

Streszczenie. W niniejszym rozdziale przedstawiono propozycję wykorzystania obiektów pogórnich w rejonie Wałbrzycha. Analiza dotyczyła zarówno obiektów zlokalizowanych na powierzchni terenu tj. hałd, jak i wskazania potencjału wykorzystania wód kopalnianych w kierunku źródła energii cieplnej. Celem jest zidentyfikowanie sytuacji bieżącej oraz wskazanie propozycji rozwiązań, co stanowi początek dla dalszych, szczegółowych badań dotyczących regionu Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego (WZW). Likwidacja wałbrzyskich kopalń (często błędnie nazywana restrukturyzacją) z perspektywy czasu jest oceniana jako proces nieprzemysłany (Kosmaty 2011). Niedotrzymanie umów społecznych, niejasne kwestie finansowe, likwidacja przedsiębiorstw współpracujących z zakładami górnictwa czy zamknięcie, a w konsekwencji zniszczenie obiektów kulturalnych i sportowych działających przy kopalniach doprowadziło do zapaści regionu. Zagadnienia dotyczące zagospodarowania i wykorzystania hałd oraz wód dołowych są istotne z punktu widzenia wielu grup interesariuszy. Przed planowaniem działań w kierunku zagospodarowania omawianych obiektów pogórnich konieczne jest zrównoważone działanie społeczno-środowiskowe w celu zapobiegania potencjalnym sprzeciwom i konfliktom. Prezentowane zagadnienia nawiązują do rosnącego znaczenia zrównoważonego rozwoju i koncepcji społecznej odpowiedzialności w branży wydobywczej. Jest istotne, aby działania zgodne z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) były przeprowadzane w porozumieniu i przy partycypacji lokalnych władz i społeczności, co w obecnej sytuacji należy postrzegać jako sekwencję wyzwań, stojących przed tym rejonem.

Słowa kluczowe: gospodarka o obiegu zamkniętym, społeczna odpowiedzialność, górnictwo, Dolny Śląsk

Possibilities of circular economy of post-mining objects in the area of Wałbrzych Hard Coal Basin

Abstract: The subject matter discussed in this chapter concerns proposals for the use of post-mining objects in the Wałbrzych region. The analysis concerned both objects located on the surface of the land, i.e. dumps as well as the indication of the potential of using mine waters towards the source of thermal energy. The current situation and solution proposals in the Wałbrzych region have been described. Liquidation of Wałbrzych mines (often incorrectly called restructuring) from the perspective of time is considered as

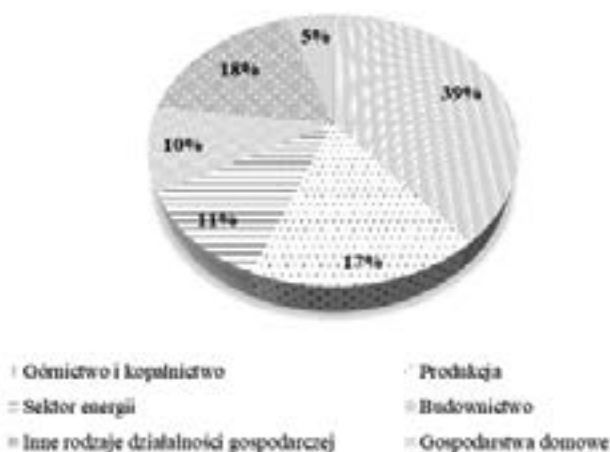
* Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Katedra Górnictwa i Geodezji

a reckless process. Failure to meet social agreements, unclear financial issues, liquidation of enterprises cooperating with mining plants or closure, and as a consequence destruction of cultural and sport facilities operating at the mines, led to the collapse of the region. Issues related to the management and use of dumps and underground water are important from the point of view of many stakeholder groups. Before planning activities aimed at developing the discussed post-mining objects, sustainable socio-environmental actions are necessary in order to prevent potential objections and conflicts. Presented issues refer to the growing importance of sustainable development and the concept of social responsibility in the mining industry. It is important that activities in line with the objectives of the circular economy are carried out in concert and with the participation of local authorities and communities, which in the current situation should be seen as a sequence of challenges facing this region.

Keywords: circular economy, social responsibility, mining, Lower Silesia

1. Wprowadzenie

Największy procent odpadów w skali krajów europejskich wytwarzają dwa działy gospodarki: górnictwo i kopalnictwo 25,0% oraz budownictwo 36%. Ponadto źródłem odpadów są następujące sektory: produkcja (10,0%), sektor energii (3,0%), inne rodzaje działalności gospodarczej (16,0%) oraz gospodarstwa domowe (8,0%) (EUROSTAT 2016). W ocenie tej klasyfikacji należy uwzględnić pewien margines błędu (niedokładność). Baza EUROSTAT nie uwzględnia różnic przy identyfikacji odpadów w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. O zagadnieniu stosowania własnych klasyfikacji, co skutkuje brakiem standaryzowanych danych, w przypadku odpadów wydobywczych pisano w pracy Woźniak i Pactwa (2018). W Polsce proporcje są inne, największy udział odpadów stanowi grupa górnictwo i kopalnictwo 39,0%, natomiast odpady w sektorze budowlanym 10,0% (rys. 1). Największa ilość odpadów wytwarzanych przez sektor górniczy stanowi



Rys. 1. Wytwarzanie odpadów przez przemysł i gospodarstwa domowe w Polsce w 2016 roku
Źródło: Eurostat 2016

uzasadnienie odniesienia się do tematyki GOZ w kontekście tej branży, zwłaszcza, że zagadnienia te są ważne zarówno ze względu na aspekt środowiskowy, jak i społeczny.

2. Środowisko i społeczeństwo a odpady z działalności górniczej

W myśl promowanej koncepcji 3R Circular Economy (Reduction, Reuse, and Recycle) (Haibin i Zhenling 2010) pojawiają się możliwości wykorzystania odpadów. Konieczne jest zwracanie uwagi, aby planowane działania zagospodarowania odpadów nie powodowały szkód w środowisku przyrodniczym. W przypadku określania wpływu odpadów z sektora górnictwa węgla kamiennego na środowisko gruntowo-wodne znaczenie ma m.in. zawartość siarki oraz związków arsenu, kadmu, rtęci i in. (Kłojzy-Kaczmarczyk i in. 2016; Makowska i in. 2018; Dz.U. z 2011 r. Nr 175, poz. 1048). Badania prowadzone w tym zakresie wykazują duże zróżnicowanie zawartości pierwiastków na składowiskach, uzależnione od zachodzących procesów w czasie (Kłojzy-Kaczmarczyk i in. 2016). Kolejnym zjawiskiem mogącym negatywnie wpływać na środowisko są zagrożenia pożarowe. Hałdy na których doszło do samozapłonu stanowią zagrożenie w wyniku rozprzestrzeniania się ognia oraz przyczyniają się do zanieczyszczenia powietrza (Gawor 2017). Dodatkowo zmiana temperatury przyczyniać się może do zmian chemicznych materii organicznej ulokowanej na hałdzie. Stwierdzono powstawanie fenoli i ich pochodnych, które mogą dostawać się do wód powodując ich zanieczyszczenie, stwarzając potencjalne zagrożenie dla środowiska (Misz-Kennan i Fabiańska 2010; Nádudvari i Fabiańska 2016).

Obiekty (składowiska odpadów), które oceniać można jako niepożądane, będące pozostałościami działalności górniczej, silnie wrastają w krajobraz i w świadomość społeczną. Są postrzegane jako integralna część okolicy, tym samym ingerencja w hałdy np. poprzez działania prowadzące do ich rewitalizacji lub związane z odzyskiem węgla (złoża antropogeniczne) mogą skutkować sprzeciwem społecznym. Dlatego planując wszelkiego rodzaju inicjatywy należy przygotować się do dialogu zarówno z lokalną społecznością jak i władzami samorządowymi (Gawor 2017). Takie projektowanie jest właściwe dla obszaru dotąd nierozpoznanego tj. Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW) w myśl koncepcji górnictwa wysypiskowego Landfill Mining (LFM) stąd powinno dokonywać się ich zagospodarowania traktując je jako przestrzeń inwestycyjną w myśl zrównoważonej społeczno-środowiskowej strategii. Jednocześnie warto podkreślić że obszar ten (zlokalizowany w południowo-zachodniej Polsce) nie jest wystarczająco wykorzystany, a posiadając duży potencjał stanowią szansę dla rozwoju regionu.

Proces składowania odpadów, jako jeden ze sposobów na ich zagospodarowanie, nadających się do przetworzenia, będzie wycofywany. Zgodnie z europejskimi wytycznymi UE COM/2014/398 „Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe”, w których zostały przedstawione główne cele i działania GOZ, do 2025 roku będzie wprowadzony zakaz składowania tych odpadów, które nadają się do recyklingu. Prognozowany

jest dynamiczny rozwój rynku surowców wtórnych oraz promowanie, w pierwszej kolejności, zapobiegania powstawaniu odpadów, a następnie ponownego ich wykorzystania i recyklingu (Woźniak i Pactwa 2018). Stąd przewiduje się intensyfikację działań zmierzających do implementacji i wdrożenia badań laboratoryjnych, w procesy gospodarcze. Polskie składowiska odpadów wydobywczych, należy postrzegać jako potencjalną przestrzeń do prowadzenia badań naukowych i poszukiwania nowych rozwiązań ich wykorzystania, a odpady jako produkty podlegające obrotowi handlowemu na rynku (Woźniak 2019).

Podobna sytuacja w regionie wałbrzyskim dotyczy wód dołowych. W publikacji (Banks i in. 2004) wykazano, że woda kopalniana jest atrakcyjnym źródłem energii ze względu na fakt, iż magazynowana woda i jej strumień w wyrobiskach kopalnianych, stanowi rezerwar ciepła ze źródeł odnawialnych. Daje to możliwość zmiany marki potencjalnie zanieczyszczającej środowisko jako „zielonego” źródła energii czy rozwój wielu kopalni jako parków przemysłowych. Ponadto wykorzystanie wód kopalnianych znajduje zastosowanie ekonomicznie uzasadnione na przykładzie Szkocji, Kanady, Norwegii, USA, Wielkiej Brytanii czy Holandii (Verhoeven i in. 2014). Dobre przykłady wykorzystania infrastruktury kopalń w kierunku spożytkowania wód z podziemnych kopalń węgla kamiennego do celów geotermalnych prezentuje Thien (2015). Zalety działań to m.in. obniżenie kosztów energii czy stworzenie nowych miejsc pracy. Ważną rolę odgrywa jakość wody kopalnianej. Operatorzy instalacji w pierwszych latach eksploatacji przy wydobywaniu wody kopalnianej, zdobyli duże doświadczenie, co pomogło rozwiązać wiele problemów z wymiennikami ciepła i systemami filtrującymi.

Z przeglądu aktualnych, światowych rozwiązań wykorzystania odpadów branżowych oraz rozpoznania zagospodarowania wód kopalnianych, szczególnie w Szkocji, Kanadzie, Norwegii, USA, Wielkiej Brytanii czy Holandii wynika, iż takie działania są również ekonomicznie uzasadnione (Verhoeven i in. 2014). Autorzy Preece i Younger (2014) zestawiają opis światowych udokumentowanych przykładów systemów geotermalnych wykorzystujących energię z kopalń, głównie z podziemnych kopalń węglowych, ponadto kopalni uranu, molibdenu, cyny, srebra czy zalanego kamieniołomu. Farr G. i in. (2016) wylicza 28 takich systemów, wśród których 57% to kopalnie węgla. Przeprowadzono znaczące badania teoretyczne i akademickie w celu oszacowania potencjału energii cieplnej wód kopalnianych w zalanych kopalniach węgla (Watzlaf i Ackman 2006; Hall i in. 2011; Raymond i in. 2008; Al-Habaibeh i in. 2018). Dobre przykłady wykorzystania infrastruktury kopalń w kierunku spożytkowania wód z podziemnych kopalń węgla kamiennego do celów geotermalnych prezentuje Thien (Thien 2015). Zalety działań to m.in. obniżenie kosztów energii czy stworzenie nowych miejsc pracy. Ważną rolę odgrywa jakość wody kopalnianej. Holenderski program w Heerlen jest wart uwagi, ponieważ pokazuje, w jaki sposób miasto borykające się z kryzysem społecznym i gospodarczym po zamknięciu kopalni pomyślnie udało się przekształcić. Korzystając z systemu ogrzewania i chłodzenia kopalni przy wsparciu inwestorów publicznych i prywatnych powstał zrównoważony węzeł energetyczny (Verhoeven i in. 2014). Projekt Heerlen to dobry przykład wdrożenia

polityki społecznie odpowiedzialnego górnictwa, związanego z jednej strony z zamykaniem kopalń, a jednocześnie z nadaniem im drugiego życia przy zaangażowaniu i akceptacji lokalnej społeczności (Woźnia i Pactwa 2019). Z podobnym problemem boryka się rejon Wałbrzycha.

3. Obiekty pogórnice a wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym

3.1. Odpady wydobywcze w Polsce pochodzące z eksploatacji węgla kamiennego

Z dokumentacji statystycznej (GUS 2018) wynika, że przemysł wydobywczy jest główną branżą odpowiedzialną za wytwarzanie największej ilości odpadów oraz ujawnia niski udział zrehabilitowanych terenów zarówno dla analizowanego obszaru jak i w skali kraju. W 2017 r. tylko 18,2 ha krajowych terenów poddano procesom przywracania wartości użytkowej (po zakończeniu eksploatacji), dla województwa dolnośląskiego 7,9 ha. Pozostałe 10,3 ha dotyczyły województwa śląskiego, obszaru o największej krajowej koncentracji wydobycia węgla kamiennego. Potwierdza to słuszność obranego kierunku prowadzonych badań, skoro dotychczas tylko 0,32% terenów składowisk (hałdy i stawy osadowe) zostało zrehabilitowane (GUS 2018). Wskazuje to na duże możliwości badawcze zmierzające do potencjalnego zagospodarowania/wykorzystania tych miejsc przy akceptacji lokalnej społeczności i czynników środowiskowych.

Biorąc pod uwagę możliwości gospodarczego wykorzystania krajowych odpadów wydobywczych pojawia się zatem możliwość zmiany klasyfikacji odpadów wydobywczych w produkty wtórne (wzorem czeskiego rozwiązania, gdzie ponad 95% odpadów wydobywczych systematyzuje się jako produkt). Rosnąca rola koncepcji górnictwa wysypiskowego (LFM – *Landfill Mining*) ewoluowała w kierunku ulepszonego górnictwa wysypiskowego (ELFM – *Enhanced Landfill Mining*). Głównym celem ELFM jest zamknięcie pętli materiałowych, w celu promowania gospodarki o obiegu zamkniętym, poprzez zastosowanie innowacyjnych technologii transformacji (Hölzle 2019). Proponowane w rozdziale rozwiązania przedstawione są w kontekście zrównoważonej społeczno-środowiskowej strategii działalności podmiotów wydobywczych oraz rozwoju regionu, na terenie którego znajduje się krajobraz licznych hałd.

3.2. (Nie)wykorzystany potencjał hałd pogórnich

Atrakcyjność inwestycyjna podregionu wałbrzyskiego zarówno dla działalności przemysłowej, usługowej jak i *high-tech* jest oceniana wysoko (Atrakcyjność inwestycyjna

województw i podregionów Polski 2016). Zaletą regionu o przemysłowych tradycjach jest aktywność Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej (WSSE). W WSSE zainwestowało ponad 200 przedsiębiorców, a w samym Wałbrzychu zlokalizowanych jest 15 firm, w tym m.in. przedstawiciele branży budowlanej, ceramicznej czy motoryzacyjnej (<https://invest-park.com.pl/>). Na terenie WSSE wybudowano hale przemysłowe, a przedsiębiorcom zaoferowano pomoc w postaci ulg podatkowych, których wysokość różni się w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Rozwiązanie to miało na celu poprawę sytuacji regionu i stworzenie miejsc pracy dla osób ze zlikwidowanych zakładów m.in. górniczych eksploatujących przez dziesięciolecia węgiel kamienny. Niestety w porównaniu z trzema pozostałymi podregionami w województwie dolnośląskim: legnicko-głogowskim, wrocławskim i jeleniogórskim, Wałbrzych cały czas odnotowuje najwyższą stopę bezrobocia, a przeciętne wynagrodzenie brutto jest o 35% niższe od wynagrodzenia w podregionie legnicko-głogowskim i o 15% we wrocławskim. Dlatego też należy promować inicjatywy, które służyć będą rozwojowi lokalnemu wykorzystując naturalny potencjał regionu. Zaliczyć do nich można program zagospodarowania hałd, jako obiektów po działalności górniczej, która na analizowanym obszarze ustała w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku.

Zagadnienia dotyczące zagospodarowania i wykorzystania hałd są istotne z punktu widzenia interesariuszy, którymi w tym przypadku są przede wszystkim: właściciele (wśród nich wyróżniamy m.in. Skarb Państwa, ale też osoby prawne czy jednostki samorządu terytorialnego) oraz lokalne społeczności. Nie zawsze jednak interesy dwóch wymienionych grup są zbieżne. Jako przykład niech posłuży sytuacja z 2012 roku, kiedy Spółka Restrukturyzacji Kopalń (SRK) jako właściciel ogłosiła przetarg dotyczący sprzedaży jednej z wałbrzyskich hałd z przeznaczeniem na pozyskanie 10 mln ton kruszywa. Sprzeczność interesów wynikała z faktu, że kilka lat wcześniej SRK otrzymała środki z funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na utworzenie obiektu sportowo rekreacyjnego. Niewywiązanie się z realizacji planów skutkowało kontrolą Stowarzyszenia Zieloni Rzeczypospolitej Polskiej Regionu Dolnośląskiego i stwierdzeniem, że projekt rekultywacji i zagospodarowania hałdy nie został zrealizowany (<http://ladekzdroj.nasze-miasto.pl>). Produkcja kruszywa przyniosłaby bezpośredni zysk właścicielowi. Pośrednie korzyści społeczeństwa byłyby konsekwencją rozbudowy infrastruktury drogowej. Jednak jak wynika z opinii mieszkańców (<http://forum.gazeta.pl>) traktują oni hałdy jako swoje „dziedzictwo”, a kierunek rekreacyjny zagospodarowania jest przez nich preferowany. Hałdy wałbrzyskie służą jako miejsca do aktywności typu geocaching (m.in. wydarzenia organizowane na terenie obiektu Hałda – KWK Victoria – przy ul. Beethovena w roku 2014, 2016 <https://opencaching.pl/viewcache.php?cacheid=35372>) oraz Hałda – KWK Mieszko 2017, 2018 (<https://www.geocaching.com>). Odbywają się również na nich zawody *enduro* (<https://dziennik.walbrzych.pl/dakarowe-enduro-na-haldzie/>). Na korzyści płynące z tego kierunku zagospodarowania hałd zwracają uwagę władze lokalne. W Raporcie z realizacji Strategii Zrównoważonego Rozwoju Wałbrzycha do 2020 roku za rok 2017

Urząd Miejski w Wałbrzychu informuje o wdrożeniu programu ZIELONE HAŁDY 2020 obejmującego rekultywację górniczych pozostałości, zgodnego z założeniami planu Zielony Wałbrzych 2020, mającego na celu podwyższenie jakości życia w mieście poprzez poprawę stanu środowiska przyrodniczego. Przewidywane efekty inicjatywy, to także zwiększenie estetyki przestrzeni miejskiej oraz wzrost lokalnych inicjatyw społecznych. W uchwale NR LVIII/583/2014 Rady Miejskiej Wałbrzycha w sprawie przyjęcia Programu „Zielony Wałbrzych 2020” podjętej w 2014 roku przewidziana jest także budowa farm kolektorów fotowoltaicznych na hałdach, co miałyby zbliżyć Wałbrzych do samowystarczalności energetycznej w oparciu o źródła energii odnawialnej. Powyższe przykłady dowodzą, że zagadnienia dotyczące hałd w Wałbrzyskim Zagłębiu Węglowym są tematem aktualnym, ale jednocześnie do chwili obecnej nie podjęto kompleksowej oceny stanu obiektów, która posłużyłaby zainteresowanym stronom w podejmowaniu przemyślanych decyzji dotyczących postępowania z pogórnymi obiektami.

3.3. Potencjał geotermalny wód kopalnianych

Wiele prac autorstwa Solik-Heliasz E. (2002, 2009; 2010) wskazuje na wykorzystanie ciepła pochodzącego z wyrobisk górniczych, przede wszystkim ciepła z wód kopalnianych oraz ciepła zawartego w powietrzu wentylacyjnym. O ile prace pilotażowe są prowadzone w województwie śląskim (KWK Piast) przez PAN, IGSMiE (Studium Celowości), o tyle inny obszar pogórnicy tj. rejon Wałbrzycha pozostaje do zagospodarowania. Analizując strategię rozwoju tego regionu mostem pomiędzy górnictwem, a OZE jest program „Zielona Energia w Wałbrzychu”, którego celem jest budowa fundamentów energetycznej samowystarczalności Wałbrzycha w oparciu o źródła energii odnawialnej, w tym m.in. poprzez wykorzystanie hałd na budowę farm kolektorów fotowoltaicznych (Uchwała NR LVIII/583/2014 „Zielony Wałbrzych 2020”). Szansą dla regionu jest również pomysł wykorzystania zasobów wodnych kopalń (Namysłowska-Wilczyńska i in. 2016)

Ilość szybów zlokalizowanych w byłym Zagłębiu Węglowym wskazuje na konieczność ich inwentaryzacji w kontekście określenia potencjału i możliwości budowy np. klastrów energii cieplnej w ich otoczeniu (Woźniak 2019; Woźniak i Pactwa 2019). Warunki formalne związane z zasięgiem regionalnym dla klastra byłyby spełnione (geograficzny zasięg 1 powiatu lub 5 gmin). Inicjatywa klastra energii cieplnej znajduje zastosowanie w generowaniu ciepła dla prosumentów znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu szybu. Jednym z istotnych warunków budowy klastra energii cieplnej wykorzystującego energię wód kopalnianych jest warunek efektywnego wykorzystania ciepła, pompy muszą być względnie blisko jego źródła (Banks i in. 2004) (wykluczenie przesyłu z uwagi na stratę ciepła). W kontekście proponowanego obszaru budowy klastra energii, autorzy wskazali potencjalnego odbiorcę np. Centrum Nauki i Sztuki Stara Kopalnia w Wałbrzychu (budynek użyteczności publicznej) jako największa atrakcja turystyki przemysłowej

w Polsce, mieszcząca się na terenie dawnej Kopalni Węgla Kamiennego Julia („Thorez”) (Woźniak i Pactwa 2019).

Zdaniem autorów istnieje konieczność przyszłej oceny możliwości wykorzystania wód kopalnianych dla tego szybu oraz dla pozostałych obejmujących swoim zasięgiem cały rejon Wałbrzycha. W dalszym etapie wymagana jest dokładna inwentaryzacja stanu technicznego istniejących szybów w rejonie Wałbrzycha wraz z ich potencjałem energetycznym oraz lokalnym zagospodarowaniem terenu, infrastrukturą na powierzchni.

4. Wnioski

Omawiana tematyka a zarazem problematyka rozdziału jest bardzo aktualna w kontekście obecnie realizowanych projektów badawczych. Zakres prezentowanych zagadnień jest interesującą lekturą z uwagi na podejście do odpadów wydobywczych (zdeponowanych na hałdach) z perspektywy społeczno-środowiskowej. Autorzy prezentują sytuację bieżącą wraz z szansami i ograniczeniami jakie obiekty pogórnictwa stanowią dla regionu, w którym są zlokalizowane. Teren nieczynnego Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego, zmaga się w dalszym ciągu z problemami społecznymi będącymi konsekwencją zamykania kopalń i niewłaściwego zarządzania tym procesem. Rozwiązaniem takiego stanu mogą okazać się inicjatywy prowadzące do zagospodarowania pozostałości działalności górniczej. Przemyślany plan i jego realizacja są nadzieją dla mieszkańców, prowadząc do aktywizacji zawodowej, wzmożenia ruchu turystycznego, podniesienia atrakcyjności regionu.

Literatura

- Al-Habaibeh i in. 2018 – Al-Habaibeh A., Athresh A.P. i Parker K. 2018. Performance analysis of using mine water from an abandoned coal mine for heating of buildings using an open loop based single shaft GSHP system. *Applied Energy* 211(1), s. 393–402.
- Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski. 2016. Gdańsk: Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, (red.) Szulka S., s. 1–97.
- Banks i in. 2004 – Banks D., Skarphagen H., Wiltshire R. i Jessop C. 2004. Heat pumps as a tool for energy recovery from mining wastes. *Geological Society London Special Publications* 236(1), s. 499–513.
- COM/2014/398 – Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. [Online] <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/EN/1-2014-398-EN-F1-1.pdf> (Dostęp: 20.11.2018).
- Dz.U. z 2011 r. Nr 175, poz. 1048 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2011 r. w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych.
- EUROSTAT. <http://ec.europa.eu/eurostat> (Dostęp: 20.08.2019).
- Farr i in. 2016 – Farr G.S., Sadasivam I.A., Watson H.R. i Thomas D. 2016. Tucker: Low enthalpy heat recovery potential from coal mine discharges in the South Wales Coalfield. *Int J Coal Geol* 164, s. 92–103.

- Gawor Ł. 2017. Potential conflicts connected with the recovery of secondary materials from post mining waste dump. *Environmental & Socio-economic Studies* 5(4), s. 82–86.
- GUS 2018. Statistics Poland. Statistical analyses. Environment Warsaw 2018. [Online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/> (Dostęp: 22.03.2019).
- Hall i in. 2011 – Hall A., Scott J.A., Shang H. 2011. Geothermal energy recovery from underground mines *Renew Sustain Energy Rev* 15(2), s. 916–924.
- Haibin L. i Zhenling L. 2010. Recycling utilization patterns of coal mining waste in China. *Resources, Conservation and Recycling* 54(12), s. 1331–1340.
- Hölzle I. 2019. Analysing material flows of landfill mining in a regional context. *Journal of Cleaner Production* 207, s. 317–328.
- [Online] <https://dziennik.walbrzych.pl/dakarowe-enduro-na-haldzie/> (Dostęp: 20.03.2019)
- [Online] http://forum.gazeta.pl/forum/w,168,125952964,125952964,Ratujmy_walbrzyskie_haldy_.html (Dostęp: 20.03.2019).
- [Online] <https://invest-park.com.pl/> (Dostęp: 20.03.2019).
- [Online] <http://ladekzdroj.naszemiasto.pl/artukul/forsa-utopiona-w-haldzie,1276771,art,t,id,tm.html> (Dostęp: 20.03.2019).
- [Online] <https://opencaching.pl/viewcache.php?cacheid=35372> (Dostęp: 20.03.2019).
- [Online] https://www.geocaching.com/geocache/GC5D6VH_halda-kwk-mieszko?guid=0b1d94fe-5186-4aaf-959a-32603f579294 (Dostęp: 20.03.2019).
- Klojzy-Kaczmarczyk i in. 2016 – Klojzy-Kaczmarczyk B., Mazurek J., Staszczak J. 2016. Analysis of the quality of waste from coal mining in relation to the requirements for inert mining waste. *Zeszyty Naukowe Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* 95, s. 227–242.
- Kosmaty J. 2011. Wałbrzyskie tereny pogórnice po 15 latach od zakończenia eksploatacji węgla. *Górnictwo i Geologia* 1(6), s. 131–148.
- Makowska i in. 2018 – Makowska D., Świątek K., Wierońska F. i Strugała A. 2018. Leaching of arsenic from coal waste: evaluation of the analytical methods. *Zeszyty Naukowe Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 105, s. 157–172.
- Misz-Kennan M. i Fabiańska M. 2010 – Thermal transformation of organic matter in coal waste from Rymer Cones (Upper Silesian Coal Basin, Poland). *International Journal of Coal Geology* 81, s. 343–358.
- Nádudvari Á. i Fabiańska M.J. 2016. Use of geochemical analysis and vitrinite reflectance to assess different self-heating processes in coal-waste dumps (Upper Silesia, Poland). *Fuel* 181, s. 102–119.
- Namysłowska-Wilczyńska i in. 2016 – Namysłowska-Wilczyńska B., Wilczyński A. i Wojciechowski H. 2016. Możliwości wykorzystania zasobów wodnych i energetycznych w podziemnych kopalniach surowców mineralnych. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk* nr 95, s. 47–58.
- Preene M. i Younger P.L. 2014. Can you take the heat? – Geothermal energy in mining. *Mining Technology* 123(2), s. 107–118.
- Raport z realizacji Strategii Zrównoważonego Rozwoju Wałbrzycha do 2020 roku za rok 2017, Urząd Miejski w Wałbrzychu Biuro Zarządzania Strategicznego, Nadzoru Właścielskiego, Funduszy Europejskich i Rozwoju Gospodarczego, Wałbrzych marzec 2018 r., s. 1–100.
- Raymond J. i Therrien R. 2008. Low-temperature geothermal potential of the flooded Gaspé Mines, Québec, Canada *Geothermics* 37(2), s. 189–210.
- Solik-Heliasz E. 2002. Ocena możliwości odzysku ciepła z wód pompowanych z kopalń węgla kamiennego. *Research Reports Mining And Environment* 2, s. 17–24.
- Solik-Heliasz E. i Skrzypczak M. 2009. The technological design of geothermal plant for producing energy from mine waters *Arch. Min. Sci.* 54(3), s. 563–572.
- Solik-Heliasz E. i Skrzypczak M. 2010. Pozyskanie energii z wód kopalnianych na przykładzie zlikwidowanej kopalni „Katowice”. *Przegląd Górniczy* 1–2, s. 43–46.

- Thien L. 2015. Geothermal Re-use of Coal Mining Infrastructures and Mine Water in Hard Coal Mining in the Ruhr Area/Germany Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia, 19–25 April 2015, s. 1–7.
- Uchwała NR LVIII/583/2014 Rady Miejskiej Wałbrzycha w sprawie przyjęcia Programu „Zielony Wałbrzych 2020”.
- Watzlaf G.R. i Ackman T.E. 2006. Underground mine water for heating and cooling using geothermal heat pump systems *Mine Water Environ* 25 (1), s. 1–14.
- Woźniak J. 2019. Rola i implementacja koncepcji społecznej odpowiedzialności w funkcjonowaniu branży wydobywczej i energetycznej. Copyright by Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.
- Woźniak J. i Pactwa K. 2018. Overview of Polish mining wastes with circular economy model and its comparison with other wastes. *Sustainability* 10(11), 3994, s. 1–15.
- Woźniak J. i Pactwa K. 2019. Possibilities for using mine waters in the context of the construction of heat energy clusters in Poland. *Energy, Sustainability and Society* 9(1), s. 1–10.
- Wykorzystanie energii wód kopalnianych dla zaspokojenia potrzeb ciepłych łaźni górniczej w KWK Piast, Studium celowości, Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Załącznik no 4:1–13 – Śląskie voivodship website. [Online] <https://www.slaskie.pl> (Dostęp: 20.08.2019).
- Verhoeven i in. 2014 – Verhoeven R., Willems E., Harcouët-Menou V., De Boever E., Hiddes L., Op't Veld P., Demollin E. 2014. Minewater 2.0 project in Heerlen the Netherlands: transformation of a geothermal mine water pilot project into a full scale hybrid sustainable energy infrastructure for heating and cooling. *Energy Proc* 46, s. 58–67.

Jadwiga SÓJKA-LEDAKOWICZ*, Edyta SULAK*, Anetta WALAWSKA*

Gospodarka o obiegu zamkniętym kluczowym wyzwaniem dla przemysłu włókienniczego i odzieżowego

Streszczenie. Obecnie ocenia się, że sektor włókienniczy i odzieżowy, zużywający znaczące ilości surowców nieodnawialnych a także wody i energii, stanowi jedno z największych źródeł zagrożeń dla środowiska. Jednym z podstawowych wyzwań, przed którymi staje ten sektor, jest bardziej efektywne gospodarowanie zasobami surowców, tj. transformacja w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), gdzie surowiec raz wprowadzony do cyklu produkcyjnego jak najdłużej pozostaje w obiegu produkcyjnym.

W odpowiedzi na to wyzwanie w 2017 r. rozpoczęła się realizacja międzynarodowego projektu ENTeR (*Expert Network on Textile Recycling*), którego celem jest wsparcie firm włókienniczych w zarządzaniu i redukcji odpadów, aby zapobiec wyczerpaniu nieodnawialnych zasobów m.in. poprzez współpracę pomiędzy przemysłem a innowacyjnym systemem poszukiwania „zielonego” rynku dla odpadów i alternatywnych rozwiązań dla surowców. Partnerami projektu są placówki badawcze i organizacje skupiające producentów z sektora włókienniczego i odzieżowego pięciu krajów Europy Środkowej, tj. Włoch, Węgier, Niemiec, Czech oraz Polski.

Problem odpadów włókienniczych jest globalny i wymaga regulacji legislacyjnych oraz przedsięwzięć badawczych i infrastrukturalnych, które pozwolą na efektywne wdrożenie innowacyjnych technologii materiałowych z wykorzystaniem odpadów. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonego w ramach projektu wskazują, że istnieje konieczność opracowania nowych rozwiązań techniczno-technologicznych umożliwiających recykling w sektorze włókienniczo-odzieżowym. W pracy omówiono założenia *Agendy Strategicznej dotyczącej zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu* opracowanej w ramach projektu.

Słowa kluczowe: gospodarka o obiegu zamkniętym, odpady włókiennicze, recykling materiałów włókienniczych, redukcja ilości odpadów

Circular Economy – the key challenge for Textile & Clothing Industry

Abstract: Currently, it is estimated that the Textile and Clothing Sector, which uses significant amounts of non-renewable resources as well as water and energy, is one of the largest sources of environmental threats. One of the key challenges facing this sector is more efficient management of raw materials, i.e. transformation towards circular economy, where the raw material once introduced into the production cycle remains in the production cycle for as long as possible.

* Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Włókiennictwa

In response to this challenge, in 2017 the international ENTeR project (*Expert Network on Textile Recycling*) was launched, the aim of which is to support textile companies in managing and reducing waste to prevent depletion of non-renewable resources, amongst others through cooperation between industry and the innovative system of searching for a “green” market for waste and alternative solutions for raw materials. Project partners are research centres and organizations gathering producers from the textile and clothing sector from five Central European countries, namely Italy, Hungary, Germany, the Czech Republic and Poland.

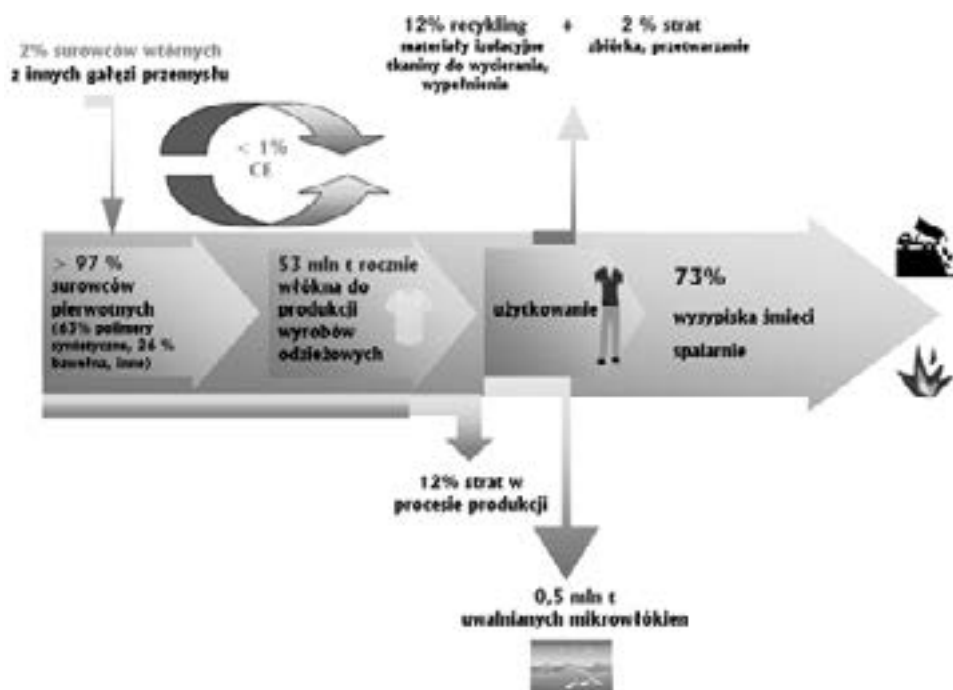
The problem of textile waste is global and requires legislative regulations as well as research and infrastructural projects that will allow effective implementation of innovative material technologies using waste. The results of the survey conducted within the project indicate that there is a need to develop new technical and technological solutions enabling recycling in the textile and clothing sector. In the chapter the assumptions of the *Strategic Agenda regarding textile waste management and recycling* developed within the project have been discussed.

Keywords: circular economy, textile waste, textile recycling, waste reduction

1. Wprowadzenie

Sektor włókienniczy i odzieżowy jako sektor zużywający znaczące ilości zasobów, oparty o liniowy model gospodarki „weź – wyprodukuj – użyj – wyrzuć” („take – make – consume – throw away”) uznaje się obecnie za jedno z największych źródeł zagrożeń dla środowiska naturalnego (Koszewska 2018). Według danych z raportu *Ellen MacArthur Foundation* w 2015 r. zużycie surowców nieodnawialnych w tym sektorze wyniosło 98 mln ton i przy zachowaniu obecnego tempa wzrostu w sprzedaży odzieży prognozuje się, iż do 2050 r. zużycie surowców nieodnawialnych zwiększy się trzykrotnie z towarzyszącym wzrostem udziału w emisji CO₂ z 2 do 26%. Według raportu opracowanego przez Sarah Gray do produkcji ponad 6 mln ton odzieży w 2015 r. zużyto 46 400 mln m³ wody, z emisją CO₂ na poziomie 195 mln t m³ (Gray 2017). Co więcej przy produkcji 1 kg odzieży z włókien bawełny zużywa się do 3 kg środków chemicznych. Każdego roku do wytworzenia odzieży z włókien syntetycznych (> 60% wszystkich wyrobów włókienniczych) potrzebny jest surowiec w ilości równoważnej ponad 3 bilionom 0,5 l butelek PET o średniej masie ~ 10 g (Ellen MacArthur Foundation 2017) z emisją mikrocząstek polimerów syntetycznych na poziomie 20–35% wszystkich mikrocząstek znajdujących się w środowisku morskim (Henry i in. 2018). Ponadto powyżej 70% surowców trafiło na składowiska odpadów lub do spalarni. Tylko niecałe 3% surowców wykorzystywanych do produkcji odzieży pochodziło z recyklingu. Recyklingowi kaskadowemu, czyli ponownemu wykorzystaniu surowca z innym przeznaczeniem niż poprzednie, gdzie nie są wymagane tak wysokie parametry jakościowe (np. wytrzymałość) jak pierwotne, poddano jedynie 12% odzieży po użytkowaniu (rys. 1).

Do uprawy 1 kg bawełny w sposób niezrównoważony (>90% plantacji) zużywa się ponad 20 000 litrów wody. Według danych z raportu *World Wide Fund for Nature* udział



Rys. 1. Obieg surowców – produkcja odzieży na świecie w 2015 roku
Źródło: opracowanie własne w oparciu o (Ellen MacArthur Foundation 2017)

plantacji bawełny (ok. 2,4% całej ziemi uprawnej na świecie) w globalnej sprzedaży pestycydów wynosił średnio 11%, a w rynku środków owadobójczych nawet 24% (WWF 1999, 2016).

Zatem jednym z podstawowych wyzwań, przed którymi staje sektor włókienniczy i odzieżowy, jest bardziej efektywne gospodarowanie zasobami surowców tj. transformacja w kierunku modelu gospodarki o obiegu zamkniętym – GOZ, w którym surowiec raz wprowadzony do cyklu produkcyjnego pozostaje w nim możliwie jak najdłużej. W odpowiedzi na to wyzwanie w 2017 r. rozpoczęła się realizacja międzynarodowego projektu CE1136 ENTeR *Expert Network on Textile Recycling*, którego celem jest wsparcie firm branży włókienniczej w zarządzaniu odpadami, aby zapobiec wyczerpaniu nieodnawialnych zasobów m.in. poprzez współpracę pomiędzy przemysłem a innowacyjnym systemem poszukiwania „zielonego” rynku dla odpadów i alternatywnych rozwiązań dla surowców. Partnerami projektu są placówki naukowo-badawcze i organizacje skupiające producentów z sektora włókienniczego i odzieżowego pięciu krajów Europy Środkowej tj. Włoch (region Lombardii), Węgier, Niemiec (region Saksonii), Czech oraz Polski (rys. 2).

W ujęciu całościowym, problem zagospodarowania odpadów włókienniczych w Polsce pozostaje wciąż nierozwiązany. według szacunków jednego z polskich liderów



Rys. 2. Lokalizacja partnerów projektu
Źródło: opracowanie własne

w branży recyklingu odpadów włókienniczych, *VIVE Textile Recycling*, w Polsce wytwarza się ponad 2,5 mln ton odpadów włókienniczych rocznie, z których co najmniej 50% nadaje się do ponownego przetworzenia (VIVE Textile Recycling 2017). W ciągu dekady (2004–2014) liczba odpadów włókienniczych w naszym kraju wzrosła ponad trzykrotnie (Koszevska 2018).

Zasadniczo odpady włókiennicze można podzielić na odpady przemysłowe pochodzące z zakładów produkujących wyroby włókiennicze i odzież (odpady poprodukcyjne) oraz odpady pochodzące z użytkowania wyrobów włókienniczych i odzieży (odpady pokonsumpcyjne, użytkowe). Część odpadów użytkowych, głównie odzieży, podlega selektywnej zbiórce, sortowaniu a następnie dalszej sprzedaży, w tzw. sklepach *second hand*. Część odpadów pokonsumpcyjnych nie nadających się do dalszej sprzedaży oraz odpady poprodukcyjne mogą podlegać recyklingowi polegającemu na ich przetworzeniu. Często otrzymujemy produkty gorsze jakościowo np. materiały izolacyjne, czyściwo przemysłowe, do ponownego wykorzystania w budownictwie i motoryzacji (recykling kaskadowy). W wyniku procesu recyklingu możemy otrzymać różnorodny asortyment produktów, które w zależności od popytu i efektywności ekonomicznej będą rozwijane i doskonalone. Istotnym etapem w procesie przetwarzania odpadów jest ich właściwa segregacja i przygotowanie np. pranie, dezynfekcja, oddzielenie części niewłókienniczych.

Dostępne metody recyklingu odpadów włókienniczych podzielić można na recykling mechaniczny, termiczny i chemiczny (Moraczewski i in. 2007). Najczęściej stosowaną metodę recyklingu, w sektorze włókienniczo-odzieżowym stanowi technika mechanicz-

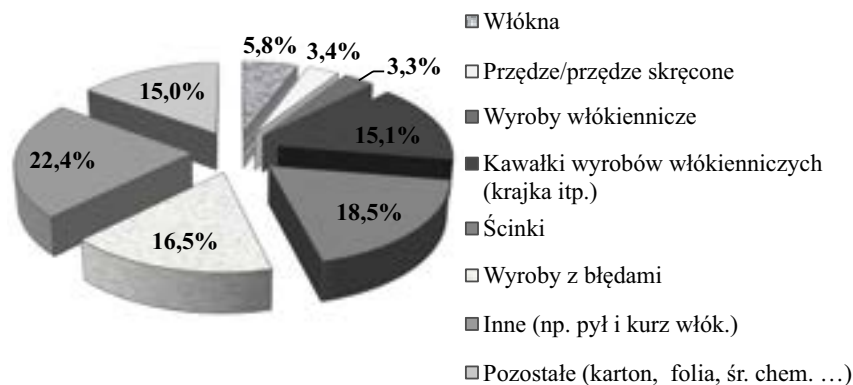
nego rozczesywania, rozwarstwiania lub rozdrabniania odpadów. Przerób odpadów włókienniczych na drodze mechanicznej obejmuje cięcie, rozwłóknianie pociętych odcinków w celu uzyskania z nich włókien oraz wytwarzanie włókna z uzyskanych włókien. *VIVE Textile Recycling* wykorzystuje rozwłóknione odpady włókiennicze do produkcji kompozytu, który jest alternatywą dla drewna. Pocięte włókiennicze odpady poużytkowe stosuje się w Indiach do tkania chodników i dywaników (*VIVE Textile Recycling 2017*). Recykling termiczny stosuje się głównie w przypadku odpadów z włókien syntetycznych. Polega on na destruktywnej konwersji włókien syntetycznych zawartych w tych odpadach do związków małowcząsteczkowych i ich użyciu jako surowców chemicznych lub paliw. Przerób odpadów włókienniczych na drodze termicznej obejmuje jego stapianie z wytworzeniem regranulatu, włókien bądź kształtek. Podczas recyklingu chemicznego odpady przetwarzane są na produkty o innych właściwościach fizyczno-chemicznych (*Moraczewski i in. 2007*). Zespół Lin zaproponował włączenie procesów enzymatycznych (recykling biologiczny) do przetwarzania odpadów włókienniczych zawierających mieszaninę włókien syntetycznych – poli(tereftalan etylenu) i naturalnych – bawełna (*Lin 2019*). Odpady nie nadające się do recyklingu mogą stać się źródłem paliwa alternatywnego (*Catalao 2018*).

2. Analiza aktualnej sytuacji dotyczącej zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu w Polsce

W projekcie ENTeR skoncentrowano się na współpracy z polskimi firmami włókienniczymi i odzieżowymi i podjęto się charakterystyki polskiego rynku odpadów post-produkcyjnych. W celu dokonania analizy aktualnej sytuacji w obszarze zarządzania odpadami włókienniczymi w Polsce przeprowadzono ankietę dotyczącą gospodarowania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu wśród polskich firm włókienniczych i odzieżowych. W ankiecie udział wzięło 14 respondentów, w tym 11 MŚP głównie z obszaru województwa łódzkiego (69% respondentów).

Całkowita masa odpadów w tych przedsiębiorstwach wynosi ponad 1600 ton rocznie. Największy masowo udział mają odpady jednorodne i mieszane, zawierające włókna bawełny, wiskozy, poliestrowych, poliuretanowych, wełny, poliamidowych, octanowych, sizalowych i aramidowych. Biorąc pod uwagę rodzaj włókienniczych odpadów poprodukcyjnych, największy udział w tych odpadach stanowi pył i kurz włókienniczy (~360 t/rok), następnie ścinki (~300 t/rok), wyroby z błędami (ponad 260 t/rok) i krajka. Pozostałe odpady niewłókiennicze, w tym karton, folie i środki chemiczne stanowią 15% wszystkich odpadów poprodukcyjnych (rys. 3).

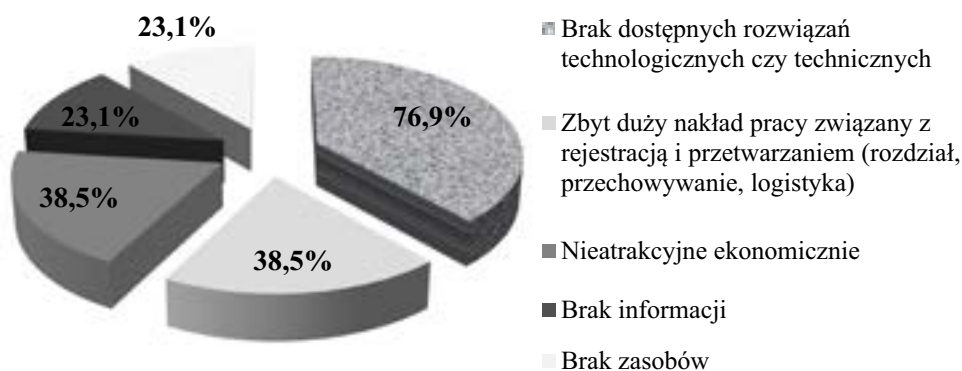
W celu ponownego wykorzystania surowców, recyklingowi poddawane jest w sumie 18,1% poprodukcyjnych odpadów włókienniczych, głównie w postaci ścinek, kurzu bawełnianego i szarpanek oraz 55,5% pozostałych odpadów, głównie kartonu. Do sprze-



Rys. 3. Rodzaj odpadów poprodukcyjnych w sektorze odzieżowo-włókienniczym (udział procentowy), na podstawie danych uzyskanych za okres 2017–2018

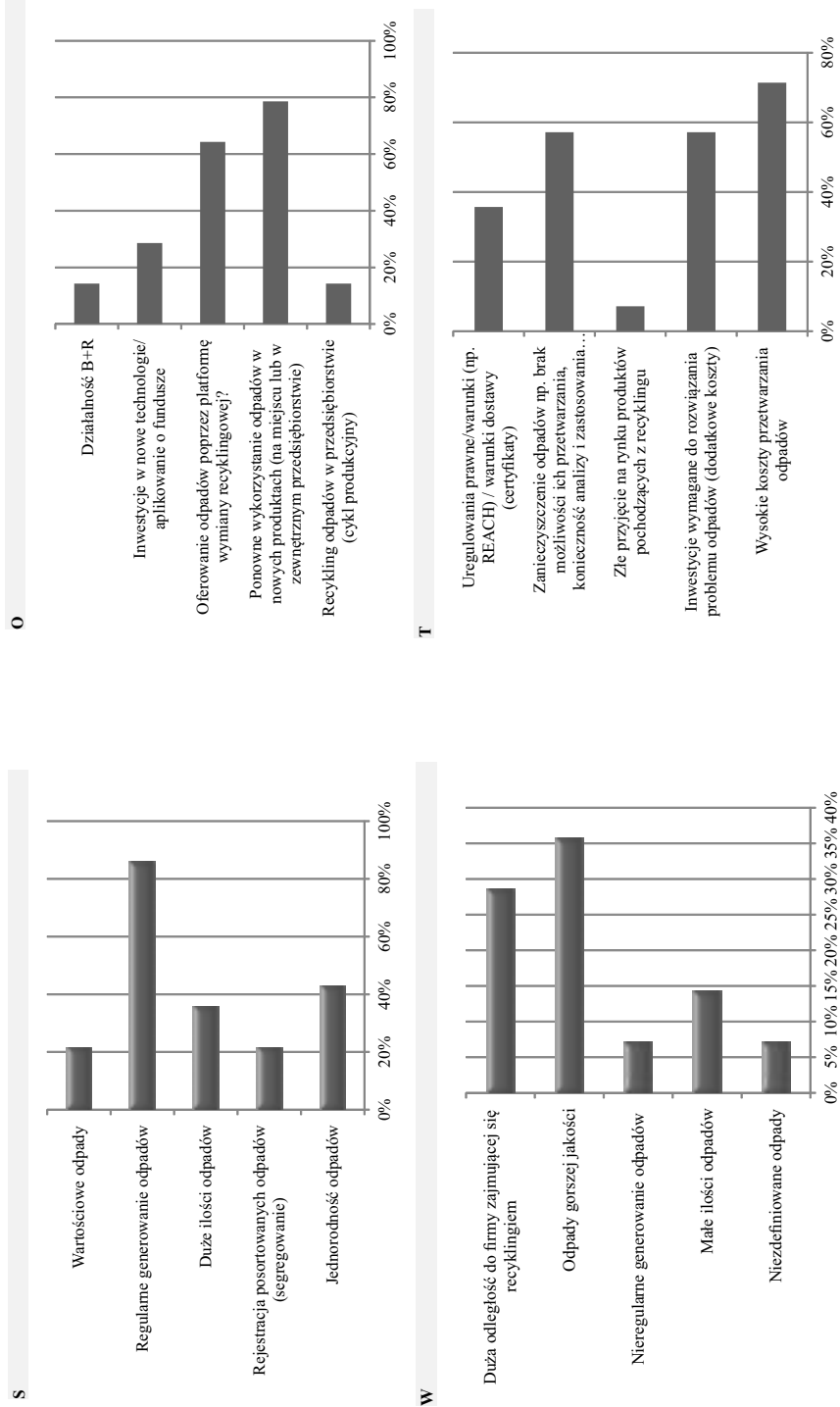
Źródło: opracowanie własne

daży trafia około 12% odpadów. Recykling odpadów włókienniczych nie jest stosowany w około 50% badanych przedsiębiorstwach. Koszty usuwania odpadów stanowią bardzo istotny lub istotny problem dla około 57% ankietowanych przedsiębiorstw z branży włókienniczo-odzieżowej. Ponad 76% ankietowanych przedsiębiorców wskazało pilną konieczność znalezienia możliwości recyklingu na poziomie bardzo wysokim lub wysokim. Natomiast potrzebę informacji i edukacji w zakresie recyklingu materiałów włókienniczych jako bardzo wysoką lub wysoką oceniło 78,5% ankietowanych. W badanych przedsiębiorstwach poprodukcyjne odpady włókiennicze nie są poddawane recyklingowi głównie z powodu braku dostępnych rozwiązań technologicznych czy technicznych. Ponad jedna trzecia ankietowanych wskazała również zbyt duży nakład pracy związany z rejestracją i przetwarzaniem odpadów oraz nieatrakcyjność ekonomiczną odzyskiwania odpadów (rys. 4). Firmy recyklingowe wskazują ponadto na niską jakość odpadów



Rys. 4. Powody, dla których przedsiębiorcy nie odzyskują odpadów

Źródło: opracowanie własne



Rys. 5. Wyniki analizy SWOT
Źródło: opracowanie własne

włókienniczych przeznaczonych do recyklingu. Ważne jest także właściwe rozdzielenie strumieni odpadów.

W ramach ankiety dokonano analizy SWOT w obszarze zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu (rys. 5). Jako mocne strony w odniesieniu do recyklingu poprodukcyjnych odpadów włókienniczych ponad 80% ankietowanych wskazało regularne generowanie odpadów, zaś ponad 40% – jednorodność a następnie dużą ilość odpadów włókienniczych. Do słabych stron, w odniesieniu do recyklingu odpadów włókienniczych powstających w procesie produkcyjnym, największa liczba przedsiębiorców zaliczono odpady gorszej jakości i dużą odległość od firmy zajmującej się recyklingiem. Ankietowani wskazywali również na brak dostępnych rozwiązań technologicznych/technicznych, niejednorodność odpadów (odpady mieszane) i brak powierzchni do przechowywania posegregowanych odpadów. Jako potencjalne szanse w tym obszarze blisko 80% ankietowanych podało możliwość ponownego wykorzystania odpadów w nowych produktach zarówno w procesie produkcyjnym w danym zakładzie, jak i w zewnętrznym przedsiębiorstwie, a ponad 60% badanych – możliwość oferowania odpadów poprzez platformę wymiany recyklingowej. Zagrożenia w odniesieniu do recyklingu poprodukcyjnych odpadów włókienniczych to dla większości respondentów głównie wysokie koszty przetwarzania odpadów oraz dodatkowe koszty związane z wymaganymi inwestycjami, m.in. zakup nowych linii technologicznych do przetwarzania odpadów. Część ankietowanych za zagrożenie uznała zanieczyszczenia odpadów, które uniemożliwiają ich przetwarzanie i generują dodatkowe koszty związane z analizą tych zanieczyszczeń i zastosowaniem dodatkowych operacji jednostkowych w celu ich usunięcia.

3. Agenda strategiczna dotycząca zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu

W oparciu o analizę bieżącej sytuacji dotyczącej zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu w sektorze włókienniczym i odzieżowym, w tym m.in. dostępnych rozwiązań techniczno-technologicznych i aktualnego stanu prawnego, w ramach projektu ENTeR opracowano *Strategiczną Agendę dotyczącą zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu*, zawierającą strategię i plan działań mający na celu optymalizację zużycia surowców i zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko, poprzez zastosowanie w tym sektorze zasad GOZ. Zdefiniowano w niej cele i priorytety, których realizacja pozwoli na zrównoważone gospodarowanie surowcami i odpadami w perspektywie krótko- i długoterminowej. Organem opiniodawczym w zakresie napotkanych problemów, stosowanych rozwiązań i narzędzi była Międzyregionalna Rada Doradcza (*Interregional Advisory Board*) ustanowiona w ramach projektu ENTeR spośród przedstawicieli władz lokalnych i ekspertów w zakresie zarządzania odpadami każdego Partnera. W szczegól-

ności opracowana strategia mająca na celu zapobieganie wyczerpywaniu nieodnawialnych zasobów i znalezienie „zielonego” rynku dla odpadów oraz alternatywnych rozwiązań dla surowców stanowić będzie zachętę dla przedsiębiorców do stosowania zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w ich zakładach.

Zbyt niski poziom recyklingu w sektorze włókienniczo-odzieżowym wynika z problemów natury:

- logistycznej, w tym problemów związanych z przechowywaniem, właściwą segregacją i sortowaniem odpadów,
- technicznej, obejmujących m.in. proces przygotowania (czyszczenie, oddzielenie np. guzików) i obróbki wstępnej odpadów (procesy fizyczne, chemiczne),
- materiałowej, tj. niejednorodności odpadów pod względem surowcowym, zawartości różnego rodzaju dodatków chemicznych,
- społecznej, do których należą: niska świadomość ekologiczna społeczeństwa, dotychczasowe zachowania zakupowe konsumentów zorientowane na nowe produkty, dezinformacja,
- ekonomicznej – wysokie koszty związane z transportem, przygotowaniem i niską wydajnością procesu przetwarzania odpadów, niska jakość produktów,
- środowiskowej w przypadku technologii recyklingu znacznie obciążających środowisko.

Analiza bieżącej sytuacji w zakresie zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu oraz problemów i rzeczywistych potrzeb przedsiębiorców pozwoliła zidentyfikować pięć obszarów działań, które stymulować będą transformację sektora włókienniczo-odzieżowego w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, tj.:

- Legislacja i polityki (*Legal and Policies*) – monitorowanie polityk wspólnotowych oraz regionalnych w celu ciągłego monitorowania i ukierunkowywania opracowanej agendy,
- Zarządzanie odpadami (*Waste management*) – opracowanie przedmiotowych baz danych i platformy wymiany informacji, materiałów i technologii. Również badanie modelu odzyskiwania odpadów np. przez tworzenie lokalnych konsorcjów,
- Kierunki badawcze i technologie (*Research trends and technologies*) – opracowanie technologii integrujących i optymalizujących proces produkcyjny z uwzględnieniem cyklu życia produktu,
- Komunikacja (*Communication*) – rozpoznanie rynku materiałów wtórnych oraz recyklingu i zachęcanie do powtórnego wykorzystywania odpadów w celu nadania im drugiego życia,
- Edukacja (*Education*) – szkolenia w zakładach sektora włókienniczo-odzieżowego według zgłaszanych potrzeb (podnoszenie kwalifikacji zawodowych), identyfikacja warunków wspierających wdrażanie modelu gospodarki cyrkularnej w tych zakładach.

Przyszłe działania w zakresie gospodarki odpadami włókienniczymi i recyklingu, mające znaczenie dla przemysłu włókienniczo-odzieżowego powinny obejmować:

- zwiększenie stopnia recyklingu dzięki zaawansowanym technologicznie procesom,
- zamykanie obiegu materiałów,
- wydłużenie życia produktu m. in. poprzez utrzymanie jego jakości (*maintain the value*),
- przejście na przyjazne dla środowiska techniki produkcji i stosowanie materiałów nadających się do recyklingu,
- projektowanie zgodnie z wymogami recyklingu, w tym zagospodarowanie surowców wtórnych, wykorzystanie materiałów jednorodnych (*ecodesign*),
- redukcję odpadów i optymalizację zużycia surowców, szczególnie wody i energii, dzięki automatyzacji procesów i zastosowaniu technologii informatycznych.

4. Wnioski

Problem odpadów włókienniczych jest globalny i wymaga regulacji legislacyjnych oraz przedsięwzięć badawczych i infrastrukturalnych, które pozwolą na efektywne wdrożenie innowacyjnych technologii materiałowych z wykorzystaniem tych odpadów. Ciągłemu wzrostowi strumienia odpadów włókienniczych powinna towarzyszyć rozbudowa systemu zbiórki tych odpadów i budowa nowych instalacji do ich przetwarzania.

W Polsce na poziomie krajowym i regionalnym opracowywane są systemy gospodarki odpadami zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju, umożliwiające wypełnienie podstawowych zasad gospodarki odpadami obejmujących:

- zapobieganie ich powstawaniu,
- wykorzystanie ich w procesie recyklingu,
- unieszkodliwianie odpadów, których nie można przetworzyć innymi metodami,
- zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska odpadów ze szczególnym uwzględnieniem odpadów biodegradowalnych,
- wyeliminowanie praktyk nielegalnego składowania odpadów.

Istnieje konieczność opracowania nowych rozwiązań techniczno-technologicznych umożliwiających recykling odpadów poprodukcyjnych w sektorze włókienniczo-odzieżowym, szczególnie odpadów niejednorodnych, kompozytowych, laminowanych czy zawierających powłoki. Analiza obecnego stanu wiedzy na temat zarządzania odpadami włókienniczymi i ich recyklingu pozwoliła na zidentyfikowanie 5 kluczowych obszarów i problemów oraz rzeczywistych potrzeb przedsiębiorców, a także zdefiniowanie działań w zakresie gospodarki odpadami włókienniczymi i ich recyklingu, które stymulować będą „ekologizację” tego sektora (*greening the economy*). Powstały wstępne, innowacyjne koncepcje technologiczne w zakresie recyklingu, które pozwolą na optymalizację zużycia surowców w tym sektorze. Oprócz obszarów obejmujących regulacje legislacyjne,

systemy gospodarki odpadami i innowacyjne zaawansowane technologie materiałowe, kluczowymi obszarami determinującymi transformację w kierunku modelu GOZ w sektorze włókienniczym i odzieżowym są również: podniesienie świadomości ekologicznej społeczeństwa i edukacja różnych grup docelowych w tym zakresie.



Praca powstała w ramach realizacji projektu nr CE1136 ENTeR współfinansowanego ze środków programu Interreg Central Europe w ramach EFRR i ze środków finansowych na naukę w latach 2018–2020 przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego.

The research work was implemented within the CE1136 ENTeR project co-financed by the Interreg Central Europe programme under the ERDF and from the funds for science in the years 2018–2020 allocated for the implementation of an international co-financed project.

Literatura

- Catalao J.P.S. i in. 2018. Economic and environmental benefits of using textile waste for the production of thermal energy. *Journal of Cleaner Production* 171, s. 1353–1360.
- Ellen MacArthur Foundation, A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017. [Online] <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
- Gray S., WRAP, Banbury, Mapping clothing impacts in Europe: the environmental cost, 2017. [Online] <http://www.ecap.eu.com/wp-content/uploads/2018/07/Mapping-clothing-impacts-in-Europe.pdf> (Dostęp: 15.10.2019).
- Henry B. i in. 2018. Microplastic pollution from textiles: A literature review. [Online] <https://static1.squarespace.com/static/5afae80b7c93276139def3ec/t/5b07ebd10e2e72f896dada2f/1527245797653/OR1+-+Microplastic+pollution+from+textiles+-+A+literature+review.pdf> (Dostęp: 15.10.2019).
- Koszewska M. 2018. Circular economy – challenges for the textile and clothing industry. *AUTEX Research Journal* 18(4), s. 337–347.
- To M.H., Uisan K., Ok Y.S., Pleissner D. i Lin C.S.K. 2019. Recent trends in green and sustainable chemistry: rethinking textile waste in a circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 20, s. 1–10.
- Moraczewski i in. 2007. Moraczewski, A. Wiśniewski, M. Wojtysiak, M. 2007. Recykling odpadów tekstylnych za pomocą technik włókninowych. *Problemy Eksploatacji* 1, s. 197–206.
- VIVE Textile Recycling, 2017. [Online] <http://textileupcycling.pl/aktualnosci/vive-textile-recycling-dostarczy-36-000-ton-paliwa-alternatywnego-cementowni-ozarow/> (Dostęp: 15.10.2019).
- WWF 1999 – The impact of cotton on fresh water resources and ecosystems. [Online] https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/impact_long.pdf (Dostęp: 15.10.2019).
- WWF 2016 – Sustainable Cotton Ranking: Assessing company performance. [Online] <http://sustainablecottonranking.org/> (Dostęp: 15.10.2019).

Rola odnawialnych źródeł energii w modelu gospodarki o obiegu zamkniętym

Streszczenie. Model gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) ma za zadanie efektywne gospodarowanie zasobami, jak również ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko, w tym również emisji dwutlenku węgla. W model GOZ wpisuje się między innymi coraz szersze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (OZE), ze względu na znaczące ograniczenie emisji w fazie użytkowania, w relacji do źródeł konwencjonalnych, a także mniejsze zapotrzebowanie na energię opisanego wskaźnikiem *Energy Return on Investment*. Z drugiej strony coraz częściej mówi się, iż zużycie surowców w fazie inwestycyjnej generuje znacznie większe zapotrzebowanie na surowce, w tym w szczególności metale, co powoduje znaczący pośredni wpływ na środowisko. W opracowaniu dokonano analizy środowiskowych aspektów wykorzystania poszczególnych OZE uwzględniając założenia, cele i modele GOZ.

Słowa kluczowe: GOZ, OZE, energia geotermalna, pompy ciepła, fotowoltaika, energia wiatru, biomasa, energia wody

Role of renewable energy sources in the circular economy model

Abstract. The circular economy (CE) model has the task of managing resources efficiently as well as reducing negative environmental impacts, including carbon dioxide emissions. The part of CE model is growing use of renewable energy sources (RES) due to the significant reduction in emissions in the use phase compared to conventional sources, as well as lower energy demand described by the Energy Return on Investment indicator. On the other hand, most works indicate that the consumption of raw materials in the investment phase generates a much greater demand for raw materials, in particular metals, which causes a significant indirect impact on the environment. The study analyzes the environmental aspects of the use of individual renewable energy sources, taking into account the assumptions, objectives and models of circular economy.

Keywords: circular economy, renewable energy sources, geothermal energy, heat pumps, photovoltaics, wind energy, biomass, water energy

* Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

1. Wprowadzenie

Obecny model gospodarki „weź, wytwórz, wyrzuć”, to podstawa rozwoju przemysłowego, która staje się katalizatorem wzrostu na niespotykaną wcześniej skalę. Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ) ma być odtwarzalna oraz odnawialna, a jej zadaniem jest ciągle utrzymywanie najwyższej wartości i użyteczności produktów, komponentów i materiałów w oddzielnych cyklach biologicznych i technicznych. Taki model ma za zadanie uniezależnić ostatecznie rozwój gospodarczy od konsumpcji ograniczonych zasobów. GOZ docelowo rozwiązuje problemy dostępności do zasobów oraz zmniejsza negatywne efekty środowiskowe, jednak wymaga to radykalnych zmian systemowych. Pozytywna korelacja czynników technologicznych i społecznych, z jakimi mamy dziś do czynienia, może ułatwić przejście w kierunku GOZ, zwłaszcza że potrzeba kreowania nowego modelu gospodarczego, bazującego na myśleniu systemowym, zaznacza się coraz wyraźniej (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>).

W model GOZ wpisuje się m.in. coraz powszechniejsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (OZE), tj. wiatru, promieniowania słonecznego, pływów morskich oraz ciepła Ziemi (energia geotermalna). Wiele krajów na całym świecie rezygnuje z węgla, gazu i ropy na rzecz odpowiedzialnego wykorzystywania odnawialnych zasobów środowiska (<https://www.wwf.pl>), jednak rynek OZE, na świecie jak i w Polsce, wciąż się rozwija. Widoczne jest to głównie na podstawie ulegających zmianom trendów energetycznych poszczególnych krajów oraz strategii energetycznych, jak na przykład opublikowanej w ostatnim czasie przez Ministerstwo Energii, Polityki Energetycznej Polski do roku 2040 (PEP). Określone zostały w niej priorytetowe kierunki na najbliższe 20 lat, które obejmują cały łańcuch dostaw energii – od pozyskania surowców, przez wytwarzanie i dostawy energii, po sposób ich wykorzystania. Wszystkie te kierunki oraz zawarte w nich działania zostały osadzone w trzech elementach celu PEP, tzn. bezpieczeństwo energetyczne, konkurencyjność i poprawa efektywności energetycznej gospodarki oraz ograniczenie wpływu na środowisko (Ministerstwo Energii 2018).

Produkcja energii elektrycznej w Unii Europejskiej w coraz większym stopniu wykorzystuje OZE. Według danych Komisji Europejskiej w roku 2017 energia ze źródeł odnawialnych stanowiła 17,5% zużycia energii w UE, co przyczyniło się do dużego progressu na drodze do osiągnięcia wyznaczonego na 2020 rok celu 20% wykorzystania OZE. Natomiast udział energii ze źródeł odnawialnych wykorzystywanej do celów transportu w 2017 r. sięgnął 7,6% (<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained>). Zalety nowych, zielonych technologii brane są pod uwagę nie tylko w polityce wielu krajów, ale doceniają je również przedsiębiorcy, gospodarstwa domowe czy rolne, nie tylko ze względu na korzyści dla środowiska, ale również ekonomię (znaczne obniżenie opłat za elektryczność). Staje się to możliwe dzięki wielu programom, które wspierają rozwój OZE w Polsce, jednocześnie umożliwiając dofinansowanie tych inwestycji. Wśród nich można wymienić Program Czyste Powietrze, Program Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN),

Program Ograniczania Niskiej Emisji (PONE), Zintegrowane Inwestycje Terytorialne (ZIT) czy też Odnawialne Źródła Energii w Gospodarstwach Rolnych i Inteligentnych Sieciach (OZERISE).

2. Środowiskowe aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii

Powszechne wykorzystanie OZE może przynieść bardzo duże korzyści dla społeczeństwa oraz rozwoju struktury produkcji energii i ciepła, ograniczając negatywne oddziaływanie na środowisko w porównaniu do źródeł konwencjonalnych. Równocześnie, ze względu na swoje odnawialne pokłady energii, mogą wpisać się w schemat GOZ, która zakłada wzorowanie się na przyrodzie i naturalnym obiegu materii w ekosystemach. Jednak niektóre z nich uwzględniając oddziaływanie w całym cyklu życia mogą okazać się wysoce energo- i zasobochłonne, ze względu na aspekty pośrednie związane np. z zużyciem metali w przeliczeniu na jednostkę mocy. Również, uwzględniając wskaźnik dotyczący zajęcia terenu, to farmy fotowoltaiczne czy wiatrowe wykazują większe zapotrzebowanie na wykorzystanie pewnej powierzchni. Dlatego w pracy starano się zidentyfikować mocne i słabe strony OZE w ujęciu zarówno wpływu na środowisko w całym cyklu życia, jak i ich potencjału do realizacji założeń GOZ.

2.1. Środowiskowe aspekty wykorzystania energii geotermalnej

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi, zakumulowanym w systemach hydrotermalnych lub suchych skałach i pozyskiwana zazwyczaj z wykorzystaniem pomp ciepła. Pompy ciepła mogą przyczyniać się do bezpośrednich emisji poprzez wyciek czynnika chłodniczego, wykorzystywanego podczas pracy urządzenia czy rozbiórki. Wpływ strat czynnika na środowisko zależy będzie tego, jaki to rodzaj czynnika (Huang i Mauerofer 2016). W ostatnich latach są to zazwyczaj freony. Związki te, lub ich mieszaniny, są bezbarwne, bezwonne i nietrujące oraz – ze względów ekologicznych – bez chlorowe (Mohanraj i in. 2009). Uwzględniając wpływ na środowisko w fazie pozyskiwania jak i użytkowania zidentyfikowano zalety energii geotermalnej, tj.:

- odnawialność i niewyczerpywalność,
- brak ingerencji w otaczający krajobraz (w odróżnieniu od pozostałych OZE),
- niezależność od warunków pogodowych,
- zmniejszenie emisji pyłów, CO₂ i NO_x w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi,
- niskie koszty energii cieplnej przy zastosowaniu pomp ciepła.

Do wad energii geotermalnej można zaliczyć:

- emisję szkodliwych gazów, uwalniających się z geopływu – głównie siarkowodoru,

- niewystarczający potencjał zasobów geotermalnych w niektórych lokalizacjach,
- w niektórych przypadkach istnieje ryzyko wydobycia się radonu, wraz z parą ze studni geotermalnej,
- w zależności od lokalizacji odwiertu oraz warunków danego złoża wód geotermalnych, po dłuższym okresie eksploatacji spada temperatura pobieranej wody, zmniejsza się ciśnienie pary (proces odnawiania złoża jest znacznie wolniejszy niż tempo eksploatacji),
- istnieje również możliwość zanieczyszczenia wód podziemnych przy wykonywaniu odwiertów,
- na etapie prowadzenia odwiertów emitowany jest wysoki poziom hałasu,
- możliwość wycieków czynnika chłodniczego podczas pracy pompy,
- konieczność ponoszenia wysokich nakładów inwestycyjnych.

2.2. Środowiskowe aspekty wykorzystania energii słonecznej

Jedną z najważniejszych zalet wykorzystania energii słonecznej jest brak emisji gazów w fazie użytkowania. Instalacje fotowoltaiczne nie emitują też hałasu, a same panele fotowoltaiczne (PV) posiadają powłokę antyrefleksyjną, dzięki czemu nie stwarzają mylnego wrażenia lustra wody dla ptaków (Oszczak 2014). Jednak budowa elektrowni słonecznych wiąże się ze zmianami w krajobrazie i zajmowaniem czasami znacznych obszarów. W przypadku eksploatacji systemu istnieje ryzyko wystąpienia pożaru lub porażenia w momencie uszkodzenia instalacji PV. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę fakt, że sama produkcja ogniw fotowoltaicznych jest energochłonna (Xu i in. 2018), a po etapie eksploatacji panele fotowoltaiczne są zazwyczaj składowane zajmując znaczną powierzchnię. Recykling nie jest jeszcze powszechnie stosowany, gdyż są to materiały wielomateriałowe składające się zazwyczaj w około 76% ze szkła, 10% polimeru, 8% aluminium, 5% krzemu, 1% miedzi i mniej niż 0,1% srebra i innych metali (głównie cyny i ołowiu). Istniejące procesy recyklingu polegają na poddaniu ich mechanicznym procesom gniecenia i rozdrabniania, kolejne etapy obejmują obróbkę chemiczną lub termiczną oraz oczyszczanie powierzchni modułów. Na tym etapie ogniwa poddawane są procesowi oczyszczenia, w trakcie którego usuwane są zbędne warstwy w celu otrzymania podłoża krzemowego, które mogłoby zostać ponownie wykorzystane. Problemem jest również fakt, że producenci modułów PV wykorzystują ogniwa powstałe w różnej technologii – w związku z czym obrona metoda recyklingu musi być dostosowana do konkretnego rodzaju ogniw (Szymański 2018). Obecny poziom wiedzy umożliwia odzysk około 96% tych surowców.

Ponadto systemy fotowoltaiczne wymagają znaczącego zużycia niektórych metali, np. miedzi. Szacuje się, że w systemach fotowoltaicznych zużywa się przeciętnie około 4,7 Mg miedzi na 1 MW mocy (Singh 2013). Oznacza to, że w ciągu najbliższych dwu-

dziestu lat – aby zrealizować zakładane plany rozwoju fotowoltaiki, będziemy potrzebować dodatkowych 87 tys. Mg miedzi do stworzenia instalacji PV w Polsce.

2.3. Środowiskowe aspekty wykorzystania energii wiatru

Elektrownie wiatrowe wykorzystujące energię wiatru nie emitują szkodliwych pyłów, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń do atmosfery. W procesie użytkowania nie ma też niebezpiecznych odpadów. Biorąc pod uwagę cały cykl życia urządzeń, począwszy od ich produkcji, a skończywszy na recyklingu lub utylizacji, energetyka wiatrowa należy do najczystszych i zarazem kosztowo efektywnych technologii energetycznych. Elektrownie mogą być zlokalizowane na nieużytkach i trudnych do zagospodarowania terenach, np. pustyniach, skałach, wybrzeżach oraz na terenach zanieczyszczonych, tym samym nie uszczuplają przestrzeni pod inne kierunki wykorzystania i zmniejszają presję na wykorzystanie bardziej ograniczonych zasobów energetycznych czy rolniczych (Leung i Yang 2012).

Jednakże ich budowa łączy się również ze zmianą krajobrazu, a pracujące elektrownie emitują hałas w niewielkiej odległości, który związany jest z pracą wirnika. Elektrownie wiatrowe mogą stanowić zagrożenie dla ptaków i nietoperzy oraz stwarzają ryzyko tymczasowego pozbawiania zwierząt ich naturalnych siedlisk. Elektrownia wiatrowa jako wielkiej skali konstrukcja ruchoma wprowadza do otoczenia pewne specyficzne efekty optyczne. Są to głównie efekt stroboskopowy i efekt przemieszczającego się cienia. Uciążliwość obu tych efektów zależy od lokalnych warunków terenowych i klimatycznych, jednak są one zwykle traktowane jako mniej ważne oddziaływania elektrowni wiatrowych (Boczar 2010). Ponadto w przeliczeniu na jednostkę energii elektrownie wiatrowe mogą pośrednio powodować wyższą emisję CO₂, przy aktualnych proporcjach pomiędzy wykorzystaniem odnawialnych, a nieodnawialnych źródeł energii. Jest to wynik tego, że elektrownie wiatrowe produkują prąd przez mniej więcej 30% czasu i są wówczas wspomagane przez elektrownie węglowe, których ciągle rozpalanie i wygaszanie powoduje większą emisję zanieczyszczeń, niż nieprzerwana praca. Dodatkowo wytworzenie turbin wiatrowych wymaga znacznych ilości neodymu, który jest pozyskiwany głównie w Mongolii Wewnętrznej w sposób przyczyniający się do skażenia środowiska.

2.4. Środowiskowe aspekty wykorzystania energii wody

Elektrownie wodne ze względu na niemal nieograniczoną dostępność energii wodnej (wód śródlądowych oraz energii prądów morskich i oceanicznych) zalicza się do energetyki odnawialnej. W Polsce pod pojęciem energetyki wodnej rozumie się wykorzystanie energii potencjalnej wód śródlądowych, co spowodowane jest krajowymi uwarunkowaniami geomorfologicznymi oraz klimatycznymi.

Wykorzystywanie przez człowieka energii wody wiąże się z również z pewnymi pozytywnymi i negatywnymi zmianami dla środowiska naturalnego. Wśród zalet należy tu wymienić:

- tworzenie zbiorników magazynujących wody powierzchniowe i gruntowe,
- redukcja emisji szkodliwych substancji do atmosfery przez ograniczenie zużycia kopalnych surowców energetycznych jak również umożliwienie dywersyfikacji dostaw energii,
- zużywanie przez elektrownie niewielkich ilości energii na potrzeby własne,
- stosunkowo długi czas wykorzystania w ciągu roku mocy instalowanej,
- niewielki poziom pracochłonności – przy pełnej automatyzacji elektrownie są praktycznie bezobsługowe, do ich obsługi wystarcza sporadyczny nadzór techniczny,
- regularny monitoring jakości i stanu wody,
- różnicowanie ekosystemów występujących na obszarze otaczającym siłownię wodną,
- oczyszczanie wody z nieczystości stałych dzięki zastosowaniu krat,
- utrzymanie punktów czerpania wody i związanych z nimi dróg dojazdowych oraz współuczestniczenie w akcjach przeciwpożarowych,
- przyspieszanie procesu samooczyszczania wody dzięki jej natlenianiu przez turbiny;
- tworzenie nowych miejsc pracy dla rodzimych producentów urządzeń MEW (małych elektrowni wodnych), jak i lokalnych społeczności w agroturystyce i eksploatacji,
- obniżenie strat związanych z przesyłem energii elektrycznej.

Pod względem wad wykorzystania energii wody należy wyróżnić:

- znaczną zmianę krajobrazu w trakcie budowy elektrowni wodnej, jak również na etapie jej eksploatacji,
- zmianę warunków hydrogeologicznych oraz przerwanie naturalnej ciągłości biologicznej cieków wodnych,
- ryzyko zalania dolin powodujące zanik miejsc bytowych określonych gatunków zwierząt oraz konieczność wycięcia drzew i krzewów,
- w przypadku dużych elektrowni zwiększa się dodatkowo erozja dna rzeki,
- zamulanie zbiornika i erozji brzegów prowadzi do pogorszenia warunków samooczyszczania się płynących wód i odtlenienia wody,
- uszkodzenia ichtiofauny na skutek pracy turbin wodnych (Bagher i in. 2015).

2.5. Środowiskowe aspekty wykorzystania biomasy

Zastosowanie biomasy dla potrzeb energetycznych daje wiele możliwości, szczególnie w przypadku stosowania biomasy z odpadów lub produktów ubocznych, dotyczy to w szczególności nadwyżek z produkcji trocin czy wiórów. Produkcja biomasy wykorzystywanej do celów energetycznych daje również możliwość zagospodarowania nieużytków. Należy jednak wziąć pod uwagę, że istnieje ryzyko wyjałowienia gleby, jeśli dana

uprawa roślin będzie prowadzona na tym samym terenie przez bardzo długi czas. Na etapie eksploatacji warto zwrócić uwagę na fakt, iż biomasa zmniejsza emisję zanieczyszczeń do atmosfery, jednak mimo wszystko przyczynia się do produkcji dużej ilości pyłów i tlenków azotu. Wynika to w głównej mierze ze struktury biomasy. W środowiskowym cyklu życia istotny wpływ może odgrywać również transport surowca przyczyniając się do powstawania niskiej emisji i hałasu. Po spaleniu biomasy i wykorzystaniu jej do celów energetycznych pozostaje pewna ilość odpadu, który – w przypadku spełnienia właściwych norm – może być stosowany na przykład do produkcji cementu. Jednak ze względu na wysokie wymagania jest on składowany często w kopalniach lub też starych wyrobiskach (Rajvanshi 2014).

Szczególnym przypadkiem jest proces wykorzystania gazu z biomasy ze składowisk odpadów komunalnych. Gaz ten dostając się do środowiska powoduje wiele zagrożeń dla zdrowia i życia ludzi i w sposób znaczący wpływa na pogłębianie się efektu cieplarnianego. Zdecydowana większość potencjału technicznego wykorzystania biogazu wysypiskowego w Polsce związana jest z około 100 większymi wysypiskami komunalnymi. Częstym problemem jest słabe uszczelnienie masy składowanych odpadów. Najlepszym sposobem uniknięcia wielu zagrożeń dla środowiska, spowodowanych powstawaniem i emisjami biogazu wysypiskowego, jest zbudowanie instalacji do odzysku i utylizacji gazu i jego ewentualnego energetycznego wykorzystania. Jednak decyzje o energetycznym wykorzystaniu biogazu wysypiskowego podejmuje się uwzględniając wiele czynników technicznych, produktywność biogazu, parametry fizykochemiczne, jego skład chemiczny i związaną z nim wartość opałową. Najprostszym rozwiązaniem jest założenie studni odgazowujących spalaniu zbierającego się gazu w pionowej pochodni.

3. Odnawialne źródła energii jako jeden z elementów gospodarki o obiegu zamkniętym

GOZ jako model wymaga innowacyjnego podejścia do zapotrzebowania na energię. Odchodząc od tradycyjnego schematu *weź, wytwórz, wyrzuć* pojawiają się pomysły, które proponują zupełnie nowe rozwiązania odpowiadające potrzebom i oczekiwaniom konsumentów, generujące większą wartość, bez konieczności zużywania tak wielu zasobów naturalnych. Planując wykorzystanie OZE jako rozwiązania mającego zapewnić lepszą efektywność energetyczną oraz rozwój GOZ, należy wziąć pod uwagę obecny udział poszczególnych źródeł w całkowitej ilości produkowanej energii z OZE.

Według GUS produkcja energii elektrycznej z OZE w 2018 r. stanowiła 12,7% produkcji ogółem. Natomiast zgodnie z danymi URE w 2018 r. w Polsce największą mocą w OZE dysponowała energetyka wiatrowa – na poziomie 5,66 GW (69% krajowego potencjału OZE). Na drugim miejscu znajdują się instalacje biomasowe z wynikiem rzędu 1,27 GW (15%). Blisko 1 GW (987,4 MW) stanowi moc zainstalowana w energetyce

wodnej (12%). Ponad 229 MW przypada na biogazownię (3%), a na instalacje fotowoltaiczne – około 92 MW (1%). (<https://www.ure.gov.pl/pl/urząd>). Oceniając znaczenie OZE w rozwoju GOZ trudno jest dokładnie oszacować ile energii pozyskiwanej jest z różnego rodzaju odpadów, jednak nadal jest to niewielki udział z dużym potencjałem w przypadku korzystnych uwarunkowań gospodarczych i prawnych. W świetle GOZ energetyczne wykorzystanie odpadów powinno dotyczyć tylko tzw. odpadów resztkowych, czyli nie nadających się do recyklingu, ani do odzysku, np. po selektywnej zbiórce – jednak na podstawie dostępnych statystyk trudno oszacować te wielkości w Polsce.

Ponadto wśród podstawowych cech GOZ i czynników sprzyjających jej rozwojowi są rozwiązania zmierzające do ograniczenia zasobochłonności i materiałochłonności gospodarki. Bez wątplenia dzięki zastosowaniu OZE istnieje możliwość ograniczenia zużycia paliw kopalnych, natomiast wraz z ich rozwojem nastąpi zwiększone zapotrzebowanie na metale (głównie miedź) i niektóre krytyczne surowce mineralne. W Polsce szczególne znaczenie ma też możliwość ograniczenia niskiej emisji wraz z rozwojem OZE. Dodatkowo wykorzystanie OZE przyczynia się do wzrostu liczby miejsc pracy, gdyż zatrudnienie przy produkcji i obsłudze urządzeń i linii technologicznych, przy produkcji i przygotowaniu biopaliw, w obsłudze przedsiębiorstw inwestujących w OZE daje kilkukrotnie więcej miejsc pracy niż w energetyce tradycyjnej (2–5-krotnie więcej w energetyce opartej na spalaniu paliw kopalnych). Spalanie biomasy tworzy najwięcej miejsc pracy wśród technologii OZE (2 osoby/MW), stosunkowo mniej miejsc pracy generuje mała energetyka wodna i energetyczne wykorzystanie gazu wysypiskowego i biogazu (ok. 1,5 osoby/MW), najmniej miejsc pracy jest w energetyce wiatrowej (0,2 osoby/MW) (Ministerstwo Środowiska 2000).

4. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę dynamiczny rozwój OZE oraz fakt, iż wpisują się one w model GOZ należy uwzględnić ten aspekt w modelach biznesowych firm. Zastosowanie modelu biznesowego przy wprowadzaniu strategii GOZ w przedsiębiorstwie bierze pod uwagę wszystkie możliwe elementy stanowiące składowe dla skutecznego wdrożenia zmian w dotychczasowym sposobie zarządzania. Wprowadzanie GOZ wymaga przeanalizowania obecnego sposobu współpracy firm, a ponadto pozwala wychwycić miejsca powstawania zagrożenia dla środowiska.

W gospodarce istnieją już modele biznesowe uwzględniające GOZ, mimo to mają one ograniczoną możliwość przenoszenia rozwiązań pomiędzy organizacjami. Modele biznesowe GOZ biorą pod uwagę generowanie przychodów opartych na intensyfikacji i transformacji działań w oparciu o zasadę 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Jednak wiedza na temat tego, jak powinny wyglądać cyrkularne modele biznesowe, jest nadal niewystarczająca do tego, aby mogła być ona wykorzystywana w praktyce w odpowiedni sposób.

Mimo to zastosowanie cyrkularnych modeli biznesowych opartych o zastosowanie narzędzi takich jak ocena cyklu życia (LCA) pozwala na konfrontację oddziaływania środowiskowego energetyki węglowej z energetyką odnawialną (farmy fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe). Należy zwrócić uwagę na wpływ na środowisko, które związane jest z zagospodarowaniem użytkowym odpadów pochodzących z różnych sposobów produkcji energii. Zakłada się, iż energia z niewyczerpywalnych zasobów odnawialnych nie jest źródłem szkodliwych emisji w czasie eksploatacji, jak również nie zużywa wówczas prawie żadnych zasobów. Mimo to w aspekcie wytwarzania ogniw fotowoltaicznych oraz turbin wiatrowych najsilniejsze oddziaływanie na środowisko powiązane jest z etapem ich produkcji i wpływem na zużycie zasobów naturalnych, jak również z wysoką energochłonnością procesów. Ponadto etap zagospodarowania użytkowego związany z recyklingiem ogniw obciążony jest wysokimi kosztami, przez co wykorzystane wyroby skazane są na składowanie. Składowanie natomiast pod względem efektywności energetycznej oraz jak najdłuższego zachowania wartości materialnej wyrobów jest najmniej oczekiwanym elementem zarówno gospodarowania odpadami jak i modelu GOZ.

Cyrkularne modele biznesowe wymuszają współpracę gospodarczą, np. symbiozę przemysłową, wirtualizację procesów. Wymagają jednak nowego podejścia do wartości, wsparcia administracyjnego i legislacyjnego, a także powszechnej akceptacji społecznej.

Dzięki coraz powszechniejszemu wdrażaniu GOZ jest szansa na dynamiczny rozwój OZE w Polsce. Niezmiernie istotne jest jednak podnoszenie świadomości konsumentów, ale także projektantów, menadżerów, polityków oraz najmłodszych pokoleń, którzy będą w przyszłości kształtować nowy model gospodarki. Konieczne jest zatem zastosowanie edukacji wielotorowej, podnoszenie świadomości konsumenckiej, wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań, które pozwolą na szerokie wykorzystanie odpadów jako pełnowartościowych surowców oraz fakty, iż można pozyskiwać energię ze środowiska bez konieczności zanieczyszczania go.

Literatura

- Bagher i in. 2015 – Bagher A., Vahid M., Mohsen M., Parvin D., 2015. Hydroelectric Energy Advantages and Disadvantages. *American Journal of Energy Science* 2, s. 17–20.
- Bielecka A. 2017. Cyrkularne modele biznesowe w energetyce. *ZN WSH Zarządzanie* 2017 (2), s. 99–108.
- Boczar T. 2010. Wykorzystanie energii wiatru. Warszawa.
- Huang B. i Mauerhofer V. 2016. Life cycle sustainability assessment of ground source heat pump in Shanghai, China. *Journal of Cleaner Production* 119, s. 207–214.
- Leung D. i Yang Y., 2012. Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, s. 1031–1039.
- Ministerstwo Środowiska, 2000. Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce. Warszawa.
- Ministerstwo Energii, 2018. Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040). Warszawa.

- Mohanraj i in. 2009 – Mohanraj M., Jayaraj S. i Muraleedharan C. 2009. Environment friendly alternatives to halogenated refrigerants – A review. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 3, s. 108–119. [Online] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/pl [Dostęp: 20.10.2019].
- [Online] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org> [Dostęp: 20.10.2019].
- [Online] <https://www.ure.gov.pl/pl/urzed/informacje-ogolne/aktualnosci/8502,Ogloszenie-kolejnych-aukcji-na-sprzedaz-energii-elektrycznej-z-OZE.html> [Dostęp: 20.10.2019].
- [Online] <https://www.wwf.pl> [Dostęp: 20.10.2019].
- Rubik M. 2011. *Pompy ciepła w systemach geotermii niskotemperaturowej*. Multico, Warszawa.
- Rajvanshi A. 2014. Biomass gasification. *Alternative Energy in Agriculture* 4, s. 83–102.
- Singh G.K. 2013. Solar power generation by PV (photovoltaic) technology: A review. *Energy* 53, s. 1–13.
- Szymański B. 2018. *Instalacje fotowoltaiczne*. Kraków: GLOBEnergia.
- Xu i in. 2018 – Xu Y., Li J., Tan Q., Peters A. i Yang C. 2018. Global status of recycling waste solar panels: A review. *Waste Management* 75, s. 450–458.

Część 3.

Innowacyjne metody zarządzania przedsiębiorstwem

Kreowanie doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką. Wyniki badań

Streszczenie. Celem niniejszego rozdziału jest przybliżenie marketingowych narzędzi, metod i procedur kreowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką. Jest to szczególnie ważny trend we współczesnym zarządzaniu przedsiębiorstwem i/lub obiektem rynkowym oznaczonym marką. Uwzględniając kluczowe zjawiska w zarządzaniu marką i budowaniu jej społeczności, punkt ciężkości położony został na metodyczne kreowanie doświadczeń jej interesariuszy (szczególnie prosumentów). Wychodząc od istoty doświadczeń, omówiono sposoby i procedurę ich kreowania oraz zaprezentowano wyniki badań własnych z zastosowaniem analizy treści online, obserwacji uczestniczącej oraz studium przypadku dla marki Milka. Zamierzeniem jest wypracowanie zaleceń dla zainteresowanych przedsiębiorców w zakresie metodycznego kreowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką. Przynoszą one wymierne i wieloaspektowe korzyści dla wszystkich zaangażowanych podmiotów.

Słowa kluczowe: interesariusze, marka, emocje i doświadczenia powiązane z marką, marketingowe sposoby kreowania doświadczeń interesariuszy, studium przypadku

Creating brand-related stakeholders experiences. Research results

Abstract: The aim of the study is to provide an overview of marketing tools, methods, and procedures of creating brand-related stakeholders experiences. It is a particularly important trend in contemporary management of branded enterprises and/or market objects. Taking into consideration the key phenomena in brand management and building the brand community, emphasis will be placed on methodological creation of its stakeholders' (particularly prosumers') experiences. Based on the essence of experiences, the ways and procedures of creating them will be discussed. The results of the authors' own studies with the use of online content, participant observation, and a case study for the Milka brand will also be presented. The authors' aim is to develop recommendations concerning methodological creation of brand-related stakeholders experiences for the interested entrepreneurs. They bring notable and multifaceted benefits to all the interested entities.

Keywords: stakeholders experiences, brand, brand community, brand-related emotions and experiences, ways of creating stakeholders experiences in marketing, case study

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem

1. Wprowadzenie

W obecnych warunkach rynkowych marki pełnią rolę narzędzia zarządczego, które istotnie oddziałuje na zachowania interesariuszy. Stąd marketerzy starają się podejmować różnorodne działania budujące kapitał rynkowy marki. Analizą objęto kreowanie doświadczeń interesariuszy powiązanych z personifikowanymi markami, z którymi chętnie wchodzi w relacje i współpracę klienci, internauci i inni interesariusze. Wszystkie zaangażowane podmioty czerpią wieloaspektowe korzyści z przedsięwzięć powiązanych z zarządzaniem doświadczeniami jako ważnym kierunkiem współczesnego zarządzania obiektami rynkowymi.

Celem pracy jest przybliżenie marketingowych narzędzi, metod i procedur kreowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką oraz wypracowanie rekomendacji dla zainteresowanych marketerów. Przeprowadzono studia literaturowe, metaanalizę dostępnych źródeł internetowych oraz jakościowe badania własne z zastosowaniem metod: studium przypadku (jak kreowane są doświadczenia interesariuszy powiązane z marką Milka), obserwacja uczestnicząca i analiza treści online.

2. Podstawowe pojęcia i uwarunkowania zjawiska

Do podstawowych pojęć zaliczono: doświadczenie, markę, interesariuszy, kreowanie doświadczeń powiązanych z marką, ścieżkę doświadczeń klienta, doświadczalną propozycję wartości, kontekst sytuacyjny tj. uwarunkowania, w których jest to osadzone, powiązanie budowania doświadczeń ze wzbudzeniem określonych emocji oraz procedurę metodycznego kształtowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką (w ujęciu marketingowym).

Słowo „doświadczenie” w odniesieniu do przemyślanych projektów na rzecz marki i jej kapitału rynkowego należy rozumieć jako bezpośrednie odczucie zdarzeń nieprzetworzonych psychicznie i/lub jako pewną mądrość zdobytą w wyniku refleksji nad postrzeganymi przedsięwzięciami, zjawiskami oraz ich interpretacją (Schmitt 2011; Smilansky 2009; Boguszewicz-Kreft 2013). Ludzie doświadczenia powiązane z jakimś bytem np. marką nabywają w czasie i pod wpływem czynników/bodźców, które są w stanie z nią powiązać. Psychologowie wyróżniają doświadczenia fizyczne, umysłowe, emocjonalne oraz duchowe. Zdaniem Kellera (2011) doświadczenia, które można „sprzedać” to: rozrywka, edukacja, estetyka i eskapizm.

Przyjęto, że marka to złożony konstrukt, symbol, wzór lub ich kombinacja, który jest brany pod uwagę w procesach decyzyjnych ludzi (Keller 2011; Skorek 2019). Stąd menedżerowie marek dążą do przemyślnego kreowania doświadczeń powiązanych z marką, które przekładają się na wartość wpływającą na zachowania nabywców i innych uczestników gry rynkowej. W praktyce gospodarczej przedsięwzięcia biznesowe angażują

pracowników i inne podmioty: partnerów, internautów, przedstawicieli mediów, społeczność lokalną, konkurencję, choć zwykle adresowane są do klientów. Innymi słowy w obecnych warunkach rynkowych należy respektować teorię interesariuszy. Interesariusze (*stakeholders*) według *Encyklopedii Zarządzania* to pojęcie wprowadzone przez Stanford Research Institute w 1963 r., które początkowo określało grupy, bez wsparcia których organizacja przestałaby istnieć. Koncepcja interesariuszy rozwinięta została w latach siedemdziesiątych XX w. przez przedstawicieli podejścia systemowego. W latach osiemdziesiątych XX w. tematem tym zajął się, wraz ze swoimi współpracownikami R.E. Freeman, według których interesariusze (Tyszkiewicz 2017) stanowią każde organizacje lub osoby indywidualne uczestniczące w tworzeniu projektu lub bezpośrednio zainteresowane wynikami jego wdrożenia w zarządzaniu przedsiębiorstwem i/lub innym obiektem rynkowym oznaczonym marką.

Uznano, że kreowanie doświadczeń powiązanych z marką to przemyślane działania; proces generowania bodźców oddziałujących na adresatów; stwarzanie okazji do kontaktów (Dew i Cyrus 2018; Bowdin i in. 2011). W zarządzaniu marką ważne miejsce odgrywa odpowiednia strategia marki doznaniowej (Tarczydło 2013) inaczej branding doświadczeń. Menedżerowie doświadczeń podkreślają wagę tzw. punktów stuku czyli szeroko rozumianych okazji do interakcji np. wejście na stronę internetową, obejrzenie reklamy, wizyta w sklepie, rozmowa z doradcą klienta, udział w konkursie, skorzystanie z aplikacji mobilnej itd. Wreszcie istotne jest wyznaczenie tzw. ścieżki doświadczeń klienta (*customer journey*) czyli wszystkich elementów przekładających się na sumę interakcji występujących w kontakcie z podmiotem rynkowym oznaczonym marką, począwszy od nawiązania kontaktu, przez wszystkie etapy współdziałania (korzystania z oferty), łącznie z możliwymi potencjalnymi interakcjami, w tym obsługą posprzedażową oraz wykorzystywanymi narzędziami marketingowymi np. kartą lojalnościową, czy przejawami pielęgnowania reakcji (Raport KPMG 2017). Poza ścieżką istotna jest także doświadczalna propozycja wartości (*experiential selling proposition*; Pogorzelski 2015), która przejawia się w możliwości wiązania z marką pewnych emocji i przeżyć przekładających się na wartość i doświadczenia. Przykładami takich formuł mogą być „Lidl. Więcej na radość z życia”, „Ikea. Dobry klimat zaczyna się w domu”, „Apple/iPod. Uwielbiam wygląd produktów i to, jak się z nimi czuję”.

Należy także zaakcentować wagę współczesnych uwarunkowań (społecznych, techniczno-technologicznych, ekonomicznych, konkurencyjnych, ekologicznych i innych) determinujących skuteczność rozważanych zagadnień i praktyk. W dobie mediów społecznościowych i powszechności dzielenia się wiedzą i doświadczeniami z innymi członkami społeczności, z którymi pozostajemy w kontakcie oraz chęci angażowania się prosumentów w działania oferentów kreowanie doświadczeń powiązanych z markami nabrało szczególnego znaczenia. W praktyce gospodarczej można zdobywać doświadczenia z pierwszej ręki w sytuacji bezpośredniego uczestnictwa w przedsięwzięciu. Takie doświadczenie jest szczególnie cenne ponieważ było się tam i można samemu ocenić sytuację oraz ją przeanalizować. Jednak ludzie jako istoty społeczne ulegają wpływom innych, komunikują się

i interpretują, co sprzyja nabywaniu doświadczeń pośrednich. Dodatkowo w rozważanych przypadkach na ostateczne doświadczenia wpływają uwarunkowania osobiste, np. samopoczucie, wiedza, waga zdarzenia, kontekst sytuacyjny i wiele innych.

Ważnym zjawiskiem jest wzbudzanie emocji w celu kreowania odpowiednich doświadczeń (szerzej: Tarczydło 2014). Badacze Douglas B. Grisaffe i Hieu P. Nguyen wyróżnili pięć poziomów, na których można zbudować emocjonalną relację między marką a konsumentem i są to (Questus 2019):

- pamięć emocjonalna (dotycząca miejsc, ludzi czy sytuacji),
- socjalizacja (związana z relacjami w grupie znajomych, rodzinie itd.),
- korzyści dla odbiorcy,
- klasyczne narzędzia marketingowe (od 4P do 8P) oraz
- benefity, które sam konsument może zaoferować w procesie współdziałania/interakcji.

Procedura kreowania doświadczeń (i wzbudzania emocji adresatów) a budowanie relacji „marka – interesariusze” obejmuje (Brakus i in. 2009; Skowronek 2012; Dziewanowska i Kacprzak 2013; Kacprzak i in. 2015; Kacprzak 2017):

- narzędzia marketingowe,
- okazje do zdobywania doświadczeń (rozrywka, edukacja, estetyka i eskapizm),
- komunikowanie treści racjonalnych i emocjonalnych,
- wzbudzanie emocji (np. radość, doznania zmysłowe, pobudzanie wyobraźni),
- powodowanie uwarunkowanych skojarzeń z marką i powiązаныmi przedsięwzięciami,
- wyjątkowe i ciekawe doznania interesariuszy, przekładające się na wartość, budujące relacje i sprzyjające satysfakcji oraz lojalności.

Przybliżone zagadnienia motywują do przeglądu dostępnych badań powiązanych z rozważaną problematyką.

3. Budowanie pozytywnych doświadczeń klientów z markami w świetle wybranych badań

Badania KPMG *Jak budować pozytywne doświadczenia klientów. Analiza wiodących praktyk zarządzania doświadczeniami klientów na rynku polskim* miały na celu kompleksową analizę doświadczeń klientów w interakcjach z marką. Ocenie respondentów podlegała satysfakcja kupujących z punktu widzenia jakości obsługi na wszystkich etapach nabywania doświadczeń, w możliwie wielu punktach styku na linii klient-firma. Warunkiem uwzględnienia marki w analizie było osiągnięcie minimalnej wymaganej liczby odpowiedzi respondentów. W analizowanych badaniach podstawą porównań pomiędzy markami, branżami i krajami jest indeks CEE (*Customer Experience Excellence*). Jest on obliczany na podstawie oceny Sześciu Filarów TM *Customer Experience* z uwzględ-

nieniem ich indywidualnego wpływu na budowę doświadczeń klientów w danym kraju. W szczególności badano: wiarygodność, rozwiązywanie problemów, oczekiwania, czas i wysiłek, personalizację oraz empatię.

Badanie zostało przeprowadzone przez zewnętrzną agencję badawczą w pierwszym kwartale 2017 r., metodą CAWI (ang. *Computer-Assisted Web Interview*) na próbie ponad 5000 respondentów, reprezentatywnej dla mieszkańców Polski w wieku powyżej szesnastego roku życia. Do analizy włączono ponad 200 marek świadczących usługi lub prowadzących sprzedaż produktów dla klientów detalicznych na terenie całego kraju lub w największych miastach. Uwzględnione zostały te sektory, w których przedsiębiorstwa używające danej marki mają istotny wpływ na budowanie doświadczeń klientów w jak największej liczbie punktów styku na linii klient-firma. Ich dobór jest spójny z metodyką badań przyjętą przez KPMG Nunwood w innych krajach. Stąd, w badaniach na rynku polskim uwzględniono dziewięć sektorów: czas wolny, dostawców energii elektrycznej i gazu, gastronomię, logistykę, media i telekomunikację, podróże, poza spożywczy handel detaliczny, spożywczy handel detaliczny oraz usługi finansowe.

Z analiz KPMG wynika, że kluczowym filarem dla satysfakcji klienta w Polsce jest „wiarygodność” w kontekście budowania zaufania i dotrzymywania słowa. Polscy konsumenci wysoko oceniają przedsiębiorstwa, które dotrzymują obietnicy marki, rzetelnie informują o istotnych elementach swojej oferty, a także działają w rzeczywistym interesie klienta i nie koncentrują się wyłącznie na swoich zyskach. Krytyczne znaczenie „wiarygodności” marki z punktu widzenia budowy doskonałych doświadczeń klientów można wytłumaczyć relatywnie niskim poziomem zaufania Polaków do innych osób czy podmiotów, podkreślanym w różnych badaniach socjologicznych.

Polacy oceniają relatywnie nisko swoje doświadczenia z przedsiębiorstwami oferującymi bardziej złożone produkty i usługi, w przypadku których interakcje na linii klient-firma mają skomplikowany, częsty i długoterminowy charakter. W tego typu branżach zorientowanie swoich operacji na kliencie i jego potrzebach wymaga złożonej cyfrowej transformacji biznesowej, której nadrzędnym celem powinno być podniesienie poziomu *Customer Experience* w kluczowych punktach styku. Taka transformacja wiąże się ze znaczącą przebudową procesów obsługi, w szczególności w wybranych interakcjach w ramach podróży klienta, pociągając za sobą konieczność dokonania gruntownych zmian w systemach IT i dostosowania ich do wymogów omnikanałowości. Niezbędne jest także zbudowanie zupełnie nowej kultury organizacyjnej tak, aby to klient stał się rzeczywistym obiektem działań operacyjnych przedsiębiorstwa. Uzyskane wyniki pokazały, że nawet w branżach wysoko ocenianych przez Polaków niewielu markom udaje się w pełni spełniać pokładane w nich oczekiwania.

Ponadto nasuwa się wniosek, że zarządzanie doświadczeniami to jeszcze nowy i złożony temat, a omawiane badania powinny przyczynić się do tego, żeby marketerzy lepiej zrozumieli perspektywę konsumentów i w sposób systematyczny podchodzili do kreowania odpowiednich doświadczeń klientów i długofalowego budowania ich lojalności.

4. Metodyka badań własnych

Przeprowadzono jakościowe badania własne z zastosowaniem metod: studium przypadku (ukierunkowane na uzyskanie odpowiedzi na pytanie jak dla marki Milka kreowane są doświadczenia jej interesariuszy), obserwacja uczestnicząca i analiza treści online. Określono następujące zakresy badań: czasowy: styczeń–czerwiec 2019; podmiotowy: marka Milka, aktywni internauci, obserwujący; przedmiotowy: sposoby i formy kreowania doświadczeń powiązanych z marką Milka oraz zakres przestrzenny: witryny internetowe, profile marki w mediach społecznościowych, w miejscach sprzedaży i innych dostępnych kanałach.

Celem badań było pozyskanie informacji na temat marketingowych narzędzi, metod i procedur kreowania doświadczeń interesariuszy marki Milka. Badania prowadzono na witrynie internetowej i profilach marki w mediach społecznościowych, w miejscach sprzedaży, prasie, radiu, TV. Badania objęły również outdoor, eventy, a także różne przedsięwzięcia, takie jak akcje, kampanie i konkursy. Przeprowadzono też analizę jakościową pozyskanych zasobów zwracając szczególną uwagę na sposoby kreowania okazji do zdobywania doświadczeń związanych z Milką, rodzaje komunikowanych treści oraz stosowane narzędzia i procedury oraz oddźwięk i rezultaty.

Analizowana marka ma długą historię. Philippe Suchard rozpoczął produkcję czekolady w rodzinnym mieście w 1826 roku. Nazwa Milka wprowadzona została do rejestru nazw towarowych cesarskiego urzędu patentowego w Berlinie w 1901 r. Powstała ona z połączenia wyrazów określających dwa główne składniki: mleko i kakao (<https://www.milka.com.pl/marka/history>). Historia marki, tradycja, wizerunek, a przede wszystkim wyróżniająca w oczach klientów jakość produktów stanowią fundament platformy marki. Kierunkiem strategicznym marki Milka niewątpliwie jest doskonałość produktowa. Generatorem wartości dla badanej marki jest delikatność, która kojarzona jest zarówno z uczuciami jak i produktami. Spójność przekazu uzyskano poprzez uszczegółowienie generatora wartości, czyli obietnicę marki, która brzmi „Milka – Delikatność w sercu”. Pyszna, mleczna czekolada wyprodukowana w 100% z alpejskiego mleka. Zachęca do „delikatności od 1901 r., czule dotykając Waszych podniebień i serc” (<https://www.milka.com.pl/>). Obietnica marki, jak piękna i atrakcyjna by nie była, jest tylko obietnicą. Kolejną rzeczą obietnicę należy przekształcić w rzeczywistość. Dla przekształcenia obietnicy na doświadczenia interesariuszy marki Milka podejmowane są metodyczne działania marketingowe, które objęto badaniami jakościowymi i omówione zostaną ich wyniki.

5. Kreowanie doświadczeń interesariuszy marki Milka – wyniki przeprowadzonych badań

W kreowaniu doświadczeń interesariuszy istotną rolę może odgrywać bohater marki (*brand hero*). Dzięki niemu łatwiej trafić do świadomości i podświadomości adresatów. W tym aspekcie wyróżnikiem Milki zapewne jest fioletowa krowa, rozpoznawalna przez dzieci i dorosłych, sympatyczna i wyjątkowa, powszechnie angażowana w działania marketingowe. Kolejnym zaobserwowanym narzędziem jest hasło „Milka bądźmy delikatni” i powiązane z nim sformułowania.

Podstawowym kanałem w środowisku wirtualnym wykorzystywanym do kreowania doświadczeń powiązanych z marką Milka jest strona internetowa. Zaprezentowano na niej wszystkie produkty marki przy wykorzystaniu oddziaływania sensorycznego. Osoba odwiedzająca stronę może zapoznać się ze składem i wartościami odżywczymi produktów, które prezentowane są w sposób „kipiący” smakiem.

W zrealizowanym projekcie badawczym analizowano działania na rzecz marki Milka w odniesieniu do atrybutów (Krawiec i Sibińska 2014) witryny internetowej budującej doświadczenia jej użytkowników to:

- zaangażowanie użytkownika strony: użytkownik powinien otrzymać coś, co go zainteresuje, należy zaproponować mu coś w zamian – strona badanej marki umożliwia współtworzenie i współpracę. Konstrukcja formularza kontaktowego sprzyja partycypacji. W każdej z zakładek dotyczących produktów, reklamy, strony internetowej i firmy udostępniono opcję sugestii pozwalającą każdemu użytkownikowi wyrazić swoją opinię, przekazać swoje uwagi, spostrzeżenia, bądź pomysły w wymienionych obszarach.
- kreatywność: nie tylko prezentacja produktów, ale również niekonwencjonalne działania, ciekawostki – w tym aspekcie na stronie Milki udostępniono np. w formie graficznej historię marki oraz opis produkcji czekolady.
- przejrzystość contentu strony: estetyka, jakość i dbałość o szczegóły grafiki i tekstu, przekazywanie treści w nietypowy i ciekawszy sposób, prezentacja informacji w jasny i uczciwy sposób – wykonanie strony Milki jest na wysokim poziomie, wykorzystywane są różne narzędzia np. zdjęcia, filmy, grafiki.
- indywidualizację działań: danie użytkownikowi poczucia traktowania jako najważniejszej jednostki, dostęp do eksperta itp.; klient oczekuje empatii oraz koncentracji na jego osobie, oczekuje rozwiązania jego problemów, możliwości szybkiego i bezstresowego załatwienia sprawy itp. – w tym zakresie Milka udostępnia rozbudowany formularz kontaktowy, w którym użytkownik ma możliwość wyboru tematyki z którą się zwraca, co daje poczucie możliwości szybszej i bardziej kompetentnej odpowiedzi. Na stronie użytkownik ma również dostęp do zakładki najczęściej zadawanych pytań ang. FAQ, do informacji o składzie każdego z produktów oraz do wartości odżywczych każdego z nich.

- spójność we wszystkich obszarach funkcjonalności strony: wpływa to na wizerunek marki oraz utożsamianie się użytkownika z marką. Kolorystyka i styl poszczególnych stron w ramach witryny Milki są spójne ze sobą, jak i ze stylem pozostałych nośników marketingowych.



Rys. 1. Post stymulujący do zabawy z produktami marki

Źródło: <https://www.facebook.com/MilkaPoland/photos/a.253171694828292/1812357368909709/?type=3&theater> (dostęp: 24.06.2019)

Kolejnym, niezmiernie istotnym kanałem kreowania doświadczeń interesariuszy marki Milka w środowisku wirtualnym są media społecznościowe. Dzięki nim marka może słuchać internautów, a w tym swoich klientów i reagować niemal w czasie rzeczywistym na uwagi, potrzeby, zaangażowanie. Doświadczenia kreowane są przede wszystkim na Facebooku i Instagramie oraz kanale dedykowanym YouTube. Poprzez media społecznościowe generowane są różnorodne bodźce marketingowe. Zaliczyć do nich można treści o pozytywnym wydźwięku, które zostały w odpowiedni sposób przygotowane i wdrożone przy pomocy takich narzędzi jak gry, konkursy, reklamy, zaproszenia, reportaże, poradniki. Wszystkie powyższe działania mają na celu budowanie doznań użytkowników. W procesie realizacji badań na profilu Facebookowym Milki przeprowadzony został konkurs (rys. 1) zachęcający użytkowników do dzielenia się pomysłami jak można wykorzystać ciastka Milka w trakcie zabawy. Zachętą do zabawy była nagroda w postaci gry planszowej Milka Biskit Ran. Dzięki takim działaniom tworzone są okazje do zdobywania doświadczeń powiązanych z marką. Co więcej produkty marki łączone są z pozytywnymi emocjami podczas zabawy i spędzania wolnego czasu niejako w towarzystwie Milki. O pozytywnym odbiorze zapewne świadczą komentarze, których było ponad sto trzydzieści.

Innym przykładem, w którym pozytywne skojarzenia związane z wiosną łączone są przez użytkownika z produktami marki jest post przedstawiony na rysunku 2 zachęcający użytkowników do dzielenia się swoimi doświadczeniami z przeżywania wiosny w towa-



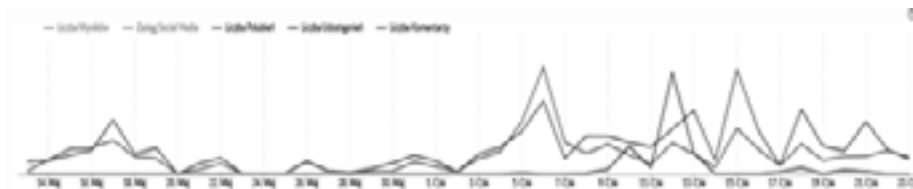
Rys. 2. Post zachęcający użytkownika do dzielenia się swoimi doświadczeniami

Źródło: <https://www.facebook.com/MilkaPoland/photos/a.253171694828292/1751031318375648/?type=3&theater/> (dostęp: 07.06.2019)

rzystwie ciastek Milka. Tutaj również skojarzenia wzmocnione są wizją zdobycia pysznej nagrody. Podobnie jak w poprzednim przypadku użytkownicy aktywnie włączyli się w zabawę pod emblematem Milki. Liczba komentarzy wyniosła około 100. Przypadek ten jest przykładem kreacji doświadczenia związanego z marką, połączonego z promocją nowego produktu.

W ramach badań zastosowano aplikację Brand24 (niestety z uwagi na ograniczone środki wariant darmowy do sześciu tygodni) do monitoringu skuteczności komunikacji marketingowej poprzez media społecznościowe dla marki Milka. Wyniki zaprezentowane na rysunku 3 wskazują na nierównomierność aktywności użytkowników w okresie od 13 maja do 23 czerwca 2019 r.

Po okresie uśpienia w maju widać znaczny wzrost aktywności na początku czerwca. Nakłada się on po pierwsze na rozpoczęcie kampanii promocyjnej nowego produktu marki tzn. czekolady Darkmilk, a po drugie na końcowy okres loterii „Milka i Oreo. Zgrana para”, w której nagrodami było 100 par rowerów w kolorach marki.



Rys. 3. Rozkład aktywności użytkowników w okresie od 13.05.2019 do 23.06.2019

Źródło: <https://panel.brand24.pl/panel/compare/?sid=181956878#d1=2019-05-13&d2=2019-06-23&dr=w&va=1&cdt=days&pc=181958866>, (dostęp: 24.06.2019)

Pod względem aktywności związanej z marką Milka prym wiodą Instagram i Facebook, na które przypada 76,5% wszystkich aktywności w Internecie (rys. 4). Stosunek do marki i publikowanych treści wyraża wykres sentyment. Wynik około 93% pozytywnych reakcji wskazuje na zdecydowanie dobry odbiór marki. W grupie aktywnych internautów ponad 3/4 to kobiety.

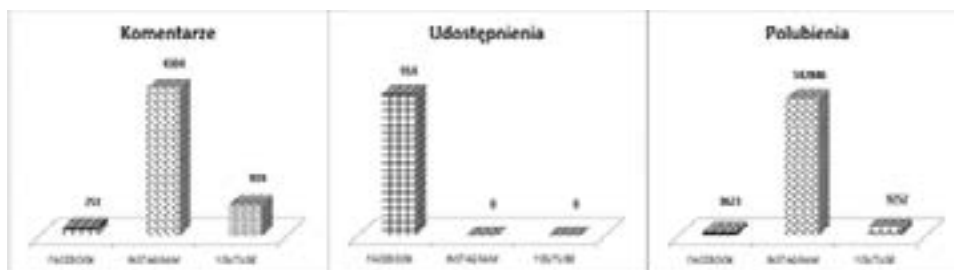


Rys. 4. Aktywność użytkowników w Social Mediach oraz ich sentyment w okresie od 13.05.2019 do 23.06.2019|

Źródło: <https://panel.brand24.pl/panel/compare/?sid = 181956878#d1 = 2019-05-13&d2 = 2019-06-23&dr = w&va = 1&cdt = days&pc = 181958866> (dostęp: 24.06.2019)

Na rysunku 5 przedstawiono rozkład rodzajów aktywności użytkowników takich jak udzielane komentarze, udostępnienia treści oraz polubienia wśród najpopularniejszych mediów – zgodnie z wykresem z poprzedniego rysunku są to Facebook, Instagram i YouTube. Jak widać w przypadku komentarzy i polubień odnoszących się do marki Milka zdecydowanie góruje Instagram. Analizując wyniki należy pamiętać, że do kreacji doświadczeń użytkowników powiązanych z marką można wykorzystać różnorodne funkcjonalności udostępniane w poszczególnych mediach społecznościowych. Ponadto tak znaczące różnice w aktywności użytkowników różnych portali mogą wynikać z ich specyfiki.

Kolejnym zaobserwowanym sposobem kreowania doświadczeń powiązanych z badaną marką jest organizowanie wydarzeń inaczej eventów. Dobrze przygotowane i przeprowadzone wydarzenie niemal w każdym momencie jego trwania stanowi punkt styku



Rys. 5. Rodzaje aktywności użytkowników w Social Mediach w okresie od 13.05.2019 do 23.06.2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

marki i interesariusza. Przykładem jest tu cała seria wydarzeń narciarskich sponsorowanych przez markę pod hasłem „Sercem z Naszymi”. Wydarzenia związane są z konkursami pucharu świata w skokach narciarskich, ponieważ marka Milka od sezonu 2018/2019 jest sponsorem Kadry „A” Polskich Skoczków Narciarskich. Wydarzenia organizowane w różnych miejscowościach są skierowane do całych rodzin, oferując atrakcje dla wszystkich polskich kibiców. Podczas wydarzeń w ramach akcji „Sercem z Naszymi” Milka zapewnia takie atrakcje jak bar z gorącą czekoladą, strefa VR, gdzie można spróbować skoków narciarskich 3D, fotobudka, strefa relaksu, zabawy i konkursy oraz DJ serwujący muzykę, przy której można tańczyć w towarzystwie fioletowej krowy, do której oczywiście każdy może się przytulić. W trakcie wydarzeń organizowane są również atrakcje okolicznościowe, jak np. podczas wydarzenia w Szczyrku, który odbył się w okresie walentynek; wówczas uczestnicy mieli okazję wysłać fioletowe serce dla polskich skoczków narciarskich (rys. 6).



Rys. 6. Przykładowa akcja okolicznościowa podczas wydarzenia marki Milka
Źródło: <https://www.instagram.com/p/BuGq-ugA05l/> (dostęp: 30.04.2019)

Wydarzenia są jedną z najskuteczniejszych i najbardziej efektywnych metod kreowania pozytywnych doświadczeń konsumentów dlatego w toku przeprowadzonych badań sprawdzono również informacje archiwalne dotyczące wykorzystania przez markę wydarzeń. Stwierdzono dużą ilość okazji do bezpośredniego kontaktu z klientami. Aby zadbać o odpowiednie wrażenia klientów w czasie wydarzeń powiązane z marką, wykorzystywane są bodźce/walory estetyczne, rozrywkowe i angażujące. Walory estetyczne wydarzenia są kluczowym jego elementem ponieważ oddziałują wprost na zmysły uczestników. Odnoszą się one również do pragnienia przebywania w ciekawych miejscach, a dbałość o szczegóły, aranżacja przestrzeni, oświetlenie czy dobór kolorystyki znacząco wpływają

na nastrój wydarzenia i sprawiają, że jego uczestnikom znacznie łatwiej jest je zapamiętać. Warto zadbać również o podarki rozdawane podczas wydarzenia.

Wydarzenie jest idealną okazją do wykorzystania elementów rozrywkowych. Gry, zabawy, konkursy jednoczą uczestników wydarzenia, a jeżeli uczestnicy dobrze się bawią to odbiór całego wydarzenia, jak i poszczególnych jego elementów jest pozytywniejszy. Przykładem wykorzystania przez markę Milka walorów rozrywkowych jest „Letni festiwal. Milka rodzinna przygoda”. Podczas wydarzenia każdy mały i duży smakosz słodczy mógł spróbować czekoladowych pyszności, spędzić rodzinnie czas na łonie natury oraz bawić się podczas koncertów i występów trwających na scenie festiwalowej (rys. 7).

Walor angażujący wspiera inne aspekty kreowania doświadczenia podczas wydarzenia. Skupienie uwagi uczestników na najistotniejszych elementach wydarzenia może być osiągnięte właśnie dzięki stałemu angażowaniu uczestników. Konkursy ułatwiają zapamiętywanie i lepszy odbiór wydarzenia, natomiast jeżeli damy uczestnikom możliwość wypowiedzi, uzyskać można jego zbliżenie do marki i nawiązanie z nią bliższej relacji. Bardzo ciekawym wydarzeniem angażującym uczestników, którego pomysłodawcą była marka Milka, to bicie Światowego Rekordu Guinnessa w przytulaniu (rys. 8). Podczas uroczystego



Rys. 7. Przykład wydarzenia marki Milka wykorzystującego walor rozrywkowy

Źródło: <https://www.karpacz.pl/milka-rodzinna-przygoda-letni-festiwal-milki-z-ciezarowka-pelna-czekolady-1821/e#> (dostęp: 18.05.2019)



Rys. 8. Przykład wydarzenia marki Milka wykorzystującego walor angażujący

Źródło: <https://www.polskieradio24.pl/5/3/Artykul/563629,Swiatowy-rekord-przytulania-pobity-w-Warszawie> (dostęp: 18.05.2019)

odliczania ostatnich sekund wykorzystano konfetti w kolorze fioletowym. Pomysł był częścią kampanii marki pod hasłem: „Śmiało, bądźmy delikatni”. W ramach tej kampanii marka zachęcała Polaków do spontanicznego okazywania sobie uczuć, aby byli bardziej delikatni i okazywali sobie miłość.

Wykorzystanie przytoczonych walorów daje możliwość dotarcia do wyobraźni uczestników. Uwagę zwracały aspekty estetyczne i angażujące, natomiast wydarzenie i emocje pozostaną w pamięci uczestnika na dłużej i będą łączyły z marką pozytywne doświadczenia poprzez wykorzystywanie treści rozrywkowych. Zdecydowanie najskuteczniejsze jest uwzględnienie wszystkich aspektów jednocześnie, w czasie jednego wydarzenia.

Kolejnym przykładem kreowania doświadczeń związanych z marką Milka są różnego rodzaju akcje, kampanie, konkursy, promocje i loterie. W trakcie badań zidentyfikowano kilkadziesiąt zarówno aktualnych, jak i archiwalnych działań tego typu. Marka wykorzystuje szeroki zasób instrumentów, dzięki czemu skutecznie dociera do wielu interesariuszy. Jest to istotne na rynku czekolad, gdzie nie mamy jasno określonej grupy docelowej. Przecież czekoladę jedzą wszyscy bez względu na wiek, płeć, zawód. Działania są podejmowane w dwojaki sposób. Pierwszy to działanie podjęte z inicjatywy służb marki np. loteria i konkurs „Milka i Oreo zgrana para”. Nagrodą główną było sto par rowerów w kolorach Milki i Oreo wraz z ich znakami graficznymi. O wygranej uczestnik był informowany bezpośrednio po zarejestrowaniu dowodu zakupu produktów marki. Drugi sposób polega na organizacji działania we współpracy z innym podmiotem lub marką, jak np. sieć sklepów lub kina. Przykładem jednego z ostatnich działań jest promocja marki Milka i sieci sklepów ABC „Wielka wyprawa z Milka”. Tutaj zasady są podobne jak

w zgranej parze, jednak zakupy produktów Milki muszą być dokonane w konkretnej sieci sklepów.

Klasyfikację zidentyfikowanych w trakcie przeprowadzonych badań akcji, kampanii i konkursów organizowanych dla Milki wraz z przykładami przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Przedsięwzięcia dla marki Milka w badanym okresie

Rodzaj	Przykłady
Odwołujące się do głównych haseł marki: „Najdelikatniejsza przyjemność” i „Stworzono dla przyjemności”.	Śmiało, bądźmy delikatni Kieruj się delikatnością Milka pomnaża delikatność.
Odwołujące się do uczuć i zachowań.	Wybierzmy najmiłsze miasto w Polsce I love Milka. Śmiało, podziel się nagrodą. Milka & Oreo zgrana para.
Odwołujące się do jednego konkretnego produktu lub grupy produktów.	A Ty komu podarujesz swoją ostatnią kostkę? Chwila na Crunchy Break. Wygraj codziennie z ekipą. Ciachnij selfie.
Odwołujące się do wydarzeń lub świąt.	Odkryj magię oczekiwania na Święta.
Wykorzystujące znane i lubiane osoby, wykorzystanie sponsoringu.	Sercem z naszymi.
Odwołanie się do innych wartości np. do dbania o środowisko naturalne.	Milka. Razem dla Tatr.
Organizowane samodzielnie lub w kooperacji z inną marką lub podmiotem.	Skocz po Milka do Tesco. Słodki seans. Wielka wyprawa z milka. Milka inspirowane delikatnością. Poczuj rytm z batonami Milka.

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W świetle przeprowadzonych badań zasadne są następujące spostrzeżenia dotyczące kreowania doświadczeń interesariuszy powiązanych z marką Milka:

- Hasło przewodnie odwołujące się do sfery emocjonalnej: Najdelikatniejsza przyjemność.
- Marka wykorzystuje szeroki zasób instrumentów, dzięki czemu skutecznie dociera do szerokiego grona interesariuszy.
- Sposoby kreowania doświadczeń są atrakcyjne dzięki wykorzystaniu różnorodnych narzędzi.

- Dla marki kreowane są doświadczenia interesariuszy poprzez angażowanie sfer: emocjonalnej, zmysłowej i racjonalnej.
- W działaniach pod emblematem badanej marki dostrzegalne jest odwoływanie się do wartości patriotycznych i lokalnych oraz innych ważnych i aktualnych tematów.
- Działania marketingowe na rzecz marki są spójne, konsekwentne i długofalowe.
- W pewnych aspektach marka Milka edukuje i zwiększa świadomość ekologiczną.
- Duży nacisk w analizowanych przedsięwzięciach kładziony jest na partycypację zainteresowanych w różnorodnych działaniach marketingowych.

Uzasadnione wydaje się spostrzeżenie, że działania z zakresu zarządzania doświadczeniami interesariuszy Milki uznać należy za wartościowe i godne naśladowania oraz generujące wieloaspektowe korzyści dla wszystkich uczestników.

6. Wnioski i rekomendacje

Jednym z kluczowych wyzwań dla współczesnych przedsiębiorców jest dostarczenie wartości interesariuszom przy zachowaniu zrównoważonego wzrostu firmy. Zasadniczym pytaniem zadawanym przez marketerów jest jak efektywne zarządzanie doświadczeniami ludzi powiązanimi z marką przekłada się na wyniki ekonomiczne przedsiębiorstwa, w szczególności w warunkach silnej konkurencji. Doświadczenie to wewnętrzna i subiektywna odpowiedź na bezpośrednią lub pośrednią interakcję zachodzącą między marką (lub powiązaniem z nią przedsięwzięciem) a interesariuszem, podczas całego czasu trwania ich wzajemnej relacji i prowadząca do zaangażowania się na poziomach racjonalnym, emocjonalnym, zmysłowym, fizycznym i duchowym. Uwzględniając fakt, że współcześni nabywcy chętnie angażują się w działania pod emblematem znanej i cenionej marki. Warto dozować bodźce marketingowe adresowane do świadomości i podświadomości interesariuszy kreujące wartość, wpływające na zachowania, sprzyjające tworzeniu odpowiednich doświadczeń i przyczyniające się do zacieśniania relacji człowiek-marka.

Marketerzy zarządzający markami powinni podejmować działania, dzięki którym marki niejako uczestniczą w życiu swoich społeczności. Szczególnie ważne jest nawiązywanie do aktualnych wydarzeń, generowanie content i umożliwianie partycypacji. Liczy się spójność, multimedialność, kreatywność i metodyczne podejście.

Odnosząc się do budowania emocjonalnej relacji między konsumentem a badaną marką, należy podkreślić, że działania brandingowe Milki obejmują: pamięć emocjonalną – komunikowanie przyjemności z samego spożycia czekolady, np. w gronie rodziny; socjalizację – akcje społeczne związane z Milką, np. „Moje miasto się przytuła”; korzyści dla konsumenta – wysoka jakość samej czekolady, receptura oparta na alpejskim mleku; marketing mix – product: wysokiej jakości czekolada, place: bezproblemowa dostępność produktu w całej Polsce, price: marka mainstreamowa, dostępna dla większości Polaków, price index na poziomie 110/100, promotion: oparta na emocjach komunikacja marki,

korzyści od konsumenta – delikatność samej czekolady uwalnia czułość i empatię drzemiącą w każdym z nas, co pozwala budować głębsze i bardziej emocjonalne relacje międzyludzkie.

Przeprowadzone studia literaturowe i badania empiryczne ugruntowały w przekonaniu, że marketerzy zarządzający markami powinni przemyśleć następujące problemy: Czy poprzez programy marketingowe budowane są odpowiednie doświadczenia pracowników, klientów, partnerów, przedstawicieli mediów, internautów, społeczności lokalnej i innych. Czy udaje się spełnić obietnicę składaną przez markę? Czy w procesie oferowania wartości pod emblematem konkretnej marki w wystarczającym stopniu do oczekiwań i trendów, z uwzględnieniem działań największych konkurentów, tworzy się adresatom pozytywne doświadczenia związane z marką. Czy kreowany wizerunek marki pozwala na odróżnienie jej od marek konkurencyjnych. Czy wśród klientów, do których adresowana jest oferta budowana jest lojalność wobec marki. Na ile narzędzia sprzyjające kreowaniu odpowiednich doświadczeń dostosowane są do obecnych uwarunkowań i cechują się kreatywnością i przydatnością dla adresatów. Wreszcie czy wykorzystują możliwości wynikające z postępu społeczno-naukowo-technicznego, a w tym rozwoju Internetu (np. funkcjonalności mediów społecznościowych), czy działań marketingowych.

Autorki zdają sobie sprawę z ograniczonego charakteru zrealizowanych badań jakościowych, dlatego zamierzają je kontynuować na innych obiektach oraz planują ich poszerzenie o badania reakcji i odbioru oraz oceny tego typu przedsięwzięć marketingowych przez zaangażowanych interesariuszy.

Podsumowując, uzyskane wyniki badań ugruntowały przekonanie, że dla marki Milka wykorzystywane są różnicowane narzędzia kreowania doświadczeń i mają one charakter metodyczny, obejmują szerokie kanały komunikacyjne zgodnie ze strategią 360 stopni tj. poprzez wszystkie dostępne kanały komunikacyjne (prasę, radio, TV, outdoor, Internet, a nawet urządzenia mobilne). Skutecznie zaangażowani są interesariusze marki co sprzyja budowaniu silnej społeczności marki zarówno tradycyjnej, jak i wirtualnej. Wieloaspektowe korzyści czerpią wszyscy zaangażowani i budowany jest kapitał rynkowy marki o wyjątkowym i korzystnym wizerunku.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Boguszewicz-Kreff M. 2013. Marketing doświadczeń. Jak poruszyć zmysły, zaangażować emocje, zdobyć lojalność klientów. Warszawa: Wydawnictwo CeDeWu.
- Bowdin i in. 2011 – Bowdin G., Allen J., O'Toole W., Harris R. i McDonnell I. 2011. Events management, 3rd ed., Elsevier Ltd., Great Britain.

- Brakus i in.. 2009 – Brakus J.J., Schmitt B.H., Zarantonello L. 2009. Brand experience: What is it? How is it measured? Does it affect loyalty? *Journal of Marketing* 73(5), s. 52–68.
- Dew R. i Cyrus A. 2018. Customer experience innovation. How to get a lasting market edge. Emerald Group Publishing, United Kingdom.
- Dziewanowska K. i Kacprzak A. 2013. Marketing doświadczeń. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Encyklopedia zarządzania, Koncepcja interesariuszy. [Online] <https://mfiles.pl/pl/index.php/Interesariusze> (Dostęp: 18.07.2019).
- Historia marki. [Online] <https://www.milka.com.pl/marka/history> (Dostęp: 18.06.2019).
- Kacprzak i in. 2015 – Kacprzak A., Dziewanowska K. i Skorek M. 2015. Gospodarka doświadczeń: perspektywa polskiego konsumenta. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kacprzak A. 2017. Marketing doświadczeń w Internecie. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- Keller K.L. 2011. Strategiczne zarządzanie marką. Warszawa: Oficyna a Wolters Kluwer business.
- Krawiec W. i Sibińska A. 2014. Strony WWW w kierunku budowania doświadczenia klienta. *Marketing i Rynek* 8 (CD), s. 498–503.
- Pogorzelski J. 2015. Marka na cztery sposoby. Branding percepcyjny, emocjonalny, społeczny i kulturowy. Warszawa: Wolters Kluwer.
- Questus, Milka. Marka zbudowana na emocjach (case study). [Online] <https://questus.pl/wp-content/uploads/2019/03/questus-milka-case-study-milka-marka-zbudowana-na-emocjach.pdf> (Dostęp: 01.06.2019).
- Raport. [Online] [pl-Raport-KPMG-w-Polsce-Jak-budowac-pozytywne-doswiadczenia-klientow-top-100-brands](https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pl/pdf/2017/05/pl-Raport-KPMG-w-Polsce-Jak-budowac-pozytywne-doswiadczenia-klientow-top-100-brands), <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pl/pdf/2017/05/pl-Raport-KPMG-w-Polsce-Jak-budowac-pozytywne-doswiadczenia-klientow-top-100-brands.pdf>.
- Schmitt B.H. 2011. Experience marketing: concepts, frameworks and consumer insights. NOW The essence of knowledge. Boston – Delft.
- Skorek M. 2019. Społeczność wokół marki. Geneza. Koncepcja. Badania. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Skowronek I. 2012. Marketing doświadczeń. Od doświadczeń klienta do wizerunku firmy. Warszawa: Wydawnictwo Poltext.
- Smilansky S. 2009. Experiential marketing. A practical guide to interactive brand experiences. Kogan Page Limited, London–Philadelphia.
- Strona główna Milka. [Online] <https://www.milka.com.pl/> (Dostęp: 15.05.2019).
- Sztuka emocjonalnego brandingu (temat numeru). *Marketing w Praktyce* 11, 2014, s. 27–55.
- Tarczydło B. 2013. Metodyka kształtowania wizerunku marki. Rozprawy. Monografie nr 298. Kraków: Wydawnictwa AGH.
- Tarczydło B. 2014. Wzbudzanie emocji i kreowanie doświadczeń w kampanii komunikacji marketingowej. *Marketing i Rynek* 4 (CD), s. 159–165.
- Tyszkiewicz R. 2017. Zarządzanie relacjami z interesariuszami organizacji. Warszawa: Placet.

Wpływ wybranych preferencji w podatku CIT na rentowność przedsiębiorstw w Polsce

Streszczenie. Wstąpienie Polski do struktur Unii Europejskiej wiązało się m.in. ze znacznym napływem środków pomocowych. Spośród publikowanych przez Ministerstwo Finansów wartości preferencji podatkowych dotyczących CIT największą jest suma niektórych przychodów zwolnionych na podstawie art. 17 ustawy z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (Dz.U. 1992 Nr 21 poz. 86 z późniejszymi zmianami PODP). Są to m.in. dochody w otrzymanych wysokości nominalnej wartości obligacji skarbowych lub środków pieniężnych czy też dotacje, subwencje, dopłaty i inne nieodpłatne świadczenia związane z zakupem środków trwałych. Na podstawie ww. ustawy wydatki sfinansowane bezpośrednio z niektórych spośród zwolnionych przychodów, a także amortyzacja środków trwałych, zakup których zwrócono podatnikowi w jakiegokolwiek formie, nie stanowią kosztów uzyskania przychodów. Środki te są więc neutralne podatkowo zarówno pod względem przychodów jak i na kosztów z punktu widzenia prawa podatkowego, lecz neutralność ta nie występuje z punktu widzenia ustawy o rachunkowości (ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości – Dz.U. 1994 Nr 121 poz. 591). Trzeba jednak wziąć pod uwagę interpretację sformułowania „sfinansowane bezpośrednio” oraz fakt, że np. samo posiadanie i użytkowanie środków trwałych zakupionych z dotacji niewątpliwie wpływa na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. W tej sytuacji celowe wydaje się zbadanie potencjalnych związków między wartością zwolnionych z CIT przychodów a wynikiem finansowym (rentownością) przedsiębiorstw. Dotychczasowe badania nie uwzględniały jednak tej kwestii, dlatego celem pracy jest próba oceny wpływu tych zwolnień na rentowność przedsiębiorstw w Polsce. Przeprowadzone wyniki analizy statystycznej wskazują, iż w niektórych przypadkach istnieje pozytywna zależność pomiędzy wartością preferencji podatkowych a rentownością przedsiębiorstw w Polsce. Szczegółowo opisano je w drugiej części rozdziału.

Słowa kluczowe: podatek dochodowy, preferencje podatkowe, przedsiębiorstwa

Impact of selected CIT preferences on the profitability of enterprises in Poland

Abstract: Accession of Poland to the structures of the European Union was associated, among others with a significant inflow of state aid. Among the values of CIT preferences published by the Ministry of Finance, the largest sum regards some of the revenues exempted pursuant to art. 17 of the Act of February 15, 1992. on corporate income tax (Journal of Laws of 1992 No. 21 item 86). These include income in the

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Ekonomii, Finansów i Zarządzania Środowiskiem

received amount of the nominal value of treasury bonds or cash as well as subsidies, grants and free benefits related to the purchase of fixed assets. On the basis of the Act, expenses financed directly from some of the exempted revenues, as well as depreciation of fixed assets, the purchase of which has been returned to the taxpayer in any form, do not constitute tax deductible costs. Therefore, these measures are tax neutral both in terms of revenues and costs from the point of view of tax law but this neutrality does not occur from the point of view of the Accounting Act (Journal of Laws of 29th September 1994 No. 121 item 591). However, it is necessary to take into account the interpretation of the phrase "financed directly" and the fact that, for example, the mere possession and use of fixed assets purchased from subsidies undoubtedly affects the functioning of the enterprise. In this situation, it seems appropriate to examine the potential relationships between the value of revenues exempt from CIT and the financial result (profitability) of enterprises. However, research to date has not addressed this issue, which is why the purpose of the article is to attempt to assess the impact of these redundancies on the profitability of enterprises in Poland. The results of the statistical analysis indicate that in some cases there is a positive relationship between the value of tax preferences and the profitability of enterprises in Poland. They are described in detail in the second part of the article.

Keywords: income tax, tax preferences, enterprises

1. Wprowadzenie

Wstąpienie Polski w 2004 r. do struktur Unii Europejskiej (UE) spowodowało napływ środków pomocowych przeznaczonych m.in. dla przedsiębiorstw. Ich wartość zwiększyła się znacząco w latach 2007–2013. Istotną stała się zatem ocena efektów wykorzystania tych środków. Spowodowało to wzrost zarówno ilości jak i poziomu merytorycznego publikacji podejmujących ten temat. Można je przyporządkować do dwóch głównych grup. Pierwsza obejmuje raporty ewaluacyjne przygotowane na zlecenie instytucji publicznych (Konarski, Kotnarowski 2007; Trzeciński 2009; *Ustalenie wartości wybranych wskaźników ekonomicznych dla beneficjentów Regionalnych Programów Operacyjnych* 2015). Druga natomiast to publikacje naukowe prezentujące wyniki przeprowadzonych badań (Wach 2008; Woźniak 2012; Matejun 2015). Małe zainteresowanie budzi natomiast inny obszar pomocy publicznej, jakim są preferencje podatkowe, zwłaszcza dotyczące CIT. Obejmują one zwolnienie z podatku otrzymanych m.in. dotacji, subwencji, dopłat i innych nieodpłatnych świadczeń związanych z zakupem środków trwałych. Jednocześnie nie stanowią kosztów wydatki firm sfinansowane bezpośrednio z niektórych spośród zwolnionych przychodów oraz amortyzacja środków trwałych, których zakup zwrócono podatnikowi w jakiegokolwiek formie. Należy więc zauważyć, iż środki te są zatem neutralne podatkowo z punktu widzenia przychodów jak kosztów. Samo posiadanie i użytkowanie środków trwałych zakupionych np. z dotacji wpływa jednak na funkcjonowanie firm, w tym ich wyniki finansowe ustalone zgodnie z ustawą o rachunkowości. W związku z powyższym, celem pracy jest próba oceny wpływu przychodów zwolnionych na podstawie ustawy PDOP na rentowność przedsiębiorstw w Polsce w latach 2003–2017 (pamiętając, że wspomniana neutralność nie występuje z punktu widzenia ustawy o rachunkowości).

2. Literatura przedmiotu

Oficjalne dane na temat preferencji podatkowych dla przedsiębiorców w Polsce publikowane są od dziewięciu lat. Niektóre z nich są poddawane dodatkowo analizie. Dotychczas dotyczyła ona m.in. stawki podatku od nieruchomości (Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2016 r.), leśnego (Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2015 r.) czy też rolnego (Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2014 r.). Niektórzy autorzy zwracają uwagę, iż skuteczność preferencji podatkowych jest uzależniona od aktualnej fazy cyklu rozwoju gospodarczego. Sugerują zatem, iż powinny być one wprowadzone w fazie ożywienia zamiast recesji, kiedy przedsiębiorcy są raczej skłonni do ograniczania inwestycji (Barczyk 2005). Ponadto przedsiębiorstwa muszą posiadać możliwość sfinansowania inwestycji. Firmy znajdujące się zatem na początkowych etapach rozwoju najczęściej są tego pozbawione (Pohulak-Żołędowska 2005). Niewiele jest jednak wyników badań empirycznych podejmujących tę tematykę. Jednym z nielicznych przykładów jest próba podjęta przez M. Woźniaka i R. Lisowskiego. Wykorzystując narzędzia analizy statystycznej zbadali zależność pomiędzy instrumentami podatkowymi a wartością inwestycji przemysłowych małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) oraz dużych firm. Jej wyniki potwierdziły istnienie takiego związku z pewnym zastrzeżeniem. Im mniejsza firma, tym zależność była silniejsza i dotyczyła większej ilości preferencji podatkowych (Woźniak i Lisowski 2017). Badania te były jednak ograniczone do przedsiębiorstw przemysłowych, a głównym narzędziem analizy była wielowymiarowa analiza statystyczna. Rentowność przedsiębiorstw była też przedmiotem dociekań naukowych. Przykładowo M. Woźniak na podstawie analizy danych statystycznych zauważa, że była ona najwyższa w dużych podmiotach gospodarczych a najniższa w małych firmach. Największa dynamika wzrostu charakteryzowała jednak przedsiębiorstwa średnie (Woźniak 2012). Wskazał, że kapitał własny jest niewystarczającym źródłem finansowania rozwoju MSP. Nie badał on jednak żadnych zależności pomiędzy rentownością przedsiębiorstw a innymi zmiennymi. Taką próbę podjęto przy ocenie wpływu dotacji na rentowność firm-beneficjentów niektórych działań Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka w latach 2007–2013. Wykorzystano podejście kontrfaktyczne, szacując zarówno efekty bezwzględne jak i względne. Wyniki wskazują, że pomimo założonego w dokumentach programu wzrostu efektywności finansowej przedsiębiorstw, które otrzymały ww. pomoc publiczną, nie miało to przełożenia na rzeczywiste wyniki finansowe (Woźniak 2012). Podsumowując należy stwierdzić, iż tematyka zależności pomiędzy preferencjami podatkowymi a rentownością przedsiębiorstw w Polsce nie były dotąd przedmiotem bardziej wnikliwych badań.

3. Metody badawcze i zakres danych

Przeprowadzona analiza statystyczna prowadzona była z wykorzystaniem programów komputerowych *Statistica* oraz *Gretl*, a jako narzędzie badawcze stosowano przyczynowość korelacji w sensie Grangera, przy czym korelacja oznacza związek, ale może być on przypadkowy. Zmienna x jest przyczyną w sensie Grangera zmiennej y , jeżeli bieżące wartości zmiennej y można dokładniej prognozować uwzględniając przeszłe wartości zmiennej x . Konkretyzując wykorzystane narzędzie badawcze przeprowadzono analizę według następującego schematu:

- weryfikacja stacjonarności szeregów czasowych (za pomocą analizy występowania trendu i testy ADF),
- różnicowanie zmiennych niestacjonarnych,
- właściwe badanie przyczynowości (estymowanie modelu).

Badania prowadzono na zgromadzonych (częściowo oszacowanych) i przyporządkowanych do dwóch grup danych. Pierwsza obejmuje wartość następujących zmiennych (potencjalne zmienne objaśniające) (*Preferencje podatkowe w Polsce, 2004–2018*):

- przychody zwolnione ogółem z CIT (wartość nominalna i wartość preferencji),
- przychody zwolnione na podstawie niektórych punktów art. 17, ust.1 PDOP (wartość preferencji),
- straty z lat ubiegłych odliczone przez osoby prawne,
- odliczenia od dochodu w CIT,
- odliczenia od podatku w CIT.

Druga grupa to dane finansowe przedsiębiorstw ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w podziale MSP (zmienne objaśniane) (*Raport „Przedsiębiorczość w Polsce”, 2010–2018*):

- wynik finansowy netto na 1 przedsiębiorstwo (wfn_1f),
- wynik finansowy netto na 1 pracującego (wfn_1p),
- wynik finansowy netto łączny ($wfnl$),
- wynik finansowy brutto łączny ($wnbl$),
- wskaźnik rentowności obrotu brutto ($wrob$),
- wskaźnik rentowności obrotu netto ($wron$).

Należy zaznaczyć, że zmienne drugiej grupy dotyczą zarówno osób fizycznych, jak i osób prawnych. Jednak, wg. podanego źródła (*Raport „Przedsiębiorczość w Polsce”, 2018*) w roku 2016 na 54784 podmioty zatrudniające powyżej 9 osób i prowadzące księgi rachunkowe, aż 45255 stanowiły osoby prawne. Same zaś dane tej grupy dotyczą przedsiębiorstw, które złożyły formularz F-01 (*Raport „Przedsiębiorczość w Polsce”, s. 114, 2018*), czyli prowadzących księgi rachunkowe. Firm takich, zatrudniających powyżej 9 osób, było w 2017 r. 51873. Pozwoliło to na zgromadzenie zbioru danych za lata 2003–2017, obejmującego 30 zmiennych.

Pierwszym etapem analizy było sprawdzenie stacjonarności zmiennych za pomocą weryfikacji występowania trendów oraz testu ADF. Wszystkie zmienne okazały się niestacjo-

narne, dlatego też obliczono pierwsze różnice zmiennych (oznaczane odtąd przedrostkiem „d_”) i na ich bazie prowadzono dalsze obliczenia. W celu wstępnej oceny zależności przyczynowej zbadano korelacje liniowe Pearsona pomiędzy zmiennymi podzielonymi na dwie ww. grupy. Żaden z obliczonych współczynników nie okazał się istotny. Zbadano więc korelacje między przeszłymi wartościami potencjalnych zmiennych objaśniających opóźnionymi o 1 rok, a wartościami zmiennych objaśnianych. Uzyskano 12 dodatnich i istotnych wartości współczynników korelacji, wszystkie pomiędzy zmienną objaśniającą $d_OOP_wn_1$ (różnice wartości nominalnych odliczeń od podatku, opóźnione o 1 rok), a wszystkimi rodzajami różnic wartości zmiennych objaśnianych z tym, że związek dotyczył różnic zmiennych reprezentujących wartości ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz przedsiębiorstwa średnie. W dalszej kolejności zbadano korelacje między przeszłymi wartościami potencjalnych zmiennych objaśniających opóźnionymi o 2 lata, a wartościami zmiennych objaśnianych. Tym razem otrzymano 14 istotnych współczynników korelacji. Stwierdzono związek między:

- $d_PZart17_wp_2$ (różnice wartości preferencji uzyskanych z tytułu przychodów zwolnionych na podstawie niektórych punktów art. 17 ustawy PDOP, opóźnione o 2 lata) a wszystkimi rodzajami różnic wartości zmiennych objaśnianych z tym, że związek dotyczył tylko różnic zmiennych reprezentujących przedsiębiorstwa średnie; korelacje ujemne,
- $d_PZog_wp_2$ (różnice wartości preferencji uzyskanych z tytułu przychodów zwolnionych ogółem z podatku CIT, opóźnione o 2 lata) a większością rodzajów różnic wartości zmiennych objaśnianych z tym, że związek dotyczył tylko różnic zmiennych reprezentujących przedsiębiorstwa średnie; korelacje ujemne,
- $d_SLU_wn_2$ (różnice wartości nominalnych odliczonych w danym roku wartości strat z lat ubiegłych, opóźnione o 2 lata) a trzema rodzajami różnic wartości zmiennych objaśnianych z tym, że związek dotyczył tylko różnic zmiennych reprezentujących przedsiębiorstwa małe; korelacje dodatnie.

Nie stwierdzono natomiast związku między $d_OOP_wn_2$ (różnice wartości nominalnych odliczeń od podatku, opóźnione o 2 lata) a jakąkolwiek zmienną objaśnianą.

W celu ostatecznej weryfikacji występowania zależności przyczynowej pomiędzy kwotami wykorzystanych preferencji podatkowych a danymi finansowymi przedsiębiorstw zbadano występowanie przyczynowości w sensie Grangera pomiędzy tymi wielkościami. Ze względu na małą liczbę danych badano te zależności tylko dla par rozważanych zmiennych przyjmując rząd opóźnienia zmiennych objaśniających równy 1 lub 2 w zależności od wartości obliczonych wcześniej odpowiednich współczynników korelacji. Na tej podstawie estymowany był model VAR(1) lub VAR(2). W tabeli 1 zestawione zostały wyniki badania zależności przyczynowych pomiędzy rozważanymi zmiennymi. Dokładniej, przedstawione zostały tylko pary, w których, na poziomie istotności co najmniej 7% można stwierdzić występowanie zależności przyczynowej i przedstawiono tylko istotne zależności, w których przyczynami są wartości wykorzystanych preferencji podatkowych

Tabela 1. Zależności przyczynowe – wartości p-value

	d_PZart17_wp VAR(2)	d_PZog_wp VAR(2)	d_SLU_wn VAR(2)	d_oop_wn VAR(1)
d_wfn_1f_pow9	–	–	–	0,0001
d_wfn_1f_50_249	0,0520	–	–	0,0001
d_wfn_1p_pow9	–	–	–	0,0001
d_wfn_1p_50_249	0,0613	–	–	0,0001
d_wfbl_pow9	–	–	–	0,0002
d_wfbl_50_249	0,0376	–	–	0,0002
d_wfnl_pow9	–	–	–	0,0001
d_wfnl_10_49	–	–	0,0235	–
d_wfnl_50_249	0,0509	–	–	0,0001
d_wrob_pow9	–	–	–	0,0001
d_wrob_10_49	–	–	0,0324	–
d_wrob_50_249	–	–	–	0,0001
d_wron_pow9	–	–	–	0,0001
d_wron_10_49	–	–	0,0284	–
d_wron_50_249	–	0,0803	–	0,0001

Źródło: opracowanie własne.

a skutkiem wybrane charakterystyki finansowe przedsiębiorstw (pominięto ewentualne odwrotne zależności). W przypadku stwierdzenia występowania zależności przyczynowej podana została informacja o wybranym opóźnieniu w zastosowanym modelu VAR oraz o wartości p-value w teście braku przyczynowości.

Nazwy zmiennych omówiono wyżej, a końcówki w nazwach zmiennych objaśnianych oznaczają:

- pow9 – ogół przedsiębiorstw (bez mikroprzedsiębiorstw),
- 10_49 – małe przedsiębiorstwa,
- 50_249 – średnie przedsiębiorstwa.

Spśród stwierdzonych wcześniej 24 istotnych korelacji, aż 20 okazało się korelacjami przyczynowymi. Jak wynika z tabeli 1 stwierdzono istotny i przyczynowy wpływ 4 zmiennych objaśniających na 14 zmiennych objaśnianych, a mianowicie:

- Zmiany wartości preferencji uzyskanych z tytułu przychodów zwolnionych na podstawie niektórych punktów art. 17 ustawy PDOP wpływają po roku i dwóch

latach (model VAR2) negatywnie (znaki współczynników korelacji i współczynników w modelu ujemne) na:

- zmiany wyniku finansowego netto przypadającego przeciętnie na 1 średnią firmę,
- zmiany wyniku finansowego netto przypadającego przeciętnie na 1 pracownika średniej firmy,
- zmiany wyniku finansowego brutto łącznego w średnich firmach,
- zmiany wyniku finansowego netto łącznego w średnich firmach.

Wpływ ten można interpretować jako skutek inwestowania długoterminowego. Przedmiotowe przychody są wprawdzie neutralne podatkowo, ale z punktu widzenia rachunkowości stanowią pozostałe przychody operacyjne. Z drugiej strony sfinansowane tymi przychodami wydatki są kosztami w myśl ustawy o rachunkowości. Można więc przypuszczać, że oprócz środków zwolnionych z CIT inwestowane są również inne środki finansowe średnich przedsiębiorstw. W innej wielkości firmach takiego związku nie stwierdzono, co nie oznacza (zgodnie z zasadami wnioskowania statystycznego), że on nie istnieje.

- Zmiany wartości preferencji uzyskanych z tytułu przychodów zwolnionych ogółem na podstawie ustawy PDOP wpływają po roku i dwóch latach (model VAR2) negatywnie (znaki współczynników korelacji i współczynników w modelu ujemne) na wskaźnik rentowności obrotu netto w średnich firmach.

Interpretacja tego związku jest trudniejsza. Z jednej strony na przychody zwolnione składa się szereg różnorodnych pozycji (np. dochody z prowadzenia loterii fantowych, dochody uzyskane z działalności gospodarczej prowadzonej na terenie specjalnej strefy ekonomicznej), które są neutralne podatkowo od strony przychodów, ale nie wszystkie są neutralne od strony kosztowej (w sensie: sfinansowane z nich wydatki mogą być kosztami uzyskania przychodów). Poza tym ww. przychody ani sfinansowane nimi wydatki nie są neutralne z punktu widzenia rachunkowości. Uzyskanie zatem takich przychodów może pociągać za sobą większe zaangażowanie innych środków finansowych średnich przedsiębiorstw, a to z kolei może powodować, że w krótkim okresie czasu spada wynik finansowy netto, a więc spada wskaźnik rentowności obrotu netto. Poza tym przyjmując, że przychody zwolnione z CIT są wg. ustawy o rachunkowości pozostałymi przychodami operacyjnymi lub finansowymi, to ich wzrost wpływa negatywnie na wskaźnik rentowności obrotu netto (wartość przychodów całkowitych znajduje się w mianowniku wzoru).

- Zmiany wartości odliczonych w danym roku strat z lat ubiegłych wpływają po roku i dwóch latach (model VAR2) pozytywnie (znaki współczynników korelacji i współczynników w modelu dodatnie) na:
 - zmiany wyniku finansowego netto łącznego w małych firmach,
 - zmiany wskaźnika rentowności obrotu brutto w małych firmach,
 - zmiany wskaźnika rentowności obrotu netto w małych firmach.

Według prawa podatkowego wolno odliczać straty z tego samego źródła przychodów, przez 5 kolejnych lat i nie więcej niż 50% straty z każdego roku. Biorąc więc pod uwagę

otrzymane wyniki wpływ na ww. zmienne objaśniające może mieć nawet strata sprzed siedmiu lat. Odliczona strata podatkowa wpływa na obniżenie podatku dochodowego w danym roku a więc poprzez to na zwiększenie wyniku finansowego netto i wskaźnika rentowności obrotu netto. Samo powstanie straty może być np. skutkiem wcześniejszych inwestycji. To właśnie może tłumaczyć wpływ odliczanej straty na wskaźnik rentowności obrotu brutto. Być może wskaźnik rentowności obrotu brutto rośnie nie z powodu samego odliczania straty, ale właśnie dzięki inwestycjom sprzed kilku lat.

- Zmiany wartości odliczeń od podatku dokonanych w danym roku wpływają po roku (model VAR1) pozytywnie (znaki współczynników korelacji i współczynników w modelu dodatnie) na:
 - zmiany wyniku finansowego netto przypadającego na 1 firmę ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach,
 - zmiany wyniku finansowego netto przypadającego na 1 pracującego w firmie ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach,
 - zmiany wyniku finansowego brutto łącznie w firmach ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach,
 - zmiany wyniku finansowego netto łącznie w firmach ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach,
 - zmiany wskaźnika rentowności obrotu brutto w firmach ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach,
 - zmiany wskaźnika rentowności obrotu netto w firmach ogółem (bez mikroprzedsiębiorstw) oraz w średnich firmach.

Odliczenia od podatku wykazane w statystykach (<https://finanse-arch.mf.gov.pl/cit/statystyki>) to głównie odliczenia z tytułu z art. 20 ust. 1–2b ustawy PDOP. Są to głównie odliczenia podatku zapłaconego za granicą (w przypadku, gdy brak umowy o unikaniu podwójnego opodatkowania) oraz odliczenia zapłaconego podatku od dywidend otrzymanych od zagranicznych spółek zależnych (nie mniej niż 75% udziałów). Jak można przypuszczać na podstawie powyższego zestawienia oraz obliczeń pozytywny wpływ dotyczy przede wszystkim firm średnich a poprzez swoje silne oddziaływanie także wszystkich firm (poza mikroprzedsiębiorstwami). Świadczyć o tym może fakt, że współczynnik korelacji dla 5 spośród 6 ww. związków jest wyższy w przypadku, gdy zmienna objaśniana dotyczy nie ogółu, lecz tylko średnich firm. Interpretacja wpływów jest podobna jak w przypadku strat z lat ubiegłych. Odliczenia od podatku wpływają na jego zmniejszenie a przez to na wzrost wyniku finansowego netto oraz wskaźnika rentowności obrotu netto. Dokładniejsza interpretacja nie wydaje się istotna, gdyż odliczenia od podatku w CIT wykorzystuje niewielka liczba podatników. Przykładowo w rozliczeniu za 2017 rok z tej preferencji skorzystały zaledwie 354 podmioty.

4. Wnioski

Realizowana przez państwo polityka ekonomiczna powinna odnosić założony skutek, zwłaszcza biorąc pod uwagę wartość wykorzystanych środków. Przyjęty przez autorów w pracy cel obejmował zatem próbę oceny wpływu przychodów zwolnionych na podstawie ustawy PDOP na rentowność przedsiębiorstw w Polsce w latach 2003–2017. Przeprowadzone wyniki analizy statystycznej wskazują, iż w niektórych przypadkach istnieje pozytywna zależność pomiędzy wartością preferencji podatkowych a rentownością przedsiębiorstw w Polsce. Zostały one szczegółowo przedstawione w punkcie trzecim rozdziału.

Należy jednak wziąć pod uwagę ograniczenia badań. Po pierwsze trzeba zaznaczyć, że badany szereg czasowy jest stosunkowo krótki. Po drugie analiza wcześniejszych danych byłaby utrudniona z powodu ich trudnej dostępności oraz z powodu zmian w prawie podatkowym, przez co niektóre dane mogą stać się nieporównywalne. Z tego też powodu stosowane testy charakteryzują się małą mocą. W konsekwencji uzyskane wyniki przeprowadzonych badań należy traktować wyłącznie informacyjnie. Oznacza to zatem konieczność prowadzenia dalszych badań z wykorzystaniem jeszcze bardziej zaawansowanych metod analizy.

Niemniej jednak wyniki mogą stanowić przesłankę opracowania wstępnych rekomendacji dla decydentów odnośnie prowadzonych działań oraz ich skutków. Jedną z nich jest dość częsta zmiana regulacji prawnych, co wprowadza niepewność wśród podmiotów gospodarczych. Utrudnia to również ocenę efektów ich wprowadzenia na skutek na przykład wspomnianej nieporównywalności danych statystycznych. Wskazane byłoby zatem ostrożniejsze podejście do zmian w przepisach, zwłaszcza jeżeli mają one istotny charakter dla objętych nimi przedsiębiorstw. Jeżeli mają one być już wprowadzane, powinny stanowić raczej modyfikację, mogącą zwiększyć ich skuteczność.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Barczyk R. 2005. Wpływ dyskrejonalnych instrumentów polityki fiskalnej na zmiany aktywności gospodarczej, *Funkcjonowanie gospodarki polskiej w warunkach integracji i globalizacji*, Szczecin, s. 96–112.
- Konarski R. i Kotnarowski M. 2007. Zastosowanie metody propensity score matching w ewaluacji ex-post [W:] A. Haber (red.) *Ewaluacja ex-post. Teoria i praktyka badawcza*. Warszawa: PARP.
- Koniewski i in. 2015 – Koniewski M., Krupnik S., Skórska P., Turek K., Geodecki T. 2015. Analiza efektów netto wybranych działań Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, z wykorzystaniem podejścia counterfactual impact evaluation w ramach projektu ewaluacyjnego PARP „Barometr innowacyjności”. Raport, PARP, Kraków.

- Matejun M. 2015. Absorpcja wsparcia w zarządzaniu rozwojem mikro, małych i średnich przedsiębiorstw – podejście strategiczne. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
[Online] <https://finanse-arch.mf.gov.pl/cit/statystyki> [Dostęp: 29.09.2019].
- Pohulak-Żołędowska E. 2005. Zastosowanie ulg i zwolnień w podatkach dochodowych a rozwój MSP-ocena, prezentacja wyników badań. Funkcjonowanie gospodarki polskiej w warunkach integracji i globalizacji. Szczecin, s. 155–166.
- Preferencje podatkowe w Polsce. [Online] <https://www.podatki.gov.pl/abc-podatkow/podatki-w-polsce/preferencje-podatkowe-w-polsce/> [Dostęp: 29.09.2019].
- Raport „Przedsiębiorczość w Polsce”. [Online] <https://www.gov.pl/web/przedsiębiorczosc-technologia/przedsiębiorczosc> [Dostęp: 29.09.2019].
- Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2017 roku. Warszawa: UOKiK, 2018.
- Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2016 roku. Warszawa: UOKiK, 2017.
- Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2015 roku. Warszawa: UOKiK, 2016.
- Raport o pomocy publicznej w Polsce udzielonej przedsiębiorcom w 2014 roku. Warszawa: UOKiK, 2015.
- Trzciniński R. 2009. Wykorzystanie techniki propensity score matching w badaniach ewaluacyjnych. Warszawa: PARP.
- Ustalenie wartości wybranych wskaźników ekonomicznych dla beneficjentów Regionalnych Programów Operacyjnych, Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka oraz dla dobranych grup kontrolnych. Raport końcowy. Warszawa: GUS, 2015.
- Ustawa dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (Dz.U. 1992 Nr 21 poz. 86).
- Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości (Dz.U. 1994 Nr 121 poz. 591).
- Wach K. 2008. Regionalne otoczenie małych i średnich przedsiębiorstw. Kraków: Wyd. UEK, 2008.
- Woźniak M. 2012. System wspierania małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce. Kraków: Wydawnictwa AGH.
- Woźniak M. i Lisowski, R.. 2017. Relationship between fiscal instruments and investments of industrial SMEs and LEs in Poland. *Managerial Economics* 17(2), s. 261–275.

Innowacyjne koncepcje zarządzania jakością oparte o *Lean management* i *Six Sigma* – charakterystyka i porównanie

Streszczenie: Zarządzanie jakością stanowi istotny element zarządzania całym przedsiębiorstwem, a rozwijane od lat koncepcje oparte o zarządzanie przez jakość (TQM), *Lean management* i *Six Sigma* są wciąż z powodzeniem stosowane w wielu międzynarodowych przedsiębiorstwach produkcyjnych, usługowych i organizacjach użytku publicznego. Celem pracy jest scharakteryzowanie i porównanie rozwoju obu koncepcji *Lean management* i *Six Sigma*. Analizy wykonano na podstawie krytycznego przeglądu literatury przedmiotu, dotyczącej charakterystyki koncepcji, ich genezy i rozwoju, krytycznych czynników sukcesu i ich praktycznego wykorzystania, szczególnie w kontekście wdrażania innowacyjnych rozwiązań.

Słowa kluczowe: *Lean management*, *Six Sigma*, zarządzanie przez jakość (TQM)

Innovative quality management concepts based on *Lean management* and *Six Sigma* – characteristics and comparison

Abstract: Quality management is an important element of enterprise management, and concepts based on total quality management (TQM), *Lean management* and *Six Sigma*, which have been developed for years, are still successfully used in many international manufacturing, service and public sector organizations. The purpose of this paper is to characterize and compare the development of both *Lean Management* and *Six Sigma* concepts. The analyzes were made on the basis of a critical review of the literature on that field, concerning the characteristics of the concept, their genesis and development, critical success factors and their practical use.

Keywords: *Lean management*, *Six Sigma*, Total Quality Management (TQM)

1. Wprowadzenie

Organizacje niestrudzenie szukają rozwiązań, które pozwolą im zdobyć przewagę nad konkurencją – wykorzystują do tego wszelakie metody, które dzięki swojej innowacyj-

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce

ności usprawniają wytwarzanie produktów i świadczenie usług. Umiejętności i wiedza związana z tworzeniem wysokiej jakości wyrobów i usług, jak się wydaje, jest obecnie głównym elementem budowy przewagi konkurencyjnej na globalnym rynku. Właśnie koncepcje *Lean management* i *Six Sigma* są skutecznymi i sprawdzonymi metodami budowania przewagi konkurencyjnej, stosowanymi przez światowe przedsiębiorstwa już od wielu lat.

Koncepcje zostały opracowane w różnym czasie i w różnych częściach świata o innych kulturach organizacyjnych. Koncepcja *Lean* powstała w latach pięćdziesiątych XX wieku w Japonii i wywodzi się z firmy Toyota, a swą popularność i nazwę zyskała dzięki amerykańskim naukowcom z Massachusetts Institute of Technology (MIT) w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Natomiast *Six Sigma* ma swą genezę w USA, powstała w latach osiemdziesiątych XX wieku w przedsiębiorstwie Motorola. Obie koncepcje są wciąż rozwijane i z powodzeniem stosowane w największych organizacjach na świecie.

Ze względu na ciągły rozwój obu innowacyjnych koncepcji zarządzania jakością, wydaje się zasadne ich omówienie, przedstawienie genezy oraz ukazanie sposobów wdrażania koncepcji w przedsiębiorstwach, a także wzajemne porównanie w celu identyfikacji i analizy czynników je rozróżniających, jak i łączących. Uzyskane wyniki analiz mogą stanowić wkład w badania dalszego rozwoju tych koncepcji, ich integracji, a także przydatny przegląd porównawczy dla praktyków, którzy chcą zastosować te koncepcje.

Metodyka badań oparta została na krytycznym przeglądzie literatury, gdzie można znaleźć charakterystyki poszczególnych koncepcji, stosowane w nich metody, analizy studiów przypadku ich wykorzystywania, a także pewne próby ich porównania z różnych perspektyw. Wydaje się, że wszystkie te przeprowadzone badania mogą być uzupełnione przez kompleksową analizę prowadzącą do określenia kryteriów oraz charakterystyki i oceny koncepcji. Badania zostały w pierwszej kolejności oparte na przeglądzie literatury dla każdego systemu, a następnie próbie porównania uzyskanych wyników według określonych przez autora kryteriów.

2. *Lean management* – geneza i charakterystyka

Koncepcja *Lean management* wywodzi się z systemu produkcyjnego Toyoty (ang. *Toyota Production System*, TPS) opracowanego w latach pięćdziesiątych XX wieku, a jednym z jej twórców był Taichi Ohno. Została ona spopularyzowana w roku 1990 przez naukowców z uniwersytetu MIT (James Womack, Daniel Jones i Daniel Ross), po opublikowaniu przez nich pracy *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*, zawierającej przekrojowe badania benchmarkingowe na temat różnic jakości i produktywności zakładów z przemysłu motoryzacyjnego na świecie. Natomiast sam termin *Lean production* został po raz pierwszy użyty przez Johna Krafcika, w roku 1988, jako określenie systemu produkcji masowej (Krafcik 1988), będącego również człon-

kiem zespołu MIT. Termin ten można tłumaczyć jako szczupła produkcja, ze względu na znaczne ograniczenie wykorzystywanych zasobów, nakładu pracy, potrzebnej przestrzeni, narzędzi oraz czasu produkcji. Jako że koncepcja *Lean manufacturing* była skoncentrowana na efektywności procesów produkcyjnych, powstały kolejne terminy takie jak *Lean thinking* czy też *Lean management* skupiające się na efektywności organizacji jako całości, czyli zarówno na istniejących procesach produkcyjnych jak i procesach usługowych. W szybkim tempie zyskała ona na popularności i uzyskała ogólnościowy zasięg i z powodzeniem rozpoczęto jej stosowanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych, usługowych oraz organizacjach sektora publicznego.

Koncepcja ta została kompleksowo scharakteryzowana w wielu pracach m.in. *Maszyna która zmieniła świat* (Womack i in. 2007), *Lean thinking – szczupłe myślenie. Eliminowanie marnotrawstwa i tworzenie wartości w przedsiębiorstwie* (Womack i Jones 2012) oraz *Droga Toyoty. 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata* (Liker 2016).

Lean management jest sposobem zarządzania przedsiębiorstwem, którego głównym celem jest wprowadzenie na wszystkich płaszczyznach funkcjonowania przedsiębiorstwa szczupłego zarządzania. Skupia się na konsekwentnym minimalizowaniu marnotrawstwa we wszelkich aspektach działalności przedsiębiorstwa, nie ograniczając się jedynie do wewnętrznego funkcjonowania przedsiębiorstwa, ale na całym łańcuchu dostaw, w którym centralną pozycję zajmują klienci, ich potrzeby i oczekiwania. Marnotrawstwo oznacza wszelką działalność, która wykorzystując zasoby nie prowadzi do wytworzenia żadnej wartości dodanej. Takie czynności nazywane są japońskim określeniem *muda*, na które składa się siedem rodzajów strat, które zostały opracowane przez Taichi Ohno. Jego najważniejsze typy marnotrawstwa to: nadprodukcji, czasu (oczekiwanie), transportu, zbędnego przetwarzania, składowania (zapasy), ruchu, produkowania wadliwych produktów (Ohno 2008). Koncepcja *Lean* polega m.in. na upraszczaniu działania procesu, na usunięciu z niego zbędnych operacji, przyspieszeniu jego przepływu, maksymalnym ograniczeniu kosztów działalności oraz wykorzystywanych zasobów z jedną ważną uwagą, że działania te nie powinny wykluczać możliwości dostarczenia klientowi produktu czy też usługi o najwyższej jakości. Istotna jest tu zasada *Just-in-Time*, która polega na osiągnięciu sytuacji, gdzie właściwe elementy są zawsze dostarczane w odpowiednim czasie i w odpowiednim miejscu a także charakteryzują się odpowiednią jakością. *Lean* kładzie duży nacisk na tworzenie relacji partnerskich z wszystkimi firmami oraz osobami, powiązanych z działalnością przedsiębiorstwa. Dodatkowo charakteryzuje się także innym podejściem do pracownika i jego roli w organizacji. Istotne jest w niej przywództwo, zaangażowanie pracowników, ich ciągły rozwój poprzez odpowiednie kształcenie i szkolenia (*Lean leadership*) oraz ciągłe doskonalenie realizowanych procesów (*Kaizen*).

Lean management jest szczególnie przeznaczony dla menedżerów zorientowanych na długoterminowe cele i posiadających jasną wizję swojego przedsiębiorstwa (Womack i Jones 2012). Menedżerowie są zobowiązani do stworzenia właściwej kultury organi-

zacyjnej skoncentrowanej na wysokiej jakości procesów „dobrze za pierwszym razem” i ciągłym poszukiwaniu problemów i możliwych ulepszeń w procesach (Liker 2016).

Koncepcję *Lean* definiuje się za pomocą pięciu zasad, które prezentują jej ogólną charakterystykę (Womack i in. 2007):

- jasne określanie, które procesy i operacje przynoszą wartość widzianą z punktu klienta,
- identyfikacja i klasyfikacja wszystkich czynności niezbędnych w procesie wytwarzania oraz tych będących marnotrawstwem,
- modyfikacja przepływu wartości w celu eliminacji zakłóceń,
- podążanie za wymogami klienta,
- dążenie do perfekcji i ciągłej minimalizacji marnotrawstwa.

Wdrożenie tej koncepcji w działalność przedsiębiorstwa wymaga zastosowania całego szeregu różnych dostępnych zasad, systemów i metod, które mają na celu usprawnienie funkcjonowania przedsiębiorstwa zgodnie z koncepcją *Lean*. Należą do nich m.in.: *Just-in-Time*, *Jidoka*, system *PULL*, *Kanban*, *One-Piece Flow*, praca standardowa, zarządzanie wizualne, *5S*, *SMED*, *VSM*. Należy pamiętać, że ich wybór zależy od branży i samej specyfiki danego przedsiębiorstwa. Niekoniecznie muszą być stosowane wszystkie jednocześnie.

3. Six Sigma – geneza i charakterystyka

Koncepcja *Six Sigma* została rozwinięta w przedsiębiorstwie Motorola w latach osiemdziesiątych XX wieku. Mimo wdrożenia wielu programów poprawy jakości, Motorola nie potrafiła skutecznie konkurować z japońskimi przedsiębiorstwami, a jakość jej produktów wciąż była niska. W 1987 r. kierownictwo Motoroli wyciągnęło z tych inicjatyw wnioski i zdecydowało o konieczności budowy jednolitego i spójnego programu poprawy jakości. Dzięki zaangażowaniu w ten program kluczowych postaci firmy jakimi byli Mikel Harry, Bill Smith oraz Bob Galvin w Motoroli narodziły się podstawy koncepcji *Six Sigma*. Następnie została ona znacząco rozwinięta przez General Electric (GE) i kolejne przedsiębiorstwa (m.in. Allied Signal), które zaczęły ją z powodzeniem wykorzystywać w swojej strategii biznesowej (Pande i in. 2000). Motorola, w ciągu kilku lat stosowania programu *Six Sigma*, zredukowała koszty złej jakości z 40% produkcji całkowitej do 1%, osiągając wysoki poziom jakości wyrobów, jednocześnie dążąc do 3,4 błędu na milion możliwości ich popełnienia, czyli poziomu *Six Sigma* (Pande i in. 2000). W 1993 r. zainspirowany sukcesem Motoroli, Larry Bossidy prezes Allied Signal, postanowił przyjąć system *Six Sigma*. Krótco po nim, Jack Welch, prezes i dyrektor generalny GE, wprowadził ten innowacyjny system zarządzania jakością w swoim przedsiębiorstwie i uczynił z metody *Six Sigma* koncepcję oraz sposób pracy (ang. *The way we work*). GE wypracowało i wprowadziło swoją odmianę metody nazywając ją właśnie *Six Sigma*, według

Welcha to ta koncepcja i filozofia zdecydowała o podniesieniu marży zysku operacyjnego firmy.

Six Sigma stała się światowym standardem doskonalenia procesów, tworząc zestaw metod wykorzystywanych w ustrukturyzowanym cyklu DMAIC składającego się z pięciu faz *Define – Measure – Analyze – Improve – Control* (Harry i Schroeder 2005). Po tę metodę w kolejnych latach sięgały w zasadzie wszystkie największe światowe korporacje działające w wielu branżach (m.in. Fiat, Sony, SKF, Whirpool, Axa) osiągając często wymierne korzyści finansowe. Prawidłowo wdrożona *Six Sigma* przynosi szereg korzyści dla przedsiębiorstwa, które nie tylko mają charakter finansowy, możemy do nich zaliczyć m.in.: wzrost zadowolenia klientów, zmianę kultury, rozwój produktu/usługi, zwiększoną produktywność oraz efektywność procesów, redukcję kosztów i wiele innych korzyści, które wynikają z wykorzystania pełnego potencjału przedsiębiorstwa tkwiącego w infrastrukturze i zasobach ludzkich. Rezultatem są produkty i usługi wykonane taniej, lepiej i w krótszym czasie.

Nie istnieje jedna definicja tej metodyki, a wielu autorów przedstawia własne, bardzo odmienne próby jej zdefiniowania, spoglądając z różnych perspektyw. Nie ma w tym nic dziwnego, bo *Six Sigma* może przyjmować różne zindywidualizowane formy w każdej organizacji, łącząc się ze strategią i kulturą firmy czy też stając się jedną z wielu metod rozwiązywania problemów. Stosunkowo często cytowaną w literaturze definicją jest ta zaproponowana przez Pande (Pande i in. 2000), stanowiąca, że *Six Sigma* to: kompleksowy i elastyczny system osiągania, podtrzymywania i maksymalizowania sukcesu biznesowego. Kieruje się ścisłym zrozumieniem potrzeb klientów, oparciem się na faktach, wykorzystaniem danych i analiz statystycznych oraz zwracaniem uwagi na zarządzanie, poprawę i odkrywanie procesów biznesowych. Ta definicja ukazuje fundamentalne zasady prowadzące do uwolnienia potencjału *Six Sigma* w każdej organizacji.

Metodykę *Six Sigma* można scharakteryzować kilkoma fundamentalnymi zasadami:

- realizuje cele biznesowe,
- skupia się na zrozumieniu potrzeb klientów i ich zaspokajaniu,
- opiera się na faktach,
- wykorzystuje szereg metod analitycznych i statystycznych (statystycznej analizy danych),
- stara się znaleźć i wyeliminować przyczyny błędów, prowadząc do radykalnego zmniejszenia ilości wad,
- zmierza do istotnej redukcji zmienności procesów,
- wykorzystuje podejście projektowe w strukturze biznesowej przedsiębiorstwa,
- oparta jest na klarownym podziale odpowiedzialności i obowiązków.

4. Porównanie koncepcji *Lean* i *Six Sigma*

Między *Lean* i *Six Sigma* występuje zarówno szereg podobieństw, jak i różnic. Mimo że zostały opracowane w różnych miejscach, wykorzystują podstawowe zasady wywodzące się z ewolucji podejścia do jakości rozpoczętego w Japonii po II wojnie światowej i są mocno zakorzenione w koncepcji zarządzania przez jakość (TQM) (Dahlgaard 2006). Ich prekursorami były zasady głoszone przez Taylora, Deminga, Jurana czy też Feigenbauma. Zostały one jednak inaczej zastosowane w obu koncepcjach. Należałoby także wspomnieć, że *Six Sigma* wykorzystuje znacznie szereg amerykańskich teorii i zasad związanych ze statystyczną analizą procesu Shewharta oraz „zero defektów” Crosbiego. Każda z tych koncepcji ma szereg zalet i ograniczeń, które rozróżniają je od siebie. Często jednak występuje niezrozumienie wzajemnych podobieństw, różnic i relacji pomiędzy nimi, w wyniku czego zostały poddane wielu krytykom.

Istnieje szereg publikacji, w których autorzy dokonali przeglądu literatury ze względu na różne cechy obu koncepcji. Lande i in. (2016) przeprowadzili kompleksowy przegląd literatury na temat krytycznych czynników sukcesu *Six Sigma*. Yadav i Desai (2016) skupili się na *Lean Six Sigma*, a DeBlois i Lepanto (2016) nad zasadami ciągłego doskonalenia zarówno w *Lean* jak i *Six Sigma*. W swoich badaniach Prasanna i Vinodh (2013) twierdzą, że *Lean* i *Six Sigma* powinny być stosowane jednocześnie, aby osiągnąć wspólny cel. Abu Bakar i in. (2015) podjęli próbę przeglądu literatury na temat kluczowych czynników sukcesu dla połączonych koncepcji *Lean Six Sigma*. Natomiast Muraliraj i in. (2018) analizował trendy badawcze dla obu koncepcji prezentowane w literaturze przedmiotu. Kolejne badania przekrojowe nad tym tematem można znaleźć (Albliwi i in. 2015; Zhang i in. 2012).

Analizując różne teorie dotyczące obu koncepcji Muraliraj (Muraliraj i in. 2017), stwierdził że wszystkie zidentyfikowane przez autorów teorie mają do odegrania pewną rolę we wdrożeniu lub przyjęciu koncepcji *Lean* i *Six Sigma*. Niemniej jednak kilka z nich ma kluczowe znaczenie dla uzasadnienia mechanizmu działania koncepcji, zaliczył do nich m.in. koncepcje zarządzania przez cele, organizację uczącą się, zarządzanie wiedzą, zarządzanie zasobami oraz teorię systemów. Występują tutaj też różnice między koncepcjami, np. koncepcja zarządzania przez cele jest bardziej związana z podstawowymi zasadami *Six Sigma* niż *Lean* (Muraliraj i in. 2017), zwłaszcza jeśli chodzi o wykorzystanie kluczowych wskaźników efektywności (KPI).

Dodatkowo można by tu wspomnieć o zarządzaniu projektami i zarządzaniu zmianą, które są istotne z punktu widzenia wdrażania *Lean*, a zwłaszcza realizacji projektów *Six Sigma*. Umiejętności i możliwości organizacyjne, pod względem szybkiej adaptacji do zmiennego otoczenia są kluczowe, gdy chodzi o budowanie przewagi konkurencyjnej, a mogą się objawiać poprzez szybką adaptację i modyfikowanie procedur operacyjnych, w celu ciągłego doskonalenia i dostosowania do otoczenia przez przedsiębiorstwa, co jest istotnym elementem zarządzania zmianą.

W przeprowadzonych badaniach Linderman i in. (2003) wykazał brak jednolitych podstaw teoretycznych dla koncepcji *Six Sigma*, która według jego opinii oferuje jedynie najlepsze praktyki jako podstawę do badań naukowych. Sformułowanie i rozpoznanie przydatnych teorii mogłyby lepiej wyjaśnić koncepcje, a także pomóc sformułować jedną wspólną definicję *Six Sigma*, o czym wspomniano już powyżej.

Porównując obie koncepcje, ze względu na kluczowe czynniki sukcesu, na podstawie badań ankietowych Alhurashi i in. (2017) wykazał, że kluczowe czynniki dla obu z nich są dość podobne, lecz ich ocena ważności jest zdecydowanie różna. Wyżej została oceniona ważność czynników dla koncepcji *Lean*, a oceny ekspertów charakteryzowały się mniejszą zmiennością niż dla *Six Sigma*. Wśród czterech najważniejszych czynników wyróżnił: zaangażowanie najwyższego kierownictwa i wsparcie z jego strony, komunikację, zaangażowanie pracowników i połączenie metody i realizowanych projektów ze strategią biznesową przedsiębiorstwa. Te czynniki występowały dla obu koncepcji, tylko że na różnej pozycji w pierwszej czwórce. Komunikacja była ważniejsza w *Lean* a połączenie ze strategią biznesową ważniejsze w *Six Sigma*.

Obie te koncepcje są trudne do implementacji w przypadku braku odpowiedniej kultury organizacyjnej opartej na podstawowych zasadach TQM (Dahlgaard i Dahlgaard-Park 2006). Dopiero odpowiednie zaangażowanie pracowników na wszystkich szczeblach organizacji począwszy od najwyższego kierownictwa, poprzez kierownictwo średniego szczebla po pracowników liniowych, daje podstawy do skutecznego stosowania obu koncepcji.

W *Six Sigma* zbyt dużą koncentrację przywiązuje się do szkolenia pracowników w wykorzystaniu narzędzi i metod, a zbyt małą do zrozumienia czynnika ludzkiego i budowy kultury organizacyjnej, w której potrzeby pracowników są rozumiane i przestrzegane (Dahlgaard i Dahlgaard-Park 2006). Dodatkowo, realizowane szkolenia (zarówno *Lean* jak i *Six Sigma*) obejmują bardzo różny zakres tematyczny i różnią się znacznie podejściem, zestawem narzędzi i czasem trwania (Bendell 2006), co powoduje różne ich rozumienie.

Często występuje brak formalnego powiązania wdrażania obu koncepcji ze strategią i jej bieżącą realizacją w organizacji oraz zbyt dużym naciskiem na redukcję kosztów, sprowadzając te koncepcje do metod „redukcji kosztów”. Choć „obniżenie kosztów” jest istotne, to nie powinno być jedynym aspektem brany pod uwagę przez menedżerów. Koszt reprezentuje ważny aspekt wydajności procesu – ale sam w sobie nie odpowiada za skuteczność spełnienia wymagań klienta (Czy to co robisz rzeczywiście jest potrzebne klientowi?; Czy czasem nie gubi się rzeczywistej możliwości poprawy procesu?).

Koncepcja *Six Sigma* jest często krytykowana za tendencję wykorzystania mocno skomplikowanych metod, w przeciwieństwie do koncepcji *Lean*, która krytykowana jest za swoją prostotę i małą liczbę stosowanych metod (Bendell 2006). Czy jednak są to słabości? Wydaje się, że czasami potrzebujemy zarówno zaawansowanych i jak i prostych metod, a zależy to od napotkanego problemu. Rozwiązując problem biznesowy związany

z dużą wadliwością w procesie technologicznym bardziej właściwym podejściem będzie *Six Sigma*, w przeciwieństwie do problemu z zakłóceniem prawidłowego przebiegu procesu i występującymi nieefektywnymi czynnościami w procesie, gdzie lepszy będzie *Lean*.

Kolejne czynniki mogące wpływać na wdrożenie koncepcji *Lean* wykazał Rossiter Hofer (Rossiter Hofer i in. 2011) porównując wdrożenie koncepcji *Lean* w Chinach i USA. Stwierdził, że czynniki gospodarcze, społeczno-kulturowe i regulacyjne mogą mieć wpływ i stanąć na przeszkodzie w implementacji koncepcji *Lean*.

Lean i *Six Sigma* mogą się wzajemnie uzupełniać, występują wtedy pod nazwą *Lean Six Sigma* lub *Lean Sigma*. Rozwój tego podejścia nastąpił z początkiem XXI wieku (Byrne i in. 2007), wtedy to po raz pierwszy użyto pojęcia *Lean Six Sigma (LSS)*. Istnieje jednak wiele praktycznych przykładów występowania niezgodności, a nawet konfliktów między tymi koncepcjami, które doprowadziły do nieoptymalnych procesów i programów doskonalenia. Ponadto połączenie to jest różnorodnie rozumiane i realizowane. Najczęściej jedno z tych podejść ma charakter dominujący, w ten sposób do *Six Sigma* dodawane są dodatkowe narzędzia *Lean*, które mogą być zastosowane przez członków zespołu. W bardziej zintegrowanym połączeniu *LSS* skupia się zarówno na eliminacji marnotrawstwa, jak i na redukcji zmienności, działając w ustrukturyzowanym cyklu DMAIC i wykorzystując szereg narzędzi analitycznych, statystycznych i typowo *Lean*-owych, aby osiągnąć satysfakcję klienta, biorąc pod uwagę jakość, dostawy i koszty.

5. Podobieństwa i różnice w koncepcjach *Lean* i *Six Sigma*

Autorskie spojrzenie na obie koncepcje przedstawiono w tabeli 1, w której zidentyfikowano kryteria porównawcze, przedstawiono ich charakterystyki i dokonano ich oceny ze względu na podobieństwo w obu koncepcjach. Z przeprowadzonej analizy widać, że koncepcje dość mocno się różnią, jednak w kilku kryteriach można doszukać się ich podobieństw.

Tabela 1. Podobieństwa i różnice w koncepcjach *Lean* i *Six Sigma*

Kryterium	<i>Lean</i>	<i>Six Sigma</i>	Stopień podobieństwa
Pochodzenie	Toyota od lat pięćdziesiątych XX wieku	Motorola lata osiemdziesiąte XX wieku i później rozwijana przez GE od lat dziewięćdziesiątych XX wieku	brak
Źródło koncepcji i fundamentalnych zasad	Fundamentalne zasady Total Quality Control (TQC) i zarządzania przez jakość (TQM)	Fundamentalne zasady Total Quality Control (TQC) i zarządzania przez jakość (TQM) wzbogacone zasadami statystycznej analizy procesu Shewharta	duże

Tabela 1. cd.

Kryterium	<i>Lean</i>	<i>Six Sigma</i>	Stopień podobieństwa
Podstawy koncepcji	Eliminacja czynności nie dających wartości dodanej	Brak defektów (3,4 DPMO)	brak
Zasady	Eliminacja marnotrawstwa i przyspieszenie przepływu procesu	Redukcja zmienności i doskonalenie procesu	brak
Cel	Maksymalizacja produktywności	Maksymalizacja wyników biznesowych	średnie
Orientacja	Skupienie się na procesie	Skupienie się na procesie	duże
Metodyka	Brak jednolitego podejścia. Może być oparty na cyklu <i>PDCA</i> (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) czy też przebiegać według etapów: analiza wartości dodanej, upłynnienie i przyspieszenie przepływu procesu, standaryzacja i doskonalenie	Cykle <i>DMAIC</i> (<i>Define-Measure-Analyze-Improve-Control</i>) lub <i>DMADV</i> (<i>Define-Measure-Analyze-Design-Verify</i>)	brak
Złożoność	Nieskomplikowana metodologia, łatwa do zrozumienia i wdrożenia podstawowych metod	Złożona metodologia, oparta na statystycznej analizie danych	małe
Zespół i role	Interdyscyplinarne zespoły oraz zespoły organizowane na podstawowych jednostkach organizacyjnych (brygady, zespoły), większe nastawianie na zaangażowanie wszystkich pracowników	Interdyscyplinarne zespoły złożone z wyszkolonych członków na różnych poziomach umiejętności, mniejsze zaangażowanie pozostałych pracowników	średnie
Role	Lean Lider, Kaizen Lider, Value Stream Owner	Black Belt, Green Belt, Yellow Belt, wspieranych przez Master Black Belta i Championa (sponsor)	brak
Przeznaczenie	Produkcja i usługi	Produkcja i usługi	duże
Efekty główne	Skrócenie <i>lead time</i> (czasu przejścia przez proces) i zwiększenie efektywności procesu	Redukcja zmienności procesu i kosztów	małe
Pozostałe efekty	Redukcja marnotrawstwa, redukcja zapasów, zwiększenie produktywności, poprawa jakości, poprawa morale pracowników, zwiększenie satysfakcji klienta, zmiana kultury organizacyjnej	Realizacja celów biznesowych, redukcja defektów, zwiększenie zadowolenia stron zainteresowanych (właściciele i klientów)	średnie
Stosowane metody	Metody analityczne	Metody analityczne i zaawansowane metody statystyczne	małe

Tabela 1. cd.

Kryterium	<i>Lean</i>	<i>Six Sigma</i>	Stopień podobieństwa
Korzyści finansowe	Rezultaty często mają charakter nie materialny i dotyczą oszczędności miękkich, występują trudności przy wycenie oszczędności	Rezultaty mają charakter materialny, są stosunkowo łatwo mierzalne i skupiają się na oszczędnościach twardych	średnie
Kultura organizacyjna	Tworzenie kultury opartej na eliminacji marnotrawstwa, angażowanie wszystkich pracowników w spojrzenie na proces z punktu widzenia klienta	Tworzenie kultury organizacyjnej skoncentrowanej na eliminowaniu problemów i doskonaleniu procesów	średnie
Szkolenia	Szkolenia metodyczne i zwiększające świadomość pracowników, obejmujące wszystkich pracowników	Mocno wyspecjalizowane i intensywne szkolenia wybranych grup pracowników	małe
Kluczowe czynniki sukcesu i ich ważność	Zaangażowanie najwyższego kierownictwa i wsparcie z jego strony, komunikacja (czynniki oceniane jako kluczowe)	Zaangażowanie najwyższego kierownictwa i wsparcie z jego strony, połączenie metody i realizowanych projektów ze strategią biznesową przedsiębiorstwa (czynniki oceniane jako bardzo istotne)	średnie
Krytycyzm	Redukcja elastyczności, zbyt duża koncentracja na pracownikach i związana z tym presja, zbyt dużo zasad i niewiele metod	Brak zaangażowania wszystkich pracowników, mniejsza orientacja na zmianę kultury organizacyjnej, problem z pozyskaniem i duży koszt pozyskania danych do analiz, zbyt mocne skupienie się na metodach statystycznych	brak

Źródło: opracowanie własne.

6. Podsumowanie

Zarządzanie jakością stanowi istotny element zarządzania całym przedsiębiorstwem, a rozwijane od lat koncepcje *Lean management* i *Six Sigma* przyczyniają się do poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw i usprawniają ich funkcjonowanie. Każda z tych koncepcji może być wdrażana indywidualnie, ale jak to też wskazano mogą one być łączone i wdrażane równocześnie. Należy podkreślić, że zarówno jedno jak i drugie podejście ma unikalne cechy i zalety oraz charakteryzuje się pewnymi ograniczeniami. Można powiedzieć, że koncepcje te ukazują różną drogę prowadzącą do poprawy jakości procesów i zwiększenia zadowolenia klienta, czy też innych interesariuszy.

Podczas gdy koncepcja *Lean* odgrywa ważną rolę w eliminowaniu marnotrawstwa i skupia się na analizie wartości dodanej dla klienta oraz upłynnieniu i przyspieszeniu przepływu procesu, *Six Sigma* dzięki wykorzystaniu metod statystycznych i szeregu technik analitycznych, redukuje zmienność procesu i podnosi organizację na wyższy poziom wydajności.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Albliwi i in. 2015 – Albliwi S.A., Antony J. i Lim S.A.H. 2015. A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal* 21(30), s. 665–691.
- Alhuraish i in. 2017 – Alhuraish I., Robledo C. i Kobi A. 2017. A comparative exploration of Lean manufacturing and Six Sigma in terms of their critical success factors. *Journal of Cleaner Production* 164, s. 325–227.
- Bendell T. 2006. A review and comparison of Six Sigma and the Lean organizations. *The TQM Magazine* 18(3), s. 255–262.
- Byrne i in. 2007 – Byrne G., Lubowe D. i Blitz A. 2007. Using a Lean Six Sigma approach to drive innovation. *Strategy & Leadership* 35(2), s. 5–10.
- Dahlgaard J. i Dahlgaard-Park S. 2006. Lean production, Six Sigma quality, TQM and company culture. *The TQM Magazine* 18(3), s. 263–281.
- Deblois S. i Lepanto L. 2016. Lean and Six Sigma in acute care: a systematic review of reviews. *International Journal of Health Care Quality Assurance* 29(2), s. 192–208.
- Harry M. i Schroeder R. 2005. *Six Sigma wykorzystanie program jakości do poprawy wyników finansowych*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna.
- Krafcik J.F. 1988. Triumph of the Lean Production System. *Management Review* 1, s. 41–45
- Liker J. 2016. Droga Toyoty. 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata. MT Biznes.
- Linderman i in. 2003 – Linderman K., Schroeder R.G., Zaheer S. i Choo A.S. 2003. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management* 21(2), s. 193–203.
- Muraliraj i in. 2018 – Muraliraj J., Zailani S. i Santha C. 2018. Annotated methodological review of Lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma* 9(1), s. 2–49.
- Ohno T. 2008. *System Produkcyjny Toyoty: Więcej niż produkcja na dużą skalę*. Wrocław: ProdPress.
- Pande i in. 2000 – Pande P. i Neuman R. i Cavanagh R. 2000. *The Six Sigma way*. New York: McGraw-Hill.
- Prasanna M. i Vinodh S. 2013. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. *Journal of Engineering, Design and Technology* 11(3), s. 224–250.
- Rossiter i in. 2011 – Rossiter Hofer A., Hofer, C., Eroglu, C. and Waller, M.A. 2011. An institutional theoretic perspective on forces driving adoption of lean production globally: China vis-à-vis the USA. *The International Journal of Logistics Management* 22(2), s. 148–178.
- Womack J. i Jones D. 2012. *Lean thinking – szczupłe myślenie. Eliminowanie marnotrawstwa i tworzenie wartości w przedsiębiorstwie*. Wrocław: ProdPress.
- Womack i in. 2008 – Womack J., Ross D. i Jones D. 2008. *Maszyna która zmieniła świat*. Wrocław: ProdPress.
- Yadav G. i Desai T.N. 2016. Lean Six Sigma: a categorized review of the literature. *International Journal of Lean Six Sigma* 7(1), s. 2–24.
- Zhang i in. 2012 – Zhang Q., Irfan M., Khattak M., Zhu X. i Hassan M. 2012. Lean Six Sigma: a literature review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business* 3(10), s. 599–605.

Analiza popytu i jego determinanty jako element zarządzania przedsiębiorstwem branży kwiatowej

Streszczenie: Podstawowym celem hurtowników rynku kwiatowego jest dostarczenie klientom kwiatów ciętych, zapewniając duży ich wybór oraz dostępność przez cały rok przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości towarów. Sprostanie temu celowi wymaga umiejętności dostosowania zaopatrzenia do panującego popytu w czasie. Niezbędnych informacji może dostarczyć analiza kształtowania się sprzedaży kwiatów ciętych w poszczególnych okresach.

W pracy omówiono specyfikę rynku oraz produktu, który charakteryzuje się krótkim czasem trwałości i ograniczonym czasem magazynowania. Celem analizy było ukazanie zmienności popytu na kwiaty cięte z perspektywy tygodnia oraz identyfikacja czynników, które są głównym wyznacznikiem zmienności zapotrzebowania na ten asortyment. Do badań wykorzystano dane sprzedażowe wybranych kwiatów ciętych, pochodzące z przedsiębiorstwa branży kwiatowej, działającego na obszarze województwa małopolskiego.

Słowa kluczowe: zmienność popytu, analiza dynamiki sprzedaży, towar o krótkim czasie trwałości

Analysis of demand and its determinants as an element of enterprise management in the flower industry

Abstract: The main purpose of flower market wholesalers is to provide customers with cut flowers, ensuring their large selection and availability throughout the year, while maintaining the high quality of the offered goods. Meeting this goal requires the ability to adapt the supply to the prevailing demand in time. Necessary information can provide the analysis of sales cut flowers in particular periods.

The paper discusses the specificity of the market and product, which is characterized by relatively short durability and limited storage time. The aim of the analysis was to show the variability of demand for cut flowers from the perspective of the week and to identify factors that are the main determinants of the volatility of demand for this assortment. The sales data of selected cut flowers were used for the research.

The sales data of selected cut flowers from the flower industry company operating in the Lesser Poland Voivodeship were used for the research.

Keywords: demand volatility, commodity with short durability, sales dynamics analysis

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Inżynierii Zarządzania

1. Wprowadzenie

Handel hurtowy kwiatami należy do bardzo wyspecjalizowanej branży, wymagającej dużego doświadczenia ze względu na nietrwałość produktów i ich szczególną podatność na wiele czynników o charakterze patogennym i środowiskowym. To z kolei wymaga sprawnego opanowania logistyki i dystrybucji począwszy od zakupu kwiatów, ich transportu, poprzez magazynowanie. Specyfika towaru, zmieniający się silnie popyt są głównym problemem z jakim zmagają się przedsiębiorcy tej branży. Popyt jest jednym z trzech elementów rynku. Jego poziom, kierunek rozwoju i charakter wpływają na rozwój danego sektora i jego siłę konkurencyjną (De Kleijn i Heybroek 1992). W przedsiębiorstwach rynku kwiatowego decyzje podejmowane w procesie zakupów powinny być takie, aby zapewnić ciągłość procesu sprzedaży. Aby jednak było to możliwe przedsiębiorstwa muszą posiadać odpowiednią informację na temat wielkości przyszłej sprzedaży w danych jednostkach czasu (Cieślak 1997).

Przedmiotem badań była analiza sprzedaży kwiatów ciętych. Kluczowym celem badań było ukazanie zmienności popytu na kwiaty cięte z perspektywy tygodnia, a także jej zależności od wybranych czynników pozaekonomicznych, które są jej głównym wyznacznikiem. Do analizy sprzedaży kwiatów ciętych zastosowano miary dynamiki oraz wykorzystano proste metody statystyczno-matematyczne posługując się wskaźnikami procentowymi oraz wielkościami średnimi. Analizowane dane to tygodniowa sprzedaż kwiatów ciętych w 2018 r. w przedsiębiorstwie branży kwiatowej działającej na obszarze województwa małopolskiego. W badaniach uwzględniono najpopularniejsze w naszym kraju gatunki kwiatów ciętych, które są dostępne przez cały rok.

Obserwacja wyników z przeprowadzonych badań pozwala ocenić rolę determinantów w kształtowaniu popytu na kwiaty cięte oraz zmiany jego poziomu w czasie, co jest istotną wiedzą dla hurtowników rynku kwiatowego, gdyż umożliwia to zmniejszenie ryzyka niedopasowania poziomu zamówień do panującego popytu.

2. Determinanty zmienności zapotrzebowania na kwiaty cięte

Dynamika zmienności zapotrzebowania na kwiaty cięte oraz ich krótki czas trwałości są podstawowym problemem z jakim zmagają się hurtownicy branży kwiatowej. Wielkość popytu na kwiaty i preferencje nabywców charakteryzują znaczne zróżnicowanie i zmienność wynikające ze specyfiki samego produktu i jego użyteczności. Kwiaty cięte są towarem szczególnie nietrwałym, który bardzo szybko traci swoje walory dekoracyjne, co skutkuje ich ograniczonym czasem magazynowania. Podjęcie właściwych decyzji w procesie zaopatrzenia wymaga poznania potrzeb nabywców, preferencji rynku, a także ich determinantów, co przekłada się na konkretne zachowania zakupowe. Dlatego bieżą-

ca wiedza o preferencjach jest warunkiem koniecznym do odniesienia sukcesu przedsiębiorstw branży kwiatowej, gdyż niedobory towaru mogą spowodować zakłócenia funkcjonowania organizacji lub straty, natomiast nadmiar towaru powoduje między innymi wzrost kosztów.

Specyfika rynku kwiatowego opiera się na dynamicznych zmianach społeczno-ekonomicznych zachodzących na przestrzeni ostatnich lat, w tym między innymi (Jabłońska 2007): zmieniająca się konkurencja (np. zwiększająca się liczba na rynku dużych centrów handlowych), wdrażanie innowacji (np. elektroniczna giełda kwiatowa), czynniki kulturowe związane z tradycją, zmieniające się upodobania i potrzeby konsumentów. Równocześnie następujące zmiany w popycie, polegają między innymi także na zmniejszaniu jego sezonowości, poszerzaniem liczby imion, coraz częstszym obchodzeniem urodzin, obniżeniem się rangi niektórych świąt i pojawieniem nowych. Wyznacznikiem zmieniającego się zapotrzebowania na kwiaty cięte w ciągu roku są między innymi zdarzenia i zjawiska, które wykazują specyficzną okresowość związaną z kalendarzem (święta, popularne imieniny, imprezy okolicznościowe) i przebiegają odmiennie w zależności od dnia tygodnia czy miesiąca. Są one głównym warunkiem wystąpienia przyszłego zapotrzebowania na kwiaty cięte w poszczególnych tygodniach roku.

3. Materiał i metody

Przedmiotem badań było określenie wielkości popytu na kwiaty cięte, a także jego zależności od wybranych czynników pozaekonomicznych. Popyt był analizowany w ujęciu ilościowym [szt.]. Analizowane dane to szereg czasowy reprezentujący tygodniową sprzedaż wybranych kwiatów ciętych w 2018 r., przynoszące znaczną część dochodu w przedsiębiorstwie, gdyż są najchętniej nabywane na krajowym rynku oraz są na nim dostępne przez cały rok.

Identyfikacja czynników pozaekonomicznych, które w szczególności mają wpływ na tygodniową zmienność popytu na kwiaty cięte, opierała się na analizie kalendarza 2018 r. Do tego celu wykorzystano kalendarz z datami świąt: państwowych, kościelnych oraz międzynarodowych obchodzonych w województwie małopolskim. Uwzględniono tylko te święta i zdarzenia, które w rzeczywistości mają wpływ na zmieniający się popyt (sprzedaż kwiatów ciętych). W procesie analizy zidentyfikowano dwadzieścia jeden czynników w postaci świąt, popularnych imienin, imprez okolicznościowych itp. Zidentyfikowane czynniki w postaci alfabetycznej przedstawiono w tabeli 1.

Ocena dynamiki sprzedaży polega na ustaleniu stopnia jej wzrostu lub spadku w badanych okresach. Do tego celu stosowane są takie miary jak przyrost względny lub indeksy dynamiki. Dynamikę zmienności zapotrzebowania na kwiaty cięte w skali tygodnia przedstawiono przy pomocy indeksu o postawie zmiennej (przyrost względny łańcuchowy), za którą przyjęto tygodniową sprzedaż kwiatów ciętych w sztukach.

Tabela 1. Czynniki warunkujące zmienność zapotrzebowania w ciągu roku na kwiaty cięte

Lp.	Nazwa Święta
1	Boże Ciało
2	Boże Narodzenie
3	Dzień Babci
4	Dzień Dziadka
5	Dzień Kobiet
6	Dzień Matki
7	Dzień Nauczyciela
8	Dzień Ojca
9	Dzień Zakochanych (Walentynki)
10	Konstytucja 3 Maja
11	Najświętszej Mari Panny, Matki Kościelnej
12	Niedziela Palmowa
13	Ostatki
14	Popularne Imieniny
15	Rozpoczęcie roku szkolnego
16	Święto Niepodległości
17	Wielkanoc
18	Wniebowzięcie Najświętszej Mari Panny
19	Wszystkich Świętych
20	Zakończenie Roku Szkolnego
21	Zielone Świątki

Źródło: opracowanie własne na podstawie (www.kalendarzswiat.pl).

3.1. Miary dynamiki sprzedaży (indeksy statystyczne) – charakterystyka metody

Celem analizy dynamiki sprzedaży jest określenie prawidłowości zmian sprzedaży w czasie oraz ustalenie, jaki wpływ na jej poziom w kolejnych okresach lub momentach obserwacji mają wybrane grupy przyczyn. Prawidłowości w kształtowaniu się sprzedaży w czasie opisują indeksy statystyczne. Jeśli badana zmienna jest jednorodna, czyli sumowana, wyznacza się wskaźniki indywidualne, takie jak (Rószkiewicz 2002):

1. Przyrost absolutny, określający absolutną zmianę wielkości lub wartości zjawiska w analizowanym okresie w stosunku do okresu bazowego (ustalonego), według wzoru:

$$\Delta y = y_1 - y_0 \quad (1)$$

gdzie:

- y_1 – określa poziom zjawiska w okresie badanym,
- y_0 – określa poziom zjawiska w okresie podstawowym stanowiącym punkt odniesienia w ocenie dynamiki.

2. Przyrost względny jednopodstawowy (o podstawie stałej), określający relatywną zmianę poziomu zjawiska w badanym okresie do okresu bazowego, według wzoru:

$$T_c = \frac{y_t - y_c}{y_c} = \frac{y_t}{y_c} - 1 \quad (2)$$

gdzie:

- $\frac{y_t}{y_c} - 1 = i_{t/c}$ – jest indeksem o stałej podstawie, odnoszącym poziom zjawiska w badanym okresie do poziomu jednego, wybranego okresu.

3. Przyrost względny łańcuchowy, określający relatywną zmianę poziomu zjawiska w badanym okresie w stosunku do okresu poprzedniego, według wzoru:

$$T_t = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (3)$$

gdzie:

- $\frac{y_t}{y_{t-1}} = i_{t/(t-1)}$ – jest indeksem łańcuchowym odnoszącym poziom zjawiska w badanym okresie do poziomu z okresu poprzedniego.

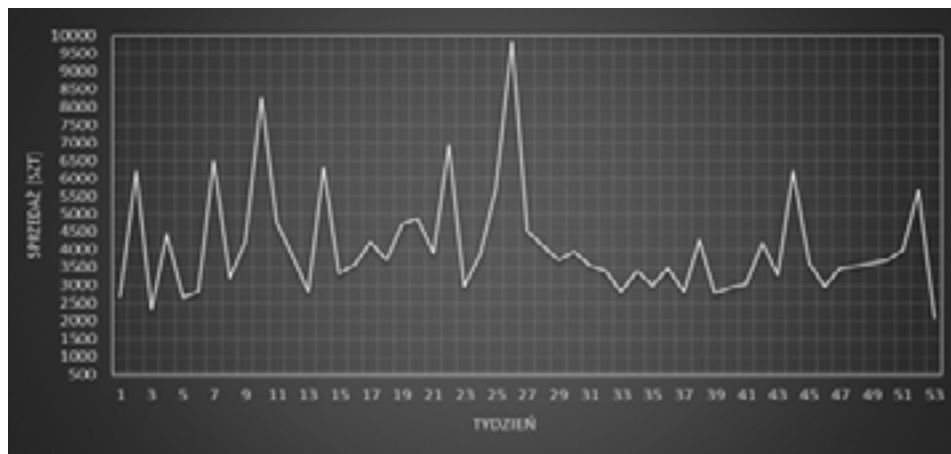
4. Przeciętne tempo zjawiska (wzrostu lub spadku), uśredniające zmiany obserwowane w co najmniej trzech porównywalnych okresach, według wzoru:

$$\bar{T} = n-1 \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n i_{t/(t-1)}} - 1 \quad (4)$$

Średniookresowe tempo zmian to wskaźnik, który informuje, o ile procent, przeciętnie zmienił się poziom zjawiska z okresu na okres w całym przedziale czasowym objętym obserwacją.

4. Wyniki badań

Szereg czasowy tygodniowej sprzedaży kwiatów ciętych w 2018 roku przedstawia wykres na rysunku 1. Z analizy danych wynika, że szereg charakteryzuje się różną specyfiką i wzorcem tygodniowego zapotrzebowania na kwiaty cięte. Widoczna jest wyraźna zmienność i dynamika tygodniowej sprzedaży kwiatów ciętych. Na pięćdziesiąt trzy tygodnie sprzedażowe trzydzieści trzy tygodnie charakteryzują się występowaniem zdarzeń i zjawisk wynikających z kalendarza, natomiast dwadzieścia tygodni charakteryzują się ich brakiem. Podstawowe parametry opisowe tygodniowej sprzedaży kwiatów zawarto w tabeli 2.



Rys. 1. Tygodniowa sprzedaż kwiatów ciętych w 2018 roku

Źródło: opracowanie własne, na podstawie rzeczywistej sprzedaży kwiatów w przedsiębiorstwie kwiatowym

Tabela 2. Parametry opisowe tygodniowej sprzedaży kwiatów

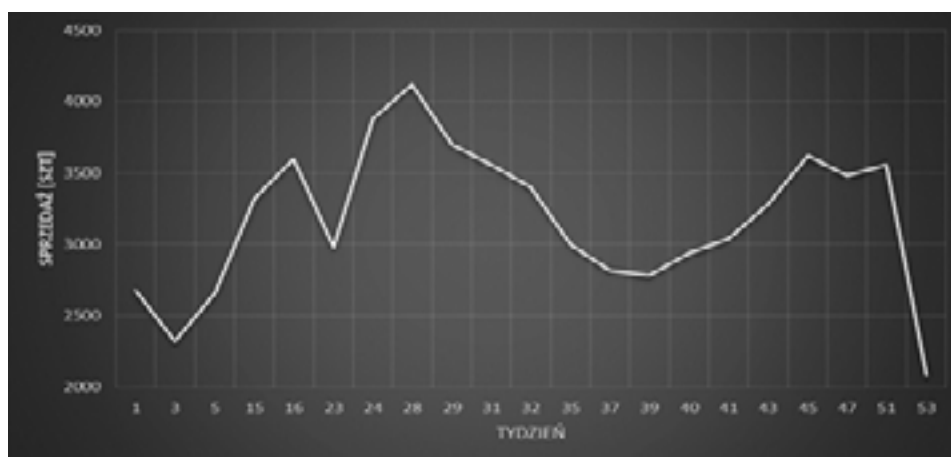
Parametr statystyczny	Wartość
Średnia [szt.]	4 053
Odchylenie standardowe [szt.]	1 548
Współczynnik zmienności [%]	38%
Kurtoza [+]	3,47
Skośność [+]	1,53
Mediana	3 700

Źródło: opracowanie własne, na podstawie rzeczywistej sprzedaży kwiatów w przedsiębiorstwie kwiatowym.

Szereg czasowy sprzedaży kwiatów (rys. 1) cechuje się swoistymi parametrami statystycznymi. Średnia tygodniowa sprzedaż kwiatów wynosi 4053 szt. z odchyleniem standardowym 1548 szt., co skutkuje współczynnikiem zmienności na poziomie 38%. Dodatnia wartość współczynnika skośności informuje, że rozkład sprzedaży charakteryzuje się asymetrią prawostronną, czyli świadczy o przewadze obserwacji niskich i średnich przy stosunkowo nielicznych, lecz wyraźnie większych pomiarach. Kurtოza powyżej zera informuje, że występuje znaczna koncentracja obserwacji wokół średniej (co daje wyraz w większej smukłości krzywej rozkładu) – znaczna część obserwacji jest podobna do siebie, a obserwacji znacznie różniących się od siebie jest mało.

W celu przejrzystego i syntetycznego przedstawienia wyników badań, sprzedaż kwiatów ciętych podzielono na dwa okresy: sprzedaż w tygodnie charakteryzujące się występowaniem zdarzeń wynikających z kalendarza (święta, popularne imieniny, imprezy okolicznościowe) oraz sprzedaż w tygodnie charakteryzujące się ich brakiem. Podziału tygodni dokonano w oparciu o kalendarz roku 2018. Kształtowanie się szeregu czasowego sprzedaży kwiatów w tygodnie charakteryzujące się brakiem świąt przedstawiono na rysunku 2. Rysunek 3 ukazuje sprzedaż kwiatów w tygodnie charakteryzujące się występowaniem świąt.

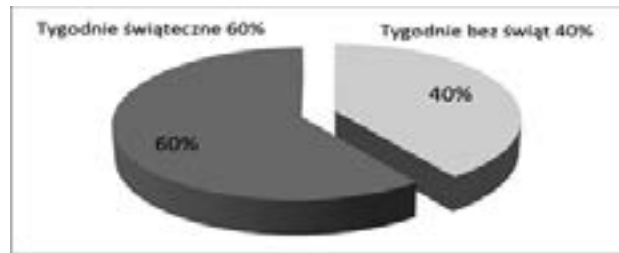
Wyniki badań ukazują, że sprzedaż kwiatów ciętych w tygodniach charakteryzujących się brakiem świąt, stanowi 40% rzeczywistej wielkości sprzedaży w ciągu roku, natomiast sprzedaż w tygodniach charakteryzujących się występowaniem świąt, kiedy to zmienność popytu jest szczególnie wyraźnie widoczna, stanowi 60% rzeczywistej wielkości sprzedaży w ciągu roku (rys. 4).



Rys. 2. Sprzedaż kwiatów ciętych w tygodnie charakteryzujące się brakiem świąt w 2018 roku
 Źródło: opracowanie własne, na podstawie rzeczywistej sprzedaży kwiatów w przedsiębiorstwie kwiatowym



Rys. 3. Sprzedaż kwiatów ciętych w tygodnie charakteryzujące się występowaniem świąt w 2018 roku
 Źródło: opracowanie własne na podstawie rzeczywistej sprzedaży kwiatów w przedsiębiorstwie kwiatowym



Rys. 4. Tygodniowa sprzedaż kwiatów ciętych w 2018 roku
 Źródło: opracowanie własne na podstawie rzeczywistej sprzedaży kwiatów w przedsiębiorstwie kwiatowym

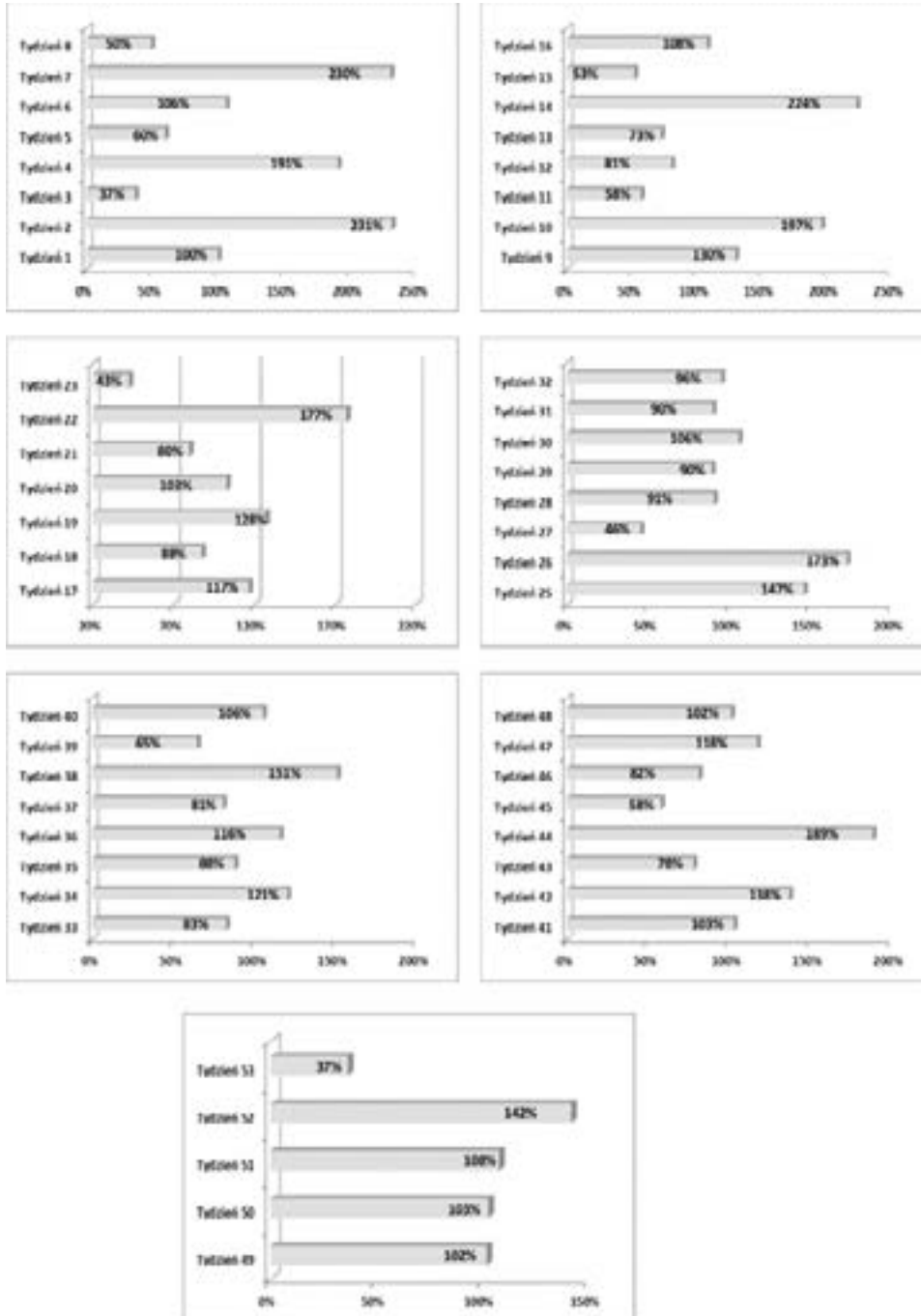
Do oceny poziomu tygodniowej sprzedaży kwiatów ciętych wykorzystano wskaźniki dynamiki, łańcuchowy przyrost względny o podstawie zmiennej (3). Dynamikę tygodniowej sprzedaży kwiatów ciętych przedstawia tabela 3. Wyniki przedstawiają procentowy wzrost bądź spadek tygodniowej sprzedaży kwiatów w stosunku do tygodnia poprzedniego. Tabelę uzupełniają wykresy obrazujące tempo zmian tygodniowej sprzedaży kwiatów w 2018 roku (rys. 5).

Uzyskane wyniki (tab. 3) dla tygodni, które charakteryzują się występowaniem świąt informują, że tygodniowa sprzedaż kwiatów ciętych wrosła w stosunku do tygodnia poprzedniego średnio o 50%, a ich tygodniowa sprzedaż spadała w stosunku do tygodnia poprzedniego średnio o 27%.

Tabela 3. Dynamika tygodniowej sprzedaży kwiatów ciętych w 2018 roku

Numer tygodnia	Święto	Łączuchowy przyrost względny o podstawie zmiennej	Numer tygodnia	Święto	Łączuchowy przyrost względny o podstawie zmiennej
Tydzień 1	NIE	1,00	Tydzień 28	NIE	-0,09
Tydzień 2	TAK	1,31	Tydzień 29	NIE	-0,10
Tydzień 3	NIE	-0,63	Tydzień 30	TAK	0,06
Tydzień 4	TAK	0,91	Tydzień 31	NIE	-0,10
Tydzień 5	NIE	-0,40	Tydzień 32	NIE	-0,04
Tydzień 6	TAK	0,06	Tydzień 33	TAK	-0,17
Tydzień 7	TAK	1,30	Tydzień 34	TAK	0,21
Tydzień 8	TAK	-0,50	Tydzień 35	TAK	-0,12
Tydzień 9	TAK	0,30	Tydzień 36	TAK	0,16
Tydzień 10	TAK	0,97	Tydzień 37	NIE	-0,19
Tydzień 11	TAK	-0,42	Tydzień 38	TAK	0,51
Tydzień 12	TAK	-0,19	Tydzień 39	NIE	-0,35
Tydzień 13	TAK	-0,27	Tydzień 40	NIE	0,06
Tydzień 14	TAK	1,24	Tydzień 41	NIE	0,03
Tydzień 15	NIE	-0,47	Tydzień 42	TAK	0,38
Tydzień 16	NIE	0,08	Tydzień 43	NIE	-0,22
Tydzień 17	TAK	0,17	Tydzień 44	TAK	0,89
Tydzień 18	TAK	-0,12	Tydzień 45	NIE	-0,42
Tydzień 19	TAK	0,28	Tydzień 46	TAK	-0,18
Tydzień 20	TAK	0,03	Tydzień 47	NIE	0,18
Tydzień 21	TAK	-0,20	Tydzień 48	TAK	0,02
Tydzień 22	TAK	0,77	Tydzień 49	TAK	0,02
Tydzień 23	NIE	-0,57	Tydzień 50	TAK	0,03
Tydzień 24	NIE	0,30	Tydzień 51	NIE	0,08
Tydzień 25	TAK	0,47	Tydzień 52	TAK	0,42
Tydzień 26	TAK	0,73	Tydzień 53	NIE	-0,63
Tydzień 27	TAK	-0,54			

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z przedsiębiorstwa branży kwiatowej.



Rys. 5. Przyrost względny sprzedaży kwiatów – punkt odniesienia o podstawie zmiennej tydzień do tygodnia
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z przedsiębiorstwa branży kwiatowej

W tygodnie charakteryzujące się brakiem występowania świąt sprzedaż kwiatów wzrastała w stosunku do tygodnia poprzedniego średnio o 12%, natomiast sprzedaż spadała o 32%. Najwyższy spadek sprzedaży kwiatów widoczny jest w tygodniu trzecim oraz pięćdziesiątym trzecim, kiedy w stosunku do tygodni poprzednich spadła o 63%. Tygodnie te charakteryzują się brakiem świąt (tab. 3).

Wzrost i spadek sprzedaży kwiatów w poszczególnych tygodniach roku spowodowany jest występowaniem świąt lub ich brakiem, przy czym kierunek i siła zależności w przypadku poszczególnych świąt jest różna, co potwierdzają uzyskane wyniki badań (tab. 3, rys. 5).

5. Podsumownie

Hurtownicy rynku kwiatowego muszą przewidzieć zapotrzebowanie na kwiaty cięte w nadchodzącym horyzoncie czasowym, jakim jest tydzień. Odchylenia od rytmicznego przebiegu procesu zaopatrzenia i sprzedaży pociągają za sobą straty wynikające z niesprzedanej liczby kwiatów albo straty wynikające z niewykorzystanego popytu w pewnych okresach (tygodniu), co wiąże się z nadmiernymi kosztami. Systematyczne monitorowanie wielkości sprzedaży kwiatów ciętych w poszczególnych okresach (tydzień) może przyczynić się do ograniczenia ryzyka strat wynikającego z podejmowanych decyzji o ilości zamówień kwiatów na dany horyzont czasowy jakim jest tydzień. Bez dobrego planowania, organizacji i kontroli procesu zaopatrzenia oraz procesu sprzedaży nie jest możliwe zapewnienie usług na odpowiednim poziomie (Bendkowski i Radziejewska 2005).

Otrzymane wyniki badań ukazują dynamikę zmienności zapotrzebowania na kwiaty cięte z perspektywy tygodnia w ciągu roku. Badając wskaźniki tempa zmian można zaobserwować pewne okresowe zmiany poziomu sprzedaży kwiatów ciętych. Konieczne jest obserwowanie zjawiska przez kilka lat w celu pozyskania informacji czy dany rok był typowy, czy też w jakiś sposób nieprzeciętny. Obserwacje te mogą mieć wpływ na trafność podejmowanych decyzji w procesie zaopatrzenia, co jest niezmiernie ważne w przypadku asortymentu o krótkiej trwałości jakim są kwiaty cięte. Hurtownie rynku kwiatowego powinny zwracać szczególną uwagę między innymi na:

- krótki czas trwałości produktów,
- warunki atmosferyczne,
- święta ruchome,
- losowe zapotrzebowanie,
- zmieniającą się ciągle modę,
- tradycje świąteczne,
- wiele innych czynników, które mają wpływ na zmienność popytu na kwiaty cięte w poszczególnych okresach i dążyć do ciągłego doskonalenia działań zarządzania tego typu asortymentem (Kutyba i Mikulik 2016).

Tygodniowa zmienność popytu na kwiaty cięte determinowana jest czynnikami wynikającymi z kalendarza w postaci świąt, popularnych imiennin, imprez okolicznościowych itp., co potwierdzają wyniki badań. Przy czym kierunek i siła zależności w przypadku poszczególnych czynników jest różna. W bardzo wysokim stopniu popyt determinowany był takimi świętami jak: Dzień Kobiet, Walentynki, Dzień Matki, Dzień Ojca oraz Wszystkich Świętych. W tych okresach (tygodniach) zauważalny jest znaczny wzrost sprzedaży kwiatów ciętych. Rynek kwiatów w zależności od daty będzie się kształtował w różny sposób. Dynamika zmienności zapotrzebowania na kwiaty widoczna jest również w tygodniach, które charakteryzują się brakiem występowania zdarzeń wynikających z kalendarza (święta, popularne imienniny, imprezy okolicznościowe), co potwierdzają wyniki badań. Zmienność ta wynika z czynników losowych takich jak: zdarzenia incydentalne, warunki atmosferyczne, zachowania ludzkie, zmieniające się trendy mody itp. (Girapunthong i in. 2003).

Wyniki z przeprowadzonych analiz mogą być pomocne przy wyborze odpowiedniego modelu prognostycznego, jak również w budowie optymalnego modelu wspomagania decyzji w procesie zaopatrzenia. Z przeprowadzonej analizy wynika, że zasadne może się okazać budowanie prognozy zapotrzebowania na kwiaty cięte osobno dla tygodni świątecznych i tygodni charakteryzujących się ich brakiem. Wiedza o popycie i preferencjach nabywców jest podstawą trafnych decyzji podejmowanych w procesie zaopatrzenia w przedsiębiorstwach handlowych.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Bendkowski J. i Radziejewska G. 2005. Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej.
- Cieślak M. 1997. Prognozowanie gospodarcze. Warszawa: PWN.
- De Kleijn E.H.J.M. i Heybroek A.M.A. 1992. A View of International Competitiveness in the Flower Bulb Industry. Rabobank, Nederland.
- Girapunthong i in. 2003 – Girapunthong N., Ward, Ronald W. 2003. Demand divers for fresh-cut flowers and their substitutes: An application of household expenditure allocations models, Economics Association Annual Meetings, Montreal, Canada, July 27–30, 2003.
- Jabłońska L. 2007. Ekonomiczne aspekty rozwoju sektora kwiatarskiego w Polsce. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Kułyba A. i Mikulik J. 2016. Analiza dynamiki wielkości sprzedaży jako element wspomagania decyzji w sferze zaopatrzenia na przykładzie przedsiębiorstwa branży kwiatowej [W:] Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej 3. Kraków: Wyd. AGH, s. 245–257.
- Rószkiewicz M. 2002. Narzędzia statystyczne w analizach marketingowych. Warszawa: Wyd. C.H. Beck.

Rezultaty procesu szkoleniowego prowadzonego metodami tradycyjnymi i w formie *edutainment*

Streszczenie. Niniejsze badanie dotyczy pomiaru skuteczności szkoleń prowadzonych metodami tradycyjnymi oraz w formie *edutainment* (połączenie edukacji z rozrywką, przy czym, celem jest przede wszystkim edukacja, zaś forma rozrywki jest wyłącznie sposobem uatrakcyjnienia lub ukrycia przekazu o charakterze edukacyjnym). W pracy dokonano przeglądu literatury i zaprezentowano studium przypadku przedsiębiorstwa handlowego, stanowiącego filię organizacji ponadnarodowej. Źródłem danych była jednostka szkoleniowa firmy – Akademia. Celem badania była identyfikacja czynników wpływających na satysfakcję i ocenę procesu szkoleniowego, a także diagnoza oczekiwań w aspekcie zróżnicowanych pod względem formy szkoleń. Czynnikiem gwarantującym osiągnięcie ponadprzeciętnych wyników przez przedsiębiorstwo jest zbieżność jego celów i osób zatrudnionych, która w znaczący sposób oddziałuje na kierunek rozwoju pracowników i działań podejmowanych w ramach systemów szkoleniowych. Na przestrzeni lat podejście do tematu szkoleń pracowniczych uległo znaczącej zmianie. Obecnie nie są one traktowane jako wydatek, ale jako inwestycja, sposób na zwiększenie poziomu motywacji, rozwój kompetencji.

Słowa kluczowe: szkolenia, ocena szkoleń, efektywność szkoleń, *edutainment*, metody szkoleniowe

The results of the training process carried out in the traditional way and *edutainment* form

Abstract: This study is concerned with measuring the effectiveness of the training process conducted using traditional methods and in the form of *edutainment* (combining education with entertainment, the aim being primarily education, and the form of entertainment is only a way to make or hide the educational message). The author based its considerations on the literature section and the case study of a commercial enterprise constituting a branch of a transnational organization. The source of data was the company's training unit – the Academy. The source of data was the company's training unit – the Academy. The aim of the study was to identify factors affecting the satisfaction and evaluation of the training process as well as the diagnosis of expectations towards different types of training. The factor that guarantees the achievement of an above-average results by the company is the convergence of its objectives with the objectives of the people employed. This convergence has a significant impact on the direction of

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem

employees' development and activities undertaken as part of training systems. Over the years, the approach to this topic has changed significantly. Currently, trainings are not treated as an expense, resulting in the preparation of the employee for employment, but as a way to increase the level of motivation, development of competencies. Therefore, it seems reasonable to conduct theoretical and empirical considerations related to the discussed issues.

Keywords: trainings, trainings evaluation, trainings efficiency, edutainment, training methods

1. Wprowadzenie

Zmiany zachodzące w obszarze zarządzania dotyczą również systemu edukacji, w tym kształcenia ustawicznego. Odpowiedzią na wyzwania współczesnej gospodarki, która wraz z postępującą globalizacją, rozwojem rynków, nowych technologii i trendów bardzo szybko eskaluje, jest rozwój pracowników i ich kompetencji. Nieustanny rozwój pracowników jest fundamentem powodzenia przedsiębiorstwa, ponieważ decyzje podejmowane przez jednostki, budują pozycję całej organizacji. Jednym z gwarantów osiągnięcia jak najlepszych wyników przez przedsiębiorstwo jest zbieżność jego celów z celami osób zatrudnionych (Lewicka i in. 2019, za Olaniyan i Ojo 2008). W dzisiejszej rzeczywistości gospodarczej szkolenia traktowane są jako forma usługi, której sprzedaż rządzi się podobnymi prawami rynkowymi jak sprzedaż innych dóbr. Duże znaczenie przypisuje się sprawności i efektywności szkoleń. Praktykom zarządzania zależy na wysokiej wydajności pracowników, ponieważ koszty osobowe stanowią dla nich duży wydatek. Chcą, aby inwestycja w szkolenie przełożyła się wymiennie na wyniki pracy – jakość i wzrost wydajności, dlatego dokładają starań, aby zwiększać skuteczność i atrakcyjność realizowanych projektów szkoleniowych. Ważną kwestią pozostaje dopasowanie formy i przekazu wiedzy do dzisiejszego, często mocno zdigitalizowanego odbiorcy usług szkoleniowych, obejmująca np. *e-learning* czy grywalizację (Krasnova i Cewińska 2014). Nie bez znaczenia pozostaje atrakcyjny sposób spędzania czasu podczas szkoleń, tak aby pracownicy byli zadowoleni i bardziej zmotywowani. Standardowe metody szkoleniowe ulegają zdevaluowaniu.

Odpowiedzią na zmieniające się potrzeby, tj. czerpanie ze szkolenia wiedzy i nabywanie nowych umiejętności w przyjemny, miły sposób, połączony z rozrywką i wypoczynkiem, jest prowadzenie szkoleń w formie *edutainment* (Łaguna i Kozak 2015). Nurt *edutainment* bardzo dobrze odpowiada na te potrzeby organizacji, wzmacniając i rozwijając pracowników przy wykorzystaniu unikalnego połączenia rozrywki i edukacji. Szkolenie musi mieć więc – oprócz bogatej zawartości merytorycznej – atrakcyjną formę. Proces szkoleniowy obejmuje kilka etapów. Jednym z najczęściej opisywanych w literaturze jest model systematyczny, zgodnie z którym proces złożony jest z czterech sekwencyjnych faz:

- analiza potrzeb szkoleniowych,
- opracowanie planu i programu szkoleń,

- przeprowadzenie szkolenia,
- ocena efektywności szkolenia (Saks i Belcourt 2006).

Zestawienie wyników pierwszego etapu ze znajomością oczekiwanych efektów daje możliwość stworzenia odpowiedniego programu szkoleniowego, pozwalającego trenerom na takie ukierunkowanie działań eskalacyjnych pracowników, które zapewnią realizację określonych celów. Ich wyznaczenie ma kluczowe znaczenie dla programu szkoleń, doboru odpowiednich metod i form, a w efekcie oceny efektywności przeprowadzonych działań.

Opracowania dotyczące pomiaru i oceny ich efektywności, powstałe w latach dziewięćdziesiątych XX w. (Cannon-Bowers i in. 1995; Tracey i Tews 1995; Torkzadeh i in. 1999), dziś mocno się zdeaktualizowały. Większość opracowań dotyczy pierwszych trzech etapów modelu szkoleniowego (Saks i Burke 2012; Salas i in. 2012). Ponadto koncentrują się one na szkoleniach prowadzonych w formie tradycyjnej. Taki stan może być konsekwencją ignorowania tego etapu szkoleniowego przez praktyków zarządzania jako sprawiającego najwięcej trudności i najbardziej czasochłonnego, co prowadzi do braku możliwości pomiaru efektywności szkolenia. W polskiej literaturze niewiele uwagi jak dotąd poświęcono metodzie *edutainment* (Barani i Dymacz-Kaczmarczyk 2012; Radzka i in. 2019), natomiast zagraniczni badacze piszą o niej w kontekście zmian i nowatorskim podejściu do nauczania (Okan 2003; Anikina i Yakimenko 2015).

Celem badania była ocena efektywności szkoleń prowadzonych metodą tradycyjną i w formie *edutainment* w przedsiębiorstwie handlowym, a także identyfikacja czynników wpływających na satysfakcję i ocenę procesu szkoleniowego oraz diagnoza oczekiwań względem szkoleń. Do celów badania jako odniesienie teoretyczne, wykorzystano model D. Kirkpatricka. Jest to jeden z najbardziej użytecznych sposobów oceny efektów realizowanych programów szkoleniowych, który zakłada, że ocena efektywności powinna być prowadzona w czterech obszarach (Kirkpatrick 2016):

- reakcji, gdzie dokonuje się weryfikacji stopnia zadowolenia uczestników,
- nauczania, gdzie sprawdza się zakres realizacji celów dydaktycznych,
- zachowania, gdzie określa się wpływ szkolenia na zmianę zachowań przejawianych na stanowisku pracy,
- rezultatów, gdzie identyfikuje się uzyskane przez uczestników korzyści.

Powody, dla których warto dokonywać oceny efektywności to: chęć uzasadnienia poniesionych kosztów, sformułowanie przyszłych planów szkoleniowych, dostarczanie sprzężenia zwrotnego dla przedsiębiorstwa i innych interesariuszy, uświadomienie pracownikom, że rozwój ich kompetencji jest efektem poszerzania wiedzy i umiejętności (Lewicka i in. 2019, za Kunasz 2008).

2. Metodyka badania. Opis badanego podmiotu

Opisywany podmiot to polska filia przedsiębiorstwa transnarodowego, posiadająca przedstawicielstwa w ponad 160 krajach, będąca liderem w produkcji i sprzedaży nowoczesnych urządzeń i systemów czyszczących. Swoją sukces zawdzięcza wiedzy i umiejętnościom kapitału ludzkiego, dlatego szkolenia i rozwój pracowników są ważnym elementem funkcjonowania organizacji. Centrala firmy znajduje się w Niemczech, tam również istnieje jednostka odpowiedzialna za realizację polityki szkoleniowej w zakresie produktowym, serwisowym i sprzedażowym na skalę globalną, zwana centralną Akademią. Na polskim rynku działa jednostka szkoleniowa zwana Akademią, której głównym zadaniem jest implementacja z ramienia firmy macierzystej (centralnej Akademii) polityki szkoleniowej w zakresie produktowym, serwisowym i sprzedażowym. Akademia odpowiada za szkolenia pracowników wewnętrznych, partnerów biznesowych reprezentujących różne kanały dystrybucji: dealerów firmy, klientów bezpośrednich czy tzw. sieci handlowe. Realizowane są także szkolenia dla firm sprzątających i klientów indywidualnych. Akademia dysponuje własną kadrą trenerską: trenerzy produktowi, trenerzy serwisowi, trenerzy sprzedażowi.

Badanie ma charakter analizy poznawczej zawartej w literaturze przedmiotu oraz analizy przypadku. Przy doborze przedsiębiorstwa kierowano się poziomem efektywności działań szkoleniowych i rozwoju organizacji, znajdującym odzwierciedlenie w przewadze konkurencyjnej na rynku. Badaniem został objęty ostatni etap procesu szkoleniowego – ocena efektywności działań szkoleniowych realizowanych metodami tradycyjnymi i w formie *edutainment*. Autorzy wskazują, iż najwięcej trudności podmiotom sprawia ostatni etap procesu szkoleniowego, czyli ocena ich efektywności i przełożenie rezultatów szkoleń na realizację celów całej organizacji (Lewicka i in. 2019). W literaturze przedmiotu wskazuje się, że jedynie co trzecie przedsiębiorstwo przeprowadza ocenę wpływu szkoleń na wyniki finansowe całej organizacji (Bartel 2000). Dlatego uzasadnione wydaje się prowadzenie rozważań o charakterze teoretycznym i empirycznym, związanych z podejmowaną problematyką.

W analizie przypadku badanie przeprowadzono od listopada 2018 r. do czerwca 2019 r. Wykorzystano badania jakościowe i ilościowe. Do realizacji badań ilościowych jako narzędzie badawcze posłużył kwestionariusz ankiety. W przypadku badania jakościowego była to obserwacja uczestnicząca (autorka przyjęła rolę wewnętrznego obserwatora) oraz wywiad otwarty z uczestnikami szkoleń, uznając, że takie formy zebrania materiału mogą pokazać pogłębiony obraz procesu szkoleniowego. Przeanalizowane zostały dokumenty dotyczące procesu szkoleniowego, tj. zarchiwizowane ankiety poszkoleniowe i testy wiedzy. Postawiono pytanie badawcze: Czy uczestnicy szkoleń inaczej postrzegają szkolenia łączące edukację z rozrywką niż szkolenia tradycyjne? Postawiono też hipotezę badawczą: Ocena szkoleń metodą *edutainment* może się różnić od oceny szkoleń prowadzonych metodą tradycyjną. Badanie przeprowadzone zostało na klientach wewnętrznych

i zewnętrznych Akademii, spośród których pracownicy firmy stanowili 28%, a dealerzy i partnerzy biznesowi 72%. Do celów analizy wybrano szkolenia produktowe i serwisowe. Przeanalizowano 97 kwestionariuszy ankiety odnoszącej się do szkoleń metodą tradycyjną oraz 87 odnoszącej się do metody *edutainment*. Poddano weryfikacji testy wiedzy – 42 uczestników szkoleń metodą tradycyjną, 38 metodą *edutainment*. W ramach realizacji celu głównego udało się przeprowadzić:

- identyfikację oczekiwań uczestników wobec szkoleń,
- ocenę na poziomie reakcji bezpośrednio po odbytych szkoleniach.

Z powodu ograniczeń czasowych nie udało się przeprowadzić oceny na poziomie zachowań.

3. Ocena efektywności szkoleń w badanym przedsiębiorstwie

Pomiar i analiza efektywności szkoleń w badanym przedsiębiorstwie dokonywane są na trzech, z czterech wskazywanych przez Kirkpatricka (2016) poziomach. Poziom reakcji realizowany jest za pomocą anonimowej ankiety poszkoleniowej, która składa się z kilkudziesięciu stwierdzeń, zamkniętych w czterech grupach, a ewaluacja zachodzi przy zastosowaniu sześciostopniowej skali oceny¹:

- grupa pytań dotyczących ogólnej oceny szkolenia (czy szkolenie/seminarium w pozytywny sposób przełoży się na codzienną pracę, czy wspiera rozwój personalny),
- grupa pytań dotyczących zadowolenia uczestników z trenera (doświadczenia trenera, motywacja trenera, prostota wyjaśnień, zaangażowanie w przekazywanie informacji, zastosowanej metodyki szkolenia, wizualizacja w objaśnieniach, prezentowanie informacji w logicznym porządku, wyjaśnianie praktycznych aspektów, korzystanie z różnych mediów, zachęcanie grupy do wymiany doświadczeń i interakcji, używanie ćwiczeń i praktycznych przykładów, kontrola czasu),
- grupa pytań dotyczących oceny treści i sposobu przekazu szkolenia/seminarium (czy treść szkolenia pokrywała się z opisem w programie, czy czas szkolenia/seminarium był dopasowany do omawianych zagadnień, czy czas przeznaczony na praktykę był odpowiedni, czy szkolenie/seminarium zostało podsumowane na zakończenie),
- grupa pytań dotyczących wagi i rezultatów szkolenia (atmosfera podczas szkolenia, czy szkolenie spełniło osobiste oczekiwania, stopień wykorzystania nabytej wiedzy w codziennej pracy, równowaga pomiędzy teorią a codzienną pracą).

Drugi etap, na poziomie nauczania, przeprowadzany jest także bezpośrednio po odbytych szkoleniach. Stopień osiągnięcia celów dydaktycznych szkolenia mierzy się wykorzystując testy. Testy wiedzy zawodowej (testy merytoryczne) opracowywane są przez

¹ Warianty odpowiedzi: bardzo zła, zła, raczej zła, raczej dobra, dobra, bardzo dobra.

trenerów specjalistów produktowych, bądź serwisowych, odpowiedzialnych za realizację szkolenia. Dokonywany jest pomiar poziomu wiedzy z określonej dziedziny lub dziedzin i weryfikacja umiejętności ich wykorzystywania w różnych sytuacjach. Stosuje się testy jednokrotnego wyboru, używa się zwykle takich samych testów na początku i na końcu szkolenia. Wykorzystuje się testy w formie papierowej bądź testy online przeprowadzane za pomocą takich platform jak Kahoot, czy Flexiquiz. Trzeci poziom badania efektywności szkoleniowej (na poziomie zachowań) realizowany jest podczas wykonywania zadań wynikających ze stosunku pracy. Za pomocą obserwacji określa się wpływ programów szkoleniowych na modyfikację zachowań na stanowisku pracy. Pomiar na poziomie rezultatów, uwidaczniający korzyści osiągnięte przez uczestników szkolenia po jego ukończeniu, przekładające się na wyniki funkcjonowania całej organizacji, nie jest realizowany w badanym przedsiębiorstwie.

4. Wyniki badań

4.1. Identyfikacja oczekiwań uczestników wobec szkoleń

W celu diagnozy potrzeb i oczekiwań względem szkolenia, przed każdym realizowanym metodą tradycyjną i w formie *edutainment*, proszono uczestników o nadanie wagi dziesięciu wytypowanym aspektom szkoleniowym, tj. wzrost kompetencji poprzez nabycie wiedzy i umiejętności, poznanie nowych narzędzi i technik, zmiana postaw, zachowań, nawyków, wymiana informacji pomiędzy członkami grupy szkoleniowej, wzrost motywacji do pracy po szkoleniu, spędzenie w przyjemny sposób czasu, zainicjowanie zmiany w życiu, materiały poszkoleniowe i dostęp do trenera po zakończonym szkoleniu, renoma firmy szkoleniowej. Poszczególne aspekty szkoleniowe były wypisane na tablicy, a uczestnicy mając do dyspozycji po osiem samoprzylepnych „kropek” mieli za zadanie, przypisać jej do takich aspektów, które w ich opinii są najważniejsze. Uczestnikom pozostawiono pełną swobodę w rozdysponowywaniu kropek. W obydwu grupach najwyższe noty przypisano wymienionym pierwszym trzem aspektom. Przyjemnie spędzony czas uplasował się na pozycji czwartej, w przypadku szkoleń w formie *edutainment* i na pozycji piątej w przypadku szkoleń tradycyjnych. Uczestnicy szkoleń w formie *edutainment* przypisali wyższą wagę materiałom poszkoleniowym i dostępowi do trenera po zakończonym szkoleniu.

Kluczowym dla identyfikacji czynników wpływających na satysfakcję ze szkoleń oraz diagnozę oczekiwań względem szkoleń, był udział w firmowym spotkaniu dotyczącym tworzenia harmonogramu i programów szkoleniowych, podczas którego zbierane były m.in. potrzeby szkoleniowe uczestników na kolejny rok oraz oczekiwania w stosunku do formy szkoleń. W spotkaniu uczestniczyli kierownicy wszystkich działów firmy (n = 10),

zgłaszając potrzeby szkoleniowe własnych pracowników jak i obsługiwanych przez nich klientów, pochodzących z różnych kanałów dystrybucji. Większość z nich ($n = 8$) deklarowała większe zainteresowanie szkoleniami w formie *edutainment*: – *Warto połączyć naukę z zabawą, Taka forma byłaby szansą na relaks po ciężkiej pracy, Słyszałam, że szybciej i przyjemniej przyswaja się wiedzę w ten sposób, Dla moich pracowników byłaby to nagroda, która być może wpłynęłaby na ich zaangażowanie.*

Rozmowy z uczestnikami spotkania pokazały, że szkolenia w postaci *edutainment* cieszą się większym zainteresowaniem. Większość uczestników z góry zakładała, że korzyści z tak przeprowadzonych szkoleń będą wyższe. Jako pomocne w uzyskaniu lepszej efektywności wymieniali formę warsztatową, ćwiczenia, gry, konkursy i zabawy. Jako elementy mogące przyczynić się do wzrostu satysfakcji ze szkoleń wymieniali możliwość przeprowadzenia szkoleń poza Firmą, wspólną kolację. Padały pomysły nagradzania uczestników szkoleń podczas konkursów organizowanych w trakcie szkoleń. Wyższe zainteresowanie szkoleniami w postaci *edutainment* i ich domniemana prawdopodobnie wyższa ocena jeszcze przed ich realizacją nie została w późniejszym etapie badania potwierdzona za pomocą ankiety poszkoleniowej, badającej poziom zadowolenia ze szkoleń. Zadowolenie wyrażone ogólną oceną szkolenia w obydwu przypadkach szkoleń – tradycyjnych i *edutainment*, uplasowało się na podobnym poziomie. Również atmosfera podczas szkolenia w obydwu rodzajach szkoleń została oceniona tak samo. Można przypuszczać, że taka przedwstępna ocena wynika z trendu, mody, szukania nowych, lepszych rozwiązań i form szkoleniowych, zawierania i przypisywania im wyższej atrakcyjności.

4.2. Ocena na poziomie reakcji bezpośrednio po odbytym szkoleniu

Do pomiaru efektywności na poziomie reakcji wykorzystano istniejące w badanej firmie narzędzie – ankietę poszkoleniową, która stanowi ustandaryzowany dokument wykorzystywany w obrębie wszystkich przedstawicieli organizacji w takiej samej formie. Nie zaobserwowano statystycznie istotnej różnicy w ocenie dla szkoleń dokonywanych różnymi metodami. Średnia ocena dla szkoleń tradycyjnych wyniosła 5,4, a dla *edutainment* 5,3. Zaobserwowano różnice w ocenie występujące w poszczególnych grupach w ankiecie. W przypadku grupy pytań dotyczącej ogólnej oceny szkolenia 90% uczestników szkolenia tradycyjnego i 92% uczestników szkolenia *edutainment* dobrze lub bardzo dobrze oceniło szkolenie. Zdaniem uczestników obydwu rodzajów szkoleń, szkolenie przełoży się w pozytywny sposób na codzienną pracę i wesprze rozwój personalny. W przypadku grupy pytań dotyczących zadowolenia uczestników z trenera zaobserwowano różnice w ocenie. Uczestnicy szkoleń tradycyjnych wyżej ocenili kontrolę czasu, prostotę wyjaśnień oraz zaangażowanie trenera w przekazywanie informacji. Uczestnicy szkoleń metodą *edutainment* wyżej ocenili doświadczenie i motywację trenera, korzystanie z różnych

mediów, zachęcanie grupy do wymiany doświadczeń i interakcji. Pomiędzy pozostałymi elementami wchodzącymi w skład oceny trenera tj. zastosowana metodyka szkolenia, wizualizacja w objaśnieniach, prezentowanie informacji w logicznym porządku, wyjaśnianie praktycznych aspektów, używanie ćwiczeń i praktycznych przykładów nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy.

W grupie pytań dotyczących oceny treści i sposobu przekazu szkolenia/seminarium (czy treść szkolenia pokrywała się z opisem w programie, czy czas szkolenia/seminarium był dopasowany do omawianych zagadnień, czy czas przeznaczony na praktykę był odpowiedni, czy szkolenie/seminarium zostało podsumowane na zakończenie) badanie nie uwidoczniło istotnej różnicy w ocenie pomiędzy dwoma rodzajami szkoleń. Jedynie element czasu przeznaczonego na praktykę został wyżej oceniony w przypadku szkolenia w formie *edutainment*. Nie była to jednak różnica istotna statystycznie. Jeżeli chodzi o grupę pytań dotyczących wagi i rezultatów szkolenia (atmosfera podczas szkolenia, czy szkolenie spełniło osobiste oczekiwania, stopień wykorzystania nabytej wiedzy w codziennej pracy, równowaga pomiędzy teorią a codzienną pracą) zaobserwowano różnice. 92% uczestników szkoleń tradycyjnych i 82% w formie *edutainment* deklaroowało, że wiedzę wykorzysta w codziennej pracy. Zdaniem obydwu badanych grup szkolenie spełniło osobiste oczekiwania w równym stopniu. Istotna statystycznie różnica występuje również dla oceny aspektu równowagi pomiędzy teorią a codzienną pracą: 60% uczestników szkolenia tradycyjnego dobrze lub bardzo dobrze oceniło równowagę pomiędzy teorią a codzienną pracą, natomiast w opinii uczestników szkolenia *edutainment* taką opinię podziela 89% uczestników. Atmosfera podczas szkolenia była przez obydwie grupy oceniona bardzo dobrze lub dobrze. Jest to dość ciekawy wniosek, ponieważ można byłoby sądzić, że atmosfera podczas szkolenia *edutainment* może być lepsza, dzięki większej atrakcyjności i warunkom ku zabawie i rozrywce.

4.3. Ocena na poziomie uczenia się bezpośrednio po odbytym szkoleniu

Drugi etap pomiaru efektywności szkolenia na poziomie uczenia się, obejmujący ocenę stopnia osiągnięcia celów dydaktycznych szkolenia, oceniany był za pomocą testów wiedzy. Aby zmierzyć progres szkolenia (dynamikę przyrostu wiedzy), zastosowano testy na początku szkolenia (pre-testy), które w połączeniu z testami po zakończonym szkoleniu (post-testy) dały informację czy szkolenie przyniosło zamierzone rezultaty. Przyrost wiedzy był istotnie wyższy w przypadku realizacji szkoleń produktowych na korzyść metody *edutainment*. Również dla szkoleń serwisowych widać było przewagę na korzyść szkoleń *edutainment*, jednak nie była to przewaga istotna statystycznie. Rozmowy z uczestnikami szkoleń po odbytych szkoleniach również sugerowały wystąpienie takiej zależności. Zdaniem uczestników szkoleń *edutainment* nabyli oni wiedzę w bardzo łatwy, szybki i przyjemny sposób, nie odczuwając wysiłku i wkładu własnego – *W ten sposób mogę się uczyć*,

Taka nauka to czysta poezja, Nauczyłem się profesjonalnie czyścić kostkę brukową, a za to, że zrobiłem to najszybciej z grupy dostałem nagrodę.

5. Wnioski

Przedstawione wyniki badań pozwalają potwierdzić postawioną hipotezę badawczą, że ocena szkoleń metodą *edutainment* może się różnić od oceny szkoleń prowadzonych metodą tradycyjną. Potencjalni uczestnicy szkoleń wykazują większe zainteresowanie szkoleniami w formie *edutainment*, mają również wyższe oczekiwania względem nich. W ich opinii, istnieje przekonanie, że szkolenia prowadzone metodą *edutainment* są atrakcyjniejsze i efektywniejsze, dlatego preferują i deklarują również udział w szkoleniach metodą *edutainment*. Zgromadzone badania dowodzą, że ogólna ocena szkoleń tradycyjnych i *edutainment* jest zbliżona, nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic poszczególnych aspektów szkoleniowych. Ciekawą kwestią jest, że zdaniem uczestników obydwu typów szkoleń atmosfera podczas szkolenia była dobra i czas spędzony na szkoleniach oceniali jako miły i przyjemny.

Przeprowadzona analiza literaturowa, dotycząca monitoringu procesu szkoleniowego wzbogacona empiryczną egzemplifikacją, może posłużyć jako podstawa rekomendacji i dyskusji odnośnie oceny i pomiaru efektywności działań szkoleniowych dla różnych form szkoleniowych. Przedstawione badanie posiada ograniczenia związane z przyjętą metodyką i brakiem możliwości generalizowania uzyskanych wyników. Uzyskane rezultaty uzasadniają jednak potrzebę prowadzenia dalszych pogłębionych badań w obszarze badania efektywności szkoleń prowadzonych różnymi metodami. Warto byłoby uwzględnić w dalszej eksploracji tematu percepcję pracowników zróżnicowanych ze względu na wiek i doświadczenia, zatrudnionych w podmiotach różnej wielkości, operujących w różnych sektorach. Wskazaniem byłoby wykorzystanie w badaniu własnej ankiety stworzonej specjalnie na potrzeby porównania różnych form szkoleniowych, uwzględniającej elementy szczególnie istotne przy ocenie szkoleń prowadzonych w różnych formach. Aby najrzetelniej oddać obraz sytuacji i wykluczyć zakłócenia, warto byłoby poddać analizie szkolenia prowadzone w różnych formach, ale przez tego samego trenera. Dobrym kierunkiem wydaje się również poddanie analizie innych rodzajów szkoleń. Niniejsze badania mogą być potraktowane jako punkt wyjścia do przeprowadzenia badań zarówno jakościowych jak ilościowych na reprezentatywnej próbie podmiotów.

Publikacja została sfinansowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie (subwencja na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego).

Literatura

- Anikina O.V. i Yakimenko E.V. 2015. Edutainment as a modern technology of education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 166, s. 475–479.
- Barani K. i Dymacz-Kaczmarczyk M. 2012. Wygrywamy z nudą: skuteczność metod edutainment w szkoleniach kadr. *Personel i Zarządzanie* 2, s. 93–95.
- Bartel A.P. 2000. Measuring the employer's return on investments in training: Evidence from the literature. *Industrial relations: a journal of economy and society* 3(39), s. 502–524.
- Cannon-Bowers J.A. i in. 1995. Toward theoretically based principles of training effectiveness: a model and initial empirical investigation. *Military Psychology* 7(3), s. 141–164.
- Kirkpatrick J.D. 2016. *Four levels of Training Evaluation*. Alexandria: ATD Press.
- Krasnova A, Cewińska J. 2014. Grywalizacja w rozwoju i edukacji – szanse i zagrożenia., *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* nr 315, s. 73–81.
- Kunasz M. 2008. Efektywność szkolenia i doskonalenia zawodowego – wybrane aspekty. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania/Uniwersytet Szczeciński* 3, s. 129–141.
- Lewicka i in. 2019 – Lewicka D., Pec M., Wilk A. 2019. Proces szkoleniowy i jego rezultaty. Studium przypadku przedsiębiorstwa handlowego. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* 20(6), s. 105–119.
- Łaguna M. i Kozak A. 2015. *Metody prowadzenia szkoleń*. Sopot: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Okan Z. 2003. Edutainment: is learning at risk? *British Journal of Educational Technology* 3(34), s. 255–264.
- Olaniyan D.A. i Ojo L.B. 2008. Staff training and development: A vital tool for organisational effectiveness. *European Journal of Scientific Research* 3(24), s. 326–331.
- Radzka i in. 2019 – Radzka B., Szaban J. i Trochimiuk R. 2019. Ocena efektywności szkoleń prowadzonych metodami tradycyjnymi i w formule edutainment. *Education of Economists & Managers/Edukacja Ekonomistów i Menedżerów* 52(2), s. 109–119.
- Saks A.M. i Belcourt M. 2006. An investigation of training activities and transfer of training in organizations, *Human Resource Management: Published in Cooperation with the School of Business Administration. The University of Michigan and in alliance with the Society of Human Resources Management* 4(45), s. 629–648.
- Saks A.M. i Burke L.A. 2012. An investigation into the relationship between training evaluation and the transfer of training. *International Journal of Training and Development* 16(2), s. 118–127.
- Salas i in. 2012 – Salas E., Tannenbaum S.I. i Kraiger K. 2012. The science of training and development in organizations: what matters in practice. *Psychological Science in the Public Interest* 13(2), s. 74–101.
- Torkzadeh i in. 1999 – Torkzadeh R., Pflughoeff K. i Hall L. 1999. Computer self-efficacy, training effectiveness and user attitudes: an empirical study. *Behaviour & Information Technology* 18(4), s. 299–309.
- Tracey J.B. i Tews M.J. 1995. Training effectiveness: accounting for individual characteristics and the work environment. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly* 36(6), s. 36–42.